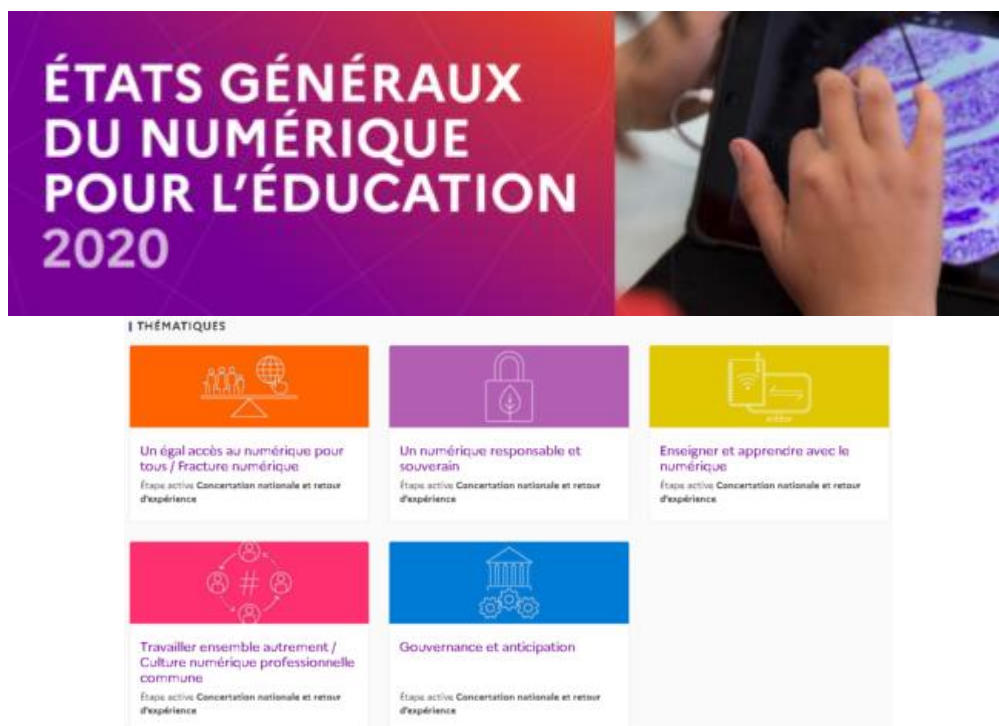




Productions des groupes thématiques numériques de la DNE

Dans le cadre des [Etats généraux du numérique pour l'éducation](#) et pour contribuer à cette phase de réflexion et de mutualisation, nous donnons accès dans ce document à l'ensemble des productions des groupes thématiques numériques #GTnum actuellement disponibles sur la période 2017-2020.



Rappel : Les **groupes thématiques numériques (GTnum)**, animés par des laboratoires universitaires et autres opérateurs publics, sont coordonnés par le bureau du soutien à l'innovation numérique et à la recherche appliquée de la **Direction du numérique pour l'éducation** (sous-direction de la transformation numérique-bureau TN2).

Ils ont pour objectif de mettre à disposition des équipes éducatives, de façon accessible et ouverte, un **état de la recherche sur quelques grandes thématiques relatives au numérique dans l'éducation**.



Carnet Hypothèses « Education, numérique et recherche »

Direction du numérique pour l'éducation

TN2

Éducation, numérique et recherche

<https://edunumrech.hypotheses.org/>



Thématiques traitées par les #GTnum (2017-2020)

- [Nouveaux espaces et objets connectés](#)
- [Learning analytics-traces d'apprentissage](#)
- [Pratiques et usages numériques des jeunes](#)
- [Cultures numériques](#)
- [Numérique et ressources éducatives](#)
- [Réalité virtuelle et immersion](#)
- [Appropriation par les enseignants](#)

GTNUM 1 OCEAN

Transformation des espaces scolaires et
accompagnement des acteurs

État de l'art, enjeux et recommandations

Octobre 2019



POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE

DNE
#GTNUM



Table des matières

Préambule	3
État de l'art et cartographie des ressources	4
Des réflexions en fort développement sur le concept de forme scolaire	4
Une impulsion issue d'appels à projet nationaux	5
De nombreuses initiatives portées par des collectivités et des entreprises	5
Le développement d'actions de formation et d'accompagnement.....	9
Des impulsions et des démarches de capitalisation portées par des enseignants innovants.....	11
Trois principales sources d'inspiration méthodologiques.....	12
Des publications qui ont alimenté la réflexion collective.....	13
Une structuration progressive de la recherche autour de ces enjeux.....	14
Archiclasse, un dispositif de capitalisation porté par l'institution.....	16
En conclusion, une triple consolidation institutionnelle, scientifique et territoriale ...	16
Les enjeux pour l'École.....	18
Les enjeux pour les élèves.....	18
Les enjeux pour les professionnels de l'éducation	19
Les enjeux pour construire une société de l'apprendre	19
Les enjeux pour créer une synergie institutionnelle	20
Les écueils à éviter et les points de vigilance	21
Pistes de développement et recommandations	22
Soutenir les développements à l'œuvre.....	22
Impulser de nouveaux développements.....	23

Préambule

Ce dossier a été construit dans le cadre des travaux collectifs du Groupe thématique numérique « Objets connectés, Nouveaux espaces d'apprentissage et apports dans les environnements scolaires » - GT OCEAN ; il a été rédigé par Malika ALOUANI, Caroline BROTTET-AIELLO, Edwige COUREAU-FALQUERHO.

Il correspond à un état des lieux, le plus complet possible mais non exhaustif, des facteurs et principales démarches de transformation des espaces scolaires à l'œuvre au niveau national. Il présente une analyse des enjeux pour les acteurs, met en exergue les risques et les points de vigilance à prendre en compte. Il formule également des recommandations pour accompagner la réflexion des décideurs comme des acteurs de terrain, et développer ou optimiser les dispositifs d'accompagnement.

Il s'inscrit par ailleurs en complémentarité du document « État et cartographie de la recherche », également produit par le groupe de travail, qui fait état des orientations et principaux résultats de la recherche et identifie les principaux laboratoires et chercheurs français travaillant sur les questions liées à la transformation des espaces d'apprentissage.

Ces deux documents permettent d'actualiser et d'enrichir le dossier de capitalisation publié par le GT OCEAN en décembre 2018.

État de l'art et cartographie des ressources

Des réflexions en fort développement sur le concept de forme scolaire

Les travaux scientifiques comme les avis des praticiens convergent aujourd'hui sur l'idée que la forme scolaire est restée globalement très figée en France depuis le 19^e siècle. On a observé des tentatives de modernisation du bâti depuis les années 1980-1990, avec des gestes architecturaux parfois audacieux. Mais cette approche bâtiminaire a essentiellement concerné l'enveloppe de l'établissement et très peu la classe et les autres espaces fonctionnels de l'établissement.

Une réflexion est cependant en fort développement, notamment lors des trois dernières années, sur la nécessaire transformation du bâti et des aménagements des établissements scolaires, en lien avec le développement des équipements et usages numériques et avec un certain nombre d'évolutions pédagogiques à l'œuvre.

Comme l'exposait le dossier de capitalisation sur les Nouveaux Espaces d'Apprentissage publié en janvier 2018 par le GT OCEAN, des expérimentations portant sur l'évolution de la forme scolaire et la transformation des espaces d'apprentissage se développent de manière accélérée depuis environ cinq ans et s'opèrent à la croisée de plusieurs mouvements :

- les réflexions et besoins induits par les évolutions socio-scolaires de la population scolaire élève, notamment collégienne ;
- le développement des équipements numériques et les injonctions à développer des usages pédagogiques innovants ;
- la réflexion institutionnelle sur les compétences du XXI^e siècle ;
- la volonté diffuse des acteurs éducatifs et en particulier des collectivités locales de construire/rénover des établissements scolaires adaptés aux enjeux des décennies à venir ;
- les résultats de la recherche, en particulier d'origine anglo-saxonne, qui démontrent l'importance des conditions physiques et de l'environnement sur les apprentissages, ainsi que le rôle de la mobilité et du corps physique dans les processus d'apprentissage.

Durant ces dernières années, les questions relatives à la forme scolaire ont ainsi été traitées selon des approches à la fois portées par des acteurs de terrain (logique ascendante), mais également initiées par une volonté politique (logique descendante). Ces deux dynamiques parallèles accompagnent ainsi les changements nécessaires que suppose l'exigence de nouvelles compétences combinées au développement des pratiques pédagogiques avec le numérique.

Une impulsion issue d'appels à projet nationaux

Entre 2015 et 2017, plusieurs vagues de sélection ont eu lieu dans le cadre des appels à projet du ministère de l'Éducation nationale (AAP) « Collèges numériques et innovation pédagogique » et « Collèges numériques et ruralité ». Les financements alloués dans le cadre de ces appels à projet ont permis de mettre en œuvre des dispositifs d'enseignement innovants à l'aide du numérique, et d'engager, pour de nombreux établissements, les premières transformations de l'espace scolaire afin d'accompagner ces évolutions de pratiques.

Le dispositif Collèges lab' a ainsi concerné 48 collèges, dans 18 académies et 29 départements. Ce soutien financier a conduit à impulser de 2017 à 2019 des projets portant sur une expérimentation de type BYOD/AVEC, mais également à aménager des espaces d'apprentissage modulables, reposant sur la mobilité et l'incitation à l'innovation et aux pratiques collaboratives (Learning Lab, FabLab, CultureLab). L'académie de Nancy-Metz, par exemple, a réalisé un [article de synthèse](#) portant sur un projet actuellement en développement au collège lab Van-Gogh de Blénod-lès-Pont-à-Mousson. Le [séminaire national Collèges lab](#), qui s'est tenu en janvier 2019 à Reims, a également permis de présenter différents projets et de mettre en exergue les enjeux spécifiques des projets de transformation des espaces scolaires. L'IFE-ENS de Lyon a assuré le [suivi évaluatif](#) de cette expérimentation ; le rapport de synthèse ainsi que des monographies de projet Collèges lab seront disponibles fin 2019.

Dès 2016, la Caisse des Dépôts, le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, ainsi que l'Association des maires et des présidents d'intercommunalité de France, l'Assemblée des départements de France et régions de France, ont lancé un appel à manifestation d'intérêt dédié à la transformation d'espaces dans les écoles, collèges et lycées. Il avait pour objectif d'accélérer l'innovation en expérimentant de nouveaux usages au travers de nouvelles visions des espaces et du mobilier au sein des écoles et des établissements scolaires. Un [document de synthèse](#) décrivant les cinq projets lauréats est disponible ainsi qu'une [vidéo](#).

De nombreuses initiatives portées par des collectivités et des entreprises

Avec l'événement *Edumix*, la métropole de Lyon a engagé en février 2017 une démarche de réflexion prospective, collective et créative, autour de la transformation des collèges. Cette démarche très ouverte est venue interroger la forme scolaire du collège dans sa globalité et a donné lieu à l'idéation de projets pour la plupart très ambitieux et innovants, mais qui n'ont pour l'instant pas donné lieu à des développements tangibles.

Parallèlement, la métropole de Lyon a soutenu, dès 2015, le projet de transformation des espaces d'apprentissage du collège Jean-Philippe Rameau. Il s'agissait pour la collectivité d'une réalisation exploratoire, qui a ensuite commencé à essaimer puisque deux autres collèges de son territoire ont été dotés de « salles ECLA » dans le cadre de leur candidature à l'appel à projet Collège lab. Sur cette base, en 2018-2019, la métropole a cherché à construire une approche sur les opportunités de développement de ce type de salle dans de nouveaux collèges et s'est appuyée sur Canopé pour étudier les opportunités d'usage pédagogique dans ce type d'espace.

Cette dynamique pionnière dans l'académie de Lyon s'est également développée au sein du lycée La Martinière-Duchère qui a engagé un ensemble de réflexions et d'actions de transformation des espaces et de la pédagogie.

Dans l'académie de Poitiers, le LP2I – Lycée Pilote Innovant International a également été une source d'inspiration et constitue aujourd'hui l'une des chevilles ouvrières du mouvement de transformation combinée des espaces, des usages numériques et de la pédagogie.

Le [projet pionnier ECLA](#) du collège Jean-Philippe Rameau de Champagne au Mont-d'Or a bénéficié d'une forte visibilité en recevant en 2016 le Prix de l'établissement innovant, suite à l'aménagement d'un espace dédié à l'innovation pédagogique et à la collaboration. Engageant un réseau d'établissement autour de ces réflexions (écoles de secteur et lycées, puis autres collèges de l'agglomération), il a contribué à alimenter dans un premier temps la réflexion sur la création d'espaces dédiés à l'expérimentation pédagogique, puis dans un second temps, à la transformation globale des espaces de travail et de collaboration au sein d'un établissement scolaire.

Avec son projet [IDMAN](#) visant à « Repenser et transformer les espaces d'apprentissage », le lycée La Martinière-Duchère a reçu en avril 2019 le [Prix national de l'innovation 2019](#) dans la catégorie Architecture et aménagement de l'espace scolaire. Ce prix vient récompenser 4 années de travail des équipes du lycée et les aménagements réalisés afin de repenser le lycée du XXI^e siècle.

Dans les réalisations emblématiques en termes de transformation des espaces scolaires, le futur [collège innovant du Val-Fourré \(Mantes-la-Jolie\)](#) est issu d'un autre courant de réflexion concernant les enjeux du collège de demain. La réflexion du conseil départemental des Yvelines, de la Ville de Mantes-la-Jolie et du rectorat de Versailles, est accompagnée par Jérôme Saltet, présenté comme spécialiste de la pédagogie et porteur du projet de collège innovant, qui fait partie d'une communauté d'acteurs organisée autour du CRI Paris et en particulier de F. Taddéi, ainsi que de l'ONG internationale Ashoka. « Ouvert physiquement et conceptuellement sur le quartier », cet établissement a vocation à illustrer la notion de territoire apprenant, dont le collège constituera le cœur de réseau. Sur le plan pédagogique, l'individualisation des parcours constitue le concept central de la conception de cet établissement dont l'ouverture est prévue pour la rentrée 2021. Selon le descriptif, « les nouvelles technologies seront omniprésentes et l'établissement, qui bénéficiera d'une architecture innovante, sera ouvert aux événements extérieurs et aux habitants ».

Comme pour le LP21, le caractère expérimental de cet établissement en fait une source d'inspiration pour les décideurs, mais peut paraître éloigné des réalités quotidiennes de nombre d'établissements « ordinaires » qui ne bénéficient pas du même type d'accompagnement et de moyens.

Une série d'appels à projet a été proposée par des collectivités territoriales depuis 2017-2018. Ceux-ci ont, la plupart du temps, eu un statut « exploratoire », dans la mesure où leurs résultats et les enseignements qui ont pu en être tirés par les collectivités et leurs partenaires n'ont pas été formalisés et n'ont, à ce jour, pas donné lieu à des modifications structurelles des politiques patrimoniales et des référentiels de programmation. Pour autant, de nombreuses collectivités s'interrogent actuellement sur l'évolution de leurs politiques de construction-rénovation, d'équipement des établissements scolaires et d'accompagnement des actions éducatives.

Conçu suite au Manifeste des régions de France, qui pointait entre autres la nécessité de travailler collectivement sur l'évolution du lycée, le concours d'idées [Archiscola](#), organisé par le laboratoire EMA (École, Mutations, Apprentissages) de l'université de Cergy-Pontoise, a permis de faire émerger des innovations articulant architecture, design et sciences sociales, pour promouvoir une nouvelle

manière de penser l'architecture scolaire qui tienne compte des acquis des sciences sociales. Il s'agissait ainsi de rendre visible des projets d'architectes pouvant se déployer en France et à l'étranger.

*À l'initiative du conseil départemental des Hauts-de-Seine et en partenariat avec la DSDEN 92, la DANE et Canopé, un appel à projet intitulé **Imagine ton collègue** a été lancé à l'intention de tous les collèges des Hauts-de-Seine afin de rassembler les attentes exprimées par les élèves et les professeurs sur le collège de demain. Cette première initiative inédite sur le sujet a mobilisé des réflexions partagées sur l'architecture scolaire et sur les conditions favorables à la mise en œuvre des nouvelles compétences attendues. Durant toute l'année scolaire, ce projet a permis d'accompagner, au travers d'une démarche design, 12 équipes au sein de 12 collèges. Ce travail exploratoire a été rythmé par plusieurs grandes étapes : le lancement pour comprendre la démarche ; l'exploration des problématiques ; le développement des choix ; le prototypage de solutions ; la communication et la restitution du projet modélisé. Cette démarche de co-construction visait à associer élèves, professeurs et personnels de direction autour d'un même objectif. Les productions ont été partagées avec le service des bâtiments du conseil départemental pour nourrir leur réflexion sur les prochaines rénovations et/ou constructions et influencer le cahier de charge de construction des bâtiments scolaires.*

*La métropole de Lyon a lancé en 2018-2019 un projet intitulé **Collège de demain**, qui vise à développer une réflexion concertée avec les autorités académiques et des partenaires associatifs afin d'anticiper et d'accompagner les transformations bâtimentaires et fonctionnelles des collèges, dans le cadre d'un projet global de territoire. Un appel à manifestation d'intérêt est en cours de préparation.*

A côté de ces appels à projet, plusieurs collectivités ont organisé différents types d'événements à visée exploratoire et prospective. Il s'agit au travers de journée, d'enquêtes ou encore de concours, de recenser des besoins et des aspirations, et d'animer une réflexion partenariale et participative avec les parties prenantes (institution et terrain). Il s'agit le plus souvent de définir les caractéristiques de construction des écoles du futur. Ces appels à projet et documents d'inspiration sont autant d'initiatives révélatrices d'un intérêt grandissant pour le sujet.

Les réseaux sociaux, notamment le réseau Twitter, sont des lieux importants de diffusion et d'essaimage sur le thème de la transformation des espaces scolaires et du lien avec les pédagogies actives. Le mot-clé #bougetaclasse, initialement porté par la ville d'Élancourt, a ainsi fédéré de nombreuses illustrations d'aménagement de salle de classe en communiquant notamment sur le concept de « classe flexible ». Ce hashtag toujours présent est repris par de nombreux enseignants du 1^{er} degré pour illustrer des idées, des organisations et des situations pédagogiques réalisées dans leur classe.

Le département de L'Essonne a poursuivi cette réflexion en accompagnant un réseau de professeurs autour de l'expérimentation de classes flexibles. Le dispositif [Bouge ton projet](#) place ainsi l'objectif pédagogique comme préalable à toute réflexion sur l'achat de mobilier et demande de travaux d'aménagement.

Un [dossier pédagogique](#) est à disposition des professeurs pour nourrir leur réflexion.

L'académie de Rennes a lancé en 2018-2019 la 1^{ère} édition du concours [Bouge ton espace](#) en collaboration avec les conseils départementaux de l'académie, Archiclasse et Canopé. Destiné à inciter des équipes pédagogiques de collèges et de lycées à proposer des projets de transformation d'un espace de l'établissement afin de favoriser le développement de nouvelles pratiques pédagogiques, il a permis de récompenser 5 projets qui bénéficient d'un financement de la collectivité et d'un accompagnement par la DANE. Une 2^{ème} édition est lancée à la rentrée 2019, qui est désormais également ouverte aux écoles primaires. Le site du concours propose de nombreuses ressources et devient progressivement une base de données de projets créatifs autour de l'aménagement des espaces scolaires

Enfin, on observe que les entreprises (constructeurs ou distributeurs de mobiliers) s'impliquent également dans de nombreux groupes de travail et réflexions sur des projets. Ces partenaires privés contribuent à l'identification de solutions techniques et mobilières dans l'aménagement d'espace d'enseignement et participent à la production de ressources et de retours d'expérience en la matière.

L'entreprise Manutan Collectivités développe un blog [La classe de demain](#) comportant de nombreux articles et ressources, parmi lesquelles en particulier l'ouvrage [Imaginons les espaces éducatifs de demain](#), livre blanc publié en décembre 2017, qui comporte un certain nombre de ressources (témoignages, exemples, outils, etc.) sur la transformation combinée des espaces, de leur aménagement et des pratiques pédagogiques (classe flexible, classe mutuelle, etc.).

L'entreprise Easytis, qui s'est impliquée dans le GT OCEAN, est à l'origine un distributeur de matériel numérique pour l'éducation, en particulier robots et objets connectés pour la pédagogie. Il est intéressant d'observer que l'analyse de son marché l'a amené en 2018 à développer une offre de mobilier scolaire innovant [Mobilier scolaire 3.0](#) ayant vocation à accompagner le développement des usages éducatifs avec le numérique dans des espaces scolaires réaménagés.

Le développement d'actions de formation et d'accompagnement

Au sein de quelques académies, des actions pionnières ont vu le jour dans le cadre de la formation continue des enseignants et/ou de la démarche de développement des usages numériques et de l'innovation. Elles ont parfois pris la forme de *sprints* créatifs (ou hackathons) et, dans quelques cas, d'actions de formation intégrant la question des « nouveaux espaces » en lien avec de nouvelles pratiques pédagogiques et le développement professionnel des enseignants.

*En avril 2016, le rectorat de Besançon a organisé en partenariat avec l'université de Franche-Comté et Canopé un hackaton intitulé **Mon École à l'ère numérique**. Il s'agissait de réunir un panel d'acteurs de l'éducation aux compétences et aux savoirs diversifiés pour réfléchir sur l'École de demain et travailler sur des projets concrets pour dynamiser les espaces de l'École de la maternelle à l'Université.*

Dans le cadre de l'accompagnement du dispositif des classes dédoublées en REP, des formations au design thinking ont été proposées en 2018 par l'académie de Versailles pour repenser les espaces scolaires dans le 1^{er} degré. Avec le soutien de la DANE, de Canopé et du laboratoire Synlab, elles ont concerné des équipes pluri-catégorielles dans les quatre départements. Ces initiatives menées sous la forme de hackathons ont questionné l'organisation spatiale de la classe en lien avec la démarche pédagogique et la gestion des élèves.

En termes d'accompagnement formatif, on recense aujourd'hui quatre réalisations abouties et reproductibles. Les deux premières correspondent à des parcours magistère développés par l'académie de Versailles, les deux secondes à des formations sur mesure développées dans les académies pionnières de Lyon et de Poitiers.

La formation [Repenser les espaces scolaires avec la e-éducation](#) a été développée par l'académie de Versailles dans le cadre de l'appel à projets éducatifs innovants 2018-2019 du conseil départemental du Val-d'Oise. Inspirée du *Design Thinking*, cette formation hybride permet d'accompagner les établissements scolaires en fonction de leur problématique locale et ainsi de proposer des solutions adaptées à leurs besoins. Le dispositif pré-construit [Repenser les espaces scolaires avec la e-éducation](#) s'adresse aux enseignants des premier et second degrés. D'une durée de 13 heures avant la négociation avec les participants, il s'articule en deux temps complémentaires pour comprendre les enjeux du réaménagement des espaces, puis construire en équipe un projet de réaménagement des espaces scolaires en lien avec une démarche pédagogique innovante dans une école ou un établissement.

La seconde formation disponible au niveau national sur la plateforme magistère est également produite par l'académie de Versailles. Elle s'intitule : [Utiliser le numérique de manière interactive](#). D'une durée totale de 19 heures, ce format hybride propose de s'interroger sur la manière dont le scénario pédagogique choisi va pouvoir faire du numérique un outil au service de l'implication des élèves. L'aménagement spatial de la classe est ainsi questionné et participe entièrement à la préparation du scénario qui vise à rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages.

Au début de 2019 a eu lieu dans l'académie de Lyon une formation intitulée [Scénariser une séance dans une classe Lab](#), animée par Caroline Brottet-Aiello et Emmanuel Grange, formateurs au pôle DFIE de Lyon. Ils ont proposé une réflexion sur le développement des compétences du XXI^e siècle dans ces nouveaux espaces de travail. À la demande des IA-IPR ou des chefs d'établissements, cela a permis d'organiser des formations avec l'objectif de dynamiser les équipes dans divers établissements. Cette formation est en cours de répliation dans d'autres établissements demandeurs.

L'académie de Poitiers développe le dispositif [Nouvelle Forme Scolaire \(#NFS\)](#), conjointement porté par la DANE et le CARDIE. Il s'agit de proposer aux équipes éducatives des établissements de l'académie un accompagnement "agile", inspiré des techniques et processus de *Design Thinking*. Portée entre autres par Xavier Garnier, chargé de mission à la DANE et à la DNE, cette démarche utilise le processus d'une démarche design pour générer et accompagner de « petites transformations » de la forme scolaire dans les établissements.

Dans ce contexte encore peu structuré, les CARDIE et les DANE sont de plus en plus sollicités par des collectivités pour repenser la création de salles spécifiques, de projet de rénovation, de construction ou de transformation de CDI. Les délégations académiques au numérique éducatif (DANE) ont accompagné à des degrés divers les projets Collèges Lab, parfois en binôme avec les CARDIE (académies de Reims, Lyon, etc.). D'autres formes d'accompagnement ont certainement été proposées mais ne sont pas à ce jour recensées de façon exhaustive.

L'académie de Lyon propose en octobre 2019 un séminaire académique intitulé [Penser et transformer les espaces d'apprentissage à l'heure du numérique](#). Co-organisé par la DANE de Lyon, l'IFE-ENS de Lyon et Canopé, il vise à alimenter l'acculturation des acteurs académiques (corps d'inspection, personnels de direction, formateurs, collectivités territoriales) à ces enjeux et participe à la consolidation du réseau académique en cours de développement autour des établissements pionniers et de la mise en place du LÉA Elia (cf. [infra](#)).

Des impulsions et des démarches de capitalisation portées par des enseignants innovants

Des phénomènes de *leadership* impulsés par des enseignants innovants sont présents à l'échelle nationale et se sont cristallisés sur des questions d'aménagement de l'espace classe et d'organisation pédagogique. Ils sont souvent inspirés par des modèles venus du Québec et du Canada, qui valorisent la structuration de l'espace de la classe par pôle ou centre d'apprentissage, et cherchent à offrir une plus grande autonomie d'action aux élèves ainsi placés dans un espace favorisant la proactivité dans les apprentissages. La visibilité de ces enseignants producteurs de ressources contribue fortement à la diffusion des enjeux et de réalisations marquantes ou inspirantes. Une cartographie plus complète (en évolution permanente toutefois) de ces « influenceurs » figure dans le document *État et cartographie de la recherche* produit par le GT OCEAN.

A titre de ressource formalisée, on peut par exemple citer la collection des Petits fascicules produits par David Cohen en 2018-2019 dans la cadre de sa mission de médiateur numérique chez Canopé. Plusieurs de ces guides de ressource abordent la question des usages numériques et/ou de l'organisation des espaces en les reliant aux enjeux pédagogiques. Le premier opus en particulier porte sur [Pourquoi transformer sa salle de classe ?](#) Pour le 1^{er} degré, on peut également citer le blog de [Maîtresse Aurél](#).

Enfin, un ensemble de collectifs enseignants - Twictées, Inversons la classe, les Savanturiers, Bâtisseurs de possible, EMC partageons !, Classe mutuelle, Future Classroom Lab, fédèrent de nombreux enseignants qui questionnent leur pratique et tentent de combiner des scénarios pédagogiques et des conditions d'enseignement plus pertinentes en prenant en compte les dimensions liées au climat de classe, au bien-être des élèves, à l'espace-classe et au développement de nouvelles compétences transversales. Ceux-ci contribuent dans leurs académies à la réflexion sur ces nouveaux espaces-temps d'apprentissage au travers du plan académique de formation.

L'exemple de la [Classe mutuelle](#) lancé par Vincent Faillet s'est rapidement diffusé comme un modèle pédagogique efficace. L'espace de la classe est ainsi repensé à travers des îlots pour pouvoir exploiter chaque mur comme des supports d'entraînement et de co-construction entre élèves. Cette modalité de travail place le professeur comme le chef d'orchestre d'un scénario où l'entraide et la coopération entre élèves sont privilégiées. Le plan de travail vertical est investi et rompt avec le format traditionnel de la table. Les élèves mobiles et organisés par sous-groupes investissent les espaces d'écriture murale pour collaborer et s'entraîner. La place du professeur n'est plus centrale, celui-ci est en veille active pour animer et enrichir la collaboration entre pairs.

Trois principales sources d'inspiration méthodologiques

Il est important de noter que ces projets emblématiques se sont développés à la croisée de trois principales sources d'inspiration et réseau d'acteurs : le projet européen *Future Classroom Lab*, le *Design thinking* et le *Learning Lab Network*.

*Le projet [Future Classroom Lab \(FCL\)](#) est porté par [European Schoolnet \(EUN\)](#). Dédié aux nouvelles pratiques pédagogiques, il vise à promouvoir une méthodologie de création de scénarii pédagogiques, innovants et ouverts aux nouvelles technologies, dans un espace classe repensé pour développer chez les élèves et les enseignants, les compétences du XXI^e siècle. Développé en France depuis début 2015, il propose une approche systémique de cette nouvelle forme scolaire. En effet, grâce à des méthodologies issues du projet européen de [Recherche-Action iTEC](#), le FCL s'engage dans le développement des compétences du XXI^e siècle chez les élèves et les enseignants, à la fois par la co-création de scénarii pédagogiques transversaux et innovants et par une réflexion sur les nouveaux espaces d'apprentissage. Un certain nombre d'enseignants intéressés par ce projet échangent régulièrement au sein d'un réseau et développent des compétences pour mettre en œuvre différents aspects du projet. Certains ont pu tester et partager de nouveaux scénarii pédagogiques, d'autres se sont lancés dans la construction d'un *Future Classroom Lab*, un laboratoire pédagogique inspiré par le modèle de EUN à Bruxelles. Dans le contexte français, ces enseignants se nourrissent également des travaux du projet *Archiclasse* et notamment de la typologie et des exemples d'espaces innovants proposés dans la boîte à outils.*

Comme on l'a évoqué ci-dessus, l'approche et les méthodes issues du [Design Thinking](#) sont notamment développées par l'académie de Poitiers dans le cadre de son dispositif [Nouvelle Forme Scolaire \(#NFS\)](#), dans le but de développer conjointement l'innovation pédagogique et le bien-être physique et psychologique dans les espaces d'apprentissage.

Le **Learning Lab Network** est une alliance Science & Business, entre l'École centrale de Lyon, EMLYON Business School et l'université Jean Monnet de Saint-Etienne. Ils disposent chacun d'un espace innovant dédié aux nouvelles formes d'apprentissage utilisant notamment les possibilités offertes par les nouvelles technologies de l'information et de la communication. Afin de diffuser et d'améliorer leur concept, une charte précise les espaces nécessaires à la définition d'un Learning Lab. L'enjeu est de mettre en réseau ces espaces autour de valeurs communes et d'objectifs partagés. Business School et l'université Jean Monnet de Saint-Etienne ont déposé à l'INPI la marque LearningLab Network.

Des publications qui ont alimenté la réflexion collective

La cité du Design de Saint-Etienne a entamé dès 2014 une réflexion sur la transformation des espaces scolaires. L'accompagnement du projet *Je participe à la rénovation de mon école !* a conduit à la production d'un document de synthèse et à une première diffusion des enjeux et acquis de la recherche sur ces sujets. Le projet intégrait toutefois peu la question des équipements et usages numériques.

Sur le plan scientifique, ce sont principalement les écrits récents de Laurent Jeannin dans le cadre des travaux de la *chaire Transition*² (université de Cergy-Pontoise) qui ont sensibilisé aux enjeux de la triple transformation, architecturale, numérique et pédagogique, des espaces d'apprentissage. On peut en particulier mentionner deux publications phare : le rapport « Innover pour co-construire les espaces éducatifs de demain » issu de l'expérimentation Lab'éducation menée en collaboration avec la CDC (cf. *supra*) et le hors-série « Repenser les espaces scolaires à l'usage des acteurs de l'école » (*Le Magazine de l'éducation*, novembre 2017).

Les *Entretiens Ferdinand Buisson* de l'IFE-ENS de Lyon, qui ont porté en 2016 sur la comparaison internationale en éducation, ont interrogé la forme scolaire par le prisme du changement des espaces scolaires dans un collège de l'académie de Lyon ayant mené une démarche pionnière en la matière (projet ECLA), d'une étude comparative en Suède, Norvège et Estonie menée par une cheffe d'établissement et des travaux de deux chercheurs. Les [actes de cette conférence](#) ont été publiés.

L'IFE-ENS de Lyon a également organisé en novembre 2018 une [réunion d'experts européens](#) dans le cadre du CIDREE sur le thème des « New Learning Environments ». A cette occasion, des experts venus d'Irlande, de Suède, du Luxembourg et de Hongrie ont discuté de l'appréhension du terme de « Nouveaux espaces d'apprentissage » dans leurs pays respectifs en lien avec les stratégies nationales de développement du numérique et le cas échéant des réflexions sur les espaces scolaires et les espaces dédiés à la créativité et à la manipulation.

Par ailleurs, l'émergence d'espaces innovants de type salles ou établissements laboratoire fait l'objet d'un travail de recensement et d'une [cartographie spécifique](#) par l'association Tiers lieux Edu. Ce recensement est cependant encore très incomplet, du fait de la disparité des informations disponibles et la difficulté à identifier les projets qui apparaissent au fil de l'eau.

Une structuration progressive de la recherche autour de ces enjeux

La recherche, en structuration, s'intéresse à la question de la transformation des espaces scolaires ou à l'hybridation des espaces d'apprentissage et contribue à donner de la visibilité et de la crédibilité aux initiatives et dispositifs développés par les acteurs de terrain et les institutions. Une cartographie des laboratoires de recherche menant des travaux sur ou en lien avec la transformation des espaces d'apprentissage a été réalisée dans le cadre du GT OCEAN.

Créée en décembre 2016, la chaire de recherche Transition²: des espaces en transition à la transition des espaces » s'intéresse à l'impact de l'architecture et du design scolaire sur les usagers, élèves comme enseignants ou personnels. Elle est portée par Laurent Jeannin, maître de conférences en Sciences de l'éducation au sein de l'ESPE de l'académie de Versailles, université de Cergy-Pontoise et rattachée au laboratoire BONHEURS (Bien-être, Organisations, Numérique, Habitabilité, Education, Universalité, Relation, Savoir). Les chercheurs et acteurs engagés dans cet espace de recherche et de développement travaillent avec des acteurs de tous horizons sur l'enjeu commun du bien-être à l'école. Il s'agit ainsi d'analyser le passage de l'enseignement simultané à un enseignement différencié incluant un processus d'apprentissage par projet et par groupes de besoins – en prenant en compte les dimensions digitales, temporelles, spatiales, environnementales et sanitaires – dans et en dehors des murs des espaces scolaires. La chaire suit un ensemble de projets en académies et intervient également en accompagnement pour des réflexions prospectives ou en assistance à la maîtrise d'ouvrage pour des collectivités.

Désormais enseignante-chercheuse à l'EPFL de Lausanne, Isabelle Sarrade a soutenu en 2018 une thèse portant sur le [Rôle de l'organisation de l'espace de travail sur les activités effectives et empêchées des enseignants : rôle de la configuration de la salle de sciences dans l'apprentissage de la compétence d'argumentation](#). Elle a interrogé et analysé l'espace relationnel qui se construit dans la classe en fonction de son aménagement, ce qui lui a permis d'identifier des éléments facilitateurs ou faisant obstacle dans les situations d'enseignement. Pour partie menés en collaboration avec Laurent Jeannin, ses travaux vont trouver un prolongement à partir de fin 2019 dans le cadre du LÉA Elian qui se met en place dans l'académie de Lyon.

On observe par ailleurs sur les deux dernières années le développement de dispositifs de recherche collaborative et/ou inspirés des démarches DBR – *Design based research*, notamment dans le cadre des [Lieux d'Education Associés](#) – LÉA. Porté par l'IFE – ENS de Lyon en partenariat avec la DGESCO, ce dispositif permet à des établissements d'enseignement et à des laboratoires de recherche de développer des démarches de *Design Based Research* (recherche collaborative) afin d'enrichir par la recherche des problématiques pédagogiques de terrain. Trois LÉAs travaillent actuellement sur des problématiques liées à la transformation des espaces d'apprentissage.

Intégrant à la rentrée 2019 le réseau des LÉAs, le [LÉA ELIAN](#) (Évaluation des Lieux innovants d'Apprentissage avec le Numérique) a pour objectif d'évaluer l'impact de l'enseignement dans des espaces innovants, couplé à l'utilisation généralisée d'artefacts numériques, sur l'efficacité et le climat scolaire, ainsi que sur le développement professionnel des enseignants. Les travaux développés sur les trois prochaines années porteront sur des questions telles que : « Quelle évolution du contrat didactique (postures enseignant et élèves, modes de collaboration, évolution des modes d'évaluation) au sein de ces espaces ? Pour quel impact sur l'efficacité et le climat scolaire (apprentissage, bien-être, motivation) et le développement professionnel enseignant (compétences, fonctionnement du collectif enseignant, évolution des modalités de FI et FC) ? ».

Six établissements sont actuellement engagés dans ce projet : le lycée La Martinière-Duchère, le futur lycée innovant de la Confluence (ouverture rentrée 2020), le collège Jean-Philippe Rameau (à l'origine de la démarche ECLA), les collèges Ennemond Richard et Waldeck-Rousseau (ayant mis en œuvre des projets dans le cadre des « Collèges lab ») et le collège Jean de Tournes. D'autres établissements (écoles primaires, lycée professionnel...) devraient à terme rejoindre ce premier cercle.

Le [LÉA du collège Daniel Argote](#), associant un collège de l'académie de Bordeaux et Jean-François Marcel, chercheur à l'université Toulouse 2/EFTS, se développe en lien avec un projet de réhabilitation lourde de l'établissement. Il s'agit d'étudier les évolutions du travail enseignant dans ce contexte de changement impulsé par la conduite de travaux d'aménagements du collège qui vont nécessiter des adaptations de son fonctionnement et de son organisation. Les questions travaillées sont notamment : « Comment adapter leur pédagogie à cette situation nouvelle ? Comment s'adapter aux modifications de l'espace ? Quelle place pour le numérique ? Quels enseignements retirés de cette expérience pour aller plus loin ? ».

Le [LÉA du collège de Fontreynne](#) travaille de son côté avec des chercheurs du LEST – CNRS/Aix-Marseille Université. La recherche porte sur l'étude et l'accompagnement de la mise en œuvre d'une pédagogie immersive, à partir des usages d'un monde virtuel (plateforme numérique 3D). Sont principalement interrogés les apports sociaux et cognitifs des usages et de la technologie pour les élèves et pour les enseignants dans la transformation de leur professionnalité. Ceux-ci utilisent ce monde virtuel pour scénariser, via leur créativité, l'apprentissage de contenus disciplinaires ou interdisciplinaires. Les travaux visent également à produire et analyser les conditions de développement et d'usage d'espaces virtuels immersifs pour l'éducation. Ces espaces sont supposés offrir de fortes potentialités de créativité et de collaboration pour les élèves via la relation avatariale.

Archiclasse, un dispositif de capitalisation porté par l'institution

Le site [Archiclasse](#), lancé en mars 2017 par la Direction du numérique pour l'éducation, rassemble des exemples précis de projets de construction ou de rénovation de bâtiments scolaires. Il a pour objectif de répondre aux demandes des collectivités afin de proposer des préconisations relatives à l'arrivée des technologies dans l'enseignement. Les outils nomades et les exemples au niveau international ont fortement influencé le besoin de mettre en ligne un site évolutif capable d'illustrer des réalisations possibles et de s'adapter aux évolutions.

La démarche de *design thinking* ainsi initiée dans le dossier Archiclasse pose comme principe de fédérer un collectif d'acteurs au sein et autour de l'établissement. L'objectif est d'associer dans une démarche de co-construction l'ensemble des acteurs concernés afin de questionner les besoins pour envisager des mises en oeuvre. Les projets naissent ainsi dans un contexte précis et permettent de définir des solutions originales répondant également à des usages pédagogiques précis. La modularité des espaces, leur flexibilité facilitée par le numérique sont prises en compte pour construire des lieux ouverts à des situations pédagogiques variées.

Cet espace virtuel, qui se veut participatif, s'adresse à un public pluri-catégoriel : collectivités territoriales, cadres ou enseignants. Il décrit une démarche et une méthodologie pour définir le projet de construction ou de rénovation d'un établissement, ou d'un espace de l'établissement existant. Il met à disposition différents outils, notamment des fiches pratiques permettant de formaliser le projet. Récemment (automne 2019), un outil de co-construction des projets de transformation, intitulé *Archilab*, a été conçu et est progressivement diffusé par Canopé.

Les exemples académiques présentés sur le site rendent compte de la diversité des initiatives à l'échelle nationale et internationale. Le portail Archiclasse a donc pour ambition de capitaliser des documents de références concernant à la fois les éléments liés aux infrastructures, au bien-être de tous les acteurs du système éducatif et aux besoins pédagogiques inhérents à ces nouveaux lieux d'apprentissage.

De nouvelles rubriques apparaissent et s'enrichissent : la rubrique "Veille et recherche" qui associe plusieurs chercheurs de référence à l'échelle nationale, et également la rubrique « Formation » qui rend compte de témoignages de terrain sur des initiatives de formation liées aux transformations de la forme scolaire. De plus, le site publiera progressivement des ressources sur la typologie du mobilier et des fiches de mise en situation sur des espaces précis « les comment faire ? ».

En conclusion, une triple consolidation institutionnelle, scientifique et territoriale

Outre le développement de nombreuses ressources institutionnelles et académiques et du foisonnement d'initiatives territoriales, La 9^{ème} Journée nationale de l'innovation (JNI) organisée par le ministère et le réseau des CARDIE en avril 2019 a constitué une forme de reconnaissance et de valorisation institutionnelle de ces initiatives. Un appel à candidature a permis à 45 établissements scolaires de faire connaître leurs projets de transformation des espaces d'apprentissage. Évalués par un jury qui a ensuite défini des lauréats dans différentes catégories, ces projets ont parallèlement fait l'objet d'une synthèse et d'une [analyse](#), qui permet de mieux cerner les périmètres et intentions qui émanent de l'ensemble de ces projets. Une partie de ces établissements fait actuellement l'objet d'un accompagnement méthodologique en vue d'alimenter l'édition 2020 de la JNI qui portera sur le bonheur à l'école et intégrera ainsi les enjeux liés aux espaces physiques et fonctionnels.

Les projets de recherche sur la transformation des espaces en lien avec le renouvellement de la forme scolaire se développent et se structurent, notamment autour de la *chaire Transition 2* portée par Laurent Jeannin. On observe également que des laboratoires travaillant historiquement sur le développement du numérique en éducation, sur le climat scolaire, ou sur la professionnalité enseignante, intègrent peu à peu les enjeux liés aux espaces physiques d'apprentissage.

De très nombreuses initiatives, portées par les services académiques – DANE et/ou CARDIE, ou encore par des collectivités territoriales, participent à une dynamique d'essaimage particulièrement active dans les académies de Lyon, Versailles, Créteil, Rennes. Elles alimentent la réflexion et la production de ressources au sein de la communauté éducative élargie, qui bien qu'encore relativement éparpillée, commence à trouver des vecteurs de structuration et de capitalisation par le biais du portail Archiclasse, d'outils et de publications proposés par Canopé, ou encore d'espaces collaboratifs de développement de la recherche tels que les Lieux d'Éducation Associés – LÉAs et la communauté des Collèges Lab.

Les enjeux pour l'École

Les enjeux pour les élèves

- ✓ Ces nouveaux espaces d'apprentissage où l'environnement est repensé pour rompre avec le schéma traditionnel d'une salle de classe doit servir au développement des compétences du XXI^e siècle et former le citoyen numérique de demain.
- ✓ En favorisant les pédagogies actives, ces espaces de travail vont permettre de rendre l'élève acteur de ses apprentissages et entretenir une posture d'apprenant tout au long de sa vie. Ainsi seront stimulées et renforcées des compétences telles que la créativité et la prise d'initiative dans un environnement bienveillant où le droit à l'erreur est aussi questionné.
- ✓ Cette incitation au changement de posture favorise notamment l'accompagnement dans la relation pédagogique et s'inscrit dans l'évolution sociétale d'un monde numérisé où l'accès au savoir se fait de manière plus transversale qu'auparavant. C'est pourquoi l'enseignant veille à entretenir un bien-être cognitif et émotionnel suffisant pour asseoir des compétences sociales telles que la coopération, le partage et l'entraide nécessaires au respect des valeurs de la République et d'une éthique de vie.
- ✓ Les nombreux travaux de recherche de S. Connac sur la [coopération](#) prennent toute leur dimension dans ces lieux d'inspiration, stimulants quant à leur mise en œuvre.
- ✓ Dans cette logique d'espace auto-apprenant, de savoirs co-construits s'ajoute aussi une dimension de partage des expériences : les échecs comme les succès sont partagés et constituent une base solide pour les apprentissages. À la [posture enseignante](#) du "lâcher prise " fait face une posture d'élèves réflexifs.
- ✓ Dans une relation pédagogique accompagnante, il s'agira aussi de développer des compétences métacognitives pour offrir à l'élève des connaissances sur sa "façon d'apprendre". Il pourra ainsi s'auto-évaluer et agir sur ses performances d'apprenant. La curiosité suscitée par les neurosciences et les nombreux travaux sur l'attention comme ceux de J.-P. Lachaux (projet ATole/Adole), Stanislas Dehaene (4 piliers de l'apprentissage) encouragent les enseignants à remettre en question leurs pratiques et leur savoir de terrain. Les nouveaux espaces d'apprentissages vont offrir autant d'espaces favorables pour les [dispositifs liés à l'attention, l'engagement actif, le retour d'information](#).
- ✓ Enfin, en proposant de nouvelles pratiques pédagogiques et de nouveaux outils numériques favorisant la différenciation, l'inclusion des élèves porteurs de handicaps et la prise en compte de l'hétérogénéité du public scolaire se trouvent améliorées. Au-delà de la modularité des espaces, c'est la modularité des possibilités offertes aux élèves pour accéder aux savoirs et aux compétences qui est à l'oeuvre. Le travail d'étayage est rendu possible par un enseignant plus disponible pour les élèves en difficulté.

Les enjeux pour les professionnels de l'éducation

- ✓ Questionner la forme scolaire revient à engager des changements dans les compétences enseignées, les scénarii pédagogiques, les postures des enseignants et des élèves. Ainsi de nombreuses réflexions ont été amorcées dans les établissements par les équipes elles-mêmes ou impulsées par un chef d'établissement de manière à répondre aux besoins des usagers de la communauté éducative. Ces réflexions sont souvent le point de départ d'une pensée plus systémique et un point d'ancrage pour impulser une dynamique de changement. Sont alors questionnées les différentes temporalités scolaires, périscolaires et extrascolaires.
- ✓ Passer d'un enseignement simultané et unidirectionnel dans une salle polarisée à un nouvel espace flexible, modulable, favorise le développement professionnel, l'acquisition de nouvelles compétences et entraîne les enseignants au-delà de leur zone proximale de développement. C'est pourquoi ces espaces vont renforcer le partage de pratiques entre pairs et les temps de concertation. Le collectif offre alors une indéniable sécurité pour les enseignants et participe à leur épanouissement professionnel. Dans les académies se mettent en place des temps de formation in situ comme des ALP (Action Locale Prioritaire) et des FIL (Formations d'Initiative Locale) pour répondre aux besoins de chaque équipe.
- ✓ Rendre accessible des outils d'auto-formation et d'auto positionnement pour permettre le développement des compétences.

Les enjeux pour construire une société de l'apprendre

- ✓ Comprendre l'importance d'une co-construction réfléchie et intégrer l'idée que le partage d'expérience documenté participe à la réussite individuelle et collective.
- ✓ Penser la rénovation des établissements adaptables, flexibles dans la durée et évolutifs selon les environnements géographiques.
- ✓ Prendre en compte l'évolution de la granularité spatiale et temporelle en lien avec les usages numériques et l'appropriation des espaces innovants.
- ✓ Proposer un cadre respectant les normes et contraintes écologiques (confort thermique, sobriété énergétique, impact sur la santé, etc.).
- ✓ Optimiser le patrimoine public aux usages pédagogiques et, au-delà à d'autres usages, mutualisation du bâti, des espaces et des équipements.
- ✓ Ouvrir l'école à des apprentissages tout au long de la vie.
- ✓ Créer des lieux ouverts de mutualisation d'expériences entre acteurs différents (parents, élèves, professionnels, retraités).

Les enjeux pour créer une synergie institutionnelle

- ✓ Agir sur la performance du système scolaire en créant des collaborations, des dynamiques entre partenaires institutionnels et non institutionnels.
- ✓ Favoriser la collaboration DANE-CARDIE-CANOPE-Formation Initiale ESPE et Continue DAFOP, Collectivités territoriales, Entreprises d'équipement et de travaux.
- ✓ Construire un lien durable avec la recherche et favoriser le développement de la recherche collaborative.
- ✓ Ouvrir l'école à la société, la créativité et l'agilité de certaines associations ou *start-up* sociales.
- ✓ Faciliter les adaptations dans la gestion des espaces, lors de temps de formation, afin d'assurer la continuité des apprentissages pour l'élève.
- ✓ Construire des liens plus étroits entre établissements scolaires de la maternelle au lycée afin d'assurer une continuité dans les modalités d'apprentissage.

Les écueils à éviter et les points de vigilance

- ✓ Les investissements en mobilier ou en matériel conduits en dehors d'une réflexion pédagogique et éducative globale ne génèrent pas de changements durables dans les modalités d'enseignement et d'accompagnement des élèves.
- ✓ Des lieux présentés comme innovants *en soi* restent souvent réservés à quelques enseignants experts ou innovants et n'attirent pas l'ensemble de la communauté professionnelle.
- ✓ Des fractures d'expertises pédagogiques peuvent être difficiles à entendre pour certains élèves entre des classes transformées par leur organisation physique et pédagogique et des classes traditionnelles.
- ✓ Des fractures au sein des équipes pédagogiques et un gap qui se creuse dans le développement professionnel des enseignants.
- ✓ Des choix et orientations mis en œuvre ne sont pas suffisamment questionnés pour être remis en question de manière incrémentale et réflexive.
- ✓ Les investissements financiers restent insuffisants au regard des besoins exprimés par les professeurs.
- ✓ Le manque d'évaluation des dispositifs en place peut conduire à des investissements non corrélés avec le besoin de réussite des élèves.
- ✓ Les dispositifs de formation insuffisants freinent l'accompagnement et la réussite des projets de transformation. Il est nécessaire d'anticiper la montée en compétences des formateurs.
- ✓ L'injonction à la création de labs (risque de la coquille vide).
- ✓ La pérennité d'espaces innovants est remise en cause lors du départ des initiateurs. Une construction commune est nécessaire.
- ✓ La réflexion d'un espace social d'apprentissage doit prendre en compte un commun de représentation afin de fédérer des savoir-être et des valeurs partagées ; Ce préalable est souvent négligé alors qu'il constitue le socle d'un espace de vie.
- ✓ De nouvelles constructions s'engagent régulièrement sans présenter le niveau d'ambition nécessaire pour accompagner les transformations de la forme scolaire.

Pistes de développement et recommandations

Soutenir les développements à l'œuvre

Le portail Archiclasse est un outil complet et prometteur. Il semble intéressant de renforcer le lien avec les résultats de recherche qui apparaissent progressivement à l'échelle nationale et de développer les ressources formatives. La mise à disposition à partir d'octobre 2019 du jeu Archilab, élément de la « boîte à outils » d'Archiclasse semble intéressante. Ceci nécessitera toutefois de développer également les modalités d'intégration dans un dispositif global d'accompagnement des établissements et des collectivités territoriales. Il est ainsi nécessaire que les équipes des SANE, des CARDIE en appui de Canopé soient formées à la philosophie d'ensemble et aux enjeux du dispositif.

Des démarches similaires à la mission d'accompagnement évaluatif de la communauté des Collèges Lab confiée à l'IFE-ENS de Lyon par le MENJ/DNE présente un intérêt spécifique car elle permet de constituer un réseau d'acteurs intercatégoriel (DANE, CARDIE, laboratoires de recherche, établissements, collectivités territoriales) et de développer une animation, ainsi que des ressources autour des projets innovants portés au niveau local. Il serait intéressant de pérenniser et de consolider l'animation de ce réseau d'établissements « laboratoire d'innovation pédagogique, numérique et spatiale » pour en faire des acteurs ressource pérennes à l'échelle des académies et les impliquer dans l'essaimage territorial.

A l'échelle académique, des initiatives telles que le dispositif « Nouvelle Forme Scolaire » de l'académie de Poitiers favorisent un accompagnement agile des équipes éducatives dans les établissements. La généralisation de groupes de travail académiques ou départementaux rassemblant différents acteurs (enseignants, représentants de collectivités, élèves, personnels d'encadrement, parents, laboratoires de recherche, monde associatif/tiers lieux) favorise la concertation et la co-construction, et donc l'efficacité de la mise en place de ces nouveaux espaces-temps scolaires dans les établissements.

On observe une augmentation des demandes de formation mais surtout d'accompagnement formatif et de développement professionnel des acteurs de terrain sur ces enjeux combinés de l'évolution des pratiques pédagogiques, de l'appropriation des usages numériques et de la transformation des espaces au service du bien-être, des conditions de travail et des apprentissages. Il convient de développer les propositions de formation et d'accompagnement, formation initiale et formation continue, en favorisant le croisement des regards et des compétences. Les formations hybrides en lien à la fois avec des modules magistère et des formes d'accompagnement sur le terrain semblent particulièrement pertinentes, dans le but de développer des démarches de transformation qui impactent le fonctionnement et le pilotage pédagogique global de l'établissement.

De plus, ces formations et ressources formatives doivent être mises en regard non seulement avec le développement des compétences du Socle commun de connaissances, compétences et de culture aux cycles 2, 3 et 4, mais également avec celui des compétences du XXI^e siècle et de celles du CRCN (Cadre de Référence des Compétences Numérique) qu'il s'agit de développer dans l'ensemble des pratiques et activités des élèves dans la classe et dans les espaces réaménagés favorisant le travail personnel et collaboratif des élèves.

Enfin le développement de communautés professionnelles informelles, axées sur des courants pédagogiques, et des initiatives de transformation des conditions de travail favorise l'acculturation du corps enseignant aux enjeux de transformation des espaces ainsi qu'aux

enjeux pédagogiques associés. Ces communautés ont fait émerger des « influenceurs », qui sont des acteurs non institutionnels, mais reconnus et actifs sur les réseaux sociaux virtuels et parfois dans les réseaux de formation et de production de ressources. Favoriser l'émergence de ces « ambassadeurs », sans toutefois trop les exposer, permet d'entrer dans une logique de réseaux ouverts, de recherche participative, translationnelle et accompagne les réflexions en faveur d'une dynamique de changement dans ces nouveaux espaces d'apprentissage.

Il semble également important de regarder avec bienveillance la démarche impulsée par l'association Tiers lieux edu qui promeut et valorise des espaces de travail collaboratif de type fablabs ou learning labs, qui se créent en marge ou à proximité d'établissements scolaires, ou encore dans des espaces associatifs dédiés aux diverses formes d'apprentissage et au développement des connaissances de pair à pair. La dynamique initiée au printemps 2019 avec l'accompagnement du Lab 110 bis, développée à l'occasion de l'université d'été Ludovia en août 2019, demande à être soutenue afin de faciliter la structuration de ressources et d'un réseau d'acteurs diversifiés. Pour mémoire, le rapport présenté en octobre 2018 par Bruno Studer dans le cadre de la mission d'information sur l'École dans la société du numérique incite au développement de tiers lieux et tiers temps pour permettre aux enseignants de partager et de réfléchir aux exploitations pédagogiques des ressources et services numériques. La convergence de ces réflexions avec les évolutions présentées ci-dessus sur les enjeux des espaces éducatifs rejoint ces propositions.

Impulser de nouveaux développements

En matière d'accompagnement et de formation, il semble important d'engager dès à présent des actions à moyen et long termes pour acculturer et faire monter en compétence les personnels de direction et d'encadrement sur les enjeux de la transformation des espaces scolaires. Il s'agit en particulier de favoriser et d'impulser des projets co-construits avec les divers usagers (élèves, enseignants, parents, associations, collectivités) et de proposer un accompagnement en plusieurs étapes, visant à sensibiliser non seulement aux résultats attendus, mais également à la conduite des processus de transformation. Il serait en ce sens intéressant de constituer des équipes mixtes de formation et d'accompagnement au sein de chaque académie et en lien avec des partenaires issus de la recherche et des représentants des collectivités territoriales.

Il paraît également prioritaire de travailler sur l'acculturation et le développement des compétences des acteurs impliqués dans la mise en œuvre de ces transformations à grande échelle, notamment les cadres éducatifs des collectivités, les architectes et les programmistes.

Enfin, il est également important de soutenir le développement de la recherche à l'échelle nationale : elle ne couvre aujourd'hui qu'une partie des problématiques exposées dans le document *État de la recherche sur les Nouveaux Espaces d'Apprentissage*. Il est donc essentiel d'encourager le développement de la recherche collaborative permettant de combiner les enjeux de production de connaissances et de ressources scientifiques avec ceux du développement professionnel des acteurs de terrain et de l'encadrement intermédiaire. Le développement de dispositifs en réseau à l'image du LéA ELIAN qui se met en place dans l'académie de Lyon paraît particulièrement pertinent.

A l'échelle européenne, de nombreuses réflexions et réalisations initiées notamment dans le cadre du réseau *European Schoolnet*¹ - et en particulier de son projet *Future Classroom Lab* - méritent d'être approfondies et largement partagées. Des travaux de recherche collaborative devraient se développer au cours de l'année 2020 dans le cadre d'un consortium de recherche piloté par Patricia Wastiau, conseillère principale pour la Recherche et les Études au sein de *European Schoolnet*, qui s'attache désormais à combiner l'analyse du développement des technologies numériques pour l'éducation avec les enjeux de la transformation des espaces d'apprentissage. Il est souhaitable que des représentants français institutionnels et de la recherche puissent participer et se nourrir de ces démarches.

¹ Pour rappel, réseau de 30 ministères de l'éducation européens œuvrant en faveur de l'innovation en éducation.

GTNUM 1 OCEAN

Note de synthèse sur les enjeux des challenges
robotiques en milieu scolaire

Mars 2019



POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE

DNE
#GTNUM



Préambule

Cette note est publiée en complément du « dossier de capitalisation » déjà produit par le groupe de travail numérique OCEAN et qui traite de [la robotique éducative](#).

L'usage de l'objet « robot » à l'école apparaît explicitement dans les programmes dès le cycle 2. À ce stade, le robot est cité comme un exemple de ressource contribuant au développement des compétences mathématiques nécessaires au repérage et au déplacement dans l'espace. Mais c'est bien au-delà de ces objectifs pédagogiques relativement modestes et circonscrits qu'il s'agit de chercher les origines du développement récent de rencontres et autres compétitions de robotique en milieu scolaire.

Ainsi, le robot dans son appartenance à la grande famille des « objets techniques » trouve naturellement sa place dans le cadre des premiers enseignements de sciences et technologie dès le cycle 3, concourant à développer la pensée computationnelle des élèves au travers de situations de résolution de problèmes par la programmation informatique, qui est un contexte pédagogique naturellement propice aux échanges dans la classe et trouve ainsi son prolongement au travers d'événements réunissant différents publics scolaires allant de la maternelle aux études supérieures.

Ajoutons à cela une dimension non négligeable liée à la conception des robots programmables récents qui, souvent associés à des interfaces visuelles ergonomiques et accessibles, rendent leur exploitation dès le plus jeune âge bien plus aisée, ludique et mobilisatrice qu'auparavant. La forme compétitive de certaines initiatives offre alors un levier de motivation supplémentaire pour les participants et sans doute une visibilité événementielle jugée pertinente par les organisateurs à l'instar des rencontres sportives traditionnelles.

De l'avis partagé des experts et des acteurs, il s'agit là d'une tendance globale forte dont le succès public est grandissant en Europe, Asie et Amérique, et qui s'inscrit progressivement en France, ces dernières années, grâce à des actions académiques, territoriales ou associatives. On peut citer l'initiative internationale RoboCup créée à l'origine dans les années 90 et dont la France, pour la première fois de son histoire, accueillera l'édition 2020 à Bordeaux (avec pour ambition d'améliorer son taux de participation sur la scène internationale en réunissant des participants du monde universitaire ou de la R&D) ; citons également sa déclinaison dite « éducative » la RoboCupJunior qui fera notamment se rencontrer et s'affronter des élèves de 11 à 19 ans des académies d'Île-de-France en 2019.

Précisons que si la préparation et la participation à ces rencontres se font encore majoritairement dans le cadre périscolaire ou extrascolaire (clubs robotiques à l'école ou en dehors), celles-ci tendent progressivement à intégrer le plus souvent également le temps scolaire, du fait de l'investissement d'enseignants volontaires. Dès lors, l'approche « compétitive » de ces initiatives est-elle pertinente à l'École ? Si oui, à quelles conditions ? Y a-t-il une place pour des rencontres non compétitives et dans quelle mesure ? Quelles pratiques et démarches pédagogiques ces diverses rencontres soutiennent-elles ? Doit-on encourager la participation des classes en allant vers une accélération du développement de ces initiatives ? Si oui, comment ?

Cette note a pour objectif de faire un état des lieux (non exhaustif) des rencontres et compétitions de robotique en milieu scolaire, d'en tirer de premiers enseignements et d'émettre certaines recommandations stratégiques et pédagogiques.

État des lieux

D'une manière générale, les rencontres et compétitions de robotique adressant des publics scolaires permettent la réunion de classes de niveaux de scolarité donnés, le plus souvent décomposées en petites équipes d'élèves. Ces dernières, ayant travaillé en amont avec leurs enseignants à cette fin, se retrouvent pour répondre aux objectifs de l'événement, en partageant avec d'autres leurs parcours et travaux de classe impliquant des robots, et/ou le cas échéant, en s'affrontant lors d'épreuves variées (courses de robots, parcours d'obstacles, combats, etc.) pour remporter la première place. Le prix offert aux gagnants est parfois présenté comme symbolique par certains organisateurs qui cherchent surtout à mettre en avant la dimension participative et collaborative de l'événement, l'expérience humaine vécue et les apprentissages générés, plutôt que le culte de la victoire finale. De fait, de nombreux témoignages font écho de retours riches en partage et convivialité entre participants.

Différents types d'acteurs avec des intérêts et des attentes différentes

Ces événements de robotique mobilisent de nombreux acteurs aux profils, intérêts et attentes variés. Impliqués dans l'organisation, le soutien financier ou matériel, la mise en œuvre ou tout simplement dans la participation, tous cherchent à atteindre des objectifs, parfois divergents, parfois communs en fonction des éventuels partenariats effectués.

Profils d'acteur	Objectifs visés potentiels
Élève, étudiant, particulier	Apprendre, partager, jouer, gagner, etc.
Enseignant	Donner du sens aux activités d'enseignement par une finalité partagée dans la classe ; proposer un projet d'apprentissage engageant et exigeant ; développer des postures collaboratives ; mettre en œuvre une démarche disciplinaire ou interdisciplinaire ; valoriser la politique éducative de son école/établissement, etc.
Éducateur, animateur	Valoriser l'action éducative de son service (club de robotique).
Organisateur associatif	Stimuler la recherche, la filière industrielle ; promouvoir l'orientation vers les métiers de la robotique et des sciences afférentes ; contribuer aux actions éducatives locales ou nationales.
Organisateur formateur (Universités, grandes écoles, DANE, EPLE, DSDEN, IEN, etc.)	Promouvoir l'établissement, l'académie ; favoriser des parcours d'orientation spécifiques (SI) ; mettre en œuvre une politique de formation des enseignants ; impulser et accompagner l'usage du numérique au service des apprentissages.
Organisateur territorial (commune, département, région)	Promouvoir le territoire ; mettre en œuvre une politique d'apprentissage et de formation professionnelle ; contribuer aux actions éducatives locales ou nationales ; rentabiliser les investissements publics en équipements numériques.
Partenaire commercial	Promouvoir une marque commerciale, une gamme de produits ; tester, développer du matériel technologique.
Laboratoire de recherche	Valoriser la recherche technologique ou pédagogique.

Quelques exemples de témoignage

Le témoignage d'Elsa (élève, académie de Bordeaux)

“L’année dernière, j’étais élève de troisième au collège Max Bramerie de La Force. J’avais 14 ans lors de la Robocup. Je n’avais pas d’intérêt particulier pour la technologie mais plutôt pour les matières scientifiques en général. J’aimais bien la programmation et la robotique car je trouvais cela intéressant. J’ai tout de suite voulu participer à ce projet car au niveau robotique, je sentais que cela pouvait m’apporter des connaissances supplémentaires. J’ai trouvé le concours très intéressant au niveau des échanges et de la participation à une compétition. C’était varié. J’ai senti qu’il y avait un lien entre le travail scolaire de programmation robotique et le concours, même si c’était à un niveau plus élevé, du coup ça m’a aidée dans mes apprentissages. C’est motivant de participer à une compétition, on a envie de réussir car on s’investit dans un travail toute une année. Si au final, ça ne donne rien, ce n’est pas satisfaisant. Ça n’est pas important de gagner mais le principal, c’est de sentir qu’on a accompli quelque chose, qu’on a réussi à faire quelque chose de ce robot et qu’on a mené notre projet jusqu’au bout. On a envie de faire bien pour le prof, pour nous...”

Il y a de plus en plus de filles qui participent à ce genre de projet et je trouve que c’est bien. Ce n’est pas réservé qu’aux garçons. C’est un moyen de se démarquer par rapport au reste des filles. Ça peut être une opportunité. Je pense qu’on a tous des capacités différentes, mais peut-être que les filles sont parfois un peu plus appliquées, comment dire, plus concentrées, plus attentives aux détails.

Concernant la poursuite de mes études, ça a développé ma capacité à communiquer avec les autres. De me débrouiller dans une langue étrangère, d’utiliser un langage informatique précis. Ce qui est utile au niveau scolaire, mais aussi dans la vie de tous les jours. Pour préparer le concours, nous avons travaillé avec des élèves d’un établissement grec et d’un autre collège français (Le Bugue). Un voyage à Athènes nous a permis de nous rencontrer et de développer des liens d’amitié. Les élèves grecs ont été très accueillants et comme il fallait forcément communiquer avec eux pour travailler sur nos programmes, cela nous a poussés à échanger sur une nouvelle culture dans une langue étrangère (anglais). Durant la compétition, nous avons dû également dialoguer entre nous dans l’équipe et réaliser une présentation orale en anglais devant un jury. Chacun devait apporter ses compétences pour y arriver.

Cette année, je suis au lycée et j’espère que mes enseignants nous proposeront de renouveler l’expérience.”

Le témoignage d’un enseignant (académie de Bordeaux)

“Participer à la Robocup, c’est s’engager dans une grande aventure ! Au-delà des apprentissages autour de la programmation, les élèves et l’enseignant s’organisent pour mener à bien des activités qui vont de la conception de systèmes techniques à la présentation en langue étrangère des choix technologiques retenus. La motivation de la compétition est un moteur puissant ! Les problèmes à résoudre pour réaliser les épreuves, notamment pour le “Rescue Line”, sont au-delà des attentes scolaires et malgré tout, les élèves y parviennent.

Intégrer la Robocup dans son enseignement de technologie ne pose pas de difficultés mais nécessite un investissement hors temps scolaire. Par exemple les élèves ont régulièrement emmené un robot chez eux afin de tester et d’améliorer leur programme. Un atelier robotique a également été mis en place une heure par semaine afin de permettre aux équipes de se retrouver et de travailler ensemble

Les compétences développées lors de la préparation des épreuves ont permis d'aborder de nombreux domaines du socle commun et ont amené les élèves à un niveau supérieur de maîtrise.

La participation à la Robocup 2018 a eu un tel retentissement au sein de la communauté scolaire, qu'il n'est pas envisageable de ne pas reconduire notre participation à celle de cette année."

Le témoignage d'une académie (Équipe DANE de Versailles)

"Le projet robotique de la DANE de l'académie de Versailles s'appuie sur une solide équipe composée de 18 membres : le groupe ROC (Robotique et Objets Connectés). Ils soutiennent les différentes actions mises en œuvre dans notre académie.

Cette année, nous accompagnons 9 challenges, concours ou journées de restitution qui se déroulent sur l'ensemble de l'académie. Ces challenges permettent aux élèves de travailler autour d'un projet et d'acquérir des compétences (collaboration, créativité, communication) en lien avec les disciplines de la STEAM éducation (Sciences, Technologie, Ingénierie, Arts et Mathématiques).

Pour que ces challenges soient une réussite, des dispositifs de formation et d'accompagnement sont mis en place tout au long de l'année en lien avec tous les acteurs de la formation : eRUN, Conseiller pédagogique numérique, médiateur Canopé et formateur DANE.

Pour se lancer dans un projet robotique, les enseignants peuvent s'appuyer sur le site "CoDéfi" que nous mettons à leur disposition et qui propose des défis à réaliser par les élèves en classe mais qui engage également à créer ses propres défis. Cette année, le groupe ROC a pour objectif l'évolution de la plateforme "Codéfi" pour mieux valoriser les compétences développées par les élèves, les démarches pouvant être travaillées via l'activité de robotique, l'interdisciplinarité et les témoignages d'enseignants et d'élèves."

Le témoignage d'une académie (DAN de l'académie de Grenoble)

"L'académie de Grenoble a longtemps encouragé et soutenu les opérations défis-robots sur son territoire pour promouvoir les activités de programmation et la pensée algorithmique. Ces événements spectaculaires organisés par une équipe de conseillers pédagogiques, enseignants, voire parents d'élèves passionnés, rassemblant de nombreux participants, souvent puissamment médiatisés, ont eu le mérite de populariser ces activités et d'inciter les enseignants à se lancer dans ce type d'activité très motivantes pour les élèves participants. Tout le monde a en mémoire les images du premier festival Robots d'Evian¹. Pour autant, au-delà du plaisir du jeu et du défi, les élèves interrogés à l'issue de l'événement peinaient à expliciter les apprentissages mis en jeu.

Nous avons donc développé un nouveau type de rencontres dans lesquelles les élèves proposent à leurs pairs un défi, une production, une activité qu'ils ont eux-mêmes conçue après l'avoir découverte, expérimentée puis reconstruite et modifiée, tout en la documentant. À cette occasion, les élèves sont amenés à identifier les savoirs et les savoir-faire en jeu, à expliciter les apprentissages qu'ils ont effectués et à les faire partager à d'autres élèves sous forme orale, écrite ou ludique. Ils passent alors, au cours de la préparation de ces rencontres et de la mise en œuvre de leur atelier, du "faire" à

¹ <https://eduscol.education.fr/experitheque/fiches/fiche12876.pdf>

“apprendre”, voire à enseigner et partager. L’efficience de l’enseignement est alors spectaculairement accrue et le transfert des nouvelles connaissances facilité.”

Panorama des rencontres et compétitions de robotique scolaire en France

Le tableau ci-après propose une liste non exhaustive de rencontres et compétitions de robotique qui ont lieu en France. L'objet de celui-ci est double : il s'agit d'une part de rendre compte de la variété du paysage actuel en la matière, et d'autre part d'initier une réflexion sur l'étendue du périmètre pédagogique potentiellement en jeu à l'occasion de ces différents événements.

Ainsi, au-delà du profil du ou des organisateurs, impliquant des modalités d'inscription gratuite ou payante, plusieurs constats ressortent :

- la forme compétitive de ces actions est actuellement globalement privilégiée par rapport à une forme de rencontre au sens premier du terme, c'est-à-dire sans compétition particulière entre les participants ;
- l'approche disciplinaire (compétences scientifiques et technologiques) s'enrichit parfois d'une approche interdisciplinaire convoquant l'éducation artistique, une langue vivante, et de manière plus transversale la maîtrise de la langue française, ainsi que l'exercice de compétences numériques diverses au-delà de la programmation informatique ;
- le modèle de robot exploité peut être unique et imposé, multiple ou libre ;
- le type d'épreuves peut être unique ou divers ;
- la temporalité de la démarche est variable imposant un travail de recherche et de production en amont de l'événement et/ou une mise à l'épreuve le jour de la rencontre ;
- les méthodes et objets d'évaluation sont variables : score de match, grilles dont l'éventail des critères est plus ou moins large.
- les formats déjà existants à l'international influencent significativement les actions françaises ([RoboGames](#) ; [Robocup](#) ; [World Robot Olympiad](#) ; [FIRST](#) ; [R2T2](#))

Nom	Lien	Public	Principes	Typologie
First Lego League	http://firstlegoleaguefrance.fr	9-16 ans	Payant - Défi type « résolution de problèmes » réclamant la construction et le codage d'un dispositif technique LEGO®	Compétition évaluée par un jury : « Design et programmation » = qualité technologique « Esprit d'équipe » = Compétences XXI « Projet de recherche » = exposé oral et démarche scientifique
First Lego League Junior	http://www.educabot.fr/first-lego-league-junior/	6-9 ans	Payant - Défi type « résolution de problèmes » réclamant la construction et le codage d'un dispositif technique LEGO®	Rencontre non compétitive : Exposition et présentation du dispositif technique (affiche)
RoboCupJunior	http://www.robocup.fr	ans	Gratuit au niveau national - 3 épreuves distinctes réclamant la conception de robots : « Soccer » : développer des robots qui s'affrontent en autonomie « On Stage » : spectacle avec robots « Rescue » : Parcours d'obstacles	Compétition : classement à points (arbitrage) Performances évaluées par un jury : aspects créatifs, scéniques et technologiques, parfois collaboratifs

Nom	Lien	Public	Principes	Typologie
R2T2	https://www.thymio.org/fr:thymio-r2t2	ans	Gratuit - Défi collaboratif international à relever à l'aide du robot Thymio uniquement. Les robots sont programmés à distance et suivent les résultats sur les flux vidéos	Défi collaboratif non évalué : prévu pour 16 équipes constituées chacune de 5-6 élèves. Toutes les équipes ont un but commun qu'ils doivent atteindre grâce à leur collaboration, en temps limité
Robotek	https://concoursrobotek.wordpress.com	collège	Gratuit - défi académique : conception d'un robot capable d'exécuter des déplacements scénarisés sur piste en autonomie	Compétition évaluée : Aspects technologiques
Coupe de France de robotique	https://www.coupederobotique.fr	Étudiants (écoles d'ingénieurs)	Payant – Épreuve thématique : conception de robots destinés à la confrontation dans un cadre de jeu donné chaque année	Compétition : classement à points
Toulouse Robot Race	http://toulouse-robot-race.org	Tout public	Gratuit – Épreuves de course réclamant la conception de robots rapides	Compétition : classement à points
Festival de Robotique de Cachan (pertinence ?)	http://www.festivalrobotiquecachan.fr	Étudiants (écoles d'ingénieurs)	Gratuit – Accueil et programmation annuelle de challenges robotiques variés	Compétition : classement à points
Eurobot Junior	http://www.tropheesderobotique.fr	7-18 ans	Payant – Épreuve thématique : conception de robots destinés à la confrontation dans un cadre de jeu donné chaque année	Évaluation : exposition et présentation du dispositif technique (poster) et compétition par classement à points
SupHack	https://www.supinfo.com/suphack2018/	Étudiants	Gratuit – Participation à des épreuves variées à découvrir sur place (événement ponctuel)	NC
Sumobot	https://www.esieespace.fr/sumobot-challenge		Payant – Épreuve de combat réclamant la construction et/ou conception d'un robot	Compétition : classement à points
Robot-Sumo Technobot	http://www4.ac-nancy-metz.fr/daet/technobot_2016.htm	Collège, lycée	Gratuit – initiative académique de plusieurs épreuves réclamant la conception d'un robot : combat de sumo, course, parcours, design, présentation de projet	Évaluation : exposition (esthétique), présentation du dispositif technique et compétition par classement à points
RoboRave	https://roborave53.fr	Cycle 3, collège, lycée	Gratuit – Plusieurs épreuves au choix réclamant la conception d'un robot : parcours, combat de sumo, objet innovant libre	Évaluation : présentations numériques du dispositif et de la démarche de conception (diaporama, vidéo et exposé oral en anglais) et compétition par classement à points
CRUSH the flag	https://www.makerfight.fr	Tout public (fablab ?)	Gratuit ? – Tournoi de combats réclamant la conception d'un robot	Compétition : classement à points
Défi NXT	http://www.definx.com	Étudiant	Gratuit – Défi en ligne à relever en quelques heures à distance en mettant en scène et programmant un robot LEGO®	Concours de productions évaluées par un jury : aspects créatifs, scéniques et technologiques
Tournoi National de Robotique	http://www.robot-sumo.fr	Tout public	Payant - Plusieurs épreuves au choix réclamant la conception d'un robot : parcours, combat de sumo, objet innovant libre	Compétition : classement à points
Défi Robot	https://peo60.fr/fr/defi-robot/	Collège de	Gratuit – Plusieurs épreuves	Évaluation :

Nom	Lien	Public	Principes	Typologie
		l'Oise	éliminatoires successives sur l'année scolaire : dossier numérique, soutenance orale, épreuve(s) de parcours pour le(s)quel(s) un robot a été conçu	présentations du dispositif et de la démarche de conception (dossier numérique puis soutenance orale en français et en anglais) et enfin compétition robotique par classement à points
Rob'O EVIAN - PLAIRE	http://www.ac-grenoble.fr/ien.evian/spip.php?article836	5-11 ans	Gratuit – rencontre biannuelle entre classes de la Haute Savoie et de la Suisse voisine : ateliers des élèves présentant les productions réalisées dans l'année scolaire (pluridisciplinaires) ; défi autour du robot "Thymio®" (parcours d'obstacles en <i>co-pétition</i>)	Rencontre non compétitive
SqyRob	http://www.dane.ac-versailles.fr/etre-accompagne-se-former/challenges-robotiques#SQYRob http://blog.ac-versailles.fr/sqyrob/	Du cycle 1 au cycle 4 (+ BTS)	Gratuit – rencontre annuelle dans le cadre d'un travail en projet thématique et interdisciplinaire (thème 2019 : "robotique et cinéma") Pendant l'année, les élèves en équipes s'entraînent à programmer le robot de leur choix pour se préparer à la rencontre de fin d'année. Ils doivent aussi produire deux vidéos (bande-annonce équipe et production artistique)	Compétition : classement à points Le jour du challenge, les équipes découvrent le parcours imposé (avec des contraintes différentes en fonction du site) Les points attribués concernent à la fois le parcours et les vidéos produites
Escape-Bot	http://www.dane.ac-versailles.fr/etre-accompagne-se-former/challenges-robotiques#Escape-Bot http://www.dane.ac-versailles.fr/s-inspirer-temoigner/escape-bot-une-mission-sur-mars	Cycle3, collègue	Gratuit – Défi à relever à distance et en temps donné : <i>escape game</i> robotique au cours duquel les participants sont amenés à collaborer par équipe de deux pour réussir la mission d'évasion. Repose sur l'utilisation exclusive de robots "Thymio®" Possibilité de s'entraîner via les missions d'apprentissages disponibles sur une plateforme de défis mutualisés en ligne (Codéfi).	Défi compétitif : deux équipes s'affrontent ; les différentes missions sont validées par un arbitre Challenges possibles tout au long de l'année : sur rendez-vous
RamBot	http://www.dane.ac-versailles.fr/etre-accompagne-se-former/challenges-robotiques#Rambot http://blog.ac-versailles.fr/rambot/	Cycle3, collègue	Gratuit – rencontre annuelle pour laquelle les classes doivent créer un plateau sur lequel évoluent des robots dont ils ont personnalisé l'apparence (thème 2019 : l'univers de la bande dessinée)	Compétition : classements à points Évaluation : présentation orale du travail réalisé en équipe pendant l'année à l'aide d'un support numérique

Enjeux pour l'École

Enjeu n°1 : Développer les aptitudes nécessaires pour relever les défis du XXI^e siècle

Si chacun s'accorde à poser en préalable l'acquisition de solides « compétences de base » en lecture, en calcul, en sciences et en technologies, permettant aux individus de mieux s'adapter à la transformation des métiers, l'Union européenne et de nombreux organismes internationaux (UNESCO, OCDE, entre autres) cherchent à intégrer ces compétences au sein d'aptitudes indispensables à notre société numérique :

- la communication ;
- la créativité ;
- la pensée critique ;
- la collaboration ;
- la résolution de problème.

Le nouveau cadre de référence des compétences numériques qui s'inscrit dans le cadre européen du DIGCOMP intègre ces dimensions. Il fournit ainsi aux enseignants des orientations pédagogiques fortes dans la prise en compte de ces aptitudes qu'il s'agit de développer au travers des activités de la classe. Or, les rencontres et compétitions de robotique placent les participants dans des situations qui favorisent l'exercice de toutes ces aptitudes : ils doivent réussir à travailler en équipe en coopérant et/ou en collaborant, inventer des solutions, prendre de multiples décisions sur la base de compromis acceptables, communiquer leurs démarches et parcours, tout en faisant preuve d'empathie, de curiosité, voire de courage pour parvenir à relever les défis qui se présentent à eux.

Dès lors, on peut penser que ces événements peuvent constituer pour les élèves un autre contexte permettant d'exercer ces aptitudes fondamentales en dehors de la classe, et contribuer ainsi à les consolider. S'agissant de l'enseignant, il n'est pas interdit de penser que la participation à ce type d'initiatives peut l'engager à renouveler ses pratiques en intégrant mieux ces aptitudes au quotidien.

Enjeu n°2 : Replacer l'humain au centre du projet de robotique éducative

Aspirer à humaniser les usages de la robotique prend tout son sens dans une perspective éducative, celle-ci participant alors à démystifier le robot aux yeux des apprenants tout en leur proposant d'en définir les usages par le biais de projets souvent pluridisciplinaires.

Cette démarche de projet permet en effet une articulation habile entre l'enseignement des compétences et des connaissances et un contexte d'apprentissage partagé et explicite, donnant du sens aux contenus à aborder, et une finalité concrète aux activités proposées aux élèves. Les rencontres et compétitions de robotique ne font pas exception et offrent une dynamique appréciable pour conduire les enseignements afférents.

On constate par ailleurs que les projets de robotique servent au-delà des champs du scientifique et du technologique pour porter par exemple des ambitions narratives et artistiques qui n'ont d'autres raisons d'être que le partage avec autrui : raconter une histoire avec des robots, faire réaliser une performance artistique avec ou par des robots devant des spectateurs ; là encore, les rencontres sollicitant ce type de productions créatives offrent aux enseignants une occasion supplémentaire de faire du lien entre les disciplines tout en replaçant l'humain au centre du projet de robotique. Ajouté

parfois à cela des thématiques citoyennes et écologiques invitant les participants à réfléchir ensemble à des solutions impliquant des robots pour résoudre des grands problèmes de société actuels et à venir, ces événements pouvant constituer des conceptions originales de projets en éducation morale et civique.

Enfin, et sur un tout autre plan, il serait dommageable de négliger l'expérience fondamentalement humaine que constituent ces rencontres et compétitions souvent riches en émotions pour les participants.

Enjeu n°3 : Améliorer l'enseignement et les apprentissages scientifiques et technologiques

De fait, les rencontres et compétitions de robotique reposent sur des compétences et connaissances scientifiques et technologiques conformes aux attentes institutionnelles en la matière. Or, les approches pédagogiques inhérentes à ce type d'événement font la part belle aux démarches actives basées sur la résolution de problèmes (démarches expérimentale, d'investigation, itérative). De même, l'entrée par l'exploration et la place laissée à l'essai-erreur dans la manipulation des concepts et objets physiques confèrent à ces moments une dimension ludique particulièrement propice aux apprentissages, dépassant le simple principe de jeux à règles, défis et autres challenges que les participants doivent relever. L'École peut trouver dans ces manifestations un levier pour repenser et actualiser le répertoire des pratiques actuelles dans lesquelles le guidage en classe est souvent jugé trop fort et aux dépens d'un engagement réel des élèves. Ainsi, donner ou redonner le goût des sciences aux plus jeunes est un enjeu prioritaire car on observe aujourd'hui une désaffection de la part des élèves de collège et lycée dans ce domaine, alors même que le secteur industriel et le monde de la recherche se trouvent pénalisés par une baisse des recrutements.

Dès le lycée, les rencontres et compétitions de robotique reposent très souvent sur un projet pédagogique avec de vraies contraintes d'ingénierie : cahier des charges et délais à respecter, travail en équipe et en mode projet. Contribuant à faire découvrir le secteur industriel, ses formations et filières associées, ces événements représentent un formidable vecteur favorisant l'apprentissage des S.T.E.A.M. (Sciences, Technologie, Ingénierie, Arts et Mathématiques) en donnant des clés de compréhension de l'entreprise 4.0, offrant ainsi des perspectives d'orientation particulièrement lisibles.

À titre d'exemple, la Robocup que l'académie de Bordeaux accueillera en 2020 a l'ambition de contribuer à la construction d'un parcours d'orientation en donnant l'occasion aux participants de :

- découvrir les principes de fonctionnement et la diversité du monde économique et professionnel, en créant des partenariats entre établissement scolaires, universités, entreprises, en favorisant le travail de groupes et une nécessaire répartition du travail ;
- prendre conscience que le monde économique et professionnel est en constante évolution, en suivant une démarche de projet, et en adaptant un cahier des charges aux contraintes techniques ;
- s'initier au processus créatif, en découvrant les métiers du design, de l'ingénierie industrielle et du multimédia ;
- découvrir les possibilités de formations et les voies d'accès au monde économique et professionnel (partenariats université et entreprises) ;
- dépasser les stéréotypes et les représentations liés aux métiers, en choisissant une répartition des tâches équilibrées tout au long de la vie du projet ;
- construire son projet de formation et d'orientation en rapport avec le monde numérique et universitaire, en favorisant la rencontre, à cette occasion, de lycéens et d'étudiants.

- Recommandations

1- Créer les conditions d'essaiimage

Il s'agit de rendre visible au national les initiatives dans les territoires, ainsi que les ressources numériques, les pratiques pédagogiques et les démarches inspirantes qui les soutiennent pour favoriser un essaimage constructif sur tout le territoire.

2- Cibler l'égalité des filles et des garçons

Depuis bientôt quarante ans, la part des femmes impliquées dans les métiers de l'informatique est en constante diminution. Au-delà des valeurs affichées qui promeuvent ce principe fondamental, il s'agit d'inscrire cet enjeu au cœur des modalités de participation lors des rencontres et compétitions à tous les niveaux en instaurant par exemple la parité dans les équipes.

3- Valoriser les compétences collaboratives et créatives

Si les rencontres et compétitions de robotique reposent sur la participation en équipes sous-tendant des approches collaboratives, voire créatives, toutes n'en font pas des objets attendus partagés en termes d'observation et d'évaluation. La valorisation des compétences collaboratives et créatives en jeu passe par des observables pris en compte par les participants et recherchés par les éventuels jurys. Elle repose, de fait, sur un enseignement explicite de ces compétences dont la mise en œuvre en contexte doit faire l'objet d'une reconnaissance à part entière lors de ces actions.

4- Privilégier les approches pluridisciplinaires

Les projets pédagogiques portés par les rencontres et compétitions de robotique ne peuvent se contenter d'être la résultante d'une approche techno-centrée. Dans le 1^{er} degré, la place réduite qu'occupent les apprentissages techniques dans les programmes scolaires oblige à privilégier les approches pluridisciplinaires dans lesquelles le français est nécessairement convoqué. À partir du collège, les enseignements de mathématiques et de technologie gagnent à s'inscrire à cette occasion dans des projets créatifs qui font appel à d'autres enseignements (français, éducation artistique, langue vivante) et contribuent à donner du sens aux apprentissages en tissant du lien entre les disciplines, ainsi qu'à forger une représentation de la richesse des métiers qui existent dans les secteurs d'activité concernés.

5- Favoriser les initiatives en direction du 1^{er} degré

En matière de robotique, l'offre actuelle de ressources numériques éducatives rend désormais possible l'appropriation des compétences et connaissances en jeu dès le plus jeune âge. À l'école, l'approche nécessairement pluridisciplinaire de ces enseignements

(voir recommandation 4) pose les premiers jalons culturels d'une démythification des objets numériques en général et du robot en particulier, tout en contribuant au développement de la personne et du citoyen dans une société numérique. Il serait illusoire de poser préalablement une maîtrise technique de ces objets et des langages associés par les professeurs des écoles dont le rôle est tout d'abord de mettre en place les conditions d'exploration collaborative par les élèves et les modalités de structuration des apprentissages dans la classe. À cette fin, les actions de prêt/dotation de matériels de robotique éducative doivent être encouragées, tout comme les rencontres et compétitions de robotique dès le 1er degré ; elles peuvent contribuer à familiariser la communauté enseignante avec l'offre des ressources numériques, à leur potentiel pédagogique et aux démarches actives à privilégier.

6- Renforcer la formation initiale et continue des enseignants

L'offre de formation doit être amplifiée dès la formation des entrants en recherchant une implication des ESPE : une participation des professeurs stagiaires à des rencontres ou compétitions de robotique peut leur permettre de développer des compétences et connaissances sur le sujet, mais aussi de mettre en œuvre les attitudes et postures professionnelles relevant des référentiels métiers et attendues par l'Institution (maîtriser la langue française à des fins de communication, utiliser une langue vivante étrangère, intégrer les éléments de culture numérique, coopérer au sein d'une équipe). S'agissant de l'offre de formation continue, celle-ci doit permettre de partager l'expérience ludique véhiculée par des rencontres et compétitions de robotique en privilégiant par exemple les approches exploratoires et les démarches de projets ; la participation des élèves et de leurs enseignants à des rencontres de jeux de robotique en début d'année scolaire peut constituer un premier temps formatif de découverte et favoriser ainsi la poursuite des activités en classe.

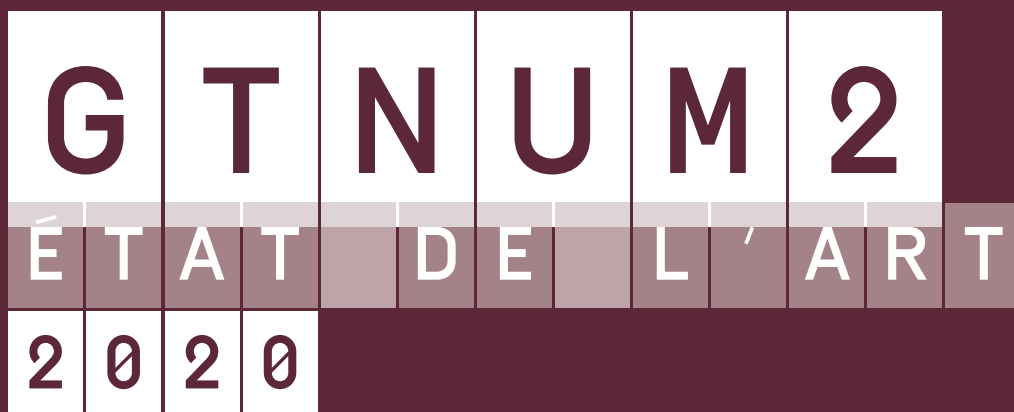
7- Promouvoir la fédération de tous les acteurs

Mettre à disposition de la communauté éducative une offre de rencontres et compétitions de robotique ambitieuse et capable de répondre à tous les enjeux identifiés (voir partie 2 : Enjeux pour l'École) repose sur la nécessaire fédération de tous les acteurs, grâce au partenariat entre l'Éducation nationale et les collectivités, qui portent conjointement des sujets majeurs (conditions d'enseignement et d'apprentissage, citoyenneté, orientation, attractivité), mais aussi par l'implication des fournisseurs de ressources qui bénéficient ainsi des repères et orientations priorisées par l'Éducation nationale ; l'implication du secteur industriel, pour lequel l'effort d'attractivité et de lisibilité sont indispensables, représente un défi majeur, sans oublier le regard nécessaire porté par les laboratoires de recherche qui permettent de questionner les pratiques, leurs limites et conditions d'efficacité.

8- Développer des travaux d'évaluation et de recherche

À ce stade, les retours d'expérience semblent positifs, mais on ne dispose pas de résultats scientifiquement validés portant sur ces dispositifs d'animation pédagogique, que ce soit en France ou au niveau international. Il conviendrait d'encourager des travaux d'observation,

d'analyse et d'évaluation, sur des périodes dépassant l'année scolaire, concernant les effets des challenges et compétitions de robotique éducative sur les apprentissages des élèves, sur les compétences mobilisées par les enseignants, ainsi que sur les dynamiques territoriales (continuité enseignement scolaire – enseignement supérieur, évolution socio-dynamique de la communauté éducative locale et académique, interactions entre sphères d'apprentissage formel, informel et non formel).



L'analytique des apprentissages avec le numérique

Directrice de publication

Marie-Caroline Missir

Coordination de projet

Jean-Michel Perron

Directeur artistique

Samuel Baluret

Responsable artistique

Isabelle Guicheteau

Conception graphique

DES SIGNES,

le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages

Michaël Barbay



L'ANALYTIQUE DES APPRENTISSAGES AVEC LE NUMÉRIQUE

Florence Cherigny
Hassina El Kechai
Sébastien Iksal
Hugues Labarthe
Marie Lefevre
Vanda Luengo

Avant-propos	4
Introduction	5
<hr/>	
QUESTIONS DE RECHERCHE EN SCIENCE DES DONNÉES DE L'APPRENTISSAGE	10
Hugues Labarthe et Vanda Luengo	
Prédire la progression de l'apprenant	10
Mesurer les interactions sociales	13
Analyser le discours	15
Donner à voir l'apprentissage	16
<hr/>	
LES OUTILS ET MÉTHODES DES LEARNING ANALYTICS	19
Marie Lefevre et Sébastien Iksal [coord.], Julien Broisin, Olivier Champalle, Valérie Fontanieu, Christine Michel, Laurent Polese, Amel Yessad	
Présentation de l'étude	20
Résultats de l'étude présentés selon les étapes des Learning Analytics	20
Construire le jeu de traces	20
Stocker les données	25
Analyser les jeux de traces	26
Visualiser les résultats de l'analyse	31
Synthèse des outils étudiés	36
Perspectives en matière de modèles et d'outils pour les Learning Analytics	36
<hr/>	
LEARNING ANALYTICS : UTILISATIONS ET USAGES À DES FINS SCOLAIRES	38
Hassina El Kechai	
Questionnaire élaboré	40
Résultats obtenus	40
Conclusion	47
<hr/>	
LES ENJEUX ÉTHIQUES DES LEARNING ANALYTICS	48
Florence Cherigny	
Learning Analytics et enjeux liés au respect de la vie privée	49
Surveillance et respect de la vie privée	49
Quantification et respect de la personnalité	53
Learning Analytics et enjeux de santé publique	54
L'exposition aux champs électromagnétiques.	54
La surexposition aux écrans	55
Learning Analytics et enjeux en matière d'impacts sociaux	55
Learning Analytics et déterminisme éducatif	55
Learning Analytics et déterminisme social	58
Learning Analytics et discriminations	58
<hr/>	
Conclusion	62
Bibliographie	63
Annexe	71
Liste des outils étudiés dans la partie 3	71

Ce rapport a été rédigé par le Groupe thématique numérique n° 2 (GTnum2), « Learning Analytics », à l'initiative de la Direction du numérique pour l'Éducation (DNE-MENJ). Le travail réalisé dans ce groupe de travail comporte cinq axes conçus de façon à pouvoir être conduits de façon indépendante, tout en étant complémentaires les uns des autres :

- > axe 1. Méthodes et outils de Learning Analytics ;
- > axe 2. Usages et Learning Analytics ;
- > axe 3. Entreprises EdTech et Learning Analytics ;
- > axe 4. Aspects juridiques, éthiques, déontologiques et Learning Analytics ;
- > axe 5. Terminologie des Learning Analytics.

Pour la réalisation de ce travail de prospective, le GTnum2 a organisé son travail selon deux approches distinctes : l'une, basée sur l'état de l'art ; et la seconde, basée sur des enquêtes.

Le présent document présente l'état de l'art sur les Learning Analytics.

Il est composé de quatre parties :

- > une première partie présente les communautés scientifiques qui travaillent sur les Learning Analytics, ainsi que les questions de recherche qui sont posées ;
- > une seconde partie présente les méthodes et outils des Learning Analytics ;
- > une troisième partie traite de l'utilisation et des usages des Learning Analytics dans les contextes scolaires ;
- > une dernière partie traite des questions éthiques liées à l'utilisation des Learning Analytics.

Évaluer les capacités d'abstraction des apprenants, détecter leurs pertes d'attention, adopter une pédagogie différenciée, dresser un bilan personnalisé actualisé au fil de l'apprentissage : voici autant de tâches qui reposent sur la capacité d'un enseignant à observer, analyser et réinvestir les traces comportementales et cognitives d'un apprentissage. Bien malgré lui, ce professionnel ne capte qu'une petite partie de ces données, ce qui limite ses possibilités d'interprétation d'un geste, d'un exercice inabouti, d'une erreur de réappropriation. Comme dans d'autres domaines, l'observation humaine non instrumentée est limitée et fragile.

Avec le glissement des activités d'apprentissage vers des dispositifs numériques, ces traces changent de statut : en temps réel ou en différé, à distance ou en présentiel, elles n'ont jamais informé, de façon aussi fine et massive, l'écart entre le dire et le faire. Tableaux numériques, ordinateurs, tablettes, liseuses, smartphones sont susceptibles de capter toujours plus de données sur ce qui est en train de se jouer, sur le plan verbal et comportemental, dans un processus d'apprentissage. Produire, collecter, analyser et réinvestir ces traces numériques permettraient d'aider les acteurs de la communauté éducative – apprenants, parents, personnels d'éducation, enseignants, gestionnaires et administrateurs – dans les enjeux auxquels ils doivent respectivement faire face, dans la perspective du Socle commun de connaissances, de compétences et de culture, qui requiert désormais d'évaluer à parts égales la maîtrise de la langue, les connaissances disciplinaires et les capacités d'autonomie et d'initiative.

Révéler ce qui se joue dans un processus d'apprentissage est l'enjeu des Learning Analytics. À la croisée des sciences sociales et de l'informatique, une communauté scientifique s'emploie depuis une dizaine d'années à développer des technologies et des techniques pour mieux comprendre les ressorts de l'apprentissage, de façon à en améliorer l'accompagnement et l'environnement, notamment par des dispositifs informatiques adaptables et adaptés.

ANALYTICS, DATA SCIENCE & DATA MINING

Le terme *Analytics* désigne de façon usuelle des techniques informatiques, mathématiques et statistiques pour révéler une information pertinente à partir de très larges ensembles de données. Par extension, les *Analytics* permettent, sur la base d'actions réalisées, de comprendre, voire de prédire, le potentiel de futures actions dans une quête de performance et d'efficacité. Si de nombreux praticiens francophones utilisent le néologisme « Analytique » pour nommer leur discipline, il reste encore peu usité.

Les méthodes employées sont issues du champ de la science des données [*Data Science*], dont le syntagme apparaît en 1996 sous la plume de Chikio Hayashi [Hayashi, 1998]. En 2003, le *Journal of Data Science* est lancé. Ces méthodes se sont développées à compter des années 1960, à la croisée des statistiques et de l'informatique, comme en témoignent les travaux de Peter Naur [1969] ou de John W. Tukey [1977]. Popularisées en 1994 par le succès du Data Mining en marketing, elles ont toutefois plus profondément innervé le champ scientifique : ainsi, dès sa création en 1970, la revue *Computers in Biology and Medicine* devient pionnière en

Analytics [Baker, Siemens, 2014]. Certains chercheurs prétendent rassembler les sciences formelles sous l'étendard de cette nouvelle science des données [Zhu, Xiong, 2015]. De fait, le principe même du Data Mining est étranger aux théories qui concernent le comportement humain comme la linguistique, la psychologie ou la sociologie : la structure des données serait consubstantielle aux données elles-mêmes. On ne peut pourtant pas réduire les Analytics à une opposition entre statistique probabiliste et algorithmes de modélisation des données *ab nihilo*. L'enjeu des Analytics est de dépasser les simples descriptions et extrapolations, pour leur substituer la modélisation, la recommandation et la prédiction [Davenport *et al.*, 2010]. En visant une prise de décision motivée par les données elles-mêmes (*data driven decision-making*), les Analytics sont considérées pour améliorer la productivité et les résultats des organisations [Brynjolfsson *et al.*, 2011].

Glossaire. Définitions usuelles en science des données

Big Data : désigne un jeu de données massives, dont la taille excède celle de capture, de conservation, de gestion et d'analyse des outils logiciels de bases de données typiques. Par contraste, on désigne par l'expression Thick Data des données qualitatives recueillies et analysées pour trouver le sens d'un phénomène.

Data Mining : en recherche fondamentale, application d'algorithmes, issus de la statistique ou de l'intelligence artificielle, pour l'extraction de l'information (utile et inconnue) de gros volumes de données non structurées.

Business Intelligence : méthodes d'analyse et de modélisation pour anticiper des scénarios liés au fonctionnement d'une organisation.

Knowledge Discovery in Databases (KDD) : processus de préparation, de sélection, d'apprêt et d'interprétation des données par les techniques du Data Mining [Fayyad *et al.*, 1996]. En 1997, l'apparition d'une nouvelle revue, Data Mining and Knowledge Discovery, consacre l'ascendance de l'expression « Data Mining sur KDD ».

Si le syntagme « Learning Analytics » ne s'impose qu'en 2011, les données d'apprentissage sont déjà très intensivement mobilisées par les équipes pluridisciplinaires œuvrant pour la conception d'« environnements informatiques pour l'apprentissage humain » (EIAH), parmi lesquels les tuteurs intelligents. La modélisation a priori de l'apprenant, l'analyse exploratoire de données [Benzecri, 1973], la création du groupe « Intelligence artificielle et didactique » [Balacheff, 1994], puis les conférences internationales AIED (*Artificial Intelligence in Education*) et francophones (EIAO/EIAH) ont posé les fondements de problématiques et de méthodes réinvesties par les Learning Analytics. Quatre facteurs expliquent plus largement leur développement [Baker, Siemens, 2014].

- > Le volume des données mis à disposition des chercheurs a très rapidement progressé : soit grâce à des archives publiques comme le *Pittsburgh Science of Learning Center DataShop* [<https://pslcdatashop.web.cmu.edu/>] ; soit par la multiplication des dispositifs d'apprentissage en ligne (LMS – pour *Learning Management System*, MOOCs – pour *Massive Open Online Courses*) permettant de capter les interactions des utilisateurs ; soit par croisement avec des données académiques.
- > Ces données sont davantage structurées et utilisables : les travaux se succèdent en matière d'interopérabilité des données venant de plusieurs environnements d'apprentissage [Walker, 2012, Niemann *et al.*, 2013].
- > Les capacités de calcul des smartphones d'aujourd'hui dépassent celles des ordinateurs d'il y a dix ans.
- > Enfin, de nouveaux frameworks permettent de gérer des données à la mesure du Web ; et de nombreux outils d'analyse, adaptés de la Business Intelligence à l'éducation, permettent de mener des recherches sans être nécessairement avancé en programmation ou en sciences statistiques. Orange Data Miner [<https://orange.biolab.si/>], RapidMiner [<https://rapidminer.com/>] ou Weka [www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/], par exemple, incluent ce type d'algorithmes.

De quelles données parle-t-on ? De données qualitatives et de traces : les données qualitatives correspondent par exemple aux réponses à des formulaires des usagers, tandis que les traces regroupent l'ensemble des interactions d'un usager avec son environnement d'apprentissage. Sur les principales plateformes d'e-Learning – LMS et plateformes de MOOCs –, les analystes fouillent donc données et traces de la présence d'un apprenant (logs sur les pages, durées de consultation) ; la complétion du programme de formation (lectures des pages de cours, tentatives aux quiz) ; le succès (scores obtenus) ; la participation (posts et messages). D'aucuns pourraient juger que la granularité des données désormais engrangées est bien moins fine que celles mobilisées dans les expérimentations antérieures, sur les tuteurs intelligents, lorsqu'elles permettaient d'évaluer la concentration, les émotions et les capacités cognitives de l'apprenant *via* des capteurs physiologiques, l'analyse automatique des expressions faciales ou des instruments d'auto-évaluation [Calvo, D'Mello, 2011 ; D'Mello, Graesser, 2012]. En l'espace de deux-trois années, environnements, problématiques et méthodes ont changé : on est passé de données a priori destinées à évaluer certains aspects émotionnels, comportementaux ou cognitifs, à des données tout-venant mais massives, à la fois par le nombre des utilisateurs, l'intensité des usages d'un utilisateur particulier et l'entrée du monde réel dans le monde numérique (géolocalisation, biométrie). La masse croît et les techniques permettent de structurer a posteriori ce qui est pertinent.

Il faut clairement distinguer les Learning Analytics des Academic Analytics. Proposer des méthodes, visualisations, algorithmes en vue d'améliorer les résultats des apprenants, renforcer leur engagement, optimiser leurs expériences d'apprentissage : tout ceci relève des Learning Analytics. Soutenir la représentation de minorités ethniques, augmenter la productivité de l'organisation, allouer des ressources aux établissements en déficit de résultats : ces objectifs relèvent en revanche de pilotages institutionnels et de stratégies politiques (vs Sclater, 2014, p. 4). Les Learning Analytics ont une visée cognitive. Appliquer les recettes de l'informatique décisionnelle (ou Business Intelligence) à la sphère éducative en vue du pilotage institutionnel relève des Academic Analytics [Campbell *et al.*, 2007 ; Long, Siemens, 2011]. La confusion reste vivace mais elle est abusive.

Tableau 1. Niveaux, objets d'analyse et acteurs en Academic et en Learning Analytics
(d'après Long, Siemens, 2011, p. 4)

Academic Analytics			Learning Analytics		
Niveaux	Analyses	Bénéficiaires	Niveaux	Analyses	Bénéficiaires
Local	Profils d'apprenants, performances académiques, <i>knowledge flow</i> , concentration des moyens financiers	Administrateurs finances, marketing	Individuel	Compréhension de la performance personnelle en relation avec des objectifs d'apprentissage et habitudes de travail des camarades	Apprenants, personnels d'éducation et enseignants
Régional	Comparaison entre systèmes éducatifs, qualités et standards, classements	Finances, gestionnaires, administrateurs	Cohortes	Réseaux sociaux, développement conceptuel, analyse de discours, progression intelligente	Enseignants
National et international		Gouvernements, organisations, Unesco, OCDE	Équipe pédagogique	Modélisation prédictive, modèles d'échec/succès	Personnels d'éducation et enseignants

Fondées sur la collecte de données pour chaque apprenant, les Learning Analytics permettent une communication différenciée aux acteurs de l'apprentissage en variant les niveaux d'analyse, le temps écoulé et la granularité des données [Brown, 2012]. Au fil des contributions, les Learning Analytics élargissent leurs méthodes à cinq champs d'action. Quels sont-ils ? Un résumé est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 2. Des objectifs communs à EDM et aux Learning Analytics
[d'après Baker, Siemens, 2014, p. 257-262]

	Objectifs du traitement	Méthodes	Quelques travaux de référence
Prédiction entre variables	Développer un modèle permettant de prédire une variable (dépendante) à partir de la combinaison d'autres variables (indépendantes). À partir d'un jeu de données complet mais de taille réduite, on détermine la valeur de la variable à prédire. Le modèle est statistiquement validé de façon à être appliqué à plus grande échelle.	Classification (variable prédite binaire ou catégorielle) : arbre de décision, forêt d'arbres décisionnels, règles de décision, régression séquentielle et logistique. Régresseurs (variable continue). Estimation de connaissance latente (type spécifique de classifieurs).	Travaux de portée générale : Dekker <i>et al.</i> , 2009 ; Feng <i>et al.</i> , 2009 ; Ming Ming, 2012. Les algorithmes d'estimation de connaissance sont au fondement des tuteurs intelligents (Koedinger, Corbett, 2006).
Découverte de structures	À l'inverse d'une tentative de prédiction sur une variable dépendante, cette méthode vise à établir la structure des données sans idée préconçue sur l'objet recherché, sans intérêt a priori pour aucune variable.	<i>Clustering</i> , ou partitionnement des données : trouver les données qui se regroupent naturellement entre elles, en séparant le jeu en plusieurs sous-ensembles.	Grouper des étudiants (Beal <i>et al.</i> , 2006). Différencier les actions des apprenants (Amershi, Conati, 2009).
		Analyse factorielle : utilisée dans le même but de créer des sous-ensembles homogènes. Analyse de réseaux sociaux : des modèles sont développés à partir des relations et interactions entre individus.	Quels choix de design sont généralement faits par les concepteurs des tuteurs intelligents ? (Baker, Yacef, 2009). Évaluer l'efficacité de différents groupes de projet (Kay <i>et al.</i> , 2006). Positionner des apprenants dans le réseau et mesurer leur perception de la communauté éducative (Dawson, 2008). Évaluer l'engagement d'un apprenant dans sa scolarité (Macfadyen, Dawson, 2010).
		Découverte du modèle du domaine.	Tracer l'apprentissage durant l'utilisation d'un tuteur intelligent (Cen <i>et al.</i> , 2006).

Fouille de relations	Découvrir les relations entre variables au sein d'un jeu de données avec un grand nombre de variables, soit pour trouver quelles variables sont étroitement associées avec une tierce variable d'intérêt, soit quels couples de variables sont étroitement reliés.	Fouille de règles d'association.	Trouver des patterns d'étudiants obtenant de bonnes performances pour pouvoir faire de meilleures suggestions aux étudiants qui éprouvent des difficultés (Ben-Naim, 2009).
		Fouille de corrélation : trouver des corrélations linéaires positives ou négatives entre variables.	Corrélations calculées parmi les variables sur la conception des leçons d'un système de tuteur intelligent et la prévalence des étudiants détournant le système (étudiants qui utilisent le logiciel pour avancer sans consulter la documentation du cours). De petits problèmes scénarisés mènent à une plus grande proportion d'étudiants détournant le système que des scénarisations riches ou pas de scénarisation du tout (Baker, Yacef, 2009).
Traitement de données pour évaluation humaine	Représenter les données d'apprentissage de façon efficace permet d'agir sur la pédagogie.	Méthodes de visualisations.	Aide à la prise de décision ; visualisation de la trajectoire des étudiants durant leur scolarité ; identification de schémas parmi les étudiants ayant réussi ou non ; inférence d'étudiants à risques suffisamment tôt pour guider des interventions (Bowers, 2010).
		Carte de chaleur ou nuages de points, courbes d'apprentissage, diagrammes.	Évolution des performances (Koedinger <i>et al.</i> , 2010), mesure de la motivation (Hershkovitz, Nachmias, 2008).
Découverte avec les modèles	Les résultats d'une analyse par fouille de données sont utilisés dans une autre analyse par fouille de données. Les modèles utilisés ne sont pas nécessairement obtenus par des méthodes de prédiction mais ils peuvent être obtenus à travers d'autres approches comme le <i>clustering</i> , ou l'ingénierie des connaissances (Studer, 1998).	Modèles de prédiction utilisés au sein d'un autre modèle de prédiction.	Les modèles de prédiction d'apprentissage robuste des étudiants (Baker <i>et al.</i> , 2011) ont généralement dépendu de modèles sur les comportements métacognitifs des étudiants (Aleven <i>et al.</i> , 2006), qui à leur tour dépendent d'évaluations de connaissance latente d'étudiants (Corbett, Anderson, 1995) qui ont dépendu de modèles sur la structure du domaine (cf. Koedinger <i>et al.</i> , 2012).
		Un modèle de prédiction est utilisé dans une analyse de fouille de relations : à l'étude, la relation entre les prédictions du modèle initial et des variables additionnelles.	Beal <i>et al.</i> , 2008 : développe un modèle de prédiction d'étudiants détournant un système et le corrèle aux différences individuelles entre étudiants pour comprendre quels étudiants sont plus vraisemblablement engagés dans ce type de comportement.

1

QUESTIONS DE RECHERCHE EN SCIENCE DES DONNÉES DE L' APPRENTISSAGE

Hugues Labarthe et Vanda Luengo

Cette section présente un panorama de recherches expérimentales. Cet état de l'art ne peut rendre compte de l'ensemble des travaux entrepris dans le domaine des sciences des données de l'apprentissage mais il prétend éclairer les questionnements les plus actifs et les recherches les plus abouties. À l'hétérogénéité du millier de publications imprimées dans les actes des conférences, nous avons privilégié une revue exhaustive des articles passés par le second tamis du *Journal of Educational Data Mining* (JEDM) et du *Journal of Learning Analytics* (JLA), depuis leur création. Nous présentons ainsi 17 titres récemment parus, répartis dans quatre tableaux thématiques, qui présentent les travaux dont l'objectif, les techniques et les résultats nous semblaient les plus significatifs.

Pour chacun des thèmes retenus, ces recherches peuvent être motivées par des logiques diverses : d'une part, des protocoles de recherche fondamentale ambitionnent de se rapprocher au plus près de la « boîte noire » en captant la moindre interaction de l'apprenant pour agir sur son apprentissage et l'améliorer ; d'autre part, une recherche davantage appliquée se soucie de donner aux acteurs institutionnels les moyens de mesurer les flux d'apprenants et d'agir sur les performances du système, sur les succès et les échecs observés de l'apprentissage, en particulier l'abandon (*drop out*).

Prédire la progression de l'apprenant

La prédiction du parcours [comportemental ou cognitif] d'un apprenant est l'un des plus anciens problèmes des « environnements informatiques pour l'apprentissage humain » (EIAH), des systèmes experts aux MOOCs. Avec l'acquisition en temps réel de données d'apprentissage toujours plus fines et massives, les chercheurs ont développé des techniques d'analyse issues du Data Mining pour classer des profils, les orienter en fonction des capacités estimées, adapter les contenus, déployer des stratégies d'engagement et lutter contre le décrochage. Ces analyses sont menées à différents niveaux de granularité, de la simple interaction en temps réel d'un individu [microgenèse] aux apprentissages d'une cohorte sur une période donnée. Dans les communautés scientifiques, des modèles prédictifs et des méthodes variées sont mises en œuvre, comme l'atteste le tableau suivant (Tableau 3).

Tableau 3. Objectifs, techniques et apports des modèles de prédiction

Référence	Objectif	Données	Techniques	Résultats
Zimmermann <i>et al.</i> , 2015	Évaluer la puissance de prédiction des résultats scolaires et leur agrégation, comme indicateurs de performance.	81 variables pour une population de 171 étudiants.	<i>Post hoc</i> . Modèle de régression.	Les résultats de licence (undergraduate) peuvent expliquer 54 % de la variance dans les résultats de cycles supérieurs. La moyenne de notation globale de la 3 ^e année est la variable la plus signifiante. Les résultats fournissent une base méthodologique pour dresser des lignes générales pour les comités d'admissions.
Knowles, 2015	Évaluer la probabilité de passage, pour chacun des 225 000 collégiens (grade 6 to 9), de 1 000 écoles du Wisconsin.	Cohorte des 12-13 ans en 2005. Les variables portent sur les résultats, l'assiduité, le comportement, la mobilité entre écoles, etc.	Deux fois par an. Régression logistique.	Le système fournit une probabilité de passage pour chaque apprenant + un classement (bas, modéré, haut). Les étudiants reçoivent une catégorie de risque pour 4 sous-domaines : scolarité, présence, comportement, mobilité. Le système identifie 65 % des échecs et des retards dans l'avancement avant l'entrée au lycée (high school) avec de faibles taux de fausses alarmes.
Ferguson, Clow, 2015	Évaluer la méthode de clustering mise au point par Kizilcek pour déterminer les modèles d'engagement sur un MOOC.	24 000 participants à 4 MOOCs délivrés par The Open University, en sciences physiques, en sciences de la vie, en arts et en économie.	Clustering (partitionnement de données).	Kizilcek <i>et al.</i> , 2013 établissent une méthode de clustering permettant d'identifier 4 modèles d'engagement. Appliquée au nouveau jeu de données, ni la méthode ni les modèles ne semblent adaptés à une ingénierie pédagogique sensiblement différente de celle du MOOC étudié par Kizilcek. L'enjeu est alors de proposer une nouvelle méthode d'analyse temporelle.
Aguiar <i>et al.</i> , 2014	Prédire l'attrition grâce à la mesure de l'engagement, fondée sur l'usage du portfolio numérique.	Portfolios électroniques de 429 étudiants en 1 ^{re} année d'ingénierie à Notre Dame (Indiana, États-Unis).	Algorithmes de classification (<i>Naïve Bayes</i> , arbre de décision, régression logistique...).	Les auteurs proposent une méthode pour mesurer l'engagement des étudiants à partir de leurs portfolios numériques et montrent en quoi ces nouveaux indicateurs peuvent améliorer la qualité de prédiction.
Martin <i>et al.</i> , 2013	Établir les différents chemins dans l'apprentissage des fractions avec le jeu en ligne Refraction.	Codage a posteriori des transitions entre états du jeu.	Fouille de données et visualisations de graphes.	Un algorithme de classification permet de regrouper les étudiants en fonction des transitions entre états du jeu. Il identifie des profils d'apprenants : ceux allant droit à la solution, ceux qui expérimentent.

La problématique de la prédiction sert deux logiques différentes. Au niveau macro, dans une logique de recherche appliquée, les institutions éducatives sont en quête de modèles pour prévenir l'échec et améliorer leurs résultats. Au niveau micro, dans une perspective plus expérimentale, les chercheurs tentent d'inventer de nouveaux modèles pour se rapprocher au plus près de la « boîte noire » de l'apprenant en captant la moindre interaction dans l'espace d'une situation d'apprentissage : une frappe, un clic, un coup d'œil sont autant de traces pour informer les processus de l'apprentissage. Dans un cas comme dans l'autre, des modèles préexistants à la naissance des communautés EDM et LAK sont repris, itérativement affinés et adaptés aux nouveaux environnements d'apprentissage et à leurs enjeux.

Ainsi, de nombreuses solutions commerciales fondées sur différents modèles de prédiction du décrochage s'épanouissent sur les marchés éducatifs les plus concurrentiels. En 2007, John P. Campbell implémente sur le LMS Course Signals un calcul de régression logistique fondé sur les résultats, l'engagement, les indicateurs sociologiques, le nombre de messages postés sur le forum, de messages envoyés et de devoirs complétés [Arnold, Pistilli, 2012]. Essa et Ayad développent en retour, pour le LMS Desire2Learn, le *Student Success System*, un programme alliant une plus grande diversité de modèles à un outil de diagnostic.

Les données relatives aux activités d'apprentissage, aux prérequis, à l'ingénierie pédagogique et à la dynamique du cours, aux modalités d'apprentissage (en ligne, en présentiel ou hybride) sont mobilisées selon une approche comportementale. De la même façon que la présence en ligne d'un apprenant est évaluée selon ce même calcul de régression logistique, sa capacité à achever un parcours, sa participation et sa sociabilité sont évaluées. Le gestionnaire du cours choisit un ensemble de règles pertinentes, et leur poids relatif, pour obtenir une probabilité selon trois niveaux : « à risque », « risque potentiel » et « succès » [Essa, Ayad, 2012]. Ces recherches se poursuivent avec la massification de la formation en ligne et le succès des MOOCs à partir de 2012. Doug Clow quantifie l'usure de la motivation d'un apprenant à travers ses activités sur trois sites en ligne [Clow, 2013]. Kizilcec présente une méthode de classification qui identifie différentes trajectoires d'engagement basées sur les interactions de l'apprenant avec les lectures de vidéos et les exercices [Kizilcec *et al.*, 2013]. Première tentative de déconstruction du désengagement, ces travaux sont destinés à une constante réévaluation [Ferguson, Clow, 2015].

Dans la microgenèse de l'apprentissage, les trois modèles diagnostiques au fondement de la recherche expérimentale, posés dans la décennie 1990, se sont considérablement développés au bénéfice de la multiplication des EIAH, tels les tuteurs intelligents, mais peinent encore à être adaptés au format des LMS et MOOCs. Le modèle de *Knowledge Tracing* [Corbett, Anderson, 1995] dérive de la théorie ACT-R, qui vise à modéliser l'ensemble des processus cognitifs [Anderson, 1983]. Postulant que l'apprentissage de nouvelles connaissances est procédural, ce diagnostic vérifie le transfert de la connaissance de la mémoire déclarative à la mémoire procédurale. À ce modèle s'ajoute un second : le diagnostic *Constraint-based Modeling* [Mitrovic *et al.*, 2007 ; Ohlsson, 1994] qui stipule que l'apprentissage se fait par la confrontation de l'apprenant avec ses erreurs et se base sur la théorie *Performance Errors* [Ohlsson, 1996]. Seuls les états du problème ayant un intérêt pédagogique sont modélisés, permettant de relever une erreur typique du domaine. Enfin, le diagnostic *Control-based* [Minh Chieu *et al.*, 2010] est basé sur le modèle didactique cKc [Balacheff, Gaudin, 2002 ; Balacheff, 1995], implémenté comme un réseau bayésien dynamique.

Des évolutions de ces modèles sont ainsi proposées pour passer d'une démarche centrée Expert vers une démarche centrée Données, comme avec le modèle de régression linéaire *Additive Factor Model* [AFM] [Cen *et al.*, 2008] et les évolutions *Performance Factor Model* [PFM] [Pavlik *et al.*, 2009] ou *Performance Factor Analysis* [PFA]. Enfin, ces approches centrées données permettent également la comparaison entre les modèles d'apprenants de façon plus systématique, tout en maintenant la possibilité de la réplicabilité des résultats [Lallé *et al.*, 2013].

Mesurer les interactions sociales

En s'appuyant sur les apports fondamentaux de Vitgovsky et du socio-constructivisme, une communauté scientifique s'attache à évaluer le rôle des interactions sociales au sein des EIAH : la communauté Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), née en 1995, porte cette conviction que la cognition et l'action humaine sont socialement et culturellement médiées. L'objectif est donc de comprendre et valoriser ces processus d'apprentissage collectif à l'encontre d'un enseignement transmissif, dont le Graal demeure la performance individuelle dans le cadre d'évaluations sommatives. L'apprentissage social permet aux individus de clarifier leurs intentions, étayer leur apprentissage, approfondir par l'échange. Son modèle émane des interactions de trois dimensions : cognitive (la situation problème), affective (la motivation) et sociale (les échanges).

L'analyse de l'apprentissage social (Social Learning Analytics) s'appuie notamment sur l'analyse des réseaux sociaux, permettant de détecter des communautés [Clauset *et al.*, 2004 ; Fortunato, 2010] ; d'identifier des sous-ensembles cohésifs dans un réseau (mesurables en termes de proximité, fréquence, affinités) [Reffay, Chanier, 2003] ; d'investiguer sur la densité de ces réseaux [Borgatti *et al.*, 2009] ; et, dans le cas d'un réseau égocentrique, d'identifier les personnes aidantes ou avec lesquelles surgissent des conflits liés à une incompréhension mutuelle [Haythornthwaite, De Laat, 2010]. Caractériser les liens entre acteurs ajoute une dimension à l'analyse : les individus se fient généralement à tous types d'interlocuteurs quand il s'agit d'accéder à de nouvelles connaissances ou d'apprendre de façon informelle, mais ils se tournent vers des personnes de confiance pour approfondir des connaissances [Levin, Cross, 2004]. Le concept de Social Learning Analytics émerge notamment autour des travaux de Ferguson [Ferguson, 2009]. L'analyse de l'apprentissage social tend ainsi à révéler les régimes d'engagement des apprenants, soit dans une activité sociale (envoyer un message, sympathiser, suivre un tiers), soit en créant des traces réutilisables (publier, rechercher, taguer, évaluer).

Ce domaine de recherche prend de l'ampleur, à partir de 2011, avec la diffusion massive d'un nouveau type de formation en ligne : les MOOC (Massive Open Online Courses). Des cohortes de dizaines de milliers d'apprenants se retrouvent sur des plateformes d'apprentissage en ligne pour des formations relativement courtes (de 6 à 12 semaines) nécessitant, dans le cas des MOOC connectivistes (les cMOOC), de travailler de façon collaborative. C'est l'échelle même des expérimentations qui s'en trouve bousculée : on passe dès lors d'échantillons relativement restreints à la mobilisation de gisements de données considérables. Si les bases théoriques de cette analyse des interactions sociales sont largement fondées par les recherches des années 1990-2000, les emprunts plus récents à l'analyse des réseaux sociaux permettent d'élargir les techniques de mesures et de représentations de nouvelles biométriques, dont tout porte à croire qu'elles vont être toujours plus précises : l'usage d'une caméra Kinect permet déjà d'étudier la synchronisation des postures physiques, et pourra demain être corrélé à de nouveaux indicateurs sur la voix ou le rythme cardiaque, pour révéler l'intensité des interactions sociales.

Tableau 4. L'actualité de la recherche en Social Learning Analytics

Référence	Objectif	Données	Techniques	Résultats
Joksimović <i>et al.</i> , 2015	Mesurer, dans un cMOOC, l'influence des modèles de discours sur le capital social des apprenants.	17 324 messages sur deux sessions du Mooc <i>Connectivism and Connective Knowledge</i> .	Graphes non dirigés hebdomadaires pour chaque média (FB, Twitter, blogs). Analyse linguistique selon la métrique COH.	La qualité des écrits est déterminante pour l'apprentissage. Les apprenants d'un cMOOC se joignent plus volontiers à des individus qui utilisent un style informel, narratif et cependant cohérent. Le langage définit donc la position structurelle dans un réseau social d'apprentissage.
Waters <i>et al.</i> , 2014	Identifier, classifier les formes de collaborations (fraude, compétences individuelles).	Données fictives et réelles : examen de 203 vrai/faux passés par 97 étudiants d'informatique.	Approche bayésienne, modèle de Rash, méthode Sparse Factor Analysis.	À partir de deux nouveaux algorithmes, les auteurs ont su, tant sur des données fictives que réelles, détecter et identifier des formes de collaboration. Cette méthode permet à l'instructeur de se focaliser sur un petit nombre d'apprenants.
Skrypnik <i>et al.</i> , 2015	Analyser le réseau social d'un MOOC connectiviste à travers les interactions via Twitter.	2 483 tweets de 800 participants. Données démographiques publiques sur les réseaux et le Web.	Mesures au niveau des nœuds [centralité de degré, de proximité, d'intermédiarité, de vecteur propre, de clique] et du réseau [modularité].	Au cours de l'avancement du MOOC, un groupe de participants a joué un rôle similaire à celui des animateurs. Les nœuds avec les plus hauts degrés de centralité concernent les hashtags, confirmant ainsi l'intérêt des apprenants pour une des thématiques changeantes. Des sous-ensembles ont émergé avec, pour chacun, des contributions spécifiques.
Schneider <i>et al.</i> , 2013	Tester une analyse séquentielle des regards et évaluer la robustesse de cette métrique pour prédire l'apprentissage.	22 dyades isolées communiquent via un canal audio seul ou un canal audio + un indicateur de regard du collaborateur.	La position du regard (nœuds) et son mouvement (transition) sur un support pédagogique sont transformés en graphes non dirigés.	Les auteurs démontrent l'importance de considérer le regard comme indice d'attention soutenue mutuelle. En adaptant la théorie des graphes à leur problématique, ils identifient de nouveaux indicateurs (nombre de liens, taille des nœuds, intermédiarité), qui permettent d'évaluer l'intensité d'une collaboration et la compréhension réciproque des apprenants.
Ahn, 2013	Identifier des types de comportement, mesurer la corrélation entre ces comportements et les compétences du XXI ^e siècle.	Enquête sur 189 participants. Collecte de données agrégées via l'API ¹ Facebook de 99 apprenants.	Analyse factorielle, modèles de régression.	Le modèle de régression prend les activités pour variables indépendantes (envoyer un message, partager une information, devenir ami, rejoindre un groupe), et les compétences pour variables dépendantes (négociation, réseautage, esprit critique, jeu, multitâche, appropriation, navigation transmédia). Il illustre quel type d'activités renforce quelles compétences.

1. API, pour Application Programming Interface, ou interface de programmation applicative, permet de rendre les données ou les fonctionnalités d'une application existante disponibles, afin que d'autres applications les utilisent.

Analyser le discours

L'apprentissage ne résulte pas des seules capacités cognitives ou du comportement d'un apprenant isolé [Mercer, 2004]. Le langage est l'un des premiers vecteurs par lequel les apprenants construisent du sens : son usage est influencé par les buts, les sentiments et les relations, très variables selon les contextes [Wells, Claxton, 2002]. Le langage fait partie de la situation d'apprentissage [Gee, Green, 1998 ; Wertsch, 1991]. Il supporte et conditionne le succès d'activités conjointes, tant pour la combinaison des connaissances, des compétences, l'utilisation d'outils et la capacité à travailler ensemble. Comprendre l'apprentissage de cette façon requiert de faire attention aux processus de construction du savoir dans le groupe. L'analyse du discours tend à rendre ces processus d'apprentissage visibles et ouvre la possibilité de les améliorer à différents niveaux, de l'individu au groupe restreint, puis à la cohorte.

Avec le déploiement de l'apprentissage à distance, le forum, lieu d'une discussion asynchrone, devient un objet de recherche. Les forums aident à trouver et partager l'information et promeuvent la réflexion critique de communautés d'apprenants [Anderson, 1996]. Plusieurs modèles d'apprentissage en ligne ont été développés, dont celui de Communauté d'interrogation [Community of Inquiry, Col] [Garrison *et al.*, 1999]. Ce modèle part du principe que dans toute collectivité, l'apprentissage se fonde sur l'interaction de trois éléments principaux : la présence de la société signifie la capacité des apprenants à participer à la vie de la collectivité, aux plans social et affectif ; la présence de la cognition indique l'aptitude à fabriquer du sens grâce à une communication soutenue des milieux en ligne ; la présence de l'enseignement désigne des activités visant à faire activement participer les apprenants et à maintenir la communication. Analyser une conversation entre apprenants permet d'appréhender leur degré d'ouverture, leur capacité de décentrement et leur propension à reformuler leur pensée. Dans ce cadre, trois modalités de discours ont été distinguées par Mercer : discours dialectique, cumulatif et exploratoire [Mercer, 2004].

Dans la lignée de ces apports théoriques, ce sont les communautés investies dans la conception de modèles de remédiation au sein d'un tuteur intelligent qui se sont employées à dégager des indicateurs permettant d'identifier automatiquement les modalités d'interventions pour étayer un apprentissage. Avec l'émergence des réseaux sociaux, les chercheurs en Learning Analytics s'efforcent d'identifier les types d'échanges : challenges, explorations, évaluations, raisonnements. Ainsi, la plateforme de délibération Cohere a été étendue par De Liddo et ses collègues pour fournir des Learning Analytics qui identifient : les sujets de conversation et le point de vue des apprenants ; les types de contributions des apprenants et leurs accords/désaccords ; l'organisation du réseau discursif et le rôle des apprenants dans ce réseau ; les liens entre apprenants [De Liddo *et al.*, 2011].

Tableau 5. L'actualité de la recherche en analyse de discours

Référence	Objectif	Données	Technique	Résultats
Snow <i>et al.</i> , 2015	Proposer une méthodologie pour évaluer la souplesse stylistique des rédacteurs confirmés.	45 lycéens complètent 2 tests [capacités avant/ après] et 16 essais, en 8 sessions.	Traitement automatique du langage naturel (TALN) : narrativité, cohésion, entropie.	Les auteurs proposent une méthode d'évaluation discrète et rapide permettant de détecter les relations entre souplesse stylistique, lecture, vocabulaire, connaissances et écriture. Seule la combinaison entre TALN et entropie permet de saisir la progression des apprenants vers plus de souplesse stylistique.
Rebolledo-Mendez <i>et al.</i> , 2013	Dispositif pour rechercher des modèles d'interaction en lien avec l'étayage motivationnel d'un tuteur intelligent.	70 fichiers de logs capturant le comportement de 35 apprenants avec un tuteur intelligent.	Post hoc. Corrélation entre types collaboratifs. Mesure d'association entre les actions de l'apprenant [cf. D'Mello <i>et al.</i> , 2010].	Un graphe dirigé permet de visualiser et d'identifier des transitions significatives dérivées de dyades d'actions. Première approche à compléter par des entretiens avec les apprenants.
Ming Ming, Nobuko, 2014	Identifier le lien entre cognition informelle (opinion, anecdotes, description) et formelle (explication théorique).	1 330 messages asynchrones écrits par 17 étudiants, codés par eux-mêmes, sur un cours en ligne.	Méthode de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC) itérative.	Évalue comment 3 types cognitifs [opinion informelle, élaboration, preuve] et 3 types de métacognition sociale [demander une explication, demander comment utiliser, opinions différentes] renforcent la vraisemblance de nouvelles informations ou explications théoriques dans les messages postérieurs.
D'Mello <i>et al.</i> , 2010	Méthode pour la détection automatique de modèles collaboratifs avec un tuteur intelligent.	50 heures de tutorat filmées entre apprenants et experts et 47 296 interactions codées.	Construction d'un graphe orienté des transitions entre interactions de l'apprenant et test d'hypothèses.	À la différence des modèles de Markov cachés, des règles d'association séquentielle et des modèles log-linéaires, cette étude détecte les transitions fréquentes et les représente sous forme de graphe. L'étude des stratégies, actions et dialogues d'experts humains permet aux auteurs de concevoir la modélisation informatique d'un tuteur intelligent.

Donner à voir l'apprentissage

À l'origine des Learning Analytics, les Visual Data Analytics reposent sur deux principes essentiels : donner aux acteurs de la communauté éducative un pouvoir de décision par l'exploration du modèle qui sous-tend les données d'apprentissage elles-mêmes [Duval, 2011]. Les tableaux de bord (*dashboards*) tiennent des systèmes d'aide à la décision [Decision Support System, DSS] apparus dans les années 1970, dans la foulée de la numérisation des processus métiers. Dans le domaine éducatif, les tableaux de bords numériques se sont imposés avec les premiers LMS [Learning Management Systems]. Tous les LMS ne proposent pas des interfaces de Visual Data Analytics aussi poussées que Blackboard Analytics, Brightspace, Signals [Purdue University] et ALAS-KA [Khan Academy]. Au-delà d'une consultation des données d'apprentissage, ces logiciels prétendent permettre de dépister le décrochage, de personnaliser les contenus. En permettant aux apprenants d'accéder à leurs propres données, ces technologies coïncident avec l'émergence du Quantified Self ou Self Tracking [mesure de soi], des techniques d'évaluation quantitative systématique.

Les tableaux de bord numériques offrent une interprétation visuelle de larges ensembles de données pour découvrir, interroger, comprendre les modèles portés par ces données afin de modifier ses représentations [Verbert *et al.*, 2013]. Ces tableaux visent à seconder l'enseignant dans le développement de l'attention, la compréhension et la métacognition

des apprenants. D'un simple clic, ils permettent de passer d'une visualisation de haut niveau à l'interrogation des données de bas niveau. Pour répondre aux aspirations d'une économie de l'attention [Goldhaber, 1997], la conception de l'interface (User Interface Design) devrait être claire, interactive et modulable, de façon à pouvoir répondre aux besoins spécifiques de chaque type d'utilisateurs. Les tableaux de bord sur le marché sont relativement bien documentés sur le plan scientifique [Verbert *et al.*, 2013]. Santos *et al.* présentent les résultats du tableau de bord StepUp! et discutent son apport aux problèmes et besoins des apprenants [Santos *et al.*, 2013]. Les 1 500 étudiants de Purdue qui ont expérimenté le tableau de bord Course Signal ont obtenu des résultats significatifs d'assiduité, en comparaison avec des cohortes similaires [Arnold, Pistilli, 2012].

Au département de sciences de l'éducation, à Utrecht (Pays-Bas), van Leeuwen et ses collègues ont évalué la pertinence du tableau de bord dans la gestion de classe. Un enseignant doit surveiller les activités cognitives de ses apprenants, répartis en îlots [Van Leeuwen, 2015]. Dans une première expérimentation [The Concept Trail], les apprenants doivent mener une tâche collaborative par messagerie synchrone. Au fur et à mesure de la discussion, des concepts essentiels pour résoudre la tâche affleurent. L'enseignant suit en temps réel la progression des groupes par le biais de lignes de temps où s'affichent ces concepts, échangés via la messagerie. Une deuxième expérimentation [Progress Statistics] permet à l'enseignant de suivre le nombre de mots écrits par les groupes d'apprenants dans l'éditeur collaboratif et dans le chat associé. Ces outils confèrent à l'enseignant une vue d'ensemble et une capacité d'intervention à distance qu'il ne peut avoir pendant un cours en regardant par-dessus l'épaule de l'un ou de l'autre. Dans ces deux expériences, la visualisation n'améliore ni ne baisse la détection des problèmes cognitifs. En revanche, elle augmente la fréquence des interventions de l'enseignant et renforcerait sa capacité à poser un diagnostic.

Tableau 6. Évaluer l'utilité des tableaux de bord pour l'apprentissage

Référence	Objectif	Données	Dispositif	Apports et limites
Van Leeuwen, 2015	Assister en temps réel les enseignants dans l'évaluation d'apprenants engagés sur une tâche collaborative.	Évaluation de 5 groupes par 14 enseignants. Fichiers de logs des actions de ces enseignants en temps réel.	Représentation de matrices avec en colonne les groupes et en ligne la <i>timeline</i> des actions de l'enseignant.	Cette étude permet de comprendre comment les enseignants interagissent avec des visualisations de données d'apprentissage.
Martinez-Maldonado <i>et al.</i> , 2015	Élaborer un processus itératif de conception, validation et déploiement d'outils de visualisation pour favoriser l'attention de l'enseignant sur la collaboration et la progression des groupes.	Manipulations physiques d'objets virtuels sur des tables interactives, temps de parole et progression des tâches de 500 étudiants.	Entretiens et scénarios d'utilisation à partir de prototypes papier ; études contrôlées sur un simulateur ; analyse des interventions en situation réelle.	Cette étude identifie 5 étapes dans le processus de conception d'outils de visualisation pour renforcer l'attention dans une activité de groupes sur tables interactives : identification du problème, validation des prototypes, simulation avec de vrais enseignants, études pilotes, expérimentation en classe. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour adapter ce processus à un environnement d'apprentissage hybride ou à distance.
Charleer <i>et al.</i> , 2014	Évaluer LARAE, un tableau de bord pour enseignants : visualisation des traces, badges, contenus des étudiants.	26 étudiants en groupes de 3. Matériaux et échanges en ligne. Évaluation de l'utilisation de LARAE par 6 enseignants sur écran 27 pouces.	Twitter API, fils RSS, Badge API. Visualisations : matrice des badges, ligne de temps, liste d'activités, détail des activités, options de filtrage.	LARAE donne les moyens de visualiser l'abondance des traces laissées par les étudiants et les enseignants durant un cours. L'attribution de badges met l'accent sur les activités les plus importantes et les objectifs de formation. LARAE aide les enseignants et les étudiants à tirer parti des données qu'ils génèrent.

Sur un marché de plus de 2 milliards de dollars [Roberge, 2013], les éditeurs de tableaux de bord s'engagent dans une levée de fonds et une bataille juridique intense. En réaction à l'accumulation de brevets, George Siemens porte, dès l'origine de SoLAR, un projet de conception d'une plateforme ouverte qui intégrerait une gamme variée de modules d'analyse dédiés à l'apprentissage [Siemens *et al.*, 2011]. L'enjeu du libre répond alors à trois principaux défis : l'innovation et la généralisation des tableaux de bords exigent que les traitements, les algorithmes et les technologies employés soient ouverts ; la plateforme doit être modulaire et permettre d'intégrer tous types d'outils liés à l'analyse et à l'adaptation de l'apprentissage ; enfin, cette plateforme doit offrir des fonctionnalités appropriées à chacun, chercheurs et producteurs de contenus, assistants d'éducation et apprenants, enseignants et personnels d'encadrement. Par ailleurs, une autre initiative, Apereo OpenDashboard, est désormais accessible en Open Source.

2

LES OUTILS ET MÉTHODES DES LEARNING ANALYTICS

Marie Lefevre et Sébastien Iksal [coord.], Julien Broisin, Olivier Champalle, Valérie Fontanieu, Christine Michel, Laurent Polese, Amel Yessad

Les Learning Analytics, ou l'analyse des traces d'apprentissage, sont définis comme « l'évaluation, l'analyse, la collecte et la communication des données relatives aux apprenants, leur contexte d'apprentissage, dans la perspective d'une compréhension et d'une optimisation de l'apprentissage et de son environnement » [Long *et al.*, 2011]. Les Learning Analytics suivent donc un cycle passant par les étapes de **collecte des traces**, **d'analyse de ces traces et d'exploitation (souvent de la visualisation)** des traces et des indicateurs produits par l'analyse [Fayyad *et al.*, 1996 ; Clow, 2012 ; Stamper *et al.*, 2011].

La **collecte** des données est une étape primordiale car il s'agit de récupérer toutes les données numériques représentant l'activité des usagers afin de mener un processus d'analyse et d'obtenir un reflet du déroulement des situations d'apprentissage. Ainsi, la collecte des données concerne l'observation de l'apprenant et le **traçage** de ses interactions médiées par les outils, le **stockage** des traces récoltées et l'**import** de traces dans les outils d'analyse. Ces différentes actions peuvent être faites par un unique outil de collecte et d'analyse, ou peuvent être réparties dans différents outils à combiner pour mener à bien les analyses.

L'**analyse** des traces consiste à manipuler les données pour essayer d'extraire des informations. Certaines analyses vont nécessiter des **pré-traitements** sur les données pour les mettre en forme, les nettoyer, vérifier leur fiabilité, etc.

Ces étapes sont parfois complétées par une étape de **partage** des traces, des processus d'analyse, des indicateurs et/ou des visualisations produites.

Tout au long de ce cycle, plusieurs acteurs entrent en jeu [Greller *et al.*, 2012] : **les apprenants, les équipes techniques et pédagogiques, les institutions, les familles et enfin, les chercheurs**. Ces acteurs ont différents rôles lors de l'analyse et selon les contextes et les outils d'analyse. Les apprenants sont tantôt sujets de l'observation pour produire des traces, tantôt ils prennent le rôle d'analystes, en utilisant des outils réflexifs permettant de comprendre leurs traces. Il en est de même pour les enseignants.

Cette section présente une étude des outils et méthodes proposés dans le cadre des Learning Analytics par la communauté de recherche française. Nous avons essayé, à chaque fois, de compléter cette étude en donnant aussi des exemples d'outils professionnels.

Présentation de l'étude

Notre étude a porté sur 34 outils ou méthodes (cf. annexe) issus ou utilisés dans le cadre des projets de recherche en France. Il est possible que certains outils soient absents, probablement en raison de l'absence ou quasi-absence de publications. La première partie de l'étude a consisté à établir une liste de ces outils en précisant différentes caractéristiques connues, pour chacun. L'une des finalités porte sur l'identification de catégories et/ou de regroupements selon des caractéristiques communes. L'autre se focalise sur la mise en correspondance de ces outils avec les différentes étapes classiques d'un cycle d'analyse de données : la collecte, le stockage, l'analyse et la visualisation. En parallèle, nous souhaitons mettre en évidence les aspects liés au partage et à l'interopérabilité de ces outils.

Nous avons ensuite écarté les outils qui ne sont plus disponibles ou qui sont obsolètes aujourd'hui. Nous sommes arrivés à une liste réduite de 18 outils et méthodes que nous avons pu classer selon les différentes étapes du cycle d'observation et selon le public visé par ces outils. Nous avons identifié les rôles des personnes amenées à prendre l'outil en main [analyste, développeur, décideur], ainsi que les rôles des personnes destinataires des résultats d'analyse [apprenant, enseignant, administratif]. Nous nous focalisons ici sur la liste restreinte que nous avons catégorisée selon le cycle des Learning Analytics.

- > **Outils permettant la collecte de données** : D3KODE, DDART, kTBS4LA, Laalys, Lab4ce, Limesurvey, SBT-IM, Tatiana, TRAVIS, UnderTracks, UTL
- > **Outils permettant le stockage des données** : Abstract, D3KODE, DDART, DisKit, dmt4sp, Laalys, Lab4ce, LEA4AP, Limesurvey, SBT-IM, Tatiana, TRAVIS, T-store, UTL
- > **Outils permettant l'analyse des données** : Abstract, D3KODE, DDART, DisKit, dmt4sp, kTBS4LA, Laalys, LEA4AP, SBT-IM, Taaabs, Tatiana, Transmute, TRAVIS, T-store, UnderTracks, UTL, EMODA
- > **Outils permettant la visualisation des données** : Abstract, D3KODE, DDART, DisKit [+Transmute], dmt4sp [textuelle], kTBS4LA [+Taaabs], Laalys, Lab4ce, LEA4AP, Limesurvey, SBT-IM, Tatiana, TRAVIS, UnderTracks, UTL, EMODA
- > **Outils permettant le partage et l'interopérabilité** : D3KODE, SBT-IM, Tatiana, UTL.

Avec ces outils issus de la recherche, nous avons aussi tenu à présenter des outils professionnels disponibles et permettant de répondre en partie aux attentes et aux besoins des analystes et des enseignants.

Résultats de l'étude présentés selon les étapes des Learning Analytics

L'analyse des traces d'apprentissage suit un cycle composé de plusieurs étapes : collecte, analyse et exploitation/visualisation. Dans cette section, les outils analysés sont classés et détaillés suivant ces différentes étapes.

CONSTRUIRE LE JEU DE TRACES

Les types de traces les plus communément considérés sont les interactions de l'utilisateur avec le dispositif de formation. Ces traces sont enregistrées automatiquement. Peu de systèmes utilisent les traces de logs standards construites par les applications client-serveur car elles manquent de précision. Les systèmes implémentent plutôt des capteurs spécifiques dans les applications de formation sur la base des modèles de traces nécessaires pour réaliser les analyses. Les capteurs sont donc positionnés sur les modalités d'interaction pertinentes pour adapter le système ou construire les indicateurs qui permettent la prise de décision des utilisateurs considérés [apprenant, enseignant ou analyste].

Les informations collectées suite à ces interactions peuvent être relatives à l'interaction elle-même [quelle fonctionnalité est utilisée, à quel moment, pendant combien de temps...] ou aux résultats de l'interaction [contenu d'un message de *chat*, séquence audio ou vidéo relative à une conversation, document produit à plusieurs...]. Les traces descriptives de l'interaction sont structurées sur la base d'un modèle, alors que les traces des produits de l'activité ne le sont souvent pas.

D'autres traces, désignées comme « déclarées, ou auto-rapportées », sont aussi considérées dans les systèmes d'analyse. Elles sont renseignées manuellement par l'utilisateur. Elles correspondent à un jugement de l'utilisateur sur son activité ou sur les acteurs partenaires de son activité. Ces traces peuvent être fermées et structurées selon un modèle, ou être ouvertes. Ces traces sont généralement textuelles.

Étape de collecte

Il existe différentes solutions pour la collecte de données selon les possibilités techniques [disponibilité ou non d'une connexion réseau] ou les besoins en matière de calculs :

- > la collecte de données d'observation avec stockage dans les applications éducatives. Ce stockage local permet de tracer sur des outils non connectés et d'utiliser les traces avec différents systèmes d'analyse. Par exemple, avec Tactiléo, les élèves sortent de l'établissement avec les tablettes qui tracent leurs activités et, à leur retour, les données peuvent être transférées vers des systèmes d'analyse évolués. Enfin, les traces proviennent des applications elles-mêmes, et nous pouvons ainsi obtenir des informations très précises ;
- > la collecte de données d'observation avec stockage dans une base de traces, telle TraceMe. Cette solution délocalisée a l'avantage d'imposer un format unique, un standard que respectent tous les systèmes d'apprentissage qui envoient leurs traces. Cela permet par la suite de capitaliser et de réutiliser les processus d'analyse sur différents systèmes d'apprentissage ;
- > la collecte de données d'observation avec stockage dans un outil d'analyse, tel Travis, T-Store, DDART, UTL, D3KODE. Ici, le système d'analyse intègre directement les traces et peut donc réaliser les analyses en temps réel, ce qui permet de fournir des informations rapidement aux enseignants. L'inconvénient repose sur le fait que les traces sont plus difficilement partageables entre les différents systèmes d'analyse ;
- > enfin, la collecte de données autres, comme les sondages de LimeSurvey. C'est une technique différente qui repose sur les réponses apportées par les différents acteurs. Si elle relève plus du ressenti que de l'observation réelle, elle apporte toutefois des informations complémentaires et utiles pour améliorer la compréhension de l'observation.

Préparation des données

Les données collectées en vue de la production de Learning Analytics sont souvent des données hétérogènes, tant sur la provenance que sur le format et le contenu. Un travail conséquent est nécessaire afin d'uniformiser ces données et de les préparer pour les outils d'analyse qui possèdent un nombre limité de formats en entrée. C'est ici qu'interviennent les outils comme Talend ² Open Studio, dont l'objectif est de préparer ces données. Talend est un ETL [*Extract Transform and Load*] et repose donc sur trois étapes : extraire, transformer et charger les données.

Une fois les informations extraites des différentes sources, Talend permet de réaliser plusieurs opérations de transformation comme de la standardisation [mettre des dates sur un format unique], de la suppression de redondance, du tri, de la vérification en supprimant les données inutilisables ou en signalant les anomalies... Toutes ces opérations peuvent être définies et paramétrées sous la forme de routines, de façon à être réutilisables sur d'autres jeux de données. Enfin, la dernière étape consiste à charger les nouvelles données obtenues dans les nouveaux emplacements comme les bases de données exploitées directement par les outils d'analyse de données. L'intégration de données avec Talend peut se pratiquer soit avec l'édition Open Source [Talend Open Studio for Data Integration], soit avec la version professionnelle [Talend Data Integration].

². <https://fr.talend.com/>

Il est important de noter que même si cet outil est graphique et puissant, il est toutefois réservé à des utilisateurs avertis qui maîtrisent les modèles de données et qui possèdent les compétences nécessaires à l'élaboration des routines de transformation.

Modèles de traces

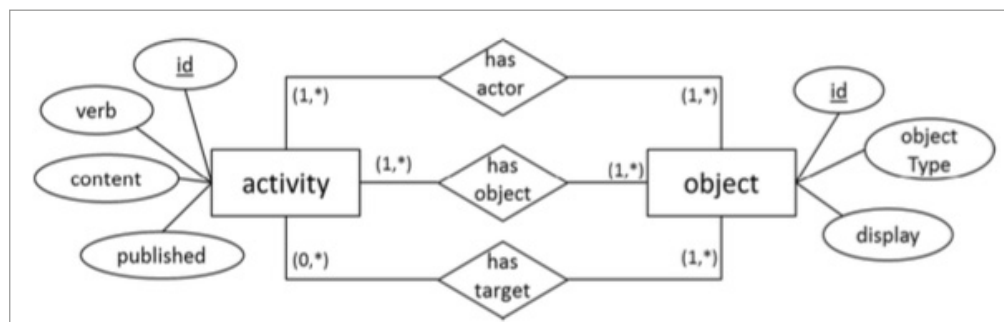
Les outils présentés plus loin dans ce document s'appuient sur des modèles de données propriétaires. Parmi les nombreux modèles de traces développés par la communauté scientifique, nous décrivons dans cette section ceux ayant fait l'objet d'une adoption à grande échelle.

Attention Metadata, ou **Attention.XML**, est une spécification ouverte pour tracer et partager les artefacts sur lesquels l'utilisateur a porté son attention (un document lu, regardé ou écouté par un utilisateur, par exemple). La conception de Attention.XML repose sur trois prémisses : [1] les *flux* Attention correspondent à un utilisateur spécifique, [2] les enregistrements Attention représentent les *objets* sur lesquels l'utilisateur a porté son attention, et [3] les objets peuvent être collectés à partir de différentes *sources* de données.

Toutefois, le manque de détails concernant l'usage des objets par les utilisateurs a été considéré comme un inconvénient majeur de cette initiative. Alors [Wolpers *et al.*, 2007] ont introduit **Contextualized Attention Metadata** [CAM], une extension d'Attention.XML, afin de capturer plus finement les informations comportementales des utilisateurs. Un événement est décrit, entre autres, par une estampille horaire et une description. Il peut être associé à une action d'un certain type et détaillée par des données associées. De plus, un événement se produit dans un certain contexte lors d'une session particulière. CAM a été adoptée dans le cadre du projet européen Open Discovery Space dont l'objectif était de concevoir un portail dédié à la recherche et à la recommandation de ressources, ainsi qu'à la constitution de communautés de pratique.

La spécification **Activity Streams** [Snell *et al.*, 2012a] définit un format pour décrire les activités réalisées par un utilisateur sur un système ou une application ; elle n'a pas été conçue spécifiquement pour l'éducation. Un « Activity Streams » est une collection d'une ou plusieurs activités réalisées par un individu, et généralement exprimée au format JSON.

Figure 1. Représentation simplifiée du schéma Activity Streams



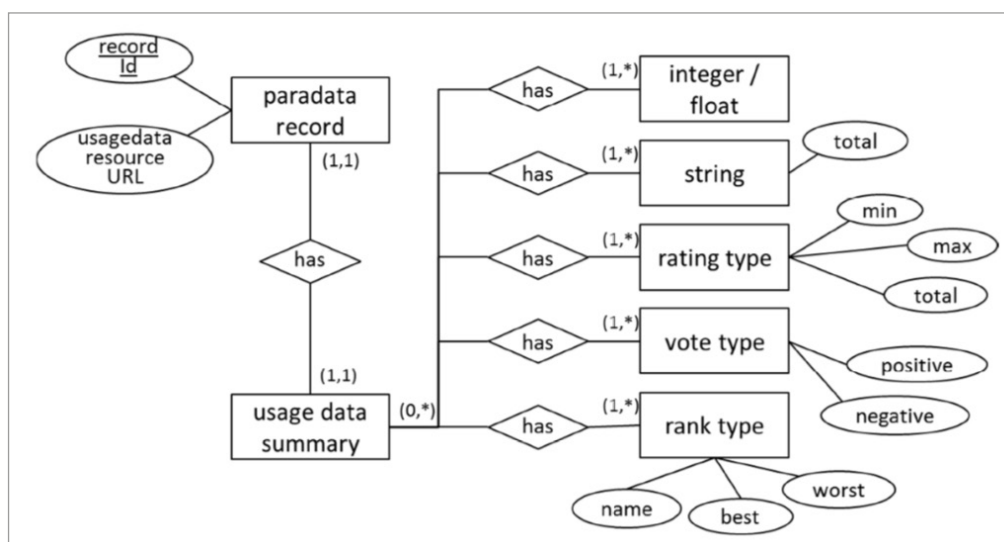
La Figure 1 montre les éléments principaux du schéma « Activity Streams ». Une activité doit au moins contenir une description de l'entité ayant réalisé l'activité [propriété *actor*] ainsi que la date et l'heure auxquelles l'activité a été publiée [propriété *published*]. Le groupe de travail Activity Streams recommande qu'une activité contienne également un verbe, un objet et un identifiant. Le verbe identifie l'action décrite par l'activité [« consulte », « évalue », « envoie »...], l'objet décrit l'artefact sur lequel a été réalisée l'activité [la ressource consultée ou le message envoyé, par exemple], et l'identifiant permet de retrouver une activité parmi un ensemble d'activités. La propriété *target* est optionnelle et peut être utilisée lorsqu'elle est indiquée par le verbe ; par exemple, dans l'activité « Pierre a envoyé un message à Paul », « Paul » est la cible de l'activité.

Le schéma « Activity Base » [Snell *et al.*, 2012b] propose une spécification pour décrire les valeurs des propriétés *actor*, *object* et *target*, mais n'importe quel objet Activity Streams peut être étendu par d'autres propriétés qui ne sont pas définies dans cette spécification, afin d'apporter autant de flexibilité que possible.

Le **Learning Registry** [Bienkowsky *et al.*, 2012] est une infrastructure qui permet aux enseignants et apprenants de découvrir et d'utiliser des ressources pédagogiques stockées dans différents systèmes internationaux, américains en particulier. Learning Registry stocke des informations sociales telles que les tags, commentaires ou évaluations réalisées par les utilisateurs, en plus des traditionnelles métadonnées décrivant une ressource pédagogique. Ces données, appelées « paradata », sont ensuite partagées dans une infrastructure commune à des fins d'agrégation et/ou d'analyse. Le Learning Registry est inspiré d'Activity Streams. L'élément racine est une collection d'activités caractérisées par [1] un acteur décrivant l'entité ou la personne ayant réalisé l'action, [2] un verbe traduisant le type d'activité, [3] l'objet sur lequel l'activité a été effectuée, [4] une liste d'objets liée à cet objet, et [5] une description textuelle et l'estampille horaire correspondant à la publication de l'activité.

National Science Digital Library (NSDL³) propose des ressources digitales de qualité dans le domaine des sciences et technologies de l'ingénieur et des mathématiques, à destination de la communauté éducative. Les ressources sont décrites à l'aide de métadonnées LOM [domaine d'apprentissage, type d'audience et niveau, par exemple] [Learning Technology Standards Committee, 2002], mais aussi par des données statistiques d'usage et des données renseignées par les utilisateurs du système [paradata telles que des évaluations ou des commentaires, par exemple] [Blomer, 2012].

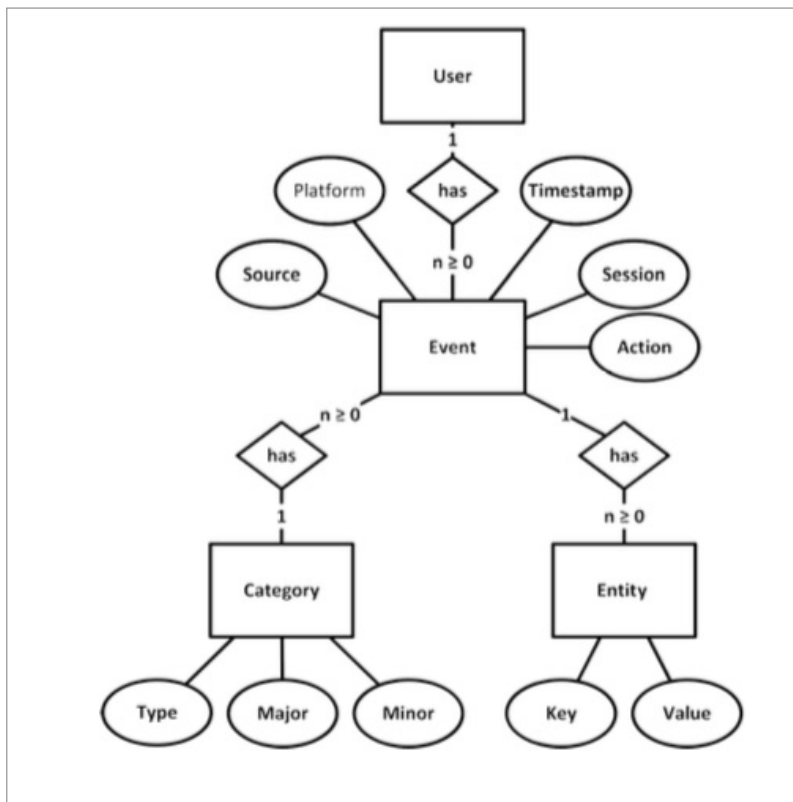
Figure 2. Schéma simplifié des paradata NSDL [Niemann *et al.*, 2012]



Le schéma de données décrivant un enregistrement NSDL est illustré par la Figure 2. Un enregistrement est identifié de manière unique, et renferme l'URL de la ressource pour lesquelles les paradata s'appliquent. L'élément le plus important décrivant un enregistrement NSDL est *UsageDataSummary*, puisque celui-ci comprend différents types de données représentant différentes informations : le nombre de fois qu'une certaine action a été réalisée sur la ressource [commentée, lue, téléchargée...]; une valeur textuelle exprimant un commentaire ou un tag ; la valeur de l'évaluation moyenne de la ressource ; le nombre de « *[un]like* » d'une ressource ; le rang de la ressource au sein d'un ensemble de ressources. Cet élément contient également le laps de temps pendant lequel les données statistiques ont été collectées. Notons que d'autres informations peuvent également décrire un enregistrement, puisque n'importe quel élément supplémentaire peut être spécifié.

3. <http://www.nsd.org>

Figure 3. Schéma LCDM [Muslim *et al.*, 2016]



Enfin, une autre initiative appelée Learning Context Data Model (LCDM) [Lukarov *et al.*, 2014] a été développée dans le cadre du projet Learning Context⁴. Cette proposition se concentre sur des propriétés d'extensibilité et de mobilité, et adopte une approche centrée utilisateur pour représenter les données d'interaction issues d'environnements mobiles, de plateformes web, etc. Le schéma illustré par la Figure 3 vise à représenter le contexte dans lequel se produisent les interactions, avec une sémantique la plus riche possible. LCDM associe un utilisateur à un ensemble d'événements décrits par, entre autres informations, le nom de l'application à l'origine de l'événement, le type de plateforme utilisée (mobile, Web, ordinateur de bureau), l'estampille horaire, le type d'action réalisée par l'utilisateur, la catégorie de l'événement (privé, professionnel ou académique), et l'entité sur laquelle s'est produit l'événement (par exemple, le titre d'une ressource éducative).

Au-delà de ces initiatives internationales, des standards voient le jour et sont intégrés dans les outils existants ou en cours de développement. Deux principaux standards sont largement utilisés dans les outils de collecte et d'analyse de traces : **xAPI** et **IMS Caliper**.

Experience API, ou xAPI, a vu le jour avec le « Projet Tin Can », en 2013. xAPI, supporté par l'initiative Advanced Distributed Learning (ADL), a été conçu par une communauté de chercheurs, ingénieurs et praticiens pour succéder au standard SCORM, dont l'objectif était de proposer des paquetages capables de structurer des scénarios pédagogiques dans le but de les déployer sur différentes plateformes d'apprentissage en ligne de type Moodle. À l'heure actuelle, la spécification xAPI est utilisée pour capturer les expériences d'apprentissage des utilisateurs sur n'importe quel logiciel de bureau ou fondé sur les technologies du Web : « The Experience API (or xAPI) is a new specification for learning technology that makes it possible to collect data about the wide range of experiences a person has [online and offline]⁵. » xAPI s'appuie sur le paradigme sujet, verbe, complément (« *I did this* » ou « *je fais ceci* », en français, par exemple) pour décrire les expériences d'apprentissage, ou statements, et propose un modèle de représentation des données qui doivent être capturées ; xAPI est une spécification, ce n'est pas un outil ou un logiciel.

4. <http://learning-context.de/>

5. <https://xapi.com/overview/>

En vue de faciliter l'échange et l'interprétation des *statements* xAPI, la communauté xAPI définit des référentiels de vocabulaire extensibles pour décrire les sujets, verbes et compléments spécifiques à un domaine particulier ou à une communauté de pratique ⁶. Ce principe permet de s'assurer que toute application utilise les mêmes termes pour désigner les mêmes artefacts.

Une autre initiative de l'IMS Global Consortium, nommée Caliper Analytics, a été proposée en 2015 pour permettre aux établissements de recueillir des données d'apprentissage dans le but de mieux comprendre et visualiser les données relatant les activités d'apprentissage, et de présenter ces informations aux étudiants et enseignants de manière intelligible, pour améliorer les différents processus d'apprentissage, de conception, de tutorat, etc.

IMS Caliper définit un certain nombre de profils de métriques, chacun d'eux modélisant une activité d'apprentissage ou une activité supportant les processus d'apprentissage. Chaque profil fournit un vocabulaire commun, c'est-à-dire un ensemble de termes et de concepts propres à un domaine particulier, sur lesquels les concepteurs et les développeurs d'applications peuvent s'appuyer pour décrire de façon uniforme les interactions des utilisateurs. L'annotation d'un document, la lecture d'une vidéo, la réalisation d'un questionnaire ou la notation d'un devoir sont quelques exemples des nombreuses activités ou événements que les profils d'IMS Caliper tentent de décrire ; la liste exhaustive des profils disponibles peut être consultée en ligne ⁷.

Les données xAPI ou IMS Caliper collectées sont ensuite enregistrées dans des systèmes appelés Learning Record Store, qui font l'objet de la section suivante.

Comme on peut le constater, la préparation du jeu de données est une étape incontournable des Learning Analytics. Il existe un certain nombre de propositions concernant le type d'informations à modéliser (modèle de l'utilisateur, modèle d'activité...). Ces propositions servent souvent de guide dans les prototypes construits, afin de faire une sélection des informations importantes. En parallèle avec ces propositions, les outils informatiques nécessitent de prendre en compte un format de stockage des données. Pour cela, plusieurs options sont possibles mais le plus souvent, l'utilisateur doit convertir ses données dans un format un minimum standardisé. Des outils comme ktBS ou UTL permettent l'importation de traces dans différents formats (CSV, XML, JSON) ; d'autres, comme UnderTracks, se basent sur des systèmes de gestion de bases de données classiques (SQL). Les logiciels de statistiques plus généralistes fonctionnent aussi avec l'importation de formats standards.

Enfin, des initiatives autour de la norme xAPI, exprimée en JSON, ont été proposées (comme CSVtoXAPI), qui facilitent la conversion vers xAPI. Toutefois, chacun de ces outils nécessite l'identification des informations et la mise en forme dans les formats standards (CSV, XML, JSON). Pour réaliser la préparation des données, le logiciel professionnel Talend aide par exemple à l'extraction et la conversion des informations, avec des processus plus ou moins automatisés.

STOCKER LES DONNÉES

Les données collectées, pour être analysées par la suite, peuvent être stockées au sein des systèmes d'apprentissage ou dans des dépôts de données externes. Les travaux actuels de la communauté, francophone et internationale, vise à proposer des dépôts de données spécifiques aux données d'apprentissage.

Un **LRS (Learning Record Store)** est un composant essentiel de l'interopérabilité des activités d'apprentissage. C'est le dépôt dans lequel sont stockées les traces d'apprentissage, ici appelées *statements*, et il est le garant du respect du standard choisi, comme xAPI ou Caliper. Ces *statements* peuvent provenir de différents systèmes s'ils sont autorisés sur le LRS.

6. <http://xapi.vocab.pub/>

7. www.imsglobal.org/caliper-analytics-v11-profiles-summaries

Ces standards étant ouverts à l'extension, il est nécessaire de convenir des vocabulaires à respecter entre tous les systèmes nourrissant et interrogeant le LRS, pour obtenir un minimum d'interopérabilité entre ces systèmes.

Les *statements* stockés dans un LRS ont vocation à être accessibles et interrogeables via des API, grâce à des outils tiers autorisés tels que des LMS (Learning Management System) ou des outils d'analyse et de fouille de données. Du fait de ce mode de fonctionnement, le LRS est souvent utilisé de façon asynchrone, pour produire des analyses, bilans, statistiques, voire de la recommandation.

Mais certains exploitent aussi le LRS pour déclencher directement des actions en fonction des *statements* observés, ce qui permet de mettre le LRS et les *statements* au cœur des fonctions de tous les outils gravitant autour.

Un LRS peut également avoir la charge d'agréger et d'analyser directement les *statements* pour les rendre plus simplement exploitables dans des tableaux de bord ou des outils d'analyse de traces de plus haut niveau.

Aujourd'hui, il existe des solutions de LRS en mode SaaS⁸ qui permettent une mise en place très rapide, avec peu d'expertise informatique. Il convient toutefois de garder à l'esprit que les *statements* intègrent souvent dans leur contenu l'identité de l'utilisateur, ce qui pose d'évidentes questions de confidentialité lorsque le LRS est hébergé chez un partenaire. Mais ceci reste vrai pour des versions On-Premise⁹ : en cas d'intrusion, des données à caractère personnel peuvent être exposées et exploitées. Différentes solutions permettent de s'en prémunir, comme l'anonymisation systématique des *statements* émis.

ANALYSER LES JEUX DE TRACES

De nombreux travaux se concentrent sur l'étape d'analyse à proprement parler, en suivant des approches différentes et en visant des publics différents.

Outils généralistes de statistique

Une première approche consiste à utiliser des outils généralistes de statistique (R, SAS, Stata, SPSS, SPAD, etc.) pour la mise en œuvre de méthodes couramment utilisées dans le champs des sciences humaines, autrement dit des outils non spécifiques de l'analyse de données de type traces. Ces outils permettent principalement d'analyser des données tabulaires, mais certains d'entre eux donnent également la possibilité d'analyser des données séquentielles, ce qui requiert alors l'utilisation de méthodes spécifiques de ce format. Ces outils se distinguent d'outils plus orientés, tels les logiciels conçus prioritairement pour les données issues de sondages (ergonomie facilitant la lecture des variables à choix multiples, utilisation de poids de sondage, de sous-populations, etc.), ou encore des logiciels dédiés à l'analyse statistique de corpus textuels (basés sur la fréquence de cooccurrence de mots ou sur la fréquence de champs sémantiques), etc.

Avec les outils généralistes, pour les analyses statistiques classiques, les traces recueillies doivent se présenter au format « standard » de ces outils, à savoir sous forme de tables de données croisant en ligne des individus statistiques et en colonne des variables [aussi appelées « descripteurs, caractéristiques »]. Dès lors, que ce soit directement, si le format convient, ou après transformation [prétraitements avant l'importation des données], ces outils permettent d'appliquer un ensemble de méthodes de traitement (recodages, création de nouvelles variables, etc.) et de méthodes d'analyse.

8. Le logiciel en tant que service, ou Software as a Service (SaaS), est un modèle d'exploitation commerciale des logiciels dans lequel ceux-ci sont installés sur des serveurs distants plutôt que sur la machine de l'utilisateur. Les clients ne paient pas de licence d'utilisation pour une version, mais utilisent librement le service en ligne ou, plus généralement, payent un abonnement.

9. À l'inverse des solutions SaaS, les logiciels en version On-Premise sont installés directement sur la machine de l'utilisateur.

Parmi les méthodes d'analyse, il s'agit principalement :

- > de **décrire** les caractéristiques de l'ensemble des individus statistiques ou de sous-populations en résumant chaque variable isolément (tris à plat, moyenne, médiane...), deux variables simultanément (corrélation, tri-croisés) ou encore trois variables et plus, simultanément. Dans ce dernier cas, les analyses factorielles de type analyse en composantes principales (variables quantitatives) ou analyse factorielle des correspondances (variables qualitatives) visent à restituer le meilleur résumé, notamment visuel, des proximités entre variables d'une part, et entre individus d'autre part ;
- > de **comparer** des sous-populations (tests de comparaison de moyennes, de comparaison de distributions, etc.) ;
- > de **classer** les individus au regard d'un ensemble de variables par classification supervisée [analyse factorielle discriminante, arbres de décision...], le principe étant de définir, à partir d'un échantillon d'apprentissage, les règles discriminant au mieux les individus de sorte de pouvoir classer de nouveaux individus, ou bien de regrouper les individus par classification non supervisée [classification ascendante hiérarchique, méthode des centres mobiles...], afin de constituer des groupes homogènes, appelés « profils ou classes », à l'aide d'une distance calculée entre individus [distance tenant compte des différentes variables de l'analyse]. Une fois les profils obtenus, l'interprétation du résultat passe par une synthèse, produite par l'analyste, des caractéristiques qui confèrent une homogénéité interne aux profils et, inversement, une hétérogénéité entre profils ;
- > de **modéliser** une variable au regard d'un ensemble d'autres variables. Les modèles de régression se déclinent en différentes familles de modèles répondant à différents contextes d'analyse [selon le type et la distribution des variables]. Parmi les modèles courants, on peut citer l'analyse de la variance (ANOVA), qui vise à déterminer si une ou plusieurs variables qualitatives [on parle souvent de « facteurs » ou « conditions » dans le cas d'expérimentations] sont influentes sur une variable quantitative.

Parmi les méthodes visant à modéliser une caractéristique, on peut distinguer deux objectifs, non exclusifs l'un de l'autre.

- > Expliquer : les modèles de régression linéaire multiple, par exemple, permettent de déterminer, pour une caractéristique cible [à expliquer], quelles sont les caractéristiques explicatives, ou autrement dit influentes, sur les valeurs de la caractéristique cible, et celles qui ne le sont pas ; d'évaluer l'effet d'une caractéristique, toutes autres caractéristiques étant égales par ailleurs, et de définir le poids de chacune des caractéristiques influentes du modèle. Pour aller plus loin, afin de tenir compte du contexte dans lequel se trouvent les individus [par exemple la classe, l'établissement ou un autre contexte d'apprentissage], les modèles multiniveaux permettent d'intégrer à la fois des variables descriptives du contexte [niveau 2] et des variables descriptives des individus [niveau 1], afin de modéliser une variable mesurée sur les individus [niveau 1].
- > Prédire : les arbres de décision, parmi les méthodes d'apprentissage supervisé, donnent hiérarchiquement les descripteurs les plus discriminants d'une variable cible, le résultat étant produit sous forme schématique d'arborescence facilitant la lecture du résultat. Ces méthodes permettent notamment de prévoir la valeur de la caractéristique cible pour un nouvel individu dont on connaît les valeurs des différents descripteurs.

Lorsque les données recueillies par les outils d'apprentissage retracent l'activité **séquentiellement**, c'est-à-dire sous la forme d'une **suite ordonnée d'actions**, certains outils généralistes de statistique permettent de déployer des méthodes, en particulier les méthodes d'appariement optimal [Lesnard *et al.*, 2006], visant à classer les séquences, et par extension les individus, en fonction de la suite d'éléments qui composent les séquences. Il s'agit d'une méthode de classification non supervisée utilisant une distance entre séquences deux à deux. Cette distance est établie en paramétrant le coût d'une insertion, d'une suppression et d'une substitution, afin de calculer pour chaque paire de séquences le coût total des modifications nécessaires pour rendre les deux séquences identiques. Une fois les profils obtenus, l'homogénéité des séquences regroupées dans un

profil peut ensuite être visualisée à l'aide de chronogrammes [ou « Time Lines »] et décrite au regard des actions les plus fréquentes, des patterns d'actions, etc.

Le format séquentiel des données n'exclut cependant pas le passage vers des données tabulaires calculées à partir des séquences [on parlera alors de « données agrégées »] afin d'obtenir des descripteurs de celles-ci [le nombre d'actions d'un type donné, la durée des séquences...], puis l'application des méthodes statistiques classiques énoncées ci-dessus.

Concernant la démarche globale de l'analyste, elle peut avoir une visée exploratoire et/ou confirmatoire, à savoir une découverte préliminaire de la distribution des données pour procéder ensuite à leur description multidimensionnelle [par exemple, la recherche de profils sans modèle a priori], et/ou une mise à l'épreuve de modèles théoriques ou d'hypothèses de recherche. Pour une partie des méthodes statistiques, elles requièrent une mise en œuvre par des spécialistes.

Pragmatiquement, même si un ensemble de calculs peut être opéré à l'aide de scripts, cette approche se distingue de celle utilisant des algorithmes automatiques car l'utilisation des outils généralistes implique une progression pas à pas dans l'analyse. En effet, les résultats obtenus au fil de l'analyse ont une incidence sur les choix suivants de méthodes, choix de paramétrages et de spécification des modèles. Les deux approches répondent à des objectifs différents.

Algorithmes automatiques

Une autre approche consiste donc à utiliser des algorithmes automatiques d'analyse de traces, afin d'obtenir des informations qui sont soit exploitées automatiquement par des systèmes, soit affichées aux différents acteurs.

Ainsi, Laalys [Muratet *et al.*, 2016] est un outil d'analyse reposant sur un réseau de Pétri, qui permet d'associer des étiquettes pédagogiques aux actions des élèves et calcule un score à partir de ces étiquettes. Ces dernières renseignent les enseignants sur le comportement d'un élève. Le principe de cet algorithme d'étiquetage est de fournir des informations sémantiques en caractérisant les écarts détectés entre la résolution de l'élève et celles préconisées par les enseignants. Le résultat de l'analyse est alors affiché aux enseignants via une interface graphique.

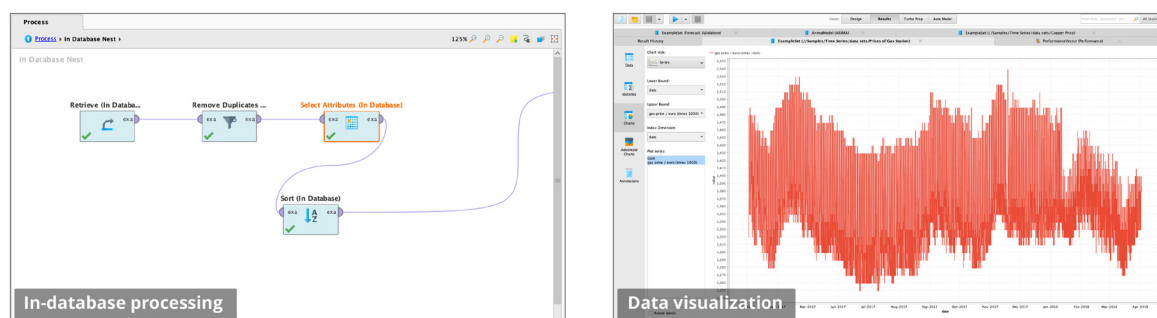
Autre exemple, T-Store [Zarka *et al.*, 2013] est un système de gestion des traces [SBT] qui gère le stockage, la transformation et l'exploitation des traces collectées par des applications externes. Pour exploiter les traces, des transformations sont utilisées. T-Store fournit des fonctions de transformation prédéfinies, ainsi qu'une transformation personnalisée basée sur les automates à états finis. Ces transformations permettent d'extraire des connaissances qui sont ensuite exploitées pour fournir de l'assistance aux utilisateurs finaux, et notamment des recommandations.

D'autres travaux utilisent des algorithmes automatiques, mais en laissant l'analyste intervenir dans le paramétrage de l'algorithme. Ainsi, DisKit [Fuchs, 2018] permet d'extraire des connaissances présentes dans les traces via l'utilisation de l'algorithme dmt4sp [Mannila *et al.*, 1997]. Cet outil permet d'extraire des motifs décrivant des séries d'événements selon des contraintes, pouvant être ajustées par l'analyste, concernant le nombre minimum d'occurrences des motifs, sur leur taille...

Les outils d'analyse des données pédagogiques proposés par les professionnels de l'éducation sont souvent intégrés dans les solutions d'apprentissage proposées. Nous présentons ici deux outils dédiés à l'analyse des données, outils externes aux plateformes d'apprentissage.

- > R¹⁰ est un logiciel de statistique libre. Plus précisément, il s'agit d'un langage et d'un environnement informatiques de calcul statistique. Il est couramment utilisé dans le domaine de la recherche, et plus globalement par les statisticiens. Comme tout logiciel d'analyse statistique, il permet de traiter des fichiers de données [importer, exporter, fusionner des fichiers de données, etc.], de traiter des données [création, recodage, fusion de variables, etc.], d'appliquer des méthodes d'analyses [statistique descriptive, inférentielle, modélisation, text-mining, etc.] et de produire des graphiques [diagrammes, histogrammes, nuages de points, plans factoriels...]. L'outil étant enrichi par un grand nombre de contributeurs, il permet de mettre en œuvre un très grand nombre de méthodes d'analyses. Ces méthodes sont disponibles au travers de bibliothèques : huit sont disponibles au moment de l'installation, et de très nombreuses autres sont téléchargeables [plus de 13 000 packages], donnant accès à des développements récents d'analyses. Son utilisation passe par la succession d'opérations et d'appels de fonctions en lignes de commande, et donne la possibilité de créer des scripts pour l'automatisation de calculs. Ainsi les fonctions, les méthodes et les graphiques sont largement paramétrables. En ce sens, R se différencie des outils basés sur le « clic-boutons ». Pour aller plus loin dans l'interopérabilité, l'environnement permet l'appel de code écrit dans les langages C, C++ et Fortran, ainsi que l'appel d'objet R à l'aide du langage C.
- > RapidMiner¹¹ est à la fois un logiciel Open Source gratuit, et un produit commercial, destiné à la recherche d'informations dans des données de type textes ou images. Contrairement à R, tous les outils sont proposés via des interfaces graphiques. RapidMiner propose des fonctionnalités de Data Mining et de Machine Learning, dont la préparation de données [chargement, transformation, prétraitement], la visualisation des données (cf. Fig. 4), leur modélisation, l'apprentissage automatique, l'exploration de texte et l'analyse prédictive. Les processus d'analyse des données peuvent être construits à partir d'opérateurs décrits dans des fichiers XML qui se combinent les uns aux autres, au sein d'une interface graphique (cf. Fig. 4).

Figure 4. RapidMiner



Langage dédié : du langage informatique à la langue naturelle

Une autre approche consiste à utiliser un langage dédié à la manipulation des traces. Ainsi, l'environnement UTL (Usage Tracking Language) [Iksal, 2011 ; 2012] a été conçu pour la conception et l'opérationnalisation d'indicateurs prescrits. Il est nécessaire dans ce contexte de savoir ce que l'on souhaite observer et pour quelle raison. Ensuite, cet environnement permet la description des données d'analyse ainsi que de leurs règles de calcul dans un format indépendant de toute plateforme d'apprentissage. Cette solution facilite la réutilisation des descriptions dès lors que les éléments sur lesquels sont basées les analyses existent dans les traces importées. UTL est composé d'un éditeur web pour les données, d'un calculateur pour l'opérationnalisation ainsi que de connecteurs permettant l'élaboration de tableaux de bord.

kTBS [*kernel for Trace-Based Systems*] [Champin *et al.*, 2013] est une implémentation de référence Open Source d'un système à base de traces modélisées (SBTm). La notion centrale des SBTm est celle de trace modélisée, définie comme une liste d'éléments observés, appelés « obsels ». Chaque obsel est décrit par un type, un ensemble d'attributs, et deux estampilles

10. De nombreux ouvrages sur R ont été publiés et autant de tutoriels en accès libre permettent de découvrir et/ou approfondir le langage R. Site du projet :

www.r-project.org/

11. <https://rapidminer.com/>

temporelles début et fin, délimitant l'intervalle durant lequel cet obsel a pu être observé. Chaque trace est associée à un modèle de traces, qui spécifie les types d'obsels que la trace peut contenir, ainsi que les attributs de chaque type d'obsels. Ainsi, le modèle de traces permet d'explicitier la structure et la sémantique sous-jacente d'une trace. Cette connaissance est capitalisable, puisque plusieurs traces décrivant des activités similaires peuvent faire référence au même modèle. Le kTBS utilise le modèle de données RDF¹², qui offre la flexibilité nécessaire pour représenter les traces modélisées selon divers modèles de traces. kTBS fournit un ensemble d'opérateurs de transformation, depuis les simples filtres jusqu'à des réécritures complexes spécifiées en SPARQL¹³. Il permet également la définition d'opérateurs personnalisés. Tous ces opérateurs sont à coder en utilisant le langage RDF.

Une autre approche consiste à exploiter la langue naturelle pour interroger les données et ainsi permettre à des analyses non-informaticiens d'interroger le système à base de traces. Ainsi, SPARE-LNC [pour SPARql REquest en langage naturel contrôlé] [Kong Win Chang *et al.*, 2015] est un langage dont l'objectif est de proposer une alternative au SPARQL pour interroger les traces stockées dans le système à base de traces kTBS. Ce langage est guidé par une grammaire algébrique ayant comme base soit la langue française, soit la langue anglaise. L'entrée de l'utilisateur est analysée dans son intégralité via l'ensemble de règles composant la grammaire. L'ordre des règles n'est pas absolu, permettant certaines libertés. On peut différencier dans la définition de la grammaire deux groupes de règles. Le premier groupe permet la création de phrases exprimant des conditions sur des éléments à récupérer dans les traces. Le deuxième permet la définition de phrases gérant les éléments récupérés, par exemple en opérant des calculs ou des sélections sur ce qui est récupéré. Le langage utilisé pour requêter la base est alors composé d'un ensemble de ces phrases qui satisfont la grammaire proposée. Chacune de ces phrases correspond ainsi à une sous-requête du langage, formant un texte qui décrit les données à récupérer en énonçant un ensemble de contraintes et un ensemble d'actions à réaliser. Cet ensemble de phrases est ensuite traduit automatiquement en SPARQL pour interroger la base de traces.

Outils graphiques

Une dernière approche consiste à fournir des **outils de manipulation graphique** des traces. Ainsi, DDART [Michel *et al.*, 2017] permet aux étudiants et aux enseignants utilisant Moodle de combiner des traces hétérogènes puis, via une interface graphique, de concevoir des indicateurs en choisissant les entités (les éléments sur lesquels se font les calculs) ; les types de données (fréquence, intervalle de temps, contenu, description) liées aux entités ; les types de calculs ; et enfin, les types de visualisations. La spécification de tout nouvel indicateur provoque un affichage direct du visuel de l'indicateur. Ce calcul dynamique permet à l'utilisateur d'adapter facilement la conception de l'indicateur pour atteindre la forme voulue. D'autres travaux se concentrent sur la proposition de tableaux de bord dynamiques.

SBT-IM [système à base de traces pour le calcul d'indicateurs sur la plateforme Moodle] [Djouad *et al.*, 2011] est un système à base de traces [SBT] spécifique dédié à la définition d'indicateurs d'activité collaboratifs et individuels dans les activités de la plateforme collaborative Moodle¹⁴. SBT-IM permet de définir un indicateur et de choisir une visualisation en présentant à l'auteur un système de renseignement d'informations progressif, des informations générales aux informations détaillées, sur le calcul de l'indicateur en cours de définition. Le parcours des traces se fait via une suite de tableaux affichant les données filtrées par opérations successives.

Abstract [Georgeon *et al.*, 2012] est une application web proposant des outils graphiques de manipulation des traces pour l'analyse de l'activité humaine en temps réel. L'objectif est de pouvoir mener une analyse de traces d'activité pour la modélisation cognitive de l'utilisateur. L'outil propose différentes fonctionnalités : un éditeur d'ontologie pour spécifier les modèles

12. www.w3.org/RDF/

13. www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/

14. https://moodle.org/?lang=fr_fr

des différentes traces, un éditeur de transformation pour spécifier différentes règles de transformations applicables aux traces, un moteur de transformation, un système de visualisation des traces et du résultat des transformations et, enfin, un outil de requêtes pour rechercher des occurrences de schéma dans les traces.

kTBS4LA [kTBS for Learning Analytics] est une surcouche de kTBS permettant l'interprétation des traces et la manipulation des concepts manipulés dans le kTBS, sans nécessité de connaissance en langage de programmation. Cette application web capitalise les travaux proposés par Samotraces¹⁵ et SamotracesMe [Derbel *et al.*, 2015] sur la visualisation de traces multi-vues, multi-échelles et multi-sources, réexploite la collection de composants web de Taaabs¹⁶ pour manipuler et visualiser graphiquement les traces contenues dans un kTBS, et intègre le langage SPARE-LNC [Kong Win Chang *et al.*, 2015]. Pour analyser les traces d'interaction issues d'un EIAH, un utilisateur de kTBS4LA procédera en plusieurs étapes. Il doit tout d'abord importer les traces issues de cet EIAH dans kTBS4LA, ce qui lui permet également de définir le modèle des traces pour une situation correspondante à l'usage de cet EIAH. Il peut ensuite explorer les traces importées à l'aide de différents outils de visualisation, et créer de nouvelles traces modélisées permettant de mieux comprendre l'activité des apprenants.

D3KODE [Champalle *et al.*, 2016] [*Define, Discover and Disseminate Knowledge from Observation to Develop Expertise*] est une plateforme web adossée à kTBS dans un but de réutilisation et de partage de connaissances d'analyse de traces numériques. L'interface de D3KODE s'adresse à des utilisateurs non informaticiens et a donc été conçue de manière à faciliter l'analyse de traces numériques en dégageant l'utilisateur des notions techniques du kTBS. Les fonctionnalités du prototype permettent aux utilisateurs d'importer des données de bas niveaux et de les transformer en informations de plus hauts niveaux. Le résultat est présenté sous la forme d'une synthèse visuelle sur plusieurs niveaux d'abstraction, où chaque « observation » d'un niveau N est reliée à ses origines dans le niveau N-1. Les niveaux sont construits via des règles créées au travers d'une interface dédiée. Les règles créées sont réutilisables, et donc partageables, entre utilisateurs. La synthèse visuelle est interactive et permet à un analyste d'accéder aux informations de chaque niveau, règle et observation en cliquant sur le point qui l'intéresse.

UnderTracks [Bouhineau *et al.*, 2013] est un outil d'assistance à la création de processus d'analyse qui permet de guider les choix d'opérateurs en fonction de vues sur les données. Il permet l'import et le stockage des traces, la gestion des opérateurs d'analyse ainsi que la construction visuelle des processus d'analyse et la représentation graphique des résultats. Toutefois, les données produites ne sont pas persistantes, et nécessitent donc d'être recalculées chaque fois que l'on souhaite les réexploiter.

VISUALISER LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Présenté en introduction de ce rapport, le cycle d'analyse de traces passe par plusieurs étapes : collecte, analyse, visualisation des traces et des résultats produits par l'analyse [Fayyad *et al.*, 1996 ; Clow, 2012 ; Stamper *et al.*, 2011]. La majeure partie des outils cités dans cet état de l'art permet de parcourir une grande partie de ce cycle. Tous ne possèdent cependant pas une « visualisation graphique » qui se prête à l'analyse des traces et/ou à la compréhension des comportements des apprenants dans les EIAHs.

Les outils retenus dans cette section, possèdent une visualisation graphique des traces « intégrée » [et non externe] : Abstract, D3kode, DDART, kTBS4LA, Travis, SBT-IM, Tatiana, UnderTracks, Lab4CE, Emoda et Transmute. Nous avons donc fait le choix d'exclure de cette section tous les outils qui ne possèdent pas d'aspect visualisation graphique autre que textuelle, tels Laalys ou UTL par exemple.

15. Le projet Samotraces : <http://sourceforge.net/projects/samotraces/>

16. Le projet TAAABS : <https://projet.liris.cnrs.fr/sbt-dev/tbs/doku.php/tools:taaabs>

En matière de visualisation graphique, parmi les outils cités dans cette section, il est possible de distinguer deux catégories d'applications :

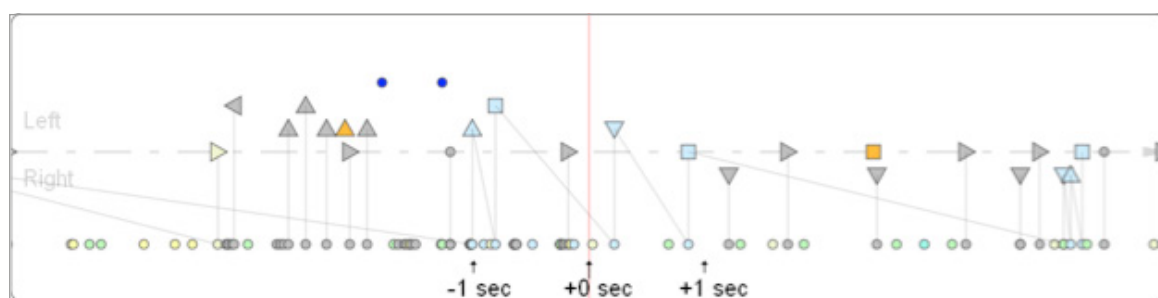
- > les outils d'exploration « généralistes » de traces numériques non exclusivement dédiés aux Learning Analytics, mais dont l'utilisation est aussi possible et avérée dans d'autres contextes ;
- > les outils de type « tableau de bord », conçus spécifiquement pour les traces numériques provenant d'EIAHs. Ils possèdent un panel d'indicateurs graphiques élaborés pour « observer » l'activité suivant plusieurs orientations. Ils ciblent les apprenants et/ou les enseignants/tuteurs.

Outils d'exploration généralistes

Parmi les formes de visualisation graphique les plus représentatives et les plus courantes des outils « généralistes », la « Time Line ¹⁷ » est la plus récurrente. Il en existe plusieurs variantes, parfois associées avec d'autres visualisations graphiques plus classiques, tels des histogrammes ou des camemberts.

Abstract [Georgeon *et al.*, 2012] propose une visualisation unique d'une seule trace numérique dans une optique d'analyse et de découverte de l'activité. La trace représentée est soit une trace première [avant transformation], soit une trace abstraite [transformée] avec des liens « origines » entre ses observés. Abstract est tourné en direction de l'analyste et n'est pas dédiée exclusivement aux traces d'EIAHs.

Figure 5. Visualisation d'Abstract



Dans la lignée d'Abstract, D3KODE possède une Time Line plus riche [Champalle *et al.*, 2016]. La représentation est interactive et plusieurs niveaux d'abstraction peuvent être représentés. D3KODE est tourné sur la capitalisation et le partage des connaissances d'analyses ; la traçabilité et la réutilisation des connaissances de transformations [abstractions] mobilisées sont plus développées. Cette traçabilité permet aux utilisateurs de comprendre comment les niveaux d'abstractions et leurs observés sont construits.

Transmute [Barazzutti *et al.*, 2016] est une interface graphique interactive et personnalisable conçue pour assister l'interprétation de traces et la découverte de connaissances. La visualisation des traces se présente sous la forme d'une Time Line assez classique [dans la lignée d'Abstract et de D3KODE], qui permet de visualiser très rapidement la trace « en cours » et la trace « transformée » par l'analyste. La figure suivante présente l'interface de Transmute couplée à Diskit, une application orientée fouille de données.

¹⁷. Une Time Line est une représentation symbolique des événements sur un axe temporel horizontal qui permet d'explorer la dimension temporelle des données sur une période de temps qui peut être ou non paramétrée (min, heure, jour, mois...).

Figure 6. Interface de Transmute



kTBS4LA est une plateforme web d'analyse de traces dont l'objectif est de faciliter la manipulation graphique des données collectées ainsi que leur visualisation rapide. La vue principale des données est une Time Line dont l'organisation graphique des observés en « colonne » permet une vue « en profondeur » de l'activité, tout en conservant un aperçu global sur une période de temps importante. Pour compléter l'analyse, kTBS4LA propose aussi l'emploi d'autres indicateurs, tels des histogrammes et des camemberts [Casado *et al.*, 2017].

Tatiana [Dyke *et al.*, 2010], outil d'analyse graphique de traces conçu pour des chercheurs en sociologie, exploite aussi le principe de Time Line pour présenter les interactions médiatisées et assister leur analyse.

Figure 7. Chronotime dans l'outil Tatiana

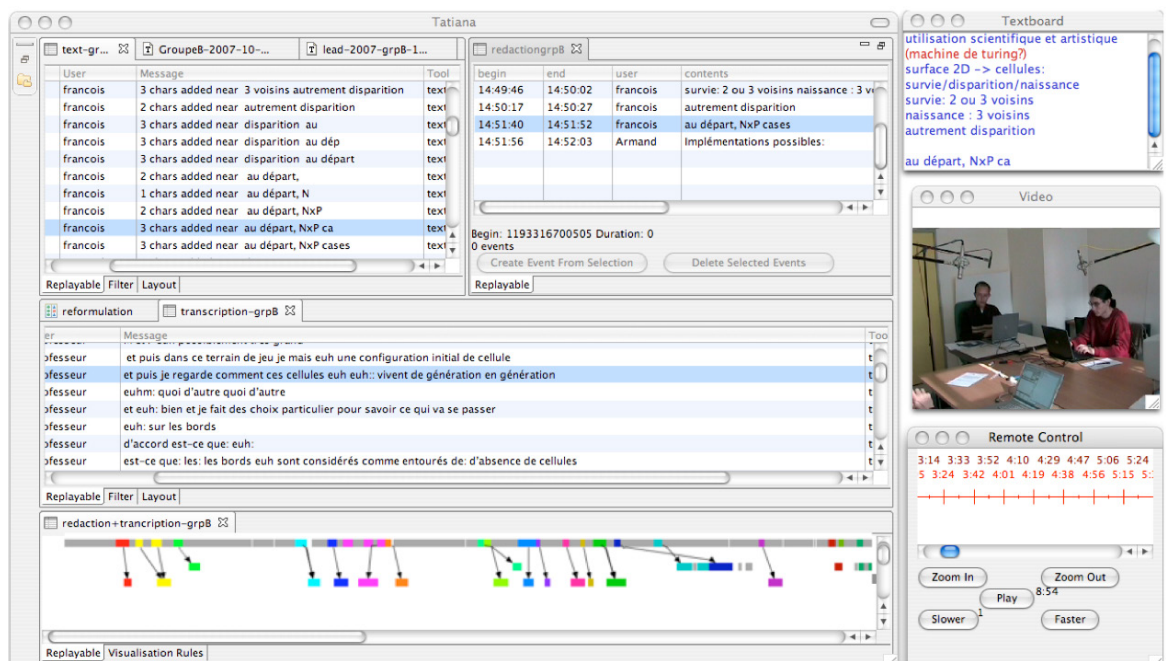
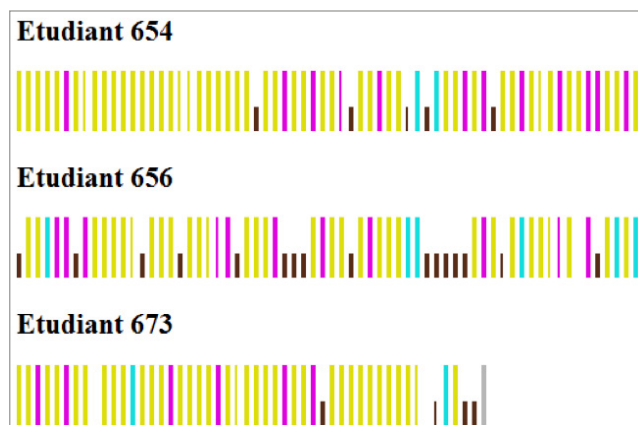


Figure 8. Comparaison de plusieurs traces dans UnderTracks



UnderTracks [Bouhineau *et al.*, 2013] est un outil d'analyse « généraliste » basé sur la plateforme Orange. Dédié à l'origine à la capitalisation de processus d'analyse de traces d'apprenants, il peut être utilisé pour d'autres contextes. UnderTracks propose un panel extensible de visualisations graphiques, dont un pattern de type Time Line offrant notamment la possibilité de comparer plusieurs traces d'activités.

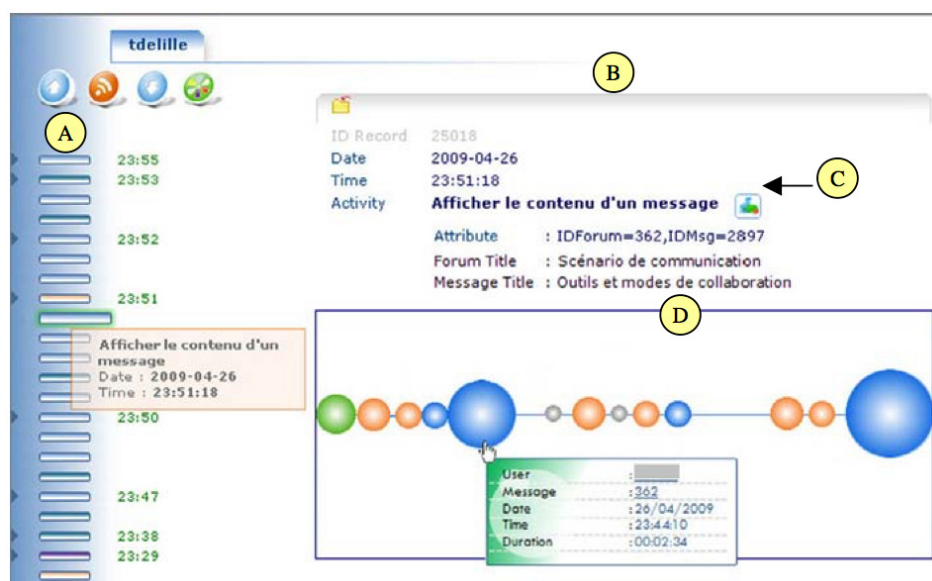
Outils type « tableau de bord » dédiés aux EIAHs

Les outils de types « tableaux de bord » sont dédiés à l'analyse de traces numériques provenant de plateformes d'apprentissage spécifiques. Ils possèdent un panel d'indicateurs graphiques élaborés pour « observer » l'activité suivant plusieurs facettes. Les utilisateurs cibles peuvent être les apprenants, dans un but réflexif, et/ou les tuteurs dans un but de compréhension et/ou de régulation de l'activité d'apprentissage.

Travis [May *et al.*, 2011] est un outil d'analyse de forums dédié à la plateforme Moodle. Il utilise les traces numériques de Moodle afin de proposer à l'enseignant une vue d'ensemble interactive des échanges et consultations du forum par les élèves. Travis propose plusieurs indicateurs :

- > une Time Line conçue pour faciliter l'exploration des échanges du forum, avec des bulles plus ou moins importantes selon le nombre de messages échangés dans un fil de discussion ;
- > plusieurs indicateurs statistiques pour visualiser l'activité individuelle des étudiants sur le forum.

Figure 9. Interface de Travis et la Time Line des échanges dans un forum



SBT-IM [Djouad *et al.*, 2011] permet de collecter des traces à partir des plateformes d'apprentissage Moodle dans le but de créer des indicateurs pour analyser les traces d'activités des étudiants sur la plateforme. SBT-IM permet la création et la réutilisation d'indicateurs ainsi que plusieurs visualisations graphiques interactives de l'activité. L'activité des étudiants peut par exemple être visualisée chronologiquement, mais aussi sous forme d'indicateurs plus classiques, de type histogramme ou camembert.

Lab4ce [Broisin *et al.*, 2017a ; Broisin *et al.*, 2017b] est une plateforme web munie d'un ensemble de fonctionnalités supports à l'apprentissage et d'un outil de visualisation en direction du tuteur et des apprenants. Lab4ce propose plusieurs types de visualisations graphiques, principalement réflexives :

- > **comparaison sociale** : un ensemble de barres de progression qui reflète le niveau de performance des apprenants par un code couleur ;
- > **réflexion a posteriori de l'activité d'apprentissage** : une Time Line permettant aux apprenants d'analyser en détail leurs propres actions ainsi que celles de leurs pairs. Pour chaque ressource sélectionnée, une chronologie des instructions exécutées est représentée. Chaque nœud de la chronologie représente une instruction ; celui-ci est coloré selon sa justesse technique, tandis que le détail de l'instruction apparaît dans un simili-terminal lorsque le curseur est positionné sur le nœud correspondant ;
- > **analyse des stratégies mises en œuvre** : un indicateur de type Time Line permet aux apprenants de visualiser l'évolution des stratégies qu'ils mettent en œuvre tout au long de la réalisation des activités d'apprentissage.

EMODA [Ez-Zaouia, Lavoué, 2017] est un tableau de bord conçu pour aider les enseignants engagés dans des formations en ligne pour l'apprentissage des langues. La particularité de l'approche EMODA réside dans son ambition de détecter les émotions des apprenants pour faciliter le lien entre les enseignants et les apprenants à distance. EMODA adopte une approche multimodale et considère quatre sources de données : audio, vidéo, self-report et traces d'interaction. Les données audio et vidéo correspondent aux échanges de communication enregistrés lors des séances. Les données de self-report sont renseignées par l'apprenant avant et après la séance. Les traces d'interactions sont utilisées pour qualifier les actions liées à des émotions particulières au cours de l'activité. EMODA propose des résultats sous forme d'indicateurs discrets, bi ou multidimensionnels. La visualisation des émotions est transmise à l'enseignant au travers d'un tableau de bord avec différents formats de visualisation : histogrammes, émoticônes, courbes d'évolution temporelle, images significatives de la séance.

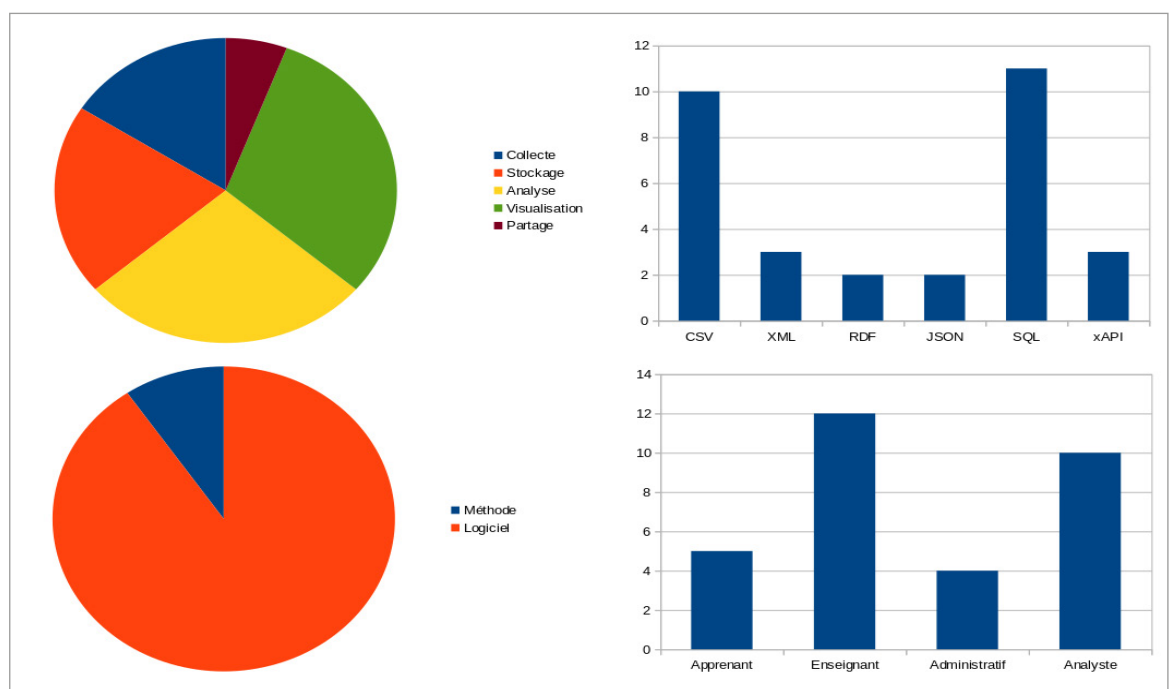
DDART [Michel *et al.*, 2017], pour *Dynamic Dashboard Based on Activity and Reporting Traces*, est à la fois un outil de reporting et de monitoring. L'approche de DDART est centrée apprenant, dans un contexte *Project-Based Learning* (PBL). L'objectif est d'aider les apprenants à collecter, analyser et visualiser les traces significatives de leurs activités par eux-mêmes. DDART peut s'intégrer à un ENT conçu avec Moodle. Son intégration offre, en complément des outils de gestion du travail collaboratif (forum, chat, wiki...) de Moodle, deux outils de planification et de suivi de l'activité des élèves et du groupe :

- > le *reporting tool* permet de spécifier différents objectifs à atteindre, de décrire comment l'activité se réalise ou de juger la qualité de la réalisation intrinsèque. Les élèves peuvent ainsi collecter des éléments d'information sur leur activité, gérer leurs rapports d'activité, les modifier a posteriori ou faire des commentaires généraux sur les contextes des activités. Ils peuvent également lire et commenter les rapports des autres élèves du groupe, ce qui est très utile pour que l'élève se situe par rapport au groupe et puisse aussi prendre du recul sur son activité ;
- > le *dashboard* offre une vue globale sur des indicateurs de suivi des activités rapportées et des activités réalisées avec les outils de l'ENT. Il permet ainsi de suivre qui travaille sur quoi, combien de temps, quel est le jugement des uns et des autres... Ces indicateurs sont créés dynamiquement par les élèves ou l'enseignant, en fonction des besoins du projet pédagogique.

Synthèse des outils étudiés

Une analyse détaillée [cf. Fig. 10] des outils que nous avons étudiés montre que les outils sont essentiellement des logiciels et que l'analyse des données et leur visualisation représentent plus de 50 % des outils disponibles. Le public visé est en priorité les enseignants et les analystes, ce qui s'explique par le fait que les analyses sont souvent réalisées en fonction du besoin des enseignants d'observer le déroulement de leur situation d'apprentissage. Pour les analystes, cela est dû principalement au fait que de nombreux outils ont été conçus dans le cadre de la recherche et de travaux de chercheurs en analyse de données. Ces analyses souvent complexes, nécessitent au préalable un travail de la part de spécialistes des données. Enfin, concernant les formats de données pris en charge, nous retrouvons les formats classiques des plateformes de formation, c'est-à-dire le stockage en interne dans les bases de données (SQL) et les formats d'import/export, avec notamment le CSV. Ce bilan démontre qu'il reste un travail conséquent à mener sur l'interopérabilité et l'utilisation d'environnements standardisés comme xAPI, le partage de résultats et leur réutilisabilité, ainsi que la prise en compte des autres usagers, comme les apprenants.

Figure 10. Analyse des 21 outils étudiés (outils issus de la recherche française)



Perspectives en matière de modèles et d'outils pour les Learning Analytics

Les travaux menés dans le cadre des Learning Analytics sont assez variés et couvrent toute la chaîne de traitement des données. Toutefois de nombreuses étapes restent encore à mettre en œuvre afin notamment de diffuser, d'exploiter et d'étendre ces résultats. En effet, les travaux menés dans le cadre du projet ANR HUBBLE [Luengo *et al.*, 2019] ont cherché à aider la capitalisation et le partage des processus d'analyse. Au travers de leur outil, il est possible de décrire les processus et aussi d'obtenir toutes les informations afin de réutiliser ceux déjà saisis. Un autre enjeu lié à ce projet consiste à travailler sur l'adaptation des processus d'analyse en fonction des différentes plateformes et des formats de données utilisés. Les étapes de prétraitement et d'intégration étant coûteuses, il est nécessaire de trouver des solutions facilitant cette réutilisation.

La production de Learning Analytics soulève des questions liées à l'exploitation de ces informations. Le premier usage se porte sur des tableaux de bord, et donc des retours graphiques et visuels, mais l'intégration dans les outils pédagogiques sous la forme de tuteurs intelligents ou d'adaptations des plateformes est aussi primordiale. Le retour en force de l'intelligence artificielle permet l'exploitation de données massives en couplant les Learning Analytics et le domaine du Data Mining (Educational Data Mining), ce qui amène les chercheurs à travailler sur l'exploitation automatique mais aussi l'explicabilité des processus et des données obtenues, afin d'améliorer l'appropriation par les usagers (enseignants, apprenants...).

Enfin, se pose aussi la question des entrepôts de données dédiés à l'éducation dans lesquels les chercheurs pourraient éprouver leurs théories ainsi que les outils développés. Ces entrepôts seraient aussi importants pour les usagers eux-mêmes, qui pourraient y déposer leurs données et bénéficier des outils de la recherche adaptés et directement disponibles dans ces entrepôts.

3

LEARNING ANALYTICS : UTILISATIONS ET USAGES À DES FINS SCOLAIRES

Hassina El Kechai

Dans ses travaux, Michel Serres explique que la révolution numérique fait suite aux grandes inventions et révolutions telles que l'écriture et l'imprimerie. Il précise donc que les impacts sur la société, sur les individus, sont tout aussi importants¹⁸. L'accent est mis sur le rapport au savoir, l'accès à la connaissance, la temporalité, les mutations générées par de nouvelles compétences acquises grâce à l'avènement de nouveaux « outils » : des manuscrits aux livres édités en grande quantité, à l'accès à Internet et tous ses contenus. Dans tous les cas, les individus accèdent désormais à un nouveau type de savoir et bénéficient d'une démocratisation de ce savoir ; il n'y a plus un dépositaire unique des connaissances. Les usagers ayant accès au numérique partagent et échangent des idées et des expériences. Ainsi ces grandes révolutions, chacune à son niveau et à sa manière, ont redéfini la perception du monde des individus, modifié les modes de communication et transformé les rapports sociaux – et Internet plus que n'importe quel autre outil, peut-être.

Si l'on recentre la question du numérique sur le monde de l'éducation, le numérique a redéfini l'accès et le rapport au savoir, et modifié le rôle et la posture de l'enseignant. Parce que le numérique fait partie intégrante de la vie quotidienne, des usages et pratiques des apprenants [en particulier la génération dite « Y » qui fait tant parler d'elle]¹⁹, il représente un enjeu à l'École et fait s'interroger sur la manière d'intégrer ces technologies de la communication et de l'information tant dans les murs de l'institution, avec les infrastructures et les services numériques proposés par l'administration (WiFi gratuit, environnement numérique de travail, plateformes d'enseignement numérique, etc.), que dans les pratiques pédagogiques [et au sein même des formations].

Il est donc entendu que le numérique fait partie intégrante de la vie de la grande majorité des individus : il s'agit d'un fait de société, le taux d'équipement augmente régulièrement, les gens sont de plus en plus connectés. Pour citer quelques chiffres tirés du « Baromètre du numérique 2019 » [Crédoc, 2019], il ressort que 88 % des foyers français sont connectés à Internet et 95 % des Français possèdent un téléphone mobile. Les objets eux-mêmes sont de plus en plus connectés, le nombre d'applications téléchargées sur smartphone, ordinateur, tablette, est en augmentation constante, les usages s'intensifient chaque année.

18. Michel Serres, « L'innovation et le numérique », conférence, Université Panthéon 1-Sorbonne, 29 janvier 2013.

19. Plusieurs travaux, tels que ceux du GTnum 4 : « Usages et pratiques numériques des jeunes » animé par Pascal Plantard, insistent sur la nécessaire prise en compte du contexte socio-économique et socioculturel des pratiques numériques des jeunes.

Lorsque l'on examine les chiffres du Crédoc sur les habitudes des internautes français, on voit bien la diversité des usages : 62 % des Français ont effectué au moins un achat en ligne en 2019, 60 % sont membres d'au moins un réseau social, 62 % utilisent des applications pour échanger des messages, 51 % pour téléphoner. La navigation web sur mobile repart à la hausse, après une année de stagnation, pour atteindre 68 %... et la liste n'est pas exhaustive. Multipliées par le nombre d'usagers, le nombre de sites visités, de pages consultées, de recherches en ligne, de commentaires laissés sur les sites, d'informations laissées lors de transactions en ligne, etc., les traces volontaires et involontaires représentent une masse de données de l'ordre de plus de 2 trillions d'octets par jour.

La récolte, l'analyse et l'exploitation de ces données massives représentent ainsi désormais l'un des grands enjeux du numérique et sont devenues une véritable économie. Elles ont intéressé, en premier lieu, les entreprises et les grands groupes commerciaux. Ces derniers cherchent ainsi à mieux comprendre les habitudes et les pratiques des usagers, en tant que consommateurs, afin de mieux cibler et optimiser leurs offres commerciales et de prédire des tendances. Mais la récolte et l'analyse des données concernent en réalité tous les secteurs d'activité, de la santé à l'agriculture, en passant par les services des assureurs, etc., et le secteur de l'éducation ne fait pas exception.

En effet, selon une étude menée par le Center for Digital Education auprès d'enseignants du supérieur, les principaux bénéfices de l'analyse des données dans l'éducation seraient ²⁰ :

- > le suivi et la prédiction des performances d'un élève (69 %),
- > l'augmentation du taux de diplômés (61 %),
- > l'ajustement en temps réel des programmes scolaires (47 %),
- > la mesure de la performance institutionnelle de l'établissement (44 %),
- > la prévention d'éventuelles failles dans l'administration grâce à l'analyse (22 %).

C'est dans les années 1980 que les ordinateurs ont commencé à faire leur apparition dans les écoles primaires, les collèges et les lycées. L'environnement scolaire a permis à de nombreux élèves de s'initier à l'informatique.

Aujourd'hui, les ordinateurs portables et les tablettes remplacent de plus en plus les feuilles blanches et les stylos dans les salles de classe. Cette numérisation de l'éducation génère un très grand volume de données relatives à l'apprentissage et à l'enseignement. Les entreprises technologiques et les établissements scolaires peuvent dorénavant s'associer pour convertir ces données en pistes à suivre pour développer de meilleures méthodes d'enseignement, de nouveaux programmes scolaires, et pour remédier aux problèmes des élèves en difficulté. C'est ainsi que les Learning Analytics prennent de plus en plus d'essor et présentent un grand intérêt dans les contextes scolaires.

Cette section a pour objectif d'explorer les pratiques enseignantes en matière d'analytique de données d'apprentissage et des outils utilisés, dans le contexte français. Elle est constituée d'une enquête préliminaire ciblant une trentaine d'enseignants et d'une exploration de quelques-uns des outils qu'ils utilisent, dans une optique d'analytique des apprentissages. Elle montre une certaine volonté d'utilisation des Learning Analytics de leur part, en faisant avec « les moyens du bord ».

Pour ce faire, nous avons procédé en deux temps.

Nous avons interrogé un échantillon d'enseignants pour comprendre le rapport qu'ils entretiennent avec le numérique, et pour prendre connaissance des pratiques mises en place pour suivre l'activité et optimiser l'apprentissage de leurs élèves – qui sont la vocation première des Learning Analytics. Nous les avons également interrogés pour savoir s'ils avaient recours à des outils ou des instruments qui leur permettent de pratiquer l'analytique de données d'apprentissage, même si ces outils n'ont pas comme vocation première de faire des Learning Analytics.

20. Source : article sur lebigdata.fr, mai 2016.

Un questionnaire a été élaboré, basé pour une grande partie sur des questions ouvertes. La vocation de ce questionnaire est d'explorer les pratiques enseignantes en matière d'analytique des données d'apprentissage. Une trentaine de réponses nous ont permis de dresser une première liste de pratiques, d'outils et d'instruments.

QUESTIONNAIRE ÉLABORÉ

Le questionnaire est structuré comme suit.

1) Une page d'accueil informe de l'objectif du questionnaire, de l'anonymat et de la confidentialité des réponses données.

2) Les questions sont ensuite réparties en plusieurs parties avec, pour chacune, des objectifs précis.

Pratiques numériques des enseignants : la diffusion de solutions de Learning Analytics dans les établissements scolaires nécessite impérativement la mobilisation de compétences numériques indispensables, ainsi que des pratiques numériques suffisamment élaborées de la part des enseignants. Il s'agit ici, pour nous, d'explorer quelques-unes de ces pratiques numériques.

Pratiques pédagogiques pour la compréhension et le suivi de l'activité des élèves : recueillir et explorer les pratiques habituelles des enseignants interrogés qui leur permettent de suivre l'activité de leurs élèves et leur progression, s'ils utilisent le numérique pour le faire et, si c'est le cas, quels sont les outils mobilisés.

Freins, obstacles ou difficultés rencontrés pour comprendre l'activité des élèves et pour assurer leur suivi : recueillir l'avis des enseignants concernant les éléments qui constituent des obstacles pour avoir une perception suffisante de l'activité des élèves. L'idée est de savoir si ces éléments peuvent être pris en charge par des solutions de Learning Analytics existantes ou à envisager.

Préconisations pour améliorer la compréhension de l'activité et le suivi des élèves : demander aux enseignants ce qu'ils préconisent comme moyens pour assurer un meilleur suivi de leurs élèves et quels sont les besoins qu'ils expriment, compte tenu de leurs pratiques et des difficultés qu'ils rencontrent pour comprendre l'activité des élèves.

Perception des apports des Learning Analytics pour comprendre l'activité et pour le suivi des élèves : avoir un retour sur la représentation que se font les enseignants interrogés des Learning Analytics, sur leurs apports dans leurs pratiques pédagogiques, et cerner l'intérêt pour eux de disposer de données d'apprentissage au travers de projections d'usages.

Perception des limites de l'utilisation des traces et fiabilité qui leur est accordée : évidemment, nous ne pouvons passer outre les questions liées aux limites et à la fiabilité accordée par les enseignants à l'analyse des données d'apprentissage pour appréhender l'activité de leurs élèves, et à sa pertinence, dans le cadre de leur pratique pédagogique.

RÉSULTATS OBTENUS

Nous présentons ci-après une synthèse des résultats obtenus.

Les réponses obtenues émanent d'enseignants exerçant dans des collèges situés dans les villes suivantes : Château-Landon, Fontenay-sous-Bois, Drancy, Créteil, Villeneuve-Saint-Georges, Neuilly-sur-Marne, Cesson, Brioude, Châteaubriant, Saint-Nazaire, Le Perreux.

B.1. Pratiques numériques des enseignants interrogés

Nous avons classé les pratiques numériques des enseignants selon sept catégories illustrées ci-dessous :

Figure 11. Catégories de pratiques numériques

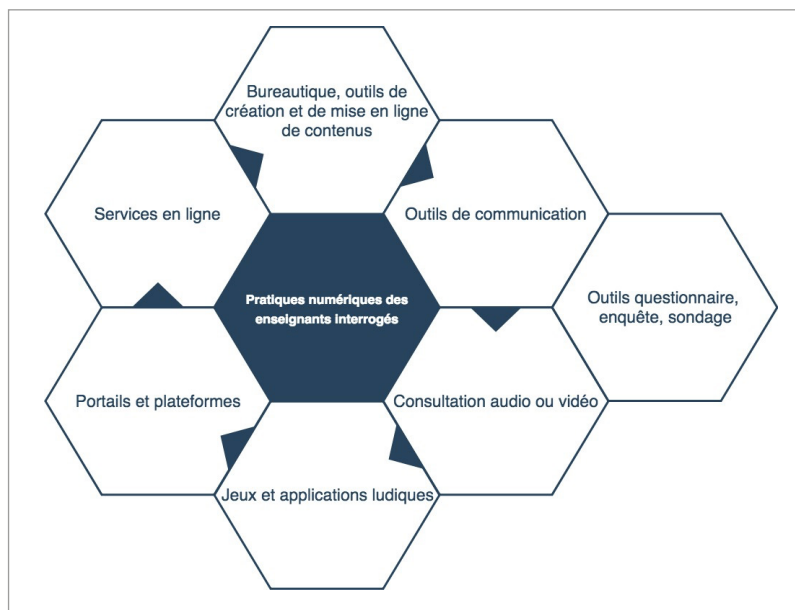


Tableau 7. Catégories de pratiques numériques

Catégorie	Outil utilisé	Finalité
Bureautique, outils de création et de mise en ligne de contenus	Padlet, Google Docs, Framapad	Produire, mettre à disposition et partager des cours.
	Slides.com	Créer des présentations en ligne.
	LibreOffice Writer	Créer des activités.
	Impress	Créer des exposés.
	LearningsApps.org	Créer des applications numériques.
	Piktochart, Emaze, Genial.ly	Créer des fiches de travail, posters, infographies ou diaporamas.
	OpenOffice, LibreOffice	Accompagner les élèves dans la création d'écrits.
Outils de communication	Chats, Forums	Échanger avec les élèves pour les devoirs. Échanger avec le professeur principal.
Consultation audio ou vidéo	Vidéo en ligne Logiciel de montage vidéo et audio Enregistreur audio	Visionner des documentaires. Créer des vidéos. Visionner des vidéos ludiques. Enregistrer des expressions orales en contrôle continu. Visionner des extraits de pièces de théâtre. Visionner des films. Écouter des textes lus. Montages audio et vidéo.
Jeux et applications ludiques	Serious Games	Activités d'apprentissage ludiques.
Portails et plateformes	ENT	Utilisation de l'ENT pour la mise en ligne de documents.
	Moodle	Élaboration de parcours Moodle.
Services en ligne	Google Maps	Essentiellement en cours de géographie.
Outils questionnaire, enquête, sondage	Webquest	Réalisation de sondages et de questionnaires.
	Kahoot!	Création de quiz.

B.2. Pratiques pédagogiques pour la compréhension et le suivi de l'activité des élèves

Les réponses obtenues nous ont permis de collecter essentiellement des informations sur les pratiques d'évaluation, leurs formats et les instruments et outils utilisés pour les réaliser.

Tableau 8. Description des pratiques observées

Pratiques de suivi et d'évaluation	Description de la pratique.
Pratiques d'évaluation	En début de séquence, pour faire le point sur les acquis et les objectifs ; en cours de séquence, pour faire le bilan intermédiaire ; en fin de séquence, pour valider le niveau des compétences acquises → évaluations diagnostique, formative, sommative.
Formats des évaluations	Évaluations selon critères, compétences, connaissances. Évaluation de retours papier. Interrogation papier. Évaluation orale. Évaluation régulière en début et en fin de séquence sous forme d'activités pratiques, d'exposé oral, de compte rendu et de devoir sur table.
Outils et instruments méthodologiques utilisés	Cahier de texte en ligne. Notes et appréciations en ligne. Site Canvas Instructure pour suivre les apprentissages. Pronote. Framapad, Google Docs. Padlet. Cartable en ligne (LMS). Moodle. Grilles définies à l'avance et communiquées aux élèves. ENT. Edpuzzle. Les statistiques de Claroline pour le suivi des élèves sur un cours précis en vue d'accompagnement ou de remédiation. Cahier de textes manuscrit. Scolinfo. Statistiques et résultats d'exercices en ligne. Notes et évaluation des compétences. Un suivi des compétences en lien avec le référentiel suite à différents modes d'évaluation. Suivi des élèves dans un fichier Excel, avec mise en place d'indicateurs colorés pour visualiser les tendances.

B.3. Freins, obstacles ou difficultés rencontrées pour comprendre l'activité des élèves et pour assurer leur suivi

Nous avons classé les difficultés, freins ou obstacles déclarés selon plusieurs catégories, illustrées ci-dessous (Fig. 12) :

Figure 12. Catégories de difficultés, freins, obstacles

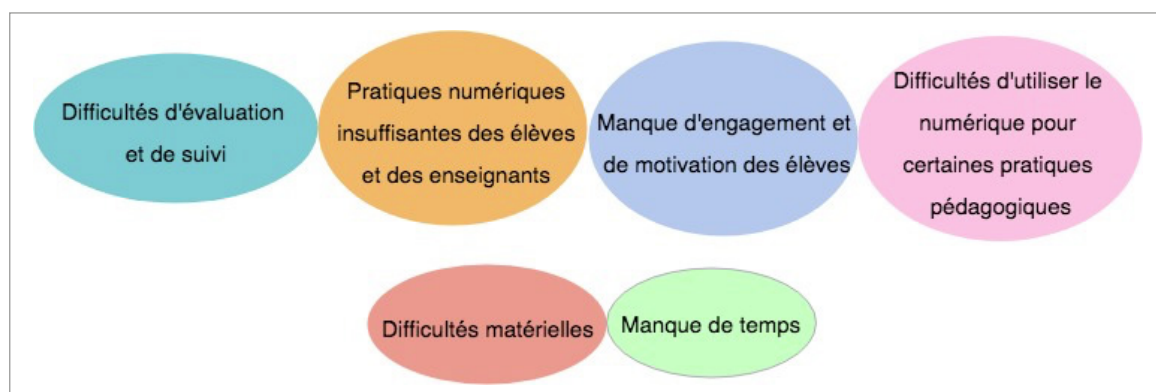


Tableau 9. Description des difficultés

Nature de la difficulté signalée	Description de la difficulté
Difficultés liées à l'évaluation et au suivi	<p>Le côté chronophage des évaluations.</p> <p>Difficulté de cibler les compétences.</p> <p>Le peu de travail réalisé en dehors des cours (difficulté de suivi hors contexte scolaire).</p> <p>Logistique, gestion de classe rendues difficiles par le nombre d'élèves et leurs niveaux de maturité relatifs.</p> <p>La relation entre les notes et la compréhension.</p>
Difficultés matérielles	<p>Pas suffisamment d'ordinateurs en état de fonctionnement.</p> <p>Pas de fibre internet.</p> <p>Difficultés liées à la fracture numérique : pas d'équipements à la maison.</p>
Difficultés liées aux pratiques numériques des collégiens	<p>Manque de compétences numériques chez les collégiens.</p> <p>Temps très lent pour se saisir des outils.</p> <p>Temps lent d'explication et de formation, même pour des tâches simples (allumer/éteindre un ordinateur sous Windows).</p> <p>Difficultés cognitives : compétences de lecture faiblement développées, difficultés pour comprendre le fonctionnement d'un ordinateur...</p>
Difficultés liées aux pratiques numériques des enseignants	<p>Stratégies d'évitement propre au numérique et manque de recul sur leurs propres pratiques en classe avec le numérique.</p> <p>Temps de construction de la différenciation pédagogique avec le numérique.</p> <p>Pas d'usages pour se former au numérique, donc difficultés pour former les élèves.</p>
Difficultés liées au temps	<p>Le manque de temps pour effectuer des reprises/corrections, de suivre tous les élèves.</p> <p>Le manque de temps en raison du découpage du temps par séquences d'une heure.</p> <p>Le nombre élevé d'élèves par classe (manque de temps pour un suivi plus efficient et plus individuel).</p>
Difficultés liées au manque d'engagement et de motivation chez les élèves	<p>Le manque de coopération de certains élèves.</p> <p>Manque de travail des élèves (pas de prise en compte que la note n'est qu'un indicateur). Travail donc uniquement sur les gros coefficients.</p> <p>L'implication personnelle des élèves en dehors de cours.</p>
Difficultés liées à certaines pratiques pédagogiques installées	<p>L'expression orale individuelle permet de mieux cerner l'élève, et permet d'instaurer un dialogue, de la confiance, que le numérique ne peut offrir.</p> <p>Pour les évaluations sur papier, difficile de tout vérifier, on ne peut pas interroger tout le monde.</p> <p>Gérer l'hétérogénéité des classes et proposer un enseignement plus adapté à chacun.</p> <p>Manque de coordination des équipes pédagogiques. Suivi chronophage.</p>

B.4. Préconisations et moyens à mettre en œuvre proposés par les enseignants interrogés pour assurer un meilleur suivi de leurs élèves

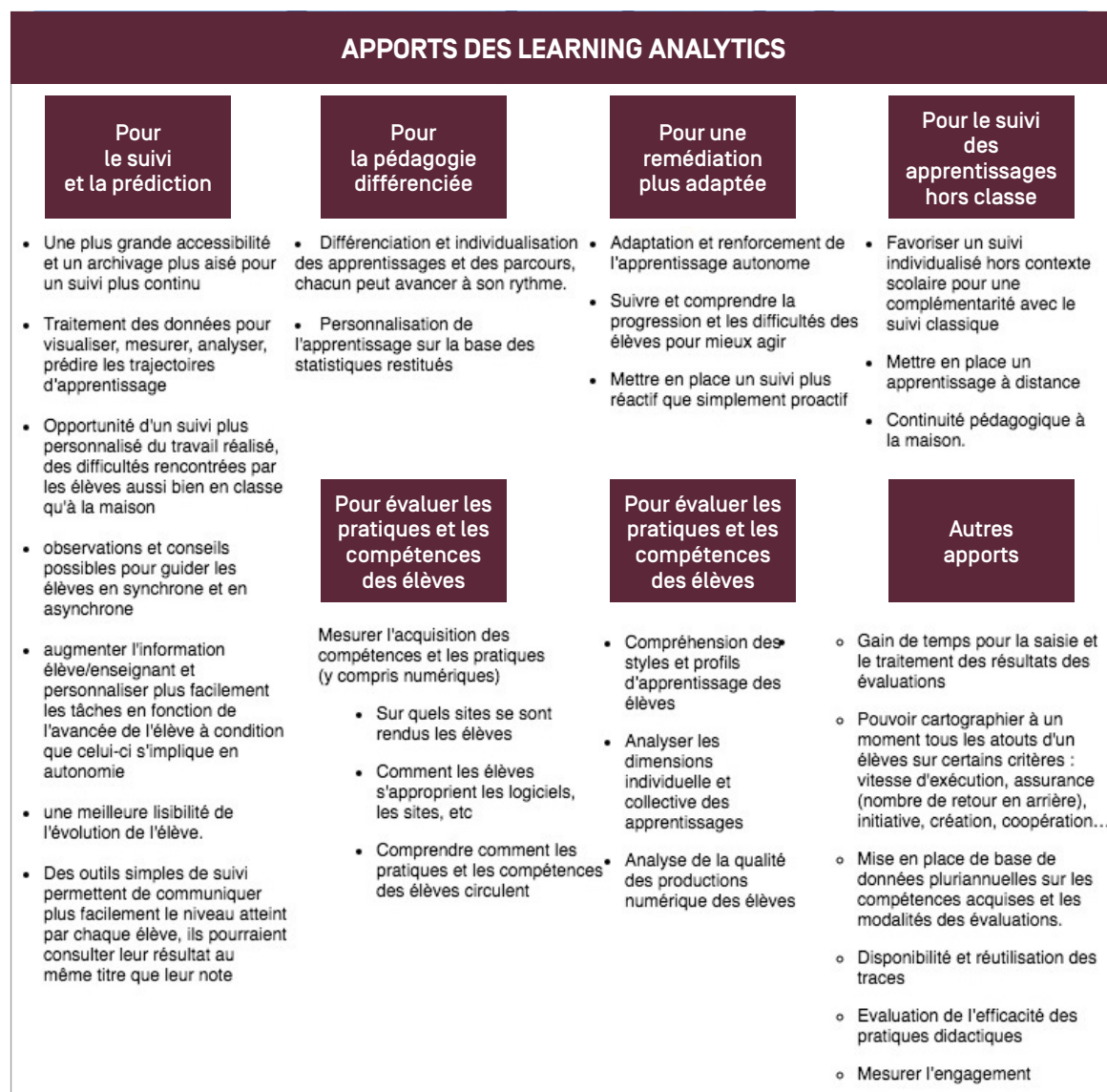
Nous avons classé les préconisations proposées par les enseignants selon deux critères : le type de retour que souhaite avoir l'enseignant pour un meilleur suivi et les actions concrètes ainsi que les moyens nécessaires pour le mettre en œuvre.

Tableau 10. Description des besoins exprimés

Besoins exprimés	Description
Sur les retours pertinents vers l'enseignant	<p>Un suivi sur le long terme, plusieurs années, afin de pouvoir s'adapter aux besoins individuels et collectifs.</p> <p>Des retours précis des attendus exacts en termes de compétences.</p> <p>Des outils pour la différenciation pédagogique, pour mesurer précisément les progrès par compétence des élèves.</p> <p>Un outil qui permettrait une meilleure lisibilité de l'évolution de l'élève.</p> <p>Stats + personnalisation de l'apprentissage.</p>
Sur les actions souhaitées	<p>Des temps d'échanges, de la formation, des démonstrations, des outils conçus pour les usagers.</p> <p>Du temps pour tout mettre en œuvre.</p> <p>Du matériel adapté (ce qui est proposé par les conseils départementaux n'est pas toujours adapté aux usages pédagogiques).</p> <p>Plus de formations numériques pour l'ensemble des professeurs, pour que les équipes pédagogiques aillent dans le même sens.</p> <p>Du temps pour l'analyse. Mise en place de plus de moyens pour les dispositifs hybrides.</p> <p>Avoir des comptes illimités de stockage, avoir un matériel professionnel complet (ordinateurs fixes, portables et tablettes).</p> <p>Disposer d'un Moodle au sein de mon établissement.</p> <p>Outils numériques (questionnaire sur tablette...).</p> <p>Emploi du temps plus souple. Gestion de petits groupes d'élèves.</p> <p>Les grilles d'évaluation sont toujours fournies en PDF, pourquoi ne sont-elles pas disponibles en ligne, à compléter directement sur un espace « privé » d'une classe ? Pouvoir créer un suivi dans Pronote, en concertation avec l'équipe pédagogique de la classe.</p> <p>Base de données élèves, courbe de tendance, évaluation type...</p> <p>Pouvoir disposer de temps de formation des élèves.</p>

B.5. Perception des enseignants des apports des Learning Analytics pour comprendre l'activité et pour le suivi des élèves

Figure 13. Apports des Learning Analytics selon les enseignants



B.6. Perception des limites des Learning Analytics et de la fiabilité des données pour restituer l'activité des élèves

Figure 14. Perception des limites des Learning Analytics

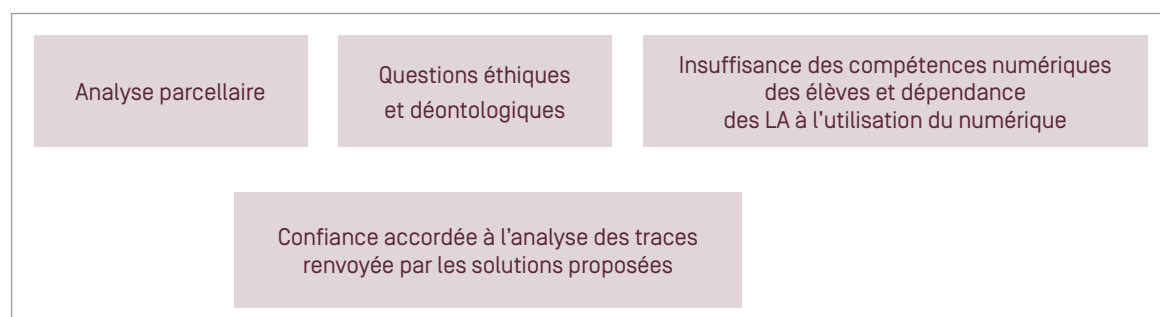
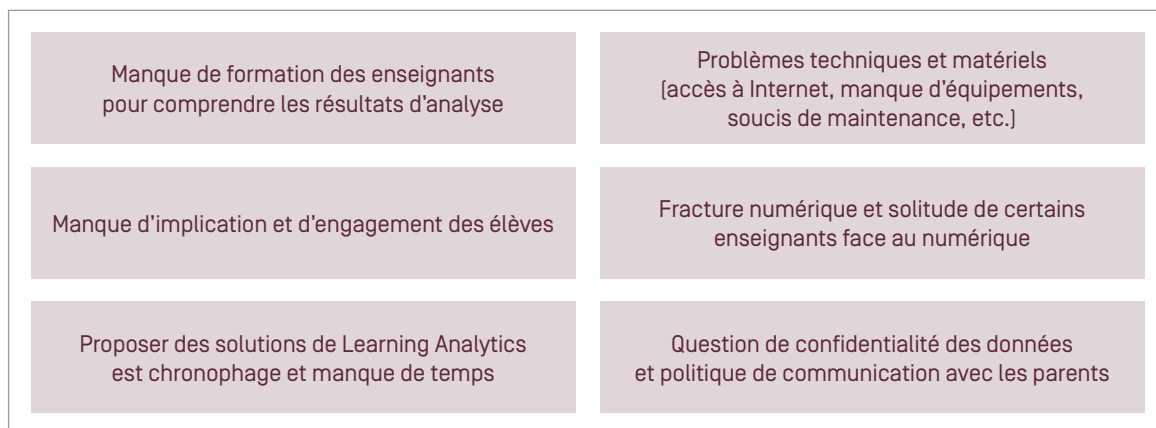


Tableau 11. Description des limites des Learning Analytics

Limites/Fiabilité	Description
Analyse parcellaire de l'activité	<p>Les Learning Analytics ne peuvent fournir une analyse complète de l'activité des élèves, mais plutôt parcellaire (données non représentatives car non complètes).</p> <p>Limite pour prendre en compte ce qui se fait en face à face pour appréhender l'activité dans sa globalité.</p> <p>Non prise en compte de la réflexion hors numérique (le coup de main du copain, le manque d'implication...).</p> <p>Tous les travaux des élèves ne sont pas analysables...</p>
Insuffisance des compétences numériques des élèves et dépendance des Learning Analytics à l'utilisation du numérique	<p>Tout ne peut pas être numérique, les élèves, pourtant « accros » des outils, se lassent de cours trop « numériques ».</p> <p>Les Learning Analytics sont aussi sujettes à la maîtrise du numérique par les élèves (difficulté de tracer quand les compétences numériques de l'élève sont faibles, les Learning Analytics sont conditionnées par l'utilisation du numérique lui-même, en lien avec les compétences numériques).</p>
Questions éthiques et déontologiques	<p>Droit à l'image et respect de la vie privée.</p> <p>Les données ne doivent pas être stockées et ne doivent pas servir à autre chose que d'évaluer les élèves dans leur classe (utilisées à d'autres fins que pédagogiques... commerciales, par exemple).</p> <p>Les élèves ne sont pas nécessairement au courant des conditions d'utilisation de leurs données, ni de leur conservation.</p> <p>Risque de rupture du contrat moral et de confiance avec l'élève (potentiellement ressenti comme un effet de « flicage »).</p> <p>La confidentialité, même s'il y a déjà des restrictions au sein des établissements.</p> <p>La question de la sécurité des données.</p> <p>Tentation de comparer des élèves entre eux et d'établir des profils...</p>
Confiance accordée à l'analyse des traces	<p>Manque de formation et de recul nécessaire pour pouvoir analyser et interpréter les résultats objectivement.</p> <p>Risque d'erreurs énormes avec les élèves qui ne sont pas motivés et qui veulent juste se « libérer » de la tâche.</p> <p>Les données peuvent éventuellement cacher une tentative de tricherie.</p> <p>En distanciel asynchrone, on ne sait pas qui est devant l'ordinateur, et quel est l'investissement de l'élève dans l'activité : est-il concentré sur le travail ou fait-il un jeu vidéo en même temps ?</p> <p>Opacité de l'analyse pour l'enseignant : c'est à l'enseignant d'interpréter les données traitées par la machine.</p> <p>Les traces ne donnent qu'un état du passage. Elles ne traduisent pas si la compétence a été réellement acquise.</p> <p>Les traces ne doivent être considérées que comme des indicateurs de l'activité des élèves. Elles permettent de donner une tendance seulement.</p>

B.7. Perception des difficultés et freins pour le déploiement de solutions de Learning Analytics dans les établissements scolaires

Figure 15. Perception des difficultés et freins au déploiement des Learning Analytics



Conclusion

Notons que quand l'enseignant n'a pas recours aux outils numériques, il utilise différents instruments qui lui permettent de collecter des données informelles et non structurées pour assurer le suivi de l'activité de l'élève, pour assurer une pédagogie différenciée, pour le suivi continu, y compris hors classe, etc. En effet, le suivi des élèves étant important d'un point de vue pédagogique, les enseignants ont recours à des instruments, des outils pour assurer ce suivi, au-delà de la traditionnelle démarche consistant à évaluer les connaissances. Toutes ces pratiques et ces données sont autant d'éléments pertinents pédagogiquement, qui pourraient être instrumentés par des outils de Learning Analytics, d'où l'importance d'analyser ces pratiques de façon fine pour les prendre en compte dans les nouvelles solutions logicielles de Learning Analytics.

Toutefois, mettre des outils de Learning Analytics à disposition des enseignants ne suffit pas pour qu'ils les intègrent dans leurs pratiques pédagogiques, même si elles facilitent souvent le travail d'évaluation, du suivi, de la personnalisation des apprentissages réalisé grâce au numérique.

Ce que nous retenons de ce qui a été déclaré par les enseignants dans notre enquête, c'est que, bien que les apports et l'utilité des Learning Analytics soient plutôt bien perçus par les enseignants, leur avis concernant leur déploiement dans les établissements scolaires reste très mitigé du fait du manque de formation au numérique, du manque de compétences numériques aussi bien chez les enseignants que chez les élèves. Le manque de moyens matériels au niveau des établissements est également souligné. Les enseignants sont aussi conscients des limites de l'utilisation des données d'apprentissage pour appréhender l'activité de l'élève de façon globale, car les apprentissages ne se cantonnent pas uniquement au numérique. Les questions liées à l'utilisation des données personnelles sont également au cœur des préoccupations des enseignants quand la question de la collecte des données se pose.

4

LES ENJEUX ÉTHIQUES DES LEARNING ANALYTICS

Florence Cherigny

À la croisée des sciences sociales et de l'informatique, l'émergence des Learning Analytics conduit effectivement à reposer des questions classiques dans le contexte du Big Data : l'articulation des libertés individuelles et du progrès scientifique et technique, les impacts personnels, sociaux et culturels de l'analytique de l'apprentissage, les problèmes du respect des droits et libertés fondamentaux (protection de la vie privée, lutte contre les discriminations...). Toutefois, l'éthique et la déontologie pouvant se définir à travers un ensemble de valeurs que les individus se fixent en dehors des normes juridiques, les préoccupations juridiques ne seront pas, ici, au centre de l'analyse. Les références normatives contribuent seulement à fournir un outil de réflexion pour ouvrir une discussion dépassant le cadre du droit positif, pour envisager des dilemmes éthiques et déontologiques.

L'éthique interroge le sens du recours aux Learning Analytics dans la perspective d'une réflexion morale reposant sur le respect de soi, des autres et de ce qui nous entoure. L'éthique implique également la recherche d'un ensemble de principes et de valeurs qui sont à la base d'une sagesse de l'action pour pratiquer les Learning Analytics. La réflexion éthique doit donc mobiliser à la fois, une éthique de conviction fondée sur des principes intangibles, sur l'affirmation de valeurs qui donnent un sens à l'action, et une éthique de responsabilité qui s'interroge sur les fins, les moyens et les conséquences des décisions et des actes. Ces deux éthiques s'interpellent pour s'enrichir mutuellement, dans le cadre d'une démarche méthodologique qui concerne tant le caractère éthique de la production des données et des analyses que le caractère éthique de leur utilisation.

Dans tous les cas, réfléchir sur l'éthique en matière de Learning Analytics, c'est d'abord être en proie au doute, celui qui interroge une discipline qui n'est, en soi, ni bonne ni mauvaise, puisqu'elle ne constitue qu'un outil de la pédagogie et de la recherche didactique. Ce doute ne doit pas être perçu comme une manifestation de défiance à l'égard de ceux qui pratiquent cette discipline. Il est un outil de questionnement méthodologique propre à la réflexion éthique. Cette réflexion engage l'esprit critique parce qu'elle renvoie dans son exigence à une universalité d'impératif moral. Le but n'est pas de diaboliser une discipline mais de profiter de ses bénéfices, en prévenant ses possibles dérives.

Dans le cadre de cette démarche critique, la réflexion sur les enjeux déontologiques s'attache, de manière plus circonscrite, aux difficultés suscitées par les pratiques de Learning Analytics pour les professionnels de la communauté éducative (personnels d'éducation, enseignants, chercheurs, gestionnaires et administrateurs, etc.), y compris dans les liens qu'elles impliquent avec d'autres acteurs (les apprenants, les parents d'élèves, etc.). Elle interroge des conceptions didactiques, pédagogiques, éducatives, en soulevant des problèmes portant à la fois sur les conditions de la recherche en Learning Analytics (conditions de soutenabilité de la recherche, de la protection des fruits de la recherche, de la diffusion de la connaissance, etc.) et sur les conditions de sa pratique (information des parties prenantes, recueil des consentements, protection des données personnelles des participants, etc.).

Dans cette section, la réflexion sera centrée, dans une perspective générale, sur les enjeux portant sur l'éthique des Learning Analytics.

Les préoccupations éthiques doivent d'abord conduire à s'interroger, en matière de santé publique, sur les risques physiques susceptibles d'être encourus par les parties prenantes à des expériences de Learning Analytics. Elles invitent également à mesurer les éventuels risques psychologiques découlant du recours aux Learning Analytics pour ces parties prenantes. Enfin, elles doivent interroger les possibles risques sociaux liés au développement d'une discipline qui se situe précisément à la croisée des sciences sociales et de la science des données.

Learning Analytics et enjeux liés au respect de la vie privée

Les risques psychologiques liés à l'utilisation des Learning Analytics concernent à la fois le respect de la vie privée dans un contexte éducatif de surveillance, et le respect de la personnalité dans le cadre du phénomène de quantification de soi.

SURVEILLANCE ET RESPECT DE LA VIE PRIVÉE

Les Learning Analytics soulèvent le problème du droit au secret de la vie privée et du droit à être laissé tranquille.

Le droit au secret de la vie privée

L'analytique des apprentissages implique la production, la collecte et le traitement de données, qui soulèvent inévitablement la question de la protection des données personnelles, elle-même indissociablement liée au respect de la vie privée. Ainsi que l'observe la Commission nationale consultative des droits de l'Homme, dans son avis du 22 mai 2018 sur la protection de la vie privée à l'ère du numérique, « à l'heure du "Big Data", toutes les données sont potentiellement personnelles et font peser un risque sur la vie privée. Car, si le prélèvement de la donnée pris individuellement est théoriquement encadré par une finalité, la somme des données que l'on renseigne en ligne, par le biais de processus d'agrégations et de recoupements automatisés, peut produire des informations nouvelles, constituant parfois des renseignements très détaillés sur les caractéristiques de la vie privée d'une personne ». Ainsi, « d'une part, toute donnée, même a priori anodine, est potentiellement un enjeu de vie privée et, d'autre part, consentir à verser des données à des services en ligne, au cas par cas et pour des finalités spécifiques et distinctes, ne permet pas forcément de contrôler les informations qui seront potentiellement produites par agrégation automatisée, via notamment des applications tierces » (Avis du 22 mai 2018 sur la protection de la vie privée à l'ère du numérique, *JORF* n° 0126 du 3 juin 2018, texte n° 63).

Même si l'objectif des Learning Analytics, s'inscrivant dans un climat naturel de bienveillance à l'égard de l'apprenant, est louable en soi, ses conditions d'exercice peuvent poser question au regard du respect de la vie privée. En effet, la réussite des élèves est un phénomène complexe et multidimensionnel, ce qui peut inviter à se demander s'il y a intellectuellement des limites fonctionnelles à la définition des données pertinentes à collecter. Certes, des limites

fonctionnelles sont assignées par les prescriptions du RGPD, qui impliquent que les données personnelles soient collectées pour des finalités déterminées, explicites et légitimes et que seules les données strictement nécessaires pour atteindre ces finalités puissent être collectées et traitées. Mais, en matière de Learning Analytics, il est difficile de déterminer à l'avance quelles informations sur l'environnement et les résultats de l'apprentissage seront susceptibles de se révéler probantes ou, au contraire, anecdotiques. L'analyse des activités d'apprentissage s'inscrit dans le cadre d'une approche exploratoire qui propose une modélisation a posteriori. Elle ne correspond pas – et c'est ce qui nourrit précisément les critiques à son égard – aux approches classiques des sciences humaines et sociales, qui cherchent à valider des hypothèses fondées sur un modèle théorique a priori. De ce point de vue, la logique de recherche qui sous-tend l'analytique des apprentissages peut sembler difficilement compatible avec la logique de minimisation de la collecte qui prévaut en matière de réglementation des données personnelles.

Quelles sont les données pertinentes à analyser ? S'agit-il uniquement des données enregistrées dans le cadre d'une activité d'apprentissage ? S'agit-il de données plus larges ? Des données scolaires, au sens large du terme ? Des données sociales (étudiant boursier, salarié...) ? Des données sensibles telles que les données physiologiques ? À cet égard, il est fondamental qu'au-delà de l'exigence du respect de la réglementation en matière de données personnelles, une réflexion sur les conditions de l'éthique de la récolte des données s'instaure. Cette exigence éthique s'avère d'autant plus nécessaire qu'« [il] n'existe pas de définition "officielle" des données scolaires. Le terme mérite d'être précisé. On les considérera dans le présent rapport comme toutes données recueillies dans le cadre scolaire. Le périmètre est donc très large : informations administratives sur les élèves, les enseignants, les personnels administratifs, les intervenants extérieurs, les parents..., les productions d'élèves ou de professeurs réalisées lors d'activités pédagogiques, des traces d'apprentissage » [IGEN-IGAENR, 2018, p. 10]. Cette réflexion paraît d'autant plus importante lorsque les données ne sont pas des traces d'apprentissage à proprement parler, mais plutôt des indicateurs de l'administration qui permettent de quantifier les conditions de vie d'un apprenant, au collège ou au lycée, ou d'un étudiant sur le campus, c'est-à-dire des facteurs extérieurs à l'acte d'apprendre.

La collecte doit toujours être orientée vers une finalité qui permette de mesurer la pertinence des données recueillies en fonction de l'objectif éducatif recherché. Par ailleurs, il y a encore loin du juridique à l'éthique. Ainsi, les nouvelles technologies permettent d'obtenir des données sur les apprenants de plus en plus liées à leur intimité corporelle [utilisation des capteurs biométriques, des empreintes digitales, de la reconnaissance faciale...] qui invitent, au-delà des aspects juridiques [protection de données dites « sensibles »], à se préoccuper, d'un point de vue éthique, du caractère pertinent d'une surveillance généralisée des corps. La collecte des données personnelles s'avère encore plus problématique, sur le plan de l'éthique, lorsqu'elle concerne des personnes mineures. D'une part, parce qu'elle peut alors trouver à s'appliquer à des personnes juridiquement incapables de consentir à cette collecte (mineurs de moins de 15 ans). D'autre part, parce qu'elle peut impliquer des données, parfois fort intimes (données physiologiques), recueillies de manière précoce sur des personnes qui n'en conserveront pas nécessairement le souvenir, et dont il convient pourtant de s'assurer qu'elles seront effectivement, plus tard, en mesure de disposer d'un droit à l'oubli.

La production et la collecte des données de Learning Analytics doit viser, autant que faire se peut, à préserver l'anonymat et/ou assurer la confidentialité des données et protéger la vie privée de toutes les parties prenantes (y compris, dans certains cas, les parents et proches des apprenants). Cette vigilance doit d'autant plus s'imposer que, aujourd'hui, des possibilités illimitées de croisements de données anonymes et de métadonnées permettent très facilement de « ré-identifier » les personnes, quand bien même toutes les données auraient été, en amont, anonymisées. Ne serait-ce que pour ces raisons, il serait judicieux que le responsable d'un traitement de Learning Analytics s'appuie sur l'expertise des délégués aux données personnelles (DPD). Par ailleurs, le traitement de données des Learning Analytics devra s'accompagner d'une explicitation des finalités d'utilisation des données, en particulier pour les mineurs puisque, depuis la mise en vigueur du RGPD, pour la première fois dans la législation européenne, il est demandé que l'information sur le traitement des données pour

les mineurs soit rédigée de manière à ce que les enjeux puissent être compréhensibles par des enfants. Ainsi, les problèmes du statut et du sort des données des Learning Analytics devront être soulevés. Qui pourra avoir accès à ces données et à l'analyse des résultats ? Quel degré de connaissance les apprenants devront-ils ou pourront-ils avoir des données recueillies et analysées ? Au-delà des problèmes juridiques, ces questions sont assurément au cœur d'enjeux éthiques et déontologiques forts.

Le droit d'être laissé tranquille

Les méthodes des Learning Analytics permettent de capter les comportements toujours plus facilement et régulièrement, ce qui soulève le problème du « droit d'être laissé tranquille ». Il est notamment possible de savoir, pour chaque apprenant, s'il a réellement suivi le cours, à quel moment il a abandonné, s'il a visionné plusieurs fois la même partie, etc. Les caméras à reconnaissance faciale et les bracelets électroniques, qui permettent le suivi des données physiologiques, peuvent également révéler les émotions ou le niveau d'attention des apprenants.

Il semble évident que les mineurs éprouvent des difficultés à prendre conscience des enjeux liés à la protection de leurs données personnelles si l'exemple qui leur est donné « d'en haut », par les adultes (les enseignants, les parents, etc.), ne les incite pas à questionner le sens de la collecte et du traitement de leurs données. Dans cette mesure, même lorsqu'il n'est pas envisagé de recueillir leur consentement, il n'est sûrement pas absurde que l'analytique de l'apprentissage conduise la communauté éducative à aborder avec des jeunes apprenants des enjeux qui relèvent de l'éducation aux médias et à la citoyenneté. Certains estiment qu'il « paraît difficile de recueillir le consentement des mineurs, quel que soit leur âge, dans le cadre scolaire. En effet, le 11) de l'article 4 du RGPD précise que le consentement consiste en une "manifestation de volonté libre, spécifique, éclairée et univoque, par laquelle la personne concernée accepte, par une déclaration ou par un acte positif clair, que des données à caractère personnel la concernant fassent l'objet d'un traitement". Or, il est permis de s'interroger sur la question de savoir si, dans le cadre scolaire, l'élève peut être regardé comme donnant valablement son consentement compte tenu de l'autorité qu'exerce sur lui l'enseignant qui propose l'utilisation d'une application numérique en classe. En tout état de cause, qu'il soit mis en œuvre sur le fondement du consentement de la personne concernée ou de l'exercice d'une mission d'intérêt public » [Réseau Canopé, 2018]. Cette sensibilisation des apprenants à une réflexion sur le contrôle de leurs données apparaît particulièrement importante lorsque l'analytique de l'apprentissage s'inscrit dans le cadre d'une « mission d'intérêt public » qui permet de soustraire le traitement de données personnelles à l'exigence de consentement préalable. En effet, selon l'article 6 du RGPD, les traitements effectués dans le cadre scolaire, à partir du moment où ils sont nécessaires à l'exécution d'une mission d'intérêt public ne nécessitent pas de consentement préalable. Le RGPD du 27 avril 2016 ne définit pas la notion de « mission d'intérêt public » mentionnée à l'article 6. La gestion de la vie scolaire entre dans ce périmètre. Mais il sera nécessaire de mieux préciser la notion. Tous les services numériques éducatifs relèvent-ils d'une mission d'intérêt public ? La question peut être discutée. En principe, les traitements ayant pour objet de permettre aux élèves ou aux enseignants d'effectuer des formations en ligne [e-learning] et l'utilisation d'un logiciel ou d'un service numérique à des fins pédagogiques entrent dans le champ du service public du numérique éducatif défini à l'article L. 131-2 du Code de l'éducation. Cependant, si le responsable de traitement n'était pas en mesure de justifier que le traitement qu'il souhaite mettre en œuvre rentre bien dans le champ de la mission d'intérêt public dont il est investi, il serait évidemment tenu d'obtenir le consentement des personnes concernées par le traitement. Apprendre aux élèves à réfléchir à la construction et à la protection de leur identité peut s'avérer à terme un puissant antidote aux relations de pouvoir asymétriques de la surveillance favorisées par l'émergence du Big Data.

D'une manière générale, le fait que le consentement de l'apprenant ne soit pas exigé par des prescriptions légales ne doit pas aboutir à exclure l'apprenant d'une réflexion sur des enjeux qui le concernent directement, puisqu'ils impliquent la collecte de données qui lui sont précisément personnelles. Cela paraît d'autant plus important que les Learning Analytics peuvent être au cœur de questions éducatives qui touchent justement à la part de respect

de la vie privée reconnue au mineur, relativement aux prérogatives des parents et/ou des enseignants. À cet égard, le rapport « Données numériques à caractère personnel au sein de l'Éducation nationale » [IGEN-IGAENR, 2018] évoque une expérimentation, menée dans l'Oise, d'usages autorisés par des parents qui soulèvent des interrogations quant à leur caractère éthique, alors même qu'ils respectent le cadre juridique : des élèves ont été équipés de bracelets connectés entre leur domicile et l'école puis, à l'heure du déjeuner, entre l'école et la cantine. À la montée et à la descente du bus, chaque bracelet est détecté par un smartphone qui envoie automatiquement un SMS et/ou un courriel aux parents, afin de les informer que leur enfant est bien arrivé. L'expérience est relatée dans un développement concernant des questions sur l'intérêt public de l'utilisation des données « scolaires », ce qui est déjà de nature à interpeller. Même si l'expérience dépasse largement le cadre des Learning Analytics, elle est intéressante car elle soulève la question des relations parents/enfants sous-jacentes à la collecte des données personnelles des mineurs²¹. Il n'est pas absurde de penser que, au cœur d'enjeux éducatifs forts, les outils des Learning Analytics puissent être accueillis par certains parents comme l'occasion rêvée d'avoir accès à de véritables « chaperons virtuels », ce qui pourrait en favoriser leur acceptation.

Le risque pourrait alors être que, les titulaires de l'autorité parentale ne consentant pas à la collecte des données personnelles, l'enfant ne puisse pas suivre l'enseignement ou interagir dans les mêmes conditions que les autres apprenants, ce qui représenterait un risque de rupture d'égalité entre les élèves. Les difficultés liées à ces situations de traitement différencié des élèves invitent bien souvent à considérer que l'absence de consentement des parents doit être systématiquement palliée par le recours à l'argument de l'exécution d'une mission d'intérêt public. Pourtant, s'il venait à être utilisé de manière systématique, l'argument de la mission d'intérêt public pourrait apparaître aux yeux des parents comme purement invocatoire. L'entrée en vigueur du RGPD a eu, entre autres, le mérite de développer une culture commune autour de la protection des données personnelles. Il est probable que, si l'esprit de l'article 6 du RGPD n'était pas respecté, certaines communautés de parents d'élèves auraient à cœur de démontrer la violation des prescriptions de ce règlement.

Si les Learning Analytics permettent de donner du sens à l'activité de l'apprenant (à travers ses clics, la mesure de son attention, l'analyse de réseaux sociaux...), ils permettent également d'évaluer et de donner du sens aux activités de l'enseignant, la production de données des Learning Analytics s'opérant très souvent dans un va-et-vient entre le formateur et l'apprenant. Si l'enseignant consent à surveiller l'élève, consentira-t-il aussi, en retour, à être surveillé ? La recherche-action en matière de Learning Analytics ne pourra se développer qu'avec l'adhésion des enseignants et des chercheurs, ce qui implique que tous soient rassurés quant aux conditions de la collecte, de la protection et du traitement des données personnelles. Car les résultats des recherches de l'analyse de l'apprentissage sont susceptibles de donner naissance à des applications opportunistes, permettant l'exploitation des données d'une manière qui n'avait pas été prévue au départ. Il est important, à cet égard, de garantir aux parties prenantes que les Learning Analytics visent à favoriser la compréhension et l'amélioration des apprentissages et de s'assurer au maximum que les analyses ne puissent être détournées dans une visée de contrôle académique non consenti par les parties prenantes [contrôle académique des formations, amélioration du rendement des enseignants, évaluation des enseignants au mérite...]. Il est également essentiel d'assurer la sécurité des données afin d'éviter la fuite de ces dernières au profit de tiers qui n'ont aucun intérêt légitime à y avoir accès et/ou pourraient en faire un usage inapproprié, ce qui soulève notamment la question de la sécurité et des conditions d'hébergement des données.

21. On observe qu'en Chine, dans la cafétéria de certaines institutions, des caméras identifient chaque élève qui fait la queue et enregistrent le contenu de son plateau repas pour envoyer le détail nutritionnel à ses parents (Turretini E., « En Chine, des "uniformes intelligents" pour les élèves », Le Temps, 06/01/2019), [En ligne].

La quantification de soi permise par le développement des Learning Analytics soulève des questions relatives à la mesure de la personnalité et à la recherche de la performance.

Quantification et mesure de la personnalité

Les bénéfices attendus des Learning Analytics en matière de respect de la personnalité de l'apprenant sont multiples. En associant les plateformes d'apprentissage en ligne à différents capteurs, les enseignants sont en capacité d'analyser toujours plus finement les réactions de leurs élèves, d'évaluer leur degré d'implication et d'engagement [analyse des fréquences de connexion, des types de lectures, des interactions...] et de proposer un accompagnement proche des besoins de chaque apprenant. En retour, les Learning Analytics permettent à l'élève de disposer d'un environnement d'apprentissage personnalisé, de faire le point sur ses propres forces et faiblesses, d'accéder à des parcours pédagogiques spécifiques, de bénéficier d'outils adaptés à son niveau et de suggestions d'activités correspondant à ses marges de progression. Les Learning Analytics conduisent donc à espérer qu'un véritable enseignement « sur mesure », au service de l'apprenant, ne soit pas incompatible avec un enseignement de masse. Encore convient-il de mesurer cet enthousiasme en rappelant une autre évidence : le cadre des Learning Analytics est en lien étroit avec le phénomène de la quantification de soi, dont l'utilisation peut être instrumentalisée à des fins très diverses.

Les risques liés à l'engouement pour le phénomène du « *quantified self* » (le moi quantifié), très bien décrits par la CNIL dans son étude sur « Le corps, nouvel objet connecté » [CNIL/LINC, 2013], interrogent naturellement l'activité des Learning Analytics, d'autant plus lorsqu'ils concernent des personnes mineures. Si le recours aux Learning Analytics vise à permettre le développement de l'éveil de l'apprenant (développement des capacités cognitives, psychomotrices, etc.), la quantification des performances de l'enfant est susceptible de faire naître une forme de « normopathie » anxiogène. L'élève est-il conforme aux paramètres ? Est-il suffisamment habile à la lecture, actif physiquement... Il est donc important de souligner que les dispositifs de Learning Analytics doivent être utilisés avec mesure, ce qui implique un questionnement sur l'adéquation de la collecte de données mise en place par rapport à la finalité recherchée. La recherche de ce rapport d'adéquation doit être systématisée, de manière pragmatique, en conformité avec les objectifs de la réglementation en matière de données personnelles, au cas par cas.

Quantification et recherche de la performance

Certains dispositifs conçus pour maximiser le potentiel de l'apprenant dans le cadre de son apprentissage risquent de soulever des questions liées à l'obsession de la recherche de la performance. Dans la mesure où les Learning Analytics permettent de détecter les signes d'ennui ou de perte de l'attention, voire d'alerter l'apprenant sur ce déficit, ils favorisent une évaluation régulière des performances des élèves. Il est important de rappeler que la « réussite scolaire » n'est pas nécessairement le résultat d'un temps linéaire et de prendre conscience des effets anxiogènes d'une sur-sollicitation de l'apprenant. Car les Learning Analytics pourraient contribuer à renforcer la propension à favoriser la production de « résultats » sous forme de notes. Sans oublier qu'une systématisation des outils d'alerte, de rappel à l'ordre ou de recommandation risque de lasser et de déresponsabiliser l'apprenant, tenté de s'en remettre au système sans s'interroger sur sa propre posture, dans le cadre de son apprentissage.

Dans tous les cas, il convient d'être très vigilant sur le fait que l'apprenant ne doit pas être transformé en un « objet » d'apprentissage. À cet égard, les Learning Analytics mériteraient toujours d'être conçus comme un outil au service de l'apprenant et non comme l'objet d'une expérimentation au service d'une institution. L'analyse de données massives et l'objectivation de l'apprentissage ne doivent pas contribuer à transformer les Learning Analytics en une discipline qui se résumerait à déduire la qualité ou l'absence de qualité d'un apprenant de l'observation d'un amas de data, ou à réduire l'apprenant, pour des raisons de confort ou d'économies, à un simple calcul de probabilités. A fortiori, elle ne doit pas transformer l'apprenant en un producteur passif de données, ni lui assigner de se conformer passivement

aux recommandations ou prescriptions d'un algorithme. Il importe de rappeler que l'analyse de l'apprentissage doit viser à fournir des indications pertinentes pour décider ce qui est approprié et moralement nécessaire à l'apprenant. L'analyse de l'apprentissage devrait fonctionner comme une pratique morale aboutissant à la compréhension plutôt qu'à la mesure [Slade, Prisloo, 2013].

Learning Analytics et enjeux de santé publique

D'un point de vue éthique, ne pas mettre les participants dans des situations où ils risquent de subir des préjudices physiques du fait de leur participation à la recherche en Learning Analytics doit être le premier objectif à assurer. À cet égard, c'est principalement le recours aux objets connectés qui suscite question. D'une part, l'exposition aux champs électromagnétique peut inquiéter, spécialement s'agissant des apprenants mineurs qui forment une population particulièrement sensible à ces champs. D'autre part, l'utilisation de certains équipements peut également contribuer à alimenter des problèmes de surexposition aux écrans, problèmes également très prégnants s'agissant des enfants.

L'EXPOSITION AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES.

Ainsi qu'il a été observé dans le rapport « Le numérique au service de l'École de la confiance », « le déploiement progressif des objets connectés dans tous les domaines de la vie sociale incite à mettre ces différents produits interactifs et communicants au service des apprentissages. Demain, les écrans ne seront très probablement plus l'interface dominante entre les individus et les machines. Qu'il s'agisse de suivre ses progressions [avec des bracelets dédiés à l'éducation physique et sportive], de récupérer des données sur des capteurs de toute nature [lunettes, drones, objets domotiques, etc.] ou encore d'apprendre à programmer [des robots par exemple], les objets connectés vont enrichir et renouveler considérablement les modalités d'apprentissage » [MEN/MESRI, 2018]. Ainsi pour les Learning Analytics, au même titre que pour d'autres utilisations (familiales, ludiques, etc.), les risques liés à l'exposition aux champs électromagnétiques ne méritent pas moins d'être soulignés. Ils intéressent particulièrement la santé des mineurs en bas âge et représentent des risques d'autant plus difficiles à appréhender qu'on ne dispose pas toujours d'études cliniques significatives sur cette catégorie de population. Mais il est aussi très vite apparu qu'il existe, pour l'instant, peu d'études portant sur les enfants de moins de 6 ans. La plupart des articles répertoriés, considérant que l'âge de la première utilisation du téléphone mobile se situe rarement avant 7 ans, portent sur des enfants plus âgés. Or, selon ce rapport, la surexposition des jeunes enfants aux radiofréquences issues des objets connectés du quotidien (téléphone portable, tablette, ordinateur, etc.) aurait des impacts sur leurs fonctions cognitives et serait responsable de certains troubles identifiés, comme les symptômes dépressifs ou la perte de mémoire²². Les études rapportent des niveaux d'exposition plus élevés chez les enfants que chez les adultes et démontrent que pour toute personne de taille inférieure à 1,30 m, les valeurs limites d'exposition réglementaires sont moins adaptées²³. Dans l'attente d'études complémentaires, il convient donc d'appliquer un principe de précaution qui doit conduire à ne pas négliger les risques d'exposition aux champs électromagnétiques dans le cadre d'expérimentations sur de très jeunes apprenants, en particulier pour les outils se situant près de la tête [serre-têtes pour mesurer les signes d'activité cérébrale, par exemple]²⁴.

22. Cf. Anses, « Exposition des enfants aux radiofréquences : pour un usage modéré et encadré des technologies sans-fil », actualité publiée le 08/07/2016, [En ligne].

23. En Europe, des études ont déjà amené le Conseil de santé des Pays-Bas à considérer, en 2011, que les niveaux de référence définis par l'ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) et adoptés par la Recommandation européenne n° 1999/519/CE, autour de 2 GHz, devaient être ajustés.

24. En Chine, l'utilisation de bandeaux « détecteurs d'attention », reposant sur une technologie inspirée de l'électroencéphalographie, semble déjà utilisée dans des écoles primaires. Œuvre d'une start-up de Boston, elle permet de mesurer le niveau d'attention d'un sujet et, éventuellement, le rappeler à l'ordre [cf. Le Gohlisse N., « La Chine testerait des bandeaux "détecteur d'attention" dans les écoles », SiècleDigital, 05/04/2019, [En ligne].

LA SUREXPOSITION AUX ÉCRANS

La surexposition aux écrans constitue aujourd'hui une question importante de santé publique concernant les très jeunes enfants. Les écrans émettent de la lumière bleue, ou lumière HEV artificielle, et ce type de rayonnement peut s'avérer nocif²⁵. Des recherches scientifiques montrent qu'une exposition prolongée peut provoquer des lésions photochimiques du cristallin ou de la rétine. Or, le cristallin des enfants qui n'ont pas encore 14 ans ne filtre pas aussi bien la lumière bleue que celui d'un adulte.

Par ailleurs, certains professionnels s'inquiètent de la forte augmentation des troubles intellectuels et cognitifs chez l'enfant en très bas âge, et alertent sur la nécessité de lutter contre la surexposition précoce aux écrans de télévision, d'ordinateur, de tablette et de téléphone. À partir d'éléments cliniques, ils décrivent un trouble nouveau, un syndrome neuro-développemental appelé Epeé, pour « exposition précoce et excessive aux écrans » [Marcelli, Bossière, Ducanda, 2018]. Ce trouble serait lié à la présence de l'écran venant perturber l'environnement de l'enfant, en interférant dans les besoins essentiels à son développement. Certes, le temps d'exposition aux écrans pris en considération par les spécialistes vise en tout premier lieu l'utilisation dans un cadre familial et concerne une population d'enfants en très bas âge (moins de 4 ans). Néanmoins, les interrogations liées à l'apparition de ce nouveau trouble doivent inviter à un principe de vigilance s'agissant de longs temps d'exposition des enfants aux écrans.

Les techniques de suivi oculaire (*eye-tracking*), qui permettent de déterminer si certains passages ont été lus plus ou moins lentement – pour attirer l'attention sur d'apparentes difficultés de compréhension ou sur des signes d'une perte de concentration – doivent aussi s'exercer dans un cadre sanitaire satisfaisant. Les méthodes de Learning Analytics promettent d'analyser les apprenants toujours plus finement, grâce à des dispositifs tels que des oculomètres. Avec des capteurs, le mouvement oculaire sur une page peut être analysé, afin de développer des manuels qui prendront en compte les habitudes de lecture et auront plus d'efficacité. Comme pour toute technologie nouvelle, ces dispositifs au contact corporel de l'apprenant suscitent des craintes quant à leur possibles effets sur la santé, craintes d'autant plus difficiles à appréhender que l'on ne sait pas quand le système visuel achève son développement, et que l'on ne dispose pas, là encore, d'études cliniques significatives sur le sujet.

En tout état de cause, il convient donc de réaliser que, plus les Learning Analytics impliquent des expériences sur un public jeune, plus ils s'adressent à un public fragile ; plus ils impliquent le recours à des technologies nouvelles, plus ils risquent de produire des effets physiques qui n'ont pas encore été pleinement déterminés. La prudence (utilisation d'un matériel adapté à l'enfant) et la modération (limitation du temps d'exposition) sont donc recommandées²⁶.

Learning Analytics et enjeux en matière d'impacts sociaux

À la croisée des sciences sociales et de l'informatique, l'émergence des Learning Analytics conduit à reposer, dans le contexte du Big Data, les traditionnelles questions du déterminisme et des discriminations.

LEARNING ANALYTICS ET DÉTERMINISME ÉDUCATIF

La production, l'utilisation et la réutilisation des données de Learning Analytics interrogent la question du déterminisme de manière plus ou moins intense, selon les objectifs poursuivis, et selon la perception que chaque communauté scientifique se fait du produit de la recherche

25. Cf. Anses, « Effets sur la santé humaine et sur l'environnement (faune et flore) des diodes électroluminescentes (LED), Expertise Anses 2019 », dossier téléchargeable, [En ligne].

26. Plusieurs travaux, tels que ceux du GTnum 4 : « Usages et pratiques numériques des jeunes » animé par Pascal Plantard, insistent sur la nécessaire prise en compte du contexte socio-économique et socioculturel des pratiques numériques des jeunes.

[notamment suivant qu'il s'agit d'alimenter une machine ou d'amplifier le rôle décisionnel des acteurs de l'apprentissage]. Néanmoins, il semble y avoir une hypothèse implicite liée à l'analyse de l'apprentissage, selon laquelle la connaissance de l'apprenant et la modélisation prédictive permettraient d'identifier les apprenants à risque et de personnaliser les interventions afin d'augmenter les chances de réussite. A priori, l'objectif des Learning Analytics réside donc dans la croyance en une capacité de réécrire un avenir non déterministe. De fait, dresser le profil d'un apprenant ou d'une catégorie d'apprenants peut permettre de repérer plus précocement des troubles du langage (dysorthographe et dyslexie), des troubles arithmétiques (dyscalculie) ou encore des troubles de coordination motrice (dyspraxie), et ainsi favoriser une remédiation rapide qui serait de nature à lutter contre l'échec. Mais, ne serait-ce pas également, peut-être, prendre le risque de « déterminer » un peu trop tôt l'avenir déjà « pré-dit » d'un apprenant ou d'une catégorie d'apprenants ? La question d'un futur prédit par le passé est un dilemme éthique classique dans la réflexion sur le Big Data. À cet égard, il est légitime de s'interroger à la fois sur la nature des indicateurs qui permettent, en matière de Learning Analytics, de favoriser l'analyse de situations de prédispositions favorables ou de situations à risques (Predictive Analytics), et sur l'utilisation pouvant être faite des profils ainsi obtenus.

S'agissant de la pertinence des indicateurs, comme dans d'autres domaines, la question des biais potentiels, des simplifications excessives et des éventuelles « bulles de filtre » devra être soulevée. Cette question des biais devra l'être, même lorsque les Learning Analytics sont utilisés de façon agrégée et anonymisée, puisque ces biais peuvent avoir pour effet de perpétuer ou renforcer des discriminations et favoriser des « bulles d'échec ». Car, l'agrégation ayant pour effet de désincorporer les données de leur contexte original, elle augmente les risques de mauvaise utilisation et/ou de mauvaise interprétation. Par ailleurs, même poussée très en avant, la prédiction et la personnalisation conduisent à des risques d'enfermement de l'individu dans une sphère limitée de possibilités et de ségrégation des expériences. Le danger est notamment que, par construction, les Learning Analytics réalisés à partir d'expériences passées et/ou actuelles présentent un tropisme à la répétition et que les catégorisations réalisées en fonction de données historiques soient incomplètes et/ou erronées. Lorsque l'exploitation des données numériques produites par les apprenants s'appuie sur une modélisation permettant de découvrir des informations et des connexions sociales afin d'anticiper, prédire et conseiller l'apprentissage de manière personnalisée, il est particulièrement important que la méthodologie adoptée soit transparente. À cet égard, la proposition d'instrumenter la démarche éthique elle-même, grâce au développement de dispositifs qui prennent en compte une « dimension éthique par construction » (*Ethics by Design*), en étendant la démarche existante de « vie privée par construction », apparaît un des moyens les plus prometteur pour concilier exigences éthiques et déontologiques [Mille, Pères-Labourdette Lembé].

S'agissant de l'utilisation des données de Learning Analytics, le risque est que l'analytique de l'apprentissage permette, à partir de la prédiction d'un parcours comportemental ou cognitif, de classer les élèves dès leur plus jeune âge pour leur assigner des parcours scolaires adaptés à leur profil, en fonction de leurs chances de réussite ou de risques d'abandon, sans tenir compte de leurs préférences personnelles. Il convient de rappeler que, d'un point de vue éthique, l'activité d'analyse d'apprentissage doit avoir pour finalité d'identifier les moyens d'aider efficacement les apprenants à atteindre leurs propres objectifs, en leur permettant d'exprimer des choix libres.

Un autre danger serait également de désigner à l'enseignant, de manière faussement prémonitoire, les forces ou les faiblesses d'un modèle d'apprenant. De ce point de vue, il y a lieu de s'interroger sur les effets induits qu'il peut y avoir à indiquer à un enseignant quels apprenants sont susceptibles de réussir ou d'échouer. Le risque est d'exposer les apprenants, de manière systématique et répétée, à des méthodes qui conduisent à confirmer des attentes stéréotypées (effet Pygmalion ou effet Rosenthal & Jacobson, [Rosenthal, Jacobson, 1968]). Il y a aussi lieu de s'interroger pour savoir s'il est toujours opportun de communiquer à l'apprenant un pronostic de bon ou de mauvais résultat, considérations qui devraient relever du libre arbitre des enseignants. Mais, à cet égard, on doit s'inquiéter des menaces liées à l'émergence d'un contentieux provoqué par des apprenants qui pourraient considérer comme fautive

l'absence de déclenchement d'une « procédure d'avertissement d'échec imminent », lorsque les tableaux de bord ont révélé un risque d'échec.

Il convient donc encore de se demander comment communiquer sur un pronostic de réussite ou d'échec : en raisonnant de manière neutre, à travers une présentation sèche de calculs de probabilités, ou dans le cadre d'un discours plus ou moins personnalisé de soutien permettant de maintenir la motivation... À cet égard, Régis Chatellier indique que les communications avec les apprenants sont peut-être plus efficaces si elles sont rédigées en termes généraux de soutien (« nous ne faisons que vérifier auprès de vous pour voir comment vont vos études », par exemple), plutôt qu'en termes de probabilités (« nous pensons que vous avez une probabilité de 10 % de terminer votre module actuel ») [cf. Chatellier, 2018].

Mais la plus grande crainte, parfois fantasmée, parfois exprimée, reste sans doute que, combinées avec les méthodes algorithmiques, les Learning Analytics ne deviennent l'antichambre d'un « *Minority Report* éducatif », conduisant les individus à rester prisonniers de leur passé dans l'avenir. À cet égard, il est bien entendu nécessaire de se défier d'une pseudo-objectivité machinique qui permettrait de s'en remettre à la « gouvernementalité algorithmique » mise en évidence par les travaux d'Antoinette Rouvroy, en s'inquiétant du risque de « dictature des algorithmes » dénoncé dès 2012 par la CNIL [CNIL/LINC, 2012]. Il convient de rappeler que le Règlement général européen pour la protection des données personnelles (RGPD), entré en application en mai 2018, interdit les décisions prises sur le seul fondement d'un algorithme et prévoit le droit à une explication en cas de décision prise par un algorithme. Les algorithmes utilisés dans le cadre éducatif ont déjà alimenté de nombreuses polémiques, ainsi que l'ont déjà démontré les « cas d'école » des algorithmes d'orientation et d'affectation Affelnet [Affectation des élèves par le Net] et APB [Admission post-bac]. Même lorsque leur code source a été produit conjointement par une administration et un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel, dans le cadre d'une mission de service public, ce qui rend la publication de ce code source possible, leur cadre juridique reste peu lisible et suscite de nombreuses difficultés. Ainsi, le code source d'APB est clairement un document administratif, aucun tiers extérieur à l'administration détenant des droits de propriété intellectuelle n'ayant été identifié. Mais la mission Etalab, qui coordonne notamment la conception et la mise en œuvre de la stratégie de l'État dans le domaine de la donnée, a elle-même reconnu que « le cadre juridique délimitant APB est assez peu lisible ». Le code informatique d'APB a permis de mettre en œuvre des dispositifs qui n'ont pas été prévus par le législateur, à l'instar du dispositif de tirage au sort pour les filières non sélectives sous tension²⁷. Par ailleurs, les règles du RGPD ne couvrent que les effets individuels, et non les conséquences collectives des algorithmes, puisqu'elles n'encadrent a priori que des données personnelles identifiées ou identifiables, et négligent les difficultés suscitées par le recours à des données anonymisées et agrégées. Ne serait-ce qu'en raison de ces difficultés, il conviendrait, en amont, que la mise au point des algorithmes éducatifs s'effectue dans un cadre éthique.

Il est aussi essentiel de travailler très concrètement sur le « droit à l'oubli » du mineur. Certains observent que « les données pédagogiques sont bien plus sensibles que les données médicales, car elles concernent des enfants, qui construisent leur personnalité, et il serait grave de leur assigner des mauvais résultats ou une mauvaise conduite qui les suivront le reste de leurs vies. Pour cette raison, il est impératif que ces données restent confidentielles et qu'elles ne puissent pas être communiquées vers l'extérieur²⁸ ». En droit, les données personnelles recueillies ne doivent être conservées que pour la durée nécessaire à la finalité du traitement. Ainsi, les traces d'apprentissage collectées pendant la prime jeunesse ne devraient pas être conservées au-delà d'un délai raisonnable, ni risquer de conditionner une vie d'adulte. Pour la CNIL, par exemple, les résultats scolaires des élèves sont des données privées qui doivent être protégées²⁹. La Commission s'inscrit d'ailleurs contre toute possibilité

27. Rapport de la mission Etalab sur les conditions d'ouverture du système Admission Post-Bac, 2017, p. 21. [En ligne].

28. La formule est de Gilles Dowek, président du conseil scientifique de la Société informatique de France et Professeur en informatique à l'ENS Paris-Saclay, qui estime que le prochain enjeu sera de faire inscrire les aspects sensibles de ces données pédagogiques dans la loi française, comme cela a été fait pour les données médicales, afin qu'elles soient encadrées et protégées de la même manière [source : Bourdet, 2019].

29. Avis du 22 mai 2018 sur la protection de la vie privée à l'ère du numérique, JORF, n° 0126 du 03/06/2018, texte n° 63, n° 57.

d'accès public aux résultats scolaires. Dans la même logique, elle s'inscrit contre tout tri des élèves/candidats à un emploi, indépendamment des décisions d'orientation des conseils d'orientation (pour les élèves) ou des diplômes.

Il paraît judicieux que le profil d'un élève ne le suive pas de la maternelle jusqu'à l'université, ni a fortiori jusqu'au marché du travail, et certaines évidences méritent parfois d'être rappelées car la question de l'instrumentalisation des Learning Analytics dans une perspective de déterminisme social, notamment du fait d'une « marchandisation des Learning Analytics », ne doit pas être sous-estimée.

LEARNING ANALYTICS ET DÉTERMINISME SOCIAL

Tout d'abord, les administrations et les entreprises de la filière Ed'tech peuvent être très intéressées par les données scolaires, dans le but de réfléchir à une allocation plus efficace des ressources, permettant d'optimiser économiquement les formations. Même lorsque les données de Learning Analytics n'ont pas un caractère personnel, elles présentent une nature stratégique et sont susceptibles de procurer des avantages concurrentiels dans le développement futur de services pour l'éducation³⁰. La question mérite donc d'être posée : « Dans quelle mesure l'analytique des activités d'apprentissage instrumentées ne concourent-elles pas aussi à l'accélération de l'industrialisation et marchandisation de la formation ? » [Peraya, 2019]. Ici encore, c'est l'aspect déterministe de la culture du chiffre qui doit être interrogé, notamment au regard du modèle économique des marchés bifaces, qui permet de considérer l'apprenant à la fois comme un consommateur et comme un fournisseur de données. Dans la mesure où les données de l'apprenant – réponses, commentaires, créations diverses, etc. – vont pouvoir nourrir la formation, mais également permettre d'évaluer la pertinence économique du modèle de la formation, les entreprises pourraient être tentées de marchandiser les données des apprenants, soit en subordonnant l'inscription à certains cours à la collecte de certaines données, soit en concédant une remise sur le prix de la formation lorsque les apprenants consentent à la collecte de certaines de leurs données. Par exemple, en 2014, en Angleterre, l'UCAS, l'organisme chargé de l'admission dans les universités britanniques, a vendu à de grandes compagnies l'accès aux données personnelles des étudiants, un commerce qui lui a rapporté cette année-là 14 millions d'euros. Certes, les étudiants pouvaient, lors de leur inscription, demander à ne pas recevoir de communications de la part de l'organisme. Mais il ne leur était pas possible de dissocier publicité et orientation. S'ils refusaient de recevoir des e-mails et courriers de la part de l'UCAS, ils n'avaient tout simplement plus accès aux *newsletters* en lien avec leur parcours académique³¹.

C'est alors le problème plus général du droit à l'autodétermination en matière de données personnelles (et de l'apparition d'une forme de « *digital labor* » en découlant) qui pourrait être soulevé. Indirectement, ce sont également les questions du droit d'accès à l'éducation et du risque de discrimination économique entre les apprenants qui pourraient aussi se trouver posées.

LEARNING ANALYTICS ET DISCRIMINATIONS

Les Learning Analytics soulèvent le problème de la distinction entre personnalisation de l'apprentissage et discriminations, et celui du risque de discriminations lié à l'instrumentalisation des données de Learning Analytics.

Personnalisation de l'apprentissage et discriminations

Dans la mesure où les Learning Analytics tendent à proposer des parcours pédagogiques mieux adaptés à l'apprenant, à son stade d'acquisition de connaissances et de compétences, ils forment a priori un formidable outil d'intégration. En favorisant un apprentissage adaptatif, fondé sur la personnalisation, ils ouvrent la voie à une pédagogie différenciée, facteur d'une

30. Le marché mondial de l'analyse de l'éducation et de l'apprentissage est un marché dont on prévoit une augmentation de la valeur estimée de 2,8 milliards USD en 2018, à 13,30 milliards USD en 2026 [source : Data Bridge Market Research, 2019].

31. Source : De Queroiz J.-A. , « Ce service universitaire qui revend les données personnelles des étudiants anglais », LeFigaro.fr, 14/03/2014, [En ligne].

bonne intégration éducative et sociale. Ainsi, le référentiel CARMO [Cadre de référence pour l'accès aux ressources pédagogiques via un équipement mobile – version 3.0, déc. 2018] permet de personnaliser les parcours et les apprentissages, en suggérant aux enseignants différents usages. Ce référentiel prévoit de « proposer aux élèves des ressources pédagogiques différenciées [exercices, cours...] selon leur niveau et leur avancement et/ou leur situation face à un handicap, avec disponibilité individuelle du terminal ; visionner en aval les séquences d'apprentissage afin d'identifier les points de blocage ; visualiser en temps réel la production de l'élève » [MENJ]. Il est certain que les Learning Analytics peuvent jouer un rôle tout à fait favorable pour améliorer l'intégration des élèves en difficulté ou en situation de handicap [détection des problèmes, mise à disposition de ressources adaptées aux élèves porteurs de handicap de type DYS, aux utilisateurs daltoniens...]. Dans cette mesure, les Learning Analytics peuvent fortement contribuer aux enjeux d'une école inclusive.

Si la personnalisation de l'apprentissage constitue une des perspectives les plus pertinentes des Learning Analytics, elle implique, en retour, de vives inquiétudes concernant le risque de discriminations. Comment concilier l'objectif des Learning Analytics – collecter et exploiter les traces numériques laissées par les apprenants afin d'assurer des pratiques éducatives individualisées et réflexives – avec la lutte contre les discriminations ? Comment anticiper des démarches favorables à la différenciation pédagogique, notamment en permettant de diagnostiquer les risques de décrochage, tout en luttant contre l'usage d'indicateurs qui peuvent exclure ? S'agissant en particulier des apprenants mineurs, comment garantir aux parents – dont la sensibilité à la culture numérique peut être très variable – que les Learning Analytics seront utilisés à des fins éthiques ? La question peut paraître d'autant plus sensible que, comme l'observe la Commission nationale consultative des droits de l'Homme (CNCDH), « s'il fallait contraindre les services scolaires à une consultation de chaque parent afin de recueillir leur consentement au traitement des données de leur enfant, l'Éducation nationale se verrait contrainte d'offrir des services d'enseignement différenciés selon la sensibilité particulière de chaque parent ³² ». La Commission estime qu'il est urgent d'intégrer les données collectées dans le contexte scolaire au champ des traitements relevant d'une « mission d'intérêt public » et d'appliquer les principes de contournement du consentement, de consultation préalable de la CNIL et de conduite obligatoire d'une étude d'impact, lors de l'élaboration de tout nouveau traitement. Selon elle, cette double exception aux dispositions générale du Règlement – mais permise par celui-ci – permettrait de garantir le traitement à parité des enfants dans le cadre scolaire.

Ces préconisations de la CNCDH ont au moins le mérite d'ouvrir la discussion sur ce possible risque de discrimination.

Par ailleurs, les différents capteurs pouvant être utilisés dans le cadre des Learning Analytics – notamment les dispositifs permettant la reconnaissance faciale et l'analyse des émotions, ou les dispositifs de type montres connectées permettant une analyse du rythme cardiaque, de la température, etc. – peuvent conduire à collecter des données personnelles sensibles et/ou des données personnelles dont le croisement permettrait d'établir des profilages pouvant être utilisés à des fins discriminatoires. Ne serait-ce que de ce point de vue, le problème de la confidentialité de certaines données collectées dans le cadre des Learning Analytics s'avère aussi délicat que celui de la collecte de données médicales. Il est important que les institutions gardent confidentiels les détails des handicaps des apprenants qui auront pu être révélés par l'analyse des apprentissages, puisque celle-ci permet d'identifier, parfois même involontairement, certaines déficiences.

Une autre source d'inquiétudes provient de la facilité qu'il pourrait y avoir à déduire, dans la masse des données de Learning Analytics et à partir de données apparemment insignifiantes, des informations « sensibles » telles que les prétendues appartenances ethniques, préférences religieuses ou orientations sexuelles de l'apprenant. Il convient d'insister sur le fait que le croisement des données collectées dans le cadre des Learning Analytics ne devrait pas conduire à la discrimination à l'égard d'une personne ou d'un groupe de personnes à raison

32. Avis du 22 mai 2018 sur la protection de la vie privée à l'ère du numérique, *JORF*, n° 0126 du 03/06/2018, texte n° 63, n° 53.

de leur origine, ou de leur appartenance ou non-appartenance à une ethnie, une nation, une race ou une religion déterminée, ou à raison de leur sexe, de leur orientation sexuelle ou de leur handicap, toutes formes de discriminations condamnables, aussi bien d'un point de vue éthique que d'un point de vue juridique. Plus délicate encore, la question de l'introduction de la discrimination positive dans les Learning Analytics pourrait aussi être posée. Une étude du centre de recherche ECAR (Educause Center for Analysis and Research) fait état d'une expérience de l'université de Washington dans laquelle les Learning Analytics sont utilisés, sur un site regroupant plus de 20 000 étudiants issus des communautés de réserves indiennes et immigrées, pour accompagner les étudiants en difficulté scolaire ou en décrochage. Les représentants de l'université précisant d'ailleurs qu'ils tenaient à maintenir cette approche, même si ces résultats pouvaient impacter leur classement au niveau national et global³³. Comme dans tout système de discrimination positive, des considérations éthiques conduisent alors à s'interroger sur les biais idéologiques involontairement introduits. Enfin, au-delà du risque d'une instrumentalisation volontairement discriminatoire des Learning Analytics, le danger réside surtout dans le fait que les opérations de typification des apprenants intègrent des biais ou préjugés qui contribuent à la reproduction ou au renforcement des discriminations. Car si, d'un côté l'exploration de données peut aider à reconnaître et modéliser la diversité entre les apprenants, de l'autre, elle contribue à créer des profils de groupes qui traitent les apprenants comme des objets dotés d'un ensemble d'attributs, plutôt que de les considérer comme des sujets à la fois complexes et singuliers. Et, comme dans d'autres domaines, les profilages réalisés dans le cadre des Learning Analytics peuvent intrinsèquement refléter et perpétuer les stéréotypes et préjugés dans les domaines culturel, géopolitique, économique et social. Certains observent ainsi que, de manière assez paradoxale, la collecte de données sur les apprenants pourrait avoir pour effet d'accroître leur vulnérabilité, plutôt que de la diminuer [Prinsloo, Slade, 2016]. Pour éviter les risques liés à une discrimination implicite ou explicite, il importe donc de s'assurer que les analyses sont effectuées sur des ensembles de données représentatifs. Il importe aussi de ne pas céder à la tentation de croire qu'il serait facile, grâce aux Learning Analytics, de supplanter la rationalité humaine afin de rendre des décisions justes et non dépendantes des partis pris subjectifs. Il importe, surtout, de permettre à l'apprenant (ou celui qui le représente juridiquement) de prouver l'existence de biais et de stéréotypes dans le profilage et de démontrer que des analyses prédictives sont fausses ou incomplètes, lorsqu'une décision lui fait grief.

Instrumentalisation des Learning Analytics et discriminations

On sait que les critiques les plus vives formulées à l'encontre du Big Data mettent en avant le fait que la valeur créée repose sur la réutilisation des données à des fins qui n'avaient pas été prévues lors de leur collecte et qui ne servent pas uniquement à améliorer les services. Certaines entreprises ont déjà essayé d'établir des profils de risques déduits de profils psychologiques établis sur la base des données personnelles collectées sur les réseaux sociaux [risques permettant d'adapter la police d'assurance des jeunes conducteurs ou de mesurer la solvabilité prévisible d'un consommateur, compte tenu de la fréquentation de ses « amis »]. Il convient que les données de Learning Analytics ne fassent pas l'objet d'une utilisation mercantile qui dévoierait la visée pédagogique ou didactique initialement assignée à la collecte. Les établissements d'enseignement devraient garantir que les données issues des Learning Analytics ne pourront être utilisées à des fins qui ne sont pas strictement éducatives [exploitation de ces données à des fins publicitaires, établissement de profils de risques destinés à des assureurs ou des établissements de crédits, informations permettant le recrutement par des employeurs...]. Car le secteur de l'éducation est fortement sollicité par des acteurs économiques, très intéressés par les données scolaires.

La question de la sécurité des données scolaires s'avère polémique. Le 5 décembre 2018, le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse et la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) ont signé une « convention relative à la protection des

33. Source : « Educause Annual Conference 2015. Visites Purdue University & University of Washington », rapport de la délégation française, [En ligne]. Une autre expérience, mise en place par l'université du Maryland (UMUC), tente un projet ambitieux qui, pour diminuer le taux d'échec, utilise un système complexe qui interroge le lycée et le quartier d'origine, en pondérant le risque en fonction de facteurs sociologiques [origine ethnique et sociale de l'étudiant, lieu de vie]. Ces indicateurs sont pris à égale considération, voire plus, avec les indicateurs sur l'activité dans le collège [source : « Educause Annual Conference 2016. Visites UCLA, Stanford & Berkeley », rapport de la délégation française, [En ligne].

données personnelles dans les usages numériques de l'Éducation nationale », dont la portée semble pour l'instant limitée, au moins dans le temps [puisqu'elle a été conclue pour une durée de trois ans] [MENJ/CNIL, 2018].

Si l'on peut espérer que les dispositions du RGPD en lien avec la coopération renforcée entre autorités pour les traitements transnationaux permettent d'améliorer les conditions de sécurité du stockage des données, la question de l'hébergement des données et/ou de leur transfert vers un prestataire extérieur semble encore, sur le terrain, un point de fragilité très important. Comme l'observe le rapport « Données numériques à caractère personnel au sein de l'Éducation nationale », « si l'on peut admettre que des données scolaires puissent être transmises sans cryptage au sein des réseaux dédiés de l'Éducation nationale, il apparaît plus surprenant qu'elles puissent être transmises "en clair" vers des prestataires extérieurs » [IGEN-IGAENR, 2018, p. 10]. Cette inquiétude semble d'autant plus fondée que la mission a pu observer que, bien souvent, des données inutiles étaient transmises à des tiers. Il convient également d'être particulièrement attentifs aux évolutions technologiques dans le domaine de la portabilité et du transfert des données. Par ailleurs, le constat que le stockage des données scolaires s'effectue sans aucun regard de l'État sur la sécurité des serveurs les accueillants reste extrêmement inquiétant, en regard des menaces toujours plus nombreuses de cyberattaques. Rappelons qu'en décembre 2018, les données d'un demi-million d'étudiants du San Diego Unified School District ont été volées par un hacker³⁴. Compte tenu de leur grande valeur, il est à redouter que les données de Learning Analytics ne puissent être réutilisées à l'insu des apprenants si elles venaient à faire l'objet d'un hacking. Exiger une certification ANSSI de premier niveau, au moins pour tous les contractants hébergeant des données de Learning Analytics à caractère personnel, serait judicieux. De manière plus générale, la question de la sécurité et de la souveraineté des données de Learning Analytics demeure prégnante. Les enjeux aussi bien techniques que politiques sont de taille. Or, l'assurance d'une prise en considération sérieuse des enjeux de la sécurité des données, garante de la protection de la vie privée, est une condition essentielle pour l'acceptation et l'utilisation de l'analyse de l'apprentissage par tous ceux qui veillent au respect de la déontologie.

34. Bastien L., « Les données d'un demi-million d'étudiants volées par un hacker », lebigdata.fr, 26/12/2018, [En ligne].

L'analytique des apprentissages avec le numérique

Les Learning Analytics, que nous proposons d'appeler l'**analytique des apprentissages avec le numérique**, sont un terrain d'innovations fertile : deux communautés scientifiques à l'international (EDM et LAK) et une en France (l'Association des technologies de l'information pour l'éducation et la formation – ATIEF) animent la recherche autour d'objectifs communs et d'approches complémentaires. Leur impact scientifique est désormais conforté par des conférences annuelles, la publication de deux revues et, surtout, la création, au sein des plus prestigieuses institutions de l'enseignement supérieur et de la recherche, de groupes de travail, comités de surveillance, centres de recherches chargés de veiller à l'éthique, à la déontologie et aux finalités pédagogiques de la collecte des données et de leurs traitements par des algorithmes.

L'analytique des apprentissages numériques s'attache à révéler, à différents niveaux d'analyse, les informations pertinentes pour améliorer l'expérience et les environnements d'apprentissage. Au service de projets humanistes, cet ensemble de technologies propose d'étayer les acteurs de la communauté éducative. Prédiction de la progression, analyse de l'apprentissage social, analyse de discours, tableaux de bord sont désormais des domaines d'expérimentation bien balisés. En tant qu'analytique des données résultant de l'apprentissage, l'analytique des apprentissages numériques s'apparente au plus vaste ensemble de la science des données de l'apprentissage, dont les questions de recherche vont de l'architecture physique des données aux traces issues de l'activité de l'enseignant lui-même.

Le passage de l'expérimentation à l'industrialisation de ces technologies (Larusson, 2014) est bousculé par l'arrivée impromptue des géants de l'économie numérique. En l'état actuel, la recherche expérimentale se teinte d'un certain scepticisme. Les garde-fous sont plus que jamais nécessaires, s'agissant d'un public pour partie mineur et de données cognitives sensibles. Les équipes pluridisciplinaires de la recherche publique préconisent des dispositifs responsables, transparents, sobres, confidentiels et accessibles. Le futur de l'analytique des apprentissages numériques est une équation à trois inconnues : premièrement, les décideurs (gouvernements, institutions, firmes) prendront-ils la mesure des financements et des projets encore nécessaires à l'adaptation de la recherche aux pratiques de terrain et à la dissémination d'une culture de l'analytique des données au sein du corps enseignant ? Ensuite, ces décideurs parviendront-ils à élaborer un cadre législatif viable, souple mais équitable, respectant le droit des usagers à suspendre la collecte des données et qui préserve leur confidentialité ? Enfin, ces décideurs parviendront-ils, au-delà d'une logique mercantile et de technologies propriétaires, à promouvoir des standards, des projets ouverts ?

Institutions d'enseignement et de recherche, politiques et chercheurs ont la main sur le devenir de l'analytique des données résultant de l'apprentissage numérique : de la connaissance de ce domaine et de la prise de conscience de ses impacts et enjeux sociétaux dépendra le visage de l'École numérique (Griffiths *et al.*, 2015).

- Aguiar E., Ambrose G. A., Chawla N. V., Goodrich V., Brockman J. [2014], « Engagement vs Performance: Using Electronic Portfolios to Predict First Semester Engineering Student Persistence », *JLA*, vol. 1, n° 3, p. 7-33.
- Ahn J. [2013], « What can we learn from Facebook activity? Using social learning analytics to observe new media literacy skills », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 135-144.
- Aleven V., McLaren B., Roll I., Koedinger K. [2006], « Toward meta-cognitive tutoring: A model of help seeking with a cognitive tutor », *International journal of artificial intelligence in education*, vol. 16, n° 2, p. 101-128.
- Amershi S., Conati C. [2009], « Combining Unsupervised and Supervised Machine Learning to Build User Models for Exploratory Learning Environments », *JEDM*, vol. 1, n° 1, p. 71-81.
- Anderson J. R. [1983], *The Architecture of Cognition*, Cambridge (MA), Etats-Unis, Harvard University Press.
- Anderson T. [1996], « The virtual conference: Extending professional education in cyberspace », *International Journal of Educational Telecommunications*, vol. 2, n° 2-3, p. 121-135.
- Arnold K. E., Pistilli M. D. [2012], « Course signals at Purdue: using learning analytics to increase student success », in *Proceedings of the Second International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 267-270.
- Baker R., Gowda S. M., Corbett A. T. [2011], « Automatically detecting a student's preparation for future learning: Help use is key », in *Proceedings of the Fourth International Conference on Educational Data Mining*, Eindhoven, Technische Universiteit Eindhoven, p. 179-188.
- Baker R., Siemens G. [2012], « Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration », in *Proceedings of the Second International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 252-254.
- Baker R., Siemens G. [2014], « Educational Data Mining and Learning Analytics », in K. Sawyer (dir.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, New York (NY), Cambridge University Press (2^e édition), p. 253-274.
- Baker R., Yacef K. [2009], « The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions », *JEDM*, vol. 1, n° 1, p. 3-17.
- Balacheff N. [1994], « Didactique et intelligence artificielle », in Balacheff N., Vivet M. (dir.), *Didactique et intelligence artificielle*, Grenoble, La Pensée Sauvage, coll. « Recherches en didactique des mathématiques », p. 9-42.
- Balacheff N. [1995], « Conception, propriété du système sujet/milieu », in R. Noirfalise, M. J. Perrin-Glorian (dir.), *Actes de la VII^e École d'été de didactique des mathématiques*, Clermont-Ferrand, ARDM de Clermont-Ferrand, p. 215-229.
- Balacheff N., Gaudin N. [2002], « Students conceptions: an introduction to a formal characterization », *Cahier Leibniz*, n° 65, p. 1-21.

- Barazzutti P.-L., Cordier A., Fuchs B., Crémilleux B., de Runz C. [2016], « Transmute : un outil interactif pour assister l'extraction de connaissances à partir de traces », *Extraction et gestion des connaissances (EGC 2016)*, p. 463-468.
- Beal C.R., Qu L., Lee H. [2006], « Classifying learner engagement through integration of multiple data sources », in *Proceedings of the 21st National Conference on Artificial Intelligence*, New York, ACM, p. 151-156.
- Beal C.R., Qu L., Lee H. [2008], « Mathematics motivation and achievement as predictors of high school students' guessing and help-seeking with instructional software », *Journal of Computer Assisted Learning*, n° 24, p. 507-514.
- Ben-Naim D., Bain M., Marcus N. [2009], « A user-driven and data-driven approach for supporting teachers in reflection and adaptation of adaptive tutorials », in *Proceedings of the Second International Conference on Educational Data Mining*, p. 21-30.
- Benzécri J.-P. [1973], *L'Analyse des données*, Malakoff, Dunod.
- Bienkowski M., Brecht J., Klo J. [2012], « The learning registry: building a foundation for learning resource analytics », in *Proceedings of the Second International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM.
- Blomer J. [2012], *NSDL Metadata Formats*, [En ligne].
- Borgatti S. P., Mehra A., Brass D. J., Labianca G. [2009], « Network analysis in the social sciences », *Science*, vol. 323, n° 5916, p. 892-895.
- Bourdet J. [2019], « Des données sensibles à protéger », *Data Analytics Post*, [En ligne].
- Bowers A. J. [2010], « Analyzing the Longitudinal K-12 Grading Histories of Entire Cohorts of Students: Grades, Data Driven Decision Making, Dropping Out and Hierarchical Cluster Analysis », *Practical Assessment, Research & Évaluation*, vol. 15, n° 7, p. 1-18.
- Bouhineau D., Luengo V., Mandran N., Ortega M., Wajeman C. [2013], « Open platform to model and capture experimental data in Technology enhanced learning systems », *Workshop Data Analysis and Interpretation for Learning Environments*.
- Broisin J., Venant R., Vidal P. [2017a], « Lab4CE: a Remote Laboratory for Computer Education », *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 27, n° 1, p. 154-180.
- Broisin J., Venant R., Vidal P. [2017b], « Awareness and Reflection in Virtual and Remote Laboratories: the case of Computer Education », *International Journal of Technology Enhanced Learning*, Inderscience Publishers, vol. 9, n° 2-3, p. 254-276.
- Brown M. [2012], « Learning Analytic : Moving from Concept to Practice », accessible sur le site Educause, [En ligne].
- Brynjolfsson E., Lorin M. H., Heekyung H. K. [2011], « Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance? », accessible sur le site *Social Science Research Network*, [En ligne].
- Calvo R. A., D'Mello S. K. [2011], *New Perspectives on Affect and Learning Technologies*, New York (NY), Springer.
- Campbell J. P., DeBlois P. B., Oblinger D. G. [2007], « Academic Analytics: A New Tool for a New Era », *Educause Review*, vol. 42, n° 4, p. 40-57, [En ligne].
- Casado R., Guin N., Champin P.-A., Lefevre M. [2017], « kTBS4LA : une plateforme d'analyse de traces fondée sur une modélisation sémantique des traces », Atelier « Méthodologies et outils pour le recueil, l'analyse et la visualisation des traces d'interaction », ORPHEE-RDV 2017, Font-Romeu, [En ligne].
- Cen H., Koedinger K., Junker B. [2006], « Learning Factors Analysis. A general method for cognitive model evaluation and improvement », in *Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Berlin/Heidelberg, Springer/Verlag, p. 164-175.
- Cen H., Koedinger K., Junker B. [2008], « Comparing two IRT models for conjunctive skills », in *9th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Berlin/Heidelberg, Springer/Verlag, p. 796-798.

- Champalle O., Sehaba K., Mille A. [2016], « Observation et analyse de comportements des utilisateurs à base de traces », *Revue des sciences et technologies de l'information - Série TSI : Technique et science informatiques*, vol. 35, n° 4-5.
- Champin P.-A., Mille A., Prié Y. [2013], « Vers des traces numériques comme objets informatiques de premier niveau : une approche par les traces modélisées », *Intellectica*, n° 59, p. 171-204.
- Charleer S., Santos J. L., Klerkx J., Duval E. [2014], « Improving teacher awareness through activity, badge and content visualizations », in Y. Cao, T. Väljataga, J. K. T. Tang, H. Leung and M. Laanpere (dir.), *New Horizons in Web Based Learning: Proceedings of the 1st International Workshop on Open Badges in Education*, Springer International Publishing, p. 143-152.
- Chatellier R. [2018], « Privacy and ethical concerns in Learning Analytics », CNIL/LINC, [[En ligne](#)].
- Clauset A., Newman M. E. J., Moore C. [2004], « Finding community structure in very large networks », *Physical Review E*, vol. 70, n° 6.
- Clow D. [2012], « The learning analytics cycle: closing the loop effectively », in *Proceedings of the LAK 2012*, ACM, p. 134-138.
- CNIL/LINC [2012], *Cahiers IP Innovation & Prospective*, n° 1 : « Vie privée à l'horizon 2020. Focus sur des transformations clés au croisement des usages, des technologies et des stratégies économiques. Quel paysage nouveau pour les données personnelles, les libertés et la vie privée ? Protéger, réguler, innover », cahier téléchargeable, [[En ligne](#)].
- CNIL/LINC [2013], *Cahiers IP Innovation & Prospective*, n° 2 : « Le corps, nouvel objet connecté. Du Quantified Self à la M-santé : les nouveaux territoires de la mise en données du monde », cahier téléchargeable, [[En ligne](#)].
- Clow D. [2013], « MOOCs and the funnel of participation », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 185-189.
- Corbett A.T., Anderson J.R. [1995], « Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge », *User Modelling and User-Adapted Interaction*, n° 4, p. 253-278.
- Crédoc [2019], « Baromètre du numérique 2019, Enquête sur la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française en 2019 », CGE/ARCEP/Agence du numérique, [[En ligne](#)].
- Data Bridge Market Research [2019], « Education and Learning Analytics Market 2019. Report Highlights the Competitive Scenario By Microsoft, IBM, SAP, Tableau Software, Alteryx, Qlik, Saba Software, SkyPrep Training Software, Information Builders And Others », [[En ligne](#)].
- D'Mello S., Olney A., Person N. [2010], « Mining Collaborative Patterns in Tutorial Dialogues », *JEDM*, n° 2, p. 2-37.
- D'Mello S. K., Graesser A. C. [2012], « Dynamics of Affective States during Complex Learning », *Learning and Instruction*, n° 22, p. 145-157.
- Dabbebi I., Iksal S., Gilliot J.-M., May M., Garlatti S. [2017], « Towards Adaptive Dashboards for Learning Analytic: An Approach for Conceptual Design and implementation », in *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education*, p. 120-131.
- Davenport Th. H., Haris J. G., Morison R. [2010], *Analytics at Work. Smarter Decisions, Better Results*. Boston [MA], Harvard Business Press.
- Dawson S. [2008], « A study of the relationship between student social networks and sense of community », *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 11, n° 3, p. 224-238.
- De Liddo A., Buckingham Shum S., Quinto I., Bachler M., Cannavacciuolo L. [2011], « Discourse-centric learning analytics », in *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, New York, ACM, p. 23-33.
- Dekker G., Pechenizkiy M., Vleeshouwers J. [2009], « Predicting students drop out: a case study », in *Proceedings of 2nd International Conference on Educational Data Mining*, p. 41-50.

- Derbel F., Champin P. A., Cordier A., Munch D. [2015], « Authentification d'un utilisateur à partir de ses traces d'interaction », in *Treizièmes Rencontres des jeunes chercheurs en intelligence artificielle (RJCIA 2015)*.
- Djouad T., Mille A., Benmohammed M. [2011], « SBT-IM: Système à base de traces-Indicateurs d'interactions Moodle », Conférence EIAH 2011, Mons.
- Duval E. [2011], « Attention Please! Learning Analytics for Visualization and Recommendation », in *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, New York, ACM, p. 9-17.
- Dyke G., Lund K., Girardot J.-J. [2010], « Tatiana : un environnement d'aide à l'analyse de traces d'interactions humaines », *Technique et science informatiques (TSI)*, p. 1179-1205.
- Essa A., Ayad H. [2012], « Student success system: risk analytics and data visualization using ensembles of predictive models », in *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 158-161.
- Ez-Zaouia M., Lavoué E. [2017], « EMODA: a tutor oriented multimodal and contextual emotional dashboard », in *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics Knowledge Conference*, New York, ACM, p. 429-438.
- Fayyad U., Piatetsky S. G., Smyth P. [1996], « From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases », *AI Magazine*, vol. 17, n° 3, p. 37-54.
- Feng M., Heffernan N., Koedinger K. [2009], « Addressing the assessment challenge with an online system that tutors as it assesses », *User modeling and user-adapted interaction*, vol. 19, n° 3, p. 243-266.
- Ferguson R. [2009], « The Construction of Shared Knowledge Through Asynchronous Dialogue », Thèse de doctorat, Milton Keynes, The Open University, [\[En ligne\]](#).
- Ferguson R., Clow D. [2015], « Consistent Commitment: Patterns of Engagement across Time in Massive Open Online Courses (MOOCs) », *JLA*, vol. 2, n° 3, p. 55-80.
- Ferguson R., Cooper A., Drachsler H., Kismihók G., Boyer A., Tammets K., Martinez Monés A. [2015], « Learning Analytics: European Perspectives », in *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics Knowledge Conference*, New York, ACM, p. 69-72.
- Fortunato S. [2010], « Community detection in graphs », *Physics Reports*, vol. 486, n° 3-5, p. 75-174.
- Fuchs B. [2018], « Focaliser l'extraction d'épisodes séquentiels à partir de traces par le contexte », in 29^{es} Journées francophones d'ingénierie des connaissances, p. 213-227.
- Garrison D. R., Anderson T., Archer W. [1999], « Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education », *The Internet and Higher Education*, vol. 2, n° 2, p. 87-105.
- Gee J. P., Green J. [1998], « Discourse analysis, learning and social practice: a methodological study », *Review of Research in Education*, n° 23, p. 119-169.
- Georgon O. L., Mille A., Bellet T., Mathern B., Ritter F. E. [2012], « Supporting Activity Modeling from Activity Traces », *Expert Systems*, vol. 29, n° 3, p. 261-275.
- Goldhaber M. H. [1997], « The Attention Economy and the Net », *First Monday*, vol. 2, n° 4.
- Greller W., Drachsler H. [2012], « Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics », *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 15, n° 3, p. 42-57.
- Griffiths D. [coord.] [2015], « *Visions of the Future. Horizon Report* », [\[En ligne\]](#).
- Hayashi C. [1998], « What is Data Science? Fundamental Concepts and a Heuristic Example », in Hayashi C., Yajima K., Bock H.H., Ohsumi N., Tanaka Y., Baba Y. (dir.), *Data Science, Classification, and Related Methods*, Proceedings of the Fifth Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS-96), Springer Japan, p. 40-51.
- Haythornthwaite C., de Laat M. [2010], « Social Networks and Learning Networks: using social network perspectives to understand social learning », in *Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning*, Lancaster University, p. 183-190, [\[En ligne\]](#).

- Hershkovitz A, Nachmias R. [2008], « Developing a log-based motivation measuring tool », in *Proceedings of the First International Conference on Educational Data Mining*, p. 226-233.
- IGEN-IGAENR [2018], « Données numériques à caractère personnel au sein de l'Éducation nationale », rapport n° 2018-016, [\[En ligne\]](#).
- Iksal S. [2011], « Tracks Analysis in Learning Systems: A prescriptive Approach », *International Journal for e-Learning Security (IJeLS)*, p. 3-9.
- Iksal S. [2012], « Ingénierie de l'observation basée sur la prescription en EIAH », HDR en Informatique, Université du Maine, [\[En ligne\]](#).
- Joksimović S., Dowell N., Skrypnyk O., Kovanović V., Gašević D., Dawson Sh., Graesser A. [2015], « How do you connect? Analysis of Social Capital Accumulation in connectivist MOOCs », in *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge*, New York, ACM, p. 64-68.
- Kay J., Maisonneuve N., Yacef K., Reimann P. [2006], « The Big Five and Visualisations of Team Work Activity », in *Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Berlin, Springer-Verlag, p. 197-206.
- Kizilcec R. F., Piech C., Schneider E. [2013], « Deconstructing Disengagement: Analyzing Learner Subpopulations in Massive Open Online Courses », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 170-179.
- Knowles J. E. [2015], « Of Needles and Haystacks: Building an Accurate Statewide Dropout Early Warning System in Wisconsin », *JEDM*, vol. 7, n° 3, p. 18-67.
- Koedinger K. R., Corbett A. [2006], « Cognitives tutors: Technology bringing learning science to the classroom », in Sawyer R. K. (dir.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, New York (NY), Cambridge University Press, p. 61-78.
- Koedinger K., McLaughlin E., Stamper J. [2012], « Automated student model improvement », in *Proceedings of the 5th International Conference on Educational Data Mining*, p. 17-24.
- Koedinger K., Pavlik P., Stamper J., Nixon T., Ritter S. [2010], « Avoiding problem selection thrashing with conjunctive knowledge tracing », in *Proceedings of the 3rd International Conference on Educational Data Mining*, p. 91-100.
- Kong Win Chang B., Lefevre M., Guin N., Champin P.-A. [2015], « SPARE-LNC: un langage naturel contrôlé pour l'interrogation de traces d'interactions stockées dans une base RDF », [\[En ligne\]](#).
- Kovanovic V., Gašević D., Dawson S., Joksimovic S., Baker R. [2015], « Does Time-on-task Estimation Matter? Implications on Validity of Learning Analytics Findings », *JLA*, vol. 2, n° 3, p. 81-110.
- Lallé S., Mostow J., Luengo V., Guin N. [2013], « Comparing Student Models in Different Formalisms by Predicting their Impact on Help Success », in *AIED 2013: 16th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, Springer, p. 161-170.
- Larusson J. A., White B. (dir.), [2014], *Learning Analytics: From Research to practice*, New York (NY), Springer.
- Learning Technology Standards Committee. [2002], « IEEE Standard for learning object metadata », *IEEE Standard*, vol. 1484, n° 1.
- Lesnard L., de Saint Pol T. [2006], « Introduction aux méthodes d'appariement optimal », *Bulletin de méthodologie sociologique*, n° 90, p. 5-25.
- Levin D. Z., Cross R. [2004], « The strength of weak ties you can trust: The mediating role of trust in effective knowledge », *Management Science*, vol. 50, n° 11, p. 1477-1490.
- Long P. D., Siemens G. [2011], « Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education », *Educause Review*, vol. 46, n° 5, p. 30-40 [\[En ligne\]](#).
- Loup G., Serna A., Iksal S., George S. [2016], « Immersion and Persistence: Improving Learners' Engagement in Authentic Learning Situations », in Verbert K., Sharples M, Klobučar T., *Adaptive and Adaptable Learning (EC-TEL 2016: 11th European Conference on Technology Enhanced Learning)*, Springer, p. 410-415.

- Luengo V. Guin N., Bouhineau D. Daubias P., Bruillard E. *et al.* [2019], « HUBBLE, un observatoire des analyses des traces », Rapport de recherche, ANR (Agence nationale de la recherche, France), [\[En ligne\]](#).
- Lukarov V., Chatti M. A., Thüs H., Kia F. S., Muslim A., Greven C., Schroeder U. [2014], « Data Models in Learning Analytics », in *DeLFI Workshops*, p. 88-95.
- Macfadyen L. P., Dawson S. [2010], « Mining LMS data to develop an “early warning system” for educators: A proof of concept », *Computers & Education*, vol. 54, n° 2, p. 588-599.
- Mannila H., Toivonen H., Verkamo A. I. [1997], « Discovery of frequent episodes in event sequences », *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 1, n° 3, p. 259-289.
- Marcelli D., Bossière M.-C., Ducanda A.-L. [2018], « Plaidoyer pour un nouveau syndrome “Exposition précoce et excessive aux écrans” (epee) », *Enfances & Psy*, n° 79, p. 142-160.
- Martin T., Aghababayan A., Pfaffman J., Olsen J., Baker S., Janisiewicz P. *et al.* [2013], « Nanogenetic Learning Analytics: Illuminating Student Learning Pathways in an Online Fraction Game », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 165-169.
- Martinez-Maldonado R., Pardo A., Mirriahi N., Yacef K., Kay J., Clayphan A. [2015], « LATUX: an Iterative Workflow for Designing, Validating and Deploying Learning Analytics Visualisations », *JLA*, vol. 2, n° 3, p. 9-39.
- May M., George S., Prévôt P. [2011], « TrAVis to Enhance Online Tutoring and Learning Activities: Real Time Visualization of Students Tracking Data », *International Journal of Interactive Technology and Smart Education (ITSE)*, vol. 8, n° 1, p. 52-69.
- MEN/MESRI [2018], « Le numérique au service de l'École de la confiance à l'école », dossier en ligne et version téléchargeable, [\[En ligne\]](#).
- MENJ, « CARMO, Cadre de référence pour l'accès aux ressources pédagogiques via un équipement mobile », [\[En ligne\]](#).
- MENJ/CNIL, « Convention relative à la protection des données personnelles dans les usages numériques de l'Éducation nationale, [\[En ligne\]](#).
- Mercer N. [2004], « Sociocultural discourse analysis: analysing classroom talk as a social mode of thinking », *Journal of Applied Linguistics*, vol. 1, n° 2, p. 137-168.
- Michel C., Lavoué E., George S., Ji M. [2017], « Supporting Awareness and Self-Regulation », in *Project-Based Learning through Personalized Dashboards*, *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, vol. 9, n° 2-3, p. 204-226.
- Mille A., Pérès-Labourdette Lembé V., « Learning Analytics : vers une éthique par construction des EIAH », [\[En ligne\]](#).
- Ming Ming C., Nobuko F. [2014], « Statistical Discourse Analysis: A method for modeling online discussion processes », *JLA*, vol. 1, n° 3, p. 61-83.
- Minh Chieu V., Luengo V., Vadcard L., Tonetti J. [2010], « Student modeling in complex domains: Exploiting symbiosis between temporal Bayesian networks and finegrained didactical analysis », *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, n° 20, p. 269-301.
- Mitrovic A., Martin B., Suraweera P. [2007], « Intelligent Tutors for All: The Constraint-Based Approach », *IEEE Intelligent Systems*, n° 22, p. 38-45.
- Miyake N. [1986], « Constructive interaction and the iterative process of understanding », *Cognitive Science*, n° 10, p. 151-177.
- Muratet M., Yessad A., Carron T. [2016], « Understanding Learners' Behaviors in Serious Games », *ICWL 2016 - International Conference on Web-based Learning*.
- Muslim A., Chatti M. A., Mahapatra T., Schroeder U. [2016], « A rule-based indicator definition tool for personalized learning analytics », in *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, New York, ACM, p. 264-273.

- Naur P. (1969), « 'Datalogy', the science of data and data processes », Dans A. J. H. Morrell (dir.) *Information Processing 68, Proceedings of IFIP Congress 1968* (Edinburgh, UK, 1968), [vol. 2, *Hardware, Applications*, p. 1383-1387], Amsterdam, North-Holland Pub. Co.
- Niemann K., Scheffel M., Wolpers M. (2012), « An overview of usage data formats for recommendations in TEL », in *Workshop on Recommender Systems for Technology Enhanced Learning (RecSysTEL 12)*, p. 95-100, [En ligne].
- Niemann K., Wolpers M., Stoitsis G., Chinis G., Manouselis N. (2013), « Aggregating social and usage datasets for learning analytics: data-oriented challenges », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 245-249.
- Ohlsson S. (1994), « Constraint-based student modeling », NATO ASI Series F Computer and Systems Sciences, n° 125, p. 167-189.
- Ohlsson S. (1996), « Learning from performance errors », *Psychological Review*, n° 103, p. 241.
- Pavlik P.I., Cen H., Koedinger K.R. (2009), « Performance Factors Analysis. A New Alternative to Knowledge Tracing », in *Proceedings of the 2009 Conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems that Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling*, Amsterdam, IOS Press, p. 531-538.
- Peraya D., « Les Learning Analytics en question. Panorama, limites , enjeux et visions d'avenir », *Distances et Médiations des Savoirs*, n° 25, 2019, [En ligne].
- Prinsloo P., Slade S. (2016), « Student Vulnerability, Agency, and Learning Analytics: An Exploration », *Journal of Learning Analytics*, vol. 3, n° 1, p. 159-182, [En ligne].
- Pham Thi Ngoc D. (2011), « Spécification et conception de services d'analyse de l'utilisation d'un environnement informatique pour l'apprentissage humain », Thèse de doctorat en Informatique, Université du Maine.
- Rebolledo-Mendez G., Du Boulay B., Luckin R., Benitez-Guerrero E. I. (2013), « Mining Data From Interactions With a Motivational-aware Tutoring System Using Data Visualization », *JEDM*, vol. 5, n° 1, p. 72-103.
- Reffay C., Chanier T. (2003), « How social network analysis can help to measure cohesion in collaborative distance-learning », in *Computer Supported Collaborative Learning* (Bergen, Norway), Kluwer Academic Publishers, p. 343-352.
- Réseau Canopé (2018), *Les Données à caractère personnel. Comprendre et appliquer les nouvelles réglementations dans les établissements scolaires*, dossier en ligne et version téléchargeable, [En ligne].
- Roberge A. (2013), « Le LMS, un marché en croissance », *article*, [En ligne].
- Rosenthal R., Jacobson LF. (1968), « Teacher Expectation for the Disadvantaged », *Scientific American*, vol. 218, n° 4, p. 19-23.
- Santos J. L., Govaerts S., Verbert K., Duval E. (2013), « Addressing learner issues with StepUp! An evaluation », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 14-22.
- Schneider B., Abu-El-Hajja S., Reesman J., Pea R. (2013), « Toward collaboration sensing: applying network analysis techniques to collaborative eye-tracking data », in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, New York, ACM, p. 107-111.
- Sclater N. (2014), *Learning analytics: The current state of play in UK higher and further education*, Bristol, JISC, [En ligne].
- Siemens G. et al. (2011), *Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform Proposal to design, implement and evaluate an open platform to integrate heterogeneous learning analytics techniques*, SoLAR, [En ligne].
- Skrypnik O., Joksimović S., Kovanović V., Gašević D., Dawson S. (2015), « Roles of course facilitators, learners, and technology in the flow of information of a cMOOC », *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 16, n° 3, p. 188-217.

- Slade S., Prisloo P. [2013], « Learning Analytics : Ethical Issues and Dilemmas », *American Behavioral Scientist*, vol. 57, n° 10, p. 1509-1528, [[En ligne](#)].
- Snell J., Atkins M., Norris W., Messina C., Wilkinson M., Dolin R. [2012a], « JSON Activity Streams 1.0 », [[En ligne](#)].
- Snell J., Atkins M., Recordon D., Messina C., Keller M., Steinberg A., Dolin R. [2012b], « Activity Base Schema [Draft] », [[En ligne](#)].
- Snow E. L., Allen L. K., Jacovina M. E., Crossley S. A., Perret C. A., McNamara D. S. [2015], « Keys to Detecting Writing Flexibility Over Time: Entropy and Natural Language Processing », *JLA*, vol. 2, n° 3, p. 40-54.
- Stamper J.C., Koedinger K.R., Baker R.S.J.d., Skogsholm A., Leber B., Demi S., Yu S., and Spencer D. [2011], Managing the educational dataset lifecycle with datashop », in *Proceedings of the AIED 2011*, Berlin, Springer, p. 557-559.
- Tukey J. W. [1977], *Exploratory Data analysis*, Reading [MA], Addison Wesley.
- Van Leeuwen A. [2015], « Learning analytics to support teachers during synchronous CSCL: balancing between overview and overload », *JLA*, vol. 2, n° 2, p. 138-162.
- Verbert K., Duval E., Klerkx J., Govaerts S. [2013], « Learning analytics dashboard applications », *American Behavioral Scientist*, vol. 57, n° 10, p. 1500-1509.
- Walker E. [2012], *Primer on K-20 Education Interoperability Standards*, Washington [DC], Software & Information Industry Association, [[En ligne](#)].
- Waters A., Studer C., Baraniuk R. [2014], « Collaboration-Type Identification in Educational Datasets », *JEDM*, n° 6, p. 28-52.
- Wells G., Claxton G. (dir.), [2002], *Learning for Life in the 21st Century*, Oxford, Blackwell.
- Wertsch J. [1991], *Voices on the Mind: Socio-Cultural Approach to Mediated Action*, Cambridge [MA], Harvard University Press.
- Wolpers M., Najjar J., Verbert K. and Duval E. [2007], « Tracking actual usage: the attention meta- data approach », *International Journal of Educational Technology and Society*, p. 1176-3647.
- Yessad A., Muratet M., Carron T. [2017], « Aider à l'analyse du comportement d'un apprenant dans les jeux sérieux », EIAH 2017, Strasbourg
- Zarka R., Champin P.-A., Cordier A., Egyed-Zsigmond E., Lamontagne L., Mille A. [2013], « TStore: A Trace-Base Management System using Finite-State Transducer Approach for Trace Transformation », *International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD 2013)*.
- Zhu Y., Xiong Y. [2015], « Towards Data Science », *Data Science Journal*, vol. 14, n° 8.
- Zimmermann J., Brodersen K. H., Heinemann H. R., Buhmann J. M. [2015], « A Model-Based Approach to Predicting Graduate-Level Performance Using Indicators of Undergraduate-Level Performance », *JEDM*, vol. 7, n° 3, p. 151-176.

Liste des outils étudiés dans la partie 3

Abstract (LIRIS) : [Georgeon *et al.*, 2012]
 Activity Streams : [Snell *et al.*, 2012a]
 Contextualized Attention Metadata (Fraunhofer FIT) : [Wolpers *et al.*, 2007]
 CSVtoxAPI - xAPI Lab [Projet ANR Kolflow]
 D3KODE (LIRIS) : [Champalle *et al.*, 2016]
 DDART+Reporting tool (LIRIS) : [Michel, *et al.*, 2017]
 DisKit (DIScovering Knowledge from Interaction Traces) (LIRIS) : [Fuchs, 2018]
 dmt4sp (LIRIS) : [Mannila *et al.*, 1997]
 EMODA (LIRIS) : [Ez-Zaouia *et al.*, 2017]
 IMS Caliper
 ktBS [a kernel for Trace-Based Systems] (LIRIS) : [Champin *et al.*, 2013]
 ktBS4LA (LIRIS) : [Casado *et al.*, 2017]
 Laalys (Université Pierre et Marie Curie) : [Muratet *et al.*, 2016 ; Yessad *et al.*, 2017]
 Lab4ce (IRIT) : [Broisin *et al.*, 2017a ; Broisin *et al.*, 2017b]
 LCDM (Learning Technologies)
 LEA4AP (Université Pierre et Marie Curie)
 Learning Registry (SRI International)
 Limesurvey
 Méthode statistique de recherche de profils/typologie à partir de descripteurs [proposée dans les logiciels d'analyse statistique]
 Méthodes statistiques d'appariement optimal - analyse de séquences [proposée dans les logiciels d'analyse statistique]
 NSDL Paradata (Fraunhofer Institute for Applied Information Technology) : [Niemann *et al.*, 2012]
 Samotraces (LIRIS) : le projet SAMOTRACES : <http://sourceforge.net/projects/samotraces/>
 SamoTraceMe (LIRIS) : [Derbel *et al.*, 2015]
 SBT-IM (LIRIS) : [Djouad *et al.*, 2011]
 SPARE LNC (LIRIS) : [Kong Win Chang *et al.*, 2015]
 T-store (LIRIS) : [Zarka *et al.*, 2013]
 Taaabs (LIRIS) : Site du projet TAAABS : <https://projet.liris.cnrs.fr/sbt-dev/tbs/doku.php/tools:taaabs>
 Tactiléo Map
 TraceMe (LIRIS)
 Transmute (LIRIS) : [Barazzutti *et al.*, 2016]
 Tatiana (ICAR) : [Dyke *et al.*, 2010]
 TRAVIS (LIRIS-LIUM) : [May *et al.*, 2011]
 UnderTracks (LIG) : [Bouhineau *et al.*, 2013]
 UTL (LIUM) : [Iksal, 2012 ; Iksal, 2011 ; Loup *et al.*, 2016 ; Dabbebi *et al.*, 2017 ; Pham Thi Ngoc, 2011]
 xCollector (LIRIS)

POUR L'ÉCOLE DE LA CONFIANCE



LEARNING ANALYTICS : OUTILS ET MÉTHODES

Les Learning Analytics – ou l'analyse des traces d'apprentissage – sont définis comme « *l'évaluation, l'analyse, la collecte et la communication des données relatives aux apprenants, leur contexte d'apprentissage, dans la perspective d'une compréhension et d'une optimisation de l'apprentissage et de son environnement*¹ ».

Quelles sont les étapes du processus amenant aux Learning Analytics ?

L'analyse des traces d'apprentissage suit un cycle qui passe par les étapes de collecte de ces traces, d'analyse, puis d'exploitation (souvent de la visualisation) des traces et des indicateurs produits par l'analyse².

La collecte des données est une étape primordiale car il s'agit de récupérer toutes les données numériques représentant l'activité des usagers afin de mener un processus d'analyse et d'obtenir un reflet du déroulement des situations d'apprentissage. Ainsi la collecte des données concerne l'observation de l'apprenant et le traçage de ses interactions médiées par les outils, le stockage des traces récoltées et l'import de traces dans les outils d'analyse. Ces différentes actions peuvent être faites par un unique outil de collecte et d'analyse, ou bien être réparties dans différents outils, à combiner pour mener à bien les analyses.

L'analyse des traces consiste à manipuler les données pour essayer d'extraire des informations. Certaines analyses vont nécessiter des pré-traitements sur les données, pour les mettre en forme, les nettoyer, vérifier leur fiabilité, etc. Le « nettoyage » est une étape importante qui consiste à supprimer les informations de mises en forme inutiles, à harmoniser les formats de données...

Ces étapes sont parfois complétées par une étape de partage des traces, des processus d'analyse, des indicateurs et/ou des visualisations produites,

dans le cadre de travaux collectifs ou tout simplement dans le but de faciliter le travail d'analyse, en permettant la réutilisation des données.

Quels sont les acteurs concernés ?

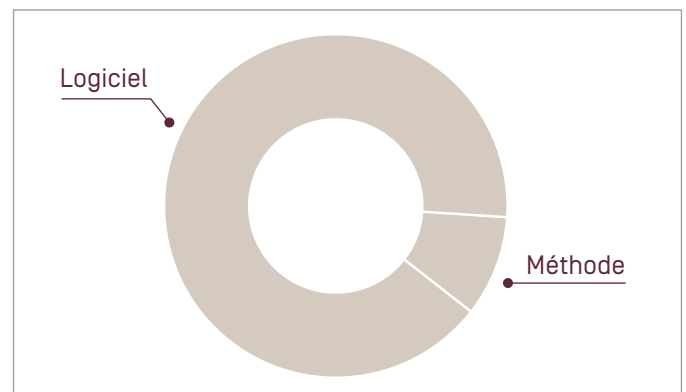
Tout au long de ce cycle, plusieurs acteurs entrent en jeu³ : les apprenants, les équipes techniques et pédagogiques, les institutions, les familles et, enfin, les chercheurs. Ces acteurs ont différents rôles lors de l'analyse, et selon les contextes et les outils d'analyse. Les apprenants sont tantôt sujets de l'observation, pour produire des traces, tantôt analystes, en utilisant des outils réflexifs permettant de comprendre leurs traces ; il en est de même pour les enseignants.

Synthèse des outils issus de la recherche étudiés

LES OUTILS UTILISÉS

Une analyse détaillée des outils que nous avons étudiés⁴ montre que ce sont essentiellement des logiciels, et beaucoup moins des méthodes de conception ou des guides de bonnes pratiques.

Répartition des solutions étudiées



1. Long P., Siemens G. (2011), « Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education », *Educause Review*, vol. 46, n° 5, p. 31-40.

2. Cycle-1. Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. (1996), « From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases », *AI Magazine*, vol. 17, n° 3, p. 37-54 ; Cycle-2. Clow D. (2012), « The Learning Analytics Cycle: Closing the loop effectively », in *Proceedings of the LAK 2012*, ACM, p. 134-137 ; Cycle-3. Stamper J.C. et al. (2011), « Managing the Educational Dataset Lifecycle with Dashop », in *Proceedings of the AIED 2011*, p. 557-559.

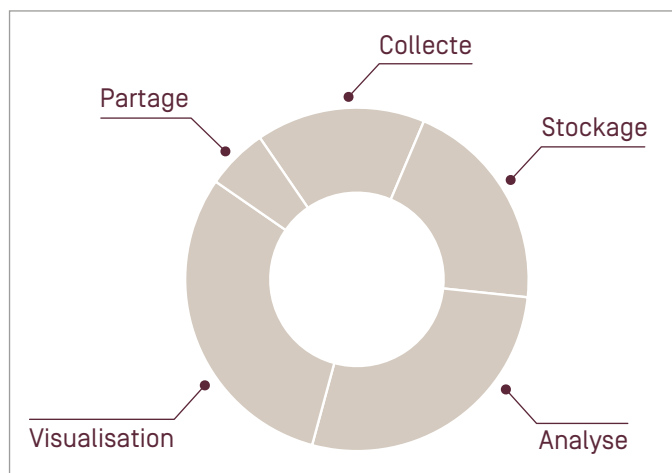
3. Greller W., Drachslar H. (2012), « Translating Learning into Numbers: A Generic Framework for Learning Analytics », *Educational Technology & Society*, vol. 15, n° 3, p. 42-57.

4. Lefevre M., Iksal S. et al. (DNE - GNum2 Learning Analytics), (2018), *État de l'art sur les outils et méthodes issus de la recherche française*, Rapport de recherche, Paris, MENESR.

L'UTILISATION DES DONNÉES

L'analyse des données récoltées et leur visualisation représentent plus de 50 % des outils disponibles. Les outils de partage des données quant à eux sont encore peu répandus ce qui pose problème aux chercheurs qui doivent souvent monter des expérimentations pour obtenir des données et valider leurs propositions...

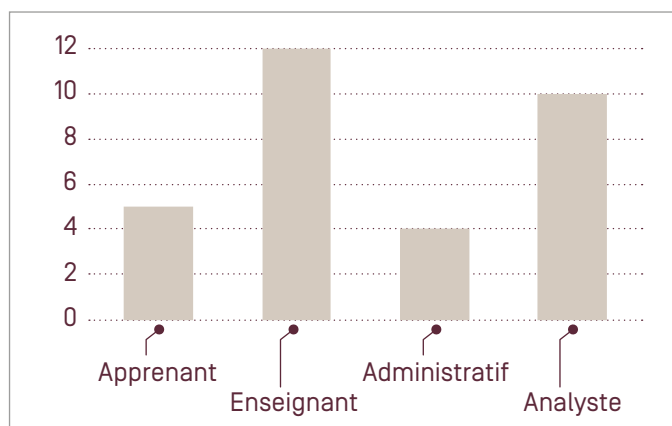
Répartition des solutions étudiées selon le cycle de vie des Learning Analytics



LES UTILISATEURS

Les acteurs qui utilisent les résultats d'analyses sont principalement les enseignants, dans le but d'obtenir des informations sur le déroulement d'une situation d'apprentissage, et les analystes eux-mêmes, du fait que de nombreux outils ont été conçus dans le cadre de la recherche. Les apprenants et les personnels administratifs se sont encore peu emparés de ces outils.

Répartition des cibles concernées par les solutions étudiées



LES FORMATS

Enfin, concernant les formats de données pris en charge, nous retrouvons une hétérogénéité de formats. Le bilan démontre qu'il reste un travail conséquent à mener sur l'interopérabilité et l'utilisation d'environnements standardisés comme xAPI.

Quelles sont les perspectives autour de ces outils ?

La production de Learning Analytics soulève des questions liées à l'exploitation de ces informations. Le premier usage se porte sur des tableaux de bord, et donc, des retours graphiques et visuels, mais l'intégration dans les outils pédagogiques sous la forme de tuteurs intelligents ou d'adaptation des plateformes est aussi primordiale. Le retour en force de l'intelligence artificielle permet l'exploitation de données massives en couplant les Learning Analytics et le domaine du Data Mining (Educational Data Mining), ce qui amène les chercheurs à travailler sur l'exploitation automatique mais aussi sur l'explicabilité des processus et des données obtenues, afin d'améliorer l'appropriation par les usagers (enseignants, apprenants...).

Enfin, se pose aussi la question des « entrepôts de données » dédiés à l'éducation dans lesquels les chercheurs pourraient éprouver leurs modèles et théories ainsi que les outils développés. Ces entrepôts seraient aussi importants pour les usagers eux-mêmes, qui pourraient y déposer leurs données et bénéficier des outils de la recherche adaptés et directement disponibles dans ces entrepôts.

LEARNING ANALYTICS : UTILISATION À DES FINS SCOLAIRES ET USAGES

Quels enjeux des Learning Analytics ?

Lors de chacune de ses navigations, un usager d'Internet laisse des traces numériques : qu'il s'agisse de traces volontaires comme les renseignements laissés sur un formulaire, ou des traces involontaires comme l'adresse IP de son ordinateur, les moments de connexion, les sites qui ont été visités, les pages qui ont été consultées, le temps passé sur chacune de ces pages, les liens qui ont été cliqués ou les documents téléchargés.

Les Learning Analytics portent sur la récolte, l'analyse et l'exploitation de ces données. Celles-ci représentent désormais l'un des grands enjeux du numérique et sont devenues une véritable économie. Elles permettent de comprendre les usages et les pratiques des individus, de concevoir des modèles théoriques, d'imaginer des modèles comportementaux, de prédire des tendances. Parmi les principales potentialités de l'analyse des données dans l'éducation, on peut citer : le suivi et la prédiction des performances d'un élève, l'ajustement en temps réel des programmes scolaires, la mesure de la performance de l'établissement, sans oublier l'amélioration de l'efficacité des dispositifs d'apprentissage et leur personnalisation ainsi que la détection du décrochage des apprenants.

Des exemples d'outils déjà utilisés dans des contextes scolaires

Les outils de Learning Analytics qui se développent en France actuellement ne connaissent pas le même essor qu'aux États-Unis. Néanmoins, les startups EdTech en France se tournent de plus en plus vers les Learning Analytics et l'intelligence artificielle pour développer des algorithmes qui transforment la manière d'apprendre.

Pour exemple de ces initiatives, la startup [Lalilo](#), qui a développé un assistant pédagogique basé sur la psychologie cognitive et l'intelligence artificielle afin de permettre à des élèves d'apprendre la lecture à leur rythme.

Aux États-Unis, avec l'apparition des MOOC (*Massively Online Open Courses*), qui génèrent de nombreuses données sur les apprenants et les apprentissages, une startup a développé une plateforme appelée [Knewton](#) permettant d'analyser en temps réel ces données. Il est ainsi possible de pointer et comprendre les obstacles qui ralentissent les apprenants dans leur apprentissage, ou qui les dissuadent d'aller jusqu'au bout, ce qui permet aussi de personnaliser les apprentissages. Pour ce faire, la plateforme utilise l'analyse des données pour déterminer la meilleure approche d'enseignement pour chaque apprenant et ainsi propose des cours en fonction des forces, des faiblesses et des préférences de chacun.

Pour alerter sur la progression lente d'un élève par rapport à ses pairs, un outil comme [Eduvant](#) fournit une plateforme de données basée sur le Web, ainsi qu'une suite d'applications, comme un tableau de bord par exemple, qui fournit des informations nécessaires sur la progression des apprenants par rapport à des objectifs pédagogiques. Ces applications donnent aux directions d'école et aux enseignants une vision quotidienne des grandes tendances tout en identifiant des cas individuels spécifiques.

[LectureTools](#) est un outil qui a été développé par un professeur de l'université du Michigan, puis vendu à Echo360. Il crée un environnement d'apprentissage actif dans la salle de classe qui augmente l'engagement et la participation des élèves pendant les cours. Il permet de surveiller les interactions avec les élèves et de découvrir les zones de confusion afin de les clarifier et d'améliorer le contenu. Il permet également de consulter un aperçu de ce que les élèves réalisent et ne réalisent pas, de manière à ce que l'enseignant puisse préciser ou adapter ses consignes aux élèves.

Les pratiques enseignantes en matière d'analytique des données d'apprentissage dans le contexte scolaire français ?

Une enquête exploratoire des pratiques enseignantes en matière d'analytique des données d'apprentissage¹ a permis de dresser une première liste de pratiques, d'outils et d'instruments chez des enseignants, essentiellement de France. Les réponses apportées ont permis de constater que certains d'entre eux ont recours à des outils de type gestion de contenus d'apprentissage qui présentent des fonctionnalités d'analytique des données d'apprentissage, sans que cela soit pour autant leur vocation première. On note également des initiatives d'auto-formation et une démarche autodidacte, de la part de ces enseignants, dans la prise en main de ces fonctionnalités. Le LMS (*learning management system*, ou plateforme d'apprentissage) [Canvas Instructure](#), bien que conçu pour le contexte américain, est celui qui revient souvent dans les réponses des enseignants. Canvas est une plateforme technologique d'éducation et de formation en ligne, avec une gestion et un suivi de l'apprentissage. Hébergée par la compagnie Instructure, aux États-Unis, elle propose des fonctionnalités permettant d'accéder à des tableaux de bord pour analyser les apprentissages, avec des possibilités de paramétrages variées pour la visualisation des données.

D'autres outils sont également cités régulièrement, comme [Pronote](#), un outil de gestion de vie scolaire qui permet de restituer des données d'assiduité en classe et des données permettant un accompagnement personnalisé des élèves, ainsi que des outils pour visualiser la progression des apprentissages en matière de compétences. D'autres outils orientés vers l'évaluation sont également cités, comme [LearningApps](#), une application web 2.0 de modules interactifs et d'exercices gratuits en ligne, qui restitue des statistiques d'apprentissage comme l'état de réalisation des activités et leur réussite.

Notons que quand l'enseignant n'a pas recours à ce type d'outils, il utilise différents instruments qui lui permettent de collecter des données, avec des formats divers, pour assurer le suivi de l'activité de l'élève et une pédagogie différenciée, mais aussi pour le suivi hors classe, ce qui

va au-delà de la démarche traditionnelle consistant à évaluer les connaissances. Nous retrouvons ainsi : des grilles de tendances, des échelles de couleur pour évaluer le niveau d'acquisition des compétences, des plans de travail pour collecter des données dans le cadre d'ateliers de manipulation, des grilles d'évaluation hors classe, des grilles de données d'engagement et des cahiers de compétences pour restituer les difficultés et les bonnes pratiques des élèves. Toutes ces pratiques et ces données sont autant d'éléments pertinents pédagogiquement, qui pourraient être instrumentés par des outils de Learning Analytics, d'où l'importance d'analyser ces pratiques de manière fine pour les prendre en compte dans les nouvelles solutions logicielles de Learning Analytics.

Solutions de Learning Analytics : quels obstacles pour un déploiement dans le contexte scolaire français ?

Mettre des outils de Learning Analytics à disposition des enseignants ne suffit pas pour qu'ils les intègrent dans leurs pratiques pédagogiques. Ce que nous retenons de l'enquête menée, c'est que, bien que les apports et l'utilité des Learning Analytics soient bien perçus par les enseignants, leurs avis concernant leur déploiement dans les établissements scolaires restent très mitigés. Les principales raisons évoquées sont : le manque de formation au numérique, le manque d'accompagnement dans les transformations pédagogiques induites par le numérique, l'insuffisance des pratiques numériques – aussi bien chez les enseignants que chez les élèves – qui ne sont pas assez élaborées pour être mobilisées de façon efficace dans les apprentissages et dans l'enseignement ; le manque de moyens matériels au niveau des établissements est également souligné. Les enseignants sont soucieux des limites de l'utilisation des données d'apprentissage pour appréhender l'activité de l'élève de façon globale car les apprentissages ne se cantonnent pas uniquement au numérique. Les questions liées à l'utilisation des données personnelles sont également au cœur des préoccupations des enseignants quand la question de la collecte des données se pose.

1. El Kechai H., Zibani N. (2019), *Usages des données d'apprentissage dans les pratiques enseignantes, Enquête et étude exploratoire (GTnum 2, axe 2)*, Paris, MENESR.

LEARNING ANALYTICS : ENJEUX ÉTHIQUES

L'éthique interroge le sens du recours aux Learning Analytics dans la perspective d'une réflexion morale reposant sur le respect de soi, des autres et de ce qui nous entoure. L'éthique implique également la recherche d'un ensemble de principes et de valeurs qui sont à la base d'une sagesse de l'action pour pratiquer les Learning Analytics. La réflexion éthique doit donc mobiliser à la fois une éthique de conviction fondée sur des principes intangibles, sur l'affirmation de valeurs qui donnent un sens à l'action, et une éthique de responsabilité qui s'interroge sur les fins, les moyens et les conséquences des décisions et des actes. Ces deux éthiques s'interpellent pour s'enrichir mutuellement et concernent tant le caractère éthique de la production des données et des analyses, que le caractère éthique de leur utilisation.

Les préoccupations éthiques doivent conduire à examiner les enjeux de la recherche en Learning Analytics en matière de santé publique [1], de respect de la vie privée [2] et d'impacts sociétaux [3].

Enjeux de santé publique

En matière de santé publique, le premier objectif à assurer, à l'occasion d'une recherche en Learning Analytics, consiste à ne pas mettre les participants dans des situations où ils risqueraient de subir des préjudices physiques. À cet égard, les hypothèses de risques paraissent limitées. On peut songer à la question de l'exposition de personnes sensibles (notamment des jeunes enfants) aux radiofréquences. L'hypothèse paraît marginale lorsque, comme c'est le cas le plus fréquent, les recherches en Learning Analytics se focalisent uniquement sur les traces laissées lors de l'interaction avec un environnement type « LMS » (*Learning Management System*, ou plateforme d'apprentissage en ligne, telle Moodle) ou des plateformes de Moocs, etc. Mais elle peut être posée lorsque les recherches utilisent des instruments ou des capteurs tels que des objets connectés. L'Éducation nationale dispose déjà d'un ensemble de préconisations et de bonnes pratiques concernant l'usage du Wi-Fi dans les établissements et les écoles. Et, de manière générale, les risques ne diffèrent pas des autres utilisations (familiales, ludiques, etc.) des objets connectés du quotidien (téléphone portable, tablette, ordinateur, etc.). Lorsque, de manière plus exceptionnelle, la recherche implique des outils se situant près de la tête de jeunes enfants (serre-

têtes pour mesurer les signes d'activité cérébrale, par exemple), il convient sans doute, par mesure de précaution, de minimiser le temps d'exposition à ces outils puisqu'on ne dispose pas d'étude clinique significative sur ce type d'expériences.

Par ailleurs, certains équipements susceptibles d'être utilisés pour des techniques de suivi oculaire (*eye-tracking*) ou des expériences de simulations immersives (réalité augmentée, réalité virtuelle) pourraient éventuellement entraîner des problèmes de « conflit accommodation-vergence » lorsque le système visuel n'a pas achevé son développement. Faute d'études cliniques suffisantes, il convient là encore simplement de faire une place au principe de précaution en présence de jeunes enfants. Par mesure de prudence, l'utilisation d'un matériel adapté à l'enfant et la limitation du temps d'exposition sont alors recommandées.

Enjeux liés au respect de la vie privée

L'analytique des apprentissages soulève la question de la protection des données personnelles, elle-même indissociablement liée au respect de la vie privée. Certes, des limites fonctionnelles sont assignées par les prescriptions du RGPD, qui impliquent que les données personnelles soient collectées pour des finalités déterminées, explicites et légitimes et que seules les données strictement nécessaires pour atteindre ces finalités puissent être collectées et traitées. Mais, en matière de Learning Analytics, il est difficile de déterminer à l'avance quelles informations sur l'environnement et parmi les résultats de l'apprentissage seront susceptibles de se révéler probantes ou, au contraire, anecdotiques. La logique de recherche qui sous-tend l'analytique des apprentissages peut sembler difficilement compatible avec la logique de minimisation de la collecte qui prévaut en matière de réglementation des données personnelles.

Quelles sont les données pertinentes à analyser ? S'agit-il uniquement des données enregistrées dans le cadre d'une activité d'apprentissage ? S'agit-il de données plus larges ? Des données scolaires, des données sociales (étudiant boursier, salarié...) ? Quelle place réserver aux données sensibles telles que les données physiologiques ?

À cet égard, au-delà de l'exigence du respect de la réglementation, il est fondamental qu'une réflexion collective sur les conditions de l'éthique de la récolte et de l'exploitation des données s'instaure.

Bien entendu, les bénéfices attendus des Learning Analytics en matière de respect de la personnalité de l'apprenant sont multiples. En associant les plateformes d'apprentissage en ligne à différents capteurs, les enseignants sont en capacité d'analyser toujours plus finement les réactions de leurs élèves, d'évaluer leur degré d'implication et d'engagement (analyse des fréquences de connexion, des types de lectures, des interactions...) et de proposer un accompagnement proche des besoins de chaque apprenant. Les Learning Analytics conduisent donc à espérer qu'un véritable enseignement « sur mesure », au service de l'apprenant, ne soit pas incompatible avec un enseignement de masse.

Le monitoring de l'apprenant peut également être perçu comme un dispositif de surveillance et de contrôle participant d'une éducation « orwellienne ». La « quantification de soi » permise par le développement des Learning Analytics soulève aussi la question du caractère anxiogène d'une recherche de la performance pouvant être instrumentalisée à des fins très diverses, notamment de contrôle social. Les Learning Analytics ne doivent pas transformer l'apprenant en un producteur passif de données, ni lui assigner de se conformer passivement aux recommandations ou prescriptions d'un algorithme.

Enjeux en matière d'impacts sociaux

La production, l'utilisation et la réutilisation des données de Learning Analytics soulèvent la question du déterminisme, de manière plus ou moins intense selon les objectifs poursuivis (analyse descriptive, prédictive ou prescriptive),

et selon la perception que chaque communauté scientifique se fait du produit de la recherche.

Il semble y avoir une hypothèse implicite selon laquelle la connaissance de l'apprenant et la modélisation prédictive permettent d'identifier les apprenants à risques et de personnaliser les interventions afin d'augmenter les chances de réussite, en permettant de repérer plus précocement des troubles du langage, des troubles arithmétiques ou bien encore des troubles de coordination motrice, et en favorisant une remédiation rapide de nature à lutter contre l'échec. Mais le risque de déterminer un peu trop tôt l'avenir d'un apprenant ne peut être négligé. La question d'un futur prédit par le passé est un dilemme éthique classique dans la réflexion sur le Big Data. À ce titre, il est légitime de s'interroger sur la nature des indicateurs qui permettent de favoriser l'analyse de situations de prédispositions favorables ou de situations à risques (*predictive analytics*) et sur l'utilisation pouvant être faite des profils ainsi obtenus.

Par ailleurs, en favorisant un apprentissage adaptatif fondé sur la personnalisation, les Learning Analytics ouvrent la voie à une pédagogie différenciée, facteur d'une bonne intégration éducative et sociale. Pour autant, les Learning Analytics peuvent aussi susciter des questions concernant le risque de discriminations. Comment anticiper des démarches favorables à la différenciation pédagogique tout en luttant contre l'usage d'indicateurs qui peuvent exclure ? Pour éviter les risques liés à une discrimination implicite ou explicite, il importe de s'assurer que les analyses sont effectuées sur des ensembles de données représentatifs. Il importe, surtout, de permettre à l'apprenant (ou celui qui le représente juridiquement) de prouver l'existence de biais et de stéréotypes dans le profilage, de démontrer que des analyses prédictives sont fausses ou incomplètes lorsqu'une décision lui fait grief, et de favoriser l'exercice du droit à l'oubli.

LEARNING ANALYTICS : QUE DIT LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ?

Analytics, Data Sciences & Data Mining

Le terme Analytics désigne de façon usuelle des techniques informatiques, mathématiques et statistiques pour révéler une information pertinente, à partir de très larges ensembles de données. Par extension, les Analytics permettent de décrire, analyser, prédire et prescrire des actions, passées et à venir, dans une quête de performances et d'efficacité.

Big Data : désigne un ensemble de données caractérisé par cinq dimensions (modèle des 5 V) : un volume massif, une collecte vélocité, une information variée et des modèles variables, une véracité à contrôler. Par contraste, on désigne par l'expression *Thick Data* des données qui permettent de comprendre des contextes.

Data Mining : consiste à appliquer des algorithmes, issus de la statistique ou de l'intelligence artificielle, pour extraire de l'information (utile et inconnue) à partir de gros volumes de données non structurées.

DE QUELLES DONNÉES PARLE-T-ON ?

Il est question de données qualitatives et de traces : les données qualitatives correspondent par exemple aux réponses des usagers à des formulaires, alors que les traces regroupent l'ensemble des interactions d'un usager avec son environnement numérique d'apprentissage.

Données d'apprentissage : deux jeunes communautés scientifiques en cours d'hybridation

Big Data, intelligence artificielle, Data Mining, Analytics sont devenus des termes usuels pour penser et animer notre monde. Le domaine éducatif est longtemps resté étranger à cette mutation.

Cependant, de nombreuses communautés œuvrent dès les années 1990 à la fouille de données éducatives, la recherche sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain, la collaboration assistée par ordinateur.

La communauté scientifique AIED (*Artificial Intelligence in Education*) est la plus ancienne (1993). En 2007, la communauté scientifique IEDMS¹ (pour *International Educational Data Mining Society*) émerge, puis une autre en 2011, avec la création de SoLAR (*Society for Learning Analytics Research*).

Dans ces deux dernières communautés (IEDMS et SoLAR), les chercheurs partagent un même enjeu : à partir des traces numériques d'apprentissage, améliorer les expériences d'apprentissage et leur environnement. Pourtant, ils définissent différemment leur champ d'expertise.

QUELLES SONT CES DIFFÉRENCES ?

Spécialisée en fouille de données, la communauté EDM priorise le développement de nouveaux outils et algorithmes pour révéler les modèles enfouis dans les données d'apprentissage. Ces modèles touchent à des connaissances pointues, par exemple, dans l'apprentissage du calcul. Dans cette communauté, la conception d'algorithmes vise ainsi à donner au logiciel la capacité de prédire les résultats d'un apprenant et de personnaliser sa stratégie d'apprentissage. Dans le sillon de SoLAR et de leur domaine de recherche Learning Analytics, en revanche, modélisation et visualisation des données sont transmises aux acteurs de l'apprentissage (apprenants, personnels d'éducation, enseignants, etc.). C'est là la différence fondamentale entre EDM, dont le produit de la recherche alimente une machine, et Learning Analytics, qui visent à amplifier le rôle décisionnel des acteurs de l'apprentissage. Les Learning Analytics deviennent un moyen, pour la communauté éducative, d'améliorer l'expérience d'apprentissage. Le véritable enjeu est alors de ne pas noyer les acteurs dans les données mais de leur donner des moyens pertinents de les explorer².

1. Aussi appelée communauté EDM.

2. Charleer S., Klerkx J., Duval E. (2014), « Learning Dashboards », *JLA*, vol. 1, n° 3, p. 199-202.

Questions de recherche en science des données de l'apprentissage

Les tenants des Learning Analytics partent du principe que la numérisation des activités d'apprentissage va offrir aux acteurs de la chaîne éducative des données robustes, issues du terrain. Qu'ils mobilisent ces indicateurs en présentiel comme à distance, en temps réel comme en différé, à un niveau personnel ou agrégé, ces acteurs seraient constamment en position de faire des choix éclairés pour améliorer leur expérience.

Nous présentons dans la suite quatre questions de recherche. Cette présentation ne saurait rendre compte de l'ensemble des travaux entrepris dans le domaine des sciences des données de l'apprentissage, mais il prétend éclairer les questionnements les plus actifs et les recherches les plus abouties.

Pour chacun des thèmes retenus, ces recherches peuvent être motivées par des logiques diverses : d'une part, des protocoles de recherche fondamentale ambitionnent de capter la moindre interaction de l'apprenant pour agir sur son apprentissage et l'améliorer (Learning Analytics) ; d'autre part, une recherche davantage appliquée se soucie de donner aux acteurs institutionnels les moyens de mesurer les flux d'apprenants et d'agir sur les performances du système (Academic Analytics).

PRÉDIRE LA PROGRESSION DE L'APPRENANT

Avec l'acquisition en temps réel de données d'apprentissage toujours plus fines et massives, les chercheurs ont développé des techniques de fouille de données pour classer des profils, les orienter en fonction des capacités estimées, adapter les contenus, déployer des stratégies d'engagement et lutter contre le décrochage.

MESURER LES INTERACTIONS SOCIALES

En s'appuyant sur les apports fondamentaux de Lev Vitgovsky et du socio-constructivisme, une communauté scientifique s'attache à évaluer le rôle des interactions sociales au sein des « environnements informatiques pour l'apprentissage humain » (EIAH) : la communauté CSCL (*Computer-Supported Collaborative Learning*), née en 1995, porte cette conviction que la cognition et l'action humaines sont socialement et culturellement médiées. L'objectif est donc de comprendre et valoriser ces processus d'apprentissage collectif à partir des interactions sociales médiées par des dispositifs numériques.

ANALYSER LE DISCOURS

Le langage est l'un des premiers vecteurs par lequel les apprenants construisent du sens : son usage est influencé par les buts, les sentiments et les relations, très variables selon les contextes.

DONNER À VOIR L'APPRENTISSAGE

À l'origine des Learning Analytics, les Visual Data Analytics (analyses visuelles des données) reposent sur deux principes essentiels : donner aux acteurs de la communauté éducative un pouvoir de décision par l'exploration du modèle qui sous-tend les données d'apprentissage elles-mêmes. Ces tableaux visent à seconder l'enseignant dans le développement de l'attention, la compréhension et la métacognition des apprenants.

Ces quatre questions de recherche ont solidement établi la plus-value du champ scientifique des Learning Analytics et fixé leur visée ultime : élever chaque acteur en décideur, adaptant ainsi la notion d'*empowerment* (ou d'autonomisation) au monde de l'éducation. Les dispositifs expérimentaux se diversifient, qui soutiennent la mutation de l'apprentissage : l'instrumentation de la relation entre enseignant et enseignés peut permettre une proximité croissante, un suivi plus personnalisé et l'émergence d'une communauté d'apprentissage. Pourtant, un défi majeur se pose aujourd'hui, pour passer de protocoles expérimentaux à la diffusion de solutions innovantes.

LES LEARNING ANALYTICS

POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE

Collecte, traitement et analyse des données d'apprentissage

OBJECTIF PRINCIPAL

Accompagner les décideurs (apprenants, enseignants, parents, institutions) à la prise de décisions pour améliorer l'apprentissage.

DESTINATAIRES

Pour l'apprenant

Un moyen de lui fournir une perception de sa situation d'apprentissage pour le rendre acteur de ses apprentissages.

Pour l'enseignant

Le tableau de bord permet de visualiser, suivre l'activité de ses apprenants et opérer des remédiations.

FINALITÉS

- × Comprendre les usages et les pratiques dans des contextes d'apprentissage.
- × Concevoir des modèles théoriques.
- × Proposer des modèles comportementaux et prédire des tendances.
- × Améliorer l'efficacité des dispositifs et personnaliser les apprentissages.
- × Détecter le décrochage et mieux accompagner les apprenants...

CADRE JURIDIQUE

- Obtenir le consentement des personnes.
- Respecter les règles relatives à la protection de la vie privée et des données personnelles.
- Tenir compte des exigences liées à la sécurité du traitement des données.

LES
LEARNING
ANALYTICS

Terminologie

LEARNING ANALYTICS

La collecte, l'analyse et la communication des données relatives aux apprenants et à leur contexte d'apprentissage, dans la perspective d'une optimisation de l'apprentissage et de son environnement.

Data Science [science des données]

Méthodes mathématiques, statistiques et informatiques pour l'analyse de données de masse afin d'extraire des informations utiles ou potentiellement utiles à visualiser.

Dashboard [tableau de bord]

Le tableau de bord est un outil visuel, interactif, personnalisé et analytique, qui restitue sous forme de graphiques des indicateurs des informations relatives à l'activité d'apprentissage des apprenants.

EDUCATIONAL DATA MINING (EXPLORATION DE DONNÉES ÉDUCATIVES)

Ensemble des méthodes et techniques d'exploration de données qui contribue à l'étude des processus et des contextes d'apprentissage.

Predictive Learning [apprentissage prédictif]

Domaine de la statistique et de l'informatique qui traite de l'extraction d'informations à partir de données et de leur utilisation pour prévoir les tendances et les modèles de comportement.

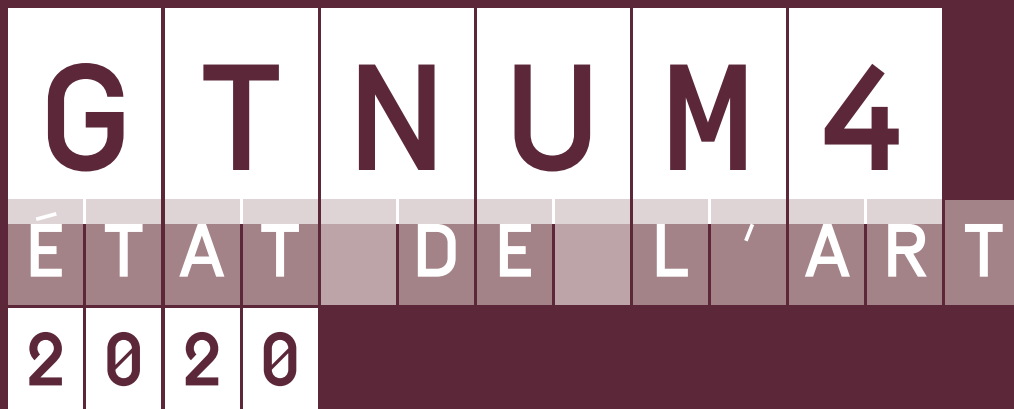
Adaptive Learning

Méthode d'apprentissage dans laquelle une ou plusieurs caractéristiques de l'environnement d'apprentissage ou des décisions pédagogiques s'adaptent aux besoins particuliers de chaque apprenant.

Traces numériques

Ensemble des interactions enregistrées d'un usager avec son environnement numérique d'apprentissage.





Pratiques et usages numériques des jeunes

Directrice de publication

Marie-Caroline Missir

Coordination de projet

Jean-Michel Perron

Directeur artistique

Samuel Baluret

Responsable artistique

Isabelle Guicheteau

Conception graphique

DES SIGNES,

le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages

Ludovic Bal



PRATIQUES ET USAGES NUMÉRIQUES DES JEUNES



Recension des recherches scientifiques anglophones et francophones

Soizic Le Bervet
Auteurice du rapport
Ingénieure de recherche,
université Rennes 2 – Créad

Direction scientifique du programme
Pascal Plantard
Professeur des universités
en sciences de l'éducation,
codirecteur du GIS Marsouin,
université Rennes 2 – Créad

Avant-propos	4
Introduction	5
<hr/>	
PRATIQUES NUMÉRIQUES DES JEUNES ET ACCOMPAGNEMENT ÉDUCATIF	7
Les menaces et les risques	7
Des pratiques connectées insécures	8
chez les jeunes	8
Les pratiques numériques des plus jeunes	8
Les médiations parentales	9
Les intérêts et les limites de ces recherches	10
<hr/>	
LE MYTHE DES « <i>DIGITAL NATIVES</i> » FACE AUX USAGES JUVÉNILES	12
Tous des <i>digital natives</i> ?	12
La diversité des pratiques juvéniles ordinaires	13
Les pratiques et les cultures numériques	13
Des différenciations ou	14
des inégalités d'usages ?	14
Les discontinuités entre pratiques	15
numériques ordinaires et scolaires	15
<hr/>	
LES PRATIQUES NUMÉRIQUES DES TRÈS JEUNES ENFANTS	17
Les très jeunes enfants : quelles pratiques numériques ?	17
Des pratiques communicationnelles et créatives favorisées	18
Des mythes à déconstruire	19
<hr/>	
Conclusion	22
Bibliographie	23

Le présent rapport résulte des activités du groupe de travail numérique n° 4 (GTnum4) « Usages numériques des jeunes ».

Ce groupe de travail émane du comité d'orientation de l'incubation de la direction du numérique pour l'éducation (DNE). Il fait partie des dix groupes de travail numérique GTnum, dont les missions consistent à :

- > faire un point scientifique sur une thématique numérique ;
- > dégager des éléments pour les orientations stratégiques de la DNE en matière de numérique éducatif ;
- > contribuer à la « pédagogisation » des résultats de la recherche en les mettant à la portée de tous.

Le GTnum4, lié par une convention de deux ans avec la DNE, est animé par Julie Denouël, Soizic Le Bervet et Pascal Plantard. Il est composé de chercheurs, d'enseignants et d'autres acteurs de l'éducation.

Le présent rapport entend proposer une recension des recherches scientifiques portant sur les usages et les pratiques juvéniles numériques. Depuis les travaux pionniers de Sherry Turkle dans le domaine anglophone (Turkle, 1995) et de Josiane Jouët et Dominique Pasquier dans le champ francophone (Jouët, Pasquier, 1999), plusieurs recherches ont été conduites sur le sujet de part et d'autre de l'océan Atlantique. Elles se sont structurées depuis des axes de recherche assez divers, en fonction des cadres disciplinaires mobilisés (sociologie, psychologie, sciences de l'éducation, sciences de l'information et de la communication, géographie, etc.). Si le nombre de publications n'a cessé de croître de manière exponentielle depuis vingt ans, on constate que la focale a été le plus souvent centrée sur les usages des adolescents, souvent entendus comme des *digital natives* (Prensky, 2001) – des individus technophiles aux pratiques numériques censément homogènes de par le fait qu'ils n'auraient jamais connu le monde sans technologies. Dans les représentations qui ont le plus circulé (discours médiatiques ou institutionnels), on imagine ainsi volontiers les « natifs du numérique » comme des usagers compétents, voire experts. Or, la plupart des travaux de recherche ont montré que les pratiques des jeunes sont plurielles, contextuelles et fortement hétérogènes – voire inégalitaires –, dans la mesure où elles sont dépendantes d'inégales conditions de vie familiale, sociale, culturelle, éducative, économique et territoriale (Hargittai, Hinnant, 2008 ; Le Mentec, Plantard, 2014 ; Livingstone, Bober, Helsper, 2005). Au regard de cette pluralité des contextes de production des usages, il devient utile de questionner la manière dont les pratiques et les compétences numériques prennent forme et se développent, depuis la sphère de la quotidienneté jusqu'à celle de l'école, depuis le plus jeune âge jusqu'à l'âge adulte. Si de nombreux auteurs utilisent indifféremment les termes « usages » et « pratiques », l'un pour l'autre, en référence à l'anthropologie des usages, nous les différencierons dans cet état de l'art à chaque fois qu'il sera possible. « *Au-delà des pratiques des instruments numériques, c'est-à-dire de ce qu'agit le sujet dans, avec et par son environnement sociotechnique dans l'instant même de son action, les usages sont des ensembles de pratiques socialisées. Les usages sont donc des normes sociales, ce qui explique la continuité constatée entre les pratiques sociales et les pratiques numériques, abondamment documentée par la recherche depuis plus de dix ans* » (Plantard, 2015, p. 9).

La recension des travaux de recherche anglophone et francophone livrée dans le cadre de ce document n'a pas pour objectif d'être exhaustive ; vu la multiplicité des publications, cette entreprise est d'emblée vaine. Elle propose cependant de traverser de grands axes de réflexion qui, en creux, questionnent les enjeux éducatifs des pratiques juvéniles numériques¹. Dans un premier temps,

1. Précisons dès maintenant que nous n'aborderons pas les travaux menés dans le champ de l'éducation aux médias et à l'information (Cordier, 2015 ; Delamotte, Liquète, Frau-Meigs, 2014). Si une partie d'entre eux recoupe la question des usages sociaux et éducatifs numériques, ils développent des perspectives de recherche singulières qui nécessitent d'être traitées dans le cadre d'une recension spécifique, voire d'être au cœur d'un nouveau groupe de travail numérique.

nous nous attarderons sur une question qui reste toujours vive : celle des menaces et des risques qui pèsent sur les pratiques connectées des enfants et des adolescents. Après avoir montré le caractère pertinent mais néanmoins discutable des résultats des travaux portant sur cette thématique, nous porterons notre attention sur les usages numériques des jeunes dans leur diversité. Dans la mesure où nous verrons le rôle (potentiellement discriminant) que jouent les espaces de socialisation primaire et les environnements familiaux dans l'appropriation des usages et le développement des compétences numériques, nous clôturerons ce document sur une thématique qui, jusqu'à aujourd'hui, a été peu explorée : celle des pratiques numériques des enfants en âge préscolaire. Cette synthèse ne proposera pas une conclusion en tant que telle, mais des propositions de pistes de recherche à continuer d'arpenter collectivement.

1

PRATIQUES NUMÉRIQUES DES JEUNES ET ACCOMPAGNEMENT ÉDUCATIF

Lorsque l'on évoque la question des usages numériques des jeunes, on remarque qu'elle est très fréquemment abordée sous l'angle de l'impact des technologies sur l'organisation de leur quotidien (hors ligne et en ligne). Alors que les potentialités créatives et éducatives des technologies ont pu à maintes reprises être mises en évidence (Banaji, 2016), les pratiques des jeunes, que l'on conçoit parfois comme portant des « *caractéristiques spécifiques* » (Octobre, 2014), sont bien souvent évoquées sous le prisme des dangers encourus. Face aux risques d'addiction, de désocialisation inhérents aux « écrans » ou de harcèlement, aux potentielles mauvaises rencontres, les enfants et les jeunes peuvent être considérés comme une population menacée. Certains psychiatres, psychologues, experts et scientifiques, issus de champs disciplinaires variés, appellent dans leurs publications à une action de vigilance et de protection, individuelle et collective, de la part de tous les acteurs familiaux, de l'éducation et du soin. Des titres évocateurs, tels que *Enfants et adolescents face au numérique. Comment les protéger et les éduquer* (Nayebi, 2010), *Faut-il interdire les écrans aux enfants ?* (Tisseron, Stiegler, 2009), ou encore *Parental controls: advice for parents, researchers and industry* (Zaman, Nouwen, 2016), témoignent de cette perspective. Ainsi, on constate qu'une part importante de la littérature produite sur ces questions ces dernières années s'inscrit dans une visée d'expertise, ayant pour but d'apporter des réponses aux problèmes de régulation des pratiques numériques sous la forme de référentiels d'accompagnement ou de guides de bonnes pratiques.

Les menaces et les risques

Le début des années 2000 est marqué simultanément par la démocratisation des usages numériques et l'édition de quelques rapports mettant en avant les risques liés par exemple à la navigation des enfants sur internet. Beaucoup d'autres ont suivi, mais intéressons-nous à quelques publications de référence dans le domaine.

DES PRATIQUES CONNECTÉES INSÉCURES CHEZ LES JEUNES

En écho au programme de recherche européen *EU Kids Online* coordonné par Sonia Livingstone visant à documenter l'évolution des pratiques juvéniles numériques sur les différents territoires de l'Europe, Catherine Blaya et Seraphin Alava (2012) ont mené une enquête en France sur les pratiques en ligne de 1 000 enfants de 9 à 16 ans². Les auteurs précisent en premier lieu qu'avec une première connexion en moyenne à l'âge de 9 ans – connexion accompagnée par leurs parents pour les plus jeunes –, les enfants de cette tranche d'âge se connectent pour la plupart tous les jours et de chez eux (l'école et le domicile des amis arrivent plus loin dans le classement). Ils passent en moyenne 2 heures par jour sur internet, mais les enfants issus de famille appartenant aux catégories socioprofessionnelles défavorisées passent en moyenne 25 minutes de plus par jour sur internet que les enfants issus de familles appartenant à des catégories socioprofessionnelles favorisées.

L'étude s'attache également à décrire les compétences de vigilance numérique développées par les enfants, et montre que les compétences déclarées ne sont pas suffisamment maîtrisées par les plus jeunes. Concernant les pratiques, bien que certains évoquent une « *addiction à internet* » (Blaya, Alava, 2012, p. 22), les chercheurs constatent peu d'« *expériences d'usage excessif* » qui « *compromettra[en]t le travail scolaire et la socialisation en face à face* » (*ibid.*, p. 9). Ces pratiques consistent à communiquer (notamment avec une webcam), créer, alimenter ou consulter des blogs (23 %), utiliser des sites de partage de fichiers, publier du contenu en ligne, créer des avatars ou fréquenter un monde virtuel. Concernant les réseaux sociaux, ils sont fréquentés par la majorité des enfants, avec pour objectif principal de « *rechercher de nouveaux amis* » (*ibidem*), et bien que leur accès soit interdit aux moins de 13 ans, 13 % des enfants de moins de 11 ans et 37 % des enfants de 11-12 ans possèdent un compte et l'utilisent régulièrement. On retrouve ici les pratiques communicationnelles ou culturelles très liées aux processus de socialisation et de construction identitaire mentionnées, entre autres, par danah boyd (2014) dans les environnements nord-américains ou par Cédric Fluckiger (2008), entre autres, dans un contexte français.

L'étude interroge par ailleurs les expériences dites « *tracassantes* », c'est-à-dire celles qui mettraient les enfants mal à l'aise, les auraient bouleversés ou qui leur auraient fait prendre conscience que ces contenus n'étaient pas adaptés à leur âge. Parmi elles, on compte l'accès à des images à caractère sexuel (pour 29 % des 9-16 ans, dont 40 % des plus de 13 ans), les messages à caractère sexuel (pour 19 % des plus de 11 ans sur internet), le harcèlement (pour 26 % hors ligne et 5 % en ligne), les rencontres hors ligne de contacts en ligne, les contacts avec des inconnus en ligne (pour 30 % d'entre eux), des rencontres avec un inconnu (pour 2 %, rencontres qui sont plus fréquentes chez les plus grands), et l'utilisation de leurs données (3 %). En ce qui concerne les parents, 21 % d'entre eux sont conscients de ces risques, mais la grande majorité ne se rendent pas compte ou ne savent pas ce qui se passe réellement.

Cette recherche entre en écho avec les résultats d'une recherche un peu plus ancienne menée par Georges-Louis Baron et Éric Bruillard (2008). Ceux-ci mentionnaient déjà le manque de recul et de regard critique des enfants face aux manœuvres commerciales et marketing, qui se distinguent des techniques publicitaires plus classiques pour prendre des formes insidieuses telles que les « *outils de conditionnement* » ou le *buzz marketing*... empêchant d'autant les enfants (notamment les plus jeunes) d'en prendre conscience et de réagir.

LES PRATIQUES NUMÉRIQUES DES PLUS JEUNES

Dans le rapport *EU Kids Online* de 2013, Donell Holloway, Lelia Green et Sonia Livingstone ont déplacé leur focale sur les pratiques des enfants de 0 à 8 ans, jusqu'ici encore assez peu documentées. Elles montrent que, de la même manière que les pratiques des 9-12 ans ont

2. Ces recherches datant de 2012, ces données ont considérablement évolué.

pris le pas de celles des adolescentes et des adolescents, les pratiques des 3-8 ans, qui n'existaient pas ou peu auparavant, se sont largement développées récemment du fait du développement et de l'accès croissant aux terminaux mobiles (tablettes, Smartphone et applications pour enfants – ou non – associées). Elles prennent aujourd'hui la forme des anciennes pratiques des 9-12 ans. Quant aux 0-2 ans, leur « *présence en ligne* » (*ibid.*, p. 7) se traduit par une empreinte numérique déjà marquée à l'initiative des parents (photos, vidéos, blogs...).

Là encore, les chercheuses tentent d'identifier les pratiques et d'évaluer les bénéfices et risques liés pour en tirer des recommandations destinées aux parents, éducateurs et politiques. Les enfants de 0 à 8 ans considèrent internet comme une source de divertissement (vidéos, jeux vidéo...), d'information, mais aussi comme un vecteur de socialisation (monde virtuel, réseaux sociaux pour les plus grands). Pour ce qui est des bénéfices, ces pratiques favorisent l'acquisition de compétences communicationnelles et créatives, ainsi que des compétences liées aux littératies, aux sociabilités et au langage. En matière de risques, les inquiétudes concernant les capacités des plus grands à gérer les événements problématiques en ligne s'appliquent d'autant plus aux très jeunes enfants. Le peu d'études consacrées à ces questions montrent que des expériences négatives sont évoquées par 13 à 20 % des parents – et considérées comme préoccupantes du fait du manque de capacité de résilience chez les enfants jeunes (*ibid.*, p. 17). Les risques semblent d'autant augmentés que les pratiques se multiplient : activités liées aux mondes virtuels en ligne, visionnages de vidéos (dessins animés, contenus supposément éducatifs...) sur des sites donnant accès en quelques clics à des vidéos peu adaptées à ce public, activités sur des terminaux mobiles et des applications en ligne qui gardent les traces de données personnelles et donnent accès à d'autres liens.

Pour Lydia Plowman, Christine Stephen et Joanna McPake (2010a), les arguments liés aux dangers des technologies peuvent être classés dans trois grandes catégories : d'ordre socioculturel, d'ordre cognitif, ou liée au bien-être. La dimension socioculturelle recoupe les risques de désocialisation (« *les enfants jouent seuls* », Plowman, McPake, Stephen, 2010b, p. 65), d'expérience distante et virtuelle de la réalité, et de malléabilité des enfants face aux manipulations marketing. Au niveau cognitif, les usages des technologies numériques mettent en péril le « *développement intellectuel* », « *l'imagination* » et le « *développement du langage* » des enfants. Enfin, le bien-être de ces derniers est menacé en matière de santé physique (parce qu'ils sont dépendants des technologies, ils ne sortent plus et deviennent sédentaires), mais aussi psychologique (accès à des contenus inappropriés) et affective (réduction des interactions avec les membres de leur famille). Parents, éducateurs et soignants sont donc invités à éduquer à « *la conscience numérique* » et à amener les enfants et les jeunes à « *des pratiques modérées et autorégulées* » qui leur éviteront de se réfugier « *de manière excessive dans le monde virtuel des écrans* » (Bach, Houdé, Léna *et al.*, 2013, p. 87). Ces préconisations sont d'ailleurs diffusées par les institutions officielles (Avis de l'Académie des sciences) et alimentent bien souvent les discours médiatiques.

À défaut d'être collectives, ces pratiques sont le plus souvent accompagnées ou supervisées, de manière active ou indirecte, à différents temps (au moins au moment de la prise en main). Néanmoins, elles suscitent parfois une certaine culpabilité, notamment chez les parents qui autorisent leurs enfants très jeunes à falsifier leur profil pour avoir accès à un compte en ligne sur les réseaux sociaux interdits aux moins de 13 ans, culpabilité qui semble les inciter à moins surveiller les activités de leurs enfants sur ces mêmes réseaux.

Les médiations parentales

Dans la lignée des publications qui traitent des risques liés aux TIC et notamment ceux liés aux pratiques en ligne, un certain nombre de recherches se sont intéressées aux différentes formes de médiation et/ou contrôle mises en place par les parents pour réguler les pratiques de leurs enfants (Francis, 2016).

Catherine Blaya et Seraphin Alava (2012) montrent que les médiations prennent surtout la forme de supervisions actives (discussions des pratiques avec les parents, essentiellement), surtout chez les plus jeunes (discussions, coprésences, encouragements, coactivités). Ils précisent que ce type d'interventions concerne particulièrement les jeunes filles qui sont également moins surveillées que les garçons. En France, et selon les enfants, ces médiations se traduisent aussi par des interdictions ou des restrictions d'usage (pour regarder les vidéos en ligne pour 85 %, utiliser la messagerie instantanée pour 78 %, ou les réseaux sociaux pour 57 %) et concernent 91 % des enfants. Globalement enfants et parents partagent l'idée que les médiations sont utiles, bien que 40 % des enfants déclarent qu'elles restreignent leurs activités, et 34 % les ignorent. Enfin, 6 % des enfants « *aimeraient que leurs parents accordent plus d'importance à leurs usages d'internet* » (*ibid.*, p. 11).

Dans une autre perspective, Peter Nikken et Jerøen Jansz (2014) proposent une étude quantitative réalisée aux Pays-Bas, qui s'appuie sur des questionnaires auprès de parents d'enfants entre 2 et 12 ans, ayant des pratiques en ligne. Dans cette étude, ils mettent à l'épreuve la théorie des médiations parentales. Ils comparent les médiations mobilisées par les parents pour réguler les pratiques de leurs enfants en ligne avec celles utilisées auprès de préadolescents et d'adolescents pour la télévision et les jeux vidéo. Ils constatent qu'elles se superposent le plus souvent, que les parents jouent un rôle actif dans l'accompagnement des pratiques de leurs enfants (particulièrement pour les plus jeunes), et notent une différenciation entre les familles issues de catégories sociales favorisées ou défavorisées, ces dernières proposant légèrement moins de médiations actives.

Ces différents travaux résonnent avec un questionnement transversal exploré par Lydia Plowman et ses collègues (2010b), portant sur les processus de « *technologisation de l'enfance* ». Elles montrent les contradictions entre l'idée, d'une part, que les technologies sont devenues indispensables pour les adultes – dans les différents champs d'activités de leur vie quotidienne (personnelle, professionnelle, amicale, etc.) – et viennent soutenir les pratiques scolaires des élèves, et, d'autre part, les menaces d'ordre socioculturel, cognitif et en matière de bien-être qu'elles représentent pour les enfants. Les études menées sur les littératies, la créativité ou la culture participative n'obtenant pas un écho aussi important que les études sur les risques, les arguments qui ont trait aux publications que nous venons de présenter se retrouvent assez clairement dans les représentations sociales des parents.

Les intérêts et les limites de ces recherches

Bien qu'elles apportent des éléments qui permettent de quantifier et de déterminer un certain nombre de pratiques chez les enfants et les jeunes, ces études quantitatives à grande échelle présentent également des limites. Elles contribuent parfois à véhiculer des lieux communs et des prénotions, et elles ne rendent pas précisément compte de la diversité des pratiques et des contextes de production (sociaux, culturels, territoriaux) dans lesquels ces pratiques émergent et se déploient. Dans l'étude menée par Lydia Plowman, Christine Stephen et Joanna McPake (2010a), les données infirment par exemple l'idée que la vie des enfants ou des familles est « *empoisonnée* » par les TIC. Les chercheuses montrent que les pratiques numériques sont déterminées par : les pratiques numériques antérieures, les valeurs des familles, et surtout les expériences personnelles des adultes (scolaires, professionnelles et de loisirs). De plus, le rôle des outils numériques se révèle important mais pas central. Les parents régulent les pratiques numériques en tenant compte des dangers qu'ils leur associent, et jugent finalement ces activités à l'instar de toute autre activité (prévention des risques de chutes dehors, de mauvaises rencontres au parc, d'isolement à l'école...). Parents et enfants se révèlent donc des usagers non agis par les objets techniques.

Pour ce qui est de la méthodologie, les publications aux conclusions plutôt alarmistes s'appuient sur des données le plus souvent déclaratives, qui tendent à établir des liens de cause à effet « *insuffisamment fondés* » [Holloway, Green, Livingstone, 2013, p. 20] entre l'accès et/ou les pratiques, « *des hypothèses sur leurs effets* » [McPake, Plowman, Stephen, 2013, p. 423], voire des « *éléments de jugement* » sur ces effets [Bach, Houdé, Léna *et al.*, 2013, p. 194], notamment sur l'érosion du temps consacré aux autres activités. De même, elles tendent à omettre d'autres facteurs pouvant expliquer ces corrélations, la variété des pratiques, et les conduites non visibles, non conscientes ou intentionnelles. Globalement, les énoncés proposés au travers des ouvrages publiés par certains psychologues et autres spécialistes de la petite enfance ou du numérique s'avèrent plus « *discursifs que mis à l'épreuve des faits* » [McPake, Plowman, 2013, p. 423].

Ces publications permettent de mettre partiellement à jour les modalités de structuration des usagers, la complexité de ce qui s'opère dans les pratiques effectives, les interactions entre les usagers et les environnements dans lesquels elles prennent forme et évoluent, les unicités, les singularités. Tous ces éléments doivent être saisis pour mieux appréhender la complexité et la variété des situations de manière à pouvoir les décrire, les comprendre, voire les expliquer et les mettre en perspective. Dans les recommandations proposées suite à leur rapport sur les pratiques en ligne des 0-8 ans, et face à la « *pénurie* » de travaux sur les 0-8 ans, Donell Holloway, Lelia Green et Sonia Livingstone [2013] invitent d'ailleurs les chercheurs à orienter et mutualiser les résultats des recherches menées dans le cadre de démarches qualitatives et exploratoires sur les pratiques effectives, les ressentis, les interactions et les contextes dans lesquels évoluent les enfants de cette tranche d'âge, et plus particulièrement les enfants de 0 à 4 ans.

2

LE MYTHE DES « *DIGITAL NATIVES* » FACE AUX USAGES JUVÉNILES

L'examen des éventuels dangers et risques liés aux pratiques numériques juvéniles, notamment connectées, s'appuie très souvent sur des représentations sociales, qui ne sont pas dénuées de ressorts techno-centrés et techno-déterministes (Jauréguiberry, Proulx, 2011). Les recherches, quand elles interrogent les outils numériques sous l'angle de leurs effets, de leurs impacts, se centrent sur les objets techniques, sur ce qu'ils font aux usagers, et présupposent le plus souvent que les usagers sont agis par les objets techniques utilisés. D'autres travaux, s'inscrivant davantage dans une perspective de recherche en sciences humaines et sociales plutôt que d'expertise, invitent à la description et l'analyse de la diversité des manières au travers desquelles les usagers font *avec* les objets techniques, au regard des environnements et des temps sociaux dans lesquels ils peuvent se former, se déformer, se reformer.

Tous des *digital natives* ?

Ces dernières années, de nombreux travaux ont démontré que la jeunesse ne constitue pas une catégorie sociale homogène et que les analyses pressées présentant les jeunes « *soit uniformément compétents, soit surfant et cliquant sans réfléchir* » (Fluckiger, 2016, p. 69) sont totalement infondées. Mark Bullen, Tannis Morgan et Adnan Qayyum (2011) précisent d'ailleurs que la presse, ainsi que « *les recherches subventionnées par des intérêts privés [jouent] un rôle conséquent* » dans la diffusion de ces représentations « *alors que peu d'enquêtes viennent donner une base empirique à ces discours sur cette génération* » (Bullen, Morgan, Qayyum, 2011, p. 2). De même, Nicolas Guichon pointe le fait que, « *si la présence de ces outils [...] crée une familiarité, cela ne signifie pas que des usages experts se développent d'eux-mêmes et que les natifs [du numérique] soient compétents dans l'utilisation des outils technologiques* » (Guichon, 2012, p. 1). Bien évidemment, les jeunes mobilisent de nombreux outils numériques au quotidien, mais cet usage régulier ne signifie pas qu'ils sont « *capables d'utiliser les TIC de manière compétente* » et qu'un environnement stimulant et riche ne suffit pas à leur appropriation (Li, Ranieri, 2010, p. 1041). Comme le rappelaient déjà Georges-Louis Baron et Éric Bruillard en 2008, s'il y a eu « *banalisation rapide de ces outils [...], il est prudent de se méfier des impressions de familiarité* » (Baron, Bruillard, 2008, p. 7). Dès 2011, Sylvie Octobre et

Nathalie Berthomier invitait à « dépasser ces deux écueils, [et à] procéder à une description des univers culturels, à la croisée des consommations et des attachements, afin de rendre compte du sens donné par les enfants à leurs comportements au fil de l'avancée en âge » (Octobre, Berthomier, 2011, p. 2).

La diversité des pratiques juvéniles ordinaires

Les grandes études quantitatives sur les usages (CREDOC, INSEE, Médiamétrie) révèlent des usages massifs et variés des TIC chez les jeunes. Les pratiques numériques juvéniles sont souvent associées aux loisirs : jeux vidéo [Dajez, Roucou, 2010], vidéos, photos..., notamment en ce qui concerne les pratiques connectées avec internet [Donnat, 2009 ; Octobre, Berthomier, 2011]. Elles peuvent être analysées quant aux types d'usages [Fluckiger, 2008 ; Octobre, 2014], regardées sous l'angle des pratiques culturelles, communicationnelles, informationnelles et de loisirs [Donnat, 2009 ; Dauphin, 2012 ; Fluckiger, 2008 et 2016...], ou considérées dans leur dimension sociale et socialisante, d'expression et de construction identitaire, de soutien aux sociabilités, d'individualisation et d'autonomisation [Metton-Gayon, 2009 ; Delaunay-Téterel, 2008 ; Fluckiger, 2008 ; Dauphin, 2012].

LES PRATIQUES ET LES CULTURES NUMÉRIQUES

Sylvie Octobre et Nathalie Berthomier [2011] considèrent par exemple les adolescents de 11 à 17 ans comme une « *génération numérique* », avec des pratiques communes, congruentes voire convergentes, mais des niveaux de maîtrise toujours très hétérogènes. Avec l'avancée en âge, certaines pratiques changent : elles sont parfois délaissées au profit de nouvelles, ou évoluent en matière d'intensité, de fréquence, de calendrier, de contenus (TV, livres), de mode (de lecture). Elles sont le fruit d'initiatives personnelles ou d'affiliation au groupe. D'autres pratiques restent stables, notamment quand elles constituent des « *pratiques d'investissement* » et « *des terrains favorables à l'expérimentation de soi* » [activités sportives et artistiques], même si les modalités d'exercice peuvent différer [Octobre, Berthomier, 2011, p. 3]. Lorsque ces deux types d'activités d'expression de soi et de créativité déclinent, c'est que s'effectue un transfert vers « *un autre support* » multimodal : l'ordinateur (*ibidem*) ou plus récemment la tablette ou le Smartphone. Objets emblématiques de l'autonomisation, de la construction identitaire et des sociabilités, ils rendent poreux les frontières traditionnelles [interdiction, sociabilités depuis la chambre, extimité]. La fréquence d'utilisation ne dit rien des usages hypermédiatiques qui en sont faits (*ibid.*, p. 4), et notamment des phénomènes de « *basculements* » d'un support à un autre, d'association entre pratiques et supports, et de la « *polyvalence accrue des temps culturels* » ou encore des « *consommations simultanées* » (*ibid.*, p. 7). À l'instar des sorties, ces usages évoluent, se déplacent et s'intensifient également avec l'avancée en âge [des jeux aux pratiques culturelles, communicationnelles et scolaires], en même temps que se développent des compétences spécifiques et structurantes [musicales, connaissances des enjeux identitaires] (*ibidem*). Les auteurs proposent de croiser les deux variables que sont l'intensité et l'attachement aux pratiques pour identifier une cartographie des évolutions des univers culturels liés au passage des âges. Mais les différences sont « *aussi liées aux distinctions sociales* » [livres, étendue de la diversification des usages], au genre [jeux vidéo], ou aux deux [pratiques artistiques, goûts musicaux] (*ibid.*, p. 6), pour se creuser avec l'avancée en âge. Néanmoins, la diversification des usages ouvre à des pratiques habituellement genrées [l'expression écrite souvent considérée comme l'apanage des filles est mobilisée indistinctement].

Comme Céline Metton-Gayon [2009] et Hélène Delaunay-Téterel [2008], Cédric Fluckiger [2008] note que ces pratiques sont constituantes d'une culture juvénile, puisqu'elles représentent des attributs qui, dans leurs dimensions spécifiquement adolescentes, se posent en rupture avec les usages des enfants et des parents et s'intègrent au processus d'autonomisation et de construction identitaire. Dans le sillage de ces travaux, Dauphin [2012] interroge les

pratiques des jeunes de 12 à 17 ans, et notamment les questions des compétences issues de ces pratiques et de leur compatibilité avec les pratiques prescrites par l'école. Il s'appuie sur une définition sociologique de la jeunesse en tant que catégorie sociale – « *qui construit des pratiques culturelles communes* » [Dauphin, 2012, p. 39] – pour poser l'existence d'une culture numérique juvénile. Ainsi, il complète la proposition de Fluckiger et la caractérise comme « *un ensemble de valeurs, de pratiques et de connaissances qui s'inscrivent dans l'immédiateté* » [*ibid.*, p. 40], participent à la construction de l'identité et des sociabilités, et répondent aux besoins et processus d'autonomisation et d'individualisation des adolescents. Il montre que les normes établies et partagées dans les pratiques des TIC – et notamment dans les pratiques médiatisées (blogs, réseaux sociaux...) – leur permettent de construire une culture commune et de faire montre de signes d'appartenance ou de distinction à cette communauté, c'est-à-dire d'unité autant que d'unicité. Au travers de leurs pratiques ordinaires, les jeunes développent des savoir-faire et savoir-être numériques spécifiques à la culture juvénile. Acquis par imitation ou par essai-erreur, les compétences sont majoritairement ludiques et communicationnelles (et développées dans le cadre des relations sociales entre pairs), plutôt qu'informationnelles, techniques, conceptuelles ou réflexives. Elles se révèlent dès lors « *disparates* », « *immédiates* » [*ibid.*, p. 45], « *intuitives* » [*ibid.*, p. 47], et peu transversales ou transférables, puisque leur caractère « *bricolé et implicite* » [*ibid.*, p. 46] se heurte à l'« *usage citoyen, responsable et critique* » [*ibid.*, p. 45] attendu, notamment par l'école.

DES DIFFÉRENCIATIONS OU DES INÉGALITÉS D'USAGES ?

Si d'aucuns s'accordent sur l'émergence d'une culture numérique juvénile, nombreux sont les travaux à montrer dans le même temps que de très fortes disparités sont observables dans les pratiques numériques d'une même classe d'âge (enfants d'école élémentaire, collégiens, lycéens, etc.) et que ces disparités sont avant tout liées à des inégalités d'usages. On identifie ainsi des usages présentant des degrés d'intensité assez nettement différenciés en fonction de l'âge, du genre ou du milieu social des jeunes.

Le projet de recherche Inéduc a montré en croisant « *les parcours scolaires avec les pratiques numériques et de loisirs des adolescents* » [Plantard, Le Mentec, 2013, p. 79], des « *inégalités éducatives liées aux contextes et [aux] espaces de vie des jeunes âgés de 11 à 15 ans* » [*ibidem*]. Dès 2006, Sylvie Octobre insistait déjà sur l'importance des « *agents de socialisation* » (parents, enseignants, fratries, groupes de pairs...) dans ces phénomènes. C'est ce que Cédric Fluckiger [2008] remarquera également dans ses travaux doctoraux : cette différenciation apparaissant particulièrement au travers de certaines pratiques, certaines étant plus aisées « *pour les élèves dont les parents [disposent] d'un fort capital culturel et technique* » [Fluckiger, 2008, p. 59] parce qu'ils sont plus à même de « *leur transmettre des habitudes d'usage des outils informatiques plus proches des usages [légitimes, tels que les usages] scolaires* » [*ibidem*]. Dans le même sens, les résultats issus du projet de recherche Inéduc soulignent que plus les parents développent des compétences numériques, plus ils encadrent les pratiques de leurs enfants dès le plus jeune âge ; or, ces parents se trouvent le plus souvent dans les milieux diplômés et favorisés, là où les restrictions en matière de temps passé devant les écrans, de spatialité des appareils et de contenus sont les plus fréquentes. Ils montrent également que moins les parents développent des compétences numériques, plus ils équipent leur progéniture en appareil et s'en remettent à l'école pour apprendre les usages et bonnes pratiques ; or, ces parents se trouvent positionnés le plus souvent dans les milieux moins diplômés et moins favorisés. Ce qui permet de mettre en évidence l'articulation étroite entre les inégalités sociales, culturelles, économiques et éducatives, et les inégalités numériques.

Concernant les filles et les garçons, selon Céline Metton-Gayon [2009], les chiffres montrent plutôt une égalité en matière d'accès et des inégalités quant à l'équipement (les garçons étant plus équipés) et la position géographique de cet équipement (celui-ci étant plus souvent situé dans la chambre pour les garçons). Cependant, la chercheuse relève essentiellement un clivage pour ce qui est des usages et des compétences. « *Ces différences, loin d'être liées à des caractéristiques "naturelles", trouvent certaines de leurs origines dans une socialisation*

différenciée à l'informatique à laquelle la famille, comme lieu premier de socialisation, participe » [Metton-Gayon, 2009, p. 142]. Ainsi au quotidien, une différenciation apparaît en matière de socialisation familiale aux pratiques numériques, et de « *processus de naturalisation tacites et souvent involontaires* » (*ibid.*, p. 143-144). Au-delà de « *l'équipement différencié [qui] joue en effet un rôle dans le processus de familiarisation avec les techniques* », il existe un « *processus clivé dans l'intériorisation des rôles vis-à-vis des techniques* » (*ibid.*, p. 144). La mère jouant un rôle de « *pôle affectif et éducatif* » (*ibidem*) [usages communicationnels sur ordinateur, « *contrôle des temporalités d'usage* » (*ibidem*), accompagnement scolaire à côté de l'ordinateur], alors que le père et le grand frère sont plus sollicités pour répondre aux demandes techniques. Pour Céline Metton-Gayon, « *c'est donc moins par une aversion "naturelle" vis-à-vis de l'écran ou de la technique que par difficulté de trouver sa place* » (*ibid.*, p. 161) dans un univers masculin que les filles abandonnent leurs envies de pratiques en ce qui concerne les jeux ou l'ordinateur.

LES DISCONTINUITÉS ENTRE PRATIQUES NUMÉRIQUES ORDINAIRES ET SCOLAIRES

Dans le prolongement de ces différences portant sur les inégalités numériques, sociales, culturelles ou genrées, certains travaux questionnent l'articulation entre pratiques/compétences numériques ordinaires et pratiques/compétences numériques scolaires. En 2008, Baron et Bruillard font remarquer que si les jeunes possèdent bien des savoir-faire issus de leurs pratiques ordinaires, « *en l'absence d'enseignement, la conceptualisation* » [Baron, Bruillard, 2008, p. 7], la maîtrise et le spectre d'utilisation sont souvent « *limités* » (*ibid.*, p. 9), faisant d'eux des « *digital naïves* » (*ibidem*) plus que des *digital natives*. Ils soulignent notamment les problèmes relatifs à la transférabilité des pratiques et des compétences issues de la sphère de la quotidienneté vers celles de l'école : si certains outils ont pu facilement trouver à s'« *acclimater* » au contexte scolaire [comme par exemple les tableurs et logiciels de traitement de texte, vecteurs de pratiques plutôt considérées comme légitimes], d'autres, ayant davantage trait aux pratiques communicationnelles ou vidéoludiques, reçoivent moins les faveurs de l'école, alors même qu'elles correspondent aux pratiques ordinaires quotidiennes des adolescents. Fluckiger (2008) ajoute que peu de pratiques personnelles sont reconnues scolairement à moins que celles-ci s'accordent avec les attendus scolaires.

Ainsi, Fluckiger observe, selon les élèves, de nombreuses lignes de discontinuité entre leurs pratiques/compétences numériques ordinaires et leurs pratiques/compétences numériques scolaires. Les raisons qui tendent à ne pas faciliter l'articulation de ces deux univers de pratiques sont de trois ordres. Le premier concerne la sphère technique : déficit des compétences techniques, peu de capacités de verbalisation/explicitation, schèmes d'utilisation peu transférables (faible autonomie en dehors des usages ordinaires) car les compétences sont celles d'« *amateurs* » et sont limitées (locales), et déficit de compréhension et de conceptualisation. Les compétences des adolescents, essentiellement relationnelles et interactionnelles, se développent en parallèle d'un savoir-être social qui fait « *partie intégrante de la culture juvénile* » [Fluckiger, 2008, p. 53] (apprentissage technique, communicationnel et langagier de normes et codes qui régissent les échanges sur des outils hétérogènes). Enfin la différence des contextes sociaux d'usage implique des schèmes d'utilisation spécifiques à chaque activité et qui sont par là même peu transférables de la culture numérique adolescente à la culture numérique scolaire (*ibid.*, p. 57-59). Pour beaucoup, les usages ordinaires se révèlent insuffisants pour développer des compétences techniques, de verbalisation, de conceptualisation et de compréhension suffisantes, qui soient transférables et mobilisables dans des contextes sociaux autres que les contextes ordinaires, « *à l'exception de quelques élèves issus de familles hautement dotées en capital culturel et technique* » (*ibid.*, p. 60). Or, cette question se révèle d'autant plus problématique qu'elle peut avoir des conséquences importantes sur la capacité des élèves à développer des compétences d'autonomie scolaire [Denouël, 2017].

En partant de ces constats se pose la question du type de compétences que l'école doit enseigner et des modalités d'enseignement associées, non seulement pour faire face au caractère évolutif permanent des outils numériques, mais aussi pour tenir compte de la spécificité des acquis personnels préexistants des jeunes et de leur(s) mode(s) d'acquisition. Florian Dauphin invite ainsi à « *former les jeunes générations aux configurations requises pour s'auto-former* » (Dauphin, 2012, p. 51). De la même manière, Lydia Plowman et ses collègues (Plowman, Stevenson, Stephen, McPake, 2012, p. 31) encouragent les équipes éducatives à se saisir de la diversité des pratiques, des expériences et des compétences (opérationnelles, sociales et culturelles) numériques ordinaires des enfants, ainsi que du rôle que joue la multitude d'artefacts dans leurs environnements éducatifs (appréhension du monde, compétences opérationnelles, dispositions à apprendre, compréhension du rôle des technologies au quotidien) pour créer un lien entre les environnements scolaires et ordinaires.

Au-delà des écarts de compétences liés aux inégalités sociales et culturelles, la difficulté de transférer les compétences issues des usages ordinaires vers des usages scolaires tient justement à la nature même des usages ordinaires. Lorsque ces derniers sont analysés sous l'angle de la sociologie des adolescents, la recherche tend à dépeindre une image plus équilibrée des pratiques juvéniles ordinaires et quotidiennes des adolescents. Elle replace les pratiques numériques dans leur contexte, c'est-à-dire au cœur des processus de construction de l'identité, des socialisations, de l'individuation qui sont autant de processus classiques de l'adolescence.

3

LES PRATIQUES NUMÉRIQUES DES TRÈS JEUNES ENFANTS

Les dernières problématiques que nous avons explorées nous invitent à considérer avec attention la manière dont les usages ordinaires et familiaux participent de la structuration des usages numériques scolaires. En ce cas, elles nous amènent à étudier la manière dont les enfants en âge préscolaire sont en rapport avec les outils numériques et la manière dont ils en font usage dans le cadre d'apprentissages informels. Précisons cependant que les recherches concernant les jeunes enfants sont peu nombreuses. Quand elles existent, elles reposent principalement sur des enquêtes quantitatives recensant les types et les taux d'équipements, les différentes sortes de pratiques ou le temps passé devant les écrans, afin, le plus souvent, d'évaluer les risques et les menaces auxquels les enfants peuvent être confrontés. Nous proposons dans la suite de cette recension de mobiliser les travaux, notamment anglo-saxons, qui proposent des études qualitatives et longitudinales sur les pratiques ordinaires des enfants de moins de 5 ans.

Les très jeunes enfants : quelles pratiques numériques ?

Ioanna Palaiologou, psychologue de l'éducation, spécialiste des questions liées à la petite enfance, a mené une étude auprès de 540 familles, qui vise à mieux connaître les pratiques numériques ordinaires des enfants de 0 à 5 ans dans quatre pays européens : l'Angleterre, Malte, la Grèce et le Luxembourg (Palaiologou, 2014). Cette étude à grande échelle porte à la fois sur les pratiques ordinaires des enfants (quoi, pour quoi, comment), le regard des parents sur ces pratiques, et la question du lien avec l'éducation formelle. Malgré des profils socio-économiques variés, ces familles partagent des équipements et des pratiques numériques ordinaires similaires. En matière d'équipement, Joanna McPake et ses collègues (McPake ; Plowman, Stephen, 2013) ont également recensé les types de ressources technologiques disponibles au sein des familles pour les enfants en âge préscolaire, qui s'avèrent très variés : terminaux d'accès à internet, Smartphone, télévisions avec équipement interactif, jouets connectés, ordinateurs, consoles de jeu, lecteurs DVD, appareils photos numériques, lecteurs MP3. Étant donné l'étendue de ces ressources, il n'est pas vraiment surprenant que l'étude confirme la quotidienneté des pratiques numériques ordinaires individuelles et/ou collectives

des enfants de moins de 5 ans et estime qu'elles durent en moyenne deux heures et demie par jour (néanmoins, la fréquence ou le découpage dans le temps ne sont pas précisés). Les pratiques des moins de 3 ans se font toujours par une entremise des parents, qu'elle soit intentionnelle ou non (accès, supervision, interaction, usages). À partir de 3 ans, les usages évoluent, puisque la majorité utilise les ordinateurs ou les activités en ligne par eux-mêmes. Globalement, les parents disent avoir conscience de risques liés aux usages, mais ils affirment que leurs enfants ne sont pas concernés parce qu'ils « *apprennent à [...] utiliser les technologies de façon responsable* » et qu'elles ne « *dominent pas [leur] vie* » (Palaiologou, 2014, p. 15). Ils ne s'inquiètent pas du fait que les enfants « *savent ou non utiliser les technologies mais de savoir comment les utiliser au mieux dans l'intérêt des enfants* » (*ibid.*, p. 18), et ils disent accompagner les enfants dans ce sens du fait de l'absence de pratiques scolaires. Quant aux enfants, ils considèrent les technologies comme n'importe quel autre jouet, divertissement ou outil éducatif. Lydia Plowman et son équipe (2008) précisent que ces pratiques ordinaires leur permettent d'expérimenter et de s'initier à des pratiques communicationnelles, d'expression de soi, de loisirs ou liées aux pratiques professionnelles de leurs parents. Ioanna Palaiologou conclut que les technologies favorisent les interactions en famille, y compris dans une visée éducative, parce que les pratiques sont souvent collectives. Les parents considèrent que les pratiques numériques et connectées sont complémentaires à l'action éducative (non numérique) des enseignants, et ils souhaitent qu'elles soient appréhendées de manière équilibrée à travers un « *continuum entre le foyer et l'éducation maternelle* » (Palaiologou, 2014, p. 10).

Des pratiques communicationnelles et créatives favorisées

Une équipe écossaise en sciences de l'éducation s'est intéressée au rapport entre « *les expériences numériques précoces des enfants et leurs pratiques communicationnelles et créatives* » (MacPake, Plowman, Stephen, 2013, p. 422). Les chercheuses s'attachent ici aux questions de médiations de l'apprentissage par les pratiques numériques, d'interactions avec les membres de l'entourage, de relations entre les pratiques dans les différents contextes d'apprentissage (ordinaire et institutionnel), à l'influence des valeurs et des croyances des adultes sur ces pratiques et ces interactions, mais aussi aux choix et aux motivations propres aux enfants (*ibid.*, p. 423).

Il ressort de cette étude que les enfants apprennent comment mettre à profit les TIC pour l'apprentissage de compétences communicationnelles au travers d'observations et d'interactions avec les membres de leur entourage. Alors que des craintes sont exprimées quant aux conséquences néfastes des pratiques numériques précoces et intenses des enfants sur le développement du langage et l'acquisition des littératies, la recherche montre que, grâce à leurs expériences des TIC, les enfants de 3-4 ans ont déjà conscience du rôle du langage oral et écrit dans leur environnement et que les pratiques numériques complètent et alimentent les expériences traditionnelles de lecture et d'écriture (et inversement). En effet, les enfants mettent à profit les formes multimodales offertes par les TIC (vidéo, photo, pictogramme, smiley...) pour développer des pratiques et des compétences communicationnelles précoces (écrire ou répondre à un texto...), « *améliorer leurs expériences* » créatives (*ibid.*, p. 427) et étendre leurs réseaux de sociabilités (appels en vidéoconférences...), qui ne leur seraient pas accessibles sans cela.

Ces connaissances et expériences complètent celles qui sont généralement développées par des activités traditionnelles, grâce aux pratiques de l'entourage et à la liberté que leur offrent les TIC d'explorer des activités par eux-mêmes, et étendent par là même leur répertoire communicationnel et créatif.

Des mythes à déconstruire

Les mythes et représentations sociales qui touchent les jeunes concernent également les enfants. Au regard des différentes représentations concernant les pratiques numériques des enfants qui circulent dans les médias, chez les parents et chez les professionnels de l'éducation, Joanna McPake et Lydia Plowman (2013) s'appuient sur l'ensemble de leurs recherches pour identifier et déconstruire sept « *mythes* » récurrents concernant les enfants et les TIC.

1. On entend souvent qu'« *enfance et TIC ne font pas bon ménage* » (McPake, Plowman, 2013, p. 28), en évoquant des conséquences néfastes sur le développement cognitif, le bien-être et la socialisation des enfants. Pour les chercheuses, les activités des enfants sont en réalité variées, hétérogènes, et guidées par les préférences des enfants ou le choix des parents. Lorsqu'on interroge les parents, ils ne constatent pas d'effets négatifs sur leurs enfants.
2. Alors qu'elles sont souvent considérées comme des entraves à la socialisation, les pratiques numériques des enfants peuvent être vecteurs d'interactions sociales et soutenir les pratiques communicationnelles. Les enfants ne sont pas de « *simples consommateurs des médias mis à leur disposition* » (*ibid.*, p. 29), car ils font des choix.
3. Bien que les enfants aient des pratiques numériques quotidiennes, celles-ci ne conditionnent pas leurs journées (mythe de l'« *omniprésence* » des TIC). Les données montrent, d'une part, que seul « *un quart de la journée des enfants est consacré au jeu* » (*ibid.*, p. 30) et, d'autre part, que ces temps incluent parfois les objets techniques, mais pas systématiquement.
4. Les interactions avec les objets techniques ne sont pas vides. Elles favorisent l'« *appropriation des pratiques culturelles familiales* » (*ibidem*) et mobilisent les quatre types d'apprentissages informels suivants : apprentissage opérationnel, appréhension du monde, disposition à apprendre, appréhension du rôle pratique ou symbolique des objets dans la vie quotidienne.
5. Les discours médiatiques prêtent aux jouets dits éducatifs des qualités éducatives intrinsèques, mais ces derniers nécessitent une compréhension et des compétences motrices fines à développer et restent trop pauvres pour se substituer aux apports des « *échanges entre enfants et adultes* » (*ibidem*).
6. Certains parents encouragent les pratiques numériques de leurs enfants pour les préparer à leur future vie d'élève et d'adulte. Néanmoins, certains parents modulent cette visée du fait de l'évolution rapide des techniques ou parce qu'ils mettent d'autres passe-temps en valeur (*ibid.*, p. 31).
7. Enfin, le dernier mythe concerne l'impression répandue chez les parents que les enfants de 3-4 ans sont plus compétents qu'eux et qu'ils apprennent tout seuls (*ibid.*, p. 28).

Ce dernier mythe est sans doute le plus partagé et le plus ancré. Il rejoint les représentations de *digital natives* chez les plus grands. Cette dimension, que l'on retrouve dans le discours de nombreux parents, a été questionnée par Lydia Plowman et ses collègues (2008) dans le cadre d'une enquête sur la manière dont les enfants de 3 et 4 ans jouent avec les outils numériques et apprennent à les utiliser au sein de leur foyer. Cette recherche, centrée non pas sur les outils mais sur les apprentissages, est menée au travers d'une approche socioculturelle et mobilise les concepts d'interaction guidée (Plowman, Stephen, 2007) et d'apprentissage périphérique légitime (Lave, Wenger, 1991) pour caractériser les formes d'apprentissage ou d'accompagnement en jeu.

Si nombre de parents considèrent qu'ils ne jouent aucun rôle dans l'apprentissage des compétences [techniques, etc.] liées aux pratiques numériques – parce qu'ils ne prodigueraient pas de conseils ou autre à leurs enfants de façon explicite –, les résultats de la recherche montrent que les membres de l'entourage des enfants [fratrie, cousins, parents, grands-parents, proches, amis de la famille] « *sous-estiment leur(s) rôle(s)* » (Plowman, McPake, Stephen, 2008, p. 304). Les formes d'apprentissage engagées sont similaires aux « *trois modes d'apprentissage* » mobilisés à l'école, c'est-à-dire « *expérimenter par essai-erreur, mimer, démontrer* » (*ibid.*, p. 308). Elles révèlent donc bien une forme distale d'accompagnement par la nécessité de la présence de référents, de modèles, à observer, imiter. À cela s'ajoute la transmission d'une « *conscience culturelle* », c'est-à-dire une compréhension des rôles que les TIC jouent dans la vie familiale et dans des environnements plus larges, associée à une « *capacité de mettre à profit cette compréhension à des fins sociales ou culturelles* » (*ibid.*, p. 309). Les représentations liées à l'acquisition naturelle des compétences par les enfants, ajoutées au fait que les parents sous-estiment leur expertise et leur(s) rôle(s) dans l'accompagnement des apprentissages de leurs enfants, contribuent à la réticence pour certains d'y prendre part, surtout quand des aînés peuvent jouer ce rôle au sein de la famille. Ce manque de confiance, ou de conscience des enjeux liés à l'apprentissage, participe de la transmission implicite des normes et valeurs de la famille en ce qui concerne les TIC et leurs pratiques, mais aussi des représentations sociales largement imprégnées par les discours médiatiques. Il est à noter que cette étude ne montre pas de différenciation sociale ou de genre dans les formes d'apprentissage identifiées, puisqu'elles se retrouvent de façon homogène dans toutes les familles, toutes catégories socioprofessionnelles confondues. Toutefois, l'article n'évoque pas non plus de similitudes entre les familles socialement favorisées et moins favorisées en matière de contextualisation de ces modes d'apprentissage. Certains modes peuvent être privilégiés avec certains outils, ou dans des contextes ou avec des agents de socialisation particuliers, alors même qu'il est précisé que l'équipement ou l'accès n'est pas le même, et que les objectifs liés à l'acquisition des technologies sont différents d'une famille à l'autre.

Dans une démarche qualitative et une approche socioculturelle similaire, Christine Stephen, Olivia Stevenson et Claire Adey (2013) s'intéressent aux modalités d'appropriation des ressources numériques des enfants de 3 à 5 ans évoluant dans des environnements socio-économiques similaires, et portent leur attention sur trois ressources à vocation éducative différente. Elles analysent les activités individuelles ordinaires des enfants ainsi que les interactions avec les membres de l'entourage proche [parents, fratrie] dans leur contexte « *culturel, local et temporel* » (Stephen, Stevenson, Adey, 2013, p. 151). Elles cherchent à étudier comment, dans les formes proximales d'interaction, les types de ressources agissent sur l'appropriation, et à « *identifier les traits qui différencient les processus de jeu et d'apprentissage* » (*ibid.*, p. 161) des technologies observées. Il ressort de l'étude que les répertoires d'actions et d'interactions qui visent à soutenir un apprentissage direct sont multimodaux, mais identiques à ceux identifiés dans les contextes préscolaires (verbaux ou non-verbaux, physiques, cognitifs, socioémotionnels). La seule différence tient au soutien apporté par les familles pour accompagner les difficultés émotionnelles et comportementales engendrées par les frustrations et les échecs de leurs enfants. Cependant, cette différence apparaît comme essentiellement contextuelle : si on ne retrouve pas ce genre de difficultés dans les environnements scolaires, c'est parce que les activités qui y sont proposées sont adaptées à l'âge et aux compétences des enfants. Il ressort également que les expériences de jeu et d'apprentissage des enfants avec les ressources numériques éducatives étudiées ne constituent pas leurs activités principales et ne tiennent pas aux objets techniques en eux-mêmes. Elles sont uniques et diffèrent d'une famille à l'autre, parce qu'elles sont corrélées à la singularité des contextes culturels familiaux. Ces différents contextes prennent forme au travers des quatre dimensions suivantes :

- > « *le point de vue de la famille quant à l'efficacité de l'objet technique en tant qu'outil éducatif* » ;
- > « *le point de vue des parents sur les manières de favoriser l'apprentissage* » ;
- > « *les interactions familiales, la présence des frères et sœurs et les autres sollicitations sur les temps disponibles des parents* » ;
- > « *les préférences et caractères personnels des enfants* ».

Bien qu'elle s'attache aux interactions proximales, cette recherche met en évidence des résultats similaires à ceux révélés par Plowman (Plowman, McPake, Stephen, 2008) quant à la diversité des pratiques et à l'importance du contexte social et culturel.

Comme le rappellent Lydia Plowman et ses collègues [*ibidem*], parents et enseignants pensent que les enfants, puis les adolescents, parce qu'ils sont équipés de manière massive et variée, parce qu'ils passent leur temps sur leur téléphone et parce qu'ils sont nés avec, « *apprennent tout seuls* ». Les artefacts font à ce point partie du quotidien, et les pratiques semblent si ordinaires que l'on oublierait presque qu'un temps de découverte, d'appropriation, d'apprentissage, à l'instar de tout autre objet, de tout autre pratique, s'opère dans la toute petite enfance (et au-delà sans doute), au sein du foyer, avec l'entourage, dans les environnements quotidiens. Or, des formes d'apprentissage au sein des sphères de la quotidienneté et de la famille ont été mises à jour. Elles sont le plus souvent non délibérées, non conscientes, involontaires et implicites, excepté pour les artefacts à visée éducative qui mobilisent l'engagement et l'attention des parents dans des interactions focalisées avec leurs enfants.

Dans le cadre de la présente synthèse, nous avons concentré notre attention sur les travaux produits, durant ces dix dernières années, au sein du champ d'expertise et de recherche sur les pratiques et les usages juvéniles numériques. Cette recension a notamment souhaité porter la focale sur trois questions vives :

- > les menaces et risques qui sont susceptibles de traverser les usages des jeunes ;
- > la pluralité des pratiques et usages juvéniles numériques ;
- > les pratiques et usages des enfants d'âge préscolaire, thématique qui est peu explorée en France, mais dont les travaux anglo-saxons soulignent qu'il est utile d'y prêter attention dans la mesure où elles sont dépendantes de la variété des valeurs parentales, qui sont « *centrales dans la manière dont les règles se construisent au sein des familles pour réguler les relations des choix et des préférences des jeunes enfants* » [Palaiologou, 2014].

Si cette recension est loin d'avoir évoqué tous les questionnements qui traversent les travaux du champ, nous pouvons cependant identifier des pistes de réflexion spécifiques qui, dans le prolongement des éléments discutés ici, pourraient nourrir les prochains échanges du GT4. Il s'agirait notamment de pouvoir approfondir l'analyse des formes de (dis)continuité entre pratiques numériques personnelles et pratiques numériques scolaires, à partir des entrées suivantes :

- > la diversité des usages des très jeunes enfants au regard des conditions sociales, culturelles et éducatives qui leur donnent forme et la manière dont les contextes domestiques et les médiations familiales participent des premiers apprentissages numériques (ordinaires et scolaires). Dans le même mouvement, il nous semblerait utile de décrire et analyser les usages numériques ordinaires et scolaires des enfants entre 6 et 10 ans. Les usages des élèves en école primaire étant restés pour l'heure relativement peu documentés, la recherche doctorale initiée par Soizic Le Brevet dans le cadre du projet PRUNE (Le primaire à Rennes et les usages du numérique à l'école) pourrait apporter des éclairages fort utiles ;
- > le rôle du territoire social, éducatif et numérique dans la manière dont les pratiques et usages numériques prennent forme, notamment dans l'espace scolaire. En effet, si les enquêtes statistiques montrent une croissance continue des niveaux d'équipement technique individuels et collectifs sur ces quinze dernières années, on constate cependant une diffusion encore éclatée des équipements en fonction des espaces socioculturels et des ancrages territoriaux (Observatoire des inégalités, 2016). Ces disparités sont aussi observables au sein des établissements scolaires. Étant donné que ces derniers dépendent des investissements des collectivités territoriales auxquelles ils sont rattachés, les processus d'achat d'outils et de connexion au réseau s'opèrent selon des dynamiques à géométrie très variable [Béziat, Villemonteix, 2012]. À ces disparités techniques, il faut également ajouter des disparités en matière de possibilités pédagogiques. En effet, d'une école à une autre, on observe des écarts manifestes dans la manière dont les personnels de direction saisissent les potentiels des technologies pour l'enseignement, les intègrent dans les projets d'établissement et accompagnent les équipes enseignantes dans la démarche de développement des usages pédagogiques numériques. Ainsi, selon les territoires, l'accès aux ressources numériques (qu'elles relèvent du réseau, des supports ou des logiciels) et la manière de mobiliser ces ressources se trouvent différenciés. Il conviendrait donc de pouvoir arpenter cette piste de recherche, à la lumière des résultats de certains projets de recherche actuellement en cours ou tout récemment clôturés [ANR Capacity, E-ran IDEE].

Bach Jean-François, Houdé Olivier, Léna Pierre *et al.* [2013], *L'Enfant et les Écrans. Un avis de l'Académie des sciences*, Paris, Éditions Le Pommier.

Banaji Shakuntala [2016], « [Global research on children's online experiences: addressing diversities and inequalities](#) », rapport *Global Kids Online*, Londres, The London School of Economics and Political Science.

Baron Georges-Louis, Bruillard Éric [2008], « [Technologies de l'information et de la communication et indigènes numériques : quelle situation ?](#) », in *STICEF*, vol. 15.

Béziat Jacques, Villemonteix François [2012], « [Les technologies informatisées à l'école primaire. Déplacements et perspectives](#) », in Mohamed Sidir, Éric Bruillard, Georges-Louis Baron [dir.], *Journées Communication et apprentissage instrumentés en réseau. JOCAIR 2012. 6-7-8 septembre 2012, université de Picardie Jules-Verne*, [Amiens], [Éditions de l'université de Picardie], p. 295-307.

Blaya Catherine, Alava Seraphin [2012], « [Risques et sécurité des enfants sur Internet. Rapport pour la France](#) ».

Boyd Danah [2014], *It's Complicated: The Social Lives of Networked Teens*, New Haven, Yale University Press.

Bullen Mark, Morgan Tannis, Qayyum Adnan [2011], « [Digital learners in higher education: generation is not the issue](#) », in *Canadian Journal of learning and technology*, vol. 37, n°1.

Collin Simon, Guichon Nicolas, Ntébutsé Jean-Gabin [2015], « [Une approche sociocritique des usages numériques en éducation](#) », in *STICEF*, vol. 22.

Cordier Anne [2015], *Grandir connectés. Les adolescents et la recherche d'information*, Caen, C&F éditions.

Dajez Frédéric, Roucous Nathalie [2010], « [Le jeu vidéo, une affaire d'enfants. Enquête sur le parc à jouets numérique d'enfants de 6 à 11 ans](#) », in Sylvie Octobre [dir.], *Enfance et culture. Transmission, appropriation et représentation*, Paris, Ministère de la Culture-DEPS, p. 85-101.

Dauphin Florian [2012], « [Culture et pratiques numériques juvéniles : quels usages pour quelles compétences ?](#) », in *Questions vives*, vol. 7, n°17, p. 37-52.

Delamotte Éric, Liquète Vincent, Frau-Meigs Divina [2014], « [La translittératie ou la convergence des cultures de l'information : supports, contextes et modalités](#) », in *Spirale. Revue de recherches en éducation*, n° 53, p. 145-156.

Delaunay-Téterel Hélène [2008], « [Sociabilité juvénile et construction de l'identité. L'exemple des blogs adolescents](#) », in *Informations sociales*, 2008-1, n° 145, p. 48-57.

Denouël Julie [2017], « [L'école, le numérique et l'autonomie des élèves](#) », in *Hermès*, n° 78, p. 80-86.

- Donnat Olivier [2009], « Les pratiques culturelles des Français à l'ère numérique. Éléments de synthèse 1997-2008 », in *Culture études*, n° 5, p. 1-12.
- Fluckiger Cédric [2016], « Culture numérique, culture scolaire : homogénéités, continuités et ruptures », in *Diversité*, n° 185, p. 64-70.
- Fluckiger Cédric [2008], « L'école à l'épreuve de la culture numérique des élèves », in *Revue française de pédagogie*, n° 163, p. 51-61.
- Francis Véronique [2016], « Éducation familiale et technologies numériques : défis et enjeux de la recherche », in *Éducation et formation*, n° e-306, p. 6-16.
- Guichon Nicolas [2012], « Les usages des TIC par les lycéens. Déconnexion entre usages personnels et usages scolaires », in *STICEF*, vol. 19.
- Hargittai Eszter, Hinnant Amanda [2008], « *Digital inequality: differences in young adults' use of the internet* », in *Communication Research*, vol. 35, n° 5, p. 602-621.
- Holloway Donell, Green Lelia, Livingstone Sonia [2013], « Zero to eight. Young children and their internet use », rapport *EU Kids Online*, Londres, The London School of Economics and Political Science.
- Jauréguiberry Francis, Proulx Serge [2011], *Usages et enjeux des technologies de communication*, Toulouse, Éditions Érès.
- Jouët Josiane, Pasquier Dominique [1999], « *Les jeunes et la culture de l'écran. Enquête nationale auprès des 6-17 ans* », in *Réseaux*, n°s 92-93, p. 25-102.
- Kredens Élodie, Fontar Barbara [2010], « *Comprendre le comportement des enfants et des adolescents sur internet pour les protéger des dangers* », rapport de recherche commandité par Fréquences écoles, la Délégation interministérielle à la famille et la Fondation pour l'enfance.
- Lave Jean, Wenger Etienne [1991], *Situated learning: legitimate peripheral participation*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Le Mentec Mickaël, Plantard Pascal [2014], « Inéduc : pratiques numériques des adolescents et territoires », in *Netcom*, n° 28-3/4, p. 217-238.
- Li Yan, Ranieri Maria [2010], « *Are 'digital natives' really digitally competent ? —A study on Chinese teenagers* », in *British Journal of Educational Technology*, vol. 41, n° 6, p. 1029-1042.
- Livingstone Sonia, Bober Magdalena, Helsper Ellen [2005], « Inequalities and the digital divide in children and young people's internet use: findings from the UK Children Go Online project », Londres, The London School of Economics and Political Science.
- McPake Joanna, Plowman Lydia [2013], « *Seven myths about young children and technology* », in *Childhood Education*, vol. 89, n°1, p. 27-33.
- McPake Joanna, Plowman Lydia, Stephen Christine [2013], « *Pre-school children creating and communicating with digital technologies in the home* », in *British Journal of Educational Technology*, vol. 44, n° 3, p. 421-431.
- Metton-Gayon Céline [2009], « Usages sexués d'internet chez les adolescents et modes de socialisation familiaux », Société Binet-Simon, OpenEditions Journals, *Recherches & Éducatives*, n° 2, p. 139-162.
- Nayebi Jean-Charles [2010], *Enfants et adolescents face au numérique. Comment les protéger et les éduquer*, Paris, Éditions Odile Jacob.

Nikken Peter, Jansz Jeroen [2014], « *Developing scales to measure parents mediation of young children's internet use* », in *Learning, Media and Technology*, vol. 39, n° 2, p. 250-266.

Octobre Sylvie [2006], « Les loisirs culturels des 6-14 ans. Contribution à une sociologie de l'enfance et de la prime adolescence », in *Enfances, familles, générations*, n° 4, p. 1-28.

Octobre Sylvie [2014], *Deux pouces et des neurones. Les cultures juvéniles de l'ère médiatique à l'ère numérique*, Paris, La documentation française.

Octobre Sylvie, Berthomier Nathalie [2011], « L'enfance des loisirs. Éléments de synthèse », in *Culture études*, n° 6, p. 1-12.

Palaiologou Ioanna [2014], « *Children under five and digital technologies: implications for early years pedagogy* », in *European Early Childhood Education Research Journal*, vol. 24, n° 1, p. 5-24.

Plantard Pascal [2015], *Les Imaginaires numériques dans l'éducation*, coll. « Modélisations des imaginaires : innovation et création », Paris, Manucius.

Plantard Pascal, Le Mentec Mickaël [2013], « Inéduc : focales sur les inégalités scolaires, de loisirs et de pratiques numériques chez les adolescents », in *Enseignement, informatique, TIC et société*, n°s 113-114, p. 79-91.

Plowman Lydia, Stevenson Olivia, Stephen Christine, McPake Joanna [2012], « *Preschool children's learning with technology at home* », in *Computers & Education*, vol. 59, n° 1, p. 30-37.

Plowman Lydia, Stephen Christine, McPake Joanna [2010a], « *Supporting young children's learning with technology at home and in preschool* », in *Research Papers in Education*, vol. 25, n° 1, p. 93-113.

Plowman Lydia, McPake Joanna, Stephen Christine [2010b], « *The technologisation of childhood? Young children and technology in the home* », in *Children & Society*, vol. 24, n° 1, p. 63-74.

Plowman Lydia, McPake Joanna, Stephen Christine [2008], « *Just picking it up ? Young children learning with technology at home* », in *Cambridge Journal of Education*, vol. 38, n° 3, p. 303-319.

Plowman Lydia, Stephen Christine [2007], « *Guided interaction in pre-school settings* », in *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 23, n° 1, p. 14-26.

Potin Émilie [2014], « *AEMO et régulation des échanges familiaux. L'usage des TNIC* », in *La Revue internationale de l'éducation familiale*, 2014-1, n° 5, p. 75-92.

Prensky Marc [2001], « *Digital natives, digital immigrants* », in *On the Horizon*, vol. 9, n° 5, p. 1-6.

Stephen Christine, Stevenson Olivia, Adey Claire [2013], « *Young children engaging with technologies at home: the influence of family context* », in *Journal of Early Childhood Research*, vol. 11, n° 2, p. 149-164.

Tisseron Serge, Stiegler Bernard [2009], *Faut-il interdire les écrans aux enfants ?*, entretiens réalisés par Thierry Steiner, Paris, Éditions Mordicus.

Turkle Sherry [1995], *Life on the Screen. Identity in the Age of the Internet*, New York, Simon and Schuster.

Zaman Bieke, Nouwen Marije [2016], « Parental controls: advice for parents, researchers and industry », rapport *EU Kids Online*, Londres, The London School of Economics and Political Science.

POUR L'ÉCOLE DE LA CONFIANCE



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE



LES *DIGITAL NATIVES*... Ils sont encore là ?!

Qui sont les *digital natives* ?

L'idée de « *digital natives* », jeunes nés dans un monde peuplé de technologies numériques, émerge dès 1995 chez Barlow¹. L'expression est popularisée par Prensky². D'autres terminologies s'en rapprochent comme celles de « Génération alpha », « *Generation C* », « Génération Google », « Génération Nintendo », « Génération Y », « Les enfants du millénaire », « *Millenium* », « *Net generation* », « *Smartphone natives* », etc.

Toutes ces expressions définissent une génération, ses pratiques numériques, et plus largement ses comportements et ses manières d'apprendre et de communiquer, sur la seule base de son année de naissance et de son niveau d'exposition au numérique.

Certaines ramifications de ces théories vont jusqu'à affirmer que ces usages ont des effets sur la capacité du cerveau à former de nouvelles connexions neuronales³. Ces jeunes seraient « naturellement » très compétents et efficaces dans leurs pratiques numériques⁴.

Prensky déduit de cette immersion dans les technologies numériques à leur naissance des manières de penser et d'apprendre qui se démarquent de celles de leurs aînés⁵. Ces idées contribuent à l'idée de rupture générationnelle à partir des pratiques numériques.

Que dit la recherche scientifique ?

L'expression « *digital natives* » a été maintes fois utilisée depuis sa parution, et rapidement contestée. Prensky est lui-même revenu sur cette distinction en 2009⁶. Il réoriente ses propos vers le rôle de l'enseignant et la transformation des pratiques pédagogiques.

Depuis plusieurs années, les recherches scientifiques menées sur les pratiques et les usages numériques des jeunes ont montré que les caractéristiques des *digital natives* ne correspondent qu'à une minorité de la population jeune, « pas si geeks que ça⁷ ». Les pratiques varient selon les âges, les genres, les appartenances socio-économiques et les technologies étudiées⁸. Des inégalités d'accès et de compétences dans les usages numériques persistent au sein d'une même génération⁹.

Pour Plantard, la notion de « *digital natives* » recouvre des réalités très différentes, car il existe de grandes inégalités dans les usages des technologies numériques au sein d'une même classe d'âge¹⁰. Ces inégalités combinent des variables comme l'âge, l'origine sociale et le genre pour construire des rapports aux cultures numériques allant des plus « branchés » au plus « exclus ». Les enquêtes s'accordent sur le principe que cette génération est fréquemment « connectée » et pour des activités différentes (relationnelles, fonctionnelles, ludiques)¹¹.

Rien ne garantit pour autant une utilisation optimale et experte de ces technologies. Être connecté très jeune ne mène pas automatiquement à des usages experts des technologies numériques. Être connecté en permanence ne garantit pas la construction d'une posture critique sur ses propres usages. Beaucoup de jeunes se contentent de consommer les services numériques, avec peu de recul sur leurs implications cognitives,

1. Bennett Sue (2012), « *Digital natives* », in Zheng Yan, *Encyclopedia of Cyber Behavior*, vol. 1, United States, IGI Global, p. 212-219.

2. Prensky Marc (2001), « *Digital natives, digital immigrants* », in *On the Horizon*, vol. 9, n° 5, p. 1-6.

3. Călăfăteanu Adina Marina (2018), « Chapitre 6. Les outils de communication en ligne au service de l'apprentissage, de l'identité et de la citoyenneté pour les "natifs du numérique" », in Conseil de l'Europe [dir.], *Points de vue sur la jeunesse. Volume 4 : Les jeunes à l'heure du numérique*, Strasbourg, Conseil de l'Europe, p. 75-80.

4. Serrano Gemma (2018), « Les mots du numérique à l'école », in *Études*, n° 1, p. 39-48.

5. Bennett Sue (2012), *op.cit.*

6. Prensky Marc (2009), « *H. sapiens digital: from digital immigrants and digital natives to digital wisdom* », in *Innovate: Journal of Online Education*, vol. 5, n° 3, article 1.

7. Crépin Frédérique (2010), « *Pas si geeks que ça* », site 01net.com.

8. Bennett Sue (2012), *op.cit.* ; Balleys Claire (2017), « *Socialisation adolescente et usages du numérique*. Revue de littérature », rapport d'étude de l'INJEP, Paris, INJEP.

9. Călăfăteanu Adina Marina (2018), *op.cit.*

10. Plantard Pascal (2015), *Les Imaginaires numériques dans l'éducation*, coll. « Modélisations des imaginaires : innovation et création », Paris, Manucius. Pour approfondir, consulter le bulletin de veille du GTnum4 portant sur les inégalités d'usages entre les jeunes, les déterminants socio-économiques et culturels.

11. Lardellier Pascal (2017), « "Y" et *digital natives*, faux concepts et vrais slogans. Une lecture critique de deux "ressources sûres" de la doxa numérique », in *Hermès. La revue*, vol. 2, n° 78, p. 151-158.

émotionnelles, sociales ou juridiques. En enquêtant plus finement sur les pratiques des jeunes, les écarts d'usages entre eux sont également liés à des inégalités socio-économiques et territoriales.

Notons par ailleurs que si de nombreux auteurs utilisent indifféremment les termes « usages » et « pratiques », l'un pour l'autre, en référence à l'anthropologie des usages, nous les différencierons dans ces quatre bulletins de veille à chaque fois qu'il sera possible. « Au-delà des pratiques des instruments numériques, c'est-à-dire de ce qu'agit le sujet dans, avec et par son environnement sociotechnique dans l'instant même de son action, les usages sont des ensembles de pratiques socialisées. Les usages sont donc des normes sociales, ce qui explique la continuité constatée entre les pratiques sociales et les pratiques numériques, abondamment documentée par la recherche depuis plus de dix ans¹². »

L'expression « *digital natives* » relève des mythes et d'une « panique morale »

Finalement, les recherches tendent à s'accorder sur l'idée que « *digital natives* » est une expression trompeuse, spéculative, qui n'a pas de réalité concrète. Les scientifiques sont étonnés de la persistance de cette expression dans les discours, et cela quelle que soit la solidité des enquêtes scientifiques qui la contredisent.

Cette idée puise dans des mythes du numérique éducatif¹³ tels que le paradigme technodéterministe selon lequel la technologie à elle seule aurait un effet sur les apprentissages et un effet transformant. Les imaginaires sociaux autour du numérique en éducation « s'articulent à des mythes, relativement stables, mais prenant toujours des formes différentes¹⁴ ». Rinaudo invite à considérer alors l'articulation entre les imaginaires autour du numérique (ceux des groupes sociaux) et les réalités psychiques mobilisées par les éducateurs dans leurs pratiques numériques professionnelles (réalité psychique individuelle).

Finalement, l'expression « *digital natives* », appuyée sur des imaginaires et des mythes, semble relever d'une inquiétude collective, exprimée par des éducateurs et des parents. Ces derniers appréhendent aussi les inégalités face aux situations à risque afin de sensibiliser des jeunes « naïfs¹⁵ » plus que « natifs » du numérique. L'expression « *digital natives* » trouve un relais dans les médias, et relève plutôt d'une « panique médiatique¹⁶ » ou d'une « panique morale¹⁷ ».

Qui est mis au défi ?

L'expression « *digital natives* » a stimulé l'imagination des enseignants, des parents, des journalistes, des essayistes et des universitaires. Elle incite à reconsidérer l'école et les pratiques pédagogiques¹⁸, voire d'en faire un impératif, un « concept-slogan¹⁹ », une « mise au défi²⁰ » des enseignants.

Elle sous-entend que tous les jeunes, naturellement, apprennent différemment des générations précédentes. Les pratiques et le système scolaire des générations précédentes – que celles-ci estimaient pertinents – ne seraient alors inéluctablement plus adaptés aux modes d'apprentissage actuels.

Cette expression s'impose comme une injonction aux enseignants²¹ et aux élèves alors que la lutte contre les inégalités d'usages devrait être la préoccupation principale de la communauté éducative.

12. Plantard Pascal (2015), *op. cit.*, p. 9.

13. Voir notamment : Devauchelle Bruno (2019), « Le numérique éducatif et son imaginaire », site Le café pédagogique.

14. Rinaudo Jean-Luc (2015), « Imaginaire éducatif et technologies numériques », in *Interfaces numériques*, vol. 4, n° 2.

15. Voir Blocquaux Stéphane (2018), « Et si les "naïfs numériques" n'étaient pas ceux que l'on croit ? », in Cottin Patrick (dir.), *Accompagner les adolescents. Nouvelles pratiques, nouveaux défis pour les professionnels*, Toulouse, Érès, p. 57-66.

16. Frau-Meigs Divina (2016), « Digital natives (!) : démythifier le mythe des "natifs vs immigrants" du numérique », site The Conversation.

17. Bennett Sue (2012), *op. cit.*

18. Cerisier Jean-François (2012), « Quand Marc Prensky enterre trop vite les digital natives », blog de l'enseignant-chercheur.

19. Lardellier Pascal (2017), *op. cit.*

20. Călăfăteanu Adina Marina (2018), *op. cit.*

21. Les dynamiques d'appropriation des instruments numériques par les enseignants sont davantage détaillées dans le bulletin de veille du GTnum9.

DES PRATIQUES NUMÉRIQUES JUVÉNILES DIFFÉRENTES SELON LE GENRE

Un reflet des inégalités hommes-femmes ?

Des activités qui reflètent des goûts différenciés garçons-filles

Toutes les études et les enquêtes qui prennent en compte le genre observent des divergences entre les garçons et les filles. Les médias sociaux ne sont pas neutres du point de vue du genre¹. Ils reflètent les stéréotypes et les rapports de genre. Ils peuvent aussi les produire et les renforcer.

Les premières observations portent sur l'informatique, plutôt associée à une pratique masculine. Les travaux de Pharabod montrent en effet des écarts d'usages des instruments corrélés aux stéréotypes de genre². Les femmes utiliseraient davantage le téléphone pour discuter. Les hommes seraient plus informaticiens, technophiles et solitaires dans leurs pratiques. L'intériorisation des stéréotypes de genre amène les filles à abandonner plus rapidement l'informatique et à avoir moins confiance dans leurs compétences.

Les inégalités évoluent aussi selon les classes d'âge concernées. Les plus jeunes se tournent plutôt vers les messageries instantanées³. En 2016, la CNIL montre que la part des filles de 11 à 14 ans inscrites sur les réseaux sociaux est plus importante que celle des garçons de 11 à 14 ans. Entre 15 et 18 ans, l'écart entre filles et garçons s'accroît⁴.

Les pratiques médiatiques et culturelles des filles sont aussi objet et support de discrimination. Comme le montre Pasquier, les goûts féminins sont dévalués par les jeunes dans les sociabilités adolescentes : « sur quoi se fonde l'idée que la pratique des jeux vidéo ou la passion pour

le sport valent mieux que le goût pour les romans et les fictions télévisuelles ? [...] Pourquoi la culture de la confiance est-elle assimilée à une perte de temps ? Le dénigrement de la sentimentalité féminine n'est pas en soi un phénomène nouveau, mais tout laisse à penser qu'il s'est aujourd'hui durci⁵. »

Les filles incitées à s'exposer davantage que les garçons ?

L'exposition de soi sur les réseaux sociaux par les filles est l'objet de recherches spécifiques. « En ce qui concerne les pratiques liées à l'exposition de soi et de son intimité, les études montrent que les jeunes femmes partagent davantage de photos d'elles-mêmes que les hommes et sélectionnent plus rigoureusement leur audience⁶. »

Pour les filles comme pour les garçons, l'exposition de soi est plus attentive et maîtrisée par les jeunes sur Facebook que sur les autres réseaux sociaux. Cependant, les filles sont plus nombreuses à utiliser des réseaux sociaux qui provoquent moins de méfiance et de protection. Elles sont considérées comme particulièrement exposées aux risques de violation de la vie privée et de harcèlement sur les réseaux sociaux. Il faut remarquer aussi que les filles constituent plus souvent la cible des campagnes de sensibilisation et de prévention⁷, ce qui influence peut-être leurs pratiques⁸. Les filles déclarent deux fois plus de craintes à l'égard d'internet que les garçons. « Les sujets d'inquiétude ne sont pas les mêmes : harcèlement, insultes, menaces, questions indiscrettes, images violentes ou choquantes et propos racistes les inquiètent bien plus que les garçons⁹. »

1. Marsick Alice (2014), « Gender, sexualité and social media », in Theresa Senft, Jeremy Hunsinger (dir.), *The Social Media Handbook*, New York, Routledge, p. 59-75.

2. Pharabod Anne-Sylvie (2004), « Territoires et seuils de l'intimité familiale. Un regard ethnographique sur les objets multimédias et leurs usages dans quelques foyers franciliens », in *Réseaux*, n° 123, 2004-1, p. 85-117.

3. Octobre Sylvie (2009), « Pratiques culturelles chez les jeunes et institutions de transmission : un choc de cultures ? », in *Culture prospective*, 2009/1, n° 1.

4. Mission société numérique (2018), « Enfants et numérique : des usages générés qui s'accroissent avec l'âge », site Labo société numérique.

5. Pasquier Dominique (2010), « Culture sentimentale et jeux vidéo. Le renforcement des identités de sexe », in *Ethnologie française*, vol. 40, 2010-1, p. 98.

6. Jehel Sophie (2014), « Sociabilités numériques des jeunes et mobilités. Un ascenseur social en trompe-l'œil ? », in « Parcours de jeunes et territoires », rapport de l'INJEP, Paris, La documentation française.

7. Boyd Danah, Hargittai Eszter (2010), « Facebook privacy settings: who cares? », in *First Monday*, vol. 15, n° 8.

8. Balleys Claire (2017), « L'incontrôlable besoin de contrôle. Les performances de la féminité par les adolescentes sur YouTube », in *Genre, sexualité & société*, n° 17.

9. Jehel Sophie (2017), « Suivi des pratiques, des inquiétudes des jeunes sur les plateformes numériques et de leurs modalités d'information », rapport de l'Observatoire des pratiques numériques des adolescents en Normandie, CEMEA, Région Normandie, Académie de Caen, p. 23.

Or, les filles sont incitées à entretenir davantage leur apparence et leurs relations¹⁰ pour correspondre aux attentes sociales normatives. « À une période où les jeunes sont en quête d'affirmation identitaire et de conformité sociale, la présentation de son identité de genre apparaît exacerbée et adopte fortement les formats standardisés dans les vidéos sur YouTube¹¹. » En 2014, Wotanis et McMillan¹² ont montré que les vidéos féminines sur YouTube étaient plus souvent l'objet de commentaires négatifs, majoritairement portés sur l'apparence physique ; elles sont moins commentées sur leur contenu et moins valorisées que les vidéos produites par les garçons¹³. Les filles sont plus concernées par les insultes en ligne. « La situation des filles est cependant spécifique du fait de la double contrainte d'exposition de soi et de contrôle strict de l'apparence. Les filles sont sollicitées en permanence pour publier des images de soi, tout en devant y résister. Publier des images de soi est une façon bien décrite par les chercheurs de construire son identité, d'obtenir la reconnaissance des pairs et aussi d'entamer des démarches de séduction. Les sollicitations sont parfois explicites¹⁴. »

Cette exposition de soi sur les réseaux plus intense par les filles peut être utilisée pour les responsabiliser des discriminations, des agressions et du harcèlement auxquels elles font face. Les jeunes eux-mêmes n'ont pas toujours conscience du caractère misogyne des échanges dans ces espaces¹⁵.

Régulations parentales, les pratiques numériques renforcent-elles les stéréotypes de genre ?

Les stéréotypes de genre influencent aussi les régulations parentales¹⁶. Dans les représentations, les garçons « qui ont besoin de se défouler » jouent aux jeux vidéo, les filles « plus douces et créatives » écoutent de la musique et créent des montages photos.

Cette catégorisation de genre, plus marquée dans les milieux populaires¹⁷, influence les modèles comportementaux des jeunes¹⁸. Ainsi, les parents incitent davantage les filles à écouter de la musique et ils limitent leur temps passé à jouer aux jeux vidéo¹⁹. Ils accordent beaucoup d'importance à la régulation des jeux vidéo pour les garçons, y compris au lycée lorsque les résultats des contrôles diminuent²⁰. Globalement, les filles sont moins susceptibles d'être limitées par leurs parents dans leurs usages numériques que les garçons.

Le genre est une variable qui différencie aussi l'accompagnement des parents. Les mères sont plus présentes dans l'accompagnement de leurs enfants. En 2018, Merla²¹ constate que les mères sont plus restrictives avec les filles, en particulier pour les jeux multijoueurs en ligne, les chats, puis les mondes virtuels. Les pères sont plus présents dans l'accompagnement de pratiques « masculinisées », comme l'ordinateur et les jeux vidéo. Ils ont un niveau de contrôle plus élevé pour leurs filles, en particulier pour les jeux multijoueurs en ligne, les mondes virtuels, puis les chats.

Merla montre que la forme de la famille, monoparentale ou non, est une variable discriminante concernant les pratiques numériques des jeunes et les régulations parentales.

10. Metton-Gayon Céline [2009], « Usages sexués d'internet chez les adolescents et modes de socialisation familiaux », in *Recherches & Éducatives*, n° 2, p. 139-162.

11. Balleys Claire [2017], *op. cit.*

12. Wotanis Lindsey, McMillan Laurie [2014], « Performing gender on YouTube », in *Feminist Media Studies*, vol. 14, n° 6, p. 912-928.

13. Balleys Claire [2017], *op. cit.*

14. Jehel Sophie [2017], *op. cit.*, p. 24-25.

15. Jehel [2015], « Les pratiques numériques des jeunes : quels accompagnements consolider ? », rapport de l'Observatoire des pratiques numériques des adolescents en Normandie, CEMEA, Région Normandie, Académie de Caen.

16. Octobre Sylvie [2010], « La socialisation culturelle sexuée des enfants au sein de la famille », in *Cahiers du genre*, n° 49, 2010-2, p. 55-76.

17. Octobre Sylvie [2009], *op. cit.*

18. Octobre Sylvie [2010], *op. cit.*

19. *Ibid.*

20. Barrère Anne [2015], « Face aux loisirs numériques des adolescents. L'école et la famille à l'épreuve », in *Les Sciences de l'éducation – Pour l'ère nouvelle*, vol. 48, 2015-1, p. 127-147.

21. Merla Laura [2018], « Usages et pratiques numériques adolescentes en contexte familial », conférence au symposium des mutualités libres « Grandir en bonne santé à l'ère numérique », Bruxelles.

INÉGALITÉS D'USAGES ENTRE LES JEUNES

Les déterminants socio-économiques et culturels

L'accès dans la chambre

Aujourd'hui, les inégalités liées au numérique ne sont plus la seule conséquence d'un taux d'équipement inégal comme le sous-entendait l'expression de « fracture numérique¹ ».

Les familles défavorisées sont les plus nombreuses à autoriser les écrans dans les chambres des enfants comme le montre l'enquête Inéduc² et elles sont autant équipées que les familles de milieux plus favorisés³.

Les familles moyennes et favorisées, lorsqu'elles autorisent les écrans dans les chambres, contrôlent les temps de pratiques, en particulier en confisquant le soir des équipements. Les familles populaires sont celles qui régulent le moins les pratiques numériques de leurs enfants, ce que confirme la recherche Inéduc portant sur les 11-15 ans français⁴ et celle de Nikken et Jansz réalisée auprès des jeunes allemands de 2 à 12 ans⁵.

En 2017, Jehel remarque cet écart entre les jeunes des filières générales et techniques et les jeunes des filières professionnelles⁶. Ces derniers sont proportionnellement davantage issus des catégories défavorisées.

En 2011, Octobre et Berthomier remarquaient que les enfants des familles favorisées et moyennes bénéficiaient plus tôt d'un accès aux technologies et, surtout, que leurs usages sont plus proches des pratiques scolairement légitimes. Le capital culturel et technique des parents joue un rôle important dans le degré de maîtrise des instruments numériques par les jeunes⁷.

Régulations différenciées des contenus médiatiques

Les recherches montrent également des jeunes qui, selon leur milieu familial d'appartenance, ne s'intéressent pas aux mêmes contenus. Les parents ne régulent pas de la même manière les différents contenus selon leurs milieux. La production des inégalités se déploie donc sur le terrain des pratiques numériques juvéniles et parentales⁸.

Les parents qui interdisent à leurs enfants de regarder des émissions de télé-réalité et certains jeux vidéo jugés violents sont plutôt des familles favorisées.

Concernant les réseaux sociaux, tous les milieux s'inquiètent des risques pour leurs enfants. Les milieux plus favorisés font parfois le choix d'être « amis » sur Facebook avec leurs enfants pour les surveiller.

Les parents des familles plus défavorisées sont aussi celles qui développent le moins de compétences numériques et s'en remettent davantage à l'école pour éduquer leurs enfants dans ce domaine et leur apprendre les pratiques expertes et légitimes.

Des enjeux à l'école : renforcer ou lutter contre les inégalités via le numérique ?

Les résultats issus du projet de recherche Inéduc confirment que les adolescents des familles défavorisées ont des profils moins scolaires, et présentent une dépendance plus grande aux usages récréatifs et communicationnels du numérique (vidéos, musiques, jeux, réseaux sociaux).

1. Plantard Pascal (2016). « Numérique et inégalités éducatives ? Du coup de tablette magique à l'e-éducation », in *Diversité*, n° 186, p. 27-32.
2. Danic Isabelle, Hardouin Magali, Keerle Régis, Plantard Pascal, David Olivier (dir.) (2020), *Adolescent.e.s des champs, adolescent.e.s des villes : la construction spatiale des inégalités éducatives*, Rennes, PUR (à paraître).
3. Le Mentec Mickaël, Plantard Pascal (2014), « Inéduc : pratiques numériques des adolescents et territoires », in *NETCOM*, vol. 28, n° 3-4, p. 217-238.
4. Plantard Pascal (2019), « Le numérique, une illusion pédagogique ? », webinaires GTnum organisés par le Créad, séminaire du 7 juin 2019, université Rennes 2.
5. Nikken Peter, Jansz Jeroen (2013), « Developing scales to measure parental mediation of young children's internet use », in *Learning, Media and Technology*, vol. 39, n° 2, p. 250-266.
6. Jehel Sophie (2017), « Suivi des pratiques, des inquiétudes des jeunes sur les plateformes numériques et de leurs modalités d'information », rapport de l'Observatoire des pratiques numériques des adolescents en Normandie, CEMEA, région Normandie, académie de Caen.
7. Octobre Sylvie, Berthomier Nathalie (2011), « L'enfance des loisirs », in *Culture études*, n° 6, p. 1-12.
8. Jehel Sophie (2014), « Sociabilités numériques des jeunes et mobilités. Un ascenseur social en trompe-l'œil ? », in « Parcours de jeunes et territoires », rapport de l'INJEP, Paris, La documentation française ; Le Bervet Soizic (2019), « PRUNE. Quelles approches et perspectives de recherche autour des pratiques numériques à l'école primaire », webinaires GTnum organisés par le Créad, séminaire du 29 mars 2019, université Rennes 2.

Leurs usages ordinaires ne leur permettent pas de développer des compétences transférables dans leur activité scolaire. Seuls quelques parents hautement dotés en capital culturel et technique adoptent et transmettent à leurs enfants des pratiques numériques proches des pratiques légitimes dans le monde scolaire. Les niveaux, la diversité des usages sont fortement liés aux appartenances sociales et aux différences de capital [social, culturel, éducatif].

Les inégalités d'usages peuvent non seulement refléter, mais aussi renforcer les inégalités sociales, économiques et culturelles existantes, et amplifier la discontinuité entre les sphères ordinaires et scolaires. Pour les enseignants, l'usage de technologies numériques pour leurs élèves devient alors très ambivalent. Leur choix oscille entre, d'une part, développer une diversité et une maîtrise des usages numériques, et donc valoriser les pratiques les plus légitimes socialement, culturellement et scolairement des enfants des catégories favorisées et, d'autre part, limiter les usages numériques pédagogiques en classe pour ne pas contribuer au renforcement des inégalités existantes⁹.

Or, les pratiques éducatives des familles les plus défavorisées sont jugées les moins légitimes et sont les plus fréquemment critiquées par les enseignants ; ces derniers voient ces stratégies comme celles de

« mauvais parents ». C'est par exemple le cas de situations dans lesquelles les enseignants attendent des élèves des usages numériques qu'ils n'ont pas acquis dans la famille. Ce risque est d'autant plus présent que, comme le montre la recherche IDEE, ceux qui utilisent le plus internet pour leur travail scolaire ont les résultats scolaires les plus faibles¹⁰.

Néanmoins, comme le démontre Guéguen¹¹ à propos des pratiques musicales audionumériques, certains usages peuvent être des vecteurs d'émancipation pour les plus exclus. Les mêmes jeunes peuvent vivre via les usages des technologies dans l'enseignement des situations d'exclusion et de marginalisation, et des situations d'émancipation dans une sphère éducative plus large¹² en s'appuyant sur les ressources dont ils disposent dans leur environnement.

Les compétences numériques et l'acculturation des parents à la culture numérique sont des variables tout aussi déterminantes des pratiques numériques juvéniles que les appartenances sociales. Certains parents, avec le temps, progressent dans leurs compétences numériques et ajustent leurs stratégies de régulation. Le concept d'*empowerment* peut permettre d'appréhender les usages favorables au développement des capacités d'agir des jeunes et des parents¹³.

9. Denouël Julie (2017), « L'école, le numérique et l'autonomie des élèves », in *Hermès, La revue*, n° 78, 2017-2, p. 80-86 ; Schneider Elisabeth (2018), « Les usages de l'information dans les "manières de faire" des élèves en situation scolaire », webinaires GTnum organisés par le Créad, séminaire du 26 janvier 2018, université Rennes 2.

10. Leprince Agnès, Besnier Sylvaine (2018), « Usage du numérique et inégalités éducatives », vidéo en ligne sur le site Espod.

11. Guéguen Yann (2019), « Ethnographie des pratiques musicales audionumériques d'élèves en difficulté socioscolaire », thèse de doctorat, université Rennes 2.

12. Table ronde de témoignages de jeunes, webinaires GTnum organisés par le Créad, séminaire du 7 juin 2019, université Rennes 2.

13. Plantard Pascal, Le Mentec Mickaël (2013), « Inéduc. Focales sur les inégalités scolaires, de loisirs et de pratiques numériques chez les adolescents », in *Terminal*, n°s 113-114, p. 79-91.

LES CULTURES NUMÉRIQUES DES JEUNES ONT-ELLES UNE PLACE DANS L'INSTITUTION SCOLAIRE ?

Appréhender la jeunesse ?

Les études quantitatives indiquent que les usages numériques des jeunes sont massifs et variés. Cependant, si elles apportent des informations sur l'équipement et la fréquence d'utilisation, elles documentent peu la nature de leurs usages. Par ailleurs, elles se basent plutôt sur des pratiques déclaratives qu'effectives, et tendent à se focaliser sur une analyse duale des risques et des opportunités.

D'autres chercheurs choisissent une approche ethnographique pour comprendre finement, au quotidien et en considérant les variations dans le temps, comment les jeunes s'approprient des instruments numériques¹. À partir des années 1960, une culture juvénile émerge : elle s'appuie sur des pratiques culturelles communes², des icônes, des codes vestimentaires ou langagiers, etc., qui se démarquent de ceux des adultes³. Des champs de la recherche investissent alors la question des pratiques technologiques en rapport avec les univers culturels des jeunes. Celles-ci sont fréquemment associées aux loisirs comme les jeux vidéo, la création photo ou vidéo.

Une culture numérique de la jeunesse ?

Les pratiques des jeunes sont appréhendées comme une manière de se construire vers l'âge adulte, avec ses pairs. Elles questionnent leur vulnérabilité dans leur dynamique de construction identitaire⁴. Elles sont finalement les supports de l'expérimentation de soi (comme les activités sportives ou musicales) et de l'affiliation au groupe.

En 2009, Donnat associe le développement d'une « culture de l'écran » aux pratiques culturelles⁵. Aujourd'hui, les pratiques se diversifient et constituent des « cultures en archipel⁶ » plutôt qu'une culture uniforme et homogène.

La culture juvénile contre l'école ?

Les usages et les compétences informelles des adolescents sont rarement valorisés, et tendent à être délimités, parfois accompagnés. Par réaction, les jeunes développent des pratiques numériques de résistance scolaire ou clandestines⁷. Les mêmes pratiques peuvent être fortement reconnues par les pairs et par la famille, et être invisibles voire méprisées par les acteurs éducatifs à l'école.

Barrère montre que les adolescents, dans leurs pratiques numériques, recherchent des temps interstitiels de divertissement et de retour à la liberté. Les pratiques électives qui soutiennent les pratiques numériques se caractérisent par un fort engagement physique, cognitif ou émotionnel qui procure du plaisir et un sentiment de réalisation de soi. Les espaces et les interactions numériques permettent d'entretenir cette implication en provoquant à la fois du groupe et de la singularité. Les adolescents disent se rendre compte des excès, des enthousiasmes, des déceptions qui les engagent à réguler leurs pratiques⁸.

Du point de vue scolaire, ils entretiennent un rapport particulier aux technologies numériques (ludique, communautaire, consumériste) qui apparaît peu conciliable avec les usages scolaires prescrits⁹. Bonnéry pose l'hypothèse d'une concurrence entre les cultures populaires et scolaires, mais aussi entre les cultures médiatiques, juvéniles et scolaires¹⁰.

1. Plantard Pascal (2016), « Numérique et inégalités éducatives ? Du coup de tablette magique à l'e-éducation », in *Diversité*, n° 186, p. 27-32 ; Guéguen Yann (2018), « Ethos musical, éthiques juvéniles et morale scolaire », webinaires GNum organisés par le Créad, 19 octobre 2018, université Rennes 2.

2. Yonnet Paul (1985), *Jeux, modes et masses*, Paris, Gallimard.

3. Dauphin Florian (2012), « Culture et pratiques numériques juvéniles. Quels usages pour quelles compétences ? », in *Questions vives*, vol. 7, n°17, p. 37-52.

4. Jehel Sophie (2017), « Adolescents, images numériques et construction identitaire. Stratégies, vulnérabilités, remédiations », journée d'étude, 10 novembre 2017.

5. Donnat Olivier (2009), « Les pratiques culturelles des Français à l'ère numérique. Éléments de synthèse 1997-2008 », in *Culture études*, 2009/5, p. 1-12.

6. Octobre Sylvie (2015), « Comment lire à l'ère des Smartphone ? La lecture et les jeunes », in Françoise Legendre (dir.), *Bibliothèques, enfance et jeunesse*, Paris, Éditions du Cercle de la librairie, p. 24-30.

7. Barrère Anne (2015), « Face aux loisirs numériques des adolescents : l'école et la famille à l'épreuve », in *Les Sciences de l'éducation – Pour l'ère nouvelle*, vol. 48, 2015-1, p. 127-147.

8. *Ibid.*

9. Dauphin Florian (2012), *op. cit.* ; Le Bervet Soizic (2019), « PRUNE. Quelles approches et perspectives de recherche autour des pratiques numériques à l'école primaire ? », webinaires GNum organisés par le Créad, séminaire du 29 mars 2019, université Rennes 2.

10. Bonnéry Stéphane (2013), « L'enseignement de la musique, entre institution scolaire et conservatoires. Éclairages mutuels des sociologies de l'éducation et de la culture », in *Revue française de pédagogie*, n° 185, p. 5-19.

La recherche Inéduc a montré des corrélations entre les performances scolaires des élèves et leurs usages numériques. Les élèves aux performances scolaires positives ont plutôt moins d'équipements dans leur chambre, des pratiques numériques peu intensives et des usages récréatifs d'internet mesurés (jeux en réseau). Ceux qui ont des performances scolaires plus faibles bénéficient de plusieurs équipements numériques dans leur chambre, ont des consommations intensives d'internet, jouent sur des consoles et regardent la télévision¹¹.

Paradoxalement, on constate aussi « que si les consommations intensives d'internet, de console de jeux et de télévision sont négativement liées aux performances scolaires, il est intéressant de constater que c'est également le cas pour un temps quotidien d'internet nul ou faible¹² ». On s'interroge aussi sur les effets positifs des usages récréatifs d'internet – comme les jeux en réseau – sur les performances scolaires – et notamment le phénomène Fortnite.

Les médiations parentales

Certaines recherches s'intéressent tout particulièrement au rôle des parents¹³. Ces derniers entrent parfois en conflit avec leurs enfants sur la régulation de l'utilisation des technologies. Les sources de conflits portent

principalement sur le temps passé devant l'écran, perçu comme une concurrence sur le temps scolaire et les sociabilités familiales.

La recherche Inéduc¹⁴ a montré que les parents ont des représentations ambivalentes à l'égard du numérique : à la fois potentiel éducatif et divertissement perturbant les apprentissages scolaires ou compromettant la sécurité des enfants.

Les parents jouent un rôle actif dans les médiations : discussion – forme la plus fréquente de ces médiations –, interdictions, oppositions à l'utilisation de la messagerie instantanée et des réseaux sociaux, etc. Certains utilisent ces technologies comme moyen de pression (en les confisquant tant que l'adolescent n'a pas fini ses devoirs, par exemple). Les parents interviennent dans quatre domaines : l'équipement, les temporalités, la spatialisation (accès aux équipements selon les pièces du foyer) et les contenus (diffusés à la télévision, déposés par les jeunes sur les réseaux sociaux, etc.). Ils limitent le temps passé devant les écrans pour certains contenus (particulièrement les émissions de télé-réalité et les jeux de tir). La recherche Inéduc montre que ces régulations varient selon le milieu social de l'adolescent, son genre, les territoires d'habitation et de scolarisation, et enfin les représentations et les usages du numérique des parents.

11. Plantard Pascal (2019), « Le numérique, une illusion pédagogique ? », webinaires GTnum organisés par le Créad, séminaire du 7 juin 2019, université Rennes 2.

12. Plantard Pascal (2019), « Mythes, rites et tribus numériques », in *Éducation permanente*, n° 219 « Le numérique, une illusion pédagogique ? », 2019-2, p. 116-127.

13. Denouël Julie (2017), « Faire, défaire, refaire famille. Les usages et les sociabilités numériques à l'épreuve des bifurcations biographiques », in *Dialogue*, 2017/3, n° 217, p. 31-44 ; Le Douarin Laurence, Caradec Vincent (2009), « Les grands-parents, leurs petits-enfants et les "nouvelles" technologies... de communication », in *Dialogue*, 2009/4, n° 186, p. 25-35.

14. Danic Isabelle, Hardouin Magali, Keerle Régis, Plantard Pascal, David Olivier (dir.) (2020), *Adolescent.e.s des champs, adolescent.e.s des villes : la construction spatiale des inégalités éducatives*, Rennes, PUR (à paraître).

USAGES NUMÉRIQUES DES JEUNES

Des *digital natives* ?

DIGITAL NATIVES

[Expression popularisée par Prensky en 2001]

Ensemble des jeunes nés dans un monde peuplé de technologies numériques et capables de s'en servir de manière quasiment innée.

UN LIEU COMMUN RAPIDEMENT CONTESTÉ

Les caractéristiques des *digital natives* ne correspondent qu'à une petite minorité des jeunes.

Les pratiques numériques varient selon les âges, les genres, les appartenances socio-économiques, en fonction des technologies utilisées.

UN MYTHE QUI S'EFFONDRE

L'expression « *digital natives* » est aujourd'hui jugée trompeuse, spéculative et sans réalité concrète.

Cette idée relèverait d'une inquiétude collective, exprimée par les parents et les enseignants mis au défi d'une injonction à l'adaptation face au numérique.

DES JEUNES ÉGALEMENT SURNOMMÉS...

Net generation

Génération Google

Génération Nintendo

Génération Y

Les enfants du millénaire

Millenium

Smartphone natives

PRATIQUES
NUMÉRIQUES

DIGITAL
NATIVES



USAGES NUMÉRIQUES DES JEUNES

POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE

Des inégalités d'usages

ENTRE LES FAMILLES

La régulation des temps de pratiques numériques et le contrôle des contenus sont différents selon le niveau socio-économique des familles.

○ RÉGULATION
ET CONTRÔLE

○ TRANSFERT
DE PRATIQUES

Les liens entre les pratiques numériques à la maison et à l'école sont également dissemblables : certains parents permettent à leurs enfants de développer des pratiques légitimes et transférables scolairement alors que d'autres s'en remettent davantage à l'école pour éduquer leurs enfants dans ce domaine.

ENTRE LES FILLES ET LES GARÇONS

Les représentations communes sur le genre influencent les modèles comportementaux des jeunes et les régulations parentales.

Les médias sociaux renforcent les stéréotypes et les rapports de genre.

○ MODÈLES
COMPORTEMENTAUX
DES JEUNES

○ STÉRÉOTYPES ET
RAPPORTS DE GENRE

ENTRE LA SPHÈRE PRIVÉE ET LA SPHÈRE SCOLAIRE

Les adolescents entretiennent un rapport particulier aux technologies numériques [ludique, communautaire et consumériste] qui apparaît peu conciliable avec les usages scolaires prescrits.

L'hypothèse d'une concurrence entre les cultures populaires et scolaires [mais aussi médiatiques, juvéniles et scolaires] se pose.



G T N U M 4

C A H I E R

D ' E X P É R I E N C E S

2 0 2 0

Les usages numériques des jeunes

Pascal Plantard,
Caroline Le Boucher,
Didier Perret,
Créad-M@rsouin –
Université Rennes 2



Groupes thématiques de la Direction du numérique pour l'Éducation (DNE – TN2)
MARS 2020

Ce cahier d'expériences est rédigé dans le cadre du groupe de travail numérique « GNum4 », organisé par le Centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique – Créad (EA3875) –, laboratoire de recherches en sciences de l'éducation, et le GIS (groupement d'intérêt scientifique) Marsouin, réseau de recherche sur les usages des technologies numériques, dans le cadre d'un programme national soutenu par la Direction du numérique pour l'Éducation. L'objectif est de décrire une expérimentation d'environnements et d'instruments pédagogiques numériques, au regard des parcours d'appropriation par les élèves. Ce cahier s'adresse aux enseignants, aux formateurs, aux éducateurs, aux cadres de l'Éducation, aux parents et, enfin, aux chercheurs.

L'ambition de ces portraits n'a pas vocation normative, mais illustrative. La description de l'expérience menée nécessite de replacer des pratiques dans leur contexte d'action ainsi que dans le parcours des élèves, au regard de leurs usages numériques pédagogiques. Elle permet d'illustrer concrètement le cadrage théorique du GNum4. La notion d'appropriation prend ses racines à la fois dans la socio-anthropologie des usages et dans la théorie de l'activité¹. Elle a une dimension individuelle mais aussi collective². La recherche Inéduc³ montre que les usages numériques des élèves varient selon divers paramètres qui leur sont propres : le milieu social, le genre, les territoires d'habitation et de scolarisation et, enfin, les représentations et les usages du numérique de leurs parents.

Ceux qui souhaitent accompagner ou mettre en place des nouvelles pratiques pédagogiques s'appuyant sur des outils numériques trouveront donc dans ce cahier des points d'attention sur l'environnement et les processus personnels qui sont favorables à leur développement. Ces expériences n'ont pas de valeur exemplaire, elles illustrent deux expériences d'élèves singulières afin de proposer une matrice pertinente, au regard de l'avancée des recherches et des cadres théoriques de ce champ, pour un recueil plus systématique des pratiques pédagogiques numériques. Pour les deux élèves, le choix a été fait de prendre une même classe et des origines sociales et culturelles différenciées. Cette contextualisation documente les formateurs et les décideurs sur la manière dont les élèves s'emparent des environnements et des instruments pédagogiques numériques dans leur quotidien.

1. Voir la captation vidéo de la contribution de Jean-Luc Rinaudo [Cirnef, université de Rouen-Normandie] au séminaire « Les enseignants et le numérique » organisé par le Créad, le 21 décembre 2018 : « [Appropriation du numérique et liens psychiques](#) ».

2. Voir Plantard Pascal (2016), « Temps numériques et contretemps pédagogiques en Collège Connecté », *Distances et médiations des savoirs*, n° 16 : « Enseignement et formation en régime numérique : nouveaux rythmes, nouvelles temporalités ? » ; voir aussi la vidéo de Didier Perret (Créad, université de Rennes 2, 2018), « [Parcours d'appropriation des instruments numériques par les enseignants du second degré](#) ».

3. Le projet Inéduc vise à identifier les inégalités éducatives liées aux contextes et espaces de vie des jeunes âgés de 11 à 15 ans.

CAHIER D'EXPÉRIENCES D'ÉLÈVES

Célia et Louise

Présentation des deux élèves

Célia et Louise sont deux filles de 14 ans, élèves dans la même classe de 4^e d'un établissement de centre-ville d'une commune urbaine bretonne majoritairement fréquenté par des catégories moyennes et supérieures. Elles se connaissaient déjà avant leur entrée au collège, car elles fréquentaient la même école primaire dont est originaire environ un tiers de leur classe. Elles étaient dans des classes composées d'élèves qui ont, pour beaucoup, fait le choix de l'italien comme langue vivante, ainsi que du latin. Toutes les deux sont de bonnes élèves, avec une expérience scolaire majoritairement positive. Leurs appartenances sociales et culturelles sont contrastées.

Les usages numériques pédagogiques remarqués par ces élèves

Dans cette partie sont décrits les usages numériques que les deux élèves ont mentionnés et qui les ont les plus marquées durant l'année. Que ce soit en classe ou entre les cours, ces usages varient fortement selon les enseignements et les enseignants. Les outils et les pratiques des enseignants de l'établissement sont hétérogènes. Les outils les plus mentionnés sont les ordinateurs (dans une salle informatique ou une salle multimédia), plus rarement les tablettes et les téléphones. La recherche et la consultation de ressources sont des usages fréquents, ainsi que la création de diaporamas.

EN CLASSE

Lorsque les élèves ont besoin d'un **ordinateur** en classe, le plus souvent, ils se déplacent dans une salle informatique (en particulier en mathématiques, en sciences de la vie et de la Terre ou en histoire). Vu le nombre d'ordinateurs, ils mènent les activités à deux, voire à trois. Ainsi, une des salles de l'établissement utilisée par la classe pour les cours de sciences et vie de la Terre est équipée d'un ordinateur pour trois élèves.

Les enseignants ont recours à des **logiciels spécifiques** à leur matière et à visée pédagogique. C'est le cas de Scratch, Labomep et GeoGebra en mathématiques, App Inventor en technologie et de logiciels spécifiques aux sciences de la vie et de la Terre dont les élèves ont oublié le nom. (Il leur arrive notamment de se servir d'un logiciel qui retrace, en animation Flash, les étapes d'une expérience sur les nerfs de la grenouille ou la reproduction des coqs et des poules.)

La **tablette** a été également utilisée. En cours d'anglais, les élèves sont allés sur des sites identifiés par l'enseignant par le biais de liens préenregistrés sur l'outil numérique ; ils ont ainsi eu accès à des vidéos et des textes « *qu'il fallait traiter sur papier* ». En cours de technologie, la tablette a servi pour une activité dont aucune des deux élèves ne se souvient précisément, en dehors de sa dimension ludique. Louise est la plus précise sur ce point : « *c'était un petit peu ludique, c'était justement une séance où on pouvait faire ce qu'on voulait et du coup, il nous avait passé les tablettes pour qu'on puisse jouer. On était sur une application, mais c'était une application où, en fait, tout le monde devait faire la même chose, mais je me souviens plus trop quoi.* »

Très ponctuellement, cette année, ces élèves se sont servis de leur **téléphone portable** en classe. En cours de français, quelquefois, cet outil leur a permis de réaliser des recherches sur internet, puisque la salle n'était équipée que d'un seul ordinateur (celui de l'enseignante).

À une autre occasion, lors d'une séance de technologie, ils devaient créer une application. Pour démarrer la séquence, ils ont utilisé leur téléphone, puis ils n'y ont plus eu recours : « *après, on l'a simulé.* »

En cours d'anglais, leur enseignant utilise parfois des feuilles pour la compréhension orale. Le plus souvent, une image est affichée au tableau et les élèves doivent la décrire en classe entière. La fin du cours est consacrée à une synthèse effectuée par l'enseignante à apprendre le soir à la maison. Régulièrement dans l'année, les élèves sont amenés à s'autoévaluer individuellement à la fois en compréhension orale et en expression à partir de l'écoute d'un **fichier MP3**.

L'enseignante d'italien met à disposition de ses élèves des **exercices de révision en ligne** par le biais d'un lien dans le cahier de texte.

Plusieurs enseignants ont demandé aux élèves de réaliser des **diaporamas**. C'est le cas en cours de français et, surtout, de technologie. L'enseignant de cette dernière matière leur donne un thème. Puis, ils réalisent un diaporama qui est ensuite évalué formellement par une note. C'est l'activité de production multimédia la plus utilisée et les deux élèves vont manifester plusieurs fois un ennui à n'utiliser que ce mode de présentation.

Pour un nouveau projet de **webradio**, la classe de Louise et de Célia a également **monté du son et des vidéos** pour produire un document sur une thématique avec leur enseignante de sciences et vie de la Terre. Cette activité était nouvelle pour cette dernière qui a informé ses élèves de la dimension expérimentale de l'usage des tablettes. Elle leur a précisé que si « *ça marchait cette année, elle le referait l'année prochaine, mais elle [n'en] a pas dit plus* ». « *On avait un thème, et puis, on avait fait des micros-trottoirs, des enregistrements de nous, de nos recherches. On a enregistré un spécialiste, pour ceux qui ont pu, et après il fallait montrer tout ça et faire un petit film.* » Si les personnes interviewées signaient une autorisation de droit à la voix, la vidéo était ensuite, avec leur accord, mise en ligne. L'enseignante a montré aux élèves qui le demandaient comment s'y prendre techniquement pour le montage à partir du logiciel PowerDirector.

Louise avait déjà appris à monter des vidéos avec son père qui est informaticien. Quant à Célia, elle n'avait jamais réalisé de montage, mais elle a réussi à le finaliser. Comme le travail n'a pas pu être terminé en classe, les élèves pouvaient, selon leur préférence, utiliser un ordinateur ou un téléphone personnel pour le compléter à la maison. Louise a utilisé son ordinateur personnel pour la captation sonore et le montage. Célia, malgré son inexpérience en montage, raconte avoir assez facilement trouvé comment s'y prendre en explorant l'application PowerDirector et son téléphone. On voit ici un transfert assez rare de compétences entre le milieu scolaire et le quotidien à la maison : le montage vidéo va pouvoir se poursuivre par le choix de l'enseignant d'un logiciel gratuit qui peut fonctionner sur différents types de terminaux (ordinateur, tablette ou Smartphone). Pouvoir choisir de tels outils est une des capacités acquises au cours du parcours d'appropriation des enseignants.

HORS DU TEMPS DE CLASSE

Les élèves ont accès par Tout@tice – espace numérique de l'éducation en Bretagne – à des exercices de révision, des corrigés et des devoirs blancs, majoritairement par l'intermédiaire du cahier de texte. Quelques enseignants communiquent ces documents par « l'espace pédagogique », la plateforme d'apprentissage en ligne Moodle. Il s'agit majoritairement de documents à télécharger (non modifiables, en PDF) : « *ils nous demandent d'enregistrer si on a besoin* » plus tard. Les enseignants y déposent plus rarement des ressources, à l'exception de l'enseignante de latin qui semble avoir d'autres usages de Moodle : elle est la seule à demander aux élèves d'y déposer eux-mêmes leurs productions à partir de l'activité « devoir ».

Les élèves peuvent, par l'intermédiaire de Pronote sur Tout@tice, contacter leurs enseignants. Cette pratique semble exceptionnelle. L'espace est surtout consulté pour trouver les corrigés, les notes, les devoirs à faire, les emplois du temps. Il est plus ou moins investi par

les enseignants : ceux de mathématiques et de français le remplissent fréquemment, celui d'histoire-géographie un peu moins et celui de technologie jamais. Étant donné que d'autres enseignants n'ajoutent pas les devoirs sur cet espace numérique, les élèves rencontrés utilisent également un agenda au format papier.

Le profil de Louise

Louise appartient à une catégorie plutôt favorisée socialement et culturellement. Sa mère est enseignante-chercheuse, son père informaticien. Elle bénéficie par conséquent d'un équipement personnel diversifié à la maison : un ordinateur personnel, une tablette, un téléphone (avec un forfait 4G de 100 Mo par mois). Elle a une sœur jumelle qui fréquente volontairement un autre collège pour qu'elles ne se retrouvent pas dans le même établissement et la même classe. Dans le domaine des loisirs, Louise a arrêté récemment l'activité sportive qu'elle avait une fois par semaine depuis huit ans, par lassitude et en raison de douleurs au dos. Elle ne veut plus faire de sport. Avec sa famille, les activités de loisirs tournaient autour des jeux de société, activités moins fréquentes aujourd'hui. Elle joue surtout seule à des jeux de logique comme le Sudoku et les logimages, sur papier ou sur tablette.

PARCOURS SCOLAIRE

Louise a 14 ans. Elle fréquente ce collège de centre-ville depuis la 6^e, après une scolarité dans une école primaire proche.

Le changement de l'école primaire au collège ne semble pas lui avoir posé de difficultés particulières. À son arrivée au collège, elle trouve que les classes sont plus « *chargées* » qu'en primaire, c'est-à-dire que les élèves sont plus nombreux par classe, passant d'une vingtaine à une trentaine. Elle n'exprime pas de difficultés spécifiques quant au changement de cours et de salles toutes les heures. Elle voit plutôt un intérêt dans la progression des enseignements : « *c'est mieux l'année de 4^e que les autres années, par rapport aux programmes. C'est beaucoup mieux. Ce n'était pas spécialement plus difficile, mais je trouve que l'on apprenait moins bien. Et on faisait moins de choses.* »

Elle a choisi ce collège avec ses parents, car il est situé à dix minutes à pied de chez elle et, de plus, il a une bonne réputation : « *je savais qu'il était bien ce collège.* » Cet établissement avait également la préférence de ses parents. En ce qui concerne les langues, elle a décidé de s'inscrire en 6^e au cours d'italien avec une option de latin, et de faire en 3^e du grec.

Louise semble avoir plutôt un bon rapport à l'école. Sa moyenne a toujours été bonne et stable durant sa scolarité : de dix-huit à dix-huit et demi sur vingt. Elle a des facilités en mathématiques qu'elle trouve « *logiques* », alors que c'est plus compliqué en anglais, en particulier la compréhension orale. Elle ne voit pas l'école comme du « *travail* », mais comme un lieu d'apprentissage. Sa motivation pour apprendre est principalement intrinsèque et épistémique. Elle déclare apprécier aussi la diversité des domaines d'apprentissage : « *ça m'amuse d'apprendre* », « *moi j'adore apprendre. Donc n'importe quoi, que je peux faire, je le fais. Pour varier* ». Cette diversité est un aspect qu'elle apprécie tout particulièrement au collège. Elle fait parfois l'objet de moqueries par d'autres élèves, car elle aime trop travailler.

Louise ne souhaite pas être enseignante comme sa mère, car elle se sent trop peu patiente avec les élèves qu'elle se représente comme facilement distraits et peu motivés en général par les apprentissages scolaires. Elle déclare : « *Je crois que les élèves, ils me rendraient trop folle, parce que je suis trop impatiente. Je n'aimerais pas répéter tout le temps et, puis, je sais que, même maintenant, les élèves, ils ne sont pas attentifs. Ils ne veulent pas apprendre et moi, ça m'énerve.* » Curieuse d'apprendre et bonne élève, Louise exprime probablement l'idée qu'elle ne comprend pas – et n'apprécie pas – les élèves de sa classe, désengagés à l'école, dissipés en classe, qui, selon elle, sont en échec par manque de motivation et d'attention.

PRATIQUES DE TRAVAIL SCOLAIRE À LA MAISON ET DANS L'ÉTABLISSEMENT

De manière générale, Louise déclare s'investir dans les activités scolaires en classe plutôt par plaisir que par contrainte.

Louise fait ses devoirs et révise ses leçons sur le temps du midi au sein de l'établissement. Quelque temps, elle a d'ailleurs été tourmentée par d'autres élèves pour cette raison : « *[des élèves de 4^e] venaient souvent m'embêter. Donc j'en ai parlé, et après, ils ont arrêté. C'était surtout sur le temps du midi, quand je faisais mes exercices. Et ils venaient toujours m'embêter à me piquer mes affaires pour m'empêcher de travailler.* »

Ponctuellement, au lieu d'un échange de messages asynchrone, elle sollicite directement ses enseignants à la fin des cours.

Depuis qu'elle est au collège, Louise passe moins de temps sur ses devoirs. Elle étudie tous les soirs pendant dix à quinze minutes, installée seule à son bureau dans sa chambre. Travailler à la maison lui permet de solliciter, si elle en ressent le besoin, sa mère ou sa sœur. « *[Mes parents] sont présents, mais je n'en ai pas souvent besoin. En primaire, plus, parce qu'il fallait que l'on révise les dictées. Ils me faisaient réviser les dictées.* »

Louise se connecte également tous les jours, voire deux à trois fois par jour, sur Tout@tice pour prendre connaissance des devoirs demandés par ses enseignants, ainsi que des exercices et des ressources mis à disposition.

Avec son ordinateur, Louise accomplit des recherches de définitions lorsqu'elle ne comprend pas les mots (en particulier pour le cours de technologie, par rapidité par rapport à un dictionnaire en version papier), ainsi que des exercices en ligne (proposés par l'enseignante d'italien).

Elle ne mentionne pas l'usage d'un autre outil numérique pour son travail scolaire à la maison.

PRATIQUES NUMÉRIQUES ORDINAIRES ET SCOLAIRES

Louise dispose de plusieurs équipements (ordinateur personnel, tablette, téléphone portable – avec un forfait 4G). Ses usages diffèrent selon l'équipement : l'ordinateur est utilisé pour le travail scolaire, la tablette pour jouer, le téléphone pour maintenir le lien amical et social. Elle peut utiliser ses équipements lorsqu'elle le souhaite. « *Ils sont tous à moi, donc [je les] utilise quand je veux.* » Ses parents ne lui interdisent pas l'accès à un outil en particulier. Ils ne régulent pas ses temps et ses lieux d'usage.

Si l'ordinateur de Louise est destiné à un usage scolaire – pour ses cours et ses devoirs –, son téléphone est dédié à un usage personnel. Il sert principalement à envoyer des messages ou à téléphoner. Pour autant, elle déclare l'utiliser peu fréquemment : « *Il est toujours éteint.* » Le plus souvent, il lui permet de répondre et de poser des questions à sa sœur qui, elle, est « *toujours sur son téléphone* ». Si ses amis ont une question à lui poser à distance, le plus fréquemment, ils contactent sa sœur – puisque les deux sœurs se voient ensuite. Elle n'a pas de compte sur les réseaux sociaux. Ses sociabilités amicales se construisent très peu par des médiations numériques.

« *La tablette, c'est pour jouer.* » « *J'aime bien tout ce qui est logique.* » Louise joue donc principalement à des jeux de logique, des *Sudoku*, des *logimages* ou des tests de Q.I.

Louise juge de manière positive l'utilisation de l'ordinateur, de la tablette ou du Smartphone en classe. Elle attribue aux outils numériques une dimension ludique et apprécie les activités diversifiées qu'ils permettent. Ils la motivent et semblent motiver les autres élèves : « *Je trouve que c'est plus rigolo, donc du coup, on est plus concentrés. Enfin, on est plus investis dans ce que l'on fait, parce que c'est plus varié. Et puis, en général, les jeunes, ils aiment bien tout ça.* » Elle met notamment en avant l'aspect ludique de l'enregistrement audio et du montage vidéo : « *ça change, c'est rigolo d'utiliser les micros.* »

Elle déclare, à propos des pratiques numériques à l'école, qu'on « *en fait pas mal, pas trop non plus en fait, pas trop, mais ça va* ». Selon elle, les usages numériques n'ont pas intérêt à être développés massivement et à devenir complètement ordinaires en classe. Elle n'exprime pas un besoin ou une envie de développer des médiations numériques supplémentaires en dehors du temps de classe avec ses enseignants.

Cette année, son meilleur souvenir en cours n'a pas de rapport avec l'utilisation du numérique : il s'agit d'une sortie dans une maison de retraite. Les élèves avaient préparé des lectures et des scènes de théâtre pour les résidents.

Le profil de Célia

Célia appartient à une famille modeste. Ses deux parents sont au chômage en raison, tous les deux, de problèmes de santé. Son père était chauffeur de poids lourd et sa mère a été femme de ménage, secrétaire et caissière. Elle a un petit frère de dix ans et une grande sœur de vingt ans.

Elle a déjà un projet professionnel qui est d'exercer un métier lié au cinéma, aux séries ou à la comédie. Être actrice l'intéresse tout particulièrement. L'an prochain, elle souhaite donc commencer – comme activité extrascolaire – les cours de théâtre « *pour [s]'exprimer mieux et être à l'aise* ». Elle envisage aussi d'aller faire du sport. Ses activités de loisirs sont principalement des jeux de société en famille, des sorties et des promenades au parc.

PARCOURS SCOLAIRE

Pour Célia, l'école se passe plutôt bien, « *normalement* ». Elle se considère comme une bonne élève avec une moyenne générale autour de seize sur vingt. Sa motivation pour apprendre est d'obtenir un travail et de préférence un métier qui lui plaise : « *parce qu'en fait, si on n'apprend pas bien à un moment, on sera obligé d'être coincé. [...] En fait, plus on apprend tôt, plus on anticipe à apprendre, à aller chercher le travail et mieux on pourra aller dans des voies qui nous plaisent. Donc, pour faire notre métier.* »

Célia a accepté positivement la décision d'être scolarisée dans ce collège, très proche à pied de son domicile. Elle était curieuse de cet établissement que sa sœur avait fréquenté avant elle. Le choix a semblé évident pour ses parents : « *je pense aussi qu'ils auraient voulu entendre mon choix, mais je pense que l'on était tous partis sur [ce collège].* »

Le changement de l'école primaire au collège n'a pas semblé fortement la perturber, même si elle était stressée du changement de salle en 6^e : « *c'était un peu nouveau. On était un peu stressés, et vu qu'il y avait toujours une heure, une heure, une heure, dès qu'on quittait la salle, il fallait tout de suite trouver l'autre et aller très très vite.* »

C'est pour les mathématiques et l'anglais que Célia éprouve le plus de difficultés scolaires. Lors des cours de mathématiques, elle doit plus particulièrement se contraindre à rester attentive. Elle a le sentiment, à chaque séance, plus qu'avec les autres cours, d'apprendre de nouvelles choses. *« Il faut toujours anticiper de travailler, d'écouter, de ne pas parler avec les élèves. »*

Elle estime que sa classe actuelle est *« un peu bruyante, bavarde »*, mais que l'ambiance y est bonne : *« On s'entend bien. Et puis, dès qu'il y a des élèves en difficulté, on peut aller les aider facilement. C'est pratique et c'est sympa. »*

En 3^e, elle ne pourra pas continuer le latin. Elle a la possibilité de prendre en option le grec *« parce que ce n'est pas si dérangeant d'aller dans une autre matière. Puis la professeure, elle est sympathique, je l'avais déjà eu en 6^e, et dès qu'elle nous parlait du latin ou du grec, elle m'avait plu parce qu'elle avait vraiment l'air d'apprécier ça et s'investir. Du coup, je voulais bien apprendre d'autres choses avec elle »*.

PRATIQUES DE TRAVAIL SCOLAIRE À LA MAISON ET DANS L'ÉTABLISSEMENT

Célia a le sentiment d'avoir plus de devoirs qu'en école élémentaire en raison du nombre de matières travaillées : *« [Quand] on était en élémentaire, on faisait des petites dictées le matin, on relisait nos cours, on faisait de la conjugaison. Enfin, c'était vraiment simple. Alors que là, on a des maths, on a de l'histoire. On a des cours à apprendre. Plusieurs contrôles dans la journée. On a plus de matières et de devoirs à faire, mais... Ce n'est pas gênant non plus. »*

Célia travaille quinze à trente minutes par jour chez elle le soir, seule, dans sa chambre. Il lui arrive de demander de l'aide à sa mère et rarement à sa sœur (plus âgée). Elle estime que ses parents sont *« très présents »* pour l'aider dans ses devoirs et qu'elle peut *« aller librement leur parler »*.

Pour ses activités scolaires à la maison, elle utilise principalement du *« papier »*, mais également internet et Tout@tice.

PRATIQUES NUMÉRIQUES ORDINAIRES ET SCOLAIRES

Célia a un ordinateur portable à disposition chez elle ; il est partagé entre les membres de la famille – l'an prochain, son frère l'utilisera également. Elle possède une tablette et un téléphone. Elle a eu la tablette en CM1 – environ –, et le téléphone un an plus tard : *« Mais c'était un téléphone "pas tactile" que mon père m'avait donné pour que je l'appelle tout le temps, parce qu'il y avait des problèmes de famille. Mais le vrai téléphone, que j'avais rien que pour moi, et qui n'avait pas d'idée derrière, c'était en 5^e. »* Cependant, elle partage aussi ses deux appareils avec les autres membres de la famille, en particulier avec sa mère : *« La tablette, elle est à moi, mais on la partage quand même. Et le téléphone, il est à moi, mais ma mère peut le prendre quand elle veut et l'utiliser. »* N'ayant pas la 4G sur son téléphone, elle se connecte à internet chez elle via une connexion wifi.

Le choix de l'outil numérique – ordinateur, tablette ou téléphone – se fait en fonction de l'activité, mais aussi de l'ergonomie nécessaire à la réalisation de cette activité. Célia a le droit d'utiliser l'ordinateur que pour des usages scolaires : *« Je vais le trouver soit dans la chambre de ma mère, soit dans le salon, ou quelque part d'autre, et puis je le prends. Je suis obligée de demander à ma mère. Je dois lui dire que c'est pour les devoirs [rires]. »* Elle se sert de la tablette lorsque l'activité scolaire nécessite une manipulation : un exercice ou un jeu. Elle utilise peu la tablette pour s'amuser, contrairement à son frère. Et si elle joue, elle choisit des jeux qui lui rappellent son enfance : *« des jeux de voiture, parce que j'aime bien la simulation pour conduire et sinon, je joue [...] à un petit chat qu'il faut nourrir et entretenir, comme un animal de compagnie et j'y jouais beaucoup quand j'étais petite. »* Le téléphone est plutôt réservé pour des recherches

sur les actualités, pour s'informer, se connecter à Tout@tice et parfois regarder des vidéos. Cependant, elle bascule sur l'ordinateur lorsqu'elle a besoin d'un écran plus grand. Elle a un compte sur WhatsApp pour communiquer avec sa famille, qui utilisait avant elle ce réseau, et parfois avec ses amis. « *Presque toute ma famille utilise WhatsApp, et j'ai certains amis [qui l'utilisent] aussi. Donc c'est pratique. Et je n'ai ni Twitter, ni Facebook, ni Instagram, ni rien en fait. J'ai que ça, je fais des appels vidéo souvent, et on discute. Pour passer le temps.* » Elle estime donc être peu, voire pas utilisatrice des réseaux sociaux.

Lors de ses devoirs, elle utilise internet pour rechercher des définitions. Cependant, lorsqu'elle a des doutes sur les informations trouvées sur la toile, elle exécute une nouvelle recherche sur un dictionnaire papier, qui lui apparaît plus sûr. « *Des fois, je vais chercher des définitions sur internet et, des fois, je ne suis pas vraiment sûre de ce qu'il y a d'écrit sur internet. Du coup, je vais sur le dictionnaire. Je cherche les deux, comme ça, je suis sûre.* »

Célia se connecte tous les jours sur Tout@tice. Elle y consulte : les devoirs à faire, les absences des enseignants, les emplois du temps, le menu de la cantine, les notes. Certains enseignants y ajoutent le cours de la journée le soir, d'autres enseignants n'y entrent pas les devoirs – Célia a donc également un agenda au format papier. Elle n'a pour autant jamais envoyé de message à distance à ses enseignants via Tout@tice. Elle n'est pas à l'aise avec les échanges asynchrones et privilégie les échanges en face à face avec ses enseignants : « *si c'est par exemple pour mes devoirs, ou quelque chose dans le même style, je demanderais d'abord à ma sœur ou à ma mère, au lieu de déranger la prof ou le prof, qui est tranquille chez lui ou au collège. Et puis, si je n'ai toujours pas compris, j'essaie encore moi-même, et de revoir mes cours. Et puis, si jamais, je n'ai toujours pas compris, je pense que j'irais leur demander [...] plutôt à la fin des cours, parce que je préfère parler en direct. Pour moi, c'est plus naturel.* »

SA PERCEPTION SUR LES USAGES NUMÉRIQUES PÉDAGOGIQUES

Selon elle, l'usage pédagogique du numérique en classe devrait faciliter la compréhension en mettant de côté la prise de notes. Or, en histoire-géographie, par exemple, son enseignante utilise beaucoup le tableau qui n'est pas un tableau « numérique ⁴ ». Elle écrit et explique ce que les élèves doivent retenir en même temps. Les élèves doivent donc prendre des notes tout en écoutant, ce que Célia trouve difficile : « *Dès que l'on écrit, elle explique. Elle nous explique ce que l'on écrit pour mieux comprendre, mais c'est un peu compliqué quand même d'écouter et en même temps d'écrire.* » Cette question de la double tâche peut d'ailleurs être bien plus ardue pour des élèves dys par exemple – Célia n'ayant pas de difficultés d'apprentissage.

Célia apprécie les exercices de révision en ligne d'italien, « *c'était plutôt ludique et facile, c'était bien* », et globalement les pratiques numériques en classe pour changer les habitudes et ajouter une dimension ludique : « *c'est plus ludique, c'est sympathique et surtout c'est nouveau aussi.* »

Cependant, si ces usages étaient quotidiens, elle (comme Louise) y trouverait moins d'intérêt. Par exemple, réaliser fréquemment des diaporamas est quelque chose qui ne lui plaît pas. « *En technologie, on fait souvent des diaporamas. Et à chaque conseil de classe, à chaque trimestre, les élèves se sont plaints qu'on faisait trop d'ordinateur. Donc, si on [en] faisait tout le temps, je pense que ça [ne] plairait pas non plus.* » D'ailleurs, elle évoque une séance de création de diaporamas en cours de technologie plutôt négative. Créer un diaporama en intégrant du son a été un exercice difficile à réaliser pour les élèves et leur enseignant. « *Je crois qu'on l'a fait une ou deux fois, mais la plupart, en fait, on ne savait pas comment faire. Et du coup, le prof devait trouver pour nous réexpliquer, réexpliquer, réexpliquer. Et puis, dès que cela ne marchait pas, c'était un peu compliqué, parce qu'il fallait tout recommencer. Et retrouver le bon son, justement.* »

4. Ni TBI, ni TNI.

Elle n'est pas particulièrement attirée par la programmation ; elle programme principalement dans le cadre des activités scolaires proposées en classe.

Dans le montage pour le projet de webradio, ce qu'elle a apprécié le plus (comme Louise), c'est d'utiliser un micro plutôt qu'un outil numérique : « *moi je ne savais pas faire ça. Et puis, c'était sympathique. Parler dans un micro, je n'avais jamais fait ça.* » Elle souhaiterait continuer ce projet l'an prochain, en préservant une dimension ludique, « *mais avec quelque chose de sérieux quand même [...] qu'il y ait des recherches, du travail, pas que ce soit des jeux ou quelque chose comme cela* ».

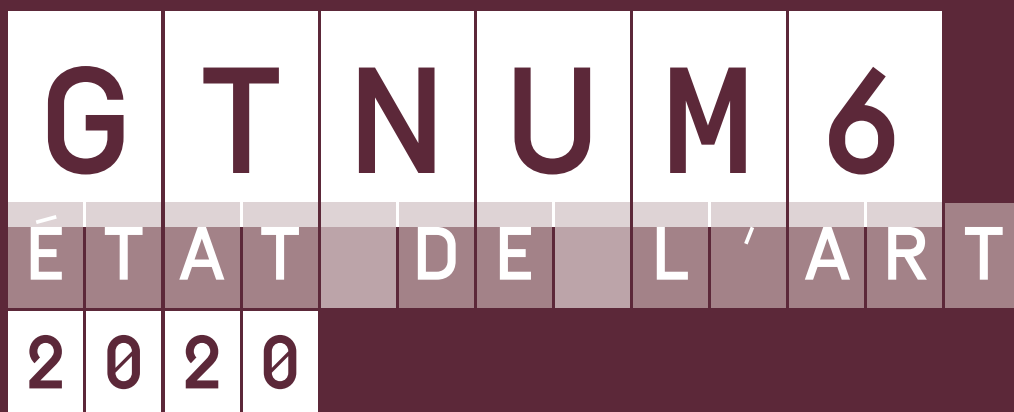
Cette année, son meilleur souvenir de cours n'a pas de rapport avec l'utilisation d'outil numérique en classe, il s'agit d'un cours de sport durant lequel elle a découvert la course d'orientation.

**POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE**



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE





Modes de circulation des ressources éducatives, et en particulier des REL

Choix et conception
de ressources
par les enseignants

Directrice de publication

Marie-Caroline Missir

Coordination de projet

Jean-Michel Perron

Directeur artistique

Samuel Baluret

Responsable artistique

Isabelle Guicheteau

Conception graphique

DES SIGNES,

le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages

Isabelle Soléra



**MODES DE CIRCULATION
DES RESSOURCES ÉDUCATIVES,
ET EN PARTICULIER DES REL
CHOIX ET CONCEPTION DE RESSOURCES
PAR LES ENSEIGNANTS**

**Rapport STEF dans le cadre de la convention DNE
Mars 2017, version revue en février 2020**

Sous la direction d'Éric Bruillard
Professeur des universités, Laboratoire EDA,
Université de Paris

Magali Loffreda
Doctorante en sciences de l'éducation,
École normale supérieure Paris-Saclay

Abréviations, sigles et appellations	4
Introduction	5
<hr/>	
DES RESSOURCES ÉDUCATIVES LIBRES ?	7
Le mouvement du libre	7
Liberté et ouverture	7
L'éducation ouverte (Open Education)	11
Des ressources éducatives	12
Objets pédagogiques, objets d'apprentissages et REA	12
Les REL	14
<hr/>	
DES RESSOURCES ÉDUCATIVES ?	22
La notion de « ressources »	23
Étymologie, définitions, synonymes	23
Ressources et notion connexes	24
Les ressources éducatives	25
Ressources « par destination » et ressources « par opportunité »	25
Redéfinition de la notion de « ressource éducative »	26
<hr/>	
CHOIX ET CONCEPTION DE RESSOURCES PAR LES ENSEIGNANTS	28
Les pratiques enseignantes	28
Planifier ses cours	28
Collection et systèmes de ressources	29
Les modes de circulation des ressources	29
Les pratiques individuelles	29
Collectifs enseignants et pratiques collectives	32
<hr/>	
Perspectives	36
Références	38

Les plus utilisées dans le présent document

ANR : Agence nationale de la recherche
 AUF : Agence universitaire de la francophonie
 CC : Creative Commons
 COL : Commonwealth of Learning
 Free software : logiciel libre
 FSF : Free Software Foundation
 LOM : Learning Object Metadata
 MIT : Massachusetts Institute of Technology
 MOOC : Massive open online courses
 OCW : OpenCourseWare
 OIF : Organisation internationale de la francophonie
 Open access : accès ouvert
 Open Education : éducation ouverte
 Open : « code ouvert », logiciel ouvert
 REA : Ressources d'enseignement et d'apprentissage
 REL : Ressources éducatives libres (en anglais : Open Educational Resources : OER)
 ReVEA : Ressources vivantes pour l'éducation et l'apprentissage
 STEF : Sciences techniques éducation formation (laboratoire scientifique de l'École normale supérieure de Cachan)
 TIC(E) : Technologies de l'information et de la communication (pour l'éducation)
 Unesco : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture
 UNT : Universités numériques thématiques

Ce rapport a pour objectif de présenter une revue de littérature portant sur les manières dont les enseignants conçoivent ou choisissent des ressources, en particulier les ressources éducatives libres.

Un projet ANR, coordonné par le laboratoire STEF, a été mené sur les ressources éducatives entre 2014 et 2018. ReVEA (Ressources vivantes pour l'enseignement et l'apprentissage – « vivantes » du fait des communautés qui les portent et les font vivre) avait pour objectif principal de comprendre les processus quotidiens de gestion et les activités et tâches singulières [recherche, choix, stockage, rangement, classement, utilisation, modification, réappropriation, création, diffusion, mutualisation...] des enseignants du secondaire autour des ressources éducatives [collège, lycée], en explorant en particulier les modes de circulation des ressources libres. Il s'agissait de répondre aux questions suivantes : dans quelles conditions les enseignants sont-ils susceptibles de produire ou d'adapter des ressources libres ? Quels modes de construction collective peuvent se mettre en place et quelle est la viabilité de ces collectifs ? Quelles sont les modalités d'utilisations en classe des ressources ainsi produites ?

Le projet reposait sur deux hypothèses : la première est que la transition du papier au numérique (du fait de son développement massif – et ce depuis les années 2000 avec l'arrivée de l'internet grand public – et d'une infrastructure bien déployée) va permettre d'observer des changements forts dans les pratiques enseignantes : convergence des ressources à usage individuel [livres, cahiers...] et à usage collectif [tableau, affiches...] ; possibilité de présenter des documents de qualité, à jour, et de les rendre disponibles en classe et à la maison, mais aussi de les échanger et les rediffuser ; recours à la vidéo (par exemple YouTube est maintenant une ressource essentielle pour les enseignants d'anglais en lycée), visionnage et production de vidéos courtes ; récupération de documents divers sur internet et création de documents composites... La seconde est que l'environnement – au sens large : les prescriptions institutionnelles (des pratiques nouvelles peuvent alors être induites par, ou induire, des changements de programmes et d'épreuves du baccalauréat), les modes de financement, mais également la gestion des ressources, les modalités d'accès et de partage, etc. – joue un rôle important pouvant conduire à de nouvelles ou à des formes renouvelées de pédagogie, en particulier ce qui est nommée actuellement « la pédagogie inversée ». L'hypothèse est que le travail des enseignants dépend de leur perception de cet environnement et de leurs connaissances d'éléments de celui-ci.

Différentes études et recherches, mais aussi des initiatives personnelles ou collectives, nous permettent de constater ces changements opérés au sein de la communauté enseignante et/ou des établissements : collectifs et réseaux enseignants (qui développent des ressources jugées par eux-mêmes comme « plus adaptées » [Sésamath, AbulÉdu, l'APSES...], déploiement des outils et équipement des établissements, évolutions et/ou création de ressources éducatives et en particulier de ressources éducatives libres (citons, par exemple, le cas des manuels scolaires) qui acquièrent une importance croissante,

création de plateformes, d'entrepôts, de banques de ressources ou encore de bases de données, projets nationaux ou internationaux, projets européens et enfin différentes prescriptions et réformes des ministères respectifs de l'Éducation dans divers pays.

En ce qui concerne plus spécifiquement les ressources éducatives libres (REL), dont l'histoire est liée à celle, dans les années 1980, du mouvement du libre – qu'il faut entendre comme un projet philosophique, social et politique favorisant les conditions d'émergence du concept d'éducation ouverte (Open Education) –, de nombreuses actions ont été menées ou soutenues, en particulier par de grands organismes américains qui ont largement documenté l'importance des REL. Cependant, ces projets concernent prioritairement l'enseignement supérieur. De plus, une focalisation spécifique de la réflexion – en partie menée par l'Unesco, qui a créé et adopté l'expression « REL » – concerne également les pays en voie de développement, notamment les pays africains. Les REL étant perçues comme un enjeu à la fois national et international, dans l'idée de rendre l'éducation – une éducation dite « de qualité » – accessible à tous.

Dans ce contexte, il n'a pas été aisé d'établir une revue de littérature nous permettant de comprendre finement la façon dont les enseignants conçoivent ou choisissent une ressource, qu'elle soit libre ou non. Ainsi, notre corpus est limité quantitativement. Tout d'abord, il n'existe pas, à proprement parler, de travaux de recherches scientifiques véritablement ancrés sur le sujet, les recherches en didactique et didactique des disciplines ne se focalisant pas spécifiquement sur les tâches quotidiennes de gestion des ressources en tant que telles. D'autre part, en ce qui concerne les REL, nous avons recensé des écrits très disparates dont la majorité proviennent d'organismes qui œuvrent en leur faveur sans pour autant questionner les pratiques, et présentant souvent une liste, qui ne peut être exhaustive, des diverses banques de REL, plateformes ou encore préconisations. Ainsi, un certain nombre de documents ont été écartés du fait de leurs contenus peu développés ou jugés inadéquats – construits sur un discours très partisan [politique, économique...] – ou encore parce qu'ils étaient très datés [contexte et outils utilisés]. Enfin, nous pouvons signaler les difficultés liées au vocabulaire, notamment concernant les différentes acceptations du mot « ressource(s) », et la confusion autour des termes « libres » et « ouverts ».

D'une façon générale, les pratiques enseignantes, et en particulier les processus de gestion des ressources, sont difficiles à documenter car souvent implicites, ancrées à la fois dans un vécu personnel et une culture disciplinaire, et évoluant dans un environnement professionnel spécifique. Si l'on souhaite comprendre les tâches des enseignants sur les ressources, il nous paraît central de comprendre l'activité complète de ces derniers, notamment en essayant de saisir ce que recouvre l'expression « ressources éducatives ».

Ainsi, après une présentation des enjeux et réflexions autour des REL, nous reviendrons sur la définition du mot « ressource(s) » afin d'en délimiter les contours, pour tenter de mieux expliciter les activités enseignantes.

1

DES RESSOURCES ÉDUCATIVES LIBRES ?

Le mouvement du libre

Le mouvement du libre, qui a abouti au développement des licences libres et ouvertes, crée un contexte favorable à l'émergence du concept d'éducation libre (Open Education) dont l'objectif est de généraliser l'accès à l'instruction via le partage des ressources pédagogiques.

LIBERTÉ ET OUVERTURE

Logiciels libres et *open*

Dans les années 1960 à 1980, le partage des logiciels entre développeurs et utilisateurs, alors organisés en communautés de pratiques, était d'usage courant. Mais avec le développement exponentiel de l'industrie informatique, les entreprises ont voulu tirer profit de la vente de leurs logiciels, et ont ainsi limité les usages des pilotes. En réponse à ces restrictions, et contre le monopole de certains groupes (IBM...), Richard Stallman, informaticien au MIT, fonde en 1983 le projet GNU¹ qui marque le début du mouvement du logiciel libre (*free software*), un terme englobant tous les logiciels qui peuvent être librement exécutés, étudiés, modifiés et redistribués, et dont le code demeure toujours accessible. Stallman fonde alors la Free Software Foundation (FSF) en 1985 et rédige la licence GNU-GPL (General Public Licence) en 1989. Cette licence s'appuie sur le copyright pour le détourner via une clause de *copyleft* permettant ainsi d'accorder aux utilisateurs quatre libertés fondamentales (notées de 0 à 3) : liberté d'utiliser le logiciel pour quelque usage que ce soit, liberté d'étudier le fonctionnement du logiciel et de l'adapter à ses besoins, liberté de redistribuer des copies à tout le monde, et liberté d'améliorer le logiciel et de publier les améliorations ; l'accès au code étant une condition nécessaire. Un logiciel est considéré comme libre s'il donne toutes ces libertés aux utilisateurs de manière adéquate ; dans le cas contraire, il est non libre. L'usage commercial (développement et distribution) n'est pas interdit : l'utilisateur peut payer afin d'obtenir la copie d'un logiciel libre pour ensuite l'utiliser selon les quatre libertés accordées par la licence, et éventuellement le revendre à son tour.

1. GNU's Not UNIX. Voir www.gnu.org.

En 1998, suite à une scission avec la communauté du logiciel libre, l'Open Initiative (OSI) est fondée à Palo Alto par les programmeurs Bruce Perens et Eric Raymond² afin de promouvoir les logiciels dont le code est ouvert (*open*). L'*open* repose sur les principes du logiciel libre, mais les fondateurs du nouveau mouvement ont défini dix conditions préalables que doit respecter un projet pour être qualifié d'« ouvert » : la redistribution doit être libre, le code doit être fourni ou accessible, les dérivés des œuvres doivent être permis, l'intégrité du code doit être préservée, la licence ne doit discriminer aucune personne ou groupes de personnes, la licence ne doit pas faire de discrimination entre les domaines d'application, les droits attachés au programme doivent s'appliquer à tous ceux à qui il est redistribué, la licence ne doit pas être spécifique à un produit, la licence d'un logiciel ne doit pas s'étendre à un autre, et la licence doit être technologiquement neutre.

Cependant, les deux mouvements – *open* et *free software* – sont souvent combinés et ainsi référencés sous l'appellation FLOSS (Free Libre Open Software), malgré une différence entre les deux types de licence : une licence est dite « libre » si les quatre libertés fondamentales définies par la FSF sont présentes en totalité ; tandis qu'une licence ouverte peut comporter des restrictions d'utilisation (par exemple, interdire les modifications). La plupart des licences considérées comme « ouvertes » garantissent au minimum les possibilités de diffuser des copies de l'œuvre dans un cadre non commercial. On parle aussi de « licence de libre diffusion » (LLD). Une licence libre, en revanche, ne signifie pas que l'œuvre mise à disposition est gratuite ; dans la majorité des cas, l'accès à l'œuvre n'est pas payant, cependant il existe des sites et des services qui proposent des œuvres sous licences libres contre une redevance. Pour Richard Stallman, la différence fondamentale entre les deux concepts réside dans leur philosophie : l'*open* est une méthodologie de développement, dont l'objectif est de permettre une plus grande coopération avec les entreprises et une diffusion plus large des logiciels, tandis que le libre est un mouvement social prônant la liberté de l'utilisateur et animé par une volonté éthique d'égalité.

L'idée que le logiciel devait être libre ou ouvertement disponible est devenue rapidement populaire, et s'est alors étendue à d'autres types de contenu. Ainsi David Wiley, professeur à la Brigham Young University (et qui sera par la suite cofondateur de l'entreprise Lumen Learning dont l'objectif est de faciliter l'adoption, l'utilisation et la mise à disposition de ressources éducatives libres par les institutions éducatives³) développe l'Open Content License – l'une des premières licences de contenu non logiciel ouvert – afin de favoriser la créativité, mais aussi l'apprentissage, sur le principe que le contenu éducatif devrait être librement développé et partagé dans un esprit similaire à celui du libre ou de l'*open*. En 2000, la FSF publie la GNU Free Documentation License (version 1.1) qui s'applique aux documentations de logiciels, et plus généralement à tout document écrit, y compris donc les manuels scolaires. On peut aussi mentionner la Licence Art Libre (LAL)⁴, rédigée en juillet 2000, en France, par les juristes Mélanie Clément-Fontaine et David Geraud et les artistes Isabelle Vodjdani et Antoine Moreau, conçue pour la création artistique mais applicable à toute autre création.

En 2001, Lawrence Lessig, alors professeur à la Stanford Law School, spécialiste de droit constitutionnel, de la propriété intellectuelle et ayant travaillé sur les biens communs informationnels dans le contexte des logiciels libres, crée l'organisation Creative Commons (CC). Cette organisation à but non lucratif vise à faciliter la diffusion et le partage des œuvres de l'esprit via plusieurs licences connues sous le nom de « licences CC » qui reposent sur un système de quatre clauses : **BY** (*attribution* : paternité ; obligation de citer l'auteur ou de créditer l'œuvre en intégrant un lien vers la licence), **NC** (*non commercial* : usage commercial interdit sauf autorisation préalable), **ND** (*non derivative* : pas de modifications ; travaux dérivés interdits sauf autorisation préalable) et **SA** (*share alike* : partage des conditions initiales à l'identique ; si le document est réutilisé ou modifié, il doit être placé sous la même licence que

2. Auteur de l'essai *La Cathédrale et le Bazar* (1999) qui revient sur le mouvement du libre et de l'*open source*.

3. Voir <http://lumenlearning.com>.

4. La LAL a été rédigée suite aux Rencontres Copyleft Attitude organisées à Paris par Antoine Moreau avec les artistes réunis autour de la revue *Allotopie*. La LAL autorise tout acte de reproduction (copie) et de représentation (diffusion) d'une œuvre, ainsi que sa modification (création d'œuvres dérivées) à condition de citer l'auteur (paternité), et de placer l'œuvre dérivée sous la même licence LAL (clause de *copyleft*). Voir <http://artlibre.org>.

le document d'origine]. Il existe six licences combinant une ou plusieurs des quatre clauses⁵ ; la clause d'attribution étant toujours présente, les trois autres étant facultatives. Les licences CC BY ou BY-SA sont réputées « libres » car elles permettent la réutilisation avec modifications ; certaines ayant pu être estampillées du logo « Approved for free cultural works⁶ ». Notons que David Wiley a rejoint le mouvement CC en 2003 au titre de directeur des licences éducatives⁷.

Plus récemment, les réflexions se sont focalisées sur les données. Le mouvement Open Data, d'abord aux États-Unis [data.gov] puis en Angleterre [data.gov.uk], a conduit à l'élaboration de licences pour des données ouvertes, comme en France la Licence ouverte/Open Licence rédigée en 2011 par la mission Étalab⁸, afin de faciliter la réutilisation des données publiques mises à disposition gratuitement.

Toutes ces licences ont été développées dans le souci d'ouvrir les droits aux utilisateurs. Malgré la variété des droits accordés par les diverses licences, il est néanmoins possible, comme le rappelle De Filippi et Ramade [2013], d'identifier trois libertés de base qui se retrouvent dans la totalité de ces licences : les droits d'utiliser, de reproduire et de redistribuer des contenus à titre non commercial, à condition que la paternité de l'œuvre soit citée. Pour les deux auteurs, les licences ouvertes représentent une catégorie de licences plus large que celle des licences libres (les dernières étant un sous-ensemble des premières) ; le système de licences CC comportant aussi bien des licences « libres » que des licences « ouvertes et non libres ».

Il faut savoir que, par défaut, dans le droit français, un contenu sans licence, qu'il soit sur internet ou autre, tombe sous le régime légal du droit d'auteur, ce qui signifie que tous les droits lui sont réservés, que ce soit pour un usage personnel ou commercial. Sauf mention contraire explicite, il est donc interdit de le copier, de le modifier et de le redistribuer, et ce même s'il est disponible gratuitement, car gratuit ne veut pas dire libre d'utilisation.

Et jusqu'à très récemment – le dernier accord sectoriel s'étant terminé en 2019⁹ – les enseignants n'étaient pas autorisés, même pour un usage strictement pédagogique et désintéressé en contexte scolaire, à copier ou à télécharger un document, l'exception pédagogique ne prévoyait l'utilisation des œuvres qu'« à des fins d'illustration des activités d'enseignement ». Qu'en sera-t-il en 2020 ?

Conformément à la définition de l'Unesco, les REL – si elles ne sont pas déjà entrées dans le domaine public – peuvent être publiées sous licences libres de droits.

L'accès ouvert

Le concept d'« accès ouvert » [*open access*] vient du mouvement des chercheurs qui, dans les années 1990, militent pour que les publications scientifiques soient accessibles gratuitement, s'opposant ainsi aux systèmes fermés et payants des portails de revues propriétaires, et engageant la réflexion sur la notion de propriété intellectuelle en remettant en cause le monopole des grands éditeurs scientifiques.

Ce mouvement est lié à l'essor d'internet qui a profondément modifié le système de publication des travaux scientifiques en facilitant l'édition et la diffusion des articles, avec un accès presque illimité aux revues, ce qui a provoqué un accroissement du coût des abonnements alors même que les budgets des bibliothèques universitaires s'amenuisaient. Les chercheurs, alors contraints de céder leurs droits d'auteur aux éditeurs [sous des contrats de publication], s'organisent et créent les premières revues électroniques

5. Par souci de simplification, Creative Commons a décidé de suspendre le développement de certaines licences jugées trop spécialisées ou qui ne répondaient pas aux besoins d'un nombre suffisant d'auteurs, afin de se limiter à un système de six licences (BY, BY-SA, BY-NC, BY-ND, BY-NC-SA et BY-NC-ND).

6. Voir <http://creativecommons.org/2008/02/20/approved-for-free-cultural-works>.

7. Voir <http://web.archive.org/web/20030806102812/http://creativecommons.org/press-releases/entry/3733>.

8. La mission Étalab coordonne la politique d'ouverture et de partage des données publiques en France. Voir www.etalab.gouv.fr. Présentation de la licence : www.etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence.

9. Voir le *Bulletin officiel de l'Éducation nationale* du 29 septembre 2016 : www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=106736.

en libre accès. En 1991, les archives ouvertes naissent avec le dépôt arXiv¹⁰ – au départ un service de prépublication de documents de travail pour des physiciens. Par la suite, en 1999, sera créée l'Open Archive Initiative (OAI)¹¹ pour faire face à la multiplication des archives scientifiques, et ainsi faciliter la diffusion des contenus électroniques en développant des protocoles communs et des standards d'interopérabilité [comme le protocole OAI-PMH : Open Access Initiative-Protocol for Metadata Harvesting]. Les archives ouvertes permettent d'identifier, de valoriser, de promouvoir – internet augmentant l'audience – et de suivre la production scientifique des chercheurs.

En 2002, la déclaration de la Budapest Open Access Initiative (BOAI)¹², reconnue comme fondatrice du mouvement du libre accès, définit l'accès ouvert aux publications scientifiques comme un accès gratuit assorti du droit de copie et de redistribution. Cette conférence définit également deux voies vers le libre accès à la communication scientifique : la **voie dorée** [financement en amont sous diverses formes et qui concerne des revues ou ouvrages en accès libre dès leur publication] et la **voie verte** [auto-archivage ou dépôt par l'auteur dans une archive ouverte].

Les archives ouvertes peuvent être institutionnelles, relevant dans ce cas d'une institution (universités, écoles, organismes de recherche), nationales, regroupant la production scientifique d'un pays – comme c'est le cas, en France, de HAL [Hyper articles en ligne]¹³ – ou encore thématiques, réunissant l'ensemble des travaux de plusieurs institutions dans un domaine scientifique donné.

Il est important de bien distinguer l'accès ouvert [*gratis open access*] qui s'emploie pour les contenus disponibles en accès gratuit sur internet, et le libre accès [*open access*] qui concerne les contenus disponibles mais soumis à une licence d'utilisation dite « libre » ou « ouverte ». Il y a par ailleurs débat sur la définition de ressources « ouvertes », de nombreux auteurs commençant d'abord par les distinguer des ressources « commerciales ». Or il existe des ressources offertes par des entreprises non commerciales qui sont ouvertement accessibles mais consultables après paiement d'un droit d'abonnement, tandis que certaines ressources et services offerts par des entreprises commerciales sont gratuits et librement disponibles sans restriction.

Actuellement, la réflexion se concentre sur les « biens communs de la connaissance et de l'information », expression popularisée en partie par les travaux de l'économiste américaine Elinor Ostrom¹⁴ qui réinterroge la notion de propriété intellectuelle et sa pertinence, suite notamment à de nouvelles formes de législations visant à mieux contrôler les contenus – comme la loi DAVDSI (2006), relative au droit d'auteur et aux droits voisins dans la société de l'information, les différentes propositions non abouties de la loi Hadopi (2009) pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur internet, ou encore les outils de gestion numérique des droits (DRM : Digital Rights Management) qui contrôlent l'accès aux œuvres numériques et sont fortement contestés par des professionnels de la documentation à travers notamment le mouvement « Bibliothécaires contre les DRM »¹⁵.

10. Voir <http://arxiv.org>.

11. Voir www.openarchives.org.

12. Voir <http://openaccess.inist.fr/?Initiative-de-Budapest-pour-l>. Cette déclaration sera suivie, en 2003, par les déclarations de Bethesda [<http://openaccess.inist.fr/?Declaration-de-Bethesda-pour-l>] et de Berlin [<http://openaccess.inist.fr/?Declaration-de-Berlin-sur-le-Libre>].

13. Le HAL est le principal point d'accès aux archives ouvertes en France. Il a été créé en 2001 par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), et est géré par le Centre pour la communication scientifique directe (CCSD). Voir <http://hal.archives-ouvertes.fr>.

14. Elinor Ostrom a reçu le prix Nobel d'économie en 2009 pour ses développements sur la théorie des communs. Voir Ostrom E., Hess C. (eds) (2006), *Understanding Knowledge as a Commons – from Theory to Practice*, Cambridge, MIT Press.

15. Voir le site du collectif SavoirsCom1 [www.savoirscom1.info/manifeste-savoirscom1] ou encore de Thomas Fourmeux [<http://biblionumericus.fr/?s=DRM>].

L'éducation ouverte s'ancre à la fois dans l'histoire de l'éducation nouvelle et des expériences d'écoles libres (comme l'école de Summerhill en Angleterre) – avec au cœur de la réflexion la question de l'agentivité de l'apprenant –, et dans la continuité du mouvement de l'*open* ; internet permettant cette fois-ci d'envisager et de concrétiser l'objectif politique de démocratisation de l'enseignement en réduisant les inégalités d'accès aux ressources éducatives, notamment en rendant les coûts de reproduction de l'information quasiment inexistantes et en démultipliant les modalités de partage de cette information. Le concept représente donc un projet social et politique aussi bien qu'une philosophie de l'apprentissage.

D'où les initiatives, en 1998, de David Wiley de publier ses ressources pédagogiques sur internet sous licence ouverte, puis, en 2001, du MIT qui a mis en ligne gratuitement, via le projet OpenCourseWare (OCW) – financé au départ avec des fonds privés et des subventions – l'ensemble du matériel éducatif utilisé dans le cadre des cours de l'université. Le projet du MIT sera ensuite suivi par plusieurs autres grandes universités se regroupant alors en 2005 au sein de l'OpenCourseWare Consortium (aujourd'hui Open Education Consortium). Les OCW sont un cas particulier de REL mises au point dans le cadre d'un enseignement en présentiel et qui vont simplement être diffusées sur internet, d'où leur qualité très hétérogène et leur manque d'interactivité. Rappelons qu'en 2004, Yue *et al.* (2004) ont discuté de l'utilisation croissante des ressources pour l'enseignement des sciences informatiques en regardant les processus d'extraction des contenus bruts des sites OCW par des enseignants et formateurs pour créer des cours. Ils ont ainsi souligné la qualité inégale des ressources trouvées, et le fait que les résultats sont parfois trop disparates pour être réutilisés, sachant que le contenu n'est pas forcément personnalisable. D'autre part, ils montrent que « couper-coller » des contenus peut entraîner des complications, par exemple si le contenu d'un site est concédé sous licence CC-BY et que celui d'un autre site est sous licence GNU-FDL, il est possible que les exigences de licence soient en conflit les unes avec les autres. Cependant, les auteurs concluent sur le fait que les avantages des OCW l'emportent sur les inconvénients. Pour Caswell *et al.* (2008), les projets OCW changent le rôle de l'enseignement à distance, qui, plus qu'une simple alternative à la salle de classe, est alors perçue comme un transformateur social.

La définition du concept d'éducation ouverte, d'abord centrée sur les ressources, se focalise par la suite sur les « pratiques éducatives libres¹⁶ » ; il a été question non plus de créer des REL mais de favoriser leurs utilisations : « *On passe des ressources aux pratiques [...] Une façon de dire que la mise à disposition de ces ressources n'a pas suffi à en assurer l'usage...* » (Endrizzi, 2012). Matthieu Cisel suppose que l'arrivée des MOOC¹⁷, désormais reconnus comme un produit innovant subséquent à l'éducation ouverte, devrait également conduire à un glissement de la définition, avec ce passage d'une logique de ressources à une logique de tâches. Il souligne qu'un « *nombre croissant de publications ancrées dans le champ de l'éducation ouverte sont consacrées non plus aux seules ressources et à leurs usages, mais à l'analyse de dispositifs où des tâches sont prescrites à l'apprenant, comme la Peer-to-Peer University* » (Cisel, 2016, p. 26). Un autre point concerne la définition des MOOC comme REL, d'autant plus qu'ils ne sont pas tous libres ; Georges Siemens soulignait en 2013 que « *si les MOOCs ne sont pas basés sur l'OpenCourseWare [...], ils deviendront un espace "fermé" et cela constituera une régression face aux progrès réalisés ces dernières années* » (Tran, 2014).

Pour Laure Endrizzi (2012), il s'agit davantage d'augmenter, de manière sous-jacente, la notoriété des institutions d'éducation et de rentabiliser des investissements que de démocratiser l'accès aux savoirs ou d'améliorer les pratiques éducatives.

L'éducation ouverte est une question complexe avec des dimensions sociales, économiques, cognitives et techniques qui obligent les établissements d'enseignement comme les institutions à s'interroger sur leurs rôles en tant que mandataires et prescripteurs.

16. *Open educational practices* (OEP) en anglais.

17. En 2008, George Siemens, de l'université d'Athabasca, et Stephen Downes, du Conseil national de recherches du Canada, lancent le premier MOOC intitulé *Connectivism and Connective Knowledge*.

Des ressources éducatives

OBJETS PÉDAGOGIQUES, OBJETS D'APPRENTISSAGES ET REA

Dans le domaine spécifique des ressources éducatives numériques, suite aux initiatives menées dans le domaine des environnements informatiques – des consortiums d'intérêts publics et privés se sont constitués, dès 1996, dans l'objectif de définir un cadre commun de référence (Pernin, 2003). Ce travail s'est accompagné d'une réflexion quant à l'indexation des ressources qui a débouché sur la création de standards et de normes destinés à décrire les ressources, afin d'en faciliter le repérage mais aussi leur intégration technique. Au sein de ces instances, le terme de « *learning object* » – traduit par « objet pédagogique » – fit consensus, notamment parce qu'il rassemblait de nombreux atouts aux niveaux technique [« objectif : qualité logicielle des composants »], économique [« objectif : rentabilité du marché »] et pédagogique [« objectif : qualité de la formation »] (*ibid.*, p. 5). L'une des premières définitions de ce terme – dont le lien est direct avec le LOM (Learning Object Metadata) et les questions de normalisation – a été proposée par le Learning Technology Standards Committee de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers : « *Learning Objects are defined here as any entity, digital or non-digital, which can be used, reused or referenced during technology supported learning*¹⁸. »

Un objet pédagogique peut-être sous forme de « grain » – on parle aussi de « granule » ou de « brique » –, constituant alors le plus petit élément, irréductible et autonome, d'une formation (comme une photo, un son, une illustration, un quiz ou encore un extrait de texte) et dont il est par ailleurs possible de constituer des collections (collection d'images, de cartes, de sons, de vidéos, etc.). Les grains peuvent être scénarisés, c'est-à-dire comporter des informations et consignes permettant de contextualiser leur utilisation.

Mais cette définition a été remise en cause car considérée comme imprécise et donc susceptible de se rapporter à n'importe quelle ressource, tant physique que numérique. David Wiley et Stephen Downes ont ainsi précisé le concept d'objet pédagogique comme étant « *any digital resource that can be reused to support learning* » (Wiley, 2000, p. 7) ou « *anything that is exchanged in what may be called the learning object economy* » (Downes, 2002, p. 5). Puis Rory McGreal, professeur au Centre pour l'enseignement à distance de l'université d'Athabasca, et titulaire de la chaire Unesco-Commonwealth of Learning¹⁹ sur les ressources éducatives libres²⁰, a proposé en 2004 une définition opérationnelle qui aurait fait consensus : « *LOs can be defined as any reusable digital resource that is encapsulated in a lesson or assemblage of lessons grouped in units, modules, courses, and even programmes* » (McGreal, 2004).

D'autres appellations ont été débattues au sein de la communauté scientifique, en particulier les « objets d'apprentissage » (OA), et les « ressources d'enseignement et d'apprentissage » (REA) ; les REA disponibles sur support numérique ayant par ailleurs fait l'objet, en 2005, d'une taxonomie proposée par Robert Bibeau²¹, alors à la Direction des ressources didactiques du ministère de l'Éducation du Québec, qu'il avait associée à une « *taxonomie des projets pédagogiques pouvant être réalisées à l'aide de ces ressources numériques (outils, contenus et services)* ».

Les REA ont donné lieu à de nombreux projets de recherche au Canada²² ; Gilbert Paquette et son équipe de la Téléq (ou Télé-université), une université publique canadienne d'enseignement à distance, ont été particulièrement actifs sur le sujet (Dieng et Grégoire, 2016, p. 20).

18. Voir www.ieeeltsc.org/working-groups/wg12LOM/lomDescription.

19. Le Commonwealth of Learning (COL) a été créé en 1987 par les chefs de gouvernement des pays du Commonwealth réunis à Vancouver, dans l'objectif de créer un institut favorisant l'enseignement à distance par la coopération. Voir www.col.org/about/what-commonwealth-learning.

20. Voir <http://unescochair.athabasca.ca>.

21. Robert Bibeau a publié plusieurs articles sur le sujet, en 2003 : « Taxonomie des contenus numérisés et des projets éducatifs avec les TIC » ; en 2004 : « Taxonomie des ressources numériques et des projets éducatifs et quelques difficultés d'intégration des TIC en classe ».

22. Comme les projets ÉduSource [portail d'accès aux ressources élaborées et publiées par le ministère de l'Éducation de l'Ontario, voir <http://edusourceontario.com/index.aspx>] et Lornet (Learning Objects Repositories Network). Le projet Lornet, qui s'est déroulé de 2005 à 2009, reposait sur un partenariat de six universités canadiennes et portait sur les architectures d'interopération des objets d'apprentissage et les standards de métadonnées.

Les ressources d'enseignement et d'apprentissage (REA)

Le « Guide du formateur » du « Référentiel de compétences REL v1.1 » publié en 2016 par l'Organisation internationale de la francophonie (OIF) précise que les recherches canadiennes, « *essentiellement universitaire[s]* », « *envisageai[en]t les REA sous l'angle de leur granularité [leur taille relative], de leur vocation [certains prétendant qu'une REA devait être constituée comme une leçon complète depuis les objectifs jusqu'à l'évaluation], et de leur description, nature et distribution [dans des répertoires de REA]* » [p. 20].

South et Monson [2000] ont justement défini les REA par leur granularité qu'ils ont alors représentée selon un continuum s'étendant d'une extrémité complexe – la REA consistant en une unité structurée de contenus telle qu'une leçon ou même un cours entier – à une extrémité fine où la REA devient la plus petite composante participant à une unité d'apprentissage, par exemple une image.

Robert Bibeau [2005] propose, quant à lui, une définition des REA comme toute entité numérique ou non susceptible d'être utilisée, réutilisée ou évoquée dans un contexte d'apprentissage à support technologique. Le contexte et l'intention pédagogique sont cruciaux pour déterminer si un contenu numérique est une ressource d'enseignement et d'apprentissage, plutôt qu'un simple contenu numérisé accessible à l'apprenant. Bibeau a présenté une taxonomie du matériel d'apprentissage [expression québécoise, que l'on pourrait traduire par « outils d'apprentissage »] disponible sur support numérique associé à une taxonomie des projets pédagogiques pouvant être réalisés avec ces contenus numérisés. Après la distinction entre *hardware* et *software*²³, il propose de séparer l'équipement et les contenus numériques [les logiciels et les contenus informatifs de toute nature] et affirme que toute information, ou presque, peut constituer un contenu numérique utile pour l'éducation, indépendamment du support sur lequel il est disponible. Il distingue les contenus numériques pour l'éducation comme l'ensemble des logiciels d'édition et de communication [logiciels outils, portails, moteurs de recherche, applications éducatives], ainsi que les données, les renseignements et les œuvres [documents de références et banques d'information] utiles à une activité d'enseignement ou d'apprentissage.

Ainsi, il détermine six catégories :

- > Logiciels outils et éditeurs ;
- > Portails, moteurs de recherches et répertoires ;
- > Documents de référence générale ;
- > Banque de données ou d'œuvres protégées ;
- > Applications de formations ;
- > Applications scolaires et éducatives.

Le type 1 pourrait être qualifié d'instruments de création, modification ou échange de ressources ; le type 2 de « méta-ressources », les types 3 et 4 correspondants aux ressources éducatives plutôt usuelles ou aux ressources patrimoniales, et les types 5 et 6 aux ressources « interactives », à utiliser en classe ou ailleurs.

Il recense ensuite sept types de projets pédagogiques ayant recours aux TIC : télé-correspondance ; édition et publication ; recherche et gestion documentaire ; collecte, partage d'information et télécollaboration ; résolution de problèmes et laboratoire virtuel ; apprentissage, études et formation à distance ; projets thématiques et transdisciplinaires.

Enfin, il énumère les différentes contraintes à surmonter qui sont : le financement, le développement et la mise à jour, l'indexation, le catalogage et le repérage, la qualité et l'évaluation, l'utilisation d'œuvres protégées par le droit d'auteur, la protection des renseignements personnels, la sécurité de navigation et les contenus licencieux.

23. *Hardware* : matériel informatique ; *software* : logiciel.

Aux objets et ressources d'apprentissage sont idéalement associées des métadonnées d'indexation ; ces métadonnées indiquent, en principe, le contenu, la technologie, les droits d'auteur et d'autres éléments pour faciliter le repérage et l'intégration technique. Ainsi, des normes et des standards ont été développés pour décrire les ressources, comme le DOI (Digital Object Identifier)²⁴ créé par la fondation du même nom, le premier identifiant international. On peut également citer le Dublin Core²⁵ dont l'objectif est de fournir un socle commun structuré d'éléments descriptifs – au nombre de 15 – pour améliorer le signalement et la recherche de ressources au-delà des diverses communautés et des nombreux formats descriptifs propres à chaque spécialité. Mais ce dernier ayant peu de descripteurs pour décrire l'aspect pédagogique, on lui préfère le LOM (Learning Object Metadata)²⁶, un schéma de description de ressources (numériques ou non numériques) d'enseignement et d'apprentissage développé en 2002 comprenant 68 descripteurs regroupés en neuf catégories. En France²⁷, un groupe de travail AFNOR-SDTICE²⁸ met en place la norme LOMFR²⁹ qui se décline pour le scolaire en profil ScoLOMFR³⁰ développé par Réseau Canopé. En 2011 est créée une norme internationale pour la description des REA intitulée « Metadata for Learning Resource » [MLR]³¹ avec pour objectif de décrire des ressources dans un contexte international multilingue et multiculturel, conduisant certains pays à établir des correspondances entre le LOM et cette nouvelle norme.

Ces référentiels normatifs sont également utilisés par les concepteurs et les développeurs de REL.

LES REL

Historique

Création et définition par l'Unesco

L'expression « Ressources éducatives libres (REL)³² » a été créée et adoptée la première fois en 2002 lors du forum organisé à Paris par l'Unesco³³ – en coopération avec la Fondation William and Flora Hewlett – sur l'impact des didacticiels libres pour l'enseignement supérieur dans les pays en développement : « *Les participants ont ensuite adopté une Déclaration finale dans laquelle ils "expriment leur satisfaction et leur volonté de développer ensemble des ressources éducatives universelles disponibles pour toute l'humanité, qui s'appelleront dorénavant Ressources éducatives libres"* » (Unesco, 2002, p. 6). Les acteurs présents, parmi lesquels des chercheurs universitaires et des experts du Commonwealth of Learning (COL), avaient alors défendu l'idée que l'accès libre à l'éducation faisait partie des droits de l'homme. Mais il faudra attendre le 1^{er} Congrès mondial sur les REL de 2012 pour que le terme soit officialisé à travers la Déclaration de Paris qui enjoint les gouvernements du monde entier d'accorder des licences ouvertes aux ressources pédagogiques destinées au grand public et bénéficiant de financements d'État. Les REL sont alors définies comme « *des matériels d'enseignement, d'apprentissage et de recherche sur tout support, numérique ou autre, existant dans le domaine public ou publiés sous une licence ouverte permettant l'accès, l'utilisation, l'adaptation et la redistribution gratuits par d'autres, sans restrictions ou avec des restrictions limitées. Les licences ouvertes sont fondées dans le cadre existant du droit à la propriété intellectuelle, comme défini par les conventions internationales concernées,*

24. Le DOI, que l'on peut traduire par « identifiant numérique d'objet », est un mécanisme d'identification de ressources numériques (ou non).

Le but des DOI est de faciliter la gestion numérique sur le long terme ; les métadonnées peuvent évoluer au cours du temps, l'identifiant reste invariant. C'est une alternative aux URI (Uniform Resource Identifier) qui permettent d'identifier une ressource sur un réseau.

25. Développé par le Online Computer Library Center (OCLC) et le National Center for Supercomputing Applications (NCSA) en 1995 à Dublin dans l'État américain de l'Ohio.

26. Le LOM a été développé par le groupe de travail sur les métadonnées des objets d'apprentissage du comité des standards des technologies de l'enseignement de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers.

27. On voit aussi l'apparition de plusieurs profils d'application du LOM, dont CanCore et Normetic au Canada.

28. AFNOR : Association française de normalisation. SDTICE : Sous-direction des technologies de l'information et de la communication pour l'éducation.

29. Correspondant à la norme française NF Z76-040 publiée par l'AFNOR en décembre 2006.

30. Voir www.reseau-canope.fr/scolomfr/accueil.html.

31. La MLR a été développée en 2011 par le comité conjoint de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (IEC).

32. En anglais *open educational resources* (OER), parfois traduit par l'expression « ressources éducatives ouvertes ».

33. Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. Les REL firent également l'objet d'une discussion lors du 2^e Forum mondial sur l'assurance qualité internationale, l'accréditation et la reconnaissance des qualifications dans l'enseignement supérieur, organisé en 2004 à Paris par l'Unesco (cf. bibliographie).

et respectent la paternité de l'œuvre » (Unesco, 2012, p. 2). En 2015, l'organisation publie avec le COL des *Lignes directrices pour les ressources éducatives libres (REL) dans l'enseignement supérieur* pour encourager les décideurs au sein des instances gouvernementales et des établissements à investir dans la production, l'adaptation et l'utilisation systématique des REL « *de façon à améliorer la qualité des programmes et de l'enseignement et à réduire les coûts* » (Unesco-COL, 2015, p. 1). Il est souligné que l'utilisation de normes techniques ouvertes améliore les possibilités d'accès et de réutilisation, et précisé que le terme « REL » n'est pas synonyme d'apprentissage en ligne, électronique ou mobile. Par ailleurs, un point est fait sur l'importance d'appliquer de manière constante un processus interne rigoureux de validation de la qualité des matériels didactiques avant leur publication sous forme de REL. Enfin, on peut rappeler la création de la chaire Unesco-COL en ressources éducatives libres (université d'Athabasca)³⁴ qui vise à renforcer les réseaux, les capacités d'action et les activités de recherche liées au mouvement international des REL, en lien avec d'autres organismes internationaux comme le OpenCourseWare Consortium (actuellement Open Education Consortium).

L'OIF et l'AUF : deux acteurs majeurs de la francophonie engagés dans les REL

L'OIF vise également à développer et promouvoir les REL, notamment au sein de l'espace francophone.

En 2012, elle impulse une nouvelle stratégie numérique – baptisée « Horizon 2020 » – qui est adoptée lors de la XIV^e Conférence des chefs d'État et de gouvernement des pays ayant le français en partage (OIF, 2012). L'un des axes d'intervention vise à produire, diffuser et protéger les biens communs numériques³⁵, dont les REL, via un plan d'action en faveur de leur développement au sein de l'espace francophone. En 2013, l'OIF organise à Moncton un atelier international, auquel ont participé les responsables québécois du projet REFREER (Réseau francophone de ressources éducatives réutilisables), toujours dans l'objectif de promouvoir les REL au sein de l'espace francophone ; sa Direction de l'éducation souhaitant assurer le leadership dans la mise en œuvre d'initiatives sur les ressources. Enfin, en 2015, en partenariat avec l'Unesco et l'Université virtuelle de Tunis, et dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie Horizon 2020, elle organise un atelier international sur les REL auquel vingt-quatre experts, dont le ministère de l'Éducation nationale français, l'Open Education Consortium ou encore l'association AbulÉdu participent. Les travaux ont permis de réactualiser le plan d'action élaboré à Moncton et de finaliser un « Référentiel de compétences sur les REL » – le premier réalisé au niveau mondial – qui a vocation à alimenter des actions de planification, de formation et de communication sur les REL à l'échelle nationale et internationale. Le référentiel propose cinq domaines de compétences : D1. Se familiariser avec les REL ; D2. Rechercher des REL ; D3. Utiliser les REL ; D4. Créer des REL ; D5. Partager des REL (OIF, 2016).

L'autre acteur majeur impliqué dans la promotion des REL est l'Agence universitaire de la francophonie (AUF). L'AUF coordonne des actions de diffusion des REL à travers notamment la plateforme ACTE³⁶ ou encore le portail IDNEUF³⁷. Elle propose également des formations autour des REL³⁸.

34. Voir <http://unescochair.athabasca.ca>.

35. Il s'agit ici des biens numériques francophones.

36. ACTE est une plateforme de partage de REL en français au profit de formations présentielles aux TIC(E). L'acronyme signifie « AGIR : Capacités TIC pour l'éducation ». La plateforme permet aux acteurs francophones de consulter, partager et valoriser à distance des contenus sur l'acquisition de capacités dans les TICE. Voir <http://agir.transfer-tic.org>.

37. Créé par l'Institut de la francophonie pour l'ingénierie de la connaissance et la formation à distance (IFIC) de l'AUF, en collaboration avec l'université de Valenciennes et la Téléq (Québec), et avec le soutien de la communauté académique francophone, le portail IDNEUF (Initiative pour le développement numérique de l'espace universitaire francophone) propose des ressources éducatives en libre accès. Il est destiné aux étudiants, enseignants, chercheurs, personnels administratifs ou techniques des universités, ainsi qu'aux dirigeants et décideurs académiques ou du monde socio-économique. Tout utilisateur peut contribuer au méta-portail en référençant ou en proposant des ressources. Voir <https://bneuf.auf.org/#/>. Voir aussi, sur le site de l'AUF, la rubrique consacrée aux ressources : www.auf.org/ressources-et-services/ressource.

38. Voir par exemple : www.auf.org/nouvelles/actualites/premiere-formation-sur-les-ressources-educatives-l ou www.auf.org/nouvelles/actualites/ouagadougou-20-mars-formation-a-idneuf-cnf.

Rappelons qu'en 2014, une veille scientifique sur les TICE [projet VSTICE] dans les pays africains francophones a été menée par l'équipe du portail ADJECTIF³⁹ dans le cadre d'un partenariat avec l'AUF, l'Agence française de développement (AFD) et la société Orange. Une partie du travail portait sur les REL⁴⁰ ; les textes rassemblés permettaient de constater que, s'il en existe un certain nombre, leurs utilisations n'étaient pas encore réellement favorisées par les institutions gouvernementales et éducatives des pays riches comme des pays pauvres, les REL étant plutôt envisagées comme des moyens pour gérer l'accroissement des effectifs d'apprenants dans un contexte où les ressources financières et humaines sont limitées.

Au niveau européen et national

Au niveau européen, le rapport du Parlement sur les nouvelles technologies et les ressources éducatives libres publié en 2013 considère que les REL facilitent les apprentissages, et estime « *que l'émergence d'un cadre européen pour le développement des REL peut permettre l'amélioration des systèmes éducatifs des États membres* » [Ivan, 2014, p. 5]. Il est ainsi envisagé de soutenir des actions de formation (à destination des enseignants), d'intégration, de recherche et d'évaluation des REL, particulièrement dans le primaire et le secondaire où les ressources sont peu utilisées (contrairement à l'enseignement supérieur). Le rapport mentionne enfin le lancement du portail Open Education Europa développé pour créer un point d'accès unique aux REL européennes et qui doit être « *promu de façon dynamique dans les États membres* » [ibid., p. 12]. Les REL sont également inscrites comme l'une des priorités proposées par la Commission européenne.

Au niveau national, rappelons l'existence de deux rapports : « La Structuration de la filière du numérique éducatif : un enjeu pédagogique et industriel » des ministères respectifs de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et de l'Économie et des finances, paru en 2013⁴¹, et « Ambition numérique » du Conseil national du numérique [CNNum] publié en 2015 et remis au Premier ministre. Dans le premier rapport, une sous-partie fait le point sur le « *rôle particulier des produits, ressources et services "libres"* ». Il y est précisé que « *ces "objets hors champ" ont graduellement conquis leur légitimité et leur place au sein de l'espace scolaire numérique*⁴² » et que « *la reconnaissance de la place des produits libres dans le monde éducatif est nécessaire, car l'utilisation de ces produits permet d'accroître à la fois les usages, l'appétence et la compétence des enseignants, ces trois éléments étant par ailleurs indispensables au développement d'une filière industrielle du numérique éducatif*⁴³ ». Plus loin, il est mentionné qu'« *il conviendrait de privilégier systématiquement, lorsque cela est possible, dans le choix des standards, équipements et systèmes, les solutions ouvertes [qui permettent de mettre ou remettre en concurrence plus facilement], et les solutions libres qui ouvrent le système à plus d'intervenants potentiels*⁴⁴... » Le deuxième rapport recommande de « *promouvoir les ressources éducatives libres notamment leur diffusion sous licence Creative Commons* » et de poursuivre l'interopérabilité dans l'Éducation nationale [Thieulin, 2015, rapport *Ambition numérique*, p. 323].

Sur un autre registre, soulignons que la Direction générale Éducation et Culture (DG EAC) de la Commission européenne a lancé, en 2012, une consultation sur les REL où il a été discuté de mettre en place un cadre juridique européen clair, qu'il s'agisse d'amender le droit d'auteur, de favoriser les accords contractuels ou même d'instaurer l'accès ouvert. Après plusieurs débats entre la DG EAC, la Fédération des éditeurs européens et le Syndicat national de l'édition autour de la mise à disposition gratuite des ressources « pédagogiques » libres, l'Union internationale des éditeurs avait alors déclaré ne pas s'opposer aux REL mais posait la question d'un système d'offres perçu comme non pérenne et concurrentiel avec l'édition privée – par ailleurs bien positionnée – en l'absence de carences du marché.

39. Le projet ADJECTIF (Accompagnement décentralisé des jeunes chercheur-e-s en TIC dans un cadre francophone) a été lancé en 2006-2007 à l'initiative de l'AUF, dans le cadre du réseau de chercheurs RES@TICE et principalement porté par le laboratoire EDA (Éducation Discours Apprentissages), de l'université Paris Descartes. Directeur de publication du portail : Georges-Louis Baron. Voir www.adjectif.net.

40. Il s'agissait de réaliser une veille stratégique et scientifique sur deux thématiques appliquées au contexte africain francophone : l'édition scolaire numérique et l'usage des TICE dans la formation des enseignants du primaire et du collège suite à un projet ayant pour objectif d'améliorer l'éducation de base en Afrique subsaharienne. Voir <http://vstice.auf.org/edition-scolaire-numerique/ressources-educatives-logiciels-libres>. Page sur les usages des REL : <http://vstice.auf.org/edition-scolaire-numerique/ressources-educatives-logiciels-libres/usages-des-rel>.

41. Rapport conjoint de l'Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la Recherche (IGEN-IGAENR).

42. Rapport « La Structuration de la filière du numérique éducatif : un enjeu pédagogique et industriel », p. 3.

43. Ibid., p. 4.

44. Ibid., p. 49.

Typologie et usages

Les REL proviennent bien souvent des institutions ou des enseignants. Isabelle Ramade (2013) souligne qu'il y a, d'une part, les ressources « isolées » proposées par des enseignants sur leurs sites personnels, en particulier pour le second degré « *puisque la mise en ligne des ressources n'est pas totalement institutionnalisée, ou si elle l'est, elle passe par des procédures de validation qui peuvent être décourageantes* » et, d'autre part, les ressources déposées sur des portails de ressources tels que ceux du MIT, des Universités numériques thématiques (UNT), de la Formation ouverte et à distance (FOAD) et des MOOC (exemple avec la plateforme française FUN⁴⁵) – cependant les ressources ne sont pas toujours sous licences libres ou ouvertes, mais parfois juste en accès ouvert ou sous contrat propriétaire. Ramade cite également les URFIST (Unités régionales de formation à l'information scientifique et technique), qui militent depuis plus de 20 ans pour un libre accès à la connaissance, le logiciel libre et la neutralité du Net, et dont les productions sont placées sous licence CC. Bien souvent les contenus disponibles sont des conférences (vidéos des conférences), des cours mis en ligne ou encore des exercices (dont beaucoup de QCM).

On peut donner des exemples, en faisant référence au recensement d'Isabelle Ramade (2013), de portails internationaux et nationaux de REL sous licence CC libres : OER Africa⁴⁶, P2PU⁴⁷, les projets de la fondation Wikimedia (Wikiversité et Wikibooks⁴⁸) et, en France, Sésamath⁴⁹ ; et de portails sous Licences CC ouvertes mais non libres : Curriki⁵⁰, Mit OCW⁵¹, Khan Academy⁵² et Unisciel⁵³ pour la France (pour les ressources dont la production est financée par l'UNT) – Ramade note que pour les UNT, d'après ses recherches concernant les mentions de licence, il s'agit plutôt d'un accès ouvert généralement sans licence libre ou ouverte, les contenus portant souvent la mention « Copyright tous droits réservés ».

De nombreux chercheurs se sont interrogés sur le concept « ouvert », *a minima* défini comme n'impliquant aucun coût pour le consommateur ou l'utilisateur de la ressource. Notons que Stephenson (2005) a souhaité inclure une « obligation de contribuer à la communauté » consistant à consacrer du temps à certains projets en fonction des heures d'utilisation des contenus ouverts. Il donne six incitations pour les institutions à s'impliquer comme fournisseur de REL : le partage des connaissances est une bonne chose en soi, cela augmente la valeur des investissements existants de l'argent public, cela réduit les coûts et améliore la qualité, c'est bénéfique en matière de relations publiques, cela permet d'explorer de nouveaux modèles économiques mondiaux, et le partage ouvert stimule l'innovation. Hylén (2005) – qui définit les REL comme étant un didacticiel et un contenu ouvert, des outils logiciels ouverts (par exemple, les systèmes de gestion de l'apprentissage), du matériel ouvert pour renforcer les capacités en e-learning du personnel enseignant, des dépôts d'objets d'apprentissage, et des cours gratuits – a également dégagé quatre motivations pour les enseignants : garder la ressource fermée est peu utile, partager le savoir est une valeur académique de base, qui peut permettre d'augmenter sa réputation personnelle au sein d'une communauté ouverte, et de devenir chef de file dans son domaine.

Matthieu Cisel (2014) rappelle qu'il y a deux grands types d'usages pour les REL. D'une part, la réappropriation par des enseignants dans le cadre de leurs cours, d'autre part, l'utilisation par des autodidactes dans une démarche d'autoformation. Il souligne que l'un des exemples emblématiques des REL est certainement la Khan Academy, fondée en 2006 par Salman Khan, qui proposait, à l'origine, des vidéos de mathématiques courtes de niveau école primaire.

45. France université numérique.

46. Voir www.oerafrica.org.

47. Voir www.p2pu.org/en.

48. Wikiversity : <http://fr.wikiversity.org/wiki/Wikiversité:Accueil> et Wikibooks : <https://fr.wikibooks.org/wiki/Accueil>.

49. Voir www.sesamath.net.

50. Voir www.curriki.org.

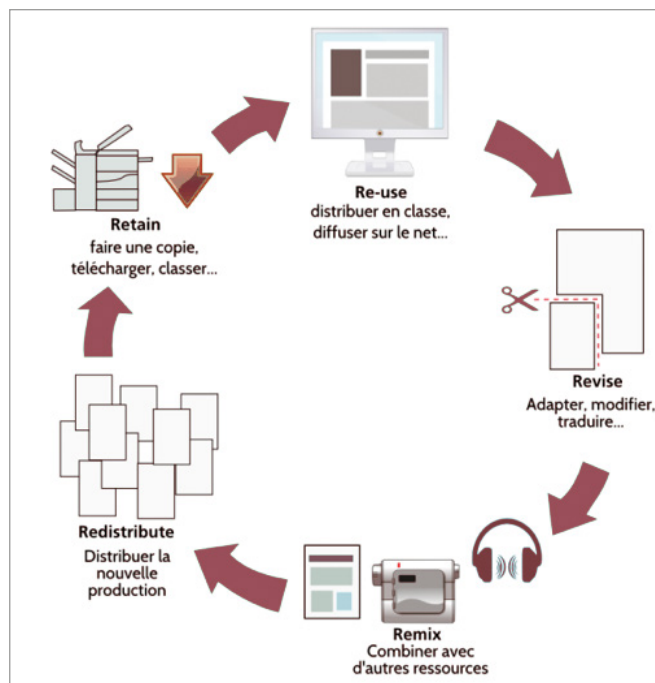
51. Voir <http://ocw.mit.edu/index.htm>.

52. Voir <http://fr.khanacademy.org>.

53. Voir www.unisciel.fr.

Enfin, nous pouvons rappeler le cadre des 5R développé par David Wiley qui définissent les activités permises sur les REL ⁵⁴.

- > **Retenir** : droit de faire, détenir et contrôler des copies de contenus.
- > **Réutiliser** : droit d'utiliser le contenu/la ressource dans une grande variété de contextes.
- > **Réviser** : droit d'adapter, ajuster, modifier ou altérer le contenu lui-même.
- > **Remixer** : droit de combiner le contenu original avec d'autres contenus libres pour créer une nouvelle ressource.
- > **Redistribuer** : droit de partager des copies du contenu original, ses révisions et remixages avec d'autres personnes.



Source : Blog de Frédéric Duriez, « Intervention de Gilbert Paquette sur les ressources éducatives libres », 2014⁵⁵.

Des initiatives

De nombreuses initiatives se sont créées autour des REL. Cependant, les acteurs qui les développent ou en font la promotion ont des statuts et positions très différents tant les enjeux sociétaux sont considérés comme importants, voire fondamentaux. Ainsi, des organismes comme l'Unesco, l'OIF, l'AUF, ou encore des organisations intergouvernementales comme le Commonwealth of Learning soutiennent de nombreux projets majoritairement tournés vers des pays en voie de développement, en particulier africains, avec un discours en faveur de la démocratisation de l'éducation ⁵⁶.

Des universités, reprenant ces discours d'égalité des accès à des formations de qualité, mettent également à disposition des ressources, en particulier via le dépôt de cours en ligne puis la création de MOOC ; un autre objectif affiché étant alors axé sur la fructification des connaissances via le partage et la mutualisation des ressources. Une position parfois reprise par des associations enseignantes du primaire et du secondaire à l'échelle de leurs activités locales ; certaines associations revendiquant par ailleurs leur position très militante en faveur du libre qui leur permet de développer des ressources « mieux adaptées » à leurs besoins et ainsi de s'émanciper des circuits traditionnels, marchands et institutionnels.

54. Voir <http://opencontent.org/blog/archives/3221>.

55. Voir <https://didac2b.wordpress.com/2014/03/15/gilbert-paquette>.

56. Parmi les nombreux projets en direction des pays africains, nous pouvons citer par exemple le projet TESSA (Teacher Education in Sub Saharan Africa). Il s'agit d'une initiative de recherche et de développement de modules à l'intention des enseignants d'Afrique subsaharienne qui réunit une douzaine d'institutions nationales et internationales telles que le COL, l'Université virtuelle africaine et d'autres universités africaines. Le site web de TESSA propose des REL structurées en cinq domaines de formation : Alphabétisation, Lecture et écriture, Mathématiques, Science, Sciences humaines et arts, et Compétences de la vie courante. Chaque domaine de formation est constitué de trois modules, et chaque module est composé à son tour de cinq sections. Ces ressources peuvent être exploitées en classe et dans la formation des enseignants. L'Open University du Royaume-Uni est l'agent d'exécution de TESSA. Voir www.tessafrica.net.

Par exemple AbulÉdu – une association en faveur du libre : « *Nous pensons qu'il est indispensable de permettre aux enseignants et à leurs élèves d'utiliser au quotidien des outils numériques adaptés, efficaces, respectueux, éthiques et libres*⁵⁷ ! » ou encore Sésamath, dont un billet du fondateur, Sébastien Hache, rappelait que « *pour parvenir à construire ces "ressources éducatives de base" nul besoin, a priori, de grandes décisions politiques : cela peut se faire en partant complètement de la base et c'est sans doute ainsi que c'est le plus efficace [ce qui ne veut pas dire qu'ensuite il ne faut pas un relais institutionnel, bien au contraire] [...]*⁵⁸ ».

Le développement des REL est également soutenu par des fondations, comme celle de William et Flora Hewlett qui ont appuyé de nombreux organismes tels que le centre de recherche Olnet⁵⁹ dont l'objectif était d'améliorer la qualité des ressources. On peut citer également les consortiums, comme l'Open Education Consortium⁶⁰, regroupant des institutions d'enseignement supérieur et des organismes associés se disant « *engagés à faire progresser l'éducation ouverte ainsi que son impact sur l'éducation mondiale* », ou encore les associations à but non lucratif, comme Curriki⁶¹.

Enfin, des sociétés privées – éditeurs, journaux, entreprises (Orange, Microsoft, *The Guardian*⁶²...) –, via des partenariats, éditent ou aident à la création de ressources, et peuvent ainsi se positionner sur un marché potentiel – le libre, nous le rappelons, n'étant pas forcément gratuit – notamment en développant des modèles *freemium*⁶³. Déjà en 2013, Thibeault constatait que les mouvements en faveur du libre influençaient les décisions des principaux développeurs privés : « *La récente promotion des ressources libres par Microsoft ou par les "Google summer of code" interroge : que recouvre-t-elle, si ce n'est un intérêt particulier des industries vis-à-vis des activités de crowdsourcing et des mutations économiques possibles des logiciels libres*⁶⁴ ? »

Nous avons donc recensé diverses initiatives – avec des nominations plus ou moins claires par les structures elles-mêmes des « espaces » qu'elles ont développés – autour des REL :

> de nombreux portails, dépôts, entrepôts, banques de ressources, bases de données, répertoires ou encore référentiels :

- soutenus par des gouvernements, comme le référentiel national israélien MAOR⁶⁵ ou encore le dépôt californien MERLOT⁶⁶,
- soutenus par l'Europe, comme le portail européen – unique et multilingue – lié au projet Open Discovery Space⁶⁷ développé afin d'encourager l'utilisation des ressources numériques ;

57. Voir www.abuledu.org/nos-valeurs.

58. Voir Sébastien Hache, SesaBlog. Le blog de Sésamath : www.sesamath.net/blog/index.php/2009/01/28/ressources-educatives-libres-rel.

59. Fruit d'un projet entre The Open University du Royaume-Uni et la Carnegie Mellon University aux États-Unis, l'Olnet était un centre international de recherche avec pour objectif d'agréger, de partager, de débattre et d'améliorer les ressources éducatives libres. Voir <https://oerworldmap.org/resource/urn%3Auuid%3Ab2d6d64d-430a-4cec-8c99-5b9a66bc71bf>

60. L'OECE est un organisme de bienfaisance à but non lucratif enregistré aux États-Unis et opérant dans le monde entier. Il repose sur un réseau mondial d'établissements d'enseignement, de particuliers et d'organisations qui soutiennent l'éducation ouverte. Voir www.oecconsortium.org.

61. Curriki met à disposition des REL à destination de la communauté éducative. Voir www.curriki.org.

62. Le journal britannique *The Guardian* avait mis en ligne – il semble que le site n'existe plus – un espace pour les professionnels de l'enseignement qui, après inscription, offrait la possibilité d'accéder et de créer des ressources en ligne, des tests ou encore de gérer des groupes.

63. Stratégie commerciale associant une offre gratuite, en libre accès, et une offre haut de gamme, premium, en accès payant.

64. Se reporter à la bibliographie du présent document.

65. MAOR (Meta-data and Object Repository) a été fondé par l'Inter-University Computation Center, l'Association israélienne de l'internet, et le ministère israélien de l'Éducation, en collaboration avec MERLOT, le dépôt de ressources californien [cf. note 70]. Il s'agit du référentiel national israélien d'information (métadonnées) sur les objets d'apprentissage en ligne qui a pour objectif de pallier les difficultés de localisation des ressources pédagogiques « de qualité » [enseignement primaire, secondaire et supérieur]. L'utilisation du référentiel est librement accessible, après une inscription qui génère automatiquement celle sur MERLOT. Les objets ajoutés à MAOR sont également ajoutés à MERLOT. Évaluation des ressources et validation par les pairs. Voir https://maori.iucc.ac.il/about_en.php.

66. MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) est un dépôt californien fédéré de ressources éducatives multimédias pour l'enseignement et l'apprentissage en ligne. Le projet MERLOT a été développé en 1997 par le California State University Center for Distributed Learning (CSU-CDL). Il est hébergé par Apple Computer et d'autres collaborateurs de l'industrie, de l'université et du gouvernement. Évaluation et validation des ressources par les pairs. Voir www.merlot.org/merlot/index.htm.

67. Le projet a pour objectif de soutenir « l'innovation dans trois domaines clés » : en encourageant les communautés éducatives à utiliser des ressources d'apprentissage en ligne et à échanger sur leurs expériences, en proposant « un design innovant et un schéma pour organiser les métadonnées des ressources éducatives, et en proposant « des solutions innovantes qui pourraient éliminer les barrières linguistiques et culturelles ». Voir <http://portal.opendiscovery.space.eu/fr>.

- > des plateformes d'apprentissage en ligne en *open* ou sous licences libres : Claroline⁶⁸, Moodle⁶⁹, OLAT⁷⁰ ou encore Apolearn⁷¹ [conçue par la société Beechanel, à l'origine de Beebac et partenaire du projet Viaéduc⁷², le réseau professionnel des enseignants français développé par Réseau Canopé] ;
- > les nombreux projets OCW ;
- > les sept UNT [mises en place entre 2005 et 2007] qui mutualisent, à l'échelle nationale, des contenus pédagogiques⁷³ ;
- > et des initiatives issues de collectifs enseignants :
 - les manuels de mathématiques développés par le collectif Sésamath⁷⁴,
 - le manuel SESâme de l'APSES⁷⁵,
 - ou encore la solution logicielle libre développée par l'association AbulÉdu-fr⁷⁶ qui a pour ambition « *d'intégrer l'utilisation des outils numériques dans les pratiques de classe et de concevoir, en coopération avec les enseignants, ceux qui manquent* ».

Hylèn en 2006, s'appuyant sur Wiley, donnait un bref aperçu du mouvement de REL dans l'enseignement post-secondaire : plus de 150 universités chinoises ont participé à l'initiative Open Resources for Education pour la Chine (plus de 450 cours en ligne), onze grandes universités françaises ont formé le projet ParisTech OCW (150 cours), neuf universités nipponnes se sont engagées dans l'OCW Alliance japonaise (250 cours en japonais et 100 en anglais), sept universités américaines ont développé des programmes REL à grande échelle (MIT, Rice, Johns Hopkins, Tufts, Carnegie Mellon et Utah State University ; au total, plus de 2 000 cours universitaires). Il a noté également que de plus en plus de projets REL étaient en train de se développer en Australie, au Brésil, au Canada, en Hongrie, en Inde, en Iran, en Irlande, aux Pays-Bas, au Portugal, en Russie, en Afrique du Sud, en Espagne, en Thaïlande et au Royaume-Uni.

Rappelons que Stephen Downes (2007) souleva la question du financement des REL qui, bien que distribuées gratuitement et à des fins non commerciales, ont un coût à la fois humain, technique mais aussi financier. Il souligne que les modèles de financement des projets REL sont très variés (institutionnels, gouvernementaux, reposant sur des dons ou encore des partenariats et des échanges) et ne garantissent pas forcément la pérennité et la qualité des ressources. Un autre problème concerne par ailleurs l'accès aux REL avec des sortes de contournement de la gratuité, par exemple le fait d'obtenir des droits d'accès aux ressources après inscription à des cours universitaires, et donc paiement de frais de scolarité.

68. Initiée en 2000 par l'Université catholique de Louvain (UCL), Claroline est une plateforme d'apprentissage en ligne et de travail collaboratif qui permet de créer et d'administrer des formations et des espaces de collaboration en ligne. Voir www.claroline.net.

69. Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) a été créé en 2002 par Martin Dougiamas. Il s'agit d'une plateforme d'apprentissage en ligne sous licence libre servant à créer des communautés autour de contenus et d'activités pédagogiques. Voir <http://moodle.com>.

70. OLAT (Online Learning And Training). Il s'agit d'un système de gestion de l'apprentissage développé en 1999 à l'université de Zurich et adapté aux besoins des universités et des établissements d'enseignement supérieur. Voir www.olat.org.

71. Créée en 2007, Apolearn est une plateforme d'apprentissage sociale et collaborative destinée aux professionnels de l'éducation et de la formation. Elle permet aux enseignants de modifier et adapter les ressources, et de voir quels élèves ont visionné les ressources ainsi que leurs résultats aux exercices. Elle a été développée par la société Beechanel à l'initiative du projet Beebac (<https://beechannels.com>), le réseau social de l'éducation (tous pays).

72. Viaéduc a été développé par Réseau Canopé et lancé le 20 mai 2015 aux Rencontres de l'Orme. Le réseau a pour objectif de permettre aux enseignants de « travailler et produire des ressources ensemble en toute liberté et en toute sécurité » en invitant à le faire sous licences CC. Évaluation des ressources et validation par les pairs, modération *a posteriori*.

73. Les sept UNT sont : AUNEGE (économie et gestion), UVED (environnement et développement durable), UNF3S (santé et sport), UNIT (sciences de l'ingénieur et technologie), UNISCIEL (sciences fondamentales), UOH (sciences humaines et sociales, langues et arts) et UNJF (sciences juridiques). Les UNT ont pour mission de regrouper les établissements qui travaillent sur une même thématique pour qu'ils mutualisent la production de ressources pédagogiques. Voir http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/2016/59/4/2016-032_Universites_numeriques_thematiques_603594.pdf

74. Sésamath est une association fondée en 2001 (premiers travaux en 1998) qui prône l'utilisation des TICE et met à disposition des ressources pédagogiques et des outils professionnels pour l'enseignement des mathématiques. Voir www.sesamath.net. L'association a créé de nombreux manuels et cahiers : <http://manuel.sesamath.net>.

75. L'APSES [Association des professeurs de sciences économiques et sociales] a été créée en 1971. Voir www.apses.org. Le manuel SESâme est un manuel en ligne à destination des enseignants et des élèves de 1^{er} ES qui a été « créé [bénévolement] pour contourner l'obstacle que constitue le très critiqué nouveau programme de première » par les membres de l'association. Voir <https://sesame.apses.org>.

76. Fondée en 2010 afin de soutenir de le projet AbulÉdu, l'association AbulÉdu-fr – qui regroupe des enseignants, des informaticiens, des parents d'élèves, des retraités et des animateurs TICE – est en lien avec l'ABUL [Association bordelaise des utilisateurs de logiciels libres]. L'association est très investie en faveur du libre. La première version d'AbulÉdu, d'abord conçue pour les écoles primaires, a été lancée en 2001, puis a ensuite été étendue pour répondre aux besoins des maternelles, des collèges, des lycées et des associations. AbulÉdu est aujourd'hui utilisé au Canada, en Belgique et dans quelques pays de l'Afrique francophone. L'association développe également des services comme BabyTwt/EduTwt conçus pour des activités de microbloggage en classe, ou encore Data, un répertoire de ressources libres. Voir www.abuledu.org.

En ce qui concerne plus spécifiquement les offres de contenus numériques pédagogiques gratuits pour la classe et pour les élèves déployées par le ministère de l'Éducation français suite à la Loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République du 8 juillet 2013 (officialisant la création d'un service public du numérique éducatif), ont été développés :

> avec Réseau Canopé :

– Eduthèque⁷⁷, portail de ressources de grands établissements publics, culturels et scientifiques mises à disposition pour les enseignants des 1^{er} et 2nd degrés « *pour des usages pédagogiques en classe et dans le prolongement de la classe, en particulier via les ENT* »,

– Myriaié⁷⁸, portail public présentant de l'information sur les ressources numériques pour les 1^{er} et 2nd degrés ; l'utilisation des contenus est consentie à des fins pédagogiques ;

> avec le CNED : English for Schools⁷⁹, dispositif en ligne pour l'apprentissage de l'anglais à l'école primaire proposé gratuitement à toutes les écoles (mais les contenus sont protégés par le code de la propriété intellectuelle).

Soulignons par ailleurs que Réseau Canopé a également développé Les fondamentaux⁸⁰, des films d'animation sur les notions fondamentales de l'école élémentaire en français, mathématiques, sciences, technologie, enseignement moral et civique sous licences *open* ou restrictive.

Nous pouvons également citer Prep'exam⁸¹, un site du portail Éduscol qui propose un accès gratuit à tous les sujets du baccalauréat général, technologique et professionnel, et les BRNE⁸² [Banques de ressources numériques pour l'école] qui proposent des contenus et services associés libérés de droits et gratuitement mis à disposition pour les enseignants et les élèves des cycles 3 et 4 couvrant le français, les mathématiques, l'histoire et la géographie, les sciences, et les langues vivantes étrangères (anglais et allemand).

Le site Éduscol a publié des fiches « repères » pour aider les enseignants à acquérir des ressources numériques⁸³.

77. Le portail propose également des liens vers des scénarios pédagogiques issus des ÉDU'bases « pour accompagner les enseignants dans la construction de leurs projets ». Voir www.edutheque.fr. Pour plus d'informations quant aux autorisations concernant les contenus, voir les conditions générales d'utilisation : www.edutheque.fr/connaître/conditions-generales-dutilisation.html.

78. Myriaié moissonne un ensemble d'entrepôts de producteurs de ressources et donne accès à des sélections de ressources thématiques. Après création d'un compte, les enseignants peuvent accéder à des informations complémentaires sur les ressources, les partager et les commenter, mais également référencer et valoriser leurs propres ressources. Voir www.myriai.eeducation.fr. Mentions légales et conditions d'utilisation : www.myriai.eeducation.fr/mentions-legales-et-conditions-generales-d-utilisation.

79. Voir <http://kids.englishforschools.fr/home>.

80. Les Fondamentaux ont été développés par Réseau Canopé. Le site s'adresse également aux médiateurs éducatifs et aux parents. Les vidéos sont accompagnées de fiches complémentaires [pédagogiques ou d'accompagnement] accessibles après inscription gratuite sur le site ; l'inscription permettant également de télécharger les vidéos. Voir www.reseau-canope.fr/lesfondamentaux.

81. Voir <http://eduscol.education.fr/prep-exam>.

82. Voir <https://eduscol.education.fr/pid35206/brne.html>

83. Ces fiches sont destinées aux enseignants, aux chefs d'établissement ainsi qu'aux parents et rassemblent des informations et des conseils sur l'acquisition et l'utilisation des ressources numériques pour l'école, en particulier des applications pour équipement mobile. Huit étapes ont été définies : Définir, Apprécier, Identifier, Sélectionner, Acquérir, Déployer, Utiliser et Vérifier. Elles sont issues d'une réflexion menée suite à des visites de terrain dans des écoles et collèges des académies de Nancy-Metz et de Versailles à la fin de l'année scolaire 2015-2016. Voir <http://eduscol.education.fr/pid33469/acquerir-des-ressources-numeriques.html>.

2

DES RESSOURCES ÉDUCATIVES ?

Dans la première partie du présent rapport, nous avons retracé l'historique des REL et donné les définitions et enjeux des organismes qui les développent ou les promeuvent. Mais ce qui nous intéresse, pour étudier le choix et la conception de ressources par les enseignants, c'est de savoir ce que l'expression « ressources éducatives » signifie, dans l'objectif de cerner les tâches singulières des enseignants autour des ressources, et pas spécifiquement des REL.

Le terme « ressource », au singulier, est d'un usage assez courant dans le champ des pratiques éducatives ; côtoyant entre autres ceux de « document », de « support » et de « séquence ». Cependant, que recouvre-t-il précisément ?

L'un des objectifs du projet ReVEA a été de reconceptualiser la notion de « ressource éducative ». Il a ainsi été convenu que le mot « ressource » renvoyait à ce qui est partageable et objectivable, au sens où il est possible d'en recueillir une trace (entretien, journaux de bord, observations, etc.), excluant, de fait, tout ce qui a trait aux états mentaux. Il ne s'agit donc pas des « idées que l'enseignant a dans la tête » [idée donnée par un collègue, longue réflexion menée au cours d'un trimestre, etc.], même si elles participent à l'élaboration des ressources. Il est alors important et nécessaire d'ancrer la notion dans l'activité de l'enseignant.

Ainsi a été considérée comme ressource éducative : une entité matérielle ou numérique qui est actualisée par la pratique de l'enseignant.

Il faut également penser au(x) service(x) lié(s) à la ressource, aux outils qui peuvent la rendre disponible ou aider à sa réutilisation.

Nous allons éclairer ici les différents sens du mot « ressource » et ses spécificités en éducation (en nous appuyant notamment sur les réflexions menées par Jean-Philippe Maitre et Éric Bruillard au sein du projet ReVEA).

La notion de « ressources »

Il s'agit dans un premier temps de reprendre les définitions classiques de la notion de ressource dont une première analyse conduit à séparer le mot au singulier et au pluriel.

ÉTYMOLOGIE, DÉFINITIONS, SYNONYMES

Étymologie

Le mot « ressource » vient du vieux français *resourdre* et du latin *resurgere* qui signifient « se relever », « se rétablir », « se ranimer », « ressusciter ». Nous retrouvons ce sens initial sous le vocable « ressourcement », qui signifie littéralement « retour aux sources », et les verbes « ressourcer » : « jaillir à nouveau de la » ; et « se ressourcer » : « effectuer un retour aux sources, trouver de nouvelles sources, reprendre de nouvelles forces⁸⁴ ».

Définitions

Pour un tour d'horizon des différentes acceptions du mot « ressource », nous nous sommes reportés au Trésor de la langue française (TLF) ainsi qu'au Centre national de ressources textuelles et lexicales (CNRTL)⁸⁵.

Une première analyse conduit à séparer le mot au singulier et au pluriel.

La ressource est un « moyen permettant de se tirer d'embarras ou d'améliorer une situation difficile », avec pour synonyme le mot « recours » :

> « Avoir la ressource de + inf. Avoir la possibilité de » ;

> « Avoir de la ressource. Savoir se tirer d'affaire en faisant appel à des moyens efficaces. »

Les ressources seraient les « moyens pécuniaires dont dispose une personne pour assurer son existence », les « moyens matériels dont dispose un pays, une région, une collectivité ». Cette dernière acception inclut les ressources naturelles.

Dans les vocabulaires spécialisés, en économie par exemple, les ressources sont un « ensemble des moyens financiers mis effectivement à la disposition de l'entreprise ». On parle aussi de « ressources propres ; ressources d'emprunt » et de « ressources budgétaires ».

En informatique, elles sont un « ensemble des moyens et richesses disponibles. Ensemble des moyens dont dispose un ordinateur pour exécuter un programme ou plusieurs programmes simultanément ».

À propos d'une technique, d'une science ou d'un art, il s'agit des « moyens, possibilités offertes à l'utilisateur ». En particulier, les ressources de la langue, les procédés littéraires, sont des « moyens » qui permettent à l'utilisateur d'exprimer sa pensée.

Au figuré, pour une personne, ce sont les « capacités, possibilités (physiques ou morales) dont elle fait preuve dans la difficulté ou l'effort ».

Les définitions plus anciennes du mot « ressources » signifient le « recours utilisé pour faire face à une situation difficile ». On peut trouver des utilisations du terme en fauconnerie : « remontée de l'oiseau après un mouvement de descente », définition qui sera détournée par la suite pour désigner la « manœuvre de redressement d'un avion ». C'est l'idée d'être en « capacité physique de fournir un nouvel effort ».

84. Le Trésor de la langue française (TLF) : <http://atilf.atilf.fr>

85. Le CNRTL offre la possibilité de rechercher dans divers champs : étymologie (www.cnrtl.fr/etymologie/ressource) et lexicographie (www.cnrtl.fr/lexicographie/ressource).

Le Littré, quant à lui, sépare quatre grandes acceptions⁸⁶ :

- « 1. Ce qu'on emploie pour se tirer d'un embarras, pour vaincre des difficultés.
2. Il se dit des forces de l'esprit, du caractère, auxquelles on a recours au besoin.
3. Les ressources d'une langue, les moyens qu'elle offre à l'écrivain pour rendre sa pensée.
4. Moyens pécuniaires. Il a tant dépensé qu'il est maintenant sans ressource. »

Le dictionnaire du Moyen Français⁸⁷ distingue un sens propre : « [1] Retour, rebondissement, contrecoup de qqc. [2] Remontée » ; et un sens figuré : « [1] Sursaut, [2] Relèvement, redressement [de qqn ou de qqc.], possibilité de se relever » ; et [3] par métonymie : « Moyen de se relever, de se redresser. »

Synonymes

Le dictionnaire des synonymes du CRISCO fournit 65 synonymes (sans différence entre singulier et pluriel)⁸⁸. On obtient le classement suivant : recours, moyen, gain, expédient, recette, refuge, argent, finance, fruit, pension, casuel⁸⁹, indemnité, secours, avantage, bourse, planche de salut.

La synonymie donnée par le CNRTL est également intéressante. Ce dernier donne 60 synonymes dont les dix premiers sont : moyen, gain, recours, argent, secours, truc, refuge, recette, rapport et fruit.

RESSOURCES ET NOTION CONNEXES

Aux définitions précédemment données, s'ajoute la réflexion sur le vocabulaire à utiliser pour décrire le travail mené par les enseignants autour des ressources permettant ainsi de les catégoriser comme étant **éducatives**, qu'elles soient libres ou non. Ainsi le terme « outil » a été choisi pour qualifier ce qui permet à l'enseignant d'agir sur les ressources ; celui de « sources » qui indique d'où proviennent les ressources ; et enfin celui de « catalogue » comme référenceur d'éléments permettant l'accès aux ressources.

Dans cette sous-partie, nous allons revenir sur ces définitions.

Outil/Instrument

Nous proposons, à partir de la distinction outil/instrument faite par Simondon (1958) pour caractériser les artefacts de l'informatique éducative – l'instrument prolonge le corps pour une meilleure perception, l'outil le prolonge pour une meilleure action –, de choisir ce dernier terme pour qualifier ce qui permet aux enseignants d'agir, et ainsi caractériser ce qui est utilisé par ces derniers pour construire ou transformer leurs ressources (logiciels de traitement de texte, de présentation de diapositives ; photocopieuses, etc.).

Source

On peut parler de sources :

- > provenant d'institutions (ministère de l'Éducation nationale, académies [IA-IPR, IEN, circonscriptions]), musées [Le Louvre...], l'Ina, le CNRS, etc.)⁹⁰ ;
- > d'éditeurs (qu'ils soient publics ou privés, d'entreprise ou d'association) ;
- > ou d'utilisateurs (individuels ou collectifs).

86. Voir www.littre.org/definition/ressource.

87. Voir www.cnrtl.fr/definition/dmf/ressource.

88. Voir <https://crisco2.unicaen.fr/des/synonymes/ressources>.

89. A. Qui est subordonné au hasard. B. Revenu aléatoire d'un emploi [accès à la définition en cliquant sur le terme puis sur « définition »].

90. IA-IPR : Inspecteur d'académie-inspecteur pédagogique régional ; IEN : Inspecteur de l'Éducation nationale ; Ina : Institut national de l'audiovisuel ; CNRS : Centre national de la recherche scientifique.

Celles qui nous intéressent – les ressources éducatives **libres** – peuvent être à la fois institutionnelles, éditoriales ou encore provenir des utilisateurs, à la condition que la ressource puisse être réutilisée [autorisations, licences] puisque l'on sait que les enseignants procèdent par remix, que ce soit sur du papier (en faisant des photocopies et du couper/coller) ou sur des supports numériques.

Dans le cadre du projet ReVEA, nous nous sommes accordés sur la nécessité de distinguer deux types de sources :

- > les sources dites de « **production** » [l'auteur/le fabricant de la ressource] ;
- > les sources dites de « **collection** » [le lieu – qu'il soit physique ou logique – où l'enseignant a pu accéder à la ressource].

Par exemple, un passage du *Malade imaginaire* extrait par l'enseignant d'une édition du livre possédé par le Centre de documentation et d'information (CDI) a pour source production *Le Malade imaginaire* de Molière. La source collection est, quant à elle, le CDI.

Si le même extrait est trouvé sur un site internet, la source production demeure *Le Malade imaginaire* de Molière, mais la source collection devient le site internet en question – qui aura certainement pu être trouvé grâce au « catalogue » Google.

Catalogue, entrepôt et index

Un **entrepôt** est une base de données qui contient les objets (applications, fichiers) et leurs métadonnées d'indexation. Il peut moissonner dans des index extérieurs et surtout être moissonné par d'autres portails qui présenteront tout ou partie de son contenu.

Les ressources sont principalement organisées selon les domaines, les thèmes et les types de matériaux.

C'est au début des années 2000 que débutent les premiers travaux autour de la conception d'entrepôts de ressources numériques. Il existe actuellement, dans de nombreux pays, des entrepôts de ressources ou des sites web offrant des ressources pédagogiques pour les enseignants.

Un **index**, dans sa définition en informatique, contient les métadonnées d'indexation des objets et un lien [URI⁹¹ ou DOI] qui pointe vers l'objet disponible sur un entrepôt externe.

Le terme « **catalogue** » utilisé ici ne fait pas référence à un magasin d'objets (*store*) permettant de réaliser des commandes ou d'établir des devis. Il s'agit plutôt d'un référencier d'éléments (avec parfois description des ressources) susceptibles d'être choisis par l'enseignant pour devenir des ressources si celles-ci sont intégrées dans sa pratique. Le catalogue est à la fois un contenant et un moyen d'accès ; le plus célèbre serait très certainement Google. On peut aussi évoquer le catalogue de n'importe quelle bibliothèque ou CDI.

Les ressources éducatives

RESSOURCES « PAR DESTINATION » ET RESSOURCES « PAR OPPORTUNITÉ »

Dans un « Petit glossaire à usage commun pour le pilotage et la conduite de projets d'espaces numériques d'éducation », Puimatto (2004) souligne que « *la notion de ressource pédagogique (ou éducative) est fortement liée à celle de document, et aux approches documentaires* ». Cependant, il précise que dans le domaine du multimédia, le terme « ressource » est plus générique que celui de « document » et recouvre un ensemble hétérogène de produits éducatifs. Soulignons que Puimatto commence sa définition en précisant que la ressource recouvre les « *moyens dont on dispose pour accomplir une action* ». Dans un article plus récent datant de 2014 – dans lequel il revient sur le projet Corrélyce [Catalogue ouvert régional

91. « Uniform Resource Identifier », littéralement « identifiant uniforme de ressource ». Il s'agit d'une courte chaîne de caractères identifiant une ressource sur un réseau, et ce de manière permanente même si la ressource est déplacée ou supprimée.

de ressources éditoriales pour les lycées] mis en place par la région PACA en partenariat avec les CRDP (actuellement Ateliers Canopé) d'Aix-Marseille et de Nice –, Puimatto différencie les ressources « par destination » des ressources « par opportunité », précisant que cette distinction « revêt une importance particulière pour les politiques territoriales » : « Les ressources par opportunité sont constituées par l'ensemble des titres éditoriaux en ligne non nativement destinés à l'éducation, mais néanmoins utilisables en classe [tandis que les] ressources par destination sont en revanche constituées par l'ensemble de la production éditoriale nativement destinée aux usages scolaires, le plus souvent sous forme didactisés. »

Soulignons que le terme « nativement » est également utilisé pour marquer une opposition entre ressource **nativement** « numérique » et ressource « numérisée ». Mais le plus intéressant pour notre propos, c'est l'idée que c'est l'usage ou l'utilisation de la ressource, sa contextualisation, qui la font devenir ressource **éducative**, ce dont nous avons tenu compte, en lien avec le projet ReVEA, dans notre proposition de reconceptualisation du terme.

REDÉFINITION DE LA NOTION DE « RESSOURCE ÉDUCATIVE »

À partir des définitions du mot « ressource », des évolutions récentes dans le domaine éducatif et des conditions d'emploi de ce mot dans différents textes, nous allons tenter d'en circonscrire le périmètre avant de préciser les qualificatifs et les actions associés aux ressources éducatives afin d'en reconstruire la notion.

Dans le domaine éducatif, la notion de ressource peut être spécifiée en tant qu'**éducative** ou **pédagogique**. Le vocable « ressource pédagogique » semble plus installé en France que celui de « ressource éducative », plutôt lié à internet et associé aux ressources libres ou ouvertes.

Comme nous l'avons vu en première partie du présent rapport, nous trouvons également les expressions « ressources d'enseignement et d'apprentissage » [REA], « ressources pédagogiques ouvertes » ou encore « ressources éducatives libres » [REL].

Au sens large, « ressource » recouvre tout objet/outil/service/personne permettant de réaliser une activité d'apprentissage ou d'enseignement donnée, **en contexte éducatif** ; l'importance de la contextualisation dans la définition de la ressource a également été soulignée par Stephen Downes [2007]. La notion peut aussi englober des lieux, des moyens matériels et des personnes. Ce sont aussi toutes les ressources proposées par des éditeurs privés (Belin, Hachette, etc.) ou publics tels que Réseau Canopé, et catégorisées par ces structures comme « éducatives » ou « pédagogiques » ; de même que celles ainsi définies par les utilisateurs.

Dans l'environnement numérique, le terme est avant tout utilisé pour désigner des « contenus éducatifs et pédagogiques » produits par des éditeurs et accessibles à partir de différents supports informatiques, en tout lieu, à tout moment et sur n'importe quel équipement.

Nous étendrons l'acception de ce terme aux éléments suivants :

- > les ressources pour enseigner (destinées exclusivement aux enseignants) ;
- > les ressources pour apprendre (qui seront mises à disposition des élèves pour leur apprentissage que ce soit en contexte de classe ou en dehors de la classe).

Sachant que la séparation entre ces deux types n'est pas forcément **pertinente** pour les enseignants.

Les ressources éducatives sont donc un ensemble de « moyens » pour enseigner et apprendre. Cet ensemble peut désigner : des ouvrages numériques (interactifs ou non), des documents divers (textes, présentations interactives, feuilles de calcul, documents interactifs...), des parcours de formation, des images, des séquences sonores, des vidéos, des blogs, des flux, etc. Certains de ces moyens sont appelés « grains », « granules » ou encore « briques ». Les « grains », nous le rappelons, sont les composants élémentaires que l'on ne peut plus réduire, qui peuvent donc se résumer à un seul objet comme une photo, un son,

une illustration, un extrait de texte, etc. ; il est possible de constituer des collections de grains (collection d'images, de cartes, de sons, de vidéos, de programmes ou d'appliquettes, etc.). Les grains peuvent être scénarisés ou non – la « scénarisation de la ressource pédagogique » recouvre les informations et consignes qui permettent de mettre en contexte l'utilisation des grains.

En conclusion de cette deuxième partie, il nous a paru essentiel de bien circonscrire le mot « ressource(s) » – indépendamment du fait qu'elle soit libre ou non, ou caractérisée comme étant « éducative » ou « pédagogique » – dans le cadre spécifique et strict des activités et tâches singulières des enseignants. Il faut bien comprendre la ressource comme une donnée objectivable (ce qui exclut donc de fait, nous le rappelons, tout ce qui a trait aux états mentaux).

Compte tenu des activités enseignantes autour des ressources, nous pouvons proposer ici d'en distinguer deux types :

- > les **ressources brutes**, qui sont extraites d'un « gisement » par les enseignants (cf. la mine) ;
- > les **ressources raffinées**, c'est-à-dire les ressources (re)travaillées par l'enseignant donnant lieu à un document produit (cf. la raffinerie, la manufacture).

3

CHOIX ET CONCEPTION DE RESSOURCES PAR LES ENSEIGNANTS

Les pratiques enseignantes

L'une des tâches centrales des enseignants est de concevoir, rechercher, sélectionner, modifier, recomposer les ressources qu'ils présentent à leurs élèves et qui servent de support à leurs activités.

Comme nous l'avons précisé en introduction, nous constatons avec le passage du papier au numérique l'émergence de nouvelles pratiques du fait des possibilités offertes par les outils : modes de présentation différents et variés (vidéoprojecteurs, TNI, ordinateurs, etc.), diffusion/rediffusion, mutualisation, partage, production de vidéos (en classe et/ou à la maison ; ENT, classe inversée, etc.), création de ressources individuellement ou bien à travers des collectifs, des associations et des réseaux (Sésamath, l'APSES, AbulÉdu, Viaéduc...), etc.

Avant de nous pencher plus précisément sur la manière dont les enseignants conçoivent ou choisissent une ressource, il nous paraît intéressant de préciser les termes « activités » et « séance/séquence », ainsi que de présenter la notion de « collection » développée dans le cadre du projet ReVEA, afin de mieux saisir les pratiques enseignantes.

PLANIFIER SES COURS

De nombreux travaux en sciences de l'éducation (voir par exemple les travaux de Marguerite Altet ou de François Victor Tochon), mais également des recherches plus récentes sur les modes de gestion personnelle des informations par les enseignants (travaux de Diekema et Olsen de 2012 et 2014 dans le cadre des recherches en PIM – Personal Information Management⁹²) ont bien montré le rôle central de la planification. Planification et modes de gestion personnels sont des activités imbriquées avec la sélection des ressources opérées justement lors des phases de conception d'une progression (année ou semestre ; long terme), mais aussi d'une séquence (étalée sur quelques semaines ; moyen terme), d'une séance et d'activités (quelques semaines ou heures de cours ; moyen ou court terme), ou encore d'une heure de cours (court terme).

92. Les recherches en PIM, menées majoritairement aux États-Unis, sont cependant plutôt centrées sur les interactions homme-machine (IHM) et le développement d'outils « adéquats » pour améliorer les activités de recherche et de gestion de l'information.

Rappelons :

- > qu'une activité mobilise *a minima* un grain avec des éléments permettant la mise en œuvre d'une phase d'apprentissage dont les objectifs sont *a priori* clairement identifiés ;
- > qu'une séance est composée d'une ou plusieurs activités (la durée d'une séance varie de 20 à 50 min, voire plus au lycée) ;
- > qu'une séquence est composée de plusieurs séances.

Les activités de préparation de séquences/séances/activités peuvent être assurées de manière quasi-continue. Par exemple, un enseignant de SVT peut passer une partie de ses vacances à ramasser des roches. De même, un enseignant peut prendre des photos, enregistrer des émissions ou des films, voir des expositions, consulter des ouvrages dans son domaine, etc. Tout cela concourt à son développement professionnel et peut fournir des ressources actualisables à un moment donné. Cette activité à la fois continue et diffuse n'est pas directement observable ; à moins de l'aborder, en partie, sous l'angle de la « collection » constituée par l'enseignant et de ses modalités d'organisation.

COLLECTION ET SYSTÈMES DE RESSOURCES

Ainsi, tout au long de sa carrière, l'enseignant se constitue des collections à la fois matérielles et numériques.

Tout d'abord, il peut y stocker/supprimer des **ressources raffinées** qu'il a construites et qu'il continue (ou non) d'adapter année après année. Ensuite, il peut aussi y stocker/supprimer les **ressources brutes** : tous les éléments qu'il a pu prélever dans des livres, articles, sites internet, mais aussi dans des vide-greniers, des ateliers de mécaniciens ou encore des laboratoires de chimie.

La collection est donc constituée de **ressources effectives** – des éléments déjà utilisés auprès des élèves – et de **ressources potentielles** – des éléments bruts ou raffinés mais non encore investis dans une pratique didactique.

La collection va aussi différer d'une discipline – on peut effectivement parler des fortes cultures disciplinaires respectives auxquelles appartiennent et participent les enseignants et contribuant à la vision de leur métier – ou d'un individu à un autre (parcours individuels, expériences personnelles).

Une autre notion qui semble tout aussi importante et mériterait qu'on s'y attarde est celle « d'étagère », qui renverrait à la façon dont sont présentés les objets et qui permettrait leur sélection, sachant que la numérisation croissante (proposée aux – mais aussi par – les enseignants) des ressources va très probablement modifier les pratiques ; la visualisation et la proximité physique des ressources/objets papiers étant très différentes de celles des ressources/objets numériques.

Les activités des enseignants en matière de ressources conduisent également à s'interroger sur les processus organisationnels de ces derniers et de l'éventuelle existence d'un système de ressources.

Les modes de circulation des ressources

LES PRATIQUES INDIVIDUELLES

L'activité de l'enseignant

La réflexion sur les systèmes d'instruments nous invite à penser les articulations entre sélection de ressources, création de ressources (en vue d'une activité en classe), et stockage des ressources, en tenant compte des différents environnements d'activités des enseignants : personnel ou collectif, au sein de l'établissement, d'associations ou encore de réseaux qui

peuvent influencer leurs pratiques. Un cadre théorique intéressant pour décrire l'activité de préparation des cours des enseignants est l'approche ternaire de l'activité de Leontiev (1984). Ce cadre permet de penser l'articulation des trois niveaux emboîtés : l'activité, qui est liée aux motifs (la préparation des cours et des ressources à montrer aux élèves), l'action, liée aux buts (l'enseignant, l'acteur, poursuit une suite de buts et réalise les actions qu'il juge nécessaires pour atteindre les buts qu'il se fixe), et les opérations, liées aux conditions (permettraient de décrire au plus proche les gestes mis en œuvre).

La préparation des cours n'est pas un simple travail technique dont on pourrait décrire les caractéristiques principales – dans des processus relativement vite stabilisés (dès qu'un enseignant a un peu d'ancienneté) – mais une activité qui engage les personnes elles-mêmes, et donc susceptible de grandes différences interindividuelles et peut-être parfois intra-individuelles.

Ainsi, dans le cas des langues, le « plaisir personnel » est un élément central, selon les enseignants, dans le choix de leurs ressources (Beauné *et al.*, 2015). D'autres exemples ont été repérés au cours des enquêtes menées au sein du projet ReVEA :

- > en sciences de la vie de la Terre, un enseignant passionné d'archéologie fréquente des sites de fouilles, récolte des macrofossiles, puis réalise des montages vidéo ;
- > des passionnés d'art ou d'histoire de l'art en physique-chimie et en maths y trouvent beaucoup de sources d'idées pour la classe ;
- > un professeur de physique-chimie, passionné et membre d'un club d'astronomie, prend beaucoup de photos personnelles, filme ses propres expériences et en fait filmer certaines par ses élèves ;
- > en STI, des professeurs passionnés d'aviation, de design ou de plongée, s'appuient sur leur passion pour construire des ressources et des activités.

L'importance prise par ces facteurs personnels rejoint les analyses (en particulier Diekema et Olsen, 2012) sur les notions de pertinence et d'évaluation de l'information qui font partie du travail réalisé par les enseignants sur les ressources.

D'autres observations dans le cadre de ReVEA⁹³ ont permis, cette fois, de relever des activités et des discours autour des REL. L'une dans l'enseignement spécialisé « Maintenance des véhicules » (lycée professionnel) et les disciplines STI et technologie (au collège), menée par Michael Huchette, et l'autre menée par Pascale Hannoun en physique-chimie (lycée) :

- > concernant la discipline physique-chimie, Pascale Hannoun, qui a interrogé huit enseignants, rapporte que ces derniers font la différence entre ressources payantes ou gratuites et sont conscients que certains contenus accessibles gratuitement ne sont en fait pas libres. Elle note qu'il y a peu de positionnement spontané de la part des enseignants sur les REL ; seul un enseignant estime qu'il fait ce qu'il veut avec ce qu'il trouve sur internet, du moment qu'il sait comment récupérer le document ou la vidéo : « Je considère que sur internet tout est libre est gratuit », quatre enseignants déclarent spontanément vérifier les droits des images ou des vidéos avant de les utiliser, et une enseignante rapporte avoir envoyé un mail à une société pour obtenir une vidéo (car elle ne savait pas l'extraire) ;
- > les retours d'entretiens de Michael Huchette montrent que les enseignants mobilisent principalement des applications logicielles et des documents édités pour et utilisés dans l'industrie, par exemple des logiciels de CAO (conception assistée par ordinateur) pour la représentation et la simulation de systèmes techniques, des logiciels de programmation pour l'informatique embarquée ou encore des bases de données techniques pour la réparation automobile. Les abonnements et les licences – pour une utilisation par les élèves dans les salles équipées d'ordinateurs – sont achetés par les établissements scolaires : en général des licences « éducation » ; la convention entre l'AFNOR et le ministère de l'Éducation nationale, signée en 2008, permet aux établissements d'accéder aux normes à un tarif préférentiel. Huchette souligne qu'il existe des pratiques de contournement des limitations d'accès et d'utilisation des documents ou d'informations techniques dites « sensibles » considérées comme nécessaires par certains enseignants : prendre contact avec

93. Les résultats ont été diffusés en interne aux membres du projet.

l'auteur d'une thèse de doctorat en sciences de l'ingénieur au sujet de données techniques précises non communiquées par le constructeur aéronautique, accéder à une norme coûteuse par le biais d'un ami ingénieur qui travaille dans le privé, ou encore anonymiser des documents afin qu'on ne puisse pas identifier l'entreprise d'où ils sont issus. Enfin Huchette rappelle qu'il existe des réseaux d'enseignants où s'échangent gratuitement des documents pédagogiques, sous condition d'inscription ou d'adhésion, comme l'association Pagestec⁹⁴ [pour la technologie au collège] ou encore le site de ressources MySTI2D⁹⁵ [pour les STI2D].

Le travail que fait un enseignant sur les ressources s'appuie sur un système d'attentes et de contraintes. Un enseignant peut ne pas réaliser de production effective préalable s'il se considère à même d'accéder et d'actualiser ce qu'il percevra nécessaire au cours de la séance. À l'opposé, un enseignant peut vouloir concevoir des ressources que des collègues pourront aussi utiliser et qu'il souhaite rendre moins dépendantes de sa propre pratique de classe. Cependant, une trop grande adéquation entre des ressources et l'utilisation personnelle qui en est faite peut constituer un obstacle à leur circulation et à leur partage. On peut également imaginer un enseignant qui travaille hors du contexte d'une classe particulière à l'élaboration de scénarios et de ressources et qui les adapte au dernier moment pour un contexte de classe particulier [ce qui donne deux phases de préparation].

Une séparation similaire peut être opérée entre la préparation d'une séance en présence et d'une séance à distance (non nécessairement en synchrone), ou encore la prise en compte du handicap, nécessitant de prévoir à l'avance des ressources adaptées.

Dans la très grande majorité des cas, l'anticipation d'une séance de cours peut s'avérer utile pour conceptualiser le travail sur les ressources. Les enseignants ayant une ressource particulière vont développer un scénario permettant son utilisation. Ou alors ils ont élaboré un scénario qui nécessite, pour être actualisé, de trouver ou concevoir des ressources particulières qui devront remplir certaines conditions liées au scénario lui-même. Il apparaît donc clairement que le travail sur les ressources et les pratiques de classe sont fortement liés et nécessitent de voir comment récupérer puis interpréter la conception de ressources et la préparation du cours.

Enfin, on peut penser que la ressource [au sens d'un objet « matérialisé » : un document, un fichier...] n'est pas le produit principal de l'activité enseignante, mais n'est qu'un élément qui s'inscrit dans la manière dont l'enseignant projette sa pratique dans la classe et tient compte de l'infrastructure qu'il perçoit comme disponible. Ainsi, la question n'est pas du tout de même nature quand il s'agit d'analyser les différences entre un enseignant débutant, encore hésitant dans sa pratique de classe, et un enseignant confirmé ; une étude sur les incidences d'un changement de programme pourrait permettre d'analyser plus finement ces différences dans la mesure où cela induit des changements dans les pratiques *a priori* stabilisées des enseignants confirmés.

Héritage et confiance

Une autre façon pour les enseignants de choisir et récupérer les ressources est de se reposer sur leur système de confiance et leur réseau de pairs, à savoir les collègues – bien souvent de même discipline et travaillant au sein du même établissement.

Ces deux processus, l'héritage – c'est-à-dire la transmission effectuée au cours de la formation initiale ou lors des premières années d'enseignement d'un objet ou d'une situation –, et la confiance – à savoir le fait d'accorder du crédit à des sources [des personnes, des ouvrages, des sites] qui seront alors considérées comme fiables et importantes, etc. – ont été mis en évidence dans les travaux de Diekema et Olsen [2012, 2014] et les chercheurs du projet ReVEA. Ainsi Pascale Hannoun [document interne ANR-ReVEA] rapporte que deux enseignants sur les huit interrogés [discipline physique-chimie] déclarent plutôt choisir des sites institutionnels car ils ont besoin d'une garantie, les autres enseignants estimant

94. Voir www.pagestec.org/spip.

95. Voir www.mysti2d.net.

que les propositions émanant des sites académiques sont pauvres en quantité et en qualité : ni originales ni adaptées à leur besoin. Michael Huchette rapporte également (discipline STI) que les ressources disponibles sur les sites académiques ou sur le site Éduscol semblent peu utilisées. Ces observations font écho aux travaux de Diekema et Olsen qui avaient aussi relevé que les enseignants utilisaient peu les ressources éducatives développées à leur intention, en particulier celles mises à disposition sur et par les bibliothèques numériques. Très souvent, la confiance est plutôt accordée à des pairs avec lesquels ils ont l'habitude de travailler et donc qu'ils connaissent (Lane, 2008 ; Diekema et Olsen, 2012, 2014) ; ils peuvent alors discuter de la pertinence des ressources *in situ*, les ressources ayant en quelque sorte déjà été « testées » et étant livrées avec des informations supplémentaires (Diekema et Olsen, 2012, 2014). Hannoun rapporte que les enseignants citent régulièrement certains sites de collègues [au sens large] ou d'associations qu'ils consultent, notamment pour les animations, comme Ostralo⁹⁶ ou encore le site personnel de Gilbert Gastebois⁹⁷.

On peut aussi noter, comme Lambrechts et Plaisant (2013) l'avaient observé, la disposition spontanée des enseignants à reproduire l'enseignement reçu, avec une tendance naturelle à reprendre les anciens découpages chronologiques scolaires reçus de leurs propres professeurs.

Enfin, les notions d'héritage et de confiance se retrouvent au sein des réseaux et collectifs enseignants qui développent leurs propres ressources afin qu'elles soient plus « adaptées » à leurs besoins.

COLLECTIFS ENSEIGNANTS ET PRATIQUES COLLECTIVES

Les réseaux et collectifs enseignants permettent à ces derniers de mutualiser et partager les ressources.

Différentes études menées en Angleterre et aux États-Unis entre 2005 et 2011 (Riege, 2005 ; Petrides *et al.*, 2008) ont montré que ceux-ci favorisent :

- > l'intégration de nouvelles ressources dans les cours ;
- > l'amélioration des connaissances et des méthodes d'enseignement ;
- > la mise en contact avec des collègues partageant des intérêts pédagogiques similaires.

Dans sa thèse sur les réseaux en ligne d'enseignants (2012), Isabelle Quentin rappelle que la caractérisation des collectifs est délicate car il existe des types d'organisation différents – communautés de pratique (Wenger, 1998), listes de discussion (Drot-Delange, 2001), et forums d'enseignants (Henri *et al.*, 2007) – évoluant sans cesse – système général de l'activité (Engeström 1987), processus de *sensemaking* (Weick 2005) – et selon une dynamique au cœur de tensions (Barab *et al.*, 2004)⁹⁸ :

- > conception/usages ;
- > participation/réification ;
- > local/global ;
- > identification/négociation ;
- > en ligne/en face-à-face ;
- > diversité/cohérence.

En France, des collectifs enseignants sont très présents dans la création et l'échange de ressources. Isabelle Quentin en avait dénombré 88⁹⁹ dont les plus connus étaient et sont toujours les Clionauts (histoire, géographie et éducation civique), WebLettres (enseignement des lettres), Sésamath (mathématiques) et l'APSES (sciences économiques et sociales). Concernant les ressources en ligne pour l'enseignement, les sites des associations font partie d'un ensemble foisonnant : sites personnels, sites issus de travaux de recherche (Éducmat, Pégase, Biotique à l'INRP) et sites institutionnels (sites académiques, sites disciplinaires, ÉDU'bases, Expérithèque, etc.).

96. Voir www.ostralo.net.

97. Voir <http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr>.

98. Voir la thèse d'Isabelle Quentin (2012) pour les références (état de l'art et bibliographie).

99. 36 réseaux dont 21 destinés aux enseignants du secondaire et 52 forums ou listes de discussion dont 16 destinés aux enseignants du secondaire.

Dans le cadre de sa thèse, Isabelle Quentin avait principalement analysé les collectifs Sésamath, l'APSES, Pédago 2.0 (histoire et géographie) et ED (économie et droit) – mettant alors en évidence deux modèles principaux : **la ruche**, qui caractérise les collectifs très productifs (Sésamath, APSES) sous-tendus par des valeurs partagées fortes, des règles très contraignantes et explicites et qui ne donnent pas à voir leurs processus de production, et **le bac à sable**, pour les collectifs d'échanges et de mutualisation (Pédago 2.0, ED) ayant des règles souples et implicites, publiant l'ensemble de leurs interactions et permettant la diffusion et la légitimation de pratiques d'enseignement. Elle a pu constater cependant que la collaboration n'allait pas de soi puisque plus de 70 % des membres restent invisibles contre seulement quelques locuteurs très prolixes ; les tâches réalisées collectivement sont quasiment inexistantes et les discussions aboutissent rarement à la création d'une connaissance nouvelle partagée par le groupe. Néanmoins, les réseaux d'enseignants permettent à leurs membres de confronter leurs pratiques avec celles de leurs pairs : les enseignants les plus aguerris partagent leur savoir-faire, et les jeunes enseignants prennent confiance en eux.

Isabelle Quentin a ainsi pu identifier quatre profils d'utilisateurs :

- > les utilisateurs invisibles ;
- > les relais qui transfèrent des informations publiées par d'autres ;
- > les donneurs qui partagent leurs propres ressources ;
- > les coopérateurs qui conçoivent collectivement des ressources.

La question des profils a révélé les positions, parfois délicates, et les actes des membres des collectifs concernant la recherche, le partage et la conception des ressources : les utilisateurs des manuels Sésamath s'assument comme « consommateurs », des membres invisibles du réseau ED décrits comme des « pilleurs », ou encore des « membres hyperactifs qui se mettent trop en avant » dans le réseau Pédago 2.0.

Cependant, Isabelle Quentin a pu montrer que les réseaux professionnels facilitaient l'émergence et la clarification d'une identité professionnelle via l'identité collective, instaurant ainsi un climat de confiance favorisant les apprentissages et les transferts de connaissances.

Une analyse des rapports entre activités individuelles et collectives au sein d'un collectif militant dédié à l'enseignement des langues (des enseignants des trois niveaux – élémentaire, secondaire et supérieur – ont été interrogés) menée par Aurélie Beauné dans le cadre de ReVEA¹⁰⁰ a également montré que pour certains enseignants, les participations aux activités collectives peuvent marquer les pratiques individuelles. L'analyse permet également de faire ressortir des différences entre les novices et les enseignants expérimentés : pour un jeune enseignant, les activités collectives participent à l'orientation de la collecte de ses ressources, tandis que chez un collègue expérimenté, elles semblent modifier en premier lieu le processus de production des ressources. Beauné souligne que la sélection apparaît comme le processus le plus marqué par la participation aux activités collectives sur les ressources.

Concernant la production de REL, en particulier les logiciels, Stephen Downes (2007) rappelle qu'elle est dans une large mesure conduite par du personnel bénévole poussé par une motivation altruiste. Il souligne que ces mesures incitatives non financières exigent souvent que l'action de partage des ressources ait lieu dans une communauté, étant donné que nombre des facteurs qui incitent à partager des ressources ne peuvent être développés qu'au sein d'une collectivité. En référence à Horton (2005), Stephen Downes (2007) souligne qu'un organisme bénévole a besoin d'une vision, d'une stratégie et de rôles clairement définis pour les participants – ce qui a pu être observé dans les collectifs enseignants. En 2005, Foote [cité par Downes, 2007, p. 39-40] a décrit deux grands modèles d'organisation concernant les communautés de ressources ouvertes axées sur les bénévoles : le modèle communautaire [*community model*] dont la réputation est bien assise – les utilisateurs sont reconnus, ils ont le pouvoir et sont respectés –, et le modèle émergent [*emergent model*] où les utilisateurs

100. Document interne au projet (non publié) remis pour lecture le 25 janvier 2017.

n'ont aucun pouvoir et ne sont pas reconnus. Pour Stephenson (2005, cité par Downes, 2007, *idem*), ces systèmes peuvent être pensés en combinaison où « ceux qui créent, utilisent et améliorent le contenu ouvert forment un écosystème ».

La thèse de Thai Nguyen (2012) sur les outils de partage en ligne des ressources pour l'enseignement, bien qu'ayant pour cadre le système éducatif vietnamien, nous renseigne plus précisément sur les processus d'échange de ressources entre enseignants.

Au Vietnam, tout comme en France, l'utilisation des TIC dans l'enseignement est encouragée par le ministère Éducation et Formation qui avait d'ailleurs renforcé l'application des technologies de l'information entre 2008 et 2009 en développant (via des initiatives privées avec des sociétés telles que Microsoft par exemple) des sites web de partage de ressources pour l'enseignement, venant alors s'ajouter à un environnement déjà très varié : réseaux sociaux, entrepôts de ressources liés aux universités, UNT, sites d'associations d'enseignants, etc.

Thai Nguyen a commencé par analyser les études sur les utilisateurs des entrepôts de ressources et des sites web de partage, et a montré que les activités principales des enseignants sont avant tout le téléchargement, le dépôt, le partage et la publication de commentaires ; les enseignants étant motivés par le besoin de gagner du temps et l'envie d'améliorer leurs connaissances et leurs méthodes d'enseignement.

Ses recherches, corroborant les précédentes études sur le sujet, ont souligné que les facteurs favorables au partage et à la participation sont la qualité des ressources, les fonctionnalités (discussions, partage de ressources) et la flexibilité (facilité d'utilisation) du site, mais aussi l'incitation (qui peut passer notamment par un bon leadership), la motivation et la confiance ; la méfiance constituant effectivement l'un des freins à l'utilisation des sites. Concernant les obstacles, Thai Nguyen pointe l'importance de mettre à disposition des enseignants des ressources pédagogiques adaptées, la nécessité de former les administrateurs, et le fait que le leadership de l'école peut constituer une barrière à la circulation des ressources éducatives ; sachant que les enseignants ont déploré la « lourdeur » du site institutionnel et son utilisation à des fins commerciales (publicité) par des sociétés privées. Enfin, elle a pu relever qu'un manque de culture informatique et de compétences informationnelles – recherche documentaire (et notamment sur le web), méconnaissance des TIC (outils, systèmes...), etc. – pouvait brider les enseignants. Le compte-rendu d'un débat sur les besoins des acteurs de terrain en termes de ressources numériques par Françoise Solliec (2010) soulevait la question des utilisations de REL avec les problématiques de formation des enseignants à l'utilisation de TIC, et invitait à réfléchir aux régulations nécessaires au sein d'écosystèmes élargis, impliquant diverses communautés dans la production et l'utilisation des ressources en classe.

Thai Nguyen a ainsi pu mettre en avant les éléments faisant d'un site un « bon » site de partage :

- > structure : interface « intuitive » (organisation des ressources par thèmes) ;
- > ressources : ressources approfondies correspondant aux manuels (documents sur les méthodes d'enseignement, informations souvent mises à jour) ;
- > fonctionnalités : procédures faciles (téléchargement, dépôt, forum pour discuter des thèmes pédagogiques) ;
- > gestion : gratuité des ressources (encouragement à la participation).

Cependant, elle a pu constater un fossé entre les besoins déclarés des enseignants et le partage effectif des ressources ; la majorité d'entre eux étant soumis à de nombreuses pressions liées à leur environnement professionnel (programmes surchargés, manuels difficiles et inappropriés, pression des inspections, etc.) – ce qui correspond à des déclarations que nous avons pu relever fréquemment de la part d'enseignants français, bien qu'en dehors du cadre d'une enquête approfondie – et au fait qu'ils n'ont pas envie que d'autres prennent facilement ce qu'ils ont mis beaucoup de temps à produire.

Bien que les pratiques changent, il reste difficile de documenter les évolutions sur les ressources et leur utilisation, car il y a très peu de données – et ce même sur ce qui est financé par le public, par exemple les données du Syndicat national de l'édition ou encore des espaces numériques de travail. L'analyse des bases de données anonymisées du Centre français de copie [Boelaert et Khaneboubi, 2015] indique un accroissement des photocopies faites dans les établissements, ainsi qu'une stabilité des éditeurs photocopiés (huit principaux), mais montre que les données récoltées ne permettent pas de bien suivre les tendances nouvelles, notamment l'élaboration de documents composites pour les élèves. Une autre enquête [Khaneboubi *et al.*, 2015], cette fois auprès des CDI, confirme l'utilisation croissante des ressources numériques par les enseignants et souligne l'absence de mise en place d'une politique documentaire dans les établissements incluant une gestion affirmée des ressources éducatives ; que nous étendons également aux ressources produites par les enseignants.

En conclusion de cette partie, nous pouvons distinguer trois situations :

- > l'enseignant produit une ressource – conception et réalisation – dans le cadre de l'exercice de sa fonction ;
- > l'enseignant produit une ressource – conception et réalisation – à titre personnel, dans le cadre d'une association ou d'un site personnel, à des fins de partage et d'échange [sans exclure des possibilités de commercialisation] ;
- > l'enseignant produit une ressource pédagogique – conception – dans le cadre d'une réalisation par un éditeur public ou privé comme auteur rémunéré sous contrat.

Dans les trois cas, l'enseignant jouit de la propriété intellectuelle sur la ressource pédagogique produite mais les questions du droit d'auteur, des conditions d'utilisation et de réutilisation de sa production par ses pairs ou par ses élèves, celles de sa diffusion, de son partage et de sa publication ne l'engagent pas de la même manière (ainsi que son employeur) ; le numérique complexifiant la création et l'éditorialisation de la ressource.

L'éducation fait appel depuis longtemps à divers supports, outils, médias et ressources ; « le terme "ressources" [ayant été] associé à divers qualificatifs à la signification souvent imprécise : multimédias, numériques, éducatives, pédagogiques, libres... » (Baron et Dané, 2007). Les auteurs soulignent par ailleurs qu'au cours du xx^e siècle, la question des ressources pour l'Éducation nationale a connu plusieurs développements, et, avec celui de l'informatique et l'essor d'internet, « les ressources, qualifiées de "multimédias", puis "numériques" sont devenues un enjeu tangible pour l'éducation ». Ils précisent aussi que « dans tous les pays industrialisés, de nombreuses questions commencent à être posées sur les modalités de leur élaboration, le contrôle de leur qualité, leurs impacts sur l'éducation et l'instruction... », et notent qu'« une caractéristique intéressante » des ressources accessibles librement « est qu'elles sont parfois développées par les usagers eux-mêmes [...] et ont un caractère rapidement évolutif ».

La multiplication des plateformes – de contenus et de création de scénarios, de bases de données (avec une question sur la place des données publiques potentiellement exploitables et réutilisables en contexte pédagogique si un organisme envisage de les structurer en tant que telles), etc., – de même que les changements technologiques et techniques concernant les modes de gestion des ressources nous invitent à nous (ré)interroger sur les pratiques enseignantes, notamment si les processus et les tâches quotidiennes autour des ressources se complexifient (environnements qui changent rapidement, surabondance d'information, formation et compétences translittéraciques...). On peut alors se poser la question du degré d'autonomie des enseignants, surtout si ces derniers deviennent dépendants d'un certain type d'infrastructures (notamment des modèles *freemium*) ou encore de services spécifiques associés aux ressources (stockage, cloud, gestion, scénarisation des grains pédagogiques, diffusion et validation...).

Les discours autour de l'intégration (« intégration des TICE ») peuvent laisser penser que les ressources numériques vont simplement « s'ajouter » selon des principes maîtrisés par les enseignants aux ressources existantes : compléter, étendre, se substituer, etc. Mais ces discours minorent les effets de l'environnement en postulant une simple continuité sans grande rupture. Or des éléments observés dans les pratiques indiquent des changements importants, comme le recours massif aux vidéos sur YouTube en anglais, les pratiques de classe inversée, la mise en place de travaux pratiques autour de recherches documentaires, l'utilisation des systèmes de projection multipliant les visualisations de documents vidéo...

L'approche par la théorie de l'activité, complétée par des descriptions de l'environnement, des instruments et ressources disponibles – indépendamment du fait de leur mobilisation dans des actions – peut nous permettre d'approfondir nos connaissances. Cela donne une première approche des potentialités (qui sont actualisées ou non), par exemple l'utilisation possible de vidéos en cours et la manière d'y accéder.

Ce qu'il faudrait désormais regarder pour poursuivre notre réflexion sur les pratiques enseignantes autour des ressources, ce sont les processus organisationnels de ces derniers, c'est-à-dire le mode de gestion de leurs ressources. Une focalisation pourrait être ainsi faite sur le cycle de vie des ressources produites par les enseignants, à la fois au niveau individuel – comment l'enseignant lui-même gère-t-il sa [ses] propre[s] collection[s] – et au niveau collectif – quand il y a mutualisation entre pairs, soit au niveau de l'établissement, soit au sein d'un réseau [réseaux sociaux ou professionnels – Viaéduc –, collectifs enseignants].

Dans ce cadre, une étude est à mener sur les ressources (papiers et numériques, abonnements, logiciels, etc.) et outils (ordinateurs, ENT, TNI, etc.) disponibles au sein de l'établissement scolaire, dans la mesure où il est possible que les actions des enseignants s'organisent ou soient conditionnées selon les infrastructures disponibles ou non (CDI, salles équipées, armoires, cabinets, laboratoires, etc.). Ce qu'il faut comprendre, c'est l'inter-relation entre les différents niveaux (travail individuel, tâches collectives, établissement scolaire, collectifs ou réseaux, offres nationales et prescriptions du ministère de l'Éducation nationale) qui peuvent renforcer la dépendance avec l'environnement et les infrastructures proposées ou développées par cet environnement. Il est ici question de l'autonomie de l'enseignant et de sa maîtrise des outils techniques (formes de recherches et d'accès aux ressources).

Les relations entre les tâches individuelles et les environnements dans lesquels elles se déploient nous semblent une question essentielle qui fera l'objet de toute notre attention.

GRANDS ORGANISMES IMPLIQUÉS DANS LES REL : UNESCO, AUF, OCDE, OIF

Documents

Dieng Y., Grégoire R. [2016], « Référentiel de compétences REL : guide du formateur », OIF, p. 20. PDF : 104 p. En ligne : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266162>.

OCDE [2007], *Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources*, Paris, OCDE/CERI, PDF : 153 p. En ligne : www.oecd.org/edu/ceri/38654317.pdf.

OIF [2016], « Référentiel de compétences REL v.1.1 », PDF : 8 p. En ligne : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266159?posInSet=1&queryId=f601fec0-0d98-4d80-a41d-430e7d260d6f>.

OIF [2012], « Horizon 2020 : stratégie de la francophonie numérique. Agir pour la diversité dans la société de l'information », PDF : 14 p. En ligne : http://mediatheque.francophonie.org/IMG/pdf/SOMMET_XIV_Strategie_TIC_2012-2.pdf.

Unesco-COL [2015], « Lignes directrices pour les ressources éducatives libres (REL) dans l'enseignement supérieur », PDF : 31 p. En ligne : <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002328/232842f.pdf>.

Unesco [2013], « Document d'information relatif au Congrès mondial des ressources éducatives libres : Paris, 2012 », PDF : 6 p. En ligne : <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002225/222585f.pdf>.

Unesco [2012], « Déclaration de Paris. Congrès national sur les ressources éducatives libres (REL) 2012 Unesco, Paris, 20-22 juin 2012 », PDF : 2 p. En ligne : www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/French_Paris_OER_Declaration.pdf.

Unesco [2010], « Amener les ressources éducatives libres (REL) au-delà de la communauté des REL : développement des politiques et renforcement des capacités. Document préparatoire au Forum de l'Unesco », PDF : 13 p. En ligne : http://oerworkshop.weebly.com/uploads/4/1/3/4/4134458/issues_paper_forum_unesco_sur_les_rel_final_fre.pdf.

Unesco [2002], « Forum sur l'impact des didacticiels libres pour l'enseignement supérieur dans les pays en développement : rapport final », PDF : 29 p. En ligne : <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001285/128515f.pdf>.

Sites web

Chaire Unesco/COL sur les REL : <http://unescochair.athabascau.ca>

OERE Workshop : <https://oerworkshop.weebly.com>

DOCUMENTS SUR LES REL

Antoni [d'] S. [2008], *Open Educational Resources the Way Forward Deliberations an International Community of Interest*, Unesco/IIEP, PDF : 28 p. En ligne : <http://stoa.usp.br/liliansta/files/-1/2843/OER+Way+Forward+final+version.pdf>.

Beauné A. [n/a], « Ressources éducatives & logiciels libres » [synthèse]. En ligne : <http://vstice.auf.org/edition-scolaire-numerique/ressources-educatives-logiciels-libres>.

Butcher N. [prepared by], Kanwar A., Uvalic-Trumbic S. [eds] [2011, 2015], *A Basic Guide to Open Educational Resources (OER)*, Unesco/COL, PDF : 138 p. En ligne : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002158/215804e.pdf>.

McGreal R., Kinuthia W., Marshall S. [eds] [2013], *Open Educational Resources: Innovation, Research and Practice*, COL/Athabasca University, PDF : 268 p. En ligne : http://oerknowledgecloud.org/sites/oerknowledgecloud.org/files/pub_PS_OER-IRP_web.pdf.

Touzé S. [2014], « Ressources Éducatives Libres en France : regards, perspectives et recommandations », Unesco/IITE, PDF : 106 p. En ligne : <http://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214733.pdf>.

RAPPORTS

Ministère de l'Éducation nationale, ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, ministère de l'Économie et des Finances [2013], « La structuration de la filière du numérique éducatif : un enjeu pédagogique et industriel », rapport IGEN/IGAENR, PDF : 63 p. En ligne : http://cache.media.education.gouv.fr/file/2013/46/0/2013-073_Numerique_educatif_271460.pdf.

Atkins D. E., Brown J. S., Hammond A. L. [2007], « Foundation: A Review of the Open Educational Resources (OER) Movement: Achievements, Challenges, and New Opportunities », rapport à la Fondation William et Flora Hewlett, PDF : 80 p. En ligne : <http://pdfs.semanticscholar.org/8d16/858268c5c15496aac6c880f9f50afd9640b2.pdf>.

Ivan C. S. [2014], « Rapport sur les nouvelles technologies et les ressources éducatives libres [2013/2182[INI]] », rapport du Parlement européen, PDF : 16 p. En ligne : www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A7-2014-0249+0+DOC+PDF+V0//FR.

Thieulin B. [dir.] [2015], « Ambition numérique : pour une politique française et européenne de la transition numérique », rapport du Conseil national du numérique, PDF : 397 p. En ligne : www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/154000400.pdf.

THÈSES ET RAPPORTS SCIENTIFIQUES

Baron G. L., Bruillard É. [eds] [1997], « L'intégration des TIC dans le système éducatif : instruments, acteurs, systèmes », Paris, Séminaire INRP-IUFM de Créteil 25 et 26 juin 1997.

Cisel M. [2016], « Utilisations des MOOC : éléments de typologie », université Paris-Saclay : ENS de Cachan – Laboratoire STEF, PDF : 392 p. En ligne : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01444125/document>.

Quentin I. [2012], « Fonctionnements et trajectoires des réseaux en ligne d'enseignants », université Paris-Saclay : ENS de Cachan – Laboratoire STEF, PDF : 327 p. En ligne : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00823180/document>.

Thai Nguyen T. H. [2012], « Outils de partage en ligne des ressources pour l'enseignement : une analyse au Vietnam », université Paris-Saclay : ENS de Cachan – Laboratoire STEF, PDF : 192 p. En ligne : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00749564/document>.

Baron G. L., Dané É. [2007], « Pédagogie et ressources numériques en ligne : quelques réflexions », *EpiNEt*, n° 97, Université Paris Descartes, septembre 2007. En ligne : www.epi.asso.fr/revue/articles/a0709c.htm.

Bibeau R. [2005], « Taxonomie des ressources numériques et des projets éducatifs et quelques difficultés d'intégration des TIC en classe », *EpiNEt*, n° 79, novembre 2005. En ligne : www.epi.asso.fr/revue/articles/a0511a.htm.

Boelaert J., Khaneboubi M. [2016], « Éléments d'analyse de données produites par le Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) », Commission française pour l'enseignement des mathématiques – Ifé/ENS de Lyon, PDF : 20 p. En ligne : www.cfem.asso.fr/rapport-boelaert-khaneboubi.

Bourda Y. *et al.* [2010], « Métadonnées pour ressources d'apprentissage [MLR] – Nouvelle norme ISO de description de ressources pédagogiques », *Sticef*, vol. 17, université du Maine/LIUM, PDF : 11 p. En ligne : http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2010/08r-bourda/sticef_2010_bourda_08rp.pdf.

Caswell *et al.* [2008], « Open Educational Resources: Enabling Universal Education », *International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 9, n° 1, université d'Athabasca, PDF : 11 p. En ligne : www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/469/1009.

Cisel M. [2014], « xMOOC: Origins », 15 juin 2014. En ligne : <http://blog.educpros.fr/matthieu-cisel/2014/06/15/xmooc-origins>.

Diekema A. R., Olsen M. W. [2014], « Teacher Personal Information Management (PIM) Practices: Finding, Keeping, and Re-Finding Information », *Journal of the Association for Information Science and Technology*, vol. 65, n° 11, novembre 2014, p. 2261-2277, Association for Information Science and Technology, PDF : n/a. En ligne : <https://dl.acm.org/doi/10.1002/asi.23117>.

Diekema A. R., Olsen M. W. [2012], « The Notion of Relevance in Teacher Information Behavior », *Proceedings of the ASIST*, vol. 49, n° 1, p. 1-9, American Society for Information Science and Technology, PDF : 9 p. En ligne : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/meet.14504901202/epdf>.

Downes S. [2007], « Models for Sustainable Open Educational Resources » *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, vol. 3, p. 29-44, Informing Science Institute, PDF : 15 p. En ligne : <http://ijello.org/Volume3/IJKLOv3p029-044Downes.pdf>.

Downes S. [2002], « The Learning Object Economy », MS Word : 40 p., consulté le 10 mars 2017 sur le site web de Stephen Downes : downes.ca ; l'article n'est actuellement plus disponible en ligne.

Drechsler M. [2013], « Usages, création et partage de ressources éducatives libres : pour quels modèles de pratiques éducatives ouvertes ? Exemples à travers des dispositifs de formation hybride dans le département de l'Indre », contribution à la table ronde n° 5 « Ressources et formation » de la Conférence nationale « Cultures numériques, éducation aux médias et à l'information » des 21 et 22 mai 2013, Ifé/ENS de Lyon, PDF : 5 p. En ligne : <http://emiconf.ens-lyon.fr/ressources/conferences/emiconf-2013-1/tables-rondes/table-ronde-5/drechsler.pdf>.

Endrizzi L. [2012], « Les promesses de l'open éducation », 22 octobre 2012, Ifé/ENS de Lyon. En ligne : <http://eduveille.hypotheses.org/4699>.

Filippi (de) P., Ramade I. [2013], « Les licences Creative Commons : libre choix ou choix du libre ? », in C. Paloque-Berges, C. Masutti (dir.), *Histoire et cultures du libre : des logiciels partagés aux licences échangées*, Lyon, Framabook/Framasoft, p. 341-377. En ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00854331/document>.

- Hylén J. [2006], « Open Educational Resources: Opportunities and Challenges », OCDE/CERI, PDF : 10 p. En ligne : <http://www.oecd.org/edu/cei/37351085.pdf>.
- Khaneboubi M. *et al.* [2015], « Enquête par questionnaire dans les CDI de trois académies », 15 octobre 2015, université Paris-Saclay : ENS de Cachan – Laboratoire STEF. En ligne : www.stef.ens-cachan.fr/enquete-par-questionnaire-dans-les-cdi-de-trois-academies-331640.kjsp?RH=DL_STEF-FR.
- Lane A., McAndrew P. [2010], « Are Open Educational Resources Systematic or Systemic Change Agents for Teaching Practice? », *British Journal of Educational Technology*, vol. 41, n° 6, p. 952-962, British Educational Research Association, PDF : 14 p. En ligne : <http://oro.open.ac.uk/23808/1/BJET-lane-mcandrew-published.pdf>.
- McGreal R. [2004], « Learning Objects: A Practical Definition », *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*, vol. 1, n° 9, septembre 2004.
- Puimatto G. [2004], « Petit glossaire à usage commun pour le pilotage et la conduite de projets d'espaces numériques d'éducation », *Les dossiers de l'ingénierie éducative*, n° 46, Scérén-CNDP, p. 35.
- Puimatto G. [2014], « Numérique à l'École – usages, ressources, métiers, industries », *Distances et médiations des savoirs*, n° 5. En ligne : <https://journals.openedition.org/dms/509>.
- Reverdy C. [2014], « Les ressources éducatives libres [OER] se tournent [enfin] vers leurs usagers », 9 septembre 2014, Ifé/ENS de Lyon. En ligne : <https://eduveille.hypotheses.org/6520>.
- Reverdy C. [2014], « Du programme vers la classe : des ressources pour enseigner », *Dossier de veille de l'Ifé*, n° 96, novembre 2014, Ifé/ENS de Lyon, PDF : 32 p. En ligne : <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/96-novembre-2014.pdf>.
- Solliec F. [2010], « Quelles ressources numériques pour et dans la classe ? », 18 avril 2010. En ligne : www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2010/04/190410_AtelierRessourcesnumeriques.aspx.
- Thibeault E.-N. [2013], « L'usage des logiciels libres : regards croisés entre le Québec et la France », *Adjectif.net*, Laboratoire Éducation, Discours et Apprentissages (EDA), Université Paris Descartes, 2 décembre 2013. En ligne : www.adjectif.net/spip/spip.php?article264.
- Tran C. [2014], « George SIEMENS : "la France doit développer sa propre plateforme de MOOCs" », 12 août 2014. En ligne : <http://educavox.fr/accueil/interviews/george-siemens-la-france-doit-developper-sa-propre-plateforme-de-moocs>.
- Tuomi I. [2012], « Open Educational Resources and the Transformation of Education », *European Journal of Education*, vol. 48, n° 1, mars 2013, p. 58-78, PDF : 20 p. En ligne : www.meaningprocessing.com/personalPages/tuomi/articles/OpenEducationalResourcesAndTheTransformationOfEducation.pdf.
- Wiley D. [2004], « The Access Compromise and the 5th R », 5 mars 2014. En ligne : <http://opencontent.org/blog/archives/3221>.
- Wiley D. [2000], « Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy », in *The Instructional Use of Learning Objects*, p. 7. MS Word : 35 p. En ligne : www.reusability.org/read.
- Yue K. B. *et al.* [2004], « Open Courseware and Computer Science Education », *Journal of Computing Sciences in Colleges*, vol. 20, n° 1, p. 178-186.

OUVRAGES

Baron G.-L., Bruillard É., Lévy J.-F. (dir.) [2000], *Les Technologies dans la classe, de l'innovation à l'intégration*, Paris, INRP/EPI. En ligne : www.epi.asso.fr/association/dossiers/jflevy2.htm.

Gurell S., « OER Handbook for Educators 1.0 », in D. Wiley (ed), *WikiEducator: Open Education Resource Foundation*. En ligne : http://wikieducator.org/OER_Handbook/educator_version_one.

Kessel [de] M. et al. (dir.) [2013], *La Planification des apprentissages : comment les enseignants des différentes disciplines programment-ils et préparent-ils leurs cours ?* Louvain, UCL-Presses universitaires de Louvain, coll. « Recherches en formation des enseignants et en didactique », p. 113-122.

Leontiev A. (1984), *Activité, conscience, personnalité*, trad. du russe par Geneviève Dupond, avec la collaboration de Gilbert Molinier, Moscou, Éditions du Progrès.

CONFÉRENCES FILMÉES

Archambault J.-P. (2005), « Les logiciels libres et l'Éducation – Une conférence de Jean-Pierre Archambault », 25 octobre 2005. En ligne : <https://framapetitions.org/article1648.html>.

Ramade I. [2013], « Les ressources éducatives libres (REL), état des lieux et enjeux, les licences Creative Commons », contribution aux Journées UNISCIEL des 29-30 janvier 2013. En ligne : www.canalc2.tv/video/11701.

AUTRES RÉFÉRENCES

Documents de Stephen Downes :

> Articles disponibles sur : www.downes.ca/articles.htm.

> Ouvrages numériques disponibles sur : www.downes.ca/me/mybooks.htm.

> Publications disponibles sur : www.downes.ca/publications.htm.

Article « Ressources éducatives libres » sur le wiki de l'association FACIL. En ligne : http://wiki.facil.qc.ca/view/Ressources_éducatives_libres.

Exposition « Open Access : pour une science accessible à tous » de la bibliothèque universitaire de l'université d'Évry-Val-d'Essonne. En ligne : <http://www.biblio.univ-evry.fr/expos/oaweek2014>.

Fiches : « Acquérir des ressources numériques pour l'École », ministère de l'Éducation nationale. En ligne : <http://eduscol.education.fr/pid33469/acquerir-des-ressources-numeriques.html>.

ANR-ReVEA : www.anr-revea.fr.

Open Education Consortium : www.oeconsortium.org.

Wikiversity : <http://fr.wikiversity.org>.

POUR L'ÉCOLE DE LA CONFIANCE



école
normale
supérieure
paris-saclay



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE



CARACTÉRISER L'OFFRE DES RESSOURCES NUMÉRIQUES ÉDUCATIVES¹

Quelques définitions : manuel numérique et ressource éducative numérique

Peut-on définir précisément et circonscrire ce que l'on nomme « ressources éducatives numériques » ? En effet, s'il existe de nombreuses ressources spécialement produites pour l'éducation, d'autres, non conçues originellement à des fins éducatives, sont néanmoins utilisées dans un contexte éducatif en vue d'un enseignement ou d'un apprentissage. Il n'y a pas de limite a priori, tout dépend de l'imagination des concepteurs pédagogiques ou des enseignants. Ainsi, une définition restrictive n'est-elle pas possible. Dans un rapport consacré aux ressources numériques d'apprentissage en tant que ressources systémiques, l'OCDE² définit une ressource d'apprentissage numérique comme « toute ressource numérique qui est effectivement utilisée par les enseignants et les apprenants à des fins d'apprentissage³ ». C'est finalement l'utilisation qui détermine le caractère éducatif.

En ce qui concerne les manuels scolaires numériques, aucune définition précise ne fait consensus. Un manuel numérique serait-il un ordinateur portable ou un service internet, un « cartable » numérique (un assistant numérique personnel, un téléphone mobile...), venant en complément ou se substituant au manuel scolaire sur support papier ? Le manuel, avant d'être un objet numérique, est un objet économique. La meilleure façon de le définir est de prendre en compte ce que proposent les éditeurs scolaires. En continuité de leur offre sur support papier, ils fournissent des versions électroniques ou numériques des manuels imprimés traditionnels pouvant être lus sur différents supports numériques. En France, les éditeurs de manuels scolaires ont commencé à développer des produits numériques, dès le début des années 2000, mais principalement à partir de 2008.

Ainsi, jusqu'à présent, trois « générations » de manuels scolaires numériques ont été développées⁴ :

1. **Manuel numérique simple**, à l'image du manuel papier, commercialisé à partir de 2008 ou même plus tôt (version PDF du manuel papier).
2. **Manuel numérique enrichi**, lancé en 2009, contenant des améliorations multimodales, telles que des fichiers audio ou vidéo, des animations, etc.
3. **Manuel scolaire numérique de « troisième génération »**, commercialisé à partir de 2011, offrant aux enseignants l'opportunité de mélanger les ressources des manuels scolaires et leurs ressources personnelles, y compris des ressources interactives comme des exercices.

Tous ces outils sont destinés à être intégrés à l'usage collectif en tant que manuel de la classe, et sont principalement destinés aux enseignants à des fins de projection dans la salle de classe afin que tous les élèves puissent voir la même chose au même moment. Avec les manuels numériques de « troisième génération », les enseignants peuvent modifier leur contenu, ajouter et éditer des documents, du texte ou des pages, et créer leurs propres cours à partir d'un manuel scolaire personnalisé.

Un essai de classification

Bruillard et Baron⁵ ont proposé une classification des outils informatiques dans l'éducation, retenant trois groupes principaux :

1. **Logiciels disciplinaires** couvrant une partie des programmes.

1. Cette catégorisation a été développée pour le rapport Unesco : Mochizuki Y., Bruillard É. (eds) [2019], *Rethinking pedagogy: Exploring the potential of Technology in Achieving Quality Education*, Unesco/MGIEP. En ligne : <https://mgiep.unesco.org/reports-and-guides>.

2. OCDE (2007), *Digital Learning Resources as Systemic Innovation Project Outline and Definitions*. En ligne : oecd.org/education/ceeri/38777910.pdf.

3. *Ibid.*, p. 5.

4. Bruillard É. (2015), « Digital textbooks: Current trends in secondary education in France », in J. R. Rodríguez, É. Bruillard, M. Horsley [dir.], *Digital textbooks: What's new?*, Université de Saint-Jacques-de-Compostelle, p. 188-202. En ligne : http://eda.recherche.parisdescartes.fr/wp-content/uploads/sites/6/2019/03/EB_digital_textbooks_vfin.pdf.

5. Bruillard É., Baron G. L. (2018), « Researching the design and evaluation of information technology tools for education », in J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, K. W. Lai. (eds), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*, New York, Springer. En ligne : https://doi.org/10.1007/978-3-319-53803-7_79-1.

2. **Ressources numériques** de diverses granularités directement utilisées par les enseignants pour illustrer leurs cours ou prescrites aux apprenants.

3. **Plateformes d'apprentissage**, y compris les plateformes MOOC.

Dans le contexte des médias éducatifs numériques, une classification similaire peut être proposée :

1. **Manuels numériques** : ressources liées à l'enseignement académique ou scolaire couvrant la notion de manuel, intégrant plusieurs disciplines ou concentré sur un seul sujet, sur une ou plusieurs années.

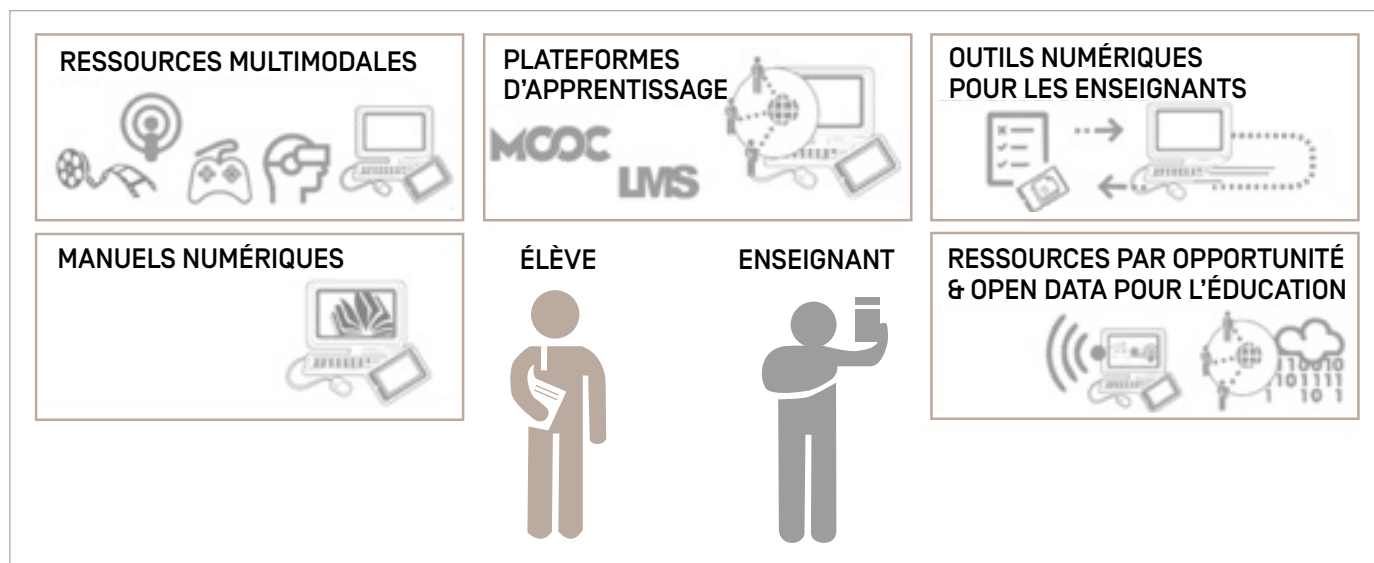
2. **Ressources multimodales** : utilisées à différents niveaux de manière relativement indépendante. Il peut s'agir d'outils associés à une discipline particulière, de collections d'outils, de livres électroniques ou de ressources, ou de portails donnant accès à une pluralité de ressources : vidéos, infographies, animations, podcasts [audio], sites web, blogs, wikis, jeux, diaporamas, applications de réalité augmentée, réalité virtuelle, etc.

3. **Plateformes d'apprentissage** (espaces d'interaction enseignant-élève) : ressources utilisées via une plateforme qui peut offrir des services supplémentaires tels que des forums de discussion, une gestion des résultats des tests et des réussites des élèves, proposant de nouveaux exercices ou de nouvelles ressources, un tableau de bord pour les enseignants, etc. Cela inclut les MOOC, les médias sociaux et les systèmes de gestion de l'apprentissage.

Deux autres catégories ne concernent pas directement les étudiants mais les enseignants :

4. **Outils numériques pour les enseignants**, tels que des préparations et des plans de cours, des outils d'évaluation ou de certification...

5. **Ressources par opportunité**⁶, non initialement conçues pour être utilisées dans un contexte d'enseignement [Eduthèque⁷, par exemple], et **données ouvertes pour l'éducation**.



Cinq catégories de ressources éducatives numériques (création de Magali Roumy-Akue).

6. Puimatto G. (2014), « Numérique à l'École – usages, ressources, métiers, industries », *Distances et médiations des savoirs*, n° 5. En ligne : <http://journals.openedition.org/dms/509>.
7. edutheque.fr

CIRCULATION ET APPROPRIATION DES RESSOURCES ÉDUCATIVES PAR LES ENSEIGNANTS

Qu'est-ce qu'une ressource éducative ?

Définir ce qu'est une « ressource éducative » n'est pas simple, les deux mots étant chacun polysémique.

Concernant le terme « ressource », il ressort des définitions usuelles différentes significations selon si le terme est employé au singulier ou au pluriel. Au singulier, « ressource » peut se comprendre comme le fait « d'avoir de la ressource ». Au pluriel, les ressources recouvrent l'ensemble des moyens matériels disponibles pour un individu. Cette notion s'emploie donc pour désigner à la fois des moyens externes et une force interne relative aux capacités individuelles, ces moyens permettant de renouveler ces capacités. Ce constat a conduit à la formulation suivante : **un enseignant débutant a besoin de ressources, un enseignant confirmé a de la ressource.**

Dans le domaine de l'éducation, le terme « ressource(s) » est couramment usité, soit comme synonyme de « support », de « document » ou encore de « contenu », soit en tant que terme générique d'un ensemble de produits éducatifs très diversifiés (manuels scolaires, outils multimédias, etc.). L'adjectif « éducatif », quant à lui, est porteur de diverses significations selon les différents acteurs œuvrant dans les domaines de l'éducation et de la formation.

Parmi les ressources dites « éducatives », on peut parler de ressources « par destination » et de ressources « par opportunité », selon si elles sont « nativement » ou non destinées à un usage scolaire¹.

À partir de ces différentes acceptions, nous proposons **de circonscrire la notion de « ressource éducative » à toute entité matérielle et numérique actualisée par la pratique de l'enseignant**, considérant que c'est ce dernier qui les institue comme « éducative », indépendamment du fait qu'elles soient qualifiées ou accréditées comme telles par l'institution ou le secteur de l'édition scolaire, et plus largement des industries éducatives.

Compte tenu des activités enseignantes autour des ressources, nous proposons d'en distinguer deux types : les **ressources « brutes »** et les **ressources « raffinées »**. Nous inspirant d'une allégorie des modes de gestion de l'information proposée par Bernstein², nous proposons de décrire les pratiques enseignantes autour des ressources à l'aide des trois métaphores suivantes :

- > celle de la **mine**. Les enseignants utilisent des ressources brutes extraites d'un gisement (recherche d'information) ;
- > celle de la **manufacture**. Les enseignants retravaillent (organisent, assemblent et transforment) les ressources brutes qui deviennent alors des ressources raffinées pouvant être présentées aux élèves ;
- > celle du **jardinage** qui rend compte de l'utilisation des ressources, à la fois pour « faire pousser » la connaissance et de nouvelles ressources.

Enseignants et ressources éducatives

Concernant les activités enseignantes autour des ressources éducatives, les observations et entretiens avec les enseignants du secondaire de plusieurs disciplines ont permis :

- > de dégager quatre processus centraux :
 - **l'héritage**. Les enseignants héritent de ressources, bien souvent des pairs et au cours de leur formation initiale – une question à étudier concerne la transmission du patrimoine informationnel des collectifs enseignants producteurs de ressources,
 - **la collection**. Ils créent une ou des collections de ressources (matérielles et numériques) qu'ils organisent tout au long de leur carrière – cette collection est constituée de ressources brutes et raffinées qui peuvent varier d'un enseignant à l'autre compte tenu de sa discipline, mais également de son parcours individuel et de ses expériences personnelles,

1. Puiatto G. (2014), « Numérique à l'École – usages, ressources, métiers, industries », *Distances et médiations des savoirs*, n° 5. En ligne : <https://journals.openedition.org/dms/509>.

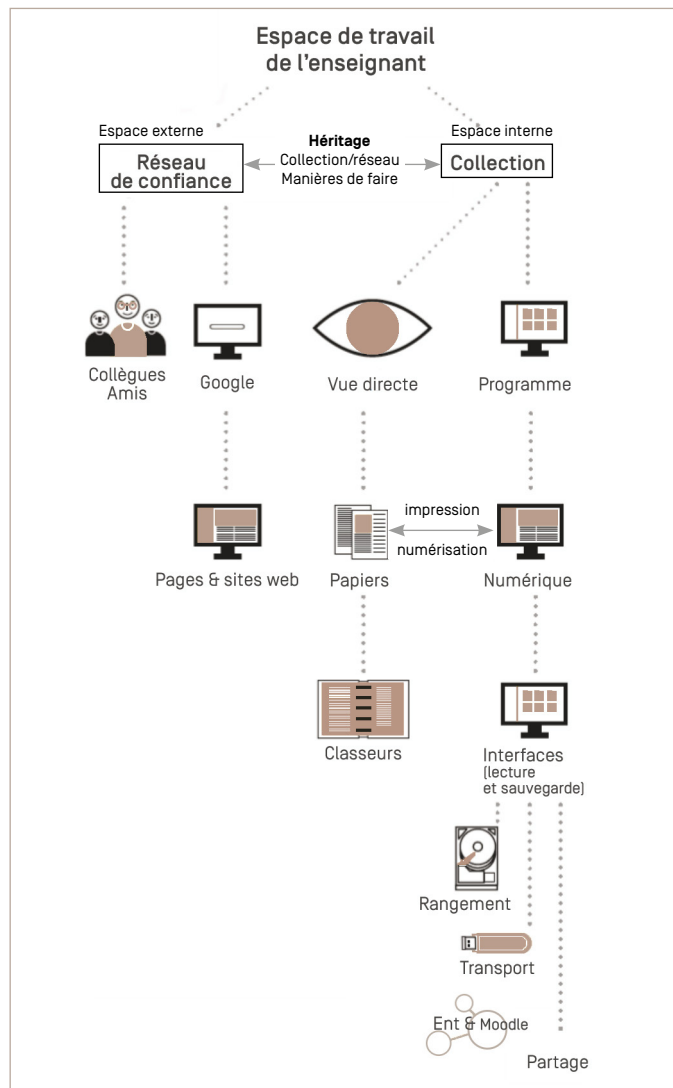
2. Bernstein M. (1993), « Enactment in information farming », *Proceedings of the Fifth ACM Conference on Hypertext*, New York, p. 242-249. En ligne : <https://doi.org/10.1145/168750.168837>.

- la **confiance**. Ils développent un ou des réseaux de confiance, à la fois matériels (ouvrages, sites...) ou humains (collègues, entreprises...), dans lesquels collecter des ressources jugées comme pertinentes – les pairs d’une même discipline sont généralement les interlocuteurs privilégiés avec lesquels il est possible de discuter *in situ* de l’utilisation des ressources³,
- la **participation**. Ils peuvent participer à des réseaux (dans ou en dehors de l’établissement) ou encore s’engager dans des collectifs enseignants producteurs de ressources – ces derniers permettent l’émergence d’une identité professionnelle et peuvent marquer les pratiques individuelles⁴ ;
- > d’identifier deux figures spécifiques d’enseignants, les « **hackers** » et les « **tuneurs** ». Les *hackers* désignent les enseignants qui n’hésitent pas à contourner les règles pour accéder aux ressources qu’ils jugent indispensables pour l’apprentissage des élèves ; les *tuneurs* vont plus simplement adapter les ressources auxquelles ils ont accès ;
- > de comprendre que le travail autour des ressources n’est pas simplement technique, mais repose sur des convictions personnelles structurantes, nourries par le parcours individuel et professionnel de l’enseignant.

Ressources éducatives et « communs de la connaissance »

L’appréhension des ressources éducatives sous l’angle de la notion des « communs de la connaissance » inviterait à penser autrement les modes de circulation et de production des ressources, en particulier dans le cadre des collectifs enseignants producteurs de ressources éducatives libres, comme Sésamath, l’APSES ou encore AbulÉdu-fr.

Enseignant : ses ressources éducatives dans ses espaces internes et externes



Source : d’après le livret *Dis-moi, comment tu ranges ?!* écrit par Magali Loffreda, conçu et illustré par Solène Voegel (Okoni, 2019).

3. Diekema A. R., Olsen M. W. (2014), « Teacher Personal Information Management (PIM) practices: Finding, keeping, and re-finding information », *JASIST*, vol. 65, n° 11, p. 2261-2277. En ligne : <https://doi.org/10.1002/asi.23117> ; Diekema A. R., Olsen M. W. (2012), « The notion of relevance in teacher information behavior », *Proceedings of the ASIST*, vol. 49, n° 1, p. 1-9. En ligne : <https://doi.org/10.1002/meet.14504901202>.

4. Quentin I. (2012), *Fonctionnements et trajectoires des réseaux en ligne d’enseignants*, thèse, Université Paris-Saclay, ENS Cachan. En ligne : <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00823180>/document ; Beauné A. (2018), « Travail collectif et individuel des enseignants sur leurs ressources : le cas d’un collectif dédié aux langues », *Carrefours de l’éducation*, vol. 46, n° 2, p. 145-160. En ligne : <https://doi.org/10.3917/cdle.046.0145>.

LE PERSONAL INFORMATION MANAGEMENT (PIM)

Comment trouver l'information ?

La conserver ? L'organiser pour mieux la retrouver ? Ces interrogations ne sont pas nouvelles mais sont sans cesse réactualisées au fil des évolutions de l'information et du développement de nouvelles technologies intellectuelles¹. L'arrivée de l'informatique puis d'internet invite à repenser les modes d'accès et de gestion de l'information. Avoir rapidement la bonne information, au bon endroit, sous la bonne forme et disposer de logiciels et d'applications de gestion suffisamment efficaces sont autant d'enjeux actuels soulevés et étudiés par le Personal Information Management (PIM).

Le PIM

L'expression « Personal Information Management » remonte aux années 1980², au cours desquelles on perçoit les potentialités de l'informatique personnelle pour soutenir les tâches de traitement et de gestion de l'information³.

Le PIM désigne la pratique et l'étude des activités que les individus exécutent pour acquérir, organiser et maintenir leurs informations, afin de répondre aux besoins de leur vie personnelle et professionnelle⁴.

Il devient pleinement un champ scientifique⁵ au cours des années 2000⁶.

Les activités du PIM

L'analyse des interactions d'une personne avec son espace personnel d'information⁷ a conduit **les chercheurs à définir le PIM en fonction des activités suivantes**⁸ : **trouver** (*finding*), **retrouver** (*refinding*) et **conserver** (*keeping*) l'information.

Trouver et **retrouver** sont des activités relativement similaires : l'individu peut être amené à effectuer la même série d'opérations, dans le premier cas pour trouver une nouvelle information susceptible de répondre à son besoin informationnel, dans le second pour retrouver cette information. Cette dernière peut avoir été préalablement conservée dans l'espace personnel d'information.

Retrouver est complémentaire de **conserver**⁹. Le choix de conserver l'information va dépendre de sa pertinence (l'information trouvée est-elle la bonne ?) et de l'anticipation d'un besoin informationnel (en aurais-je à nouveau besoin ?). Ce choix présente plusieurs difficultés, en particulier si l'information est numérique : où et comment stocker l'information (dossiers physiques ou virtuels, sur plusieurs appareils, dans une application spécifique) ? Sous quelle forme ? Comment se souvenir de l'endroit où elle est stockée et des raisons de sa conservation ?

Une troisième série d'activités, dites de « niveau-M » (*M-level activities*), recouvre des opérations plus stratégiques qui concernent la structuration de l'espace personnel d'information. Ces « méta-activités », centrées sur la mise en correspondance (*mapping*) entre les besoins et les informations, comprennent l'**organisation**,

1. Waquet F. [2015], *L'Ordre matériel du savoir : comment les savants travaillent xvi^e-xx^e siècles*, Paris, CNRS Éditions ; Robert P. [2010], *Mnémotechnologies : une théorie générale critique des technologies intellectuelles*, Paris, Lavoisier.

2. Jones W., Bruce H. [2005], *A Report on the NSF-Sponsored Workshop on Personal Information Management, Seattle, WA, 2005*. En ligne : <http://pim.ischool.washington.edu/final%20PIM%20report.pdf> ; Jacques J. [2016], *Définition des compétences propres à l'organisation des collections d'informations personnelles numériques*, Faculté des sciences économiques, sociales et politiques et de communication, Institut Langage & Communication – Pôle communication, Université catholique de Louvain. En ligne : <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/fr/object/boreal%3A174446>.

3. Jones W., Teevan J. [eds] [2007], *Personal Information Management*, Seattle, University of Washington Press.

4. *Ibid.*

5. Réunissant des chercheurs en sciences cognitives (en particulier en psychologie cognitive et en neurosciences), en sciences de l'information et des bibliothèques, dans le domaine de la RI (recherche d'information), en gestion des bases de données, en IA (intelligence artificielle) et en IHM (interfaces homme-machine).

6. Jones W., Bruce H. [2005], *op.cit.* ; Jacques J. [2016], *op.cit.*

7. *Personal space of information*.

8. Jones W. [2008], *Keeping Found Things Found: The Study and Practice of Personal Information Management*, Burlington, Morgan Kaufmann Publishers.

9. Jones W., Teevan J. [eds] [2007], *op.cit.*

la **maintenance**, la gestion de la **confidentialité** et de la **circulation** des informations, l'**évaluation**, et le fait de **donner du sens** à l'information¹⁰.

Objectifs des recherches et principaux résultats

Les recherches visent principalement à documenter les pratiques individuelles selon une profession ou un groupe spécifique [cadres, étudiants...], un type d'informations [fichiers, courriels...] ou encore des outils d'aide au traitement et à la gestion des informations [moteur de recherche local...]. L'un des objectifs visés est l'utilisation et le développement d'outils de façon plus optimale¹¹.

Parmi les problèmes liés aux informations mis en avant par les différentes études, on peut relever :

- > celui de la **surabondance**. Les individus ont une quantité importante d'informations à traiter [courriels, fichiers...], de nombreuses ressources à disposition (notamment sur le web) et des espaces personnels d'information volumineux ;
- > celui de la **fragmentation** (formats, versions, doublons). L'information est disponible sur plusieurs appareils [ordinateur, tablette, smartphone], sur plusieurs supports et à plusieurs endroits ;
- > celui de la **temporalité**. Les chercheurs distinguent trois types d'informations, qui induisent des stratégies de gestion différentes¹² :
 - **éphémères** ou **brûlantes**¹³. Elles recouvrent les informations en cours d'utilisation, généralement pour un besoin ponctuel et quotidien,
 - **en cours** ou **chaudes**¹⁴. Il s'agit des informations conservées en vue de terminer une tâche spécifique ; elles peuvent être regroupées sous forme de « piles » [de papier sur le bureau physique ou de fichiers sur le bureau virtuel de l'ordinateur] ou à l'intérieur de dossiers, de façon plus ou moins structurée [classement, arborescence],

– **archivées** ou **froides**¹⁵. Ce sont les informations qui ne sont plus utilisées ; ces dernières peuvent avoir été archivées, généralement dans des espaces moins accessibles que celui du bureau [physique ou virtuel].

Les activités de PIM des enseignants

Les pratiques enseignantes ont été étudiées par Diekema et Olsen¹⁶ sous deux angles différents : la notion de **pertinence de l'information** et la **gestion des ressources**. L'étude portait sur 24 enseignants américains (8 du primaire, 16 du secondaire). Diekema et Olsen ont relevé :

- > l'importance des pairs pour le partage des ressources ;
- > l'importance des contextes éducatifs et pédagogiques. Le besoin d'information est conduit par le curriculum, la pertinence est évaluée en fonction des élèves, et les informations sont classées selon les chapitres du manuel scolaire, les unités d'enseignement ou encore les niveaux d'instruction ;
- > que l'environnement informationnel de l'enseignant est souvent riche et volumineux, constitué de ressources imprimées et numériques.

10. « *Organizing* », « *maintaining* », « *managing privacy and the flow of information* », « *measuring and evaluating* », « *making sense* », in W. Jones [2008], *op. cit.*, p. 64-65.

11. Jones W., Teevan J. [eds] (2007), *op. cit.*

12. Jones W. (2008), *op. cit.*, p. 50.

13. En anglais : « *ephemeral* », « *action information* » ou encore « *hot (immediate) information* ».

14. « *Personal work files* », « *working* » ou encore « *warm working information* ».

15. « *Archived* » ou « *cold* ».

16. Diekema A. R., Olsen M. W. (2014), « Teacher Personal Information Management (PIM) practices: Finding, keeping, and re-finding information », *JASIST*, vol. 65, n° 11, p. 2261-2277.

En ligne : <https://doi.org/10.1002/asi.23117> ; Diekema A. R., Olsen M. W. (2012), « The notion of relevance in teacher information behavior », *Proceedings of the ASIST*, vol. 49, n° 1, p. 1-9.

En ligne : <https://doi.org/10.1002/meet.14504901202>.

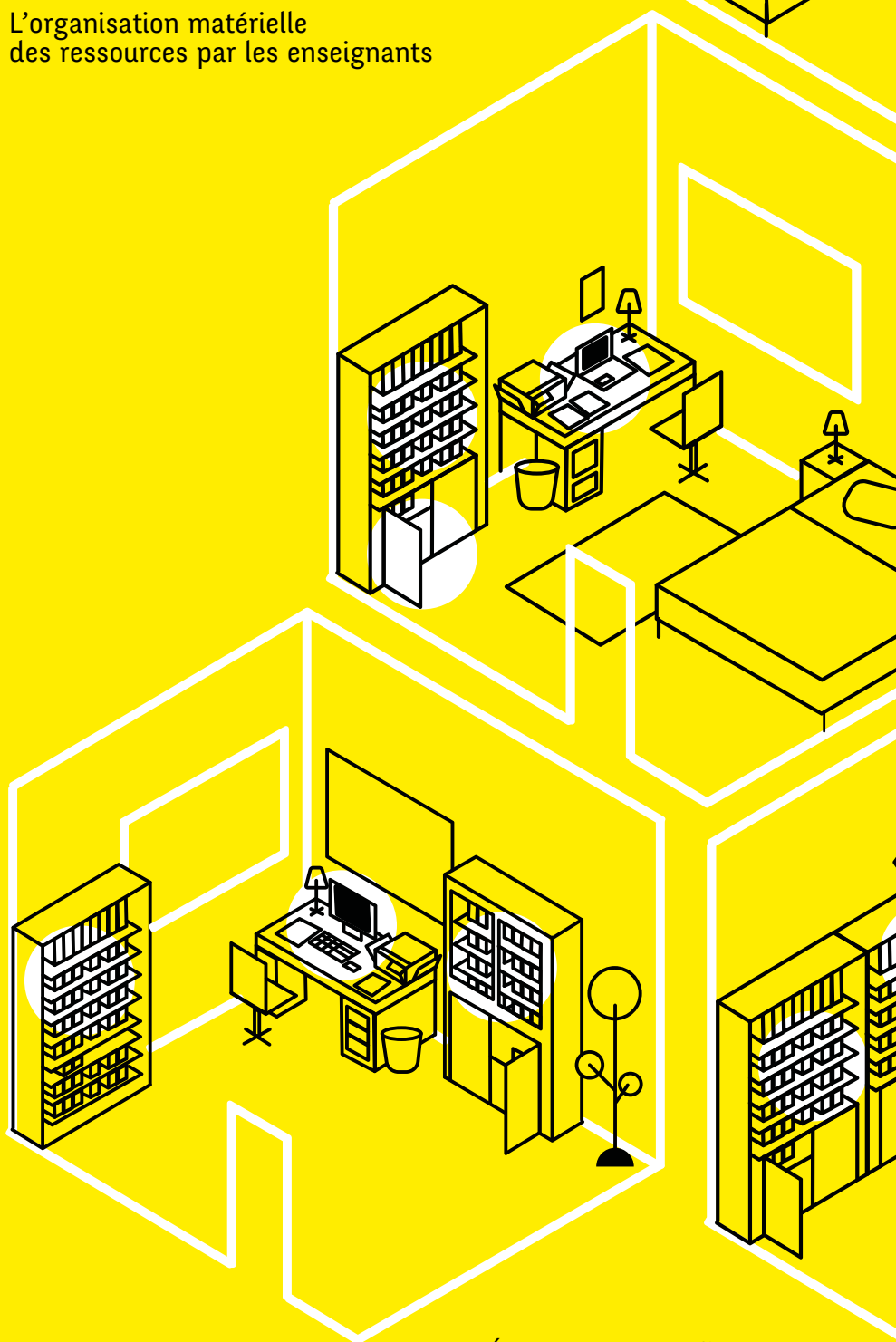


Schéma réalisé à partir des données d'enquête de Magali Loffreda [thèse en cours] recueillies auprès de 23 enseignants de lycée.



Dis-moi, comment tu ranges ?!

L'organisation matérielle
des ressources par les enseignants



Écrit par Magali Loffreda
Conçu et illustré par Solène Voegel



université
PARIS-SACLAY

école
normale
supérieure
paris-saclay

okoni
créer et
se transformer

Avec le soutien du ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse

Mot autour de l'ouvrage

L'idée de ce livre est de donner à voir une partie invisible du travail enseignant, celle que constitue l'activité d'organiser les ressources, et en particulier les ressources éducatives. Comment les enseignants rangent-ils leurs manuels scolaires ? Leurs documents de cours ? Ou encore les informations qu'ils trouvent sur Internet ? Trois portraits d'enseignants de lycée vous invitent à le découvrir.

À propos

Ce livre a été rédigé par Magali Loffreda, doctorante en Sciences de l'éducation à l'École normale supérieure Paris-Saclay, sous la direction d'Éric Bruillard, professeur des universités et membre du laboratoire EDA de l'Université Paris Descartes, et réalisé par Solène Voegel, designer graphiste chez Okoni. Il a été soutenu par la Direction du Numérique pour l'Éducation (DNE) dans le cadre d'un groupe de travail (GTnum6).

Un travail de thèse

Le travail de doctorat engagé depuis septembre 2016 par Magali Loffreda, vise à mieux comprendre les pratiques enseignantes en matière de gestion des ressources éducatives. Concrètement, il s'agit de regarder comment les enseignants rangent, classent et trient les ressources dont ils ont besoin pour faire cours : comment s'y prennent-ils pour ranger leurs manuels scolaires, leurs documents de cours ou encore des informations, pléthoriques, trouvées sur Internet ? Dans quels espaces ? Et pour quelles finalités ?

Un projet de recherche : le projet ANR-ReVEA

Le projet ReVEA (Ressources vivantes pour l'enseignement et l'apprentissage)¹ s'est déroulé de 2014 à 2018. Il a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), et coordonné par le laboratoire STEF de l'ENS Paris-Saclay.

La mission Numénilab

À la suite des travaux engagés par la mission Numénilab, la sous-direction de la transformation numérique assure une veille, accompagne et valorise les résultats de la recherche appliquée dans le domaine du numérique éducatif. Dans ce cadre, la DNE a apporté son soutien au GTnum6², co-animé par Éric Bruillard, Magali Loffreda et Isabelle Quentin³, qui s'intéresse à la thématique des modes de circulation et d'appropriation des ressources éducatives par les enseignants du secondaire, en particulier à l'intégration progressive du numérique dans leurs pratiques et environnements professionnels.

1 : Site web du projet ReVEA : <https://www.anr-revea.fr>

2 : Page présentant le GTnum6 : <https://eduscol.education.fr/cid127623/groupe-thematique-numerique-6-mode-d-appropriation-des-ressources.html>

3 : Docteure en Sciences de l'éducation, auteure d'une thèse sur les *Fonctionnements et trajectoires des réseaux en ligne d'enseignants*.

Un peu de recherche ?!

Les recherches menées par les chercheurs des laboratoires STEF (ENS Paris-Saclay) et EDA (Université Paris Descartes) dans le cadre du projet ReVEA - pour **“Ressources vivantes pour l’enseignement et l’apprentissage”** - et du GTnum6 ont permis d’éclairer certaines dimensions individuelles et collectives du métier enseignant en lien avec les ressources éducatives dites “vivantes”.

Les ressources sont “vivantes” du fait des communautés qui les font vivre. C’est un des postulats du projet ReVEA qui s’est attaché à décrire et comprendre les modes individuels et collectifs de production, de sélection, d’appropriation, de diffusion et de mutualisation des ressources éducatives des enseignants des collèges et lycées en anglais, mathématiques, physique-chimie, SVT⁵, et dans le domaine disciplinaire Sciences et techniques industrielles (STI)

Le projet reposait sur deux hypothèses :

La transition du papier au numérique suscite des changements forts dans les pratiques enseignantes : convergence des ressources à usage individuel (livres, cahiers...) et à usage collectif (tableau, affiches...), possibilité de présenter des documents de qualité et de les rendre disponibles en classe et à la maison (mais aussi de les échanger et de les re-diffuser), recours à la vidéo (*YouTube*, par exemple, est devenu une source essentielle pour les enseignants d’anglais en lycée), production de vidéos courtes, récupération de documents divers sur Internet, ou encore création de documents composites.

L’environnement au sens large - les prescriptions institutionnelles, les modes de financement, ou encore l’accès et la gestion des ressources éducatives - joue un rôle important pouvant conduire à un renouvellement pédagogique.

Inscrit dans la continuité du projet ReVEA, les travaux menés par l’équipe de recherche du GTnum6 ont été organisés en fonction de deux orientations complémentaires : la première concerne les pratiques individuelles de gestion de l’information et de la documentation par les enseignants ; la seconde étudie les collectifs en réseau d’enseignants, hors établissement, qui produisent et diffusent des ressources éducatives.

5 : Sciences de la vie et de la Terre.

Ces différentes recherches présentent trois résultats forts :

1 **les modes de circulation et d'appropriation des ressources éducatives reposent sur quatre processus centraux :**

- l'héritage :** les enseignants héritent de ressources (bien souvent des pairs) ;
- la collection :** ils se créent une ou des collections de ressources (matérielles et numériques) qu'ils organisent tout au long de leur carrière ;
- la confiance :** ils développent un ou des réseaux de confiance - matériels (ouvrages, sites...) ou humains (collègues, entreprises...) - où collecter des ressources ;
- la participation :** ils peuvent participer à des réseaux (dans ou en dehors de l'établissement), ou s'engager dans des collectifs enseignants producteurs de ressources.

2 **Les formes de coopération dans les collectifs enseignants producteurs de ressources changent,** et de nouveaux collectifs se développent, notamment via les réseaux sociaux.

3 **L'organisation matérielle des ressources joue un rôle important dans les processus d'appropriation et de construction des connaissances, d'où la mobilisation d'un vaste outillage numérique et papier.**

Ce livre propose d'aller regarder de plus près l'organisation matérielle des enseignants, et en particulier quel outillage ils mobilisent afin de gérer leur collection de ressources⁶. Il s'agit d'un sujet encore peu documenté par les recherches existantes alors qu'il nous semble constituer une entrée en matière susceptible de mieux caractériser le travail réel et encore peu connu des enseignants.

Nous espérons que cet ouvrage permettra de comprendre les pratiques organisationnelles des enseignants afin d'aider à saisir en quoi elles constituent une part de leur professionnalité, et même plus largement de leur individualité.

6 : L'ensemble des recherches, ainsi que d'autres travaux, sont disponibles au lien suivant : <http://eda.recherche.parisdescartes.fr/ressources-educatives>

Espace de travail de l'enseignant

Espace externe

Réseau de confiance



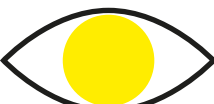
Collègues Amis



Google



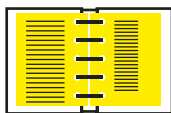
Pages & sites web



Vue directe



Papiers



Classeurs

Espace Interne

Collection



Programme



Numérique



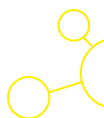
Interfaces (lecture et sauvegarde)



Rangement



Transport



ENT & Moodle

Partage

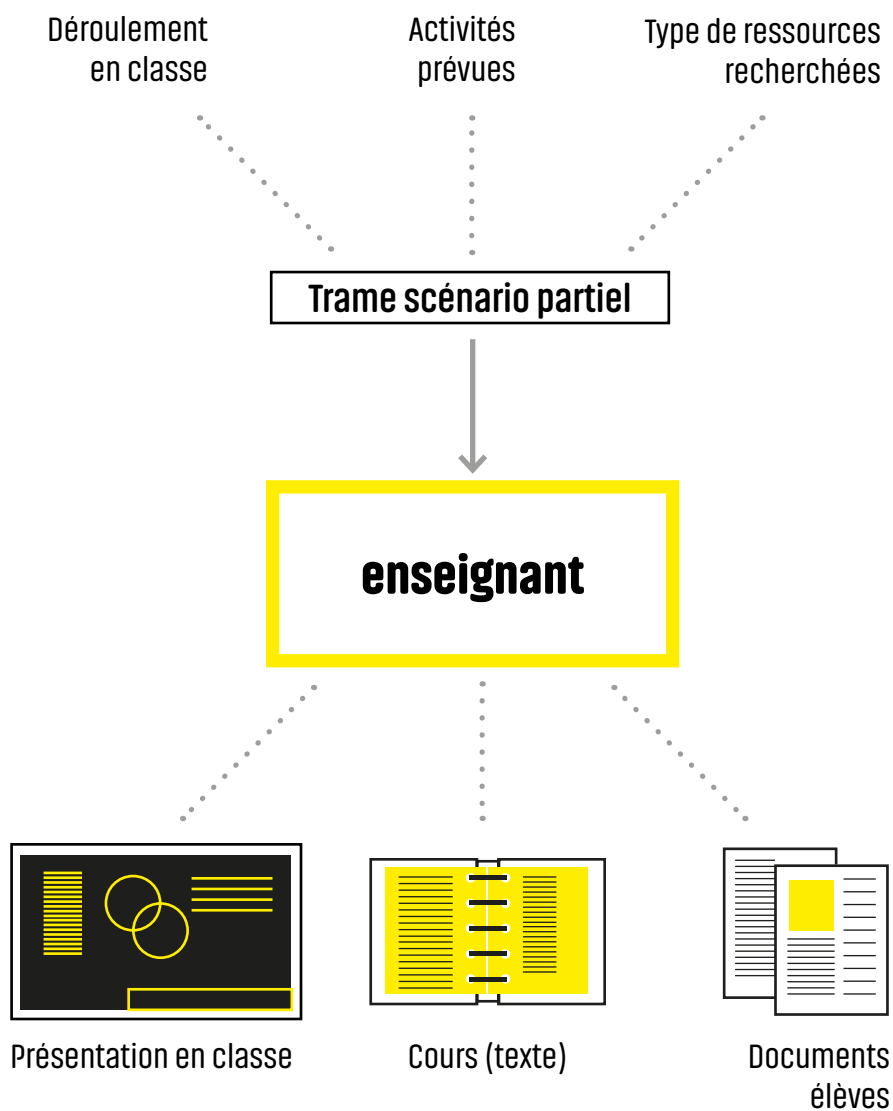
Héritage

Collection / Réseau
Manières de faire

impression
numérisation

Enseignant : ses ressources éducatives dans ses espaces internes et externes

Eric Bruillard



Que peut-on trouver chez un enseignant ?

l'imprimante

à la jonction entre l'univers numérique et papier (et bien pratique pour imprimer images, articles ou encore documents de cours).

l'ordinateur

sorte de "méta-instrument" qui peut être tout à la fois un espace de travail et de stockage, un outil de création et de partage de documents, et un moyen d'accès à de nombreuses informations et ressources, en particulier via Internet.



la clé USB

souvent indispensable pour stocker, sauvegarder et transporter (du domicile à l'établissement, et vice-versa) - mais aussi partager et échanger avec les collègues - les fichiers de cours, les exercices, ou encore les devoirs des élèves.

le sac de cours

permet de ranger et transporter les cours de la semaine selon les niveaux enseignés.

le bureau

utile pour la préparation des cours ou la correction des copies, ses tiroirs sont pratiques afin de ranger des objets ou des documents.

l'armoire

contient en quelque sorte les "archives" (cours, exercices) des années scolaires précédentes.

manuels scolaires

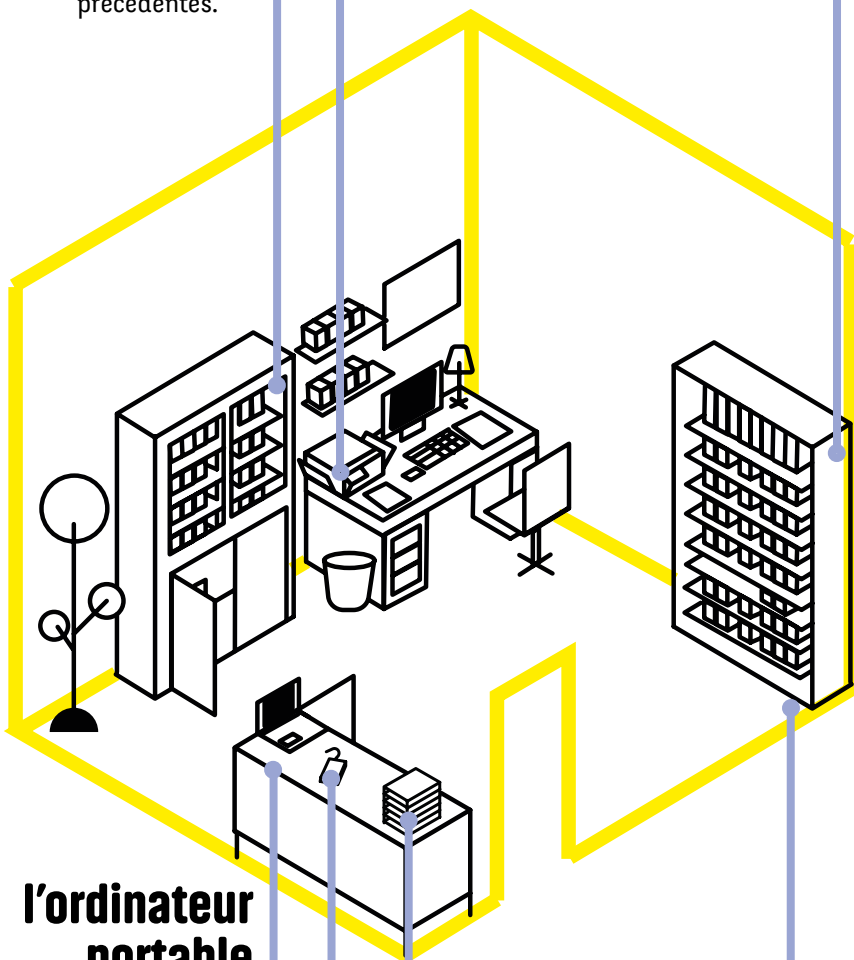
certains sont datés, mais mieux vaut tout de même les avoir sous le coude !

livres scientifiques / essais

qui nourrissent la réflexion pour la préparation des cours.

revues disciplinaires

pour être à la page !



l'ordinateur portable

(pour travailler dans le salon, au lycée, en vacances...).

le disque dur

pour sauvegarder les fichiers des années scolaires précédentes.

livres empruntés au CDI

romans

pour glaner d'autres idées ou extraire un passage pour illustrer un cours.

Trois portraits d'enseignants

Les portraits

Les trois enseignants présentés dans ce livret ont été interrogés dans leur **établissement d'exercice** et à leur **domicile** dans le cadre de notre enquête de terrain. Ils travaillent tous les trois au **lycée Jean de la Fontaine**, un établissement d'enseignement général, technologique et professionnel, situé dans le centre-ville d'une commune de la banlieue parisienne. Par ailleurs, vingt autres enseignants ont également été interrogés dans ce lycée mais n'ont pas fait l'objet d'une enquête à domicile.

Pour en savoir plus sur les enquêtés, et suivre la thèse de Magali Loffreda : <https://pco.hypotheses.org>

Tristan

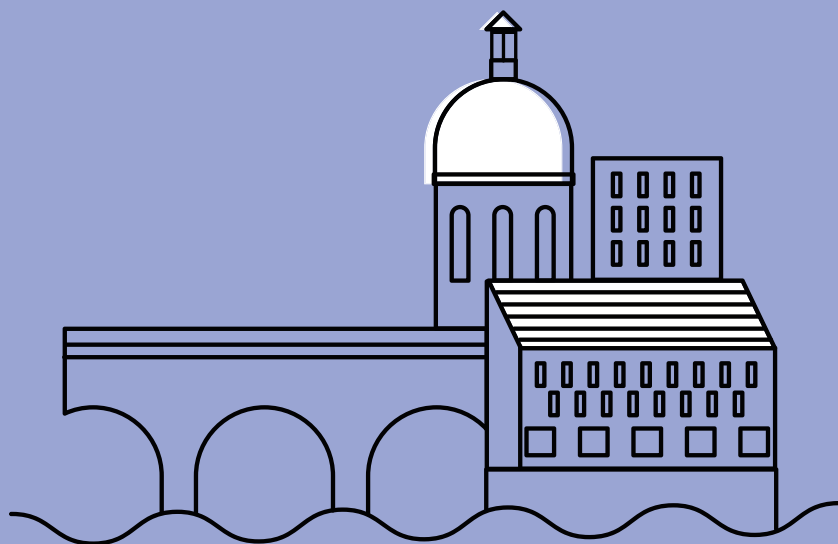


31 ANS

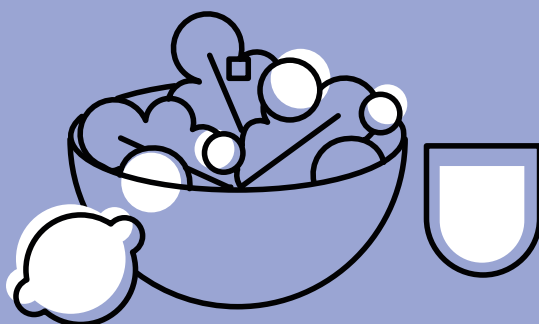
ENSEIGNANT DE MATHÉMATIQUES

CÉLIBATAIRE

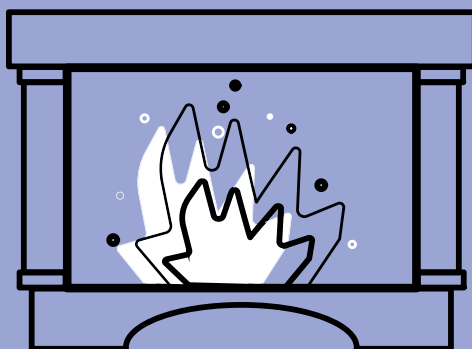
**VIT EN BANLIEUE PARISIENNE,
DANS UN APPARTEMENT EN CENTRE-VILLE**



Tristan a suivi toute sa scolarité post-bac à l'**Université de Toulouse, en mathématiques. Il obtient l'agrégation en 2011.** Après sa période de stage, il devient titulaire de son poste au lycée Jean de la Fontaine où il y effectue sa **sixième rentrée scolaire.**



Tristan aime bien faire la cuisine. **Tout est fait maison**, en privilégiant au maximum les commerces de proximité et les produits locaux.



Tristan, **particulièrement vigilant quant au problème d'usurpation d'identité**, ne jette aucun papier mentionnant des informations personnelles dans sa poubelle ; une habitude prise chez ses parents. **Ainsi les photocopiés où apparaissent ses nom et prénom**, de même que le nom du lycée, sont rangés dans une pochette spécifique en attendant de pouvoir être **brûlés dans la cheminée** de la maison familiale.

Tristan

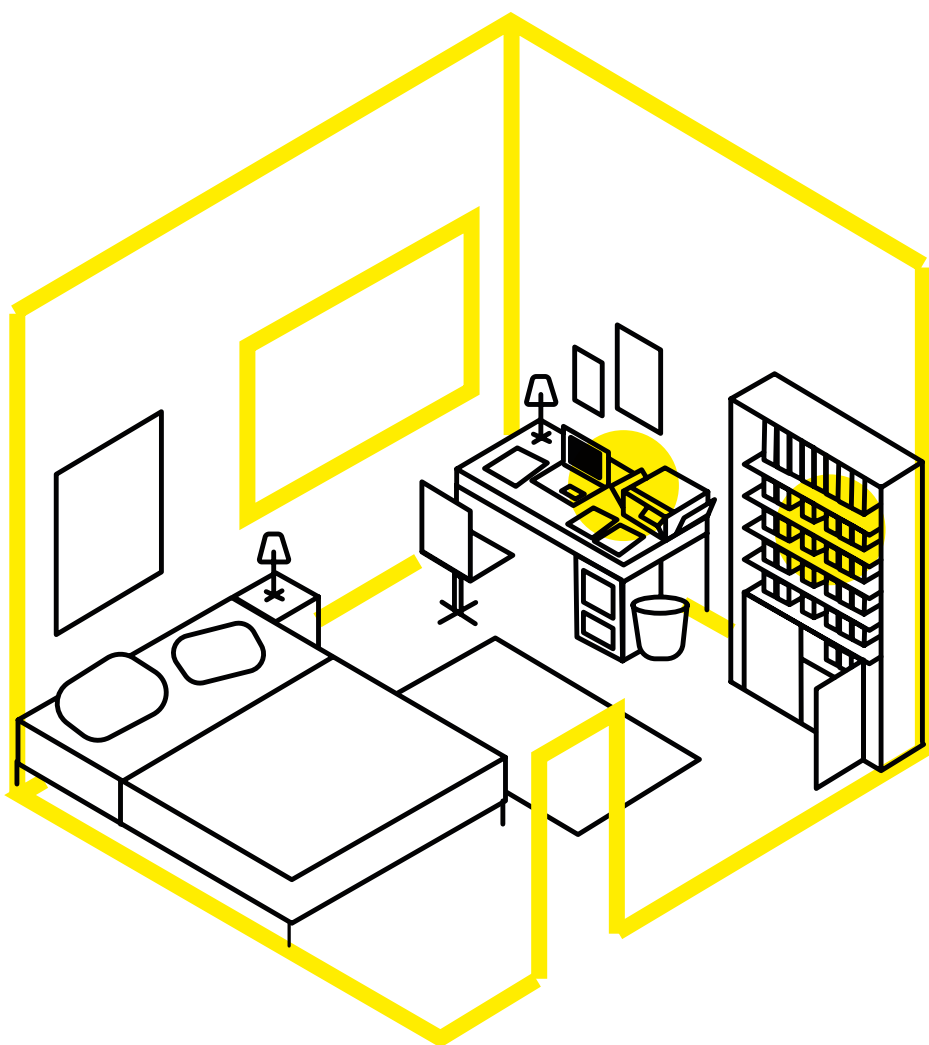
Tristan « préfère tout créer de A à Z ». Comme beaucoup d'enseignants, il insiste sur le fait « qu'en général, tout est remanié ».



chapitre 1

$$3x + 7 =$$

Il a mis en place en particulier ce qu'il appelle des « **activités mentales** », une méthode **héritée de son tuteur** qu'il teste et peaufine depuis ses débuts dans l'enseignement. Il s'agit de **quatre diapositives** (créées avec le logiciel "Impress" de la suite LibreOffice) qu'il projette au tableau et qui peuvent concerner **le chapitre actuel, ceux des semaines passées ou encore des révisions des notions abordées les années précédentes**. L'activité dure une dizaine de minutes pendant lesquelles les élèves répondent à des questions et résolvent des exercices.

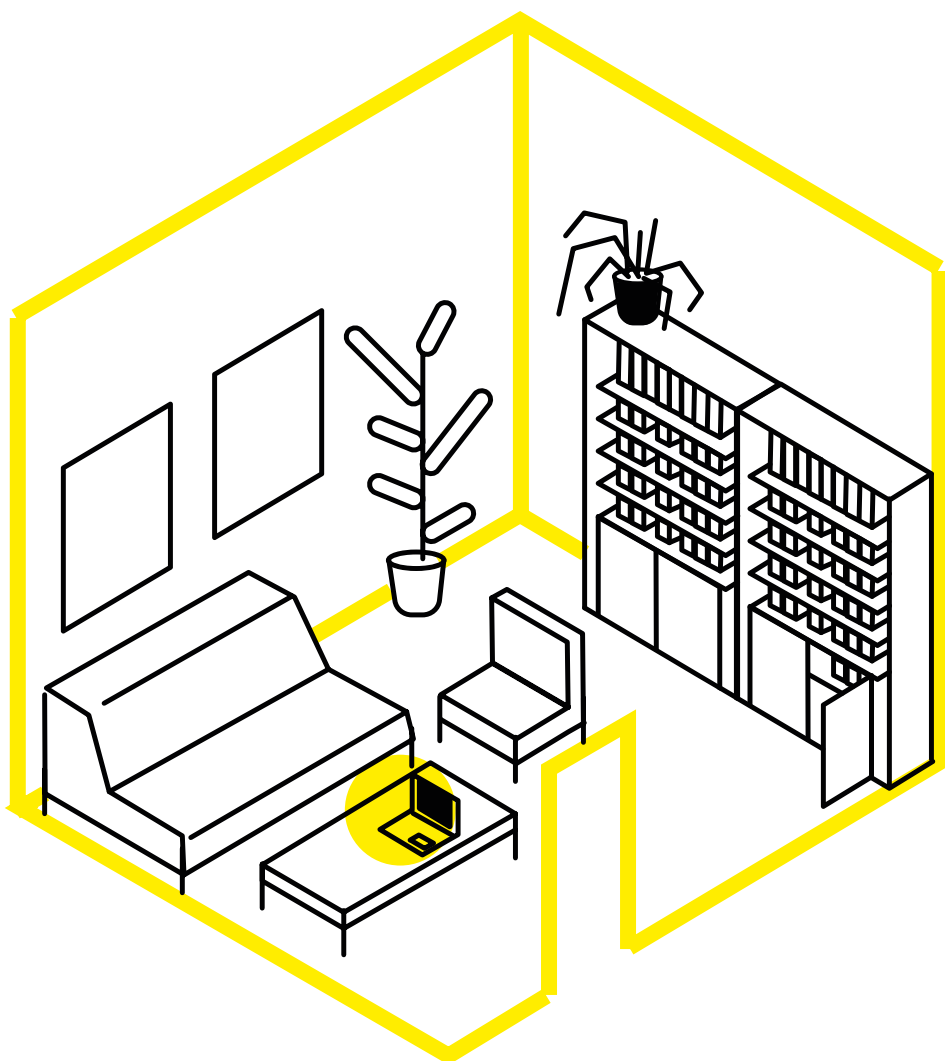


La chambre

Tristan travaille la majeure partie du temps dans sa chambre. C'est ici qu'il se sent le « **plus tranquille** », le « **plus à l'aise** ».

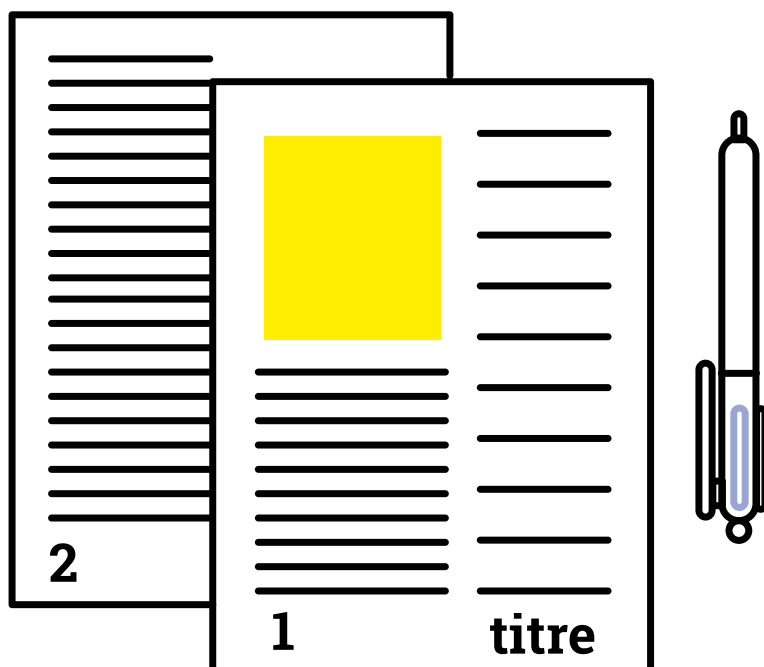
Il y a installé son bureau, sur lequel se trouve **une imprimante** et **un ordinateur portable**. Dans la chambre de Tristan, on trouve aussi **une armoire** dans laquelle il **range** ses cours des années scolaires précédentes.

Son espace de travail personnel



Le salon

Tristan a **deux ordinateurs**, le **second** est habituellement posé sur la table basse du salon (où est branchée la box) sur laquelle Tristan travaille quand il **recherche des informations sur le web** - préférant s'asseoir sur le canapé pour y consulter ses mails.



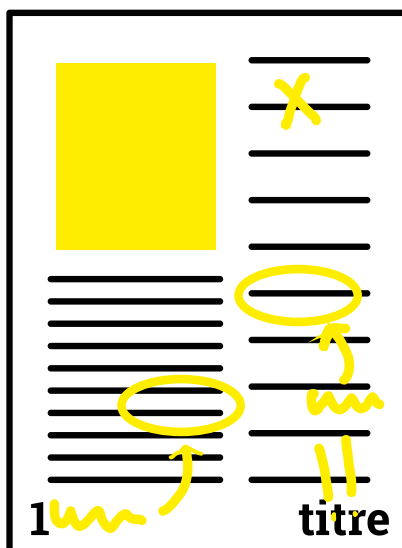
Le papier

Tristan **écrit majoritairement ses cours sur papier**, plus précisément au **stylo bleu**. Il a également développé un **code couleur** pour ses élèves, qu'il reporte désormais sur ses cours manuscrits afin d'y penser en classe ; en revanche, les formules mathématiques sont systématiquement écrites en rouge alors même que Tristan sait qu'il devra les noter en vert au tableau. Ses cours, contrairement à ses TD et TP, ne mentionnent ni son nom, ni l'année scolaire en cours, ni le niveau enseigné.

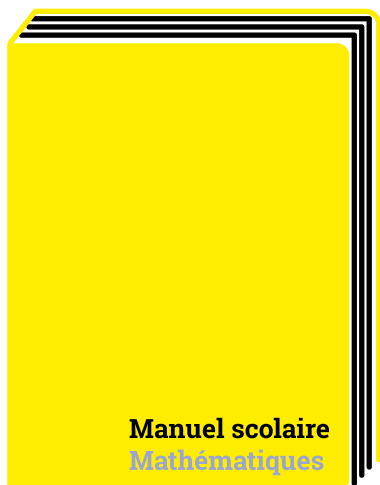
Tristan y note seulement **le titre du chapitre**, et la **numérotation des pages** (en réalité des feuilles). Ainsi, il peut les **réutiliser** d'une année sur l'autre.

Annotations

Tristan **annote ses documents de cours** afin de pouvoir les **modifier** ultérieurement, souvent trois ou quatre mois plus tard, ou encore à la fin de l'année, estimant que « **c'est plus efficace** » ainsi que de le faire « **à chaud** ».

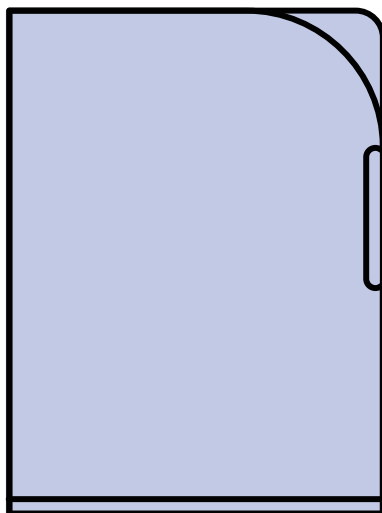
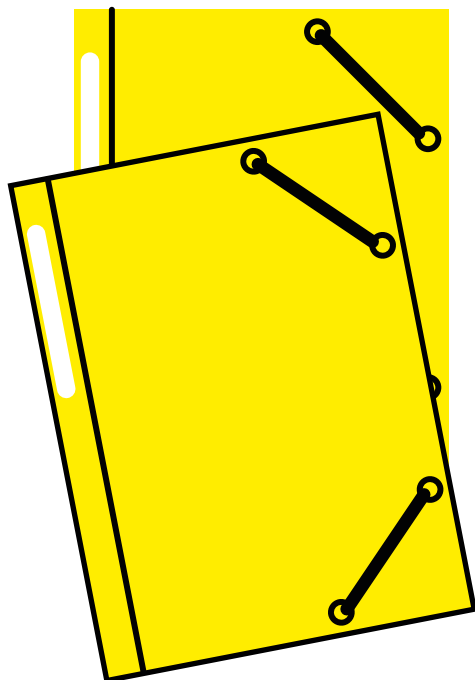


Ses ressources tangibles



Manuels scolaires

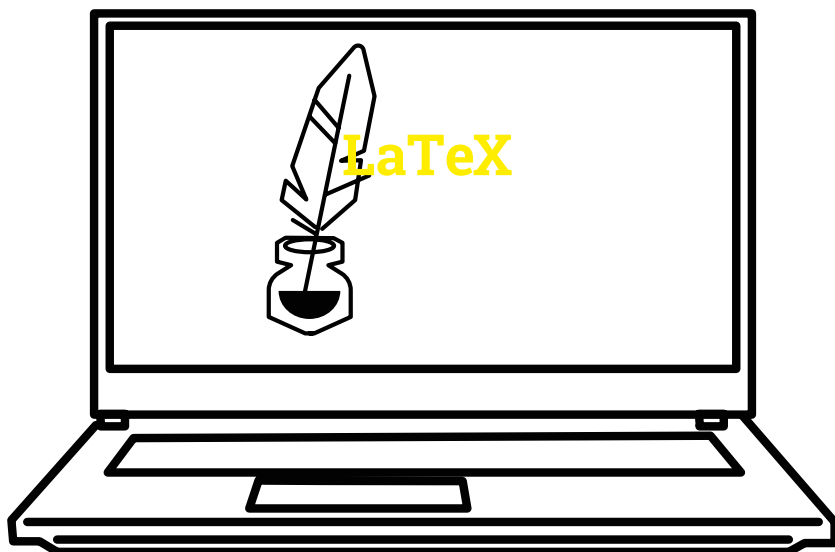
Tristan les utilise pour préparer ses cours et exercices, ces derniers constituant « 90% » de ses sources.



Les pochettes

Tristan utilise des **pochettes cartonnées dans lesquelles il glisse ses cours**, manuscrits et imprimés.

Il **protège désormais ses cours manuscrits dans des pochettes coin en plastique transparentes** pour éviter de les salir en classe, ayant souvent les mains sales à force d'écrire au tableau. Il espère également pouvoir **réutiliser** ses cours ultérieurement - sachant qu'il a décidé, suite aux nouveaux programmes de seconde, de refaire l'ensemble de ses cours, estimant avoir acquis suffisamment d'expérience pour arriver à quelque chose de « **satisfaisant** ».



Premier ordinateur

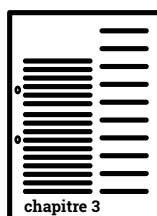
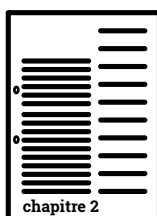
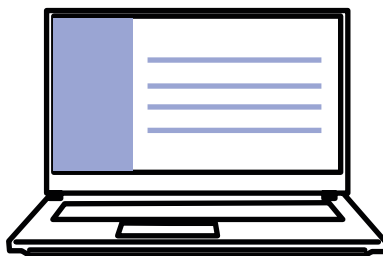
Tristan l'a acheté alors qu'il était en fin de collège. Malgré le fait qu'il est impossible d'effectuer la dernière mise à jour du système d'exploitation, il fonctionne encore très bien et Tristan s'en sert pour **taper ses cours avec l'aide du logiciel LaTeX** (dont l'installation prend beaucoup de mémoire). Cet ordinateur **quitte rarement** la chambre, et Tristan préfère qu'il reste **hors connexion**, d'abord parce qu'il rame (malgré la fibre), et surtout pour **éviter les virus**.

LaTeX

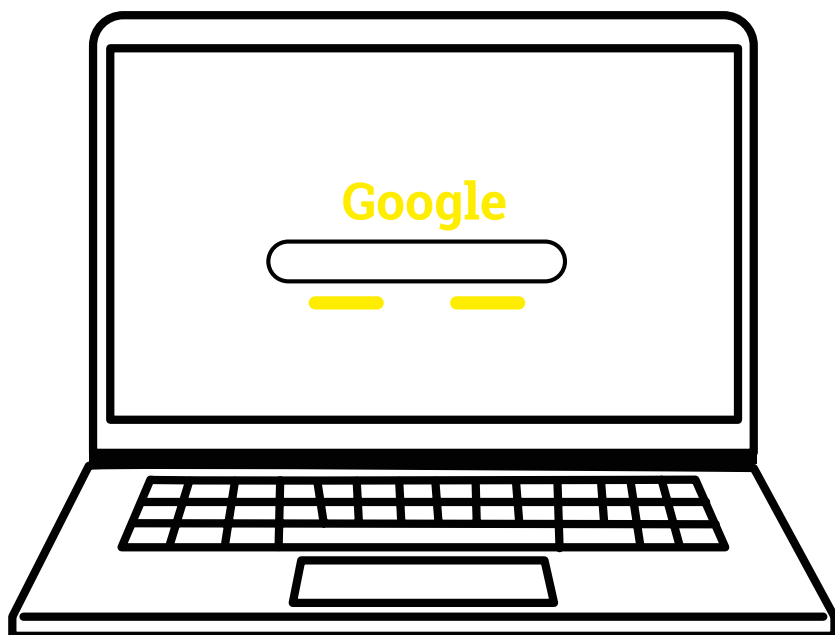
Tristan a commencé à utiliser le logiciel LaTeX en Master 1. Ce logiciel est par ailleurs très prisé des enseignants de mathématiques du lycée Jean de La Fontaine.

Le tuteur de Tristan l'utilisait également. Tristan s'en sert pour **éditer certaines parties de cours, ou parfois un chapitre entier, lorsqu'il estime « fastidieux de tout écrire, et que ça va plus vite d'avoir un polycopié »**.

Tout dépend aussi de la difficulté du chapitre, et de la façon dont il **« souhaite l'aborder »**. Distribuer un polycopié permet également de **gagner du temps** - car celui-ci **« est compté »** - au lieu de le perdre en faisant recopier les élèves. Bien qu'ayant gagné en expertise, Tristan a conservé son **« Aide-mémoire LaTeX »** qu'il a toujours **à portée de mains** sur son bureau, mais qu'il consulte rarement.

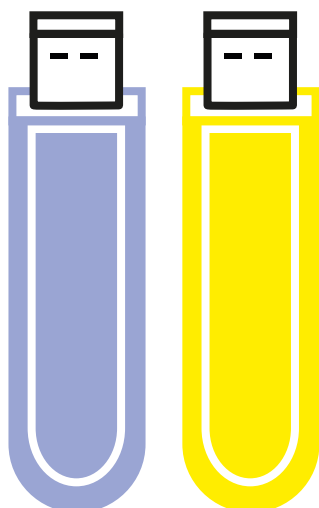


Ses ressources numériques



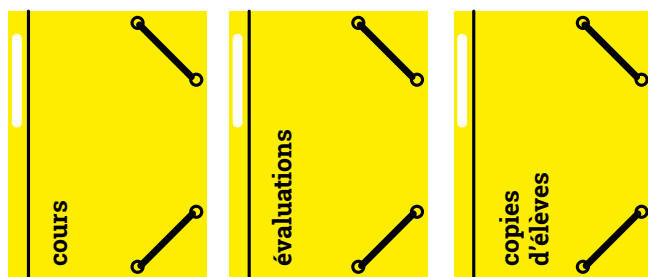
Second ordinateur

Celui-ci est **plus récent**. Tristan l'utilise pour **se connecter à Internet**, et en particulier pour rechercher, via *Google*, des données ou des « **accroches concrètes** » pour ses exercices.



Clé USB

Tristan n'a pas de disque dur. Il n'a pas non plus de scanner, car en général, plutôt que de numériser ce dont il pourrait avoir besoin, il « **retape tout** ». Il utilise en revanche deux clés USB sur lesquelles **il enregistre ses cours et documents tapuscrits**, afin notamment de pouvoir **les projeter en classe**. Il s'en sert également, soit pour **recupérer les documents de ses collègues**, soit pour **transférer**, de son vieil ordinateur portable à celui ayant une connexion Internet, les documents qu'il a distribués aux élèves pour les déposer sur *Pronote*.



Les pochettes

Il apprécie son **système de pochettes**. Il possède **trois pochettes d'une même couleur par niveaux enseignés : une pour les cours et exercices, une pour les évaluations, et une pour les copies des élèves**. Les pochettes lui permettent de ranger, et de transporter, plus de documents que ne le permettrait un trieur. Grâce aux couleurs, il **repère vite** la pochette dont il a besoin pour telle ou telle classe. Les cours terminés sont ensuite enlevés des pochettes, puis **rangés dans l'armoire** de sa chambre avant d'être **répartis dans les classeurs** correspondants.



Les classeurs

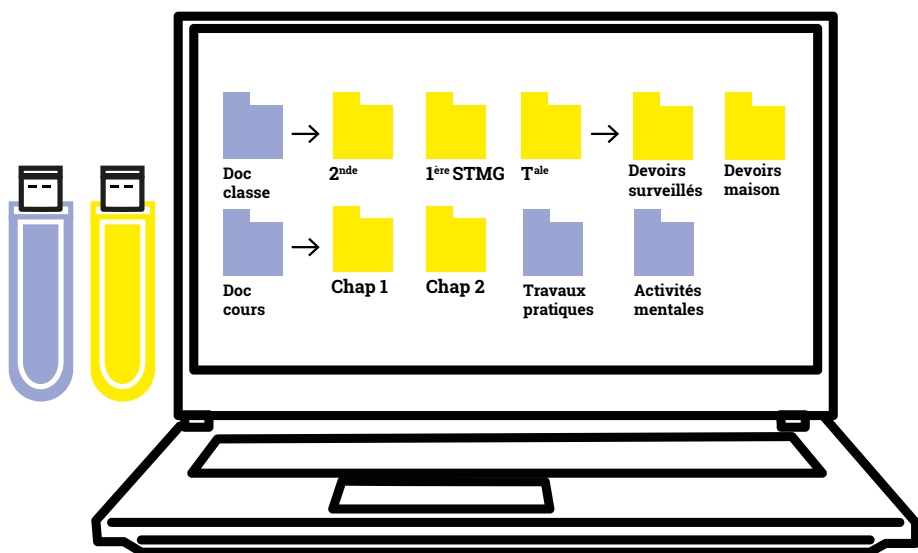
Chaque classeur comprend **l'ensemble des documents de cours d'un niveau pour une seule année scolaire** (T^{ale} STL 2015-2016 ; 1^{ère} STL 2016-2017 ; T^{ale} STMG 2015-2016 ; etc.). Tristan **supprime les doublons** d'une année sur l'autre ; il conserve ainsi le même classeur par niveau, remplaçant certains documents des années précédentes par ceux de l'année en cours, et ne gardant que les documents jugés intéressants. En général, les cours des deux ou trois années précédentes sont jetés, ou en partie remplacés.

Le tri est généralement effectué **au mois de juin**, période où les cours sont Taleinés - il n'y a donc plus de copies à corriger - mais où le bac n'a pas encore commencé. Tristan ne trie cependant que pour les niveaux enseignés deux années scolaires d'affilée ; ainsi les cours correspondants à la classe de Seconde qu'il a eu en 2015 se trouvent encore dans ses classeurs. À l'intérieur des classeurs, les documents sont **classés par chapitre**, **« puisqu'en mathématiques, ça se découpe par chapitres »**.

Les classeurs de Tristan se répartissent en trois couleurs : rouge, bleu et noir, couleurs involontairement choisies, mais qui lui permettent de **visualiser** l'emplacement de ses classeurs dans l'armoire, et ainsi de savoir à quelle classe appartient tel ou tel classeur.

Tristan trouve qu'il est organisé. Pour lui, passer du temps à ranger en amont permet d'en gagner par la suite.

Sa façon de ranger



Fichiers informatiques

Les devoirs et contrôles sont **rangés** dans un **dossier “Documents pour la classe”**, puis **classés** dans des **sous-dossiers par niveaux**, et, s’il y a lieu, par **années scolaires**. Ils seront alors à nouveau classés dans des sous-dossiers **“Devoirs surveillés”** ou **“Devoirs à la maison”**.

Les fichiers correspondants aux chapitres de cours tapuscrits sont rangés dans le **dossier “Documents de cours”** ; ces derniers sont ensuite classés par niveaux puis par années scolaires.

Tristan a également un **dossier “Travaux pratiques”**, dans lequel il range en particulier des fichiers concernant la manipulation de logiciels mathématiques et de calculatrices.

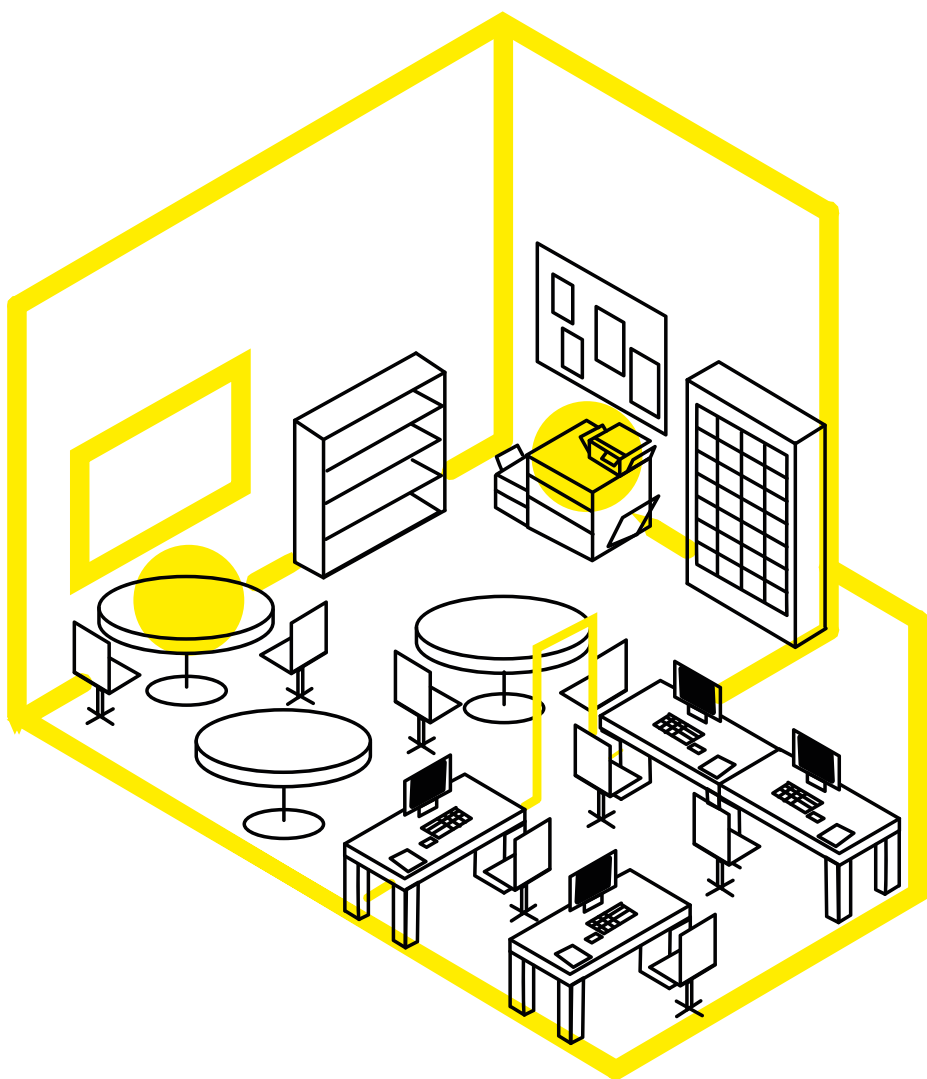
Ses “activités mentales” sont rangées dans un dossier éponyme, puis classées dans des **sous-dossiers par classes** ; exemple : **dossier “Activités mentales”**, sous-dossier **“1ère STMG”**.

« **Laborieuses à refaire** », et demandant du temps de préparation, Tristan les **sauvegarde** également sur sa **clé USB**.

Il a « **plus ou moins** » la même **arborescence** sur son ordinateur et sur sa clé USB.

Les ressources qu’il trouve sur **le web** sont **stockées sur l’ordinateur**, soit sur le bureau, soit dans un sous-dossier spécifique. Les documents **de ses collègues**, reçus par mail ou transférés sur sa clé USB, sont enregistrés dans le dossier adéquat (selon, par exemple, s’il s’agit d’un cours ou d’un exercice) sur son ordinateur.

Son espace de travail professionnel



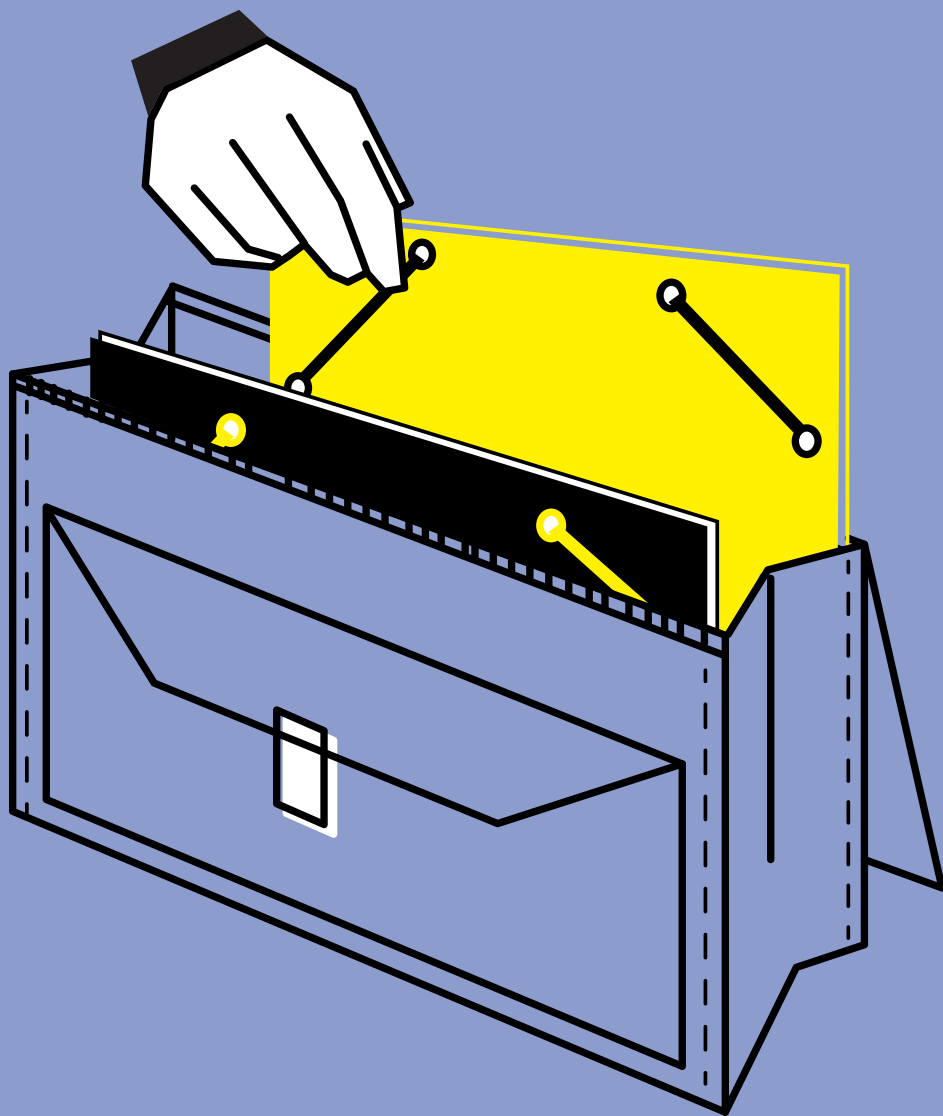
La salle des profs

Tristan **photocopie au lycée**, après les avoir imprimé chez lui, les documents dont il a besoin.

En classe, il utilise **le vidéoprojecteur** - toutes les salles du lycée Jean de la Fontaine en sont équipées.

Tristan travaille peu au lycée, préférant travailler chez lui, mais **il échange beaucoup en salle des profs avec ses collègues de mathématiques**, en particulier Cédric, également titulaire depuis quelques années dans l'établissement, et avec lequel il a des classes en commun. Ces échanges lui permettent à la fois **d'acquérir de nouvelles ressources et de nouvelles idées**.

La journée-type de Tristan



Le matin

Comme chaque matin, Tristan se prépare à partir en cours. Il vérifie une dernière fois sa sacoche pour s'assurer que rien ne manque. Il a pris soin ce week-end de retirer de ses pochettes les documents des chapitres terminés.



La salle des profs

Tristan aime bien arriver au lycée avec une heure d'avance. Il a ainsi le temps de poser ses affaires, de relever s'il a du courrier administratif, et de faire les photocopies dont il a besoin.



La photocopieuse



Les collègues



Mouais... j'ai corrigé des copies...

Fais-moi penser à la récréation à te filer mon document pour le bac blanc. T'as l'exercice que je t'ai demandé ?

Salut Tristan, bon week-end ?

La cantine



On doit en acheter là des calculettes en mode examen, où les gamins prennent les leurs ?

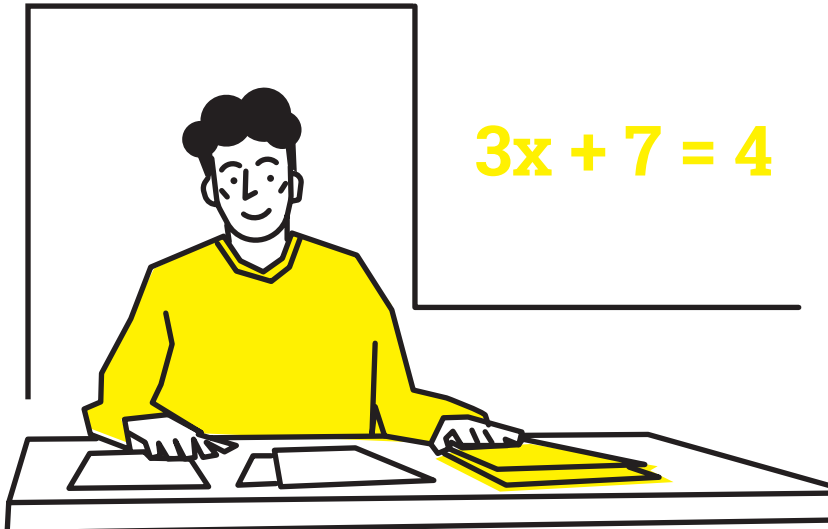
Faut vérifier ce qui est dit à ce sujet. Mais si on doit en acheter, faudra prévoir de les stocker, sinon ils vont nous les perdre.



Ah c'est pas vrai, ça rentre pas ! Va falloir que j'me trimballe les copies des élèves sous l'bras ! On peut rien mettre dans ces casiers !

Les casiers

Moi c'est pareil, je peux plus ranger mes manuels depuis qu'ils les ont changés. J'suis obligé de les coucher, et encore, tous ne tiennent pas...



$$3x + 7 = 4$$

La salle de classe

Noémie



Noémie

43 ans

Enseignante d'histoire-géographie

A enseigné au collège

En couple, trois enfants

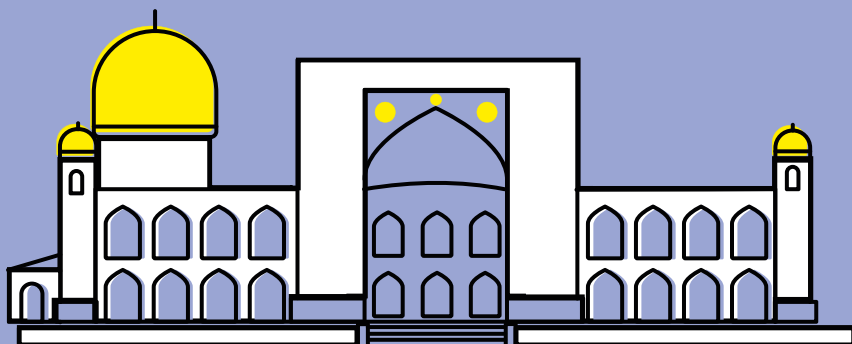
Vit dans une maison, dans une petite ville en banlieue parisienne

Привет

спасибо

Hayirli
tong

Noémie est **engagée dans diverses activités**, notamment en tant que parent d'élève, et bénévole dans une association environnementale. Elle parle **russe et ouzbek**.

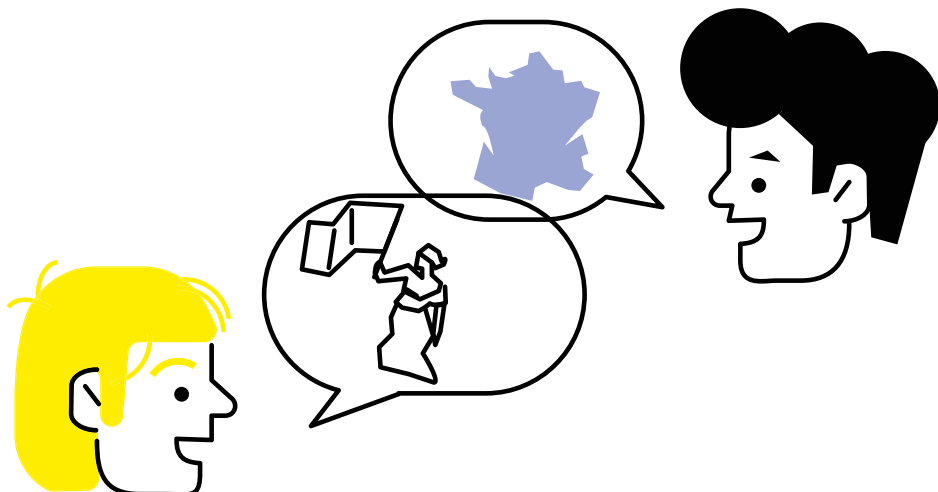


Après un bac scientifique et une année en médecine, Noémie **s'oriente vers des études d'histoire et de géographie validées par un DEA sur l'Ouzbékistan**.

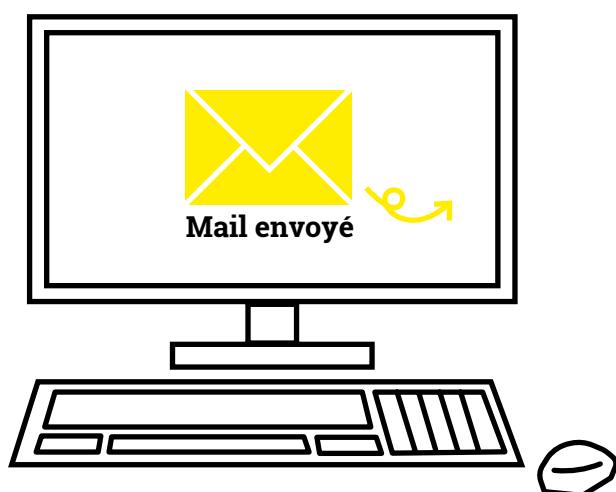
Elle obtient le CAPES en 2004.

Depuis 2015, elle passe **l'agrégation** en interne. Elle travaille **depuis 2011** au lycée Jean de la Fontaine.

Noémie

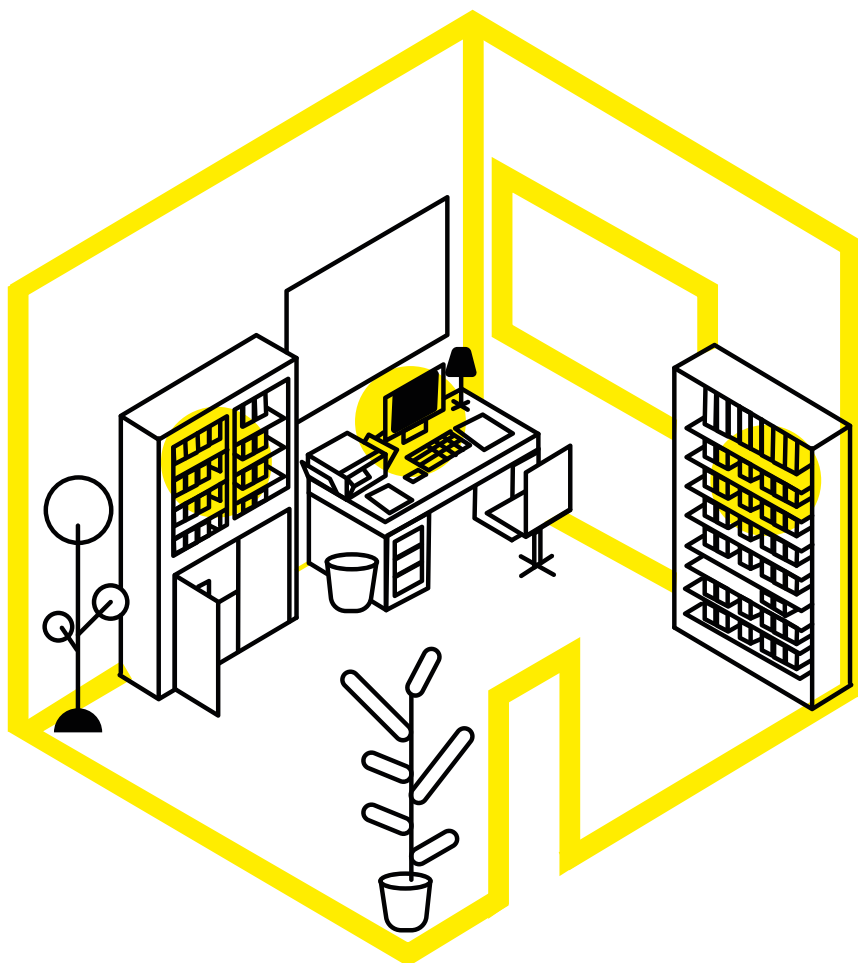


Noémie fait travailler ses élèves sur des études de cas en tenant compte des **recherches historiques et géographiques actuelles**. Elle élabore ainsi des **“corpus documentaires”**, dans l’objectif d’apporter à ses élèves des connaissances appuyées sur **les débats scientifiques en cours**. Depuis mars 2017, suite à une inspection, elle souhaite que ses élèves soient encore **plus actifs en classe**, et imagine pour cela des situations de jeux et surtout des travaux de groupes spécifiques - comme par exemple des débats autogérés, et enregistrés pour l’évaluation.



Cette année, **elle partage sa classe de T¹e STMG avec son collègue Emmanuel** avec lequel elle échange ressources et réflexions pédagogiques, notamment sur le fait d’utiliser des **ouvrages scientifiques** comme point de départ pour les cours, plutôt que les manuels scolaires - que Noémie n’utilise plus depuis au moins cinq ans. Pour préparer les cours, **ils s’échangent des documents**, ou **s’envoient des références par mail**. Souvent, Aurélien **dépote des articles** dans le **casier** de Noémie.

Son espace de travail personnel

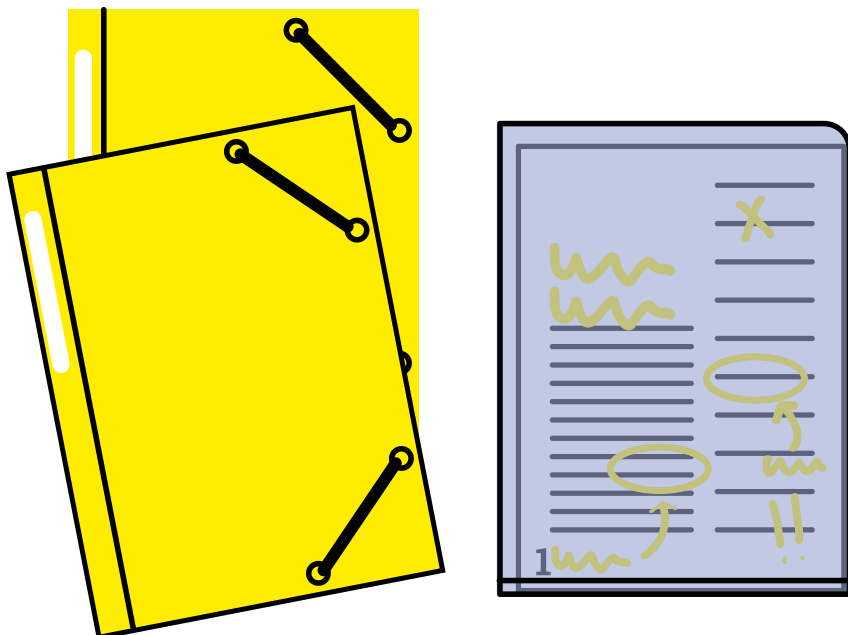


Le bureau

Noémie y travaille la majeure partie du temps. **Cette pièce lui est entièrement dédiée** - même si ses enfants y viennent parfois, notamment pour aller sur Internet, regarder des vidéos et jouer à des jeux en ligne.

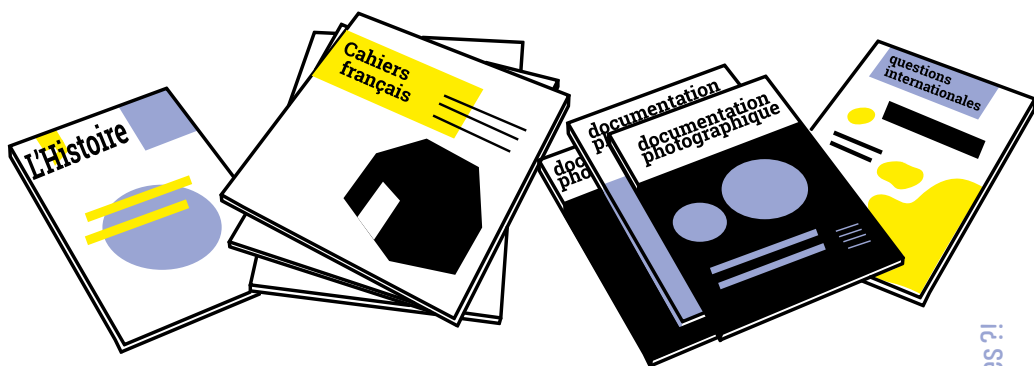
Dans cette pièce se trouve son **bureau** - sur lequel est installé **un ordinateur fixe et une imprimante** -, et **deux bibliothèques** : une grande bibliothèque à deux corps (comportant une partie étagères munie de portes vitrées et une partie placard), et une simple bibliothèque à deux corps.

Ses ressources tangibles



Pochettes & notes

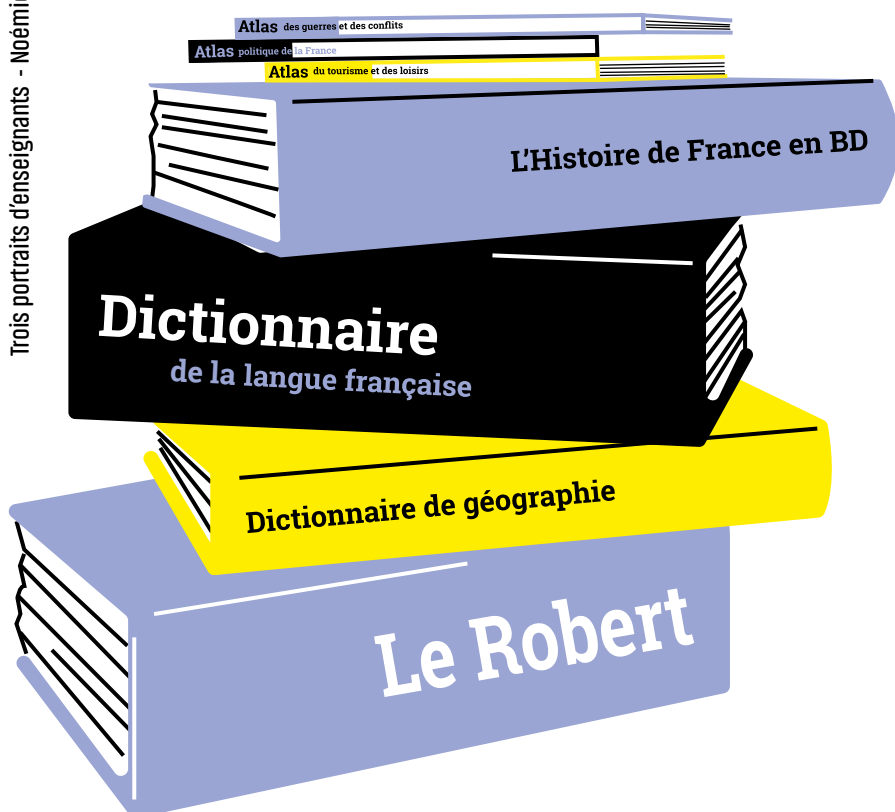
Noémie a à sa disposition ses **pochettes de cours** dans lesquelles elle peut récupérer **des articles déjà lus et étudiés**, mais aussi **ses notes de lectures**, ou encore des **notes prises lors de stages**, qu'elle peut exploiter pour ses cours, en particulier s'il s'agit de **conférences** données par des historiens ou des géographes spécialistes de telle ou telle question.



Des revues

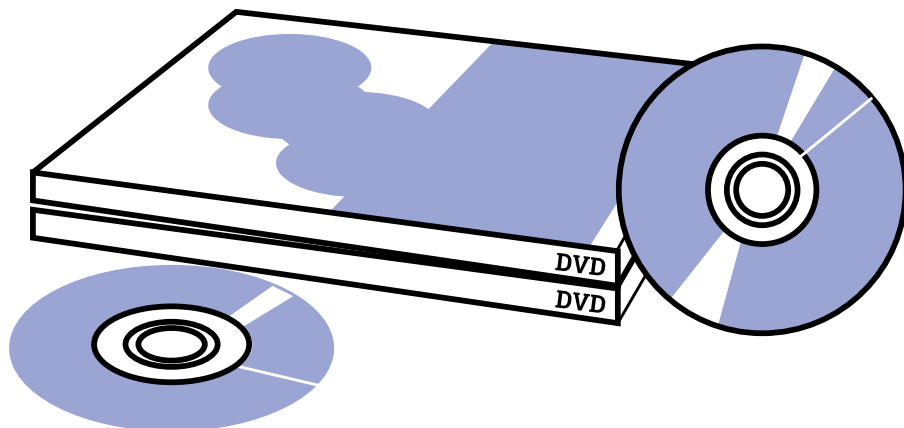
Elle en possède beaucoup :

- L'Histoire (abonnée à la revue et aux Hors-Série) ;
- la Documentation photographique (non abonnée, elle les achète au fur et à mesure, mais « prend quasiment tout » car « c'est rare que ça [ne l'] intéresse pas »),
- les Cahiers français et Questions Internationales, (trois revues de la Documentation française).

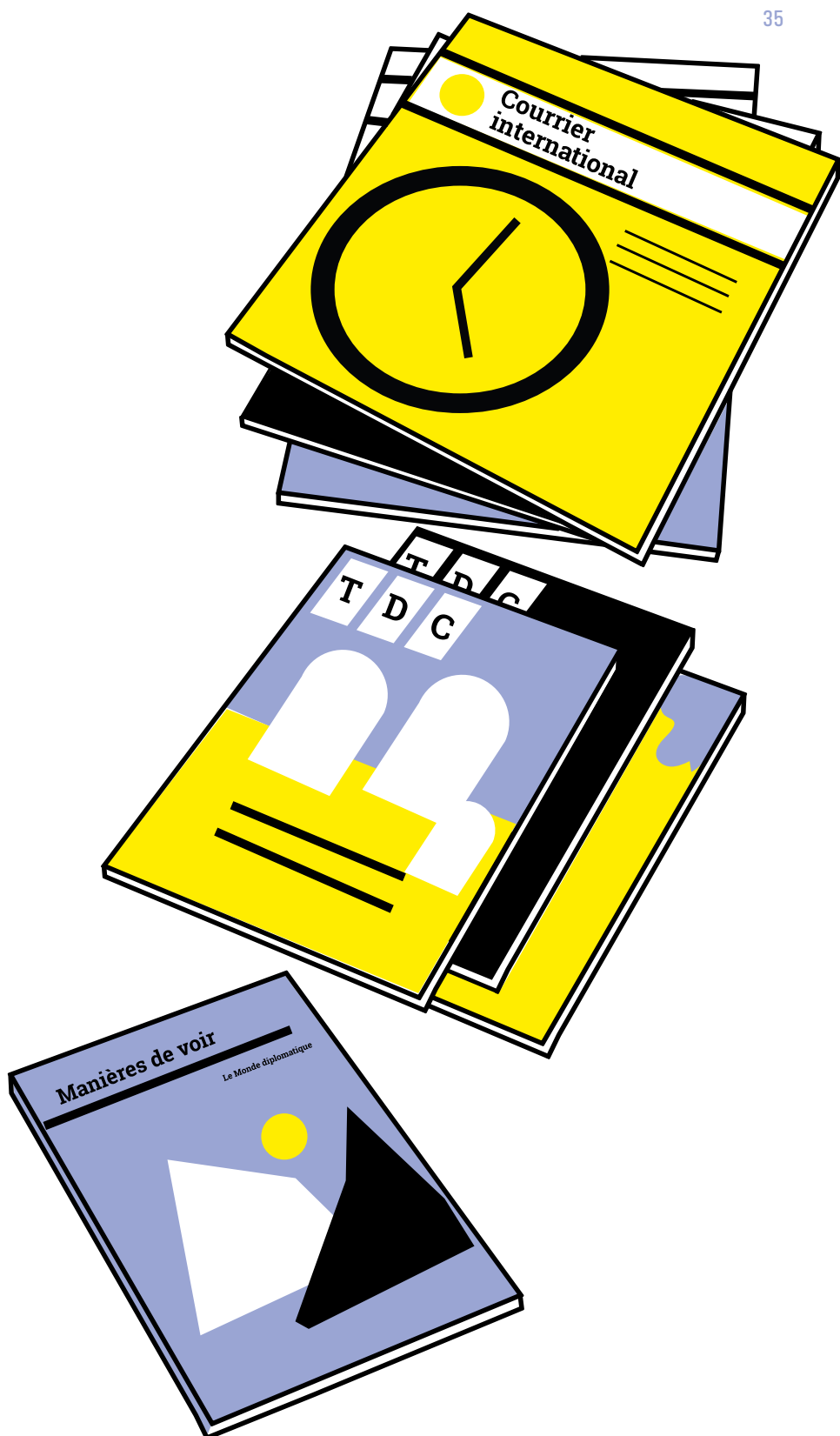


Des livres

Noémie en est une grande consommatrice : **dictionnaires** (de géographie ; de la langue française : *Le Robert*, etc.), **ouvrages d'histoire et de géographie** (qu'elle possède, ou bien qu'elle fait acheter avec son collègue Emmanuel pour le **labo d'histoire** - ces derniers sont alors rangés dans l'**armoire disciplinaire** ; commençant à se remplir, les enseignants envisagent de négocier une place dans le nouveau **CDI**), **atlas** des éditions Autrement (qu'elle emprunte au CDI, après les avoir fait acheter pour les élèves par les professeurs-documentalistes).



Des DVD



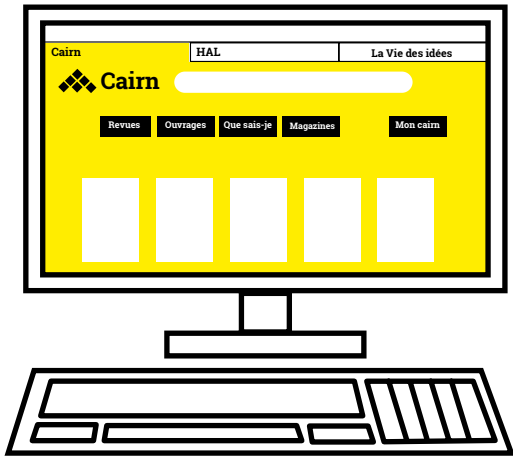
Et encore des revues

- TDC (dont elle emprunte parfois les nouveaux numéros au CDI) ;
- *Courrier international* (abonnée à la **version papier**, mais Noémie aimerait s'abonner à la **version numérique** « pour faire de la place ») ;
- *Manières de voir* ;
- *Le Monde diplomatique* (abonnée, notamment pour consulter les **cartes en ligne**) ;
- *Télérama* (abonnée).



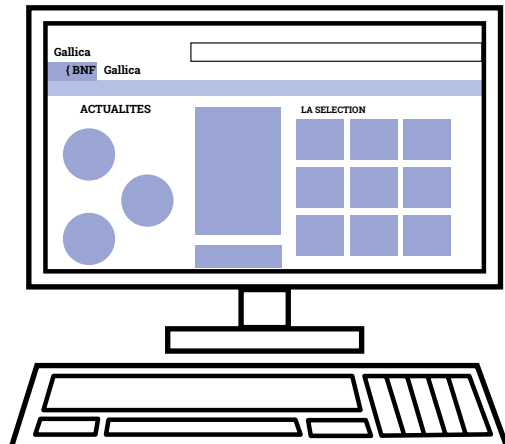
Sites disciplinaires

Géoconfluences, Hypergé, Géoportail...



Articles scientifiques & compte-rendus d'ouvrages

que Noémie trouve notamment sur
les portails Cairn ou HAL
et sur La Vie des idées.



Archives

Sur Gallica.

Ses ressources numériques

La parade de Jean-Paul Goude sur les Champs-Élysées...

...le 14 juillet 1989 a été le point d'orgue des festivités du bicentenaire de la Révolution...



...françaises organisées tout au long de l'année sur tout le territoire national.

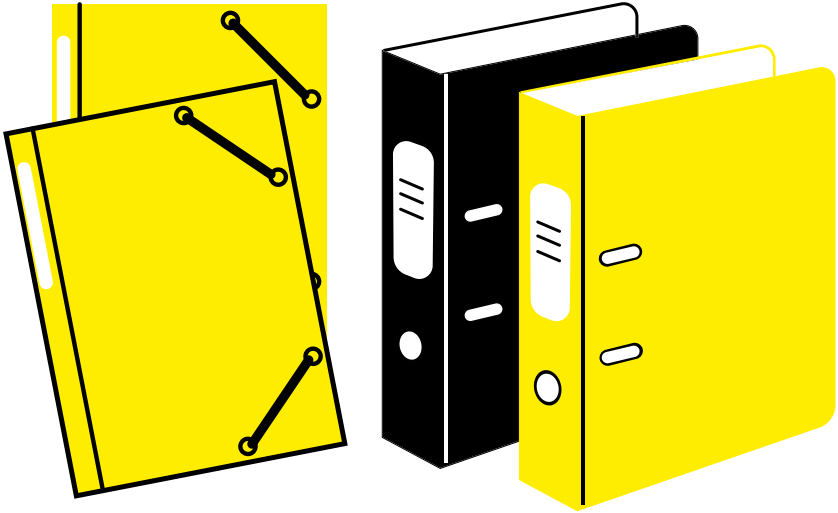
Émissions radios

En particulier “La Fabrique de l’Histoire” et “Concordance des temps”, deux émissions de France Culture auxquelles elle s’est abonnée et qu’elle **télécharge** sur son ordinateur ou sur son téléphone portable, ce qui lui permet de les **(ré)écouter** ensuite en faisant la cuisine, ou encore dans la buanderie en s’occupant du linge.



Revue, journaux, logiciels & applications

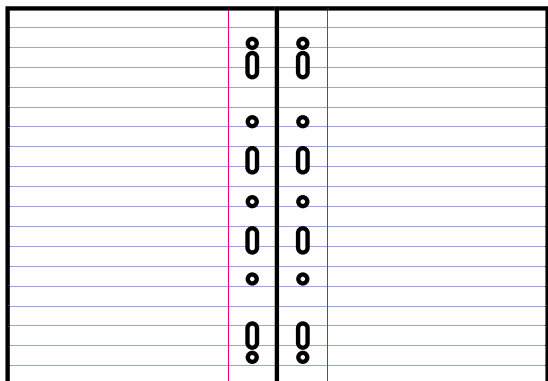
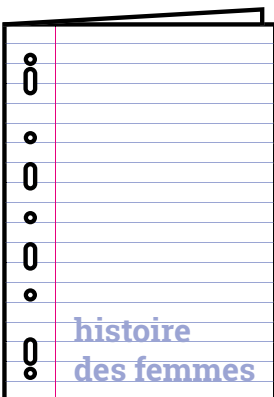
En ligne, Noémie consulte en particulier *Le Monde*, *Libération* et *Médiapart*, auxquels elle est abonnée. Elle utilise “Google Earth” sur lequel elle fait **travailler ses élèves**.



Classeurs & pochettes

Pour **ranger ses articles et documents**, Noémie utilise des classeurs et des pochettes, qu'elle préfère aux premiers, notamment les gros classeurs à levier peu maniables, et dont le mécanisme, « **une fois sur deux** », se « **déboîte** » ou « **se casse** ».

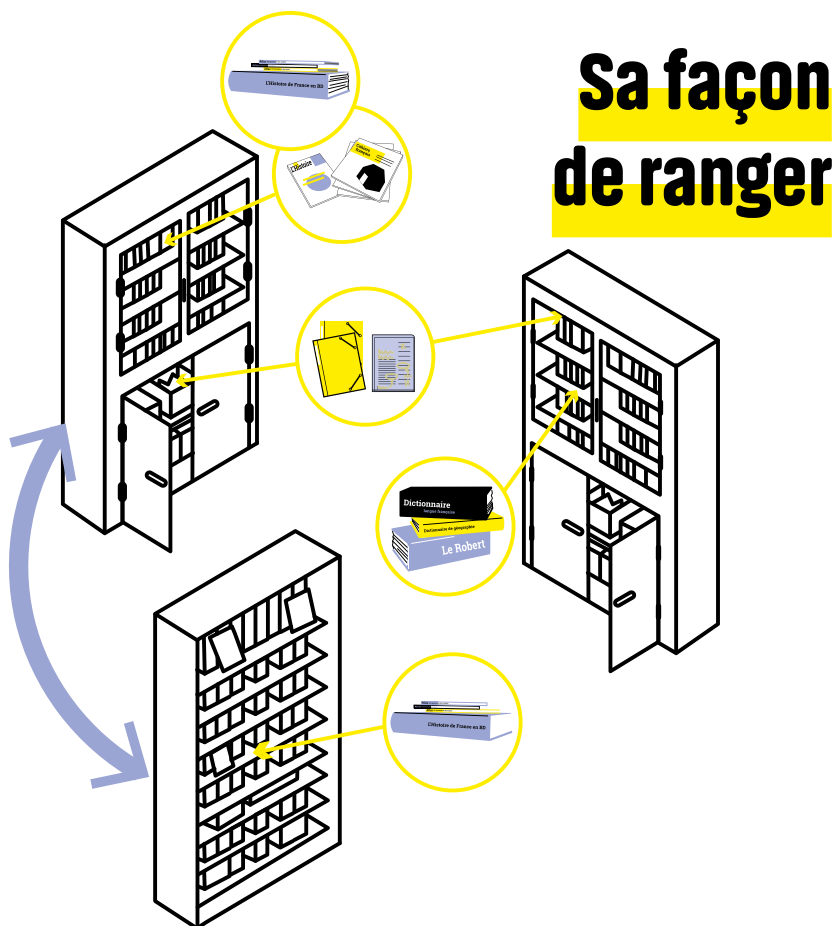
En ce qui concerne ses pochettes de cours, si Noémie **jette les reliquats de photocopies** (ou bien les transforme en brouillon pour les enfants), il faudrait qu'elle **prenne le temps de bien trier** les autres documents qui s'y trouve afin d'être certaine de ne pas jeter ce qui pourrait encore **être utile** - comme cet extrait du livre d'Evguénia Ginzburg par exemple, qu'elle retrouve inopinément en consultant une pochette datant de ses années d'enseignement au collège.



Copies doubles

Il lui arrive parfois d'utiliser des copies doubles pour **ranger les corpus** constitués, et sur lesquelles elle peut **indiquer le sujet étudié**, par exemple "colonisation" ou encore "histoire des femmes".

Les copies doubles peuvent également servir d'**intercalaires** à l'intérieur des différentes pochettes ; mais une **feuille A4** pliée en deux peut tout aussi bien convenir.



Sa façon de ranger

Les bibliothèques du bureau & du salon

Noémie utilise les deux bibliothèques de son bureau pour y **ranger ses ressources papier**.

Sa grande bibliothèque contient ses revues et ses livres (disposés verticalement sur les étagères, bien que ces derniers finissent par s'entasser les uns sur les autres, faute de place), ainsi que **ses pochettes de cours, d'articles et de prises de note** (rangées dans la partie placard ; on y trouve également, entassés dans un sac en tissu, les anciens cahiers d'écoliers de ses trois enfants).

L'autre bibliothèque contient diverses ressources

- plutôt disposées en fonction de la place disponible sur les étagères - comme des pochettes d'articles, des manuels scolaires, quelques usuels (dictionnaires, dont un dictionnaire pour enfant, livres de conjugaison...), des fournitures, mais aussi divers **objets du quotidien** (médicaments, produits d'hygiène et de soin...) ou encore quelques **photographies de famille** qui font plutôt office d'éléments de décoration.

Noémie range également une partie de ses livres d'histoire et de géographie dans la **bibliothèque de son salon** (également dédiée, entre autres, à la littérature et aux livres de cuisine).

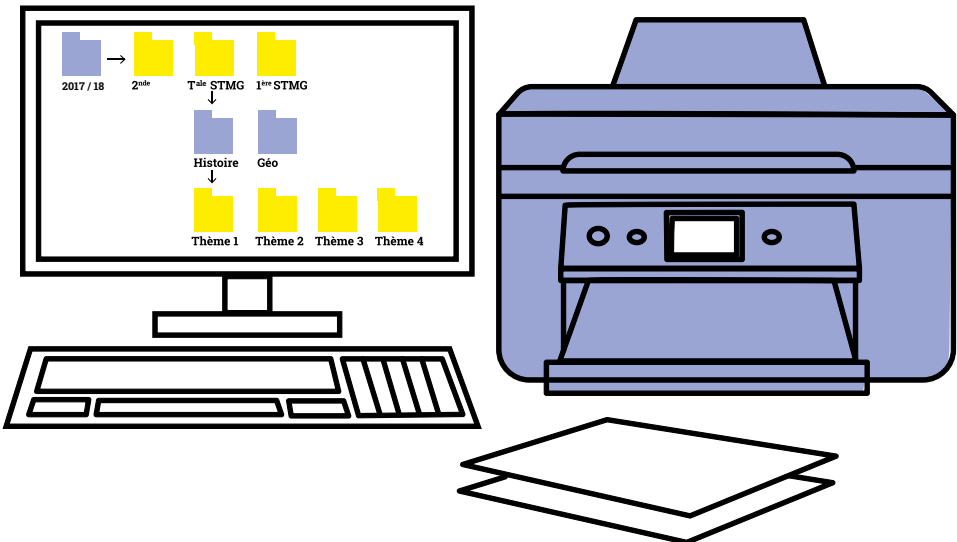
Elle se sert de cette dernière pour faire un **roulement** entre les ouvrages déjà lus ou utilisés, et ceux qu'elle vient d'acquérir ou dont elle a besoin pour un cours, et qui seront alors déplacés sur les étagères de la grande bibliothèque de son bureau afin qu'elle puisse les avoir « **sous les yeux** ».

search



Podcasts & articles

Noémie a parfois du mal à **retrouver** le podcast qui l'intéresse car, **selon les interfaces, le classement est différent**. C'est alors plus simple de passer directement par le site web de France Culture pour trouver l'émission recherchée plus rapidement ; une **astuce** qu'elle utilise également pour retrouver des articles dans *L'Histoire* : en passant par le site web de la revue afin d'y effectuer une recherche **par mot-clé ou par numéro** (lorsqu'elle se souvient qu'il y a eu un numéro spécial sur telle ou telle thématique), elle peut ainsi **retrouver plus facilement** l'exemplaire papier qu'elle possède, n'ayant plus qu'à aller le chercher sur ses étagères en consultant seulement les tranches des revues.



Fichiers informatiques

Ses fichiers numériques - cours, articles et autres documents - sont principalement **classés** dans des **sous-dossiers par thèmes**, eux-mêmes classés, soit dans des **dossiers par niveaux**, soit dans des **dossiers par années scolaires**. Généralement, elle **imprime** les articles qui l'intéressent, car elle préfère passer par le **support papier**. C'est aussi plus pratique pour **prendre des notes**. Cependant, comme elle ne peut pas tout imprimer, elle les enregistre au format PDF, et les classe par « **grands thèmes en histoire et en géographie** » dans le dossier adéquat, selon s'il s'agit de documents pour une classe, ou pour préparer l'oral de l'agrégation interne, mais qu'elle exploite également pour ses cours.



La maison de campagne

Quand « **ça devient trop gigantesque** », Noémie fait du **tri**. Mais **elle a du mal à jeter**. Une solution est alors d'**évacuer** ses ressources - livres, revues, mais aussi documents et archives utilisés pour sa maîtrise et son DEA sur l'Ouzbékistan, ou encore des thèses « **d'auteurs qui sont importants** » - dans sa maison de campagne située à un peu plus d'une heure de chez elle. Pour le moment les livres sont encore « **entassés en piles par terre** », en attendant que Noémie donne vie à son « **projet** » de bibliothèque.

Ses envies

Noémie aimerait bien avoir « **une fiche** » **inventoriant l'ensemble des ressources qu'elle possède**, même si « **ça voudrait dire les trier autrement** ». Cette fiche lui permettrait d'éviter d'avoir à fouiller dans ses **piles** pour voir ce qu'il y a dedans, en particulier les documents rangés dans les copies-doubles. Cependant, elle dit qu'elle se **remémore** assez bien les ressources qu'elle possède, car il s'agit tout de même d'articles qu'elle a imprimés, qu'elle a lus, qu'elle a surlignés ou pris en notes, et qu'elle a regroupés ensuite par thèmes.

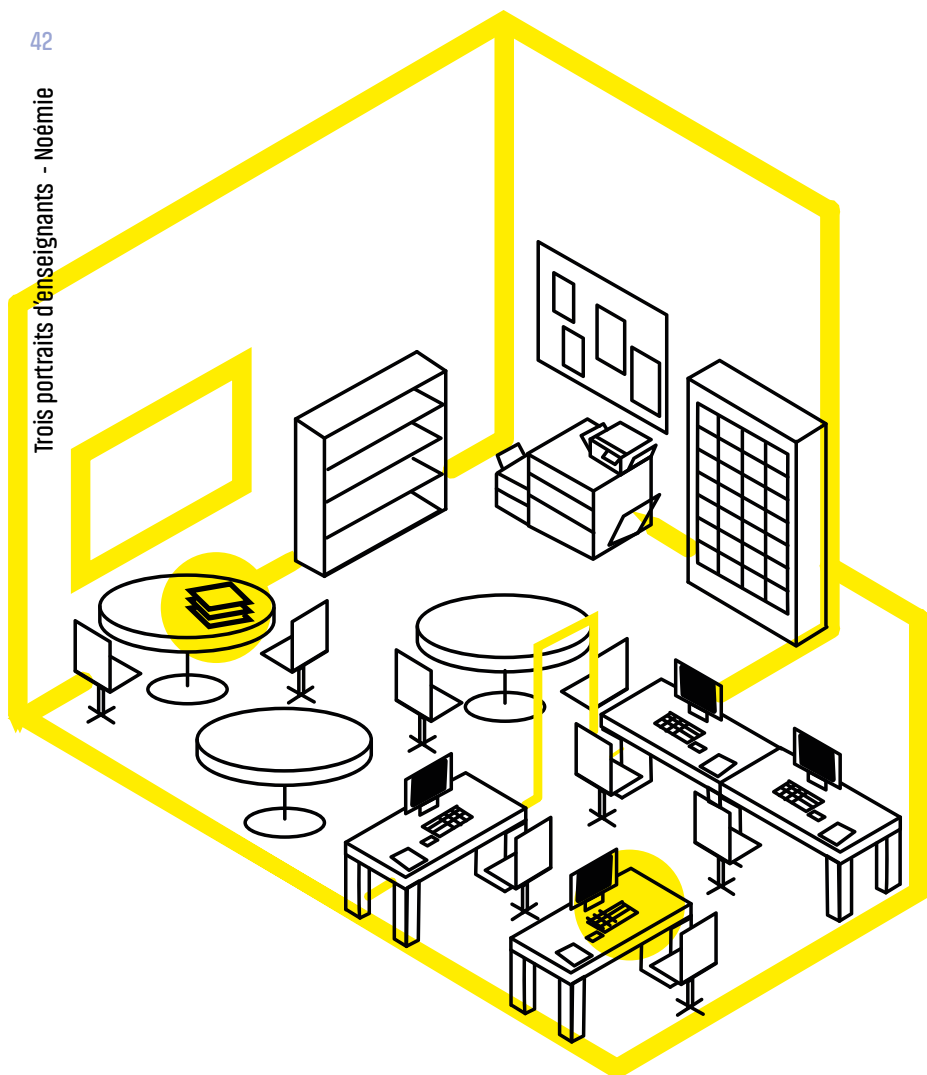
Noémie émet malgré tout le souhait d'être, « **des fois** », « **plus organisée pour que ce soit plus efficace** » et « **plus rapide pour trouver** » ce qu'elle veut, quand elle veut. Car « **c'est un peu fastidieux** » de « **toujours trier, ranger, trier, ranger** », d'avoir « **l'impression d'être tout le temps en train de devoir jeter, trier, jeter, trier** », et de revoir son organisation chaque année - « **ça énerve un tout petit peu !** ».

Noémie pense du coup avoir « **besoin de certains outils** ». Elle imagine par exemple que chaque article pourrait disposer d'un **QR code**.

Pour autant, son organisation « **convient à peu près** ». Et puis, dans sa tête, « **c'est comme ça** », « **c'est un peu foisonnant** », « **buissonnant** ». Pour Noémie, le plus frustrant finalement, ce n'est pas tant de ne pas retrouver un document, qu'elle peut toujours **recupérer sur Internet** et **réimprimer**. C'est de ne pas le trouver.

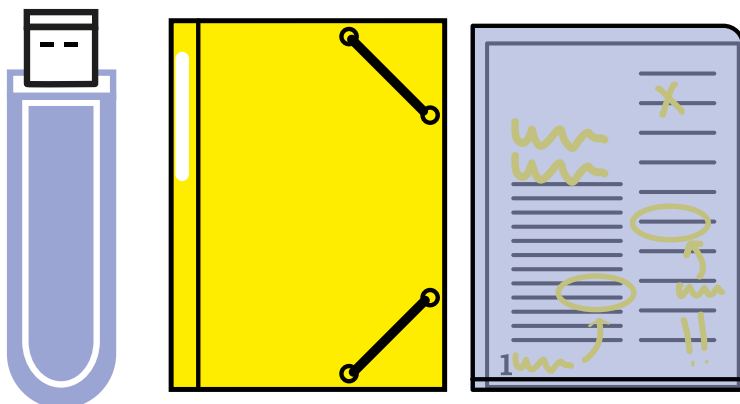
Quand elle crée un cours et qu'elle souhaite, par exemple, travailler sur une **source spécifique**, mais qu'elle ne la trouve pas, Noémie se sent alors « **limitée** » dans ce qu'elle veut faire.

Pour elle, les **archives**, surtout en histoire ancienne, médiévale ou moderne, ne sont pas assez **accessibles**, et devrait l'être aux enseignants autant qu'aux chercheurs.



La salle des profs

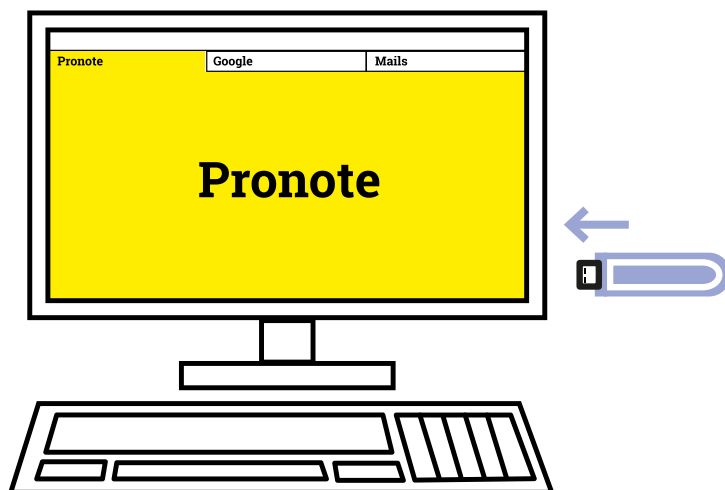
Pendant ses **heures de trous**, Noémie travaille dans la salle des profs où elle **prépare ses cours** et **corrige des copies**. Elle rapporte également des ouvrages, qu'elle espère pouvoir lire car elle a « **toujours plein d'autres sollicitations** ».



Les essentiels

Quand elle se rend au lycée, outre ses pochettes de cours - elle en a une par chapitre -, elle emporte sa **clé USB**, qu'il ne faut surtout pas qu'elle oublie, « **ça c'est primordial** ».

Son espace de travail professionnel



Ordinateurs des salles informatiques de la salle des profs

Noémie s'en sert notamment pour... :

- **faire des recherches sur le web** - la plupart du temps, elle enregistre les documents trouvés sur sa clé USB plutôt que dans le dossier "Documents" de sa session ;
- **transférer**, dans le dossier éponyme, des **vidéos** enregistrées sur sa clé USB afin de pouvoir les **projeter en classe** sans souci de lecture (ce qui n'est pas le cas si elle passe directement par la clé) ;
- **sauvegarder**, mais « **ponctuellement** », des cours sur sa **session** du lycée (notamment la fois où, oubliant sa clé chez elle, elle avait dû enregistrer les cours que son mari - après les avoir retrouvés sur la clé - lui avait alors envoyés par mail) ;
- **déposer** :
 - sur **Pronote**, mais pas toujours - cela dépend de la façon dont les élèves vont prendre des notes - **ses diaporamas de cours** ;
 - sur le **serveur "classe"**, ses **dossiers documentaires** et **études de cas** pour ses élèves (dans le dossier "travail", elle a créé un sous-dossier "histoire-géographie" où les élèves peuvent ainsi récupérer ce qu'elle leur a transféré).

Cependant, Noémie rencontre deux soucis avec le serveur "classe": les élèves ne peuvent pas modifier les documents qu'elle leur envoie, et ils ne peuvent pas lui déposer de documents. Ces derniers lui **transfèrent** alors **par mail**, seulement certains élèves travaillant sur Mac lui envoient un document qu'elle ne peut pas toujours ouvrir ; d'autres se trompent d'adresse mail. Il se peut aussi que les élèves lui passent leur clé afin qu'elle puisse transférer leurs travaux sur sa session, mais si elle oublie ensuite de les enregistrer sur sa propre clé, alors elle ne peut pas les corriger chez elle. Pour **gérer les mails** sur sa messagerie, Noémie s'est créé un **dossier "élèves"**. C'est là qu'elle **stocke leurs travaux** - qu'elle **supprimera à la fin de l'année scolaire**.

La journée-type de Noémie

Ils sont bien passés
Quentin et Nassima ?

Oui, oui !
Ils ont même emprunté
Wake up America.

Ah super ! Emmanuel a bien
fait de la faire commander
cette BD. Elle est vraiment
très bien !



Le CDI



Le lundi après-midi

Noémie n'a pas cours les lundis après-midi et les vendredis matin. Si les vendredis, elle aime bien venir tôt au lycée pour y travailler (corriger des copies, photocopier les "documents élèves", déposer les fichiers sur le serveur "classe"...), elle consacre ses lundis à revoir ses corpus documentaires. C'est aussi le lundi après-midi qu'elle peut aller voir des expositions pour préparer ses cours.

Les podcasts



Noémie aime les écouter dans sa cuisine, pendant qu'elle prépare ses repas.

"En effet, pour ce qui concerne la Déclaration de 1789, ce texte devient l'un des credo de la III^e République : dans l'école de Jules Ferry, on l'affiche, on l'apprend par cœur mais il n'a aucun effet juridique sur les droits et les libertés publiques..."

Son bureau



Ses trajets en voiture



"...si le Premier ministre s'est exprimé hier..."

Le salon



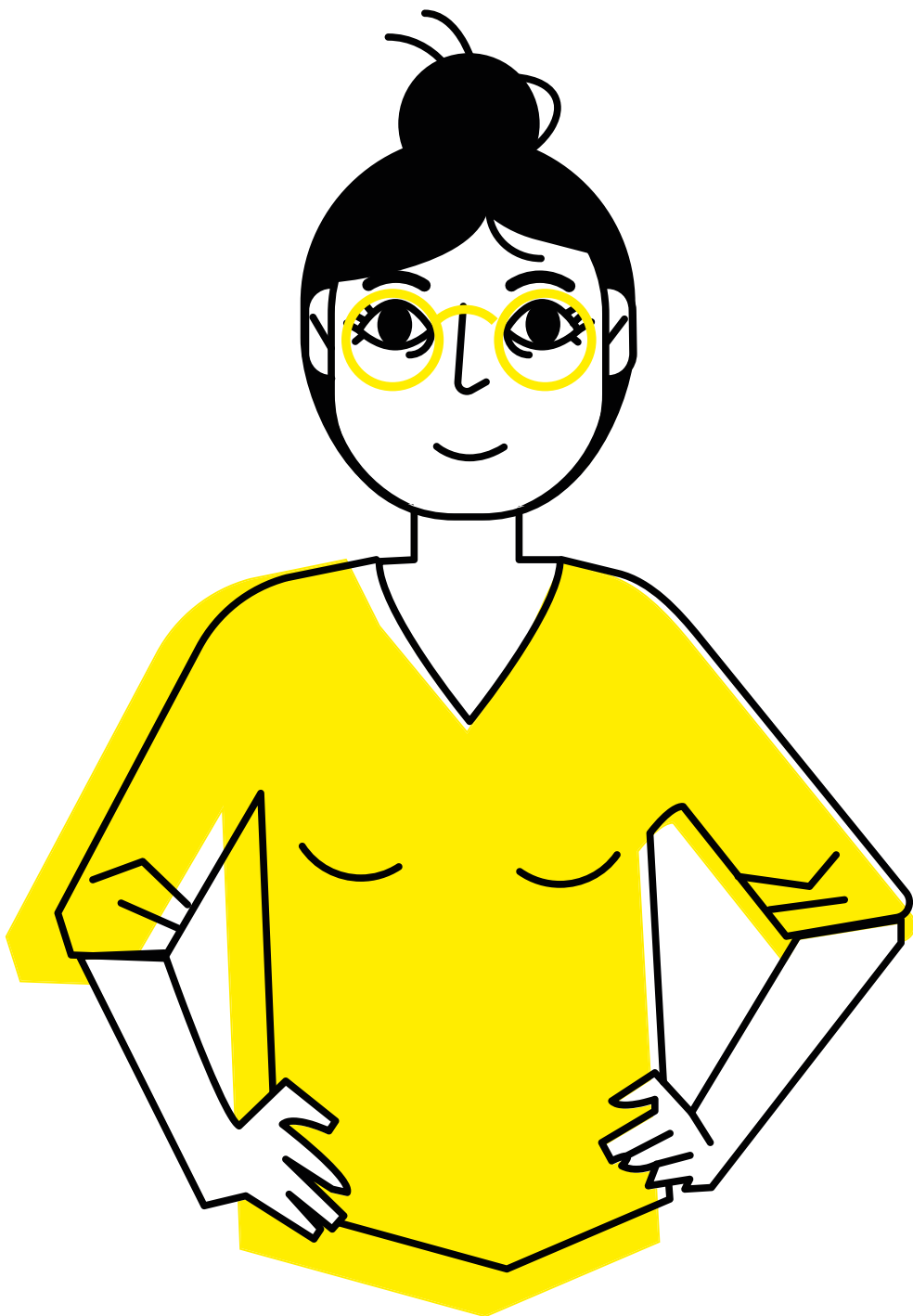
Après les avoir imprimés, Noémie aime lire ses articles sur son canapé, un surligneur à la main, et parfois accompagnée d'une bonne tasse de thé.

"Salut Élixa ! Non non...
Ah oui ok, les classes en îlot !...
Mmh mmh... c'est une bonne idée,
c'est sûr qu'avec les secondes..."



Pour Noémie, c'est désormais l'heure d'aller chercher son plus jeune fils à l'école. Après les devoirs et le dîner, il lui reste encore pas mal de choses à faire pour que son cours soit prêt pour mercredi.

Élisa



Élisa

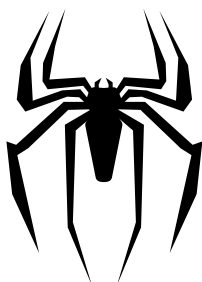
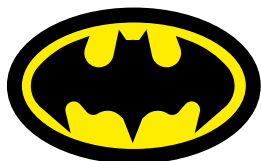
38 ans

Enseignante de Lettres

Mariée, un enfant

**Vit dans un appartement en centre-ville,
en banlieue parisienne**

Éliisa est **enseignante depuis quinze ans**, et c'est sa **dixième** rentrée scolaire au lycée Jean de la Fontaine. Cette année, elle a des BTS, une classe de 1^{ère} STL, et une classe de 2^{nde}, dont elle est professeure principal.

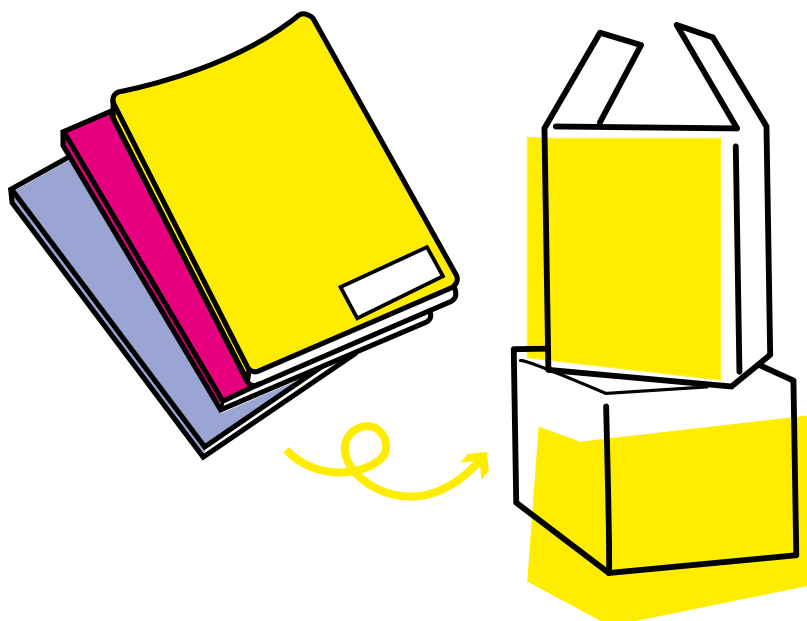


Éliisa s'intéresse à tout ce qui touche à la **pop culture**, en particulier à l'histoire des super-héros ; elle a d'ailleurs organisé **une exposition au CDI**, fruit du travail des élèves, sur le sujet. Auparavant, elle leur avait fait **éditer un journal en ligne** sur *Game of thrones*.

Élisa

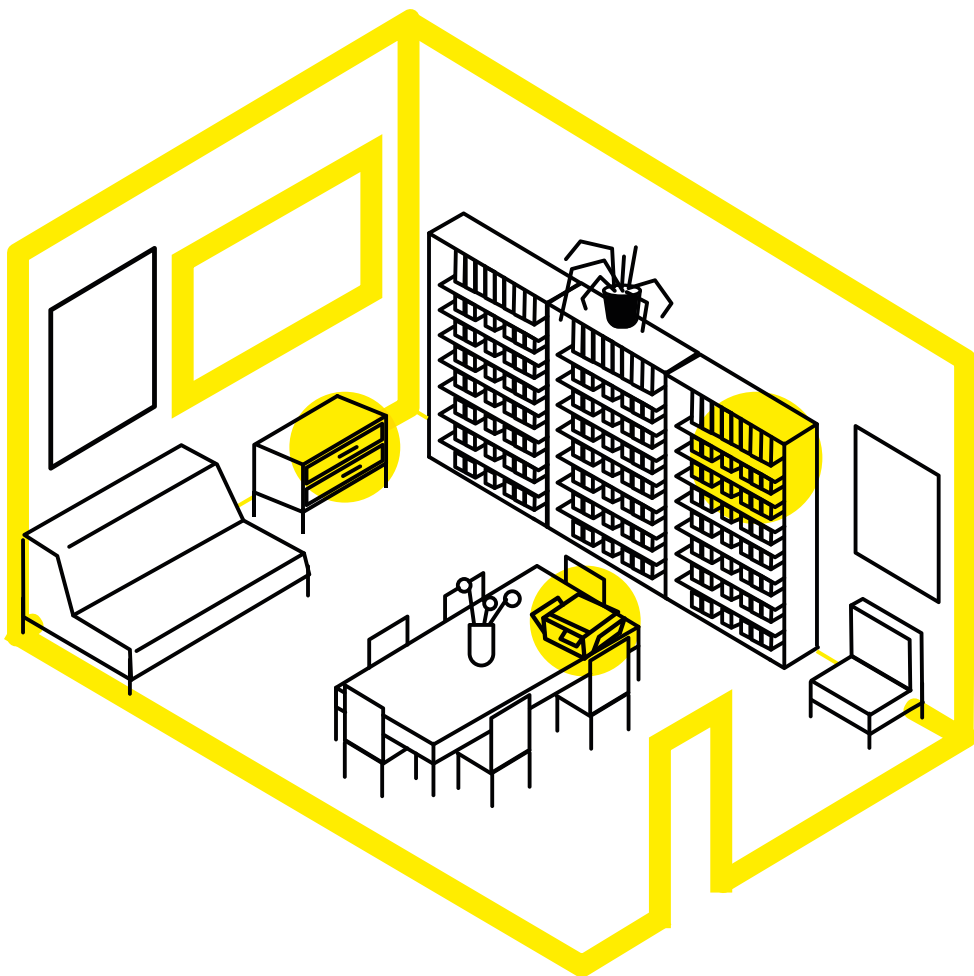


Pendant sa **grossesse**, les allers-retours au lycée lui devenant pénibles, **elle prend la décision de ne plus travailler chez elle**. Elle essaie en tout cas de faire le maximum au lycée, en particulier la correction des copies.



Un samedi matin, son mari l'a aidée à transporter deux caisses en salle des profs dont elle a **stocké le contenu dans l'armoire de ressources disciplinaires** des enseignants de Lettres, occupant les **deux étages** supérieurs. Depuis, elle ne souhaite plus que son domicile soit un lieu de travail ; c'est sans doute d'autant plus important qu'elle ne voit son mari que les week-ends, ce dernier travaillant à l'étranger.

Son espace de travail personnel



Le salon

Quand elle travaille chez elle, Éliisa s'installe dans son salon, sur la **table à manger**. C'est dans cette pièce que se trouve sa « **grosse bibliothèque** ». Cette dernière est constituée de **trois étagères** disposées côte à côte, de **huit rayonnages** chacune. Dans l'une d'elle, Éliisa a « **un petit coin qui est plus scolaire que personnel** » comprenant **quatre « étagères de boulot »** sur lesquelles se trouvent notamment ses usuels (dictionnaires...) et les œuvres au programme, la plupart dans des éditions scolaires. Éliisa a aussi une **petite commode** dans la partie supérieure de laquelle se trouve ses DVD, **rangés horizontalement faute d'espace**.

Elle dispose également d'un « **petit peu de matériel professionnel** », en particulier **une imprimante** - qu'elle utilise rarement pour imprimer des documents pour le lycée -, des **stylos rouge** ou encore une **agrafeuse**.

Ses ressources tangibles



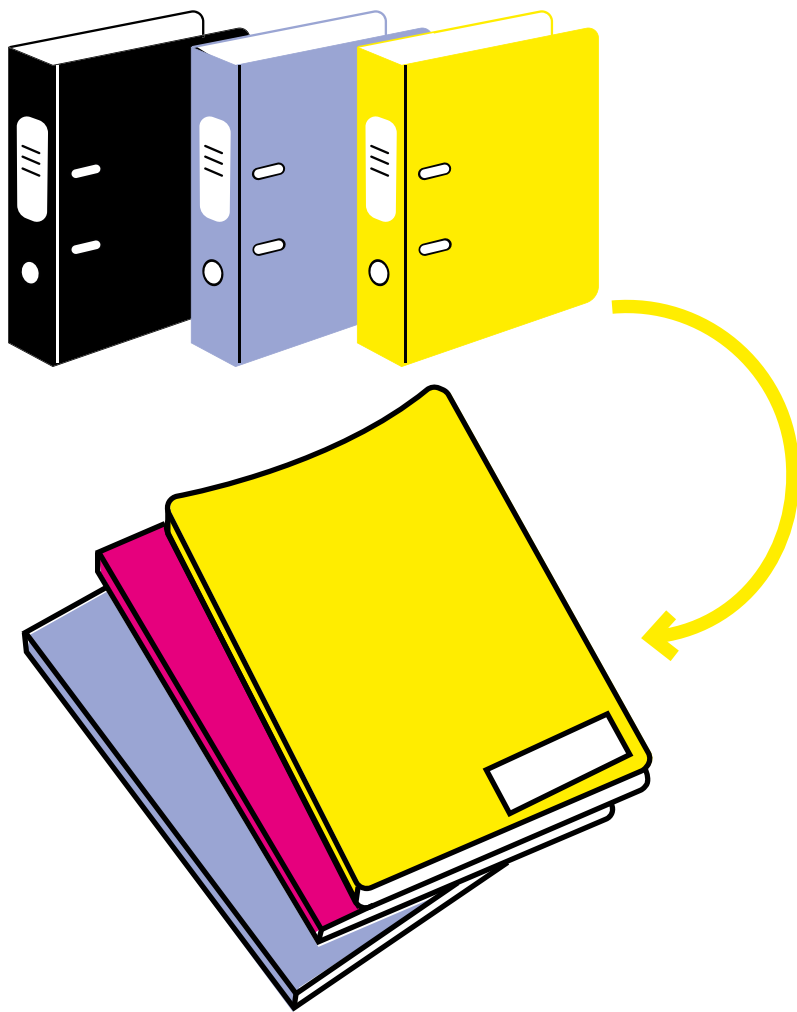
Des œuvres au programme

Élisa a à sa disposition les œuvres au programme, notamment dans des **éditions scolaires** comportant une partie analyse de l'œuvre (collections "Profil bac" de chez Hatier, "bibliolycée" de chez Hachette éducation, etc.).

Elle utilise **très peu de manuels scolaires**.

Une partie de ses livres et manuels lui ont été **donnés par des collègues**, en particulier lors de sa **première année d'enseignement**. Élisa, quant à elle, a donné des **spécimens** qu'elle venait de recevoir dans son casier, ne voulant plus « **de tout ça** » car ne s'en servant « **quasiment jamais** ». Elle n'a en revanche jamais donné ses ressources propres.

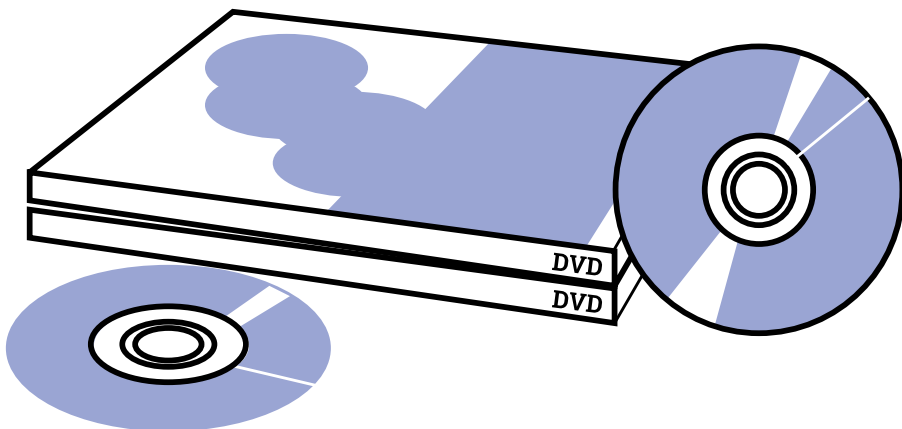
Elle n'a conservé que quelques documents de ses années de fac. Elle a également conservé ses **notes de cours** pendant sa préparation au CAPES.



Les porte-vues

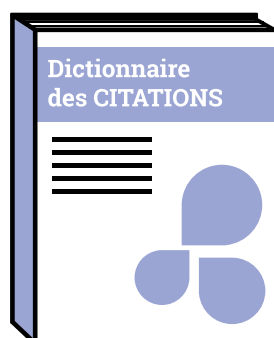
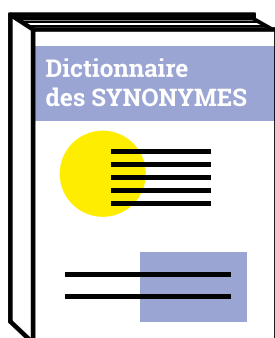
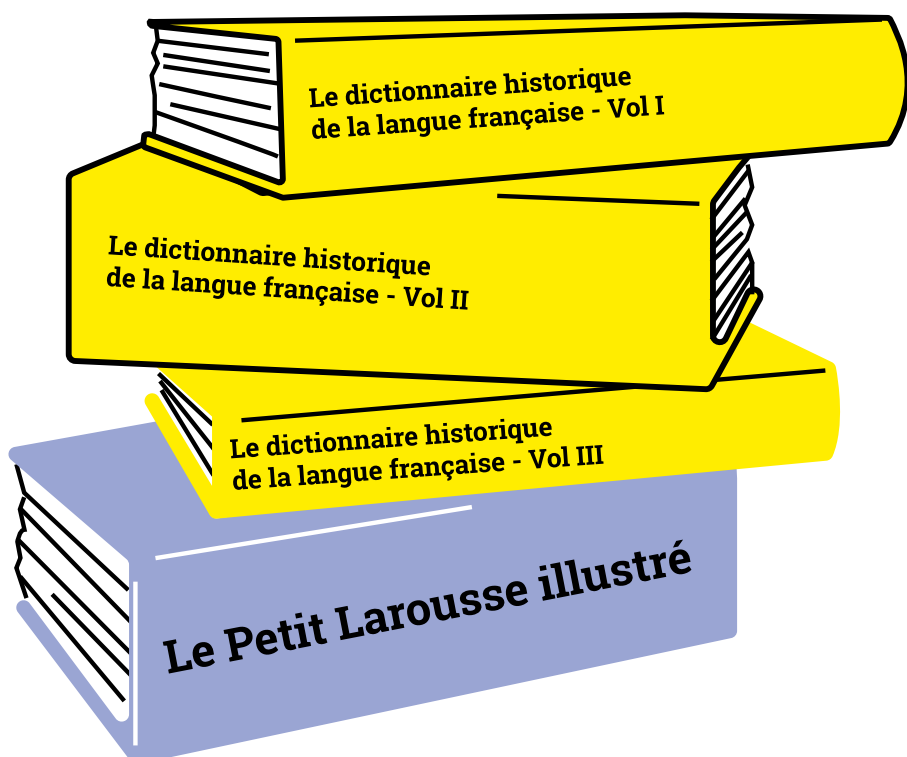
Pendant ses deux premières années d'enseignement, Éliisa utilisait des **gros classeurs à levier** pour y **ranger ses documents papier**.

Elle est passée ensuite aux porte-vues. Ces derniers contiennent **tous ses documents** : documents-élèves, documents-profs, textes, supports, évaluations, corrigés... Par ailleurs, elle « **aime bien avoir un porte-vue dont on peut personnaliser la couverture et y mettre une belle illustration en rapport avec la séquence** ».



Des DVD

Éliisa utilise aussi des DVD, « **ce qui est absolument illégal, mais bon, entre ce qu'on a le droit de faire et ce qu'on fait** ».

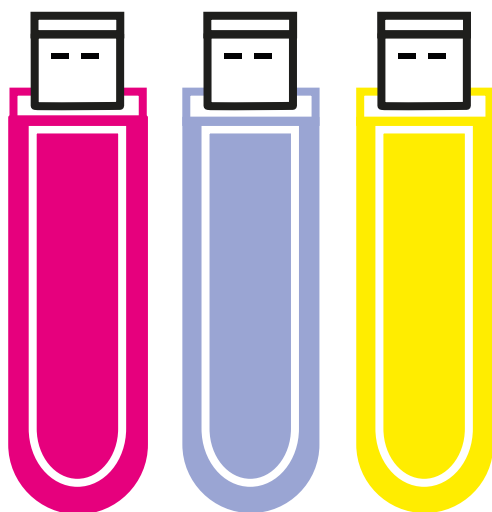
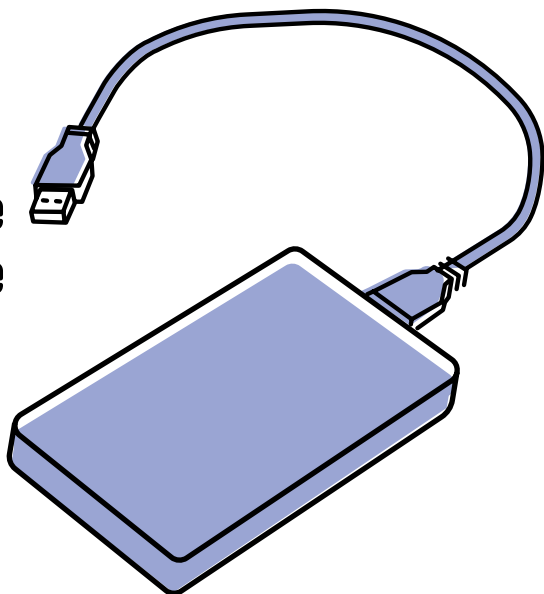


Ses usuels

- Élisa possède :
- deux dictionnaires de la langue française (*Le Petit Larousse illustré* de 1992, *Le dictionnaire historique de la langue française* en trois volumes des éditions Le Robert) ;
 - un dictionnaire des citations des éditions Le Robert ;
 - un dictionnaire des synonymes et un dictionnaire des rimes des éditions Le Livre de Poche ;
 - deux livres de grammaire, dont la *Grammaire méthodique du français* de Martin Riegel ;
 - un *Bescherelle*.

Un disque dur externe

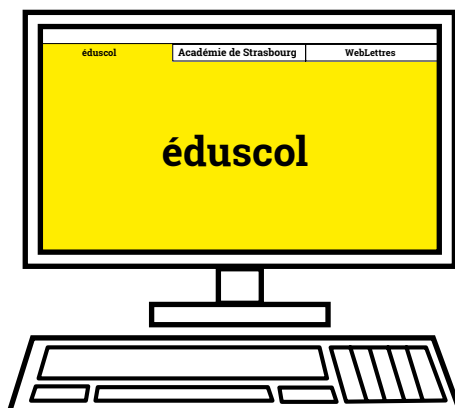
Éliisa l'utilise « **pour faire de temps en temps une sauvegarde de l'ordinateur** ». Elle s'en sert vraiment pour avoir un **“backup”**, et non pour transférer des fichiers d'un poste à un autre.



Les clés USB

Éliisa en a **trois** : **deux pour ses cours**, et **un pour les travaux d'élèves**.

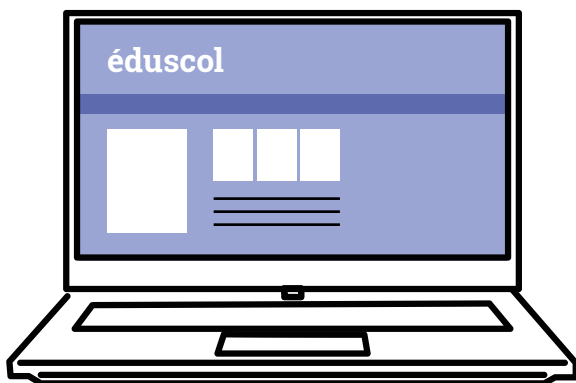
Elle les a achetées en prenant bien garde de les choisir avec une **capacité de stockage** qui ne « **soit pas trop ridicule** », même si les « **fichiers textes**, ça ne prend pas beaucoup de place ».



Les sites web

Pour préparer ses cours, elle consulte quelques sites web, notamment des sites académiques, et en particulier celui de l'académie de Strasbourg qui fait du « **super boulot pour le programme de BTS** ». Elle se rend aussi le site Éduscol pour tout ce qui concerne l'accompagnement personnalisé. En stage, et pendant ses premières années d'enseignement, devant « **vite s'adapter à des nouveaux cours** », Éliisa a alors consulté le site du collectif WebLettres.

Ses ressources numériques



Les ordinateurs portables

Elle en possède trois :

- un « **tout neuf** », acheté l'année dernière, sur lequel elle a **copié** pendant l'été, **tout son répertoire de documents** ;
 - un **vieil ordinateur**, de 17 pouces, qu'elle continue d'utiliser, et qui est finalement **plus à jour** que les deux autres - excepté sa session au lycée qui doit comporter environ « **deux ans de cours** ».
 - un « **petit** », dont elle ne sait plus où il se trouve, qu'elle **transportait au lycée**, dans l'optique de **remplacer le papier par le numérique**, et « **sur lequel il n'y a pas beaucoup de cours** ».
- Elle souhaitait utiliser la partie tablette comme « **support** » de cours, mais ce n'était « **pas pratique** », en particulier pour une question de batterie.

Lorsqu'elle **part en vacances**, Élixa prend son vieil ordinateur, « **le plus gros** », qui n'est pourtant pas facile à faire rentrer dans ses bagages ; elle prendra certainement le nouveau désormais.

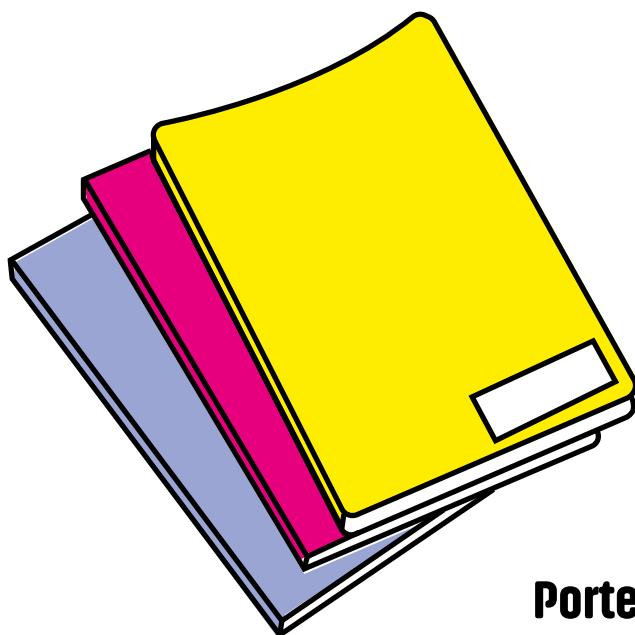
Élixa utilise les cours qui sont sur sa session du lycée. Elle **transfère ses fichiers d'un ordinateur à l'autre** - en comptant sa session au lycée -, mais il y a des « **chaînes manquants** ». Elle aimerait donc **réorganiser** ses documents sur son nouvel ordinateur afin d'arrêter de changer de machines.

Pour Éliisa, « les profs de français ne sont pas réputés pour être très organisés ».



Placard d'entrée

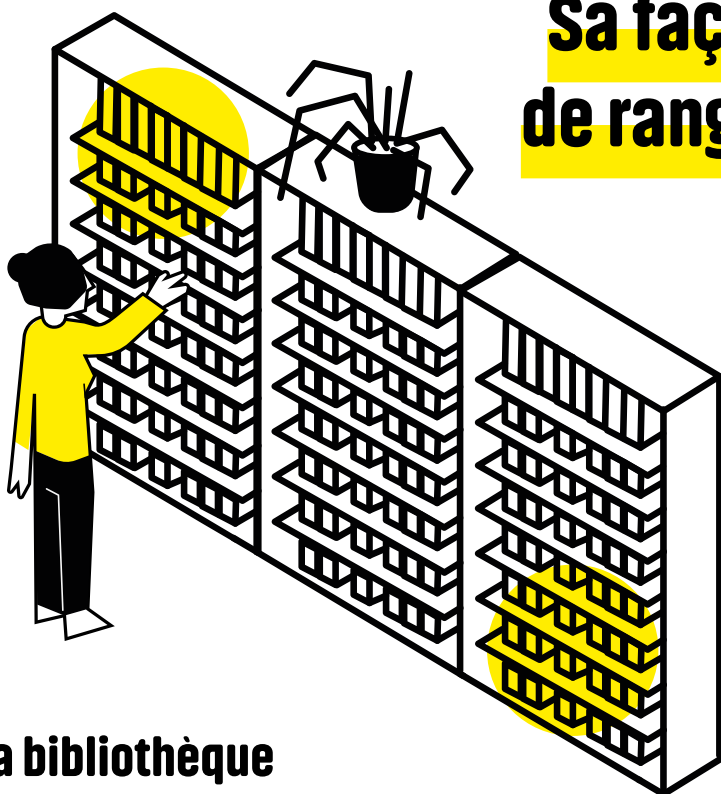
Éliisa dit en rigolant que le placard de son entrée lui sert de « cave ». Elle y a **rangé des manuels** - elle aimerait faire « un gros tri » et ainsi **rapporter au lycée « ce qui est vraiment indispensable »**-, quelques cours qui datent de l'Université, et des classeurs par niveaux à l'intérieur desquels il y a des séquences de cours qu'il faudrait également qu'elle **trie** puis qu'elle « mette [dans] un lutin [porte-vues], et [qu'elle] transfère dans l'armoire de Lettres ».



Porte-vues

Éliisa range ses cours imprimés dans un porte-vue - l'obligeant ainsi à jeter de nombreux **reliquats de photocopiés** - dans lequel ils sont **classés par séquences**.

Sa façon de ranger



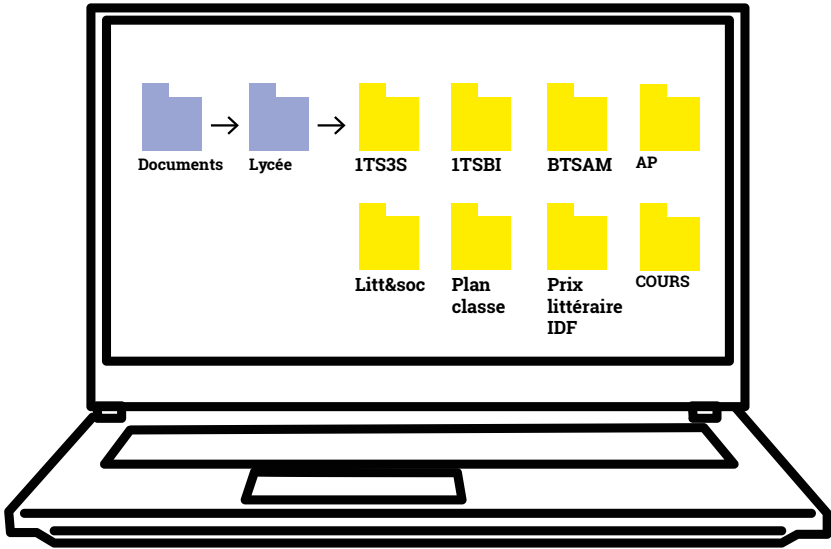
La bibliothèque

Globalement, les livres de sa bibliothèque sont **classés par genre**, et **répartis dans les rayonnages** (sachant que certains niveaux établissent une continuité) des trois étagères qui la compose. Dans la première, les trois premiers rayons sont dédiés aux **biographies** et aux **livres d'histoire**, le quatrième et cinquième à la « **littérature de l'imaginaire** » (science-fiction, fantastique, fantasy...). Le septième, « **c'est l'étagère un peu honteuse** » consacrée aux « **thrillers de plage** ». Les sixième et huitième, plus espacés en hauteur, sont consacrés essentiellement aux **BD**. Dans la deuxième, un rayonnage comprend les « **trucs de filles** » ; « **c'est l'autre littérature honteuse** ». Les quatre rayonnages suivants comportent les « **romans sérieux** ». Le septième est dédié aux **DVD**. Et enfin, les sixième et huitième sont aussi consacrés essentiellement aux **BD**. La troisième, outre les rayonnages consacrés aux « **trucs du boulot** », en comprend trois consacrés aux **BD** - le moins haut étant dédié aux **mangas**.

Les rayonnages les plus hauts comprennent aussi « **tout simplement les ouvrages qui sont les plus grands** ».

Enfin, certains rayonnages comprennent deux rangées de livre parce qu'« **il faut remplir** ». Les livres ne sont pas rangés par ordre alphabétique. Élixa l'avait envisagé mais s'est rendu compte que « **c'est juste pas possible** » car « **dès que tu rajoutes quelque chose, il faut tout déplacer** », d'autant plus que son mari et elle achètent les livres par huit ou par dix. Ils commencent d'ailleurs à manquer de place, ce qui les oblige à ranger les livres autrement : « **il y a des choses qui commencent à se déplacer** ».

Élixa constate que « **c'est finalement pas si distinct que ça [...] la séparation entre [les] livres persos et les livres pour le boulot** ». Néanmoins, elle ne voulait pas que les éditions jeunesse, en particulier pour le collège, ou les éditions « **vraiment scolaires** », soient mélangées avec les autres livres de poches, à la fois pour pouvoir les « **retrouver vite** » sans être obligée de les chercher dans toute la bibliothèque, mais aussi parce qu'elle est « **un petit peu maniaque** » et ne trouvait pas ça « **beau** ».



Ses fichiers informatiques

Sur son **vieil ordinateur**, dans le **dossier “Documents”**, Éliisa a créé un **sous-dossier “LYCEE”** dans lequel « **c’est le bazar** ».

Outre divers fichiers, on y trouve **huit sous-dossiers** dont :
trois **par niveaux** : “ITS3S”, “ITSBI” et “BTSAM”,
un concernant l’accompagnement personnalisé (“AP”),
un pour l’enseignement d’exploration Littérature et société (“Litt&soc”),
un sous-dossier “plans de classe”,
un autre sur les “Prix littéraire IDF”,

et un **sous-dossier “cours”** qui est son « **dossier principal dans lequel c’est à peu près rangé, et dans lequel on a des dossiers par niveaux** ».

Éliisa a transféré sur son vieil ordinateur, via l’une de ses **clés USB**, les fichiers de sa session du lycée, mais elle ne les a pas encore classés.

Quand elle **modifie** ses cours ou travaille sur sa **session au lycée**, elle ne transfère pas la nouvelle version ni ne copie le document sur son ordinateur.

Pour Éliisa, « **c’est ça le chaînon manquant** ».

search

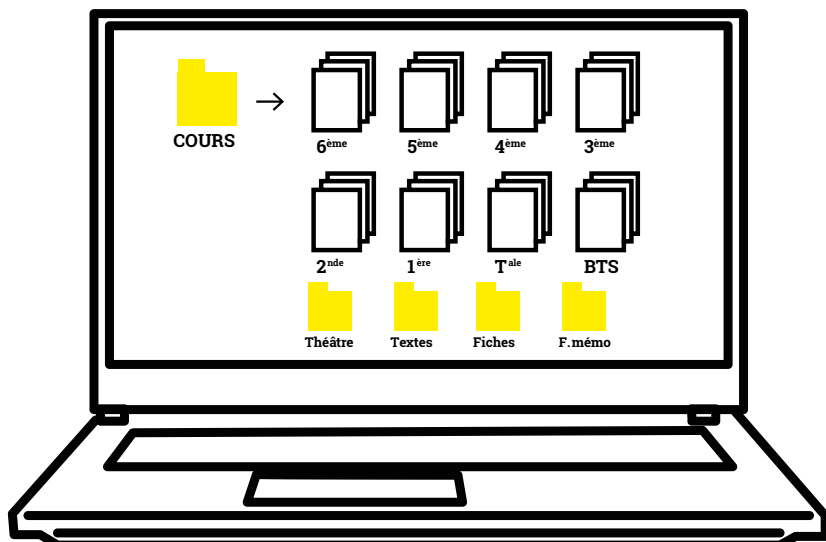


Ses recherches internet

Éliisa n’a pas de favoris, elle fait **directement** ses recherches via le moteur de recherche *Google*, n’allant pas « **prioritairement plus sur un site que l’autre** », même si WebLettres « **reste un site de référence** ».

Lorsqu’elle trouve un document ou une information qui l’intéresse, Éliisa **l’enregistre** dans le dossier correspondant au niveau pour lequel elle est en train d’effectuer sa recherche.

Le nom du fichier est **représentatif**, soit de l’oeuvre étudiée, soit du type d’exercice. **Éliisa sait distinguer ses fichiers de ceux téléchargés depuis Internet**, soit parce que le fichier comporte le nom de la personne qui l’a créé, ou encore parce le fichier comprend un underscore alors qu’elle utilise des espaces. Elle sait par ailleurs reconnaître les fichiers de ses élèves, en partie grâce à l’orthographe. Cependant, elle se soucie peu du **“nommage”** des fichiers car elle sait qu’elle pourra utiliser la barre de requête du menu “Démarrer” pour **retrouver** ses fichiers.



Son arborescence

Concernant les sous-dossiers “BTSAM”, “AP” et “Litt&soc”, ces derniers ne sont pas classés dans le sous-dossier “cours” afin de pouvoir y accéder **rapidement** - “BTSAM” par exemple est « un dossier sur lequel [elle] travaille beaucoup [...] vu que c’est une nouvelle section » qu’elle n’a que depuis deux ans, elle a donc « voulu que ce soit plus visible » et « tomber tout de suite dessus », « qu’il soit vite accessible » sans « aller le chercher dans toute [son] arborescence ». Idem avec les dossiers “1TS3S” et “1TSB1”, qui sont aujourd’hui « d’anciens dossiers de BTS » mais qu’elle avait alors « mis en première ligne ».

À l’intérieur du sous-dossier “cours”, Élixa a créé des **sous-dossiers par niveaux** - de la 6^e à la 1^{ère}, plus les BTS - pour lesquels, afin de les rendre plus visibles, **elle a changé la traditionnelle icône symbolisant une chemise, par celle représentant une liasse de feuillets** : dans ces différents sous-dossiers, on trouve des **sous-dossiers par œuvres** ou **par objets d’étude du programme**, ainsi que des fichiers qui ne peuvent pas être classés dans les sous-dossiers puisqu’ils sont **transversaux**, comme par exemple les listes de textes pour le Bac.

Dans le sous-dossier “Cours” se trouve aussi plusieurs sous-dossiers - tels que “théâtre” ou “textes” - créés « en dehors des niveaux », car Élixa avait pensé que c’était « peut-être une bonne idée de créer ça, c’est transversal ». Mais chaque nouveau fichier est finalement rangé dans le dossier du niveau adéquat. Ainsi, les sous-dossiers spécifiques créés sont presque vides ; « si on regarde dedans, il n’y a certainement pas grand chose ». Élixa a cependant « des vrais dossiers transversaux », comme ses sous-dossiers “FICHES” et “FICHES MEMO” dans lesquels elle a rangé des fiches destinées à ses élèves de Seconde, et éventuellement de Première, et qu’elle leur distribue en début d’année. Les élèves devront alors **les ranger dans leur classeur** afin de les compléter **au fur et à mesure** que seront abordés en cours des points de méthode ou de connaissance, comme les figures de style par exemple.

« Après, il y a plein de choses qui ne sont pas classées » dans les sous-dossiers. Il s’agit souvent de documents qu’Élixa a enregistrés lors de recherches d’information en ligne, où, **ouvrant de multiples onglets**, elle enregistre ce qui l’intéresse au fur et à mesure sans les classer dans des sous-dossiers. Si elle n’a pas pris le temps ensuite de classer ces fichiers, c’est probablement parce qu’elle ne s’en est jamais servi, ou alors une seule fois.



Ancien appartement

Avant d’emménager avec son mari, Éliisa a vécu seule. Elle habitait alors dans un autre appartement dans lequel elle avait un bureau, mais qui « **était juste impraticable** » car ce dernier « **était tellement rempli de papiers** » qu’elle finissait par travailler sur la **table à manger**, son **bureau** devenant, en quelque sorte, « **un espace de stockage** ». Elle utilisait alors la **table du salon**, sur laquelle elle pouvait **étaler** ses documents - et « **[il] y a eu des périodes où il y avait vraiment beaucoup beaucoup de papiers sur la table** » -, qu’elle rangeait ensuite sur la **table basse**, ou, quand elle recevait des invités et qu’il fallait faire de la place rapidement, **sous son lit**, se retrouvant alors avec des « **piles** » de documents sous son sommier.

Puis Éliisa a commencé « **un peu à ranger et à limiter le papier** ». Elle trouve que **l’informatique**, « **ça prend moins de place** », et « **quand tu cherches un truc, [...] tu fais une recherche [...], soit tu sais où c’est dans ton arborescence, soit tu fais la recherche, et t’es pas dans des classeurs, sous des montagnes de papiers [...]** ».

Éliisa précise que dans son ancien appartement, quand elle vivait seule, elle n’avait pas de **système de classement**, mais elle ne possédait pas non plus de grande bibliothèque. Elle avait alors une **petite étagère**, et beaucoup de livres étaient restés **chez ses parents** - dont certains y sont encore. Aujourd’hui, si ses livres tiennent désormais dans sa bibliothèque, cette dernière se remplit assez vite. De plus, outre les romans qu’elle achète, Éliisa reçoit des exemplaires en spécimens. Il lui arrive aussi de **racheter une œuvre dans une édition qu’elle trouve mieux pour les élèves** ; en revanche elle ne rachète pas d’usuels.

Et puis, Éliisa **ne jette « jamais » de livres** : jeter un livre est « **très dur** », même si elle ne l’aime pas ou qu’elle n’a pas réussi à le lire, un livre « **c’est un peu sacré** ». Elle garde ainsi des œuvres reçues en spécimens ou encore des livres pour le collège, bien qu’elle ne les utilisera pas avec ses élèves ; elle se dit que sa fille les lira peut-être. Ainsi, Éliisa « **se constitue une bibliothèque** », et, tout comme on lui a « **transmis des choses** », elle attend à son tour de pouvoir les « **transmettre** » à ses enfants, notamment parce qu’« **en étant prof de Lettres, ça se contamine entre le métier et la famille donc il y a aussi des choses de [son] métier [qu’elle va] pouvoir transmettre à [ses] enfants** ».



Nouvel appartement

Aujourd'hui, dans l'appartement qu'elle occupe avec son conjoint, **elle aime quand toutes les pièces sont bien rangées.**

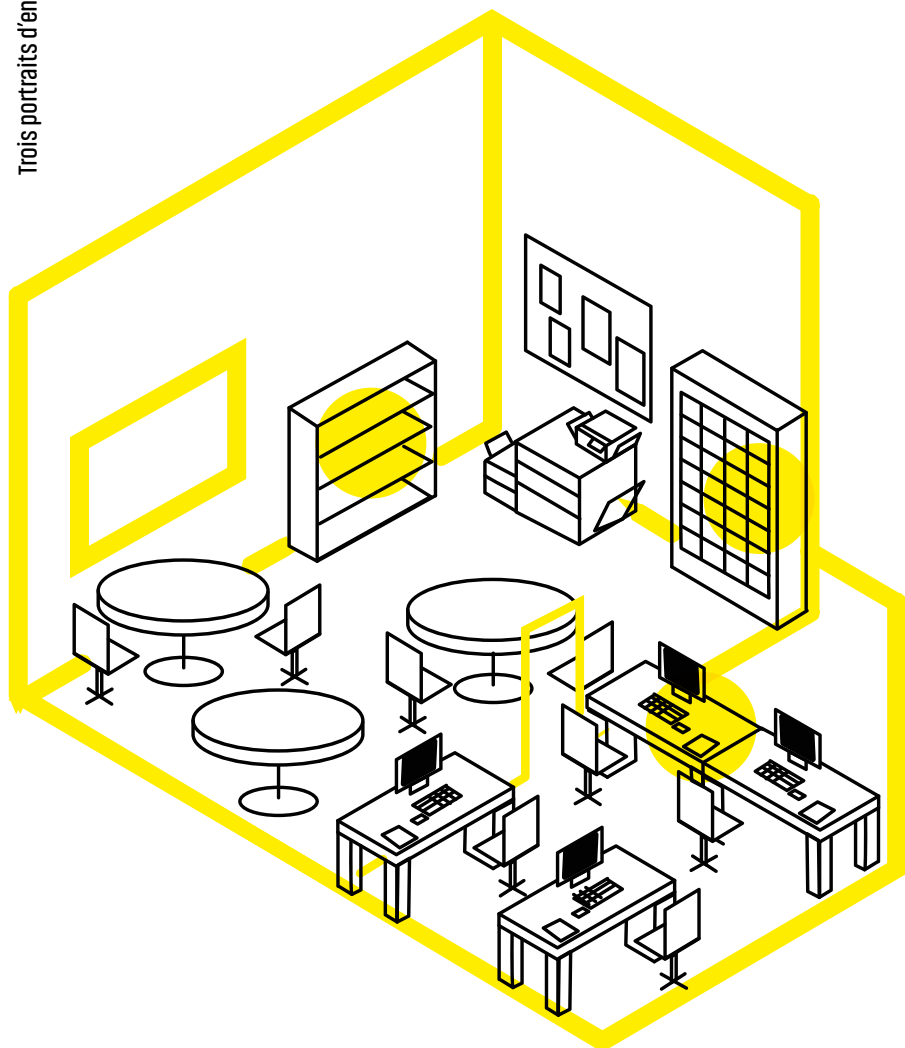
Elle se considère comme étant « un peu maniaque », mais « maniaque plus de l'organisation que de la propreté », l'organisation étant plus importante pour elle. Elle aime « qu'il y ait une place pour chaque chose, et que cette place soit optimisée », parce que « c'est pour rendre la vie plus facile ». Cela évite ainsi de **perdre du temps à retrouver ce dont on a besoin.**

Élisa a ainsi « passé énormément de temps à optimiser le rangement » au moment de leur emménagement car elle n'aime pas « que les choses traînent », lui donnant l'impression « d'un travail qui n'est pas fini » et d'un environnement « polluant ».

C'est « exactement pour ça » qu'elle ne souhaite plus travailler chez elle, car elle ne veut pas « qu'il y ait des copies qui traînent sur la table » et encore moins dans sa chambre dont elle ne veut plus que ce soit un espace lié au travail.

En revanche, en ce qui concerne les DVD, ces derniers ne sont pas rangés parce que c'est sa fille « qui les classe, elle sort tout ».

Son espace professionnel



La salle des profs

Éliisa utilise les **postes de travail des salles informatiques** de la salle des profs du lycée. Sur sa **session**, dans **“Mes documents”**, ses fichiers sont **classés** dans des **dossiers par niveaux**, puis dans des **sous-dossiers par séquences ou objets d’étude**.

Il y a deux ans, elle a tout enregistré sur l’une de ses clés USB car Timothée, l’enseignant en charge de l’équipement et de la maintenance informatique, lui a dit que **tout serait effacé** pendant les **vacances estivales**. Comme elle l’a expliqué, elle a donc des documents sur sa session du lycée, qui ne sont ni sur ses clés USB, ni sur ses ordinateurs portables.

Sur les **deux étagères de l’armoire de ressources disciplinaire qu’elle utilise**, Éliisa a rangé des **manuels scolaires, des porte-vues, des range-revues, des éditions scolaires d’œuvres littéraires, des essais et des DVD**.

En classe, elle utilise le **vidéoprojecteur** pour projeter la **trace écrite** du cours. Elle projette beaucoup de choses pour les BTS.

Son **cartable** reste dans la salle des profs.

La journée-type d'Élisa

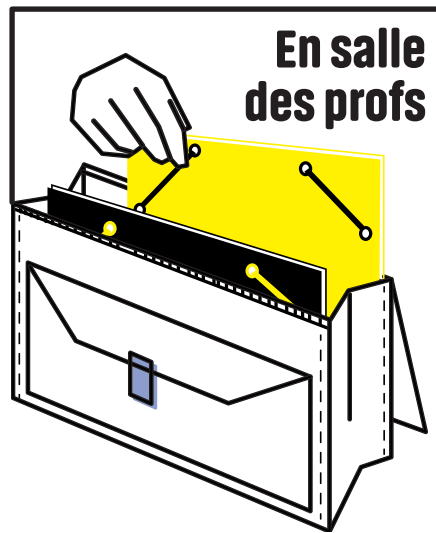


Les corrections

Comme souvent quand elle corrige, Élisabeth s'achète un paquet de bonbons pour se donner du cœur à l'ouvrage.



La pause



L'armoire des enseignants de lettre



Tiens ! J'avais oublié qu'on avait ça ! Ah mais c'est vieux ce machin !

Fais voir ! Ah ouais effectivement ! Mais bon, ça peut toujours servir.

Frankenstein. Je me suis permise de t'emprunter le DVD.

T'as bien fait ! Et alors, ça leur a plu ?! Tu les as fait bosser sur quoi exactement ?

Le partage



En guise de conclusion

Que nous disent ces différents portraits, et que pouvons-nous en dire ?

Soulignons plusieurs points.

Tout d'abord sur la question de l'ancrage disciplinaire. Peut-on dire qu'il existe des manières de ranger selon les disciplines ? Difficile de répondre. S'il est possible d'observer des choix liés à la discipline – comme par exemple le fait que Tristan classe ses cours par chapitres, « **puisque'en mathématiques, ça se découpe par chapitres** », ou encore que l'étendue et l'hétérogénéité de la collection de ressources de Noémie pourrait témoigner du travail de l'historien de consultation des sources –, il nous semble que les contraintes liées à la discipline sont contrebalancées par les **aspects individuels**.

Pour ce qui concerne le plan proprement matériel, nous pouvons noter, quitte à souligner une évidence, l'importance des espaces professionnels et personnels (bureau, chambre, salle des profs...), du mobilier et éléments de mobilier (armoires disciplinaires, bibliothèques, étagères...), ainsi que du matériel et des fournitures à disposition (imprimantes, ordinateurs, classeurs, pochettes, porte-vues, feuilles volantes...), qui ne sont pas seulement utiles en terme de rangement, mais aussi en tant que **supports de l'activité intellectuelle**. Il est intéressant de noter la résurgence de certains outils utilisés par les enseignants, en particulier la clé USB, qui semble être *indispensable*, et même parfois *primordiale*.

Nous constatons aussi que l'**hybridation entre ressources papier et numérique** est toujours actuelle. Plutôt qu'un état transitionnel vers l'appropriation définitive du numérique, la mobilisation de supports hétérogènes nous apparaît intrinsèque à l'activité enseignante qui s'appuie sur différentes technologies intellectuelles pour se développer.

Enfin, nous pouvons émettre l'hypothèse que le travail enseignant sur les ressources semble reposer sur **plusieurs dimensions** :

- **une dimension pratique** : l'enseignant va avoir besoin de ressources pour préparer ses cours et transmettre des connaissances aux élèves. Les ressources sont des supports pour développer des activités futures sans (re)partir de zéro. Tristan, par exemple, déclarant avoir acquis une routine satisfaisante, fait bien attention à protéger ses cours manuscrits et à conserver ses "activités mentales".
- **Une dimension créative** : l'enseignant développe ses propres ressources – comme Tristan qui crée tout « **de A à Z** ».

Bien souvent, cette activité s'effectue de façon artisanale ; l'adjectif est ici employé pour souligner la créativité de l'enseignant, créativité personnelle qui s'exprime au plus près du terrain pédagogique et non sous des formes industrielles.

- **Une dimension affective, biographique et intime :** les enseignants, comme Noémie ou Élixa, déclarent avoir du mal à se séparer de leurs ressources. Est-ce parce qu'ils y ont consacré du temps (de lecture, de prise de notes...) ? Ou parce que l'écrit a bel et bien une dimension sacrée, et qu'il serait donc sacrilège de jeter des livres ? Ou encore parce que ces ressources, désuètes ou obsolètes sur le plan scientifique, ont accompagné leur vie professionnelle ? Les ressources peuvent alors en constituer les traces ; elles seraient les "vestiges" d'une activité passée : celle de l'heure de cours. Pourrait-on alors envisager de considérer les ressources comme des archives personnelles qui constitueraient les "strates" d'une biographie professionnelle ?
- **Une dimension professionnelle et sociale :** l'organisation des ressources permet le développement continu des connaissances didactiques nécessaires à l'exercice du métier enseignant.

Toutes ces dimensions permettent à l'enseignant **d'agir sur son environnement**. Nous formulons ainsi l'hypothèse que l'activité d'organisation matérielle des ressources ne se résume pas à des gestes pragmatiques, et encore moins triviaux, machinaux ou répétitifs, mais qu'elle joue au contraire **un rôle important dans le processus d'appropriation et de construction des connaissances**, et que c'est à travers ce processus que les enseignants peuvent **avoir de la ressource** et ainsi construire et asseoir leur légitimité en tant que **professionnels de l'enseignement en devenir et en développement**.

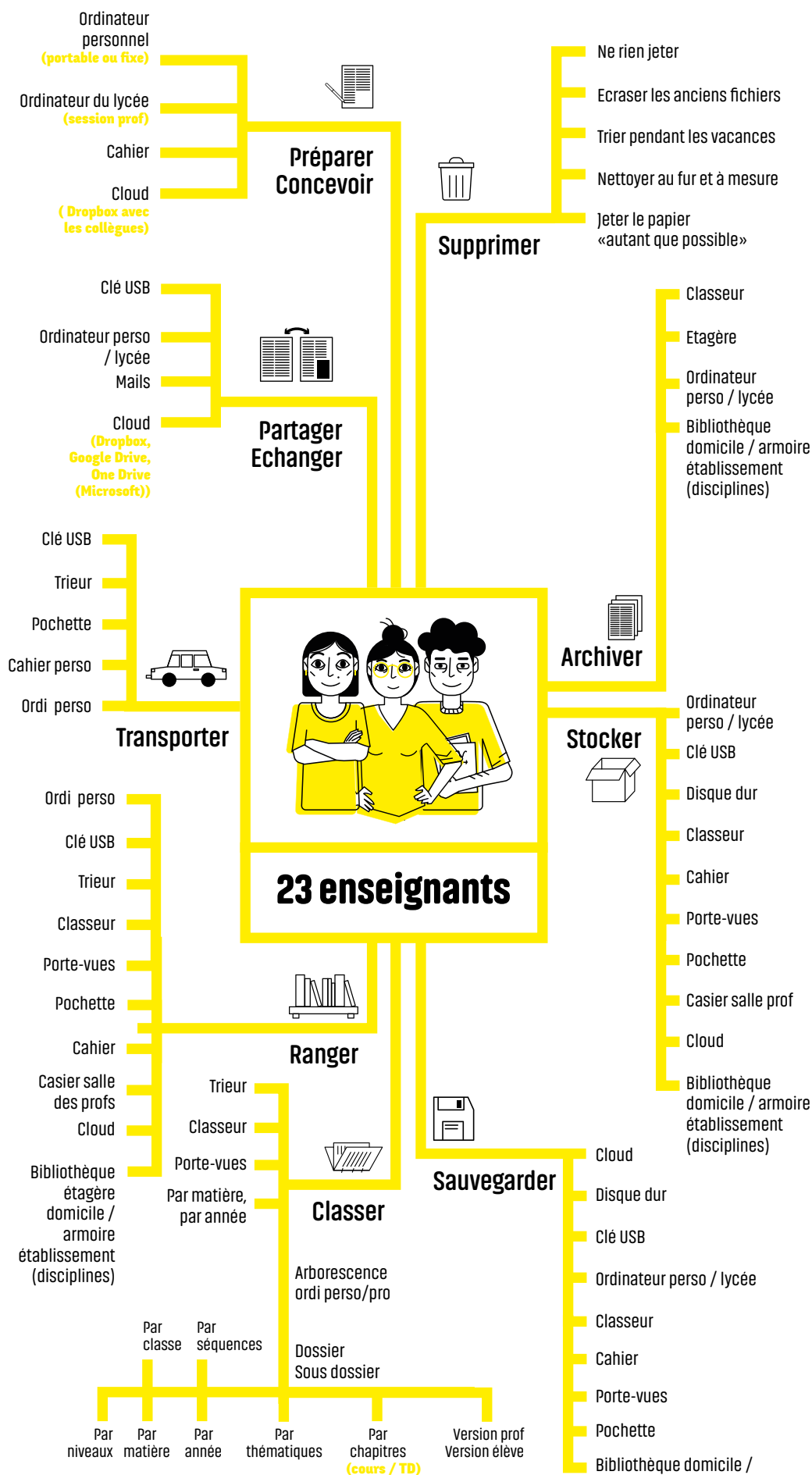
Pour matérialiser les contenus, pour les produire et les transmettre, l'enseignant va disposer d'un vaste outillage "composite défiant les étiquettes technologiques tranchées. Il s'accroît encore des moyens que les acteurs apportent avec eux [...]. Ce sont là des enseignements que livrent l'inventaire et la mise en ordre d'une masse confuse dont le capharnaüm des bureaux donne une évidence visuelle ; ce sont là aussi des conclusions qui ressortent de la description en situation de l'emploi de ces moyens très souvent interreliés"¹.

En centrant notre recherche, de même que Françoise Waquet, "sur les techniques intellectuelles mises en œuvre dans le monde [enseignant], on se propose d'explorer une culture dans sa matérialité, c'est-à-dire dans sa dimension non idéelle – ce qui ne veut pas dire, et on le verra, que lesdites techniques, y compris le plus petit geste, n'aient pas été un jour pensées, réfléchies, argumentées"².

Sans compréhension de la façon dont les enseignants mobilisent ces techniques intellectuelles, on risque de leur ôter, via la prescription d'outils, de logiciels ou encore de ressources spécifiques, les moyens de **trouver et d'organiser par eux-mêmes les ressources leur permettant de s'approprier pleinement leur métier**.

1 : Françoise Waquet, *L'ordre matériel du savoir : comment les savants travaillent XVI^e-XXI^e siècle*. Paris : CNRS Éditions, 2015, p. 247.

2 : *Ibidem*, p. 6.



Activité d'organiser : outils utilisés par les enseignants (résultats : un lycée / 23 enseignants).
Magali Loffreda (thèse en cours)

Tristan

Ressources matérielles et numériques

Manuels scolaires (« 90% » de ses sources)
 Documents officiels (programmes)
 Anciens cours
 LaTeX > éditer les exercices et certaines parties de cours
 (ses cours sont majoritairement manuscrits)

2 ordinateurs portables :
 - 1 pour éditer des exercices (dans sa chambre) ;
 - 1 connecté à Internet et utilisé pour chercher de l'information (dans son salon).

1 imprimante
 2 clés USB (y sauvegarde ses « activités mentales »
 = exercices spécifiques, coûteux à refaire)
 Moteur de recherche : Google

Organisation des ressources

Déclare être organisé

Cours classés par niveaux

Fichiers numériques : arborescence plutôt structurée
 Dossiers par niveaux puis par chapitres

Pochettes cartonnées à élastique > 3 d'une même couleur par niveaux enseignés :
 - 1 pour les cours et exercices,
 - 1 pour les évaluations,
 - et 1 pour les copies des élèves.

Pochette à coin transparente
 > protéger les cours manuscrits (pour une réutilisation future)
 Classeurs par niveaux > ranger les cours terminés,
 alors classés par chapitre « **puisque'en mathématiques, ça se découpe par chapitre** »

Noémie

Presse généraliste et d'actualité : *Courrier international*,
Libération, *Télérama*...
 Publications scientifiques : livres d'histoire-géographie, articles,
 compte-rendus d'ouvrages
 Pochettes de cours personnels
 Dictionnaires spécifiques (de géographie, etc.)
 Sites disciplinaires : *Géoconfluences* ; *Hypergé* ; *Géoportail*...
 Presse généraliste et d'actualité en ligne : *Médiapart*, *Le Monde*...
 Articles scientifiques
 Compte-rendus d'ouvrages sur *La Vie des idées*
 Archives : *Gallica*...
 Podcasts : *France Culture* (émissions d'histoire)...
 Sites officiels (programmes)
 Logiciels et applications : "Google Earth"...

1 ordinateur fixe
 1 clé USB (à ne pas oublier pour aller en cours :
« ça c'est primordial »)
 Moteur de recherche : *Google*

Déclare ne pas être organisée
 Difficulté à jeter livres et articles

Cours classés par niveaux
 Intercalaires (copies-doubles ou simples feuilles pliées en deux)
 > séparer les articles (certains comportent des mots-clés)

Fichiers numériques : arborescence plus ou moins structurée
 Dossiers par thèmes

Pochettes cartonnées à élastique > ranger les cours
 Classeurs > ranger les cours

Mail > récupérer les devoirs élèves (dossier "élèves")

Élisa

Livres : romans, œuvres au programme (éditions scolaires), usuels et dictionnaires spécifiques (des synonymes, etc.), DVD (rangés dans une petite commode)
Sites officiels (programmes)
Site web de WebLettres (collectif enseignant)

3 ordinateurs portables :

- 1 « **tout neuf** » sur lequel elle a copié tout son répertoire ;
- 1 vieil ordinateur qu'elle continue d'utiliser et qui, de fait, est plus à jour que les deux autres ;
- et 1 « **petit** » qu'elle transportait au lycée dans l'optique de remplacer le papier par le numérique, et « **sur lequel il n'y a pas beaucoup de cours** ». Elle souhaitait utiliser la partie tablette comme « **support** » de cours, mais ce n'était « **pas pratique** », en particulier pour une question de batterie.

3 clés USB (2 pour ses cours + 1 pour les travaux des élèves)

1 disque dur > « **backup** »

Moteur de recherche : *Google*

Déclare être maniaque du rangement

Difficulté à jeter des livres

Livres rangés en tenant compte du curriculum

Cours classés par niveaux

Fichiers numériques : arborescence plus ou moins structurée

Dossiers par niveaux ou par thèmes

Portes-vues : contiennent tous ses documents

(documents-élèves, textes, évaluations, etc.)

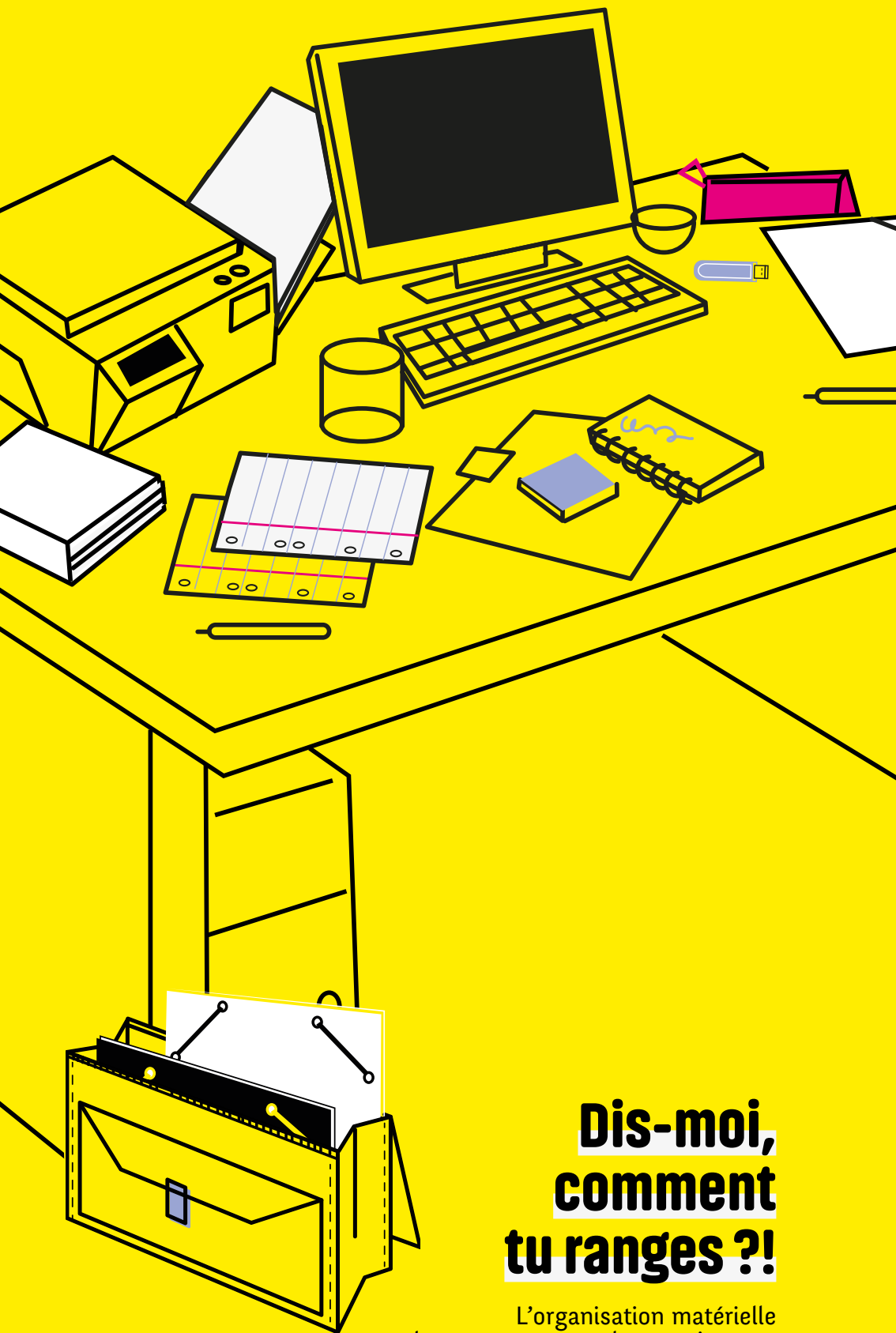
Par ailleurs, elle « **aime bien avoir un porte-vues dont on peut personnaliser la couverture et y mettre une belle illustration en rapport avec la séquence** »

Colophon

Après bien des allers-retours et des péripéties,
ce livre a enfin pu être imprimé en décembre 2019,
à Montreuil, au Ma - lieu de résidence de l'agence Okoni.

Sur la presse nommée Gutenberg, il a été imprimé
en 50 exemplaires sur du papier A3 100 gr et A3 250 gr, façonné
et relié à la main par Magali Loffreda et Solène Voegel.

Il a été composé en Fengardo Neue (Loïc Sander pour
la fonderie Velvetyne) et en Akhand Soft (Indian Type Foundry).



Dis-moi, comment tu ranges ?!

L'organisation matérielle
des ressources par les enseignants

Magali Loffreda & Solène Voegel

C A N O P É
R & D
É T A T
D E L ' A R T
2 0 1 7

L'APPRENTISSAGE À TRAVERS LA RÉALITÉ VIRTUELLE



LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Réseau Canopé

1, avenue du Futuroscope
Bâtiment @4
Téléport 1 CS 80158 86961
FUTUROSCOPE Cedex

Établissement public national
à caractère administratif
régé par les articles D314-70
et suivants du Code
de l'éducation

Siret : 180 043 010 014 85
© Réseau Canopé, 2017

ÉTAT DE L'ART 2017

L'APPRENTISSAGE À TRAVERS LA RÉALITÉ VIRTUELLE

Auteur du rapport

Yvon Bozec, master 2 Ergonomie du jeu vidéo à l'ENJMIN (Ecole nationale du jeu et des médias interactifs numériques),
Direction de la recherche
et du développement sur les usages
du numérique éducatif (DRDUNE)

Table des documents	4
Avant-propos	5
<hr/>	
RÉALITÉ VIRTUELLE : GÉNÉRALITÉS	7
Introduction	8
Historique	9
Définitions de la réalité virtuelle	13
Rappels terminologiques	13
Définitions des chercheurs	14
Réalité virtuelle, réalité augmentée, réalité mixte et vidéo 360	17
Immersion dans la réalité virtuelle	19
Immersion et engagement	22
Immersion et flow	23
Présence dans la réalité virtuelle	26
Présence et téléprésence	26
Différents types de présence	30
Facteurs et effets de la présence	37
Interaction dans la réalité virtuelle	41
Définitions de l'interaction	41
Classifications des techniques d'interaction	42
<hr/>	
RÉALITÉ VIRTUELLE ET APPRENTISSAGE	47
Immersion et apprentissage	49
Présence et apprentissage	50
Présence et performance à la tâche	50
Présence sociale, interaction avec autrui	51
RV : un outil pour motiver à apprendre	54
Favoriser les apprentissages collectifs	57
Stimuler les capacités imaginatives	58
Autres intérêts de la RV pour l'apprentissage	58
Atout pour l'apprentissage des concepts abstraits et pour l'imagination	59
Réalité virtuelle et facteurs individuels des apprenants	65
Engagement dans l'apprentissage par le flow	68
Perspectives multiples, apprentissage situé et transfert de connaissances	69
Synthèse des avantages possibles de la RV	71
Recommandations des chercheurs	72
Adapter la RV à des buts éducatifs	72
Répondre à la problématique du coût de développement : la réalité virtuelle de bureau	74
<hr/>	
CONCLUSIONS	79
<hr/>	
GLOSSAIRE	85
<hr/>	
BIBLIOGRAPHIE	87
Articles, ouvrages et thèses	88
Brevets	92
Définitions	92
Sites web	93
Sondage	93

T A B L E D E S D O C U M E N T S

Document 01. Le <i>Telesphere Mask</i> de Morton Heilig	9
Document 02. Le <i>Sensorama</i> de Morton Heilig, imaginé en 1955 et prototypé en 1962	10
Document 03. <i>L'Épée de Damoclès</i>	11
Document 04. Fonctionnement et illustration du <i>Videoplace</i>	12
Document 05. Photographie de l'équipement VIVED de Fisher, dont les <i>Datagloves</i> de Zimmerman et Lanier	12
Document 06. Représentation du système d'échange d'informations entre l'utilisateur et la machine, à l'aide des interfaces de cette dernière	17
Document 07. <i>Continuum</i> de la réalité à la réalité virtuelle	18
Document 08. Illustration en images contextualisées du <i>continuum</i> de Milgram et Kishino	19
Document 09. Illustration du <i>flow</i>	24
Document 10. Adaptation des concepteurs à l'expérience de <i>flow</i> des joueurs par les choix qu'ils proposent dans l'expérience de jeu	25
Document 11. Illustration des 3 axes influençant la présence	27
Document 12. Modèle à 3 pôles de Biocca [2003]	33
Document 13. Illustration des 3 problèmes résolus par le modèle à 3 pôles de Biocca [2003]	34
Document 14. D'autres exemples de média et leur emplacement sur le modèle à 3 pôles	35
Document 15. Processus d'émergence de la présence	36
Document 16. Illustration de la zone proximale de développement pour les apprentissages	52
Document 17. Illustration de la relation entre la motivation et la présence sociale dans la théorie de la communication et de l'interaction	56
Document 18. Schématisation de l'ensemble des facteurs affectant la motivation dans un environnement virtuel 3D selon les données des analyses qualitatives	57
Document 19. Illustration du DVREMS avec la vue de la Terre depuis l'espace	63
Document 20. Illustration du système immersif de réalité virtuelle de type CAVE	64
Document 21. Illustration de la taxonomie des objectifs pédagogiques de Bloom, allant de la connaissance vers l'évaluation	66
Document 22. Représentation simplifiée selon Bell et Fogler des 5 dimensions de style d'apprentissage de Felder et Silverman, 1998	66
Document 23. Illustration des 2 modes de vue : excentrique à gauche et égocentrique à droite	69
Document 24. Capture d'écran de l'application de réalité virtuelle de bureau illustrant les différents panneaux visuellement disponibles dans l'interaction	75
Document 25. Capture d'écran de l'utilisation de la couleur pour surligner les points d'intérêt dans l'environnement virtuel	76

Cette revue de littérature sur les technologies de la réalité virtuelle et leurs applications éducatives est un livrable élaboré par la Direction recherche et développement sur les usages du numérique éducatif de Réseau Canopé. Elle s'appuie sur des sources de la recherche scientifique qui seront présentées au fur et à mesure et accessibles en bibliographie.

Pour Réseau Canopé, cet état de l'art est un moyen de se renseigner sur les pistes envisageables pour la réalisation de nouveaux outils numériques à destination de l'enseignement, ici face à l'émergence de « nouvelles » technologies, ou plus exactement d'anciennes technologies réactualisées avec les moyens d'aujourd'hui, comme c'est le cas avec la réalité virtuelle. La volonté de Réseau Canopé est d'investiguer ici les usages possibles des environnements de réalité virtuelle pour apporter de possibles nouvelles méthodes et objets d'enseignement.

Nous allons d'abord tenter de définir le concept de réalité virtuelle puis d'éclaircir les différentes notions qui y sont rattachées telles que l'immersion, la présence (et la téléprésence). Les travaux existants associant la réalité virtuelle et l'éducation seront ensuite présentés.

L'abréviation RV sera utilisée pour désigner la réalité virtuelle et celle d'EV pour désigner l'environnement virtuel. La plupart de la littérature parcourue afin de réaliser ce document étant en langue anglaise, les propos et idées des auteurs ont été traduits par l'auteur de ce document.

RÉALITÉ
VIRTUELLE :
GÉNÉRALITÉS

1

INTRODUCTION

La démocratisation croissante des appareils personnels (ordinateurs, téléphones portables, tablettes, consoles de jeux, etc.) fait qu'aujourd'hui rares sont les foyers ne disposant pas d'au moins un appareil numérique. Les chiffres d'un sondage de l'INSEE révèlent qu'en 2013 déjà, la quasi-totalité de la population française métropolitaine entre 15 et 59 ans possédait un ordinateur dans son foyer (94 % des 15-29 ans, 95 % des 30-44 ans et 89 % des 45-59 ans) alors que cette même population ne représentait que 54 à 65 % en fonction de la tranche d'âge en 2004 (54 % des 15-29 ans, 65 % des 30-44 ans et 55 % des 45-59 ans). Le rapport réalisé par le CREDOC¹ révèle qu'en juin 2016, la quasi-totalité de la population des 12-17 ans (94 %) disposaient d'un ordinateur à domicile (contre 82 % pour la population moyenne)². Cette même enquête du CREDOC fait aussi le constat que 30 % de la population française possède à la fois un ordinateur, un smartphone et une tablette dans son foyer en 2016 pour seulement 5 % en 2012.

La technologie omniprésente dans notre quotidien tend également à se développer dans les espaces publics, comme les musées qui proposent à leurs visiteurs de profiter d'une expérience enrichie grâce à des applications sur smartphone ou des reproductions virtuelles (allant de la visite virtuelle de musée à partir de chez soi³ à la modélisation en 3D d'un dinosaure⁴). L'enseignement s'est également approprié certaines technologies pour évoluer dans ses modèles d'apprentissages avec, par exemple, les tableaux blancs interactifs (TBI), ou les tablettes tactiles. Si les politiques publiques ont investi depuis quelques années dans ces outils pour s'ouvrir à l'interactivité, une technologie pose actuellement à nouveau la question d'une possible intégration en classe, la réalité virtuelle.

La définition proposée par le dictionnaire⁵ du terme réalité virtuelle la décrit comme une simulation réaliste et immersive d'un environnement en trois dimensions, créée en utilisant du matériel et des logiciels interactifs, et expérimentée ou contrôlée par le mouvement du corps.

1. Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie.

2. Crouette P., Lautié S., Hoibian S. (2016), *Baromètre du Numérique 2016*, Collection des Rapports (n° R333/2016).

3. Musée départemental Maurice-Denis (<http://www.musee-mauricedenis.fr/le-musee/article/description>).

4. Application *Art & Culture* de Google.

5. *Virtual reality* [n.d.], *Dictionary.com Unabridged*, retrieved July 27, 2017 from Dictionary.com website <http://www.dictionary.com/browse/virtual-reality>.

Ce document est un état de l'art recensant les travaux menés par les chercheurs sur la réalité virtuelle. Il sera structuré en deux grandes parties :

- la première partie traitera les origines de la réalité virtuelle, les définitions scientifiques de ce terme et les concepts qui y sont associés, notamment l'immersion et la présence ;
- la deuxième partie portera sur les recherches réalisées sur les usages de la réalité virtuelle dans l'éducation. Nous y présenterons notamment les effets de l'immersion, de l'interaction, de la présence et de la motivation sur les apprentissages, les autres apports constatés de la réalité virtuelle sur les apprentissages et enfin les recommandations des chercheurs sur l'usage de la réalité virtuelle dans l'éducation.

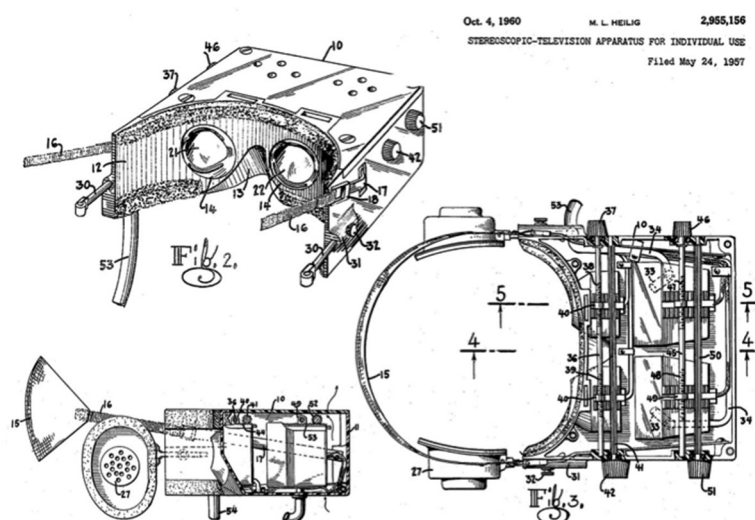
Ces recommandations ont été notamment proposées par les chercheurs suite à leurs difficultés pour réaliser leur propre application d'environnement d'apprentissage en RV ou suite à leurs études en vue d'une amélioration de leur environnement.

Pour Réseau Canopé, cette seconde partie est un moyen de se renseigner sur les pistes envisageables pour la réalisation de nouveaux outils numériques pédagogiques à destination de l'enseignement. La volonté de Réseau Canopé est d'investiguer ici les usages possibles des environnements de réalité virtuelle pour apporter de nouvelles méthodes d'enseignement, facilitant les apprentissages d'élèves dans l'enseignement général.

HISTORIQUE

Même si elle ne fait parler d'elle qu'aujourd'hui et que des matériels apparaissent sur le marché grand public, la réalité virtuelle existe depuis plusieurs dizaines d'années. En effet, nous pourrions remonter aux années 1957 avec l'idée de lunettes du réalisateur Morton Heilig, connues sous le nom de *Telesphere Mask*⁶, dont l'apparence rappelle beaucoup celle des casques dont nous disposons aujourd'hui (Document 01).

Document 01. Le *Telesphere Mask* de Morton Heilig

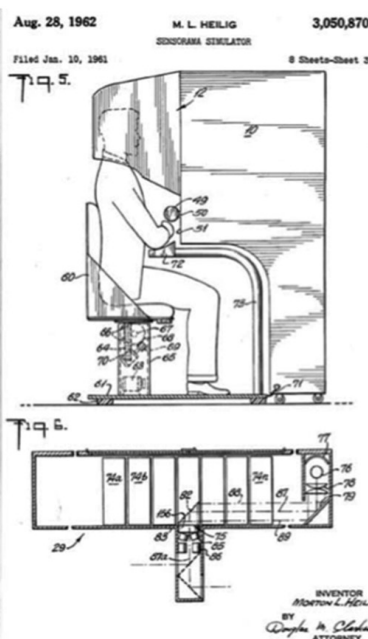


Source : *Stereoscopic-television apparatus for individual use*, U.S. Patent n° 2,955,156, 4 oct. 1960.

6. Heilig M. L. (1960), *Stereoscopic-television apparatus for individual use*, U.S. Patent n° 2, 955, 156.

Cette première invention de Morton Heilig, considéré aujourd'hui comme un pionnier dans la réalité virtuelle, avait pour objectif de proposer une sensation de réalité à l'aide d'une vision périphérique complète grâce à une prise de vue légèrement décalée pour chaque œil (les images ont été filmées par une caméra qui prenait deux angles simultanément) pour un effet stéréoscopique, et une diffusion de sons différents pour chaque oreille (deux enregistrements sonores ont été réalisés) afin de recréer un effet stéréophonique. À ces deux dispositifs s'ajoutait un système de ventilateur. Le spectateur pouvait recevoir des courants d'air de différentes forces, de différentes températures, voire des odeurs. Par cet ensemble de mécanismes et de techniques de création de films, Heilig souhaitait arriver à un résultat de visionnage au plus proche du réel, en utilisant les sens qui servent au quotidien la perception du monde qui nous entoure. Dans la continuité de son idée de développer une machine visant à augmenter le réalisme expérimenté lors du visionnage de films, Morton Heilig créait un nouveau prototype en 1962, *Sensorama*⁷ [cf. Document 02].

Document 02. Le *Sensorama* de Morton Heilig, imaginé en 1955 et prototypé en 1962



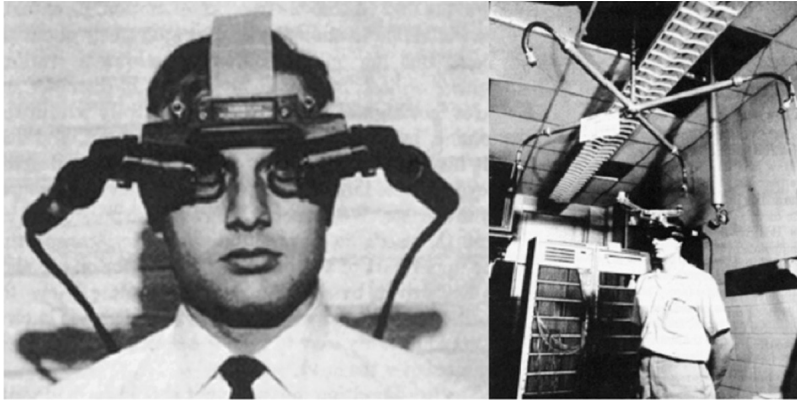
Source :
Heilig, M. L., 1962.

Cette machine reprenait les éléments déjà présents dans sa précédente invention tout en l'enrichissant. Muni d'un équipement permettant la diffusion d'une image stéréoscopique en grand angle, la diffusion de son en stéréophonie, d'un siège vibrant et de 9 ventilateurs qui pouvaient servir à diffuser des senteurs en plus de l'air, le *Sensorama* proposait une immersion dans des films en utilisant encore une fois les sens humains de la vue, de l'ouïe et de l'odorat notamment, pour retranscrire les différentes scènes le plus fidèlement au spectateur. Cette machine, bien qu'ingénieuse pour son époque, n'a pas pu percer, Heilig ne réussissant pas à trouver les fonds pour lancer une production industrielle à cause du coût de la réalisation des films (prise de vue 3D).

A suivi un autre casque de réalité virtuelle, *L'Épée de Damoclès*⁸, créé en 1968 par l'ingénieur en informatique Ivan Sutherland. Si certains casques d'aujourd'hui sont critiqués pour leur poids amenant une certaine gêne dans leur utilisation, ce prototype de casque a hérité de son nom à cause du poids de son appareillage nécessitant un bras mécanique pour être utilisable. Il obligeait l'utilisateur à rester debout [cf. Document 03].

7. Heilig M. L. (1962), *Sensorama Simulator*, United States Patent and Trade Office, Virginia, USA, US-3, 050, 870.

8. Sutherland I. E. (1965), "The ultimate display", *Multimedia: From Wagner to virtual reality*.



Source : Sutherland, I. E., 1968.

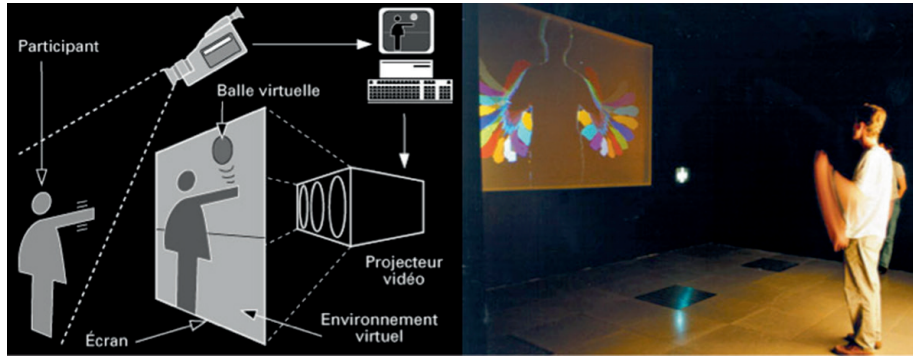
Sutherland, dans son article paru en 1965 « The Ultimate display »⁹, décrit une volonté d'investiguer de nouvelles méthodes pour contrôler les systèmes informatiques ou les machines qui sont communément utilisées avec les mains et bras [exemple : l'utilisation de clavier pour envoyer des commandes à un ordinateur, des *joysticks* pour des machines, etc.]. Son intérêt se porte alors sur les yeux et les mécanismes de la vision comme champ de recherche expérimentale, envisageant la possibilité d'un langage de contrôle des machines par le regard. Il explique qu'il faut créer des machines capables de percevoir et d'interpréter des données à partir des mouvements oculaires. C'est ainsi qu'il crée trois ans plus tard un casque muni d'un bras capable de suivre les mouvements de la tête ainsi que son orientation pour adapter le point de vue qu'a l'utilisateur lors d'un visionnage d'images. L'objectif était d'afficher de façon tridimensionnelle des images dans un système et de faire que la perception par l'utilisateur change de la même façon que la perception d'un objet réel le ferait. L'utilisateur pouvait tourner sa tête et observer par exemple des objets cachés sur ses côtés ou derrière lui. Là aussi, le casque était conçu de sorte que l'extérieur ne puisse pas être visible. Si la machine d'Heilig pouvait diffuser des mini-films, celle de Sutherland ne présentait que des objets basiques [des formes géométriques] générés par ordinateur. La particularité de *L'Épée de Damoclès* était la possibilité d'adapter ce que voyait l'observateur en fonction de l'action qu'il produisait physiquement. Autrement dit, elle apportait de l'interaction.

En périphérie de ces inventions, Myron W. Krueger, un artiste informatique, aboutit par ses travaux dans les années 1970 au *Videoplace*¹⁰, un système de réalité artificielle qui détecte les mouvements de l'humain sans qu'il ne soit encombré par du matériel [comme les gants de détection ou des dispositifs tels que l'*Épée de Damoclès*]. *Videoplace* disposait d'un système de captation par caméra et de retranscription en images par projecteur sur écrans [cf. Document 04]. Le *Videoplace* permet de capter une à plusieurs personnes dans une, voire plusieurs, pièce(s) et de recréer leur image par le simple fait qu'elles se trouvent dans la pièce, sans aucun équipement particulier. Il était alors possible d'interagir avec la représentation de sa propre image, ou avec celles des autres, en la faisant pivoter, en la diminuant ou en l'agrandissant, en ajoutant des couleurs, etc. Il était également possible de dessiner, d'écrire avec son image et aussi d'interagir avec des objets représentés virtuellement sur l'écran [exemple : les objets pouvaient bouger si on les poussait, exploser]. Ainsi il était possible d'avoir une interaction avec un environnement virtuel par ses seules actions physiques, même si les utilisateurs n'avaient pas d'autres retours sensoriels de leurs actions que le visuel. Krueger est lui aussi considéré comme un pionnier des environnements virtuels grâce à la représentation du corps entier des utilisateurs et à son utilisation dans le *Videoplace*.

9. Sutherland I. E. [1968], A head-mounted three dimensional display, *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference*, part I, 757-764.

10. Krueger M. W., Gionfriddo T. & Hinrichsen K. [1985], "Videoplace - an artificial reality", *ACM SIGCHI Bulletin* (vol. 16, n°. 4), p. 35-40.

Document 04. Fonctionnement et illustration du Videoplace



Source :
Krueger, M. W.
et al., 1985.

Au début des années 1980¹¹, l'innovation en réalité virtuelle a abouti aux gants *Dataglove*¹² de Thomas Zimmerman, chercheur et inventeur, et Jaron Lanier, scientifique et philosophe de l'informatique. Ces gants permettaient de retranscrire les mouvements de l'utilisateur dans un environnement virtuel généré par le système [ordinateur relié aux gants]. Plus précisément, des détecteurs étaient placés au niveau des articulations de telle manière que le système pouvait comprendre les mouvements de la main ainsi que sa position dans l'espace physique. Grâce au code créé par Lanier, cette détection était transmise à l'ordinateur qui recréait la main de l'utilisateur virtuellement ainsi que ses mouvements et son emplacement. En 1985, leur projet entre en collaboration avec celui nommé VIVED [ou *Virtual Environment Display*] de Scott Fisher, ingénieur du MIT travaillant pour la NASA, qui souhaite lier ces gants au casque de réalité virtuelle sur lequel il travaille [cf. Document 05].

Document 05. Photographie de l'équipement VIVED de Fisher, dont les *Datagloves* de Zimmerman et Lanier



Source : web,
origine de l'image :
[http://www.sciencephoto.com/
media/351462/view](http://www.sciencephoto.com/media/351462/view)].

De leur collaboration, sortira en 1986¹³ l'un des tout premiers postes d'exploration virtuels, où l'utilisateur peut agir dans une station virtuelle de travail avec différents environnements possibles, qui lui sont retransmis visuellement par le casque. À noter que la création de leur

11. Zimmerman T. G. [1985], U.S. Patent n° 4,542,291, Washington, DC U.S. Patent and Trademark Office.

12. Zimmerman T. G. & Lanier J. Z. [1991], U.S. Patent n° 4,988,981, Washington, DC U.S. Patent and Trademark Office.

13. Fisher S. S., McGreevy M., Humphries J. & Robinett W. [1987], "Virtual environment display system", *Proceedings of the 1986 workshop on Interactive 3D graphics*, p. 77-87.

société VPL research (*Visual Programming Language*) par Lanier et Zimmerman a popularisé le terme de « réalité virtuelle » que nous utilisons aujourd'hui.

Dans la lignée de ces inventions qui ont suscité l'intérêt des chercheurs pour la RV, d'autres domaines, tels que l'industrie, se la sont appropriée, par exemple dans le but de former des employés sur des machines à risque ou pour développer des jeux vidéo. Pour l'industrie, la technologie de réalité virtuelle permettait de mettre en situation une personne en reproduisant dans un environnement virtuel son poste de travail sans lui imposer les mêmes risques physiques (exemple : pilotage d'avion de chasse) que s'il l'expérimentait en situation réelle. Dans les jeux vidéo, la réalité virtuelle était le nouveau pas à franchir pour proposer une expérience immersive de jeu aux joueurs. Contrairement à son utilisation comme objet de production dans l'industrie, la RV dans le monde du jeu était un argument de vente grâce à son côté novateur. Cependant, pour répondre à un souci de production à grande échelle dans la société de consommation, elle présentait à l'époque des défauts notables comme la qualité graphique et l'ergonomie de son matériel et cette technologie fut très vite abandonnée par les développeurs de jeux vidéo (exemple : l'échec de la console *Virtual boy* de Nintendo sortie en 1995)¹⁴.

Ainsi, nous pouvons dire que la RV a été développée à l'origine pour deux objectifs : elle fut utilisée afin de proposer de nouvelles expériences à des utilisateurs (*Sensorama*, *Videoplace*, etc.) et pour la formation sous environnement virtuel (VIVED). La réalité virtuelle a fait également l'objet de recherches scientifiques (en sciences de l'informatique, sciences humaines, philosophie, etc.) afin d'améliorer cette technologie et d'étudier les effets de son utilisation. Nous allons dès à présent aborder les différents termes qui composent la notion de réalité virtuelle, à l'appui de sources scientifiques dont des définitions de chercheurs tirées d'articles. Nous tenons à préciser que ces sources ne seront pas exhaustives. En effet, nous avons sélectionné les sources de cette revue de littérature afin de présenter les contrastes, les points communs ou la complémentarité des points de vue et des recherches des principaux auteurs travaillant dans le domaine de la RV.

DÉFINITIONS DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

RAPPELS TERMINOLOGIQUES

Tout d'abord, avant de présenter la RV avec les définitions des chercheurs, nous proposons d'apporter une précision sur chacun des termes qui la composent.

Du point de vue de Yacobi¹⁵, il existe plusieurs réalités à prendre en considération lorsque l'on aborde le sujet de la réalité. Dans son article *The Human Dilemma* [2013]¹⁶, il explique qu'il faut distinguer la « réalité apparente », celle que nous connaissons, qui peut être observée et comprise, mais qui n'est pas figée et peut évoluer dans le temps, et la « réalité ultime », celle qui est immuable. Il décrit cette réalité ultime comme impossible. En effet, l'auteur ajoute que tout dans notre monde est impermanent et que même les lois physiques pourraient changer (exemple : la gravité terrestre). Yacobi distingue aussi la « réalité mentale », une réalité construite par l'humain, de la « réalité physique », une réalité humain-indépendante. La réalité mentale est définie comme n'existant que dans l'esprit des individus et son existence dépend

14. Audureau W. & Tual M. (2015), « Dans l'enfer rouge du *Virtual Boy*, le casque de réalité virtuelle devenu culte. » Repéré à : http://www.lemonde.fr/jeux-video/article/2015/08/22/le-virtual-boy-de-nintendo-un-echec-aussi-fracassant-que-legendaire_4730114_1616924.html.

15. Chercheur en sciences physiques.

16. Yacobi B. G. (2013), *The Human Dilemma: Life Between Illusion and Reality*.

des observateurs. La réalité physique est définie quant à elle comme recouvrant l'Espace, possédant des propriétés physiques (telles que la masse) et existe indépendamment d'un observateur.

Cette réalité physique est également décrite par Krueger [1993]¹⁷. Pour Krueger [cf. *Videoplace*], elle est la réalité où nous utilisons nos corps pour interagir avec les objets : nous nous déplaçons, nous tournons la tête pour mieux voir, nous voyons les autres personnes et elles peuvent elles aussi nous voir, etc. C'est une réalité dans laquelle nous avons acquis tout un système de représentations au cours de nos expériences. Il oppose cette réalité à celle qu'il a employée pour son invention du *Videoplace*, la « réalité artificielle », une réalité qu'il a créée dans le but que les personnes n'y soient pas contraintes par le mouvement, comme dans les systèmes nécessitant un envoi d'ordres à l'ordinateur (des *input*) pour qu'il réagisse (en *output*) en retour. Ce que Krueger a voulu proposer est une liberté plus grande des actions de l'utilisateur dans sa réalité artificielle, plutôt que des actions limitées et définies à l'avance pour l'utilisateur, ce qui permettait de découvrir en essayant soi-même, en testant les différentes possibilités de façon plus intuitive, comme dans la réalité physique.

Le deuxième terme à définir est celui de « virtuel ». Le virtuel renvoie à une chose qui serait seulement en puissance, un élément qui n'est donc pas réel, mais qui pourrait l'être, une possibilité qui est encore sans effet sur le monde physique¹⁸. Pour plus de précisions, il faut rappeler que la réalité virtuelle est une traduction du terme anglais, *virtual reality* qui a un sens relativement différent (Fuchs & Moreau, 2006). En effet, Jaron Lanier l'a popularisé dans les années 1980 en l'employant pour désigner les technologies permettant de donner une représentation de la réalité à l'aide d'un système électronique, une réalité simulée par ordinateur. Pour Fuchs et Moreau [2006], le terme anglais *virtual* sous-entend une notion de « pratiquement », ou de « quasiment » qui se perd dans l'utilisation du terme français. Ainsi, il faut garder en tête que la réalité virtuelle renvoie à une réalité proche, qui est pratiquement la réalité mais qui en diffère.

Pour faire simple, il faut donc distinguer deux réalités, celle physique, que nous expérimentons tous les jours, et celle virtuelle, qui peut être générée par des moyens informatiques et représenter la réalité physique en la simulant. Par le terme virtuel, on entend également que la RV puisse différer de la réalité physique.

DÉFINITIONS DES CHERCHEURS

Nous allons à présent apporter la vision de plusieurs auteurs et chercheurs, notamment des sciences de l'informatique, sur la définition de la RV.

J. T. Bell¹⁹ et H. S. Fogler²⁰ décrivent en 1995²¹ la réalité virtuelle en ces termes : « *C'est [la réalité virtuelle] une interface informatique caractérisée par un haut degré d'immersion, de crédibilité et d'interaction, avec pour but de faire croire à l'utilisateur de la meilleure façon qu'il ou qu'elle se trouve à l'intérieur de l'environnement généré par ordinateur, contrairement à s'il était un simple observateur extérieur.* » Ils ajoutent également que dans un monde virtuel idéal, l'utilisateur devrait être complètement incapable de déterminer s'il expérimente une simulation par ordinateur ou la réalité.

17. Krueger M. W. [1993], "An easy entry artificial reality", *Virtual reality: Applications and explorations*, p. 147-161.

18. Virtuel, virtuelle. (s. d.). Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/virtuel_virtuelle/82149

19. Professeur au département de Sciences informatiques à l'Université de l'Illinois.

20. Professeur en ingénierie chimique

21. Bell J. T. & Fogler H. S. [1995], "The investigation and application of virtual reality as an educational tool", *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*, p. 1718-1728.

Pour Steuer²² [1992]²³, la réalité virtuelle est un environnement réel ou simulé dans lequel un spectateur expérimente la « téléprésence », qu'il définit comme « *un sentiment d'être physiquement présent dans un environnement médiatisé* ». Pour définir la réalité virtuelle, Steuer recommande de se détacher du matériel, du logiciel au profit de l'utilisateur qui fait l'expérience d'une présence. Selon lui, l'utilisateur doit être la seule unité d'analyse puisque c'est le ressenti de l'individu qui caractérise l'expérience de la RV. Pour lui, il est essentiel d'appliquer des connaissances sur les processus perceptifs et sur les différences individuelles dans l'élaboration de la RV. Ce point de vue est rejoint par Fuchs et Moreau [2006] qui, eux aussi, replacent l'utilisateur au cœur du concept de la réalité virtuelle. Ces derniers expliquent la nécessité de connaître le fonctionnement sensorimoteur humain, notamment le système visuel, qui est central dans la perception d'environnements virtuels. Pour eux, définir la RV nécessite de lier les définitions des différentes disciplines comme les sciences de l'ingénieur et les sciences cognitives puisqu'elle implique les technologies et l'utilisateur.

Paul Milgram²⁴ et Fumio Kishino²⁵ décrivent les environnements de RV comme étant des environnements où l'observateur est totalement immergé dans un monde synthétique et où il peut interagir avec celui-ci [1994]²⁶. Un tel environnement peut reproduire certaines propriétés du monde réel ou à l'inverse s'affranchir des limites de la réalité physique en créant un monde dans lequel les lois ordinaires de la physique n'ont plus cours. Ils rajoutent que le terme de réalité virtuelle a tendance à être employé pour désigner une variété d'environnements dans lesquels on trouve une immersion totale et une synthèse complète [de l'environnement]. Or, pour eux, ces autres environnements diffèrent de la RV et se diviseraient en sous-classes de la réalité virtuelle. Nous reviendrons plus loin sur cette typologie [cf. Réalité virtuelle, réalité augmentée, mixte et vidéo 360, p. 17].

Burkhardt²⁷ quant à lui désignait en 2003²⁸ la RV comme « *un outil visant à offrir aux utilisateurs la possibilité d'interagir avec la représentation numérique d'objets et de scènes, en trois dimensions, réels ou réalistes* ». Il distingue deux types d'approches lors de la production d'environnements virtuels : une approche éducative et une approche technologique. L'approche éducative va s'intéresser en premier lieu à l'utilisateur en tant qu'apprenant, ainsi qu'à ses possibilités de représentations, d'interactions ou de coopérations. En revanche, l'approche technologique vise à rendre le plus invisible possible l'interface du média pour l'utilisateur par l'intermédiaire des technologies afin d'offrir un mode d'interaction naturel aux utilisateurs, ce qui rejoint l'idée du monde virtuel idéal de Bell et Fogler [1995]. Cette approche se base ainsi majoritairement sur le matériel employé, sur la mécanique et l'algorithmique, plutôt que sur les caractéristiques de l'activité humaine.

Giraldi, Silva et Oliveira²⁹ [2003]³⁰ ont également abordé la définition de la RV. Ils pointent un contresens dans l'emploi actuel du terme de « réalité virtuelle » en rappelant que la RV se référerait à l'origine à la réalité virtuelle « immersive », où un utilisateur pouvait s'immerger dans un monde artificiel en 3D complètement généré par un ordinateur. Pour eux, le terme « réalité virtuelle » est utilisé à tort lorsque celui-ci est associé à des applications qui ne sont pas entièrement immersives. Ils mentionnent également la difficulté de délimiter les frontières

22. Doctorant à l'époque en sciences de la communication, spécialisé en interaction Homme-machine et en médias, actuellement chef de la recherche du groupe Omnicom Media.

23. Steuer J. [1992], "Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence", *Journal of communication*, 42(4), p. 73-93.

24. Chercheur en « technologie humaine » [*human engineering*] dont les intérêts de recherche portent notamment sur la télérobotique et les environnements virtuels.

25. Chercheur en science de l'informatique et en interaction Homme-machine, dont les travaux incluent la communication visuelle 3D et le traitement d'image.

26. Milgram P., & Kishino F. [1994], "A taxonomy of mixed reality visual displays", *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), p. 1321-1329.

27. Enseignant-chercheur en psychologie, en science informatique et en interaction homme-machine.

28. Burkhardt J. M. [2003], « Réalité virtuelle et ergonomie: quelques apports réciproques », *Le Travail humain*, 66(1), p. 65-91.

29. Chercheurs en sciences de l'informatique au National Laboratory for Scientific Computing (LNCC).

30. Giraldi G. A., Silva R. & Oliveira J. C. [2003], "Introduction to virtual reality", *LNCC Research Report*, 6.

entre la réalité virtuelle immersive et celle qui ne l'est pas. Ils ont listé dans leur argumentaire les critères de la réalité virtuelle immersive :

- l'utilisateur doit avoir un système de vision qui lui permet d'avoir une interface intuitive pour naviguer dans l'environnement virtuel ;
- ce système de vision doit être en mesure de générer une vue stéréoscopique afin d'accroître la perception de la profondeur et le sens de l'espace ;
- le monde virtuel dans lequel se trouve plongé l'utilisateur doit être « grandeur nature » et à échelle humaine (afin de ne pas dénaturer l'environnement, par exemple si l'utilisateur peut se référer à quelque chose qu'il connaît de comparable du monde réel et que cette comparaison l'amène à penser que l'objet de l'environnement virtuel est exagéré et donc non naturel) ;
- il doit y avoir des interactions réalistes entre l'utilisateur et les objets virtuels grâce aux dispositifs de contrôle dont il pourra disposer (exemple : *dataglove*, manettes, etc.) ;
- enfin, il doit y avoir des ajouts supplémentaires au visuel, tels que de l'audio, de l'haptique (qui concerne la sensibilité cutanée)³¹, de l'odorat pour augmenter l'illusion d'être plongé dans un monde réaliste bien qu'artificiel.

Pour Girdali, Silva et Oliveira [2003], la simulation d'un environnement nécessite de reproduire ainsi le plus fidèlement possible des aspects du monde réel pour en créer l'illusion. Par ailleurs, pour ces auteurs, le monde virtuellement recréé peut laisser aussi place à des éléments imaginaires. Ils précisent que, de leur point de vue, une immersion totale ne se fait qu'au moyen de visiocasques procurant un visuel 3D et de l'information sonore, alliés à l'utilisation de périphériques comme des *joysticks* ou des gants. À ce titre, la simple projection d'un écran d'ordinateur ne représente qu'une immersion partielle.

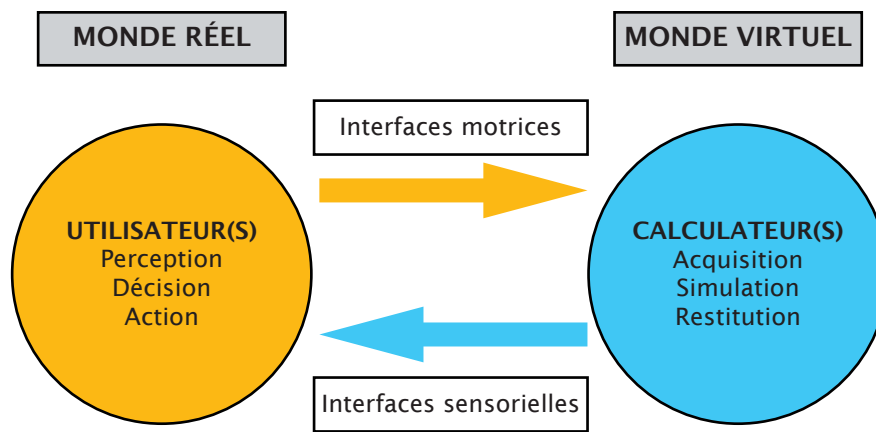
Fuchs³² et Moreau³³ [2006] ont réalisé en collaboration avec d'autres auteurs un ouvrage portant sur la RV, *Le Traité de la réalité virtuelle*³⁴. Ils la définissent de la façon suivante : « *La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et/ou avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs.* » Cette définition fait écho à la précédente définition de Girdali, Silva et Oliveira. Fuchs et Moreau déterminent aussi comme essentiels les éléments tels que la transmission d'informations sensorielles pour pouvoir immerger l'utilisateur dans l'environnement virtuel et lui assurer une bonne compréhension de celui-ci. De plus, ils soulignent aussi dans leur définition le fait que l'interaction entre l'Homme et le virtuel se fait par le biais d'échanges entre les deux (cf. Document 06).

31. Haptique (s. d.). Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/haptique/39040>.

32. Enseignant en réalité virtuelle et augmentée, chercheur sur l'immersion, l'interaction, et les interfaces de réalité virtuelle et augmentée.

33. Enseignant en science informatique, spécialisé dans la réalité virtuelle et augmentée.

34. Fuchs P. & Moreau G. [2006], *Le Traité de la réalité virtuelle* (vol. 2), Presses des Mines.



Source :
Fuchs & Moreau,
2006.

Quand l'utilisateur agit en faisant un mouvement [canal moteur] dans le monde physique, l'information de son action va être retranscrite au système qui va modifier en réponse le monde virtuel de la façon correspondante à l'action [exemple : l'utilisateur fait l'action de pousser un vase au bord d'une table, le vase va se déplacer jusqu'à tomber], et cette modification va être renvoyée à l'utilisateur par le biais de ses sens [canal sensoriel. Exemple : l'utilisateur voit le vase tomber, l'entend se briser]. Pour Fuchs et Moreau, la RV est multimodale car elle permet des interactions avec l'utilisateur par divers canaux sensoriels [exemple : la vision mais aussi les interactions haptiques, acoustiques, etc.]. Ils font le constat que toutes les disciplines ne partagent pas la même définition de la RV et que cette définition doit prendre en compte l'utilisateur en regroupant les sciences informatiques et les sciences humaines : « *Si les ordinateurs permettent de simuler des mondes virtuels, l'interaction de l'homme avec ceux-ci n'est possible qu'au travers de logiciels, des interfaces matérielles, et des processus cognitifs adéquats. Elle [la réalité virtuelle] ne doit pas être considérée comme une simple branche de l'informatique.* »

Ainsi, si nous devons résumer la vision de ces auteurs sur la définition de la RV, elle consiste à placer un/ou plusieurs utilisateurs dans un environnement virtuel/numérique généré par un système informatique et leur donner le sentiment de se trouver dans cet espace. La personne immergée va pouvoir agir dans cet environnement à l'aide de son corps dans le monde physique et le système va répondre aux actions de l'utilisateur par le moyen d'informations sensorielles. Par cette interaction continue, l'utilisateur va pouvoir faire l'expérience de cet autre monde artificiel et si l'immersion est suffisante, il en oubliera même sa présence dans le monde physique où son corps se trouve réellement.

RÉALITÉ VIRTUELLE, RÉALITÉ AUGMENTÉE, RÉALITÉ MIXTE ET VIDÉO 360

D'autres technologies ont émergé ces dernières années en suivant le succès de la RV, comme la réalité augmentée, la réalité mixte ou encore la vidéo 360. Cette profusion de dispositifs révèle l'intérêt que porte l'être humain à expérimenter de la nouveauté en matière de technologies. Cependant, le raccourci est souvent fait avec le terme de RV pour désigner ces autres technologies. Nous allons voir ce qui les distingue des définitions de la RV établies par la recherche.

Heeter [1995]³⁵, spécialiste en conception de jeux sérieux et en expérience utilisateur, décrit la volonté d'expérimenter la réalité virtuelle comme une intention de la personne à vouloir

35. Heeter C. (1995), "Communication research on consumer VR", *Communication in the age of virtual reality*, p. 191-218.

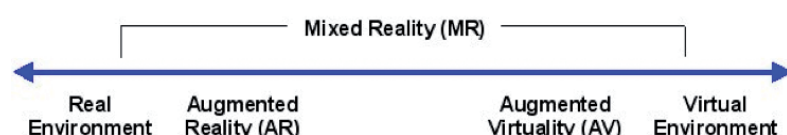
s'engager dans une expérience « synthétique », avec pour but d'expérimenter ce monde à la place ou en supplément du monde réel pour une certaine période. Ces propos font écho à ceux de Fuchs et Moreau en 2006 qui expliquent que la RV répond à un besoin de l'homme d'échapper au réel déjà bien présent dans notre culture (le cinéma, l'art, la littérature, etc.) mais permet en plus d'être acteur et non simple observateur du monde artificiel.

D'après Fuchs³⁶, il faut faire la différence entre la vidéo 360 et la VR vidéo. Pour parler de réalité virtuelle, il faut qu'il y ait de l'interaction entre l'Homme et la machine. Ainsi pour lui, la majorité des films (ou les images) en vidéo 360 ne sont pas des vraies applications de RV car la seule interaction que peut avoir l'utilisateur avec l'environnement dans lequel il est plongé est de bouger la tête pour voir différemment. Fuchs décrit qu'on se retrouve dans ces vidéos avec le même niveau d'interaction que si on visionnait un film au cinéma. Tant que l'utilisateur est passif, c'est-à-dire restant au stade d'un simple visionnage, le système ne peut être considéré comme de la RV. Pour qu'un dispositif puisse être qualifié de RV, l'usager doit pouvoir se déplacer, interagir sur les objets, les personnages. Autrement dit, il doit pouvoir être actif dans son environnement virtuel. Fuchs explique que « la différence n'est pas technique mais fonctionnelle ». Pour lui, peu importe la technologie ou le matériel utilisé, si l'utilisateur ne peut pas interagir avec le dispositif, il ne s'agit pas de RV.

D'autres auteurs (Milgram & Kishino, 1994 ; Hughes, Stapleton, Hughes & Smith, 2005) ont présenté ces différentes technologies existantes en les décrivant comme des sous-branches de la notion de réalité virtuelle. Pour eux, lorsque les technologies de réalité augmentée ou de réalité mixte sont abordées, le terme de RV leur est souvent appliqué. Or ces technologies sont à distinguer de celle qu'est la RV. Milgram et Kishino en 1994³⁷ ont défini :

- la réalité augmentée comme « l'utilisation d'une technologie, d'un dispositif électronique qui augmente les informations visuelles dans un environnement réel par le moyen d'objets virtuels » ;
- la réalité mixte comme « l'ensemble des technologies sur le *continuum* entre la réalité et la réalité virtuelle ». La réalité mixte pour eux recouvre toutes les technologies qui mélangent notre réalité physique [*real environment*] et la réalité virtuelle [*virtual environment*]. Elle englobe donc la réalité augmentée [*cf.* Document 07].

Document 07. *Continuum de la réalité à la réalité virtuelle*



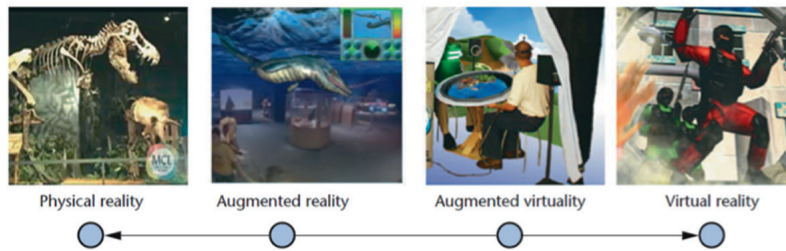
Source : Milgram & Kishino, 1994.

Hughes et ses collègues³⁸ ont abordé eux aussi le sujet de la réalité mixte en reprenant le *continuum* de Milgram et Kishino (1994) et en l'illustrant par des exemples concrets [*cf.* Document 08].

36. Khedri F. (2017), « La différence entre vidéo 360 et réalité virtuelle, expliquée par Philippe Fuchs », tribune. Repéré à <http://www.realite-virtuelle.com/video-360-vr-fuchs>.

37. Milgram P. & Kishino F. (1994), "A taxonomy of mixed reality visual displays, IEICE TRANSACTIONS", *Information and Systems*, 77(12), p. 1321-1329.

38. Charles E. Hughes, Christopher B. Stapleton, Darin E. Hughes et Eileen M. Smith, professeurs et chercheurs dans les domaines des sciences informatiques et des médias numériques. Hughes C. E., Stapleton C. B., Hughes, D. E. & Smith E. M. (2005), "Mixed reality in education, entertainment, and training", *IEEE computer graphics and applications*, 25(6), p. 24-30.



Source : Hughes C. E. *et al.*, 2005.

Nous pouvons ainsi conclure qu'il y a bien une distinction à opérer entre la RV, les autres réalités et les technologies de vidéo 360. En effet, un point essentiel distingue la RV de la réalité augmentée ou des autres réalités mixtes : sa capacité à couper totalement, ou presque, l'utilisateur du monde réel au profit d'un monde virtuel. Les réalités mixtes et augmentée n'atteignent pas le même niveau de séparation avec le monde réel puisque toutes deux fonctionnent en mettant plus ou moins l'utilisateur en interaction avec l'environnement physique, là où la RV le remplace avec un environnement totalement virtuel. Pour ce qui est de la distinction entre les technologies de RV et de vidéo 360, elle se fait par l'absence ou non de propriétés interactives pour l'utilisateur. La RV propose en effet à l'individu la possibilité d'interagir avec le contenu qu'il visualise, d'être acteur dans l'environnement virtuel, alors que la vidéo 360 ne permet que d'être spectateur.

IMMERSION DANS LA RÉALITÉ VIRTUELLE

Nous allons dans cette partie introduire une notion fortement présente dans les recherches en RV, l'immersion, en abordant les définitions de plusieurs chercheurs. Mais tout d'abord observons la définition étymologique du mot immersion. Selon les dictionnaires³⁹, dans la langue française, l'immersion renvoie à 4 faits : à l'action d'immerger, au fait d'être immergé dans un liquide, au passage d'une personne dans un environnement inconnu, sans contact direct avec son milieu d'origine, à la fascination d'un spectateur pour une œuvre telle qu'il se sent transporté, capturé par cette œuvre. On peut observer qu'il est question dans ces définitions d'une sensation d'être absorbé, transporté ailleurs, dans un milieu différent de celui où la personne se trouvait. Si ces définitions peuvent déjà orienter sur le rôle de l'immersion dans la RV, voyons ce qu'en disent plus précisément les recherches.

Witmer et Singer, deux chercheurs en sciences sociales et comportementales, ont mené une étude en 1998⁴⁰ sur la mesure du sentiment de présence en environnements virtuels. Ils ont défini les différents termes liés à la réalité virtuelle que sont l'immersion, la présence [cf. Présence dans la réalité virtuelle, p. 26] et aussi l'engagement. D'après Witmer et Singer, l'immersion est un état psychologique caractérisé par la perception de soi comme étant enveloppé par un environnement qui fournit un flux continu de stimuli et d'expériences, comme étant inclus dans et en interaction avec celui-ci.

39. Immersion [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/immersion/41699>.

Immersion [s. d.]. Dans le dictionnaire Linternaute. Repéré à <http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/immersion/>.

40. Witmer B. G. & Singer M. J. (1998), "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire", *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), p. 225-240.

Selon ces deux auteurs, l'immersion est notamment conditionnée par 4 facteurs : l'isolation de l'environnement physique, la perception de l'inclusion de soi dans l'environnement virtuel, des modes d'interactions et de contrôles naturels et la perception de son propre mouvement. Quand les utilisateurs interagissent naturellement avec un environnement virtuel, capables à la fois d'affecter et d'être affectés par les stimuli de celui-ci, ils deviennent plus immergés. Les auteurs expliquent ainsi que se percevoir soi-même en mouvement à l'intérieur d'un environnement simulé ou interagir directement avec d'autres entités de l'environnement augmenterait le sentiment d'immersion. Selon eux, les observateurs totalement immergés se sentent comme faisant partie intégrante de l'environnement virtuel avec lequel ils interagissent. Ces auteurs précisent que l'immersion est un état que l'utilisateur peut aussi retrouver dans les livres, les films ou les jeux vidéo. L'utilisateur s'identifie et se met à la place du personnage, vit, participe aux mêmes expériences que lui.

Witmer et Singer ont aussi défini la notion d'engagement (*involvement*) un sous-niveau d'immersion, plus facilement atteignable que l'immersion. L'engagement renvoie pour eux à un état psychologique expérimenté suite à la concentration placée dans une activité et à la capacité de l'individu à maintenir son attention sur les stimuli durant cette activité. Il va dépendre du niveau de signification et du sens qu'attache l'individu aux stimuli, à l'activité ou aux événements. Pour Witmer et Singer, l'engagement dans un environnement virtuel va être influencé par la diminution ou l'augmentation du sentiment d'être présent dans cet environnement.

Slater et ses collègues⁴¹ [1996]⁴² proposent une autre approche de l'immersion que celle de Witmer et Singer. Pour eux, l'immersion est une description quantifiable de la technologie, de ce que tout système doit fournir. D'après Slater *et al.*, il est nécessaire d'avoir une représentation de soi dans un EV, un corps virtuel, pour être immergé. Ce corps est le centre de la perception. L'utilisateur voit l'environnement virtuel de son point de vue, ce qu'ils qualifient de point de vue égocentrique. Ils précisent qu'il est nécessaire pour l'immersion que la perception du corps virtuel et les informations perceptibles de ce corps correspondent aux mouvements réels de l'utilisateur. Par exemple, si l'utilisateur fait bouger son bras droit, le corps virtuel devra bouger lui aussi le bras droit ou lorsque l'individu tourne la tête, ce mouvement doit se refléter à l'écran. De même, si l'individu entend un son provenant d'une direction dans l'environnement virtuel, ce signal sonore doit correspondre à la position de sa tête dans le monde physique. Ainsi, les auteurs expliquent la nécessité d'avoir une localisation précise du corps de l'utilisateur pour un rendu fidèle de la représentation de son corps dans l'espace virtuel.

Dans les études qu'ils ont menées, Slater et ses collègues ont analysé l'influence de l'immersion sur la performance de rappel avec un environnement virtuel immersif au moyen de tests-utilisateurs. Pour ce faire, ils ont séparé les participants en 2 groupes: un groupe dans la condition EV immersif avec une vue égocentrique, une vue à la première personne/subjective et un autre groupe dans la condition EV non-immersif avec une vue exocentrique, une vue à la troisième personne/objective. Une des questions de recherche était de mesurer l'influence du degré d'immersion sur l'apprentissage en environnement virtuel et sur le transfert des connaissances acquises dans le monde réel. Les participants avaient pour but de reproduire des mouvements d'échecs dans un jeu 3D. Leurs résultats montrent que les participants qui étaient dans la condition égocentrique, soit les participants les plus en immersion, avaient de meilleures performances dans la tâche. Slater et ses collègues concluent qu'augmenter l'immersion devrait améliorer la performance dans certains types de tâche (comme ici, de rappel) car les informations seraient plus accessibles et en plus grande quantité.

41. Mel Slater, Vasilis Linakis, Martin Usoh et Rob Kooper, chercheurs en informatique et en interaction Homme-machine.

42. Slater M., Linakis V., Usoh M., Kooper R. & Street G. [1996], "Immersion, presence, and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess", *ACM virtual reality software and technology [VRST]* [vol. 163], New York, NY: ACM Press, p. 72.

Slater [1999]⁴³ va répondre aux critiques de Witmer et Singer sur sa définition de l'immersion. Pour lui, tous les facteurs que ces deux auteurs ont présentés comme caractéristiques de la capacité du système à prodiguer de l'immersion (facteurs de contrôle, facteurs sensoriels, distraction, réalisme) sont des facteurs subjectifs, dépendant des caractéristiques des participants. Or pour Slater, ceci ne peut pas amener à une évaluation de l'immersion. Il donne pour exemple une situation d'expérimentation dans une salle d'EV de type CAVE [des salles permettant une immersion face à un grand écran [ou plusieurs]]. Dans cette salle, les participants seraient en immersion avec 6 murs interactifs et auraient pour tâche de frapper des balles de tennis virtuelles avec une raquette dans leur main qui serait en permanence détectée. Pour 2 participants, l'un reporterait un haut degré dans sa capacité à contrôler les événements et l'autre reporterait une faible capacité. Slater explique que dans ce contexte le système serait exactement le même pour les 2 participants, ils passeraient le test dans les mêmes conditions l'un l'autre. Pour lui, ce qui détermine alors la différence dans les réponses des participants n'a en rien à voir avec le système immersif, mais est dû aux différences des individus, à leur expérience, leurs traits psychologiques, leur dextérité, etc. D'après lui, c'est là que Witmer et Singer se trompent car eux décriraient ce retour des participants comme une différence dans l'immersion du système, alors que l'EV est le même. En somme, pour Slater, les capacités du système ne peuvent pas être mesurées par des retours des individus, comme le sentiment d'avoir été présent, puisque chaque individu aura une perception subjective, différente de l'expérience en EV. Ces propos de Slater soulignent la nécessité de mesurer les degrés d'immersion en ciblant plutôt les capacités du système que les ressentis subjectifs des individus.

D'autres auteurs ont rejoint cette approche de l'immersion comme une caractéristique du système, de la machine plutôt que du ressenti de l'utilisateur. On peut citer Burkhardt *et al.* [2003]⁴⁴ ainsi que Brown et Cairns [2004]⁴⁵ qui ont également défini la notion d'immersion dans leurs articles. Burkhardt et ses collègues⁴⁶ décrivent l'immersion comme « *l'exposition d'un utilisateur à un environnement virtuel à l'aide de dispositifs occultant en partie la perception de son environnement alentour, pour afficher en lieu et place une image du monde virtuel* ». L'immersion a donc un caractère de "superposition" du virtuel sur le réel. Ils décrivent également l'immersion comme « *le degré et la qualité avec lesquels l'interface du système contrôle les entrées sensorielles pour chaque modalité de perception et d'action* ». Cairns et Brown⁴⁷, quant à eux ont réalisé un travail de veille et d'analyse dans le domaine du jeu vidéo pour définir l'immersion en fonction des retours des joueurs. Pour eux, l'immersion est principalement utilisée pour les logiciels, lorsqu'on parle de réalité virtuelle et des jeux [vidéo]. Pour eux, l'immersion dépend des caractéristiques du jeu, soit du système. Ils expliquent qu'elle est souvent associée au réalisme du monde du jeu ou à l'atmosphère sonore et qu'elle représente un facteur crucial du plaisir de jeu.

Nous allons maintenant aborder deux notions faisant partie de l'immersion, à savoir l'engagement et le *flow*, qui décrivent chacune différents niveaux d'immersion pour les individus.

43. Slater M. [1999], "Measuring presence: A response to the Witmer and Singer presence questionnaire", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(5), p. 560-565.

44. Burkhardt J. M., Bardy B. & Lourdeaux D. [2003], Immersion, Réalisme et Présence dans la conception et l'évaluation des environnements virtuels, *Psychologie française*, 48(2), p. 35-42.

45. Brown E. & Cairns P. [2004], "A grounded investigation of game immersion", *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*, p. 1297-1300.

46. Jean-Marie Burkhardt, chercheur en psychologie appliquée, en science cognitive et en psychologie expérimentale, Benoît Bardy, ingénieur navale et nucléaire, et Domitille Lourdeaux, professeur en sciences cognitives et comportementales.

47. Paul Cairns, professeur en informatique, chercheur spécialisé dans l'expérience de jeu en jeux vidéo et dans la modélisation des interactions de l'utilisateur, et Emily Brown, une de ses étudiantes en recherche à l'époque de l'article.

Brown et Cairns (2004) se sont interrogés sur la capacité des jeux vidéo à immerger leurs utilisateurs en se posant la question suivante : est-ce que les joueurs peuvent avoir un sentiment de présence alors qu'ils ne sont pas physiquement entourés par les stimuli (comme avec des systèmes plus immersifs tels que les CAVE) ? Pour répondre à cette question, ils ont demandé à des joueurs d'évaluer la qualité de leur immersion après une session de 30 minutes sur leur jeu préféré. Pour Brown et Cairns, l'immersion renvoie au degré d'implication dans le jeu qui évolue en fonction du temps passé à jouer, des barrières limitant l'immersion et des caractéristiques de l'utilisateur (comme la concentration) et du système (comme la façon dont le jeu a été construit). Ils identifient 3 niveaux d'implication qui vont se révéler de façon croissante au cours de la session de jeu : l'engagement, la concentration (*engrossment*) et enfin l'immersion totale. Pour passer chacun de ces niveaux et arriver au plus haut niveau d'immersion (immersion totale), des barrières vont être à passer successivement. La première va limiter l'entrée de l'individu dans le stade de l'engagement. Cette barrière va nécessiter que le jeu soit accessible au joueur, c'est-à-dire qu'il corresponde aux styles de jeux appréciés par le joueur pour que ce dernier ait envie de s'y engager et que les contrôles du jeu ainsi que leurs *feedbacks* correspondent aux attentes du joueur qui va ainsi pouvoir apprendre les commandes du jeu. Dans l'engagement, le joueur va seulement s'intéresser au jeu et vouloir continuer à jouer. Une seconde barrière va limiter le niveau d'engagement et va dépendre du temps qu'investira le joueur dans le jeu et de l'attention qu'il va mettre pour apprendre à y jouer. Ses efforts vont devoir être récompensés dans le jeu sur une valeur égale à l'investissement que le joueur aura accordé. Ces 4 conditions réunies vont permettre d'abaisser les barrières de l'engagement et accroître le niveau d'immersion jusqu'au stade supérieur, la concentration (*engrossment*). Ici, le joueur va être émotionnellement impliqué dans le jeu. Par exemple, il ressentira de la tristesse à la mort d'un personnage de l'intrigue qu'il appréciait, il compatira avec les autres personnages, etc. À ce stade, la construction du jeu est le paramètre pouvant encourager ou freiner l'accès du joueur à l'immersion. La construction du jeu est basée sur son visuel, son intrigue, et l'intérêt des tâches à réaliser. Si le jeu remplit les attentes du joueur, celui-ci va accepter le jeu, va respecter sa qualité et par conséquent, sera absorbé émotionnellement. À ce niveau, la majeure partie de l'attention du joueur va être prise par le jeu, il va devenir moins conscient de ce qui l'entoure réellement et de lui-même. Les participants à l'étude décrivent le niveau d'immersion totale comme un détachement, une coupure du monde réel, au profit du virtuel. Pour les auteurs, les joueurs vont suspendre leur croyance d'être dans un monde virtuel et l'accepter comme un environnement réel.

Cairns et Brown décrivent que les barrières limitant l'entrée dans un état d'immersion totale, sont l'empathie (l'attachement à un ou plusieurs personnages mais pas spécialement à leur situation) et l'atmosphère (pertinence des éléments de construction du jeu avec l'action et l'emplacement du joueur). Les auteurs concluent qu'il faut une invisibilité des moyens de contrôle pour créer une immersion totale, et que les joueurs présentent plus de motivation à s'engager et à fournir plus d'efforts dans un jeu quand ils ont payé pour y jouer. Il y aurait ainsi 8 éléments, facteurs jouant sur les niveaux d'immersion selon ces auteurs : l'accessibilité du jeu, ses contrôles, le temps passé à jouer, la récompense des efforts employés, la façon dont est construit le jeu, l'empathie dans le jeu, l'atmosphère du jeu, la transparence des moyens de contrôle, du système. Enfin, Cairns et Brown font le lien entre leur définition du concept d'immersion et celle du *flow*⁴⁸ (une expérience optimale et d'absorption totale de l'individu dans une activité) de Csíkszentmihályi, chacune impliquant le besoin d'attention, la dilatation du temps et la perte du sentiment de soi, l'utilisation des mêmes compétences et connaissances pour atteindre le plus haut niveau d'immersion.

48. Csíkszentmihályi M. (1990), *Flow: The psychology of optimal performance*.

Le *flow*, comme la notion d'engagement, est rattaché à la notion d'immersion [Csíkszentmihályi, 1997 ; Brown, Cairns, 2004 ; Chen, 2007]. Csíkszentmihályi⁴⁹ a donc théorisé le principe du *flow* [1997]⁵⁰. Il a défini le *flow* comme un état de plaisir, de jouissance et de concentration sans aucun effort, le ressenti d'une action sans difficulté. D'après Csíkszentmihályi, pour les athlètes, le *flow* correspond au sentiment d'être dans "la zone", les personnes pratiquant la religion et le mysticisme le voient comme "l'extase" et les artistes, musiciens par exemple, comme un moment de ravissement esthétique. Pour Csíkszentmihályi, le *flow* survient lors d'une activité si les buts et les réponses nécessaires pour l'activité sont clairement déterminés, si la personne peut agir dans cette activité sans se poser de question ni sur ce qui doit être fait ni sur la manière de le faire, si les buts prodiguent des *feedbacks* immédiats, et si les compétences de la personne sont totalement impliquées dans la réalisation de l'activité. Il décrit que cette implication des compétences nécessite que l'activité mette au défi l'individu, qu'elle représente un challenge qui motive l'intérêt de la personne et exploite ses compétences au maximum, tout en restant surmontable. D'après ses travaux, Csíkszentmihályi explique que le *flow* se produit la plupart du temps lors d'une activité favorite, mais également dans des activités telles qu'au travail [qui tend à encourager à la concentration, éviter les distractions, et où les difficultés peuvent être comblées par les compétences de la personne]. Csíkszentmihályi fait aussi le constat qu'il est très rare que les personnes l'expérimentent lors d'une activité passive [exemple : regarder la télévision, de la relaxation]. Pour lui, il est également possible de ressentir le *flow* lors d'une interaction sociale avec une autre personne. En effet, l'interaction avec autrui va demander un niveau d'attention soutenu pour répondre aux demandes extérieures [celles de l'autre personne] et nécessite pour qu'elle soit réussie de trouver une compatibilité entre ses propres buts et ceux de l'autre personne. Il conclut que le *flow* est une énergie mentale qui est tournée vers notre attention et nos motivations.

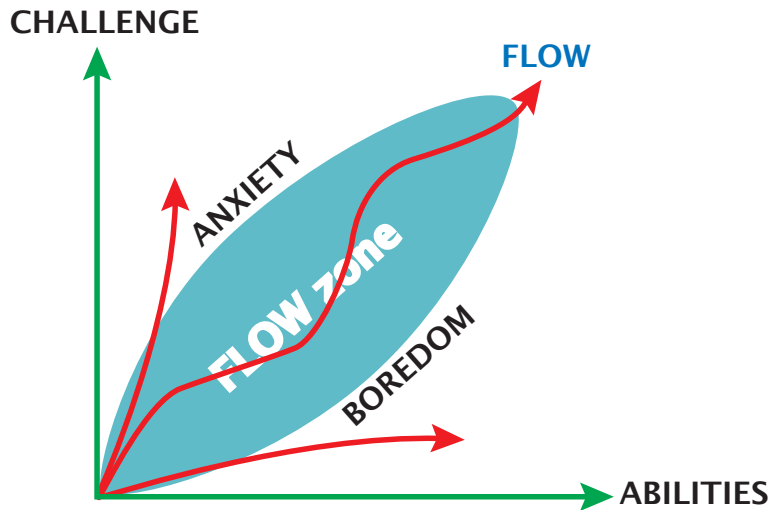
En 2007⁵¹, Jenova Chen⁵² s'est inspiré des travaux de Csíkszentmihályi sur le *flow*. Son intérêt de recherche était de proposer, en associant l'idée du *flow*, un moyen d'augmenter l'expérience interactive de toute technologie pour le plus grand nombre d'utilisateurs. Pour lui, le *flow* permet d'oublier la notion du temps et les soucis, ainsi que de maximiser les performances et le plaisir dans une activité. Ses propos rejoignent ceux de Brown et Cairns [2004] sur le parallèle entre les descriptions d'expériences des joueurs sur l'immersion et sur le *flow* dans les jeux vidéo [perte de la notion du temps, des pressions extérieures, etc.]. Il souligne que pour maintenir le *flow*, l'activité doit mettre en équilibre la difficulté des tâches à accomplir, leur challenge, avec les compétences qui vont être nécessaires à l'utilisateur pour les dépasser. Chen réutilise le terme de "zone de *flow*" [cf. Document 09 à gauche] et y incorpore sa vision pour les joueurs novices comme pour les joueurs dits *hardcore gamers*, des joueurs experts à la recherche de challenge [cf. Document 09 à droite].

49. Professeur de psychologie, connu pour son expertise dans la psychologie positive et sa théorie du *flow*.

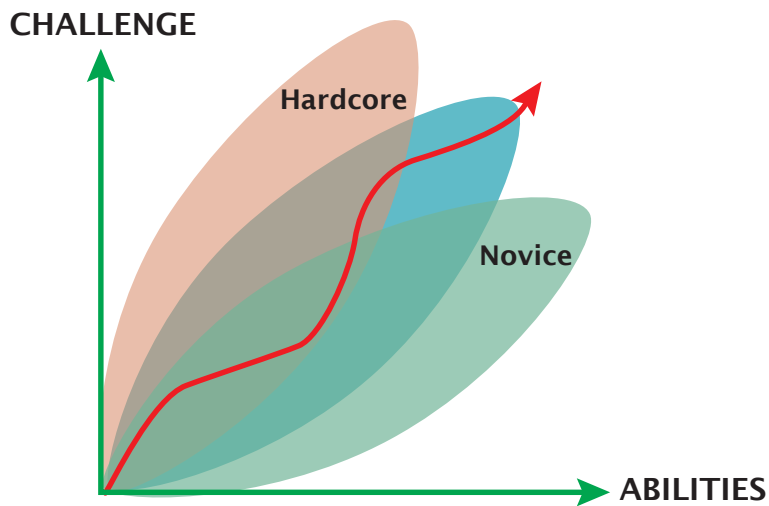
50. Csíkszentmihályi M. [1997], *Finding flow*.

51. Chen J. [2007], "Flow in games (and everything else)", *Communications of the ACM*, 50(4), p. 31-34.

52. Directeur-créatif et co-fondateur de *thatgamecompany*.

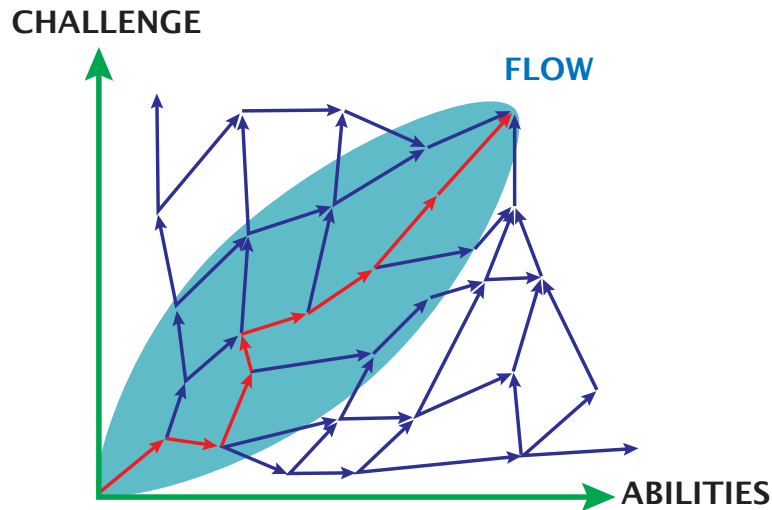


L'illustration classique du *flow* de Csikszentmihályi. La zone de *flow* renvoie à un espace optimal dans l'expérience entre la difficulté (*challenge*) et les compétences des utilisateurs (*abilities*). Si l'action à réaliser dans l'expérience est trop difficile par rapport aux compétences, l'utilisateur risque de sortir de la zone de *flow* et ressentir de l'anxiété, de la frustration. À l'inverse, si l'activité est trop facile et ne sollicite pas les compétences, l'utilisateur va perdre son intérêt et sortir de la zone de *flow* pour tomber dans l'ennui.



La représentation des attentes des joueurs que propose Chen, par rapport à la théorie du *flow* et la zone de *flow* de Csikszentmihályi. Pour lui, les joueurs *hardcore* sont dans l'attente d'un plus haut niveau de difficulté par rapport à la zone de *flow* classique afin de mettre au défi leurs compétences. À l'inverse, les joueurs novices sont peu enclins à être mis face à la difficulté. Étant donné qu'ils commencent juste, ils ont besoin de temps pour acquérir les compétences de jeu et tendre petit à petit à plus de challenge dans le jeu.

Si le challenge de la tâche est trop dur à réaliser pour l'utilisateur, celui-ci va ressentir de la frustration, de l'anxiété. À l'inverse, si la tâche est trop facile par rapport aux compétences de la personne, celle-ci va s'ennuyer et se désintéresser du jeu. Chen explique que les joueurs ont des compétences et des attentes de défi différentes. Il faut ainsi pour lui aller plus loin qu'une simple adaptation pour des novices et des joueurs *hardcore* afin de permettre à la majorité du public visé d'atteindre un sentiment de *flow*. Pour lui, l'exemple à prendre est celui des jeux à choix multiples qui permettent aux joueurs d'aborder les défis de différentes façons (cf. Document 10).



Chaque embranchement renvoie à un choix possible dans le scénario ou dans l'action et ces choix vont permettre soit d'arriver à la même fin mais en ayant parcouru des chemins différents, soit à une fin différente en fonction du chemin.

Chen précise toutefois qu'il est nécessaire d'être vigilant et de ne pas submerger le joueur de choix car il pourrait soit ne plus savoir pour lequel opter soit finir par trouver l'abondance de choix ennuyeuse, voire intrusive pour l'expérience de jeu. Enfin, pour Chen, le processus de création d'une expérience interactive plaisante pour le plus grand nombre d'utilisateur va nécessiter de suivre 4 points : intégrer les composants nécessaires au sentiment de *flow*, garder l'utilisateur dans la zone de *flow*, offrir des choix pour permettre une expérience adaptée aux attentes des utilisateurs, intégrer ces choix à la base du processus de création de l'expérience interactive.

En résumé, nous pouvons conclure sur la notion d'immersion que si certains auteurs la désignent comme un sentiment de perception de soi dans un EV, un ressenti expérimenté par un individu (Witmer & Singer, 1998), elle se réfère plutôt à la technologie employée pour la génération de l'environnement virtuel dans lequel les individus vont être plongés (Staler *et al.*, 1996 ; Burkhardt *et al.*, 2003 ; Brown & Cairns, 2004). Elle est de fait mesurable par des caractéristiques objectives sur son matériel et ne considère pas le ressenti subjectif des utilisateurs. L'immersion est également composée de plusieurs niveaux accessibles (Brown & Cairns, 2004) que sont l'engagement, la concentration et l'immersion totale, qui fait écho à l'expérience optimale de *flow* et le maintien de l'individu dans la zone de *flow* (Csikszentmihályi, 1997 ; Chen, 2007).

PRÉSENCE DANS LA RÉALITÉ VIRTUELLE

PRÉSENCE ET TÉLÉPRÉSENCE

Étymologiquement, le mot présence renvoie au fait pour quelqu'un ou quelque chose de se trouver physiquement dans un lieu déterminé, ou à proximité d'une personne⁵³. La présence peut se traduire comme le fait d'exister mais aussi comme une impression donnée d'être. Par exemple, en situation de deuil, des souvenirs ou des photos font ressentir la présence d'une personne alors qu'elle a disparu. La présence renvoie également au fait d'être disponible, mentalement, à des sollicitations extérieures.

Du point de vue scientifique, la présence a d'abord largement été employée dans la recherche avec le domaine de la télérobotique [Minsky, 1980 ; Sheridan, 1992 ; Steuer, 1992 ; Nowak & Biocca, 2003]. La recherche scientifique a par la suite distingué la téléprésence et la présence pour décrire la RV [Slater, Linakis, Usoh & Kooper, 1996 ; Witmer & Singer, 1998 ; Patrick, Cosgrove, Slavkovic, Rode, Verratti, Chiselko, 2000 ; Biocca, 2003 ; Giraldi, Silva & Oliveira, 2003]. Nous allons procéder dans l'ordre chronologique de l'emploi du terme "présence", en commençant par les auteurs l'ayant utilisé pour la télérobotique, sous son nom de "téléprésence", puis nous aborderons la distinction entre la téléprésence et la présence avec les définitions d'auteurs en dehors du champ de recherche de la télérobotique. Enfin, nous nous intéresserons aux sous-types de présence [présence personnelle, environnemen-tale, sociale, physique, de soi, d'action, et co-présence] que la notion "mère" de présence englobe.

La notion de présence est d'abord apparue avec les travaux sur les simulateurs en robotique. Marvin Minsky⁵⁴ est l'un des premiers chercheurs à employer le terme de téléprésence en 1980⁵⁵. Il décrit dans son article *Telepresence* que le plus gros challenge dans ce domaine est d'arriver au sentiment d'être présent. D'après sa description, la téléprésence est le fait de faire opérer à une machine des actions commandées par le mouvement d'un corps humain ou d'une partie de corps humain [exemple : avec un bras] et ce, de la façon la plus fidèle. En 1980, la téléprésence était, pour Minsky, principalement associée au pilotage à distance d'un robot. Le but de ce procédé était de faire éviter à un humain de prendre des risques pour une situation particulière représentant des dangers potentiels, et de contrôler une machine pour remplacer l'individu, qui devenait l'opérateur de cette machine. Dans son article, Minsky souligne l'importance de l'imitation, de la retranscription des mouvements naturels du corps humain par la machine ainsi que celle des *feedbacks* sensoriels pour y parvenir. Ces *feedbacks* sont cruciaux pour l'opérateur afin qu'il ait un retour direct de son action alors que la machine la réalise dans l'environnement où elle se trouve, ailleurs que l'emplacement physique de l'opérateur. Pour lui, les instruments doivent permettre de ressentir et de travailler comme avec ses propres mains au point que l'on n'y trouverait aucune différence. Minsky explique que pour faire de la vraie téléprésence, il faut développer davantage les retours d'informations [les *feedbacks*] par des canaux sensoriels et déterminer ceux pour qui des défauts sont tolérables et, par extension, ceux pour qui ils ne le sont pas.

53. Présence [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pr%C3%A9sence/63686>.

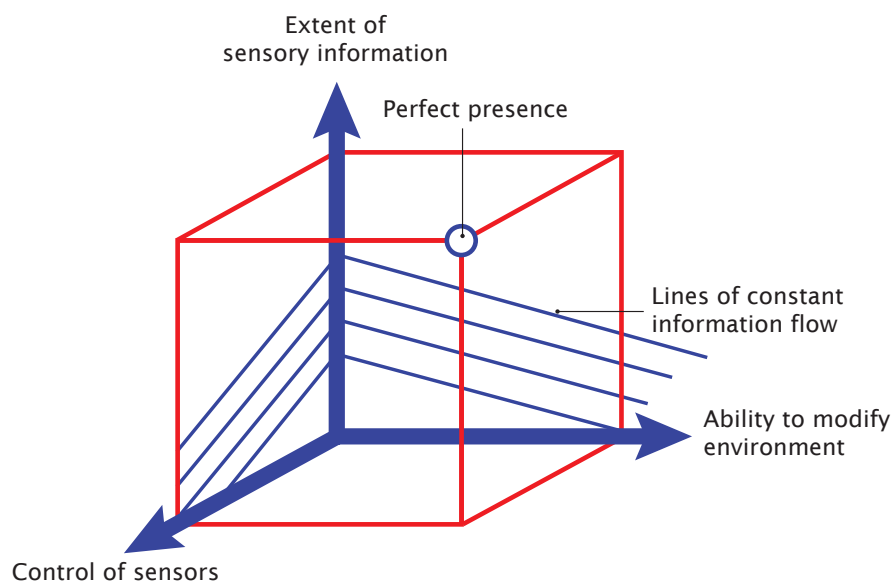
54. Marvin Minsky était le fondateur du laboratoire du MIT sur la recherche en intelligence artificielle et a dirigé des recherches dans le domaine des ordinateurs et de la robotique, ce qui lui a valu d'être qualifié de « cyberscientifique ».

55. Minsky M. (1980), *Telepresence*.

En 1992⁵⁶, Sheridan⁵⁷ s'est intéressé à la présence dans les environnements virtuels et a apporté 2 définitions. Il décrit la téléprésence comme le sentiment d'être physiquement présent avec un objet virtuel sur un site distant de téléopération (là où se trouve la machine que l'utilisateur commande). Il la distingue de la présence virtuelle qui est pour lui le sentiment d'être physiquement présent dans un environnement généré par ordinateur, ceci à l'aide de dispositif visuel, auditif ou de force. Pour Sheridan, la présence est également une sensation subjective, à la façon d'un processus mental, qui ne se prête donc pas à des mesures physiquement quantifiables. La mesure de la présence serait donc en opposition avec celle de l'immersion qui se fait sur les capacités du matériel (Slater *et al.*, 1996).

Sheridan décrit aussi ce qui pour lui forme les 3 principales caractéristiques jouant sur le sentiment de présence. La première est *l'étendue de l'information sensorielle*: lorsqu'une modification est effectuée, qu'un élément important est changé dans l'environnement virtuel, des informations concernant ces modifications sont envoyées aux sens appropriés de l'utilisateur. La deuxième caractéristique induisant un sentiment de présence est le *contrôle des capteurs de l'environnement*: ce critère correspond à la capacité qu'a l'individu de modifier certains paramètres, comme l'orientation de son champ de vision ou le fait de pouvoir ajuster les appareils (exemple: un casque-audio). Enfin, le dernier critère qu'il définit est la *capacité à modifier l'environnement physique*: le fait de réaliser une action motrice a pour effet de changer les objets dans l'environnement ou leur relation dans un autre (virtuel). Il explique également en créant un plan où se trouverait le sentiment de présence parfait par rapport à ces 3 axes (cf. Document 11).

Document 11. Illustration des 3 axes influençant la présence



Source : Sheridan, 1992.

Sheridan écrit également l'existence dans la téléprésence d'une relation d'échange de l'information qui se fait par deux filtres : un filtre afférent où le système envoie des informations à l'utilisateur, et un filtre efférent qui voit la réponse de l'utilisateur dans l'environnement actuel ou virtuel. Nous verrons un peu plus dans le détail ce point avec un autre auteur qui en parle sous les termes de *boucle de perception décision-action* (Fuchs P., 2006).

En 1992, Steuer (cf. Définitions des chercheurs, p. 14) définissait également le concept de présence. Pour lui, la présence se définit comme la sensation d'être dans un environnement. Il y a présence quand la perception de l'environnement par les organes sensoriels se fait sans média. Il fait la distinction ensuite entre la présence et la téléprésence. Selon lui, la présence

56. Sheridan T. B. (1992), "Musings on telepresence and virtual presence", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(1), p. 120-126.

57. Thomas B. Sheridan, professeur d'ingénierie mécanique et de psychologie appliquée, considéré comme l'un des pionniers dans la robotique et la technologie des systèmes de contrôle à distance.

renvoie à la perception naturelle d'un environnement tandis que la téléprésence à celle d'un environnement médiatisé. Continuant son propos, il explique que, traditionnellement, le média est perçu en communication comme un outil qui ne sert qu'à transmettre les informations d'un émetteur vers un récepteur. À l'inverse, la téléprésence souligne le lien entre l'individu qui est à la fois un envoyeur et un receveur avec l'environnement médiatisé avec lequel il interagit. Steuer donne un exemple de communication téléphonique pour expliquer ce point. Il pose la question « *Où se passe cette conversation ?* » et y répond en expliquant que les 2 parties de cette conversation, les 2 personnes sont "électroniquement" présentes dans un même espace virtuel créé par le téléphone. Il donne d'autres exemples où l'expérience de la présence peut se faire par exemple avec la lettre, où le lecteur peut se sentir présent dans l'environnement où a été écrite la lettre ou même sentir la personne qui lui a écrit comme présente à ses côtés, ou encore avec l'écoute de musiques enregistrées en *live*, pendant le concert d'un artiste, qui permet à la personne qui l'écoute de se sentir comme présente dans la salle pendant le concert. Il rajoute en plus de ses exemples la description d'autres espaces en fonction des médias. Pour ceux qui ont trait à de l'écrit (journaux, lettres, magazines, etc.), le lecteur est placé dans un espace où l'écrivain raconte une histoire. Pour la télévision, le spectateur se retrouve dans un espace où il se sent présent avec les objets à l'écran. Pour les jeux vidéo enfin, il décrit un espace virtuel où le joueur devient un acteur. Pour Steuer, la présence est le concept qui permet de décrire l'expérience vécue par un individu avec de la RV.

D'autres auteurs ont abordé la téléprésence et la présence comme Biocca et Nowak [Biocca, 2003 ; Nowak, Biocca, 2003], Giraldi *et al.* [2003]. Biocca et Nowak [2003] ont défini la téléprésence comme la mesure du sentiment qu'une personne a d'être à l'intérieur d'un environnement virtuel, un sentiment « *d'être là* ». Dans son article *Can we resolve the book, the physical reality, and the dream state problem*, Biocca explique que pour lui, la téléprésence implique principalement une oscillation de la présence, qu'il dit présence spatiale, d'un environnement physique [local] à un environnement virtuel [à distance]. Il fait également le constat que, dans l'ingénierie de la téléprésence et de la télérobotique, il est considéré comme acquis qu'accroître le niveau d'immersion sensorielle et motrice d'un utilisateur et le placement, la cartographie naturelle de l'environnement pour l'action, devrait amener le téléopérateur à être plus présent dans l'environnement à distance et devrait accroître la performance dans cet environnement comme si l'opérateur s'y trouvait. Pour Biocca, les principales causes de la présence psychologique sont les propriétés immersives de la technologie. Autrement dit, le niveau d'immersion, c'est-à-dire les capacités de la machine à immerger l'utilisateur dans un environnement virtuel, influencerait le niveau de ressenti de présence qu'a un individu dans un système immersif. Cette conclusion de Biocca rejoint la distinction entre la présence [comme mesurable par l'individu] et l'immersion [comme la mesure des capacités du système].

Giraldi et ses collègues distinguent la présence en RV et la téléprésence. D'une part, la présence en RV fait référence à l'illusion que peut avoir l'utilisateur d'être dans une simulation informatique. D'autre part, la téléprésence renvoie à l'illusion d'être présent à l'endroit à distance où se situe l'objet commandé. S'inspirant des travaux de Sheridan [1992], ils décrivent le but de la téléprésence comme l'étendue de la maniabilité et des capacités de résolution de problèmes qu'un opérateur va avoir à disposition pour un environnement à distance qu'il va commander. Ils définissent la téléprésence comme « *un système Homme-machine dans lequel l'opérateur humain reçoit suffisamment d'informations à propos du dispositif qu'il commande et de la tâche dans l'environnement de celui-ci, ceci d'une façon naturelle au point que l'opérateur va se sentir présent sur le site commandé* » [Giraldi *et al.*, 2003]. Pour eux, un environnement de RV est totalement synthétique, à l'inverse d'un environnement de téléopération qui est complètement réel.

La notion de présence s'est répandue également en dehors des domaines de la télérobotique. Slater *et al.* (1996), dans l'article que nous avons abordé pour l'immersion, décrivaient aussi leur définition de la présence. Pour lui et ses collègues, la présence est un état psychologique conscient du ressenti d'être dans un environnement virtuel et renvoie à des modes de comportements associés (à l'inverse de l'immersion qui, pour eux, est la mesure de la capacité du matériel). Un individu hautement présent devrait expérimenter l'EV sur le même niveau d'engagement qu'il le ferait avec le monde environnant, physique et considérer cet environnement comme un lieu visité plus qu'une simple perception d'images générée par ordinateur. Dans un état de présence, les comportements dans l'environnement virtuel devraient pour eux être consistants avec les comportements qui se produiraient dans le réel dans les mêmes circonstances. Pour ces chercheurs, plus l'individu ressent un degré important de présence, plus il y a de chance qu'il agisse dans l'environnement virtuel de la même manière qu'il agirait dans des circonstances similaires de la vie de tous les jours. Ils expliquent que l'environnement virtuel devient l'environnement dominant dans la perception et les utilisateurs vont tendre à répondre aux événements de l'environnement virtuel plutôt qu'à ceux du monde réel. Pour eux, la présence ne renvoie qu'à la correspondance des comportements dans l'EV et ceux du réel et ne concerne pas la performance dans la réalisation de ces comportements. Ils ne trouvent pas de lien dans leur étude avec le niveau de présence et la performance à une tâche malgré le fait qu'il y avait bien des différences dans le ressenti de présence entre les conditions vues dans l'environnement virtuel égocentrique et exocentrique.

Witmer et Singer (1998) qui avaient critiqué la définition de Slater *et al.* (1996) sur l'immersion, ne l'ont pas fait cependant pour celle de la présence. Les deux auteurs ont défini la présence comme l'expérimentation subjective d'être à un endroit ou un environnement, alors même qu'on se trouve physiquement dans un autre. Elle est aussi, pour eux, un phénomène conscient qui requiert une attention dirigée et se base au centre de l'interaction entre les stimulations sensorielles, les facteurs environnementaux qui encouragent l'engagement et permettent l'immersion, et les tendances internes à la personne à devenir impliquée. L'individu est au cœur de la notion de présence pour Witmer et Singer. Ils précisent également qu'appliquée à des environnements virtuels, la présence se définit comme l'expérimentation d'un environnement généré par ordinateur plutôt que de celui du monde physique. De plus, pour eux la présence dans un EV peut varier en fonction du transfert de l'attention d'une personne de l'environnement physique à celui de l'EV, mais ne requiert pas le déplacement total de l'attention. Il y aurait un seuil et l'augmentation des ressources attentionnelles allouées au-delà de ce seuil renforcerait la sensation de présence. Pour eux, la présence dans les EV pourrait avoir des aspects similaires au concept d'attention sélective (la tendance à se focaliser sur une information particulière qui est significative et qui revêt un intérêt particulier pour l'individu). Cette relation qu'ils proposent leur vient notamment de la considération qu'expérimenter la présence dans une tâche de commande à distance (la téléopération) ou dans un EV requiert la capacité de se focaliser sur un seul ensemble d'informations, de stimuli importants (ceux dans l'environnement virtuel) et d'exclure tous les autres (ceux de l'environnement physique). Enfin, ils ont ajouté que l'engagement et l'immersion sont 2 facteurs nécessaires à l'expérience de la présence, et meilleure sera la sensation d'immersion produite par l'EV, ou le niveau d'immersion du système (si l'on se place du point de vue des chercheurs adoptant l'immersion comme la mesure du physique), plus haut sera le niveau de présence.

La présence bien que similaire à la notion d'immersion, est le terme qu'emploient le plus souvent les chercheurs pour décrire l'état psychologique de se sentir à l'intérieur d'un environnement virtuel/synthétique, dans lequel l'individu est immergée. Pour Patrick *et al* (2000)⁵⁸, chercheurs à l'institut des interactions homme-ordinateur de Pittsburgh,

58. Patrick E., Cosgrove D., Slavkovic A., Rode J. A., Verratti T. & Chiselko G. (2000, April), "Using a large projection screen as an alternative to

il y a également une notion de « tromperie » dans la perception qu'a l'esprit humain du sentiment de présence : « *La présence est l'étendue pour laquelle les systèmes perceptifs et cognitifs d'une personne sont trompés dans la croyance d'être quelque part ailleurs que leur emplacement physique.* » Ces propos rejoignent ceux de Lombard et Ditton [1997]⁵⁹, que nous aborderons dans la partie Facteurs et effets de la présence, p. 37, qui parlent pour désigner la présence « *d'illusion perceptuelle de non-médiation* », où :

- le terme perceptuel indique que ce phénomène implique des réponses en continu, en temps réel du système sensoriel humain, de sa cognition et de ses processus affectifs avec les objets et les entités de l'environnement ;
- l'illusion de la non-médiation se produit quand l'individu échoue à percevoir ou à reconnaître l'existence du média [du système, de l'ordinateur] dans sa communication avec l'environnement généré et répond à cet environnement comme s'il était naturel.

En résumé, nous pouvons déduire de ces définitions que la présence découle de l'effet d'immersion. Alors que l'immersion concerne la capacité d'un objet à immerger une personne dans un autre environnement, la présence désigne son ressenti à cette immersion. La présence dans la RV est un ressenti subjectif d'un individu immergé dans un environnement virtuel, nécessite son attention, utilise ses sens et lui fait percevoir son environnement [virtuel] comme réel, notamment par des processus d'interactions entre lui et le système, la technologie immersive.

DIFFÉRENTS TYPES DE PRÉSENCE

Comme nous l'avons vu, la présence a évolué depuis son apparition sous la notion de téléprésence pour couvrir un champ de recherche plus large que celui des téléopérations. Mais l'évolution de la notion de présence ne s'est pas arrêtée là. En effet, nous pouvons citer Heeter [1992]⁶⁰ qui a distingué 3 types de présence différentes, Nowak et Biocca [2003] qui ont abordé le concept de co-présence et Biocca [2003] qui s'est intéressé à caractériser différents ressentis de présence en fonction de leur contexte, comme la lecture ou les rêves.

Heeter en 1992 a proposé 3 distinctions dans la notion de présence : la présence personnelle, la présence sociale et la présence environnementale. Pour elle, il y aurait une présence personnelle qui renverrait au ressenti d'un individu d'être dans un environnement virtuel mais aussi aux raisons de cette sensation qu'éprouve l'individu. Si cette présence personnelle fait très fortement écho à la notion même de la présence, elle lui donne une autre appellation qui lui sert pour amener la distinction avec les 2 autres présences qu'elle décompose de la notion « mère » de présence. Elle propose ainsi de distinguer la présence sociale de celle environnementale. La présence sociale peut être ressentie avec d'autres entités [vivante ou synthétiques] existant dans le monde virtuel, et survient si ces entités semblent réagir à la présence de l'individu. Cette présence dérive des conversations que nous réalisons avec d'autres êtres humains, ou de nos interactions avec des personnages animés. Pour elle, un individu se sentira plus présent s'il peut aussi ressentir de la présence sociale car ces conversations ou interactions jouent sur notre croyance d'être présents dans cet échange [et par extension, si nous nous sentons présents dans un échange virtuel, nous nous sentons également plus présent dans l'environnement virtuel lui-même]. Elle précise que si quelqu'un ou quelque chose dans l'EV vous fait croire que vous êtes là, cela favorisera la croyance de l'individu d'être présent avec ces entités, et donc le sentiment d'être présent dans le même monde. On peut dire en un sens que la présence sociale participe à légitimer l'environnement virtuel dans sa véracité, dans la perception qu'il donne d'être existant. En contrepartie, la

head-mounted displays for virtual environments", *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 478-485.
59. Lombard M. & Ditton T. (1997), "At the heart of it all: The concept of presence", *Journal of Computer Mediated Communication*, 3(2).
60. Heeter C. (1992), "Being there: The subjective experience of presence", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(2), p. 262-271.

présence environnementale renvoie à la capacité de l'environnement lui-même à donner l'impression de savoir que l'utilisateur est là et à lui réagir. Cette présence environnementale peut, par exemple, se retranscrire avec des événements "scriptés" (qui sont programmés à l'avance pour se déclencher sous certaines conditions) comme une ambiance sonore qui change pour faire peur dans les jeux ou les films d'horreur à l'entrée du personnage dans une pièce sombre, la porte qui grince lorsqu'on l'ouvre, etc.

Biocca et Nowak⁶¹ ont mené une expérimentation [2003]⁶² portant sur l'utilisation de représentations d'êtres humains dans des espaces virtuels. Se servant de la notion d'agentivité (néologisme utilisé pour traduire le terme anglais *agency*), ils distinguaient dans leur étude deux types de représentations. Celles-ci étaient soit de l'ordre d'entité purement virtuelle dont les actions étaient contrôlées par l'ordinateur, les "agents", soit d'ordre d'entité virtuelle mais dont les actions sont contrôlées par une personne dans le système en temps réel, les "avatars". Ils se sont posés plusieurs questions sur l'influence de ces différentes représentations et leurs effets sur la co-présence et la présence sociale ainsi que la téléprésence ressenties par les participants de leur recherche. Pour eux, la présence sociale se définit comme la capacité perçue du système à connecter plusieurs personnes et la définition de la co-présence comme la connexion psychologique vers et avec une autre personne. Ils expliquent que les différentes évolutions en termes de technologies et d'animations augmentent la difficulté à distinguer l'être humain de celui qui ne l'est pas dans un environnement virtuel. Pour eux, les agents dans les environnements virtuels peuvent se comporter ou apparaître de façon similaire à une vraie personne, ce qui peut conduire l'être humain à avoir la perception d'une entité vivante à l'intérieur de l'environnement virtuel et lui générer mentalement des tendances de réponses sociales envers cette entité. Cependant, ils soumettent l'idée que si les utilisateurs font attention au caractère "insensible" des agents, ils pourront lui répondre de façon sociale mais ressentir moins de co-présence avec cette entité qui leur apparaîtrait vide, non humaine, qu'avec une vraie personne en interaction avec eux. Ils rajoutent qu'aujourd'hui nous sommes habitués à interagir avec des personnes de façon médiatisées comme avec le téléphone ou la télévision, mais que nous possédons moins d'expérience pour ce qui est d'interagir avec des intelligences artificielles dans le même espace physique. Ce manque d'habitude réduirait d'après eux le niveau ressenti de téléprésence [qu'ils ne distinguent pas et définissent comme la présence, « le sentiment d'être dans un environnement virtuel »] lorsque l'être humain sait que son interacteur est un agent et non un avatar.

Pour répondre à leurs questions, ils ont manipulé la connaissance des participants du statut de leur interlocuteur, agent ou avatar, ainsi que le degré d'anthropomorphisme (représenter, attribuer à quelqu'un quelque chose des traits humains alors qu'il ne l'est pas) des images virtuelles, hautement anthropomorphique, faiblement anthropomorphique et aucune image pour représenter l'interlocuteur. D'après leurs résultats, il n'y avait pas de différence dans la perception qu'avaient les participants sur la capacité du système à permettre une connexion avec un autre esprit, donc pour la présence sociale, ainsi qu'aucune différence dans le niveau de ressenti des participants à être présents dans le monde virtuel, et donc pour la présence. Les participants témoignaient un haut degré de présence aussi bien face à un agent que face à un avatar dans l'environnement virtuel, et ce dans toutes les autres conditions (haut/faible degré d'anthropomorphisme, et sans image).

Leurs analyses montrent également que les participants se trouvaient plus immergés lorsque leur interlocuteur était représenté par une image (même à faible anthropomorphisme), qu'il

61. Frank Biocca et Kristine L. Nowak, deux professeurs chercheurs spécialisés en interaction Homme-ordinateur et en communication médiatisée.

62. Nowak K. L. & Biocca F. (2003), "The effect of the agency and anthropomorphism on users' sense of telepresence, copresence, and social presence in virtual environments", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), p. 481-494.

soit contrôlé par un ordinateur ou par une personne en temps réel. Les participants qui ont été en interaction avec les images à faible anthropomorphisme ont décrit un plus grand taux d'engagement dans l'environnement virtuel [leur évaluation de la téléprésence, de la co-présence, de la présence sociale était plus haute que dans les conditions sans image et avec image à fort anthropomorphisme]. Les auteurs expliquent que l'être humain se construit des représentations mentales de ses interlocuteurs sur la base d'images mentales qui lui sont proches (donc un être humain). Pour eux, les participants ont pu être plus intéressés, excités avec une image qui déviait de leur attente (la représentation mentale qu'ils s'étaient faite) alors que dans la condition haut-anthropomorphisme, ils ont pu être perturbés avec l'image d'une tête humaine sans corps qui flottait en face d'eux.

Ne trouvant pas de différence entre les taux de co-présence et de présence sociale pour les participants ayant vu des images à haut anthropomorphisme et ceux n'ayant pas eu d'image visuelle, Nowak et Biocca en concluent que cela concorde avec la représentation mentale qu'avaient les participants dans le premier cas. Dans le deuxième cas, ils estiment que les participants assument que leur interaction est avec un interlocuteur anthropomorphique et qu'ils gardent la représentation mentale qu'ils se font d'un interlocuteur avec une apparence proche de la leur, même s'ils ne le voient pas, et c'est ce qui ferait que le taux de co-présence et de présence sociale est le même qu'avec la condition haut anthropomorphisme.

Ainsi, d'après leur étude, les auteurs suggèrent que le fait de partager un environnement virtuel avec une autre entité, peu importe qu'elle soit humaine ou non, augmente le sentiment de présence de l'individu plongé dans cet environnement, mais que cette augmentation peut varier en fonction de la représentation du corps de cette entité. Si une entité artificielle est représentée par des images ou utilise le langage comme un être humain, cela peut générer des réponses sociales automatiques de la part des utilisateurs et si elle présente des expressions faciales et une personnalité, est unique et intéressante, ces réponses sociales pourraient être encore plus prononcées.

Durant la même année [2003]⁶³, Biocca présente un article qui s'interroge sur l'essence de la présence et propose une approche pour répondre à 3 problématiques rapportées dans la notion de présence : où est présent celui qui s'imagine ailleurs (autoprojection) ? Et où se situe la présence avec le rêve ? Comment se produit ce sentiment de présence avec un livre ?

Dans un premier temps, il décrit le fait que la capacité que nous possédons de nous décaler de la présence spatiale [notre sentiment d'être présent dans le monde physique] aurait pour origine des mécanismes ayant probablement servis à des buts utilitaires dans l'évolution. Il cite que nos ancêtres avaient par exemple besoin d'expérimenter cette capacité dans les situations de planification d'actions [exemple : pour la chasse, attendre le meilleur moment pour attaquer, etc.]. De plus, ce phénomène de se projeter dans un autre emplacement que celui où se trouve actuellement le corps a probablement servi à l'émergence de la représentation et de la conscience de soi. Ainsi, pour lui, la capacité de déplacer [mentalement] sa présence est antérieure au média, ce qui veut dire que nous devrions être en mesure de l'expliquer sans ce dernier. Cette explication rejoint pleinement l'idée de la distinction entre l'immersion pour désigner le système et de la présence pour désigner le ressenti dû à l'immersion chez un individu. Les processus initiant les changements de présence serviraient des fonctions cognitives indépendantes du média.

63. Biocca F. (2003), "Can we resolve the book, the physical reality, and the dream state problems? From the two-pole to a three-pole model of shifts in presence", *EU Future and Emerging Technologies, Presence Initiative Meeting*.

Il nomme sa première question « le problème du monde réel » qui amène à se poser les 2 questions suivantes :

- pourquoi les individus ne se sentent parfois pas présents dans l'environnement physique dans lequel ils sont alors qu'ils y ont le plus haut niveau d'immersion sensorimoteur [puisqu'ils sont dans le réel et peuvent pleinement agir dessus] ?
- où alors sont présents ses individus si ce n'est pas dans l'environnement physique ?

La deuxième question porte sur le rêve qui, d'après Biocca, même s'il précise qu'il pourrait être dans un sens considéré comme un environnement virtuel, ne présente clairement pas ou très peu lui aussi d'immersion sensorimotrice. Son interrogation est donc le « problème de la présence dans les états de rêve » : où sont présentes les personnes qui rêvent, étant donné qu'elles n'ont alors pas un sentiment de présence dans le lieu physique où se trouve leur corps, et qu'elles ne sont pas non plus dans un environnement médiatisé ?

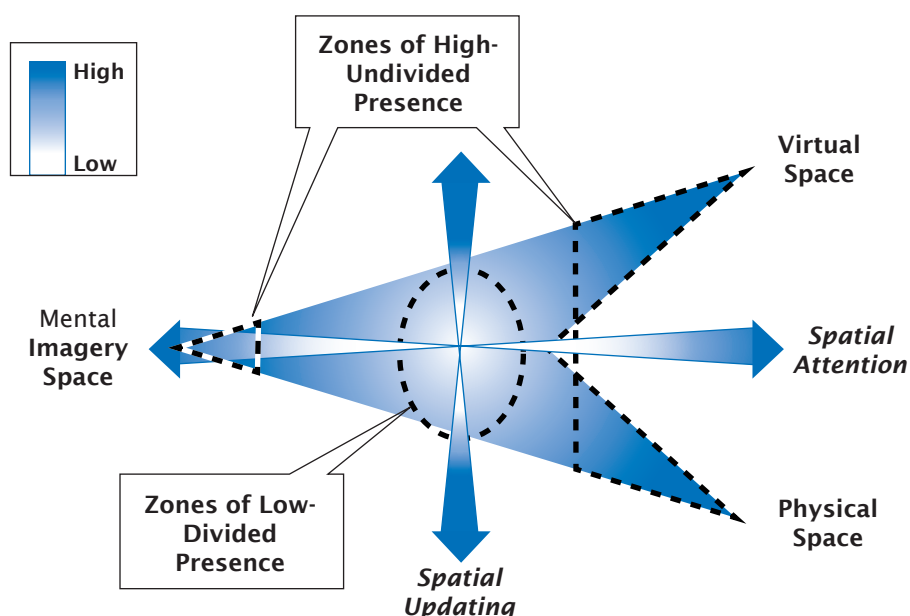
Enfin, la dernière question nommée « le problème du livre » vise à démontrer que le livre amène un sentiment de présence. Pour Biocca, le livre est un média de fidélité très faible, c'est-à-dire que plusieurs individus pourront lire la même chose mais imaginer une représentation de la scène décrite totalement différente. Il le qualifie également de très pauvre dans les variables sensorimotrices que demande la notion d'immersion pour qu'un système permette le sentiment de présence : l'étendue des informations sensorielles, le contrôle des détecteurs et l'habileté à modifier l'environnement [cf. Document 11, Sheridan, 1992, p. 27]. Ainsi, la question est donc la suivante : comment se produit ce sentiment de présence si le livre n'est pas un média immersif ?

Pour répondre à toutes ces questions, Biocca propose un nouveau modèle pour la présence spatiale [cf. Document 12]. Celui-ci va plus loin que son prédécesseur qui ne portait que sur 2 pôles pour décrire la présence, l'espace physique et l'espace virtuel.

Document 12. Modèle à 3 pôles de Biocca [2003]

Zones of low-divided and high-undivided presence

Source : Biocca F., 2003.



Ce modèle à 3 pôles de Biocca avec représentation des 2 types de zone de présence : faible divisée [Zone of Low-Divided Presence] et présence haute-non divisée [Zones of High-Undivided Presence].

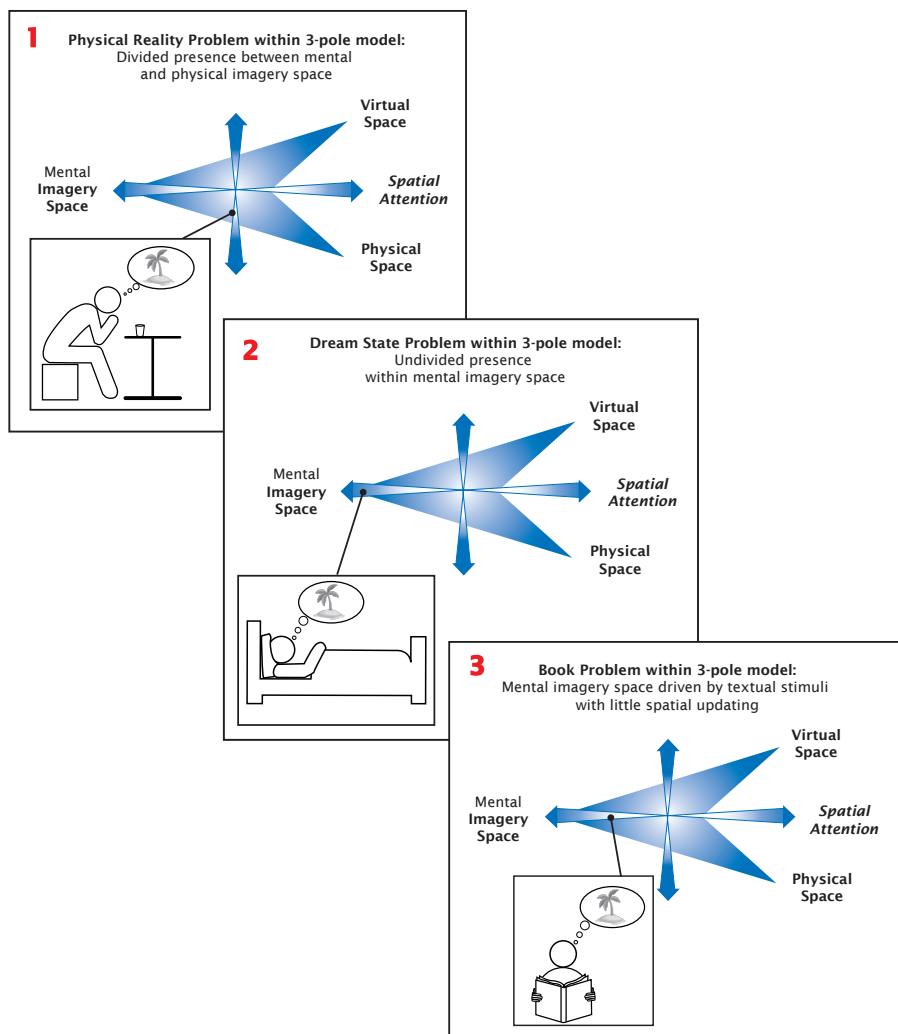
À ces deux pôles, il rajoute celui de l'espace de l'imagerie mentale et précise que la présence spatiale se déplacerait entre ces trois espaces [physique, virtuel et mental]. Biocca a également ajouté à son modèle 2 axes [vertical et horizontal] qui réguleraient le déplacement de la présence d'un pôle vers un autre en fonction des processus cognitifs : l'attention spatiale

et l'actualisation spatiale. Enfin il a ajouté un dernier élément pour compléter le modèle avec des zones d'espace de présence faible-divisée, entre plusieurs pôles, et de présence haute-non divisée, fixée sur un des trois pôles.

Grâce à ce modèle, Biocca soumet l'idée que le problème de la réalité physique s'explique par les forces cognitives en jeu sur le modèle à 3 pôles, notamment l'axe de l'attention spatiale. Pour lui, dans des cas où l'environnement physique ne requiert pas ou peu d'attention spatiale, les individus peuvent ressentir une faible attention spatiale à l'environnement physique et devenir désengagés par rapport à celui-ci. Une imagerie mentale pourra alors influencer l'attraction du ressenti de la présence vers un pôle ou un autre entre les 2 espaces, pôles physique et d'imagerie [cf. Document 13, n° 1].

Document 13. Illustration des 3 problèmes résolus par le modèle à 3 pôles de Biocca (2003)

Source : Biocca F., 2003.



En haut à gauche [n° 1] le problème de la réalité physique, dont l'emplacement sur les pôles de présence est divisé entre les espaces physique et l'imagerie mentale. Au milieu [n° 2], le problème de l'état de rêve, dont l'emplacement sur les pôles de présence est non-divisé et exclusivement sur le pôle de l'imagerie mentale. En bas à droite [n° 3], le problème du livre, dont l'emplacement est proche du pôle de l'imagerie mentale et au milieu de l'axe vertical de la réactualisation spatiale.

Ainsi la présence qui y sera ressentie dans le cas du problème de la réalité physique sera une présence physique faible [présence faible-divisée], mais pas pour autant virtuelle (ce qu'impliquait le modèle à seulement 2 pôles), puisqu'elle tendrait plus ou moins vers le pôle [physique] tout en y étant éloignée avec l'imagerie mentale.

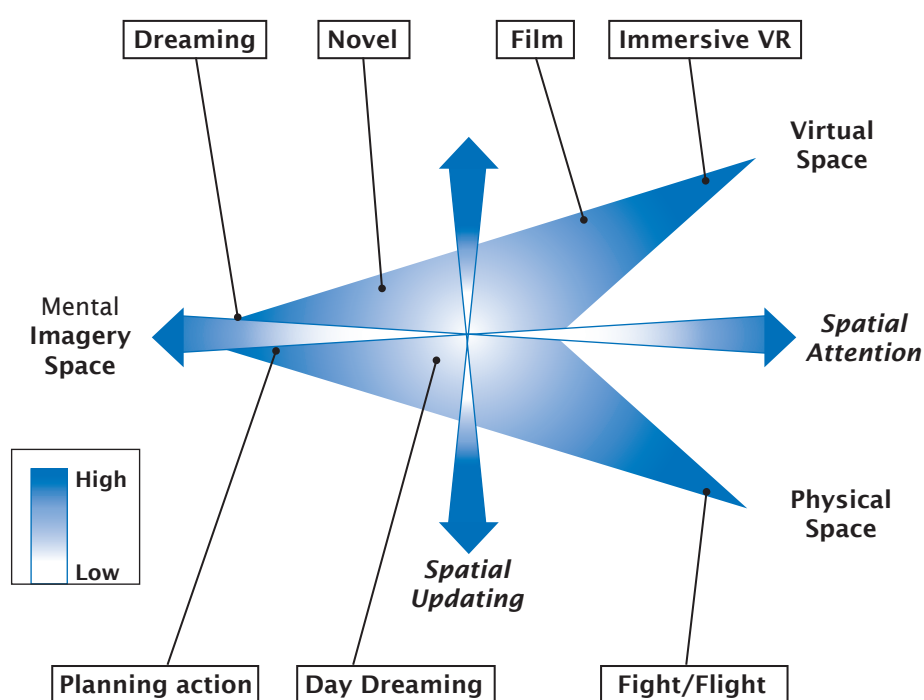
Le second problème, celui de l'état de rêve se résout également. Contrairement à la position que le modèle à 2 pôles lui donnait, Biocca précise que le rêve n'est pas qu'un état dans un espace virtuel. Pour lui, les rêves sont la forme la plus pure et élevée d'imagination de l'espace d'imagerie mentale [cf. Document 13, n° 2].

Enfin, pour le problème du livre, Biocca explique que ces médias induisent une forte présence en utilisant massivement l'espace de l'imagerie mentale pour détailler la représentation que se font les individus. Les détails auxquels le livre fait appel sont associés à la mémoire des individus pour générer l'image mentale. Il décrit donc que contrairement aux environnements virtuels immersifs en 3D, le livre contient des composants de l'espace virtuel et de l'imagerie mentale mais avec une très forte dominance du pôle de l'imagerie mentale [cf. Document 13, n° 3].

Pour lui, c'est là la distinction qui répond au postulat « *le livre est immersif car on y ressent un haut niveau de présence* ». Alors que la présence dans un environnement virtuel 3D aura une résolution sensorielle et une représentation de son environnement égales entre les différents individus qui vont en faire l'expérience, le livre, lui, échoue à avoir une représentation subjective similaire entre 2 individus, puisqu'il implique énormément la mémoire pour générer la construction mentale de son environnement, contrairement aux EV 3D qui les génèrent directement pour l'utilisateur. Biocca conclut également en fin d'article que les médias utilisant l'ensemble des mouvements du corps tels que la RV immersive devraient se positionner dans le schéma des 3 pôles *via* l'axe de l'actualisation spatiale et en fonction du transfert des informations venant de l'espace virtuel.

On constatera que son modèle peut également placer ce qui relève de la RV (*immersive VR*) et du film, ce qui fait écho aux propos de Fuchs *et al.* (2006) comme quoi certains types de médias (vidéo 360 comme nous l'avons vu, par exemple) sont à distinguer de la RV à proprement parler.

Document 14. D'autres exemples de média et leur emplacement sur le modèle à 3 pôles



Source : Biocca, 2003.

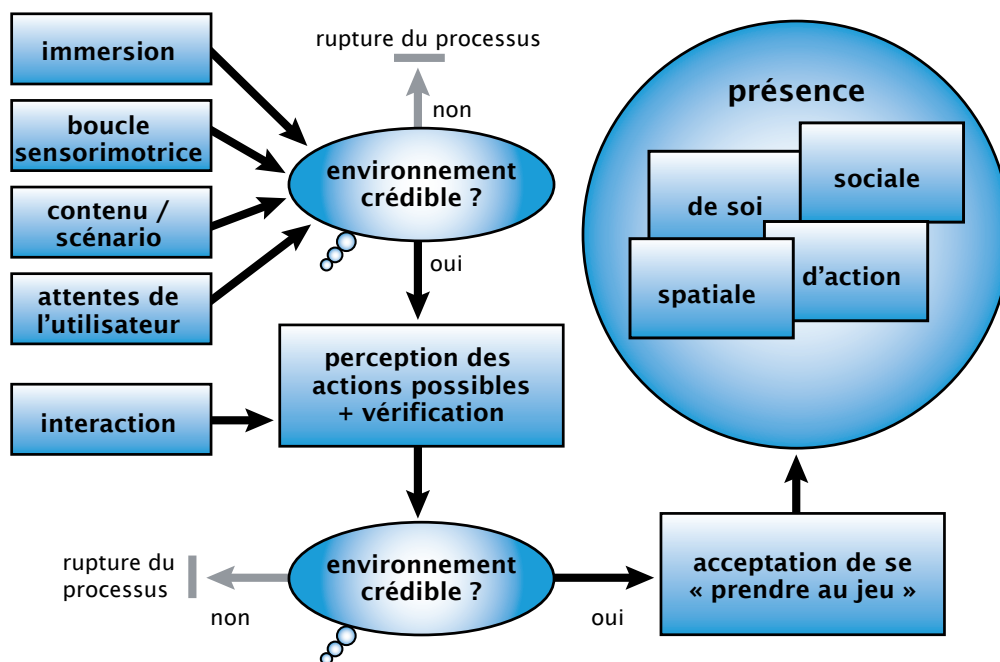
Mickaël Roy⁶⁴ s'est intéressé lui aussi à la RV et à ce qu'elle peut apporter à l'apprentissage lorsqu'elle est utilisée en tant qu'outil pédagogique, notamment pour l'apprentissage des langues⁶⁵. Il reprend la définition de présence renvoyant à l'illusion perceptive d'une non-médiation (Lombard & Ditton, 1997). Plus le degré de présence est élevé, plus l'utilisateur va oublier de façon consciente ou non que l'environnement virtuel est généré par un dispositif

64. Docteur en sciences du langage et professeur de lycée professionnel en allemand, Membre du Centre de recherche en bilinguisme scolaire de l'École supérieure de pédagogie de Karlsruhe (Allemagne), dont les recherches portent sur l'apprentissage des langues médiatisé par les technologies numériques.

65. Roy M. (2014), Sentiment de présence et réalité virtuelle pour les langues. Une étude de l'émergence de la présence et de son influence sur la compréhension de l'oral en allemand langue étrangère, *Alsic. Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication*, 17.

technique. Pour lui, au moment du premier contact avec l'environnement virtuel, celui-ci va être jugé en termes de crédibilité par l'utilisateur avant qu'il ne s'essaye ou pas à l'action. Ce n'est qu'après avoir trouvé l'environnement acceptable que l'utilisateur va se laisser prendre au jeu et accéder à un premier sentiment de présence. Roy distingue ainsi deux processus, l'un inconscient lorsque l'utilisateur va procéder à des jugements sur la crédibilité de l'environnement, et l'autre conscient avec l'acceptation de cet environnement comme nouvel environnement de référence en se prêtant au jeu. Reprenant plusieurs subdivisions du concept de présence générale⁶⁶, il distingue 4 types de présence : la présence physique, où l'utilisateur va être amené à percevoir comme réels les objets du monde virtuel durant son expérience ; la présence sociale, lorsque l'utilisateur va pouvoir interagir avec une forme d'intelligence dans l'environnement virtuel ; la présence de soi, qui renvoie au sentiment de percevoir sa représentation dans l'environnement virtuel comme réelle et enfin la présence d'action, qui survient lorsque l'utilisateur est conscient de ses actes et de leur répercussion dans le monde virtuel. Il résume ainsi les différentes présences ainsi que l'émergence du sentiment de présence dans son ensemble dans le schéma suivant [cf. Document 15].

Document 15. Processus d'émergence de la présence



Source : Roy, 2014.

Pour Roy, le sentiment de présence est la base de l'expérience en RV. Il explique que si le dispositif est capable d'amener à une immersion sensorielle et corporelle de l'utilisateur dans un contexte d'apprentissage en environnement virtuel, des effets différents vont pouvoir être observés au niveau des apprenants, qui ressentiront également de la présence de différentes façons. Il a souhaité investiguer la question du lien entre l'immersion et l'interaction générées par l'environnement virtuel et le sentiment de présence des apprenants. Son étude s'est portée sur l'écoute et la compréhension d'une langue étrangère avec des lycéens français apprenant l'allemand. Suite à un test sur les connaissances lexicales et la compréhension orale de l'allemand en amont de son expérimentation avec la RV, il a dans un premier temps classé les 60 élèves en 4 groupes (A, B, C et D) de niveaux homogènes. Il a également fait varier le degré d'immersion du dispositif de RV pour les participants en une condition immersion faible, où l'image était en 2D sur un écran de téléviseur, et une condition immersion forte où le participant utilisait un visiocasque permettant une image stéréoscopique/3D. Il pose les hypothèses suivantes : l'immersion visuelle et l'immersion gestuelle renforcent le sentiment

66. Bouvier P. (2009), *La Présence en réalité virtuelle, une approche centrée utilisateur*, thèse de doctorat, Université Paris-Est.
 Lee K. M. (2004), Presence, explicated. *Communication theory*, 14(1), p. 27-50.

de présence chez l'apprenant et le sentiment de présence de l'apprenant influence positivement la compréhension de l'oral en langue étrangère

D'après ses résultats, Roy constate une influence négative de l'interaction gestuelle sur le sentiment de présence. Il explique ce phénomène avec le déplacement des objets par capture de mouvements que devaient réaliser les élèves dans la condition de l'immersion forte. En effet, ces élèves dans cette condition ont fait beaucoup plus de retours négatifs dans leurs commentaires oraux sur leur interaction avec l'environnement que les élèves dans la condition faible immersion. L'auteur conclut que cette difficulté rencontrée par les élèves a engendré une baisse du développement du sentiment de présence dans l'expérience et préconise d'utiliser des phases d'apprentissages scénarisées pour préparer les participants à chaque action dans l'environnement. Il rajoute que leurs résultats ont été ainsi essentiellement influencés par la prédisposition à la présence des élèves qui, par exemple, avaient déjà des connaissances ou non d'interactions dans un environnement virtuel tel que celui des jeux vidéo. Faire apprendre avant l'expérience les fonctionnalités de l'application de RV devrait, pour lui, rendre les résultats de l'immersion dans l'environnement virtuel moins dépendants de l'expérience antérieure qu'à l'utilisateur.

FACTEURS ET EFFETS DE LA PRÉSENCE

Nous allons ici tenter de rassembler les principaux facteurs que la recherche scientifique a pu cibler comme ayant une influence sur le ressenti de présence des individus avec les environnements virtuels.

Pour Singer et Witmer (1997), la présence dans un environnement virtuel dépend du degré d'attention de l'utilisateur qui est déplacée de l'environnement physique à l'environnement virtuel. Ils rajoutent que le sentiment de présence dépend de l'interaction entre les stimulations sensorielles, environnementales et les tendances internes de la personne. De son côté, Biocca (2003) estime que les principales causes de la présence psychologique sont les propriétés immersives de la technologie.

Matthew Lombard et Theresa B. Ditton⁶⁷ (1997) ont réalisé un article de synthèse sur le concept de présence où ils ont notamment décrit plusieurs facteurs pouvant l'influencer en 3 groupes : les caractéristiques du système, du contenu et des utilisateurs. Ils ont également listé des effets physiologiques et psychologiques de la présence.

Tout d'abord, l'un des facteurs les plus connus que citent ces 2 auteurs est l'aspect sensoriel. Ils expliquent qu'il est généralement admis que plus le nombre de sens humain impliqué, stimulé par le média est grand, plus grande sera la capacité de ce média à évoquer un sentiment de présence pour l'individu. Ils rajoutent que si la quantité des modalités sensorielles joue un rôle important sur le niveau de présence, le nombre ne fait pas tout. Il faut également une cohérence entre ces différentes informations sensorielles. Aussi, certains systèmes sensoriels apporteraient plus de présence que les autres, notamment le visuel, suivi de l'auditif. Ils ont listé les éléments qu'avait pu mettre en évidence la recherche sur les facteurs sensoriels influençant la présence, en commençant par ceux rattachés au système visuel :

- la qualité de l'image, c'est-à-dire sa résolution, la précision de ses couleurs, son contraste, sa netteté et sa luminosité ;
- la taille de l'image : d'après leurs lectures, les écrans plus larges amènent plus de réponses sur l'intensité de la présence ;
- la proportion qu'occupe l'image par rapport au champ visuel de l'utilisateur ;
- la distance de visionnage par rapport à l'écran ;

67. Matthew Lombard et Theresa B. Ditton, chercheur et chercheuse dans le domaine des processus psychologiques et physiologiques des individus lors d'expériences médiatisées.

- le mouvement et la couleur ;
- la perception de la dimensionnalité : les systèmes manipulant la stéréoscopie par exemple, font voir une image légèrement différente à chaque œil pour recréer une impression de tridimensionnalité, comme le fait l'œil humain en situation réelle avec la perception des distances ;
- les techniques de prise de vue, la façon dont sont filmés les plans par la caméra joueraient également sur la présence ressentie.

Pour les autres sens pouvant jouer sur le sentiment de présence, Lombard et Ditton dressent la liste suivante :

- la qualité et la dimensionnalité faite au niveau auriculaire : la fréquence, les variations dans l'intensité, les distorsions dans le son influenceraient le niveau de présence. Les auteurs rajoutent sur ce point qu'il n'y a pas que pour le visuel que notre perception se fait en 3 dimensions, nous entendons également de cette façon et ils supposent que les caractéristiques spatiales du son devraient donc elles aussi être un élément qui joueraient sur le sentiment de présence ;
- la génération d'odeur ;
- lavection : lorsque les utilisateurs expérimentent l'illusion qu'ils sont actuellement en train de bouger dans l'environnement ;
- les stimuli haptiques/tactiles qu'envoient le système : les auteurs expliquent que des *feedbacks* effectifs pour ce système sensoriel permettraient de recréer la sensation du toucher d'une surface. Les *feedbacks* de force, en permettant de recréer la sensation d'une résistance physique, modifieraient positivement le ressenti de présence également.

Lombard et Ditton décrivent 5 facteurs du système qui peuvent à l'inverse impacter négativement le ressenti de présence :

- des éléments obstructifs, comme des erreurs, des bugs d'affichage (appelés aussi *glitches*) ou d'autres dysfonctionnements : cela viendrait interférer avec le naturel de l'expérience et ferait ressurgir l'évidence que cette expérience est médiatisée ;
- l'utilisation de fonctionnalités telles que l'emploi de texte ou de logo (comme avec les chaînes de télévision, par exemple) ou tout autre élément attirant l'attention sur de l'artificiel : là aussi, cela rendrait évident le caractère médiatisé de l'expérience et réduirait la présence ressentie ;
- la connaissance de l'enregistrement de la scène (comme pour les émissions de télévision rediffusées par exemple) pourrait rendre plus difficile aux utilisateurs le fait de percevoir l'expérience qu'ils vivent comme non médiatisée ;
- les ralentissements (aussi appelés *lags*), dans la vitesse de réponse aux actions de l'utilisateur risquerait de rompre ou au minimum de freiner le niveau de présence ressentie ;
- l'absence de trace en mémoire dans le système des événements récents d'une interaction (par exemple : la visite d'un utilisateur, ou plutôt celle de son personnage, dans un lieu particulier ou son action avec un élément de l'environnement virtuel) présenterait moins de chances d'évoquer l'illusion que le média est une entité sociale, et donc que la saillance d'une expérience médiatisée serait plus flagrante et diminuerait la présence.

Lombard et Ditton se sont également consacrés à cibler les critères qui peuvent influencer le ressenti de présence, cette fois indépendamment des caractéristiques du média, mais en fonction du contenu présenté à l'utilisateur :

- la présence d'autrui : si un système permet ou requiert que l'utilisateur interagisse avec au moins une autre personne, la sensation de présence pourrait plus facilement émerger. Si l'on rencontre des personnes ou entités à l'intérieur d'un système, même s'il n'est pas possible d'avoir de réelle interaction sociale avec eux, nous sommes encouragés à répondre à leurs comportements sociaux de la même façon que nous le ferions dans une communication non médiatisée. Par ce mimétisme social, nous pouvons interpréter que le monde virtuel apparaîtrait ainsi plus semblable à celui que nous connaissons et nous

- permettrait de mieux nous projeter à l'intérieur, et d'avoir un plus grand sentiment de non-médiation et de présence ;
- les caractéristiques sociales du système : si un système comporte des éléments normalement réservés aux interactions humaine-humaine, il aurait plus de chances de nous faire le percevoir non pas comme une machine mais bien comme une entité sociale indépendante, que les auteurs décrivent comme un « système transformé » (*transformed medium*) ;
- le réalisme social : ce terme désigne le réalisme par rapport au contenu de l'environnement virtuel, à l'inverse de ce qui s'appelle le réalisme perceptif qui lui désigne les caractéristiques du média. Si une histoire a du sens et ne dépend pas seulement de la coïncidence, si les personnages agissent de manière consistante et compréhensible et si les acteurs rentrent bien dans le rôle de leur personnage et arrivent à convaincre, l'expérience aura plus de chance de « sonner juste » pour les utilisateurs. Cependant, si le contenu de l'environnement virtuel « sonne faux », l'utilisateur se rappellera plus facilement que cet environnement est médiatisé et que la nature de l'expérience est artificielle et le sentiment de présence en sera fortement impacté ;
- les réponses du système : si l'ordinateur fournit des réponses plausibles aux actions de l'utilisateur et n'agit pas de façon imprévisible, cela jouera sur la perception qu'aura l'utilisateur de l'ordinateur comme une entité sociale ;
- les voix réalistes : l'utilisation de voix qui ont un timbre, un meilleur réalisme et une meilleure fidélité sonore à la voix humaine augmenterait l'illusion d'une interaction avec une entité sociale dans l'environnement virtuel ;
- les stéréotypes de genre au jugement des ordinateurs : par exemple, une voix féminine serait préférée pour enseigner l'amour ou l'art des relations et une voix masculine pour apprendre des notions de sujet techniques ;
- la nature de la tâche dans l'environnement [citant Sheridan, 1992] ;
- le degré de contrôle manuel vs automatique sur la tâche ;
- l'utilisation de conventions de média : renvoie à des contenus que les utilisateurs en viendraient à associer à une présentation ou une expérience médiatisée. Par exemple, lorsqu'il y a une transition avec un rêve ou un *flashback*, quand les crédits ou un message textuel sont superposés à l'écran, quand des logos apparaissent ou qu'un narrateur invisible raconte l'histoire.

Pour Lombard et Ditton, quand les ordinateurs se regardent, s'entendent et se comportent comme un ordinateur, ils suivent des conventions qui vont rappeler qu'ils sont construits par des outils humains plutôt que d'apparaître comme des entités sociales. Il est ainsi rappelé à l'utilisateur qu'il n'est pas dans une expérience non médiatisée mais bien en train de regarder quelque chose qui a été créé, quelque chose d'artificiel.

Les auteurs ont remarqué également que certaines différences propres aux utilisateurs pouvaient être des facteurs de la présence, ce qui rejoint les explications d'autres auteurs soulignant l'importance de l'individu dans la RV [Steuer, 1992 ; Fuchs & Moreau, 2006] :

- la volonté à suspendre la croyance : nous pouvons encourager ou décourager le sentiment de présence en renforçant ou en allégeant notre conscience de l'environnement virtuel. Si l'individu souhaite augmenter son ressenti de la présence, il essaiera « d'entrer dans » l'expérience, il dépassera les aspects inconsistants, les signes de l'environnement virtuel qui le trahiraient comme artificiel, en suspendant sa croyance que l'expérience pourrait ne pas être naturelle. Par exemple, les personnes curieuses à propos du fonctionnement de la machine pourraient ne pas être enclines à suspendre cette volonté et apprécier pleinement l'expérience ;
- la variation dans le temps : par exemple, il pourrait être plus difficile de suspendre sa croyance et s'échapper dans un monde médiatisé lorsque nous sommes préoccupés par le quotidien au travail ou à la maison ;

- l'effet de nouveauté : découvrir un système et son fonctionnement nous ferait ressentir plus de présence ;
- l'expertise : plus les utilisateurs deviendraient experts en utilisant et en manipulant le média, plus ils se sentiraient à l'aise et présents.

Lombard et Ditton précisent pour ce dernier facteur qu'il reste variable et très évolutif. En effet, ils expliquent que continuer l'expérience pourrait soit accroître la présence, soit la diminuer à cause d'un autre effet, celui d'habituation, c'est-à-dire qu'à force de réaliser une tâche, cette tâche perd peu à peu de son intérêt à la réalisation. L'effet initialement impressionnant et nouveau et le sentiment de présence tendrait alors à se flétrir à mesure que l'utilisateur deviendrait expérimenté.

Pour conclure sur ces auteurs, Lombard et Ditton ont également relevé les conséquences de la présence sur le plan physiologique et sur le plan psychologique :

- l'effet d'éveil : venant de la notion anglaise *arousal*, l'éveil est ce qui renvoie à l'activation de l'organisme, ce qui le prépare notamment à l'action. Par exemple, un environnement virtuel pourrait soit être extrêmement éveillant comme avec des contenus violents ou à caractère sexuel, ou alors à l'inverse avoir des contenus extrêmement relaxant, comme une plage déserte ou une balade en forêt. Si l'environnement paraît non médiatisé, cela conduirait à une augmentation potentielle du niveau d'éveil du corps de l'utilisateur ou de sa relaxation ;
- le sentiment de plaisir à l'utilisation de la RV avec l'entrée dans un autre monde ;
- le sentiment d'implication, d'engagement : par l'utilisation de mécanismes d'interactions ;
- un effet de performance à la tâche dans les environnements virtuels : plus l'immersion serait grande, plus les utilisateurs seraient performants dans les tâches proposées par l'EV ;
- l'acquisition de compétences : l'apprentissage par des systèmes de types simulateurs serait meilleur pour l'efficacité de certains apprentissages (les auteurs donnent l'exemple des pilotes d'avion), par rapport à des méthodes d'apprentissage textuels comme avec les livres ;
- un sentiment de désensibilisation : un système capable de faire croire à une expérience non médiatisée pourrait être particulièrement efficace à désensibiliser les utilisateurs de certains stimuli, ce qui peut avoir des conséquences positives (par exemple, nous pouvons imaginer une opération douloureuse) comme négatives ;
- une augmentation du pouvoir de persuasion d'un média dans certaines circonstances ;
- la mémorisation d'informations contenues dans l'environnement virtuel.

Sur ce dernier point, les auteurs précisent cependant que d'autres de leurs lectures amenaient un constat différent, celles-ci expliquant que les utilisateurs notamment pourraient appliquer inconsciemment des connaissances tirées de scènes de fictions à des jugements du monde réel ou encore qu'un haut niveau de présence pourrait conduire à des difficultés pour la mémoire à attribuer des sources à l'information.

Enfin, d'autres auteurs comme Yilmaz et ses collègues [2013]⁶⁸ ont relevé une liste des facteurs influençant la présence sociale dans leur étude [que nous aborderons dans la partie Réalité virtuelle et apprentissage, p. 47] sur les effets d'une interaction avec autrui dans un environnement de RV. Leurs résultats ont montré que les facteurs qui ont le plus contribué à la présence sociale étaient le sentiment de confort dans l'environnement ainsi que les relations de travail en équipe. Les auteurs expliquent que ce résultat provient sûrement du sentiment d'être libres de s'exprimer comme ils le désiraient. Ils ont aussi relevé l'ensemble des facteurs suivants comme influençant la présence sociale au sein d'un environnement 3D :

- le fait d'être en 3D ;
- le sentiment de présence ;

68. Yilmaz R. M., Topu F. B., Goktas Y. & Coban M. [2013], "Social presence and motivation in a three-dimensional virtual world: An explanatory study", *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(6).

- l'interactivité ;
- la variété des communications ;
- la collaboration ;
- la capacité à partager des informations avec quelqu'un d'autre ;
- avoir le sentiment de possession ;
- développer une étroite collaboration ;
- se sentir proche des autres ;
- la similarité à la vie réelle ;
- la présence d'avatars ;
- ne pas se sentir seul ;
- créer des choses ;
- contrôler son environnement ;
- la communication facile ;
- avoir un sentiment de confort ;
- la confiance en soi ;
- la liberté de se déplacer.

Les données de leur étude ont montré que la variété des méthodes de communication, le fait de chatter en ligne, l'apprentissage en commun étaient des fonctionnalités importantes pour les participants. Ce résultat est congruent avec les données recueillies par Heeter (1992, 1995).

Pour conclure sur la présence, cette notion a été définie comme le ressenti d'être dans un environnement où l'individu ne se trouve pas physiquement, d'abord avec la notion de téléprésence [Sheridan, 1992]. Elle a ensuite été distinguée de la téléprésence [Biocca, 2003 ; Nowak, Biocca, 2003], qui renvoie plus à une présence dans un site à distance. La présence a été finalement définie comme un ressenti psychologique de l'individu d'être immergé dans un environnement. Elle surviendrait lorsque les sens n'arrivent plus à distinguer que l'interaction avec cet environnement est médiatisée et qu'ils sont trompés dans leur croyance d'être dans la réalité de cette autre réalité et non dans le monde réel [Lombard & Ditton, 1997 ; Patrick *et al.*, 2000]. Il existe également différentes façons de ressentir la présence [Biocca, 2003] ainsi que plusieurs présences comme la présence d'action, spatiale, de soi [Roy, 2014] et la présence sociale [Heeter, 1992 ; Roy, 2014].

INTERACTION DANS LA RÉALITÉ VIRTUELLE

DÉFINITIONS DE L'INTERACTION

L'interaction est décrite par les chercheurs travaillant sur la réalité virtuelle comme une composante de celle-ci [Zelter, 1992 ; Burdea *et al.*, 1993 ; Tisseau, 2001 ; Auvray & Fuchs, 2007]. Elle est définie comme un ensemble des influences réciproques entre l'Homme et la machine *par l'intermédiaire d'interfaces sensorielles, d'interfaces motrices et de techniques d'interaction* [Sternberger, 2006].

Les interfaces sensorielles permettent à l'utilisateur de recevoir les informations provenant de l'environnement virtuel. Ces informations passent par les canaux sensoriels [visuel, auditif, kinesthésique, olfactif...]. Les casques de réalité virtuelle, les écouteurs et les écrans sont, pour le cas de réalité virtuelle, des exemples d'interfaces sensorielles.

En revanche, les interfaces motrices permettent à l'utilisateur d'agir sur l'environnement virtuel et de fournir des renseignements/ordres à la machine. Les gants haptiques pour saisir

un objet virtuel, les manettes pour commander et les écrans tactiles constituent des exemples courants d'interfaces motrices.

Enfin, la technique d'interaction décrit la manière de se servir d'un périphérique pour accomplir une tâche donnée. Selon Sternberger (2006), pour interagir avec un environnement virtuel, les utilisateurs font appel à une technique dite d'interaction.

L'interaction est donc un acte de communication entre l'Homme et la machine caractérisé par un aller-retour permanent entre « action » [acte d'agir sur les objets présents dans un environnement virtuel] et « réactions » [retour envoyé par la machine en réponse aux actions effectuées par l'Homme]. Cette réaction se présente sous 4 formes : visuelle, sonore, haptique et/ou kinesthésique [Chen, 2009].

Ouramdane et ses collègues (2009) définit l'interaction comme une « *traduction des actions des utilisateurs dans le monde réel en des tâches spécifiques dans l'espace virtuel* » [Ouramdane *et al.*, 2009].

CLASSIFICATIONS DES TECHNIQUES D'INTERACTION

En 2009, Ouramdane et ses collègues ont dressé un état de l'art sur l'interaction 3D en réalité virtuelle qui décrit l'évolution des techniques d'interaction et les différentes classifications existantes. Ils mentionnent dans leurs travaux que la première classification des techniques d'interaction a été proposée par Mine en 1995.

Mine (1995) classe les techniques d'interaction en 4 formes fondamentales : la navigation, la sélection, la manipulation et la mise à l'échelle. Il rajoute dans ces travaux de classification une cinquième forme qui dérive des 4 précédentes : « *L'interaction par widgets et menus virtuels, que l'on nomme maintenant contrôle du système* » [Sternberger, 2006].

Selon Ouramdane, Hand [Hand, 1997] introduit ensuite une nouvelle classification des techniques d'interaction qui constituera les bases de la classification moderne reprise par Bowman en 1999 dans sa thèse. Cette nouvelle classification est constituée de 4 tâches principales d'interaction 3D : la navigation, la sélection, la manipulation et le contrôle d'application. Il s'agit des 4 formes d'interaction couramment utilisées en réalité virtuelle [Sternberger, 2006].

Dans la suite de notre état de l'art, nous développerons ainsi ces 4 formes d'interaction 3D les plus courantes.

Navigation

Lors d'une expérience de réalité virtuelle, le premier réflexe de l'utilisateur consiste le plus souvent à explorer sous plusieurs angles de vue les objets constituant l'environnement virtuel. D'abord, il découvre l'environnement virtuel, se déplace dans celui-ci et recherche son parcours. Ensuite, il tourne sa tête de tous les côtés, scrute chaque objet et l'observe de plus près ou sous plusieurs angles [Ouramdane *et al.*, 2009].

Rheingold (1991) définit la navigation comme la capacité de bouger à l'intérieur d'une scène générée par l'ordinateur. Dumas et ses collègues (1999) la décrivent comme l'ensemble des déplacements de l'utilisateur à l'intérieur de l'espace virtuel.

Ainsi, la navigation désigne la découverte d'un environnement virtuel par l'utilisateur, l'exploration de celui-ci et le déplacement de l'utilisateur dans cet espace.

Suivant l'expérience proposée, la navigation peut-être libre ou guidée. La navigation libre laisse le choix à l'utilisateur de découvrir à sa propre guise et à son propre rythme l'environnement virtuel. En revanche, la navigation guidée lui propose d'accompagner sa recherche de parcours en indiquant l'itinéraire à suivre.

Bowman et ses collègues [1997] décomposent la navigation en 2 composantes : le *déplacement* et l'*orientation*. D'une part, le déplacement est une composante d'ordre physique et fait référence au mouvement et à l'activité motrice de l'utilisateur dans un environnement (action de se déplacer). D'autre part, l'orientation est une composante d'ordre cognitif et est lié au repérage de l'environnement, aux connaissances de celui-ci, au choix de parcours et à la recherche d'itinéraire (action de s'orienter).

Dans leur état de l'art, Ouramdane et ses collègues citent les facteurs à prendre en considération dans la conception de toute technique de navigation (Bowman *et al.*, 1997), à savoir :

- la vitesse de déplacement (le temps d'achèvement d'une tâche de navigation) ;
- la précision d'exécution ;
- la conscience spatiale (connaissance de l'utilisateur de sa position et de son orientation dans l'environnement virtuel pendant et après la navigation) ;
- la facilité d'apprentissage (la capacité d'un utilisateur débutant à s'approprier la technique de navigation) ;
- la facilité d'utilisation ;
- la capacité de l'utilisateur à collecter des informations sur l'environnement pendant le voyage ;
- la présence virtuelle (le sentiment de l'utilisateur d'être immergé dans l'environnement virtuel) ;
- le confort de l'utilisateur.

Dans ses travaux, Duval [2012] énonce également les modes de navigation les plus rencontrés dans les expériences de réalité virtuelle à savoir : la marche, le vol, l'examen (l'action de tourner autour d'un objet particulier de l'environnement), le focus sur un objet (l'action de zoomer/dézoomer un objet ou de changer d'angle de vue) et la téléportation (le passage d'un point de vue à un autre).

Sélection

La sélection est définie comme la désignation d'un objet ou d'un ensemble d'objets au sein d'un environnement virtuel afin d'accomplir un objectif donné (Bowman *et al.*, 2005). Selon Ouramdane et ses collègues (2009), en réalité virtuelle, la sélection est inspirée de celle du monde réel consistant à repérer un objet, à le désigner parmi d'autres objets, à effectuer une action (presser un bouton, utiliser un geste, utiliser une commande vocale, fixer un objet par un regard...) afin de pouvoir saisir et manipuler un objet.

En fonction de l'expérience ou de l'application de réalité virtuelle choisie, la validation de la sélection peut se faire automatiquement (par exemple, une validation d'une sélection lorsque l'utilisateur fixe son regard sur un objet durant une durée déterminée) ou par le biais d'une action effectuée par l'utilisateur telle qu'elle a été décrite précédemment (commande gestuelle, commande vocale...).

Constituant la base de tout système interactif, la sélection se décompose en 2 parties caractéristiques (Sternberger, 2006) :

- la désignation : « *Un mécanisme dédié à l'identification du ou des objet(s) à sélectionner* » ;
- la validation : « *Un signal ou une commande pour confirmer le choix courant de la sélection, c'est-à-dire le ou les objet(s) préalablement désigné(s).* »

Dans ses travaux, Sternberger [2006] distingue 5 types de sélection :

- la sélection locale : « *Lorsque l'objet que l'utilisateur désire sélectionner se trouve à portée directe de sa main, sans aucun déplacement dans la scène virtuelle* » en différenciant :
 - o la sélection par préhension : « *Lorsque l'utilisateur emploie sa propre main pour sélectionner et manipuler les objets de la scène virtuelle. (...) On parle de contact par préhension* »,

- la sélection par poupées vaudou : basée sur une technique du monde miniature qui « fournit à l'utilisateur une réplique miniaturisée du monde virtuel global, qu'il peut manipuler pour affecter le monde de taille réelle ». Ce mode de sélection est tiré de la technique des poupées vaudou de Pierce et ses équipes en 1999, une technique d'interaction à 2 mains, « avec laquelle l'utilisateur crée ses propres parties miniatures de l'environnement, qui sont appelées des poupées. La poupée est tenue dans la main non dominante de l'utilisateur, alors que la main dominante permet de faire une action spécifique sur l'objet miniaturisé » ;
- la sélection distante : lorsque « l'utilisateur se trouve hors de portée physique de l'objet qu'il désire sélectionner » en distinguant :
 - la sélection par curseur 3D : basée sur le « contrôle d'un curseur 3D par un moyen quelconque [par exemple avec un joystick]. La sélection devient effective lorsque le curseur entre en contact avec un objet »,
 - la sélection par lancer de rayon : basée sur la technique du lancer de rayon introduite par Bolt [1980] dans laquelle « un rayon lumineux virtuel part de la main de l'utilisateur, et les objets sont sélectionnés lorsque le rayon laser entre en contact avec eux. Le ou les objets sélectionné(s) se retrouve(nt) alors attaché(s) au bout du rayon pour la manipulation »,
 - la sélection par projecteur : basée sur une technique proposée par Liang et Green [1993], similaire à celle du lancer de rayon mais cette fois, avec un rayon de forme conique avec pour avantage de pouvoir sélectionner les objets petits et lointains,
 - la sélection par ouverture : basée sur une technique de Forsberg et de ses équipes [1996] similaire à celle par projecteur mais donnant la possibilité aux utilisateurs de varier l'ouverture du cône selon leurs besoins [soit en bougeant la main, soit en bougeant la tête],
 - la sélection par extension de la main : imaginant par Poupyrev et ses équipes [1996] qui utilisent une main virtuelle dans l'espace virtuel ;
- la sélection dirigée : lorsque « l'utilisateur indique dans quelle direction se situe l'objet qu'il souhaite manipuler. Il peut le faire en le pointant du doigt, en le fixant du regard, en utilisant conjointement ses deux mains, en précisant à quelle position il se trouve ou encore en donnant une position relative par rapport à un autre » ;
- la sélection par commande vocale : lorsque « l'utilisateur emploie un mécanisme de reconnaissance vocale pour désigner et sélectionner explicitement un objet » ;
- la sélection dans une liste de choix : lorsque l'utilisateur désigne « un ou plusieurs objets parmi un ensemble de choix possibles, regroupés au sein d'une liste » sous forme de menus.

Manipulation

La manipulation est la tâche qui permet à l'utilisateur « d'être capable de changer les propriétés de l'environnement virtuel [...] [Il s'agit d'] un processus complexe qui consiste à modifier les propriétés d'un objet [position, orientation, couleur, échelle, texture...] ou d'un ensemble d'objets appartenant à l'univers virtuel » [Ouramdane et al., 2009].

Selon Sternberger [2006], la manipulation consiste « à positionner et à orienter un objet sélectionné dans l'espace ». Selon lui, la sélection et la manipulation sont souvent liées dans la pratique sans que l'utilisateur ait explicitement besoin de passer de l'une à l'autre. Il classe la manipulation en 5 groupes de métaphores :

- la manipulation locale : opération se comportant comme si le centre de manipulation était celui de l'objet tenu en main ;
- la manipulation distante : lorsque le centre de manipulation n'est pas celui de l'objet manipulé ;
- la manipulation bi-manuelle : lorsque l'utilisateur utilise conjointement les 2 mains pour manipuler un objet virtuel ;

- la manipulation contrainte : lorsque le nombre de degrés de liberté associé à un objet virtuel est restreint de manière à faciliter sa manipulation ;
- la manipulation hybride : opération combinant plusieurs modalités d'interaction (voix, mains...) pour augmenter les possibilités d'interaction avec un environnement virtuel.

Dans ses travaux, Mine (1995) identifie 3 facteurs nécessitant d'être spécifiés lors de la manipulation d'un objet : son changement de position, son changement d'orientation et son centre de rotation.

Contrôle d'application

Ouramdane et ses collègues (2009) définissent le contrôle d'application comme « *une tâche qui permet d'exécuter une commande dans le but de changer le mode d'interaction et/ou l'état du système (...) regroupant les techniques de manipulation indirecte sur l'application, sur l'environnement et/ou sur les données* ».

En réalité virtuelle, les métaphores des menus constituent un des exemples le plus connu de contrôleur d'application. Dans sa thèse en sciences informatiques, Sternberger (2006) présente 3 types de menus :

- les menus circulaires : menus proposés par Liang et Green (1993) qui représentent la liste des choix sous forme d'un cercle et qui sont destinés à une utilisation à l'aide de périphériques 3D tenus en main (gants de données, souris 3D...) ;
- les menus *Command and Control Cube* : menus tridimensionnels imaginés par Grosjean et Coquillart (2001) proposant de disposer les éléments du menu à équidistance d'un point central pour en accélérer la sélection ;
- le menu *Tulip* : un menu déroulant proposé par Bowman et Wingrave (2001) qui s'affiche dans le creux de la paume de l'utilisateur et sur le bout de ses doigts.

R	É	A	L	I	T	É													
V	I	R	T	U	E	L	L	E						E	T				
A	P	P	R	E	N	T	I	S	S	A	G	E							

2

La technologie s'invite aujourd'hui dans le monde de l'enseignement avec des appareils numériques comme les tablettes ou les tableaux blancs interactifs. Pour l'enseignement, qui recherche en permanence à faire évoluer ses méthodes éducatives, elle est un outil pour faciliter l'apprentissage des élèves. Elle fut d'abord utilisée pour amener la connaissance à un plus grand nombre d'apprenants, atteindre une plus grande audience [par exemple, dans un amphithéâtre avec un système de projection sur écran du support de cours]. La technologie était aussi présentée pour avoir l'avantage de rendre plus accessible le sujet de cours, lui permettant d'être clarifié, voire plus vivant, explicatif [par exemple avec le visionnage de scènes documentaires sur un cours d'histoire, etc.], qu'avec les seules compétences de l'enseignant (Heilig, 1962). Aujourd'hui, avec la réalité virtuelle, la technologie a réussi à recréer en 3D des espèces disparues comme les dinosaures et à donner l'illusion à l'utilisateur de les voir vivants devant lui.

Même si la technologie de la RV n'a pas encore rejoint les bancs de l'enseignement général, elle a fait tout de même l'objet d'études scientifiques. En effet, nombreux ont été les chercheurs à percevoir dans cette technologie des bénéfices (Bell & Fogler, 1995 ; Dede, Salzman- & Loftin, 1996 ; Burkhardt, 2003 ; Roussou, 2009 ; Huang, Rauch & Liaw, 2010 ; Yilmaz, Topu, Goktas & Coban, 2013) pour l'éducation. Ils trouvent également dans la RV un moyen d'apporter une nouvelle méthode d'enseignement (Bell & Fogler, 1995 ; Roussou, 2009).

Nous allons présenter dans cette deuxième partie d'état de l'art les résultats issus des recherches investiguant les apports de la RV pour l'éducation. Dans un premier temps, nous aborderons les effets de l'immersion, de la présence, de la motivation et de l'immersion, de l'interaction et de l'imagination ensemble sur les apprentissages lors de l'utilisation de système de RV. Dans un second temps, nous montrerons les apports constatés de la RV dans le cadre des apprentissages de concepts abstraits, ses atouts par rapport aux méthodes d'enseignement traditionnels en fonction de types d'apprentissage et de profils de personnalité cognitives d'élèves. Nous verrons aussi ses avantages sur l'engagement pour les apprentissages, ceux sur les perspectives multiples, l'apprentissage situé et le transfert de connaissance, avant de finir avec une liste des autres avantages de la RV pour les apprentissages. Enfin, nous aborderons les recommandations de chercheurs pour un usage de la RV en classe dans le domaine de l'éducation et la proposition de chercheurs d'utiliser un autre type de RV, la réalité virtuelle de bureau, comme solution aux problèmes de coût économique des systèmes de RV.

IMMERSION ET APPRENTISSAGE

L'immersion, bien présente dans la recherche concernant la RV seule, a été aussi investiguée dans le domaine de l'éducation pour étudier les effets de la RV. Voyons dès à présent les résultats des chercheurs.

Schmoll et ses collègues⁶⁹ ont réalisé une expérience sur l'apprentissage d'une langue étrangère en immersion dans un environnement virtuel [2013]⁷⁰. Ils ont défini la RV comme permettant de rendre l'utilisateur acteur du monde virtuel dans lequel il est immergé. Pour eux, cette « immersion corporelle » est un catalyseur de l'acte d'apprentissage.

Ils ont ainsi décidé de mettre en place une activité d'apprentissage pour expérimenter leur hypothèse [amélioration de l'apprentissage par l'immersion en environnement virtuel] et se sont intéressés au vocabulaire spatial intégré dans des actes de langage (consignes pour se repérer dans l'espace) contextualisés et associés à une activité sensorimotrice. Ainsi pour eux l'apprenant est amené non pas à simplement entendre et répéter du vocabulaire comme dans des jeux sérieux classiques pour le langage, mais à comprendre des énoncés et à agir en conséquence. Ils ont recruté des lycéens de 15 à 16 ans qui n'avaient aucune expérience particulière des environnements immersifs et ont utilisé un visiocasque (Sony HMZ-T1) permettant une vision stéréoscopique et un système de capture du mouvement (l'Optitrack V120 : Duo) pour suivre la position de la tête de l'utilisateur ainsi que le périphérique d'interaction dont il dispose (une manette de jeu Wiimote munie d'un capteur 6 degrés de liberté).

Ils ont évalué dans un premier temps les compétences lexicales des élèves en allemand avec une tâche de positionnement d'objets sur une image d'un espace de vente, par exemple « Pose la lampe verte sur l'étagère du haut à gauche ». Après 2 semaines, les élèves ont été placés en immersion virtuelle et recevaient des consignes en allemand afin de réaliser l'aménagement d'un espace de vente à l'aide d'une Wiimote. Les élèves ont été pour cette condition divisés en 2 groupes, un où le niveau d'interaction était faible (avec un environnement statique et avec des actions réalisées à l'aide du pavé directionnel du périphérique), et un où le niveau d'interaction était fort (avec un dispositif de capture de mouvement plus avancé). Dans la dernière phase, 2 semaines après la deuxième d'immersion, les élèves devaient répondre à nouveau à un questionnaire similaire à celui de la première phase afin d'évaluer les compétences acquises.

D'après leurs résultats, la mémorisation de langage spatial serait meilleure lorsqu'un apprentissage se fait avec un environnement virtuel immersif mais seulement à court terme. En effet, Schmoll et ses collègues ne constatent ni résultats significatifs, ni tendance pour la mémorisation à long terme avec la comparaison entre le taux de réussite au premier test et au dernier 4 semaines après. Or ils ont observé des difficultés liées à l'utilisation de la capture de mouvement, ce qui d'après eux aurait pu atténuer les effets de l'interaction gestuelle et corporelle sur l'apprentissage en surchargeant cognitivement les apprenants. Schmoll et ses collaborateurs proposent pour pallier ce biais d'intégrer dans le scénario de l'univers virtuel une première phase pour manipuler les moyens technologiques et l'ensemble des interactions corporelles basiques à maîtriser comme la navigation, la sélection, la manipulation et le contrôle des applications.

69. Laurence Schmoll, professeure de FLE (Français Langue Étrangère) à la faculté de lettres de l'Université de Strasbourg, a soutenu une thèse sur la conception de scénarios pour des jeux vidéo pour l'enseignement des langues, Manuel Veit, expert en science de l'informatique et en ingénierie des logiciels, Mickaël Roy (cf. p. 35) et Antonio Capobianco, expert en science de l'informatique notamment en interaction Homme-machine.

70. Schmoll L., Veit M., Roy M. & Capobianco A. [2013], « *Serious game* et apprentissage en réalité virtuelle : résultats d'une étude préliminaire sur la mémorisation en langue étrangère », *Synergie Pays germanophones*, 7.

Ainsi l'immersion favorise l'apprentissage en EV avec un effet sur la mémorisation à court terme (Schmoll *et al.*, 2013). Huang et son équipe (2010) soumettent quant à eux l'idée que le niveau et la profondeur de l'immersion devraient influencer la mémorisation à long terme des connaissances acquises dans un environnement d'apprentissage en RV. Pour Slater et ses collègues (1996), en fonction des conditions à réaliser, augmenter l'immersion devrait favoriser la performance car une plus grande qualité et quantité d'informations sont accessibles.

Si l'immersion présente des effets sur la mémorisation, elle n'est pas le seul bénéfice que peut apporter la RV pour l'apprentissage. La présence sociale elle aussi a fait l'objet d'études sur son influence dans les apprentissages en RV.

PRÉSENCE ET APPRENTISSAGE

PRÉSENCE ET PERFORMANCE À LA TÂCHE

Sas et ses collègues⁷¹ ont réalisé une étude (2004)⁷² sur le lien entre le niveau de présence ressenti et la performance à une tâche. Ils rejoignent l'approche définissant la présence comme un état mental de l'individu et la définissent comme un phénomène psychologique par lequel les processus cognitifs vont être orientés en direction d'un autre monde, qu'il soit imaginaire ou médiatisé, à tel point que l'individu expérimentera l'état mental d'être à cet endroit (*Being there*). Ils ont fait tester à 30 étudiants et leur ont fait réaliser après une phase d'habituation une tâche d'exploration dans un EV. Les auteurs ont évalué la performance à la tâche par 2 mesures quantitatives : une sur le temps des participants pour compléter la tâche de recherche afin de mesurer l'efficacité (« la capacité d'un individu ou d'un système de travail à obtenir de bonnes performances dans un type de tâche donné »)⁷³ et une autre sur les collisions que les participants ont eues durant la navigation afin d'évaluer leur efficacité.

Avec les résultats de leurs analyses sur le lien entre la présence et la performance à la tâche, les auteurs ont trouvé que les individus qui avaient obtenu des temps courts pour réaliser la tâche étaient aussi ceux qui avaient exprimé le moins de sentiment de présence. Un autre résultat des analyses de Sas et ses collaborateurs est que les participants qui ont eu le plus de collisions dans l'environnement de RV ont aussi été ceux qui ont ressenti le plus de présence. Les auteurs expliquent d'après ce résultat que plus l'utilisateur agit dans l'environnement en termes de déplacements, de navigation et même de heurts avec les objets, plus il se sentira présent.

Dans son étude de 2014, les résultats de Roy concernant l'apprentissage montrent qu'il existe un léger lien entre la présence et la réussite des participants aux tests directement après l'expérience d'immersion dans l'environnement virtuel ainsi que 2 semaines plus tard. Aussi, il observe que le niveau en langue étrangère avant l'immersion dans l'environnement virtuel influence, très légèrement, le sentiment de présence. Roy tient à préciser que le score des participants au questionnaire de présence n'a révélé dans leur étude qu'un faible sentiment de présence. Pour lui, il serait nécessaire d'étudier l'influence de la présence par rapport à la réalisation d'une activité langagière avec un dispositif créant un sentiment de présence plus

71. Corina Sas, chercheuse en science de l'informatique, en interaction Homme-machine et en psychologie, Gregory O'Hare, chercheur en science de l'informatique et en intelligence artificielle, et Ronan Gabriel Reilly, chercheur en science de cognitive et en interaction Homme-machine.

72. Sas C., O'Hare G. M. & Reilly R. (2004), Presence and task performance: an approach in the light of cognitive style, *Cognition, Technology & Work*, 6(1), p. 53-56.

73. Efficience [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/efficience/27930>.

fort. Il souligne également en conclusion l'importance de l'expérience de l'utilisateur et qu'il est essentiel dans les études mêlant RV et apprentissage d'avoir une approche centrée utilisateur, c'est-à-dire de prendre en compte les facteurs engendrés par l'individu plus que les facteurs des dispositifs par exemple. Pour lui, il est nécessaire de prendre en compte l'expérience antérieure de l'individu ainsi que ses attentes, car ces caractéristiques créent une prédisposition à la présence, et influenceraient donc le degré de présence perçu dans un environnement virtuel.

Ainsi les effets de la présence sur les apprentissages dans la recherche divergent. Pour certains [Sas *et al.*, 2004], la présence amène à une moins bonne performance dans la réalisation de tâche en EV. En effet, un individu plus présent dans l'environnement de RV aura plus de chance de faire des erreurs, avec par exemple plus de collisions sur des objets, que d'atteindre l'objectif fixé rapidement, efficacement. Pour d'autres [Roy, M., 2014], il y a bien un lien entre la présence et la réussite à des tests évaluant l'apprentissage avec un environnement de RV.

Nous allons maintenant voir d'autres résultats sur une sous-classe de la présence, la présence sociale, qui se rejoignent quant à eux pour décrire la RV comme un atout pour les apprentissages.

PRÉSENCE SOCIALE, INTERACTION AVEC AUTRUI

Heeter dans ses 2 études [1992, 1995] sur les usages de consommateurs en RV avait démontré la volonté des personnes qu'elle avait interrogées d'avoir une interaction avec d'autres individus au sein des environnements de RV. Elle décrivait cette volonté comme un besoin de l'être humain de partager ses expériences, car ce que nous désirons en premier lieu est la connexion avec d'autres personnes. Pour elle, placer plus d'une personne dans un environnement virtuel serait ainsi un moyen facile d'induire un sentiment de présence, indépendamment des autres fonctionnalités du monde virtuel.

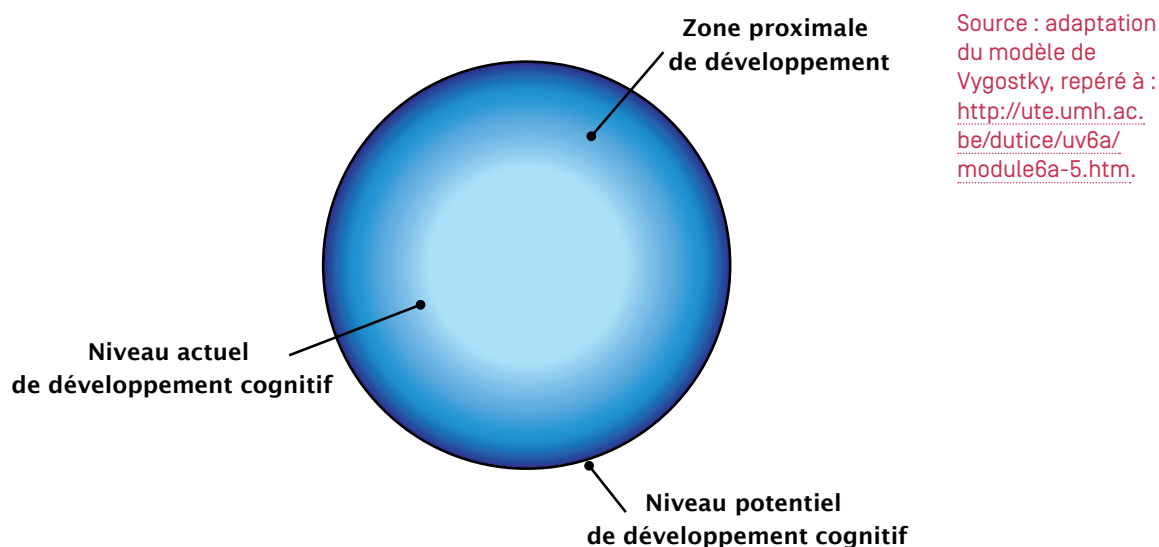
La présence sociale été distinguée dans les propos de chercheurs de la notion générale de présence en décrivant les liens existants entre les facteurs de la RV et l'apprentissage. Par exemple, Huang et ses collègues [2010], qui s'inscrivent dans une approche constructiviste, adoptent le point de vue que l'interaction avec une autre personne est appropriée pour les processus d'apprentissage. Pour eux, il faut laisser plus de liberté à l'apprenant et coordonner leurs processus d'apprentissage avec d'autres apprenants. Ils rajoutent que sans présence sociale, les utilisateurs ne pourront pas se sentir comme appartenant à un environnement et que cela entraînera une diminution dans leur partage avec d'autres utilisateurs. Les données qualitatives recueillies dans leur étude révélaient également que le sentiment de présence favorise l'étroite collaboration entre les participants. Ainsi, un apprenant dans un contexte de RV pourrait enrichir son expérience avec celle d'autrui.

Dede et son équipe [1996]⁷⁴ expliquent également que l'apprentissage collaboratif est possible avec un environnement virtuel en faisant tourner les rôles aux élèves travaillant ensemble : le rôle du guide de l'interaction, de l'enregistreur/re-transcripteur de l'interaction et le rôle de sujet de l'expérience de RV. Pour eux, utiliser cette collaboration en multipliant le nombre d'apprenants à proximité dans un environnement synthétique partagé pourrait aussi augmenter les résultats d'apprentissage. Ils rajoutent que la collaboration entre "avatars" d'utilisateurs rend possible un large éventail de stratégies pédagogiques (par exemple, l'enseignement par paire, le tutorat, etc.) et peut faire des environnements de RV un objet plus intrigant pour les élèves qui sont plus motivés à apprendre quand le contenu intellectuel est contextualisé dans un cadre social.

74. Dede C., Salzman M. C. & Loftin R. B. [1996], "ScienceSpace: Virtual realities for learning complex and abstract scientific concepts", *Virtual Reality Annual International Symposium, 1996, Proceedings of the IEEE 1996*, IEEE, p. 246-252.

Lok et ses collaborateurs⁷⁵ ont réalisé un article regroupant 3 études sur l'apprentissage de compétences de communication en médecine [2006]⁷⁶. Pour eux, l'apport de la RV doit être imprégné de contenus authentiques (approchant le réel), être intéressant et présenter un défi pour l'apprenant. Avoir de l'authenticité est important d'après Lok et son équipe pour rencontrer des situations similaires à celles du monde réel qui vont être intéressantes et vont parler aux apprenants. Si les problèmes sont intéressants, ils vont en retour engager l'apprenant en lui donnant un but significatif à accomplir, une mission à effectuer. L'apprentissage pour les auteurs est porté par ce contexte d'accomplissement d'une mission. Ils rajoutent qu'il est nécessaire aussi que les contenus d'apprentissage mettent au défi les étudiants. Les auteurs expliquent qu'il faut atteindre avec ces contenus le haut de la zone proximale de développement (ZPD) de l'apprenant. Cette zone est définie par les auteurs comme la distance entre le niveau actuel de développement, qui renvoie à la capacité à résoudre des problèmes seul, et le niveau de développement potentiel, déterminé à travers la résolution de problème accompagné d'un adulte ou de la collaboration d'un pair plus compétent [cf. Document 16].

Document 16. Illustration de la zone proximale de développement pour les apprentissages



Au centre en bleu clair, les connaissances actuelles de l'apprenant. Autour du cercle central, en bleu, l'étendue des connaissances et savoir que l'apprenant peut atteindre avec de l'aide. En dehors de ces 2 cercles, se trouve ce que l'apprenant ne peut pas atteindre même avec l'aide d'une personne plus experte [S].

Si les instructions, les objectifs sont trop simples pour l'apprenant, celui-ci va perdre de l'intérêt. Dans le cas inverse, avec des objectifs trop durs à atteindre, l'apprenant va être frustré [cf. expérience optimale du *flow*, Csikszentmihályi, 1998]. Pour Lok et ses collègues, le but du contenu est de se placer dans la ZPD où les apprentissages se déroulent à l'aide du soutien d'un adulte ou d'un pair plus avancé. L'étudiant va toujours agir comme agent de son activité d'apprentissage mais la connaissance va émerger par l'interaction sociale entre lui et la personne plus compétente. Cette autre personne va permettre la construction de la connaissance à un niveau inatteignable pour l'étudiant seul. La connaissance n'est pas transmise d'un expert à un apprenant passif, elle est un processus d'intégration où le savoir est construit activement dans la zone proximale de développement d'après les auteurs. Pour eux, il est également important que les connaissances qu'obtiennent les apprenants soient partagées. Cela va leur offrir la possibilité de recevoir des *feedbacks*, qui vont en retour favoriser la construction, l'intégration des connaissances, la pensée de haut niveau, et des

75. Benjamin Lok, Richard E. Ferdig, Andrew Raij, Kyle Johnsen, Robert Dickerson, Jade Coutts, Amy Stevens, D. Scott Lind : chercheurs et spécialistes répartis dans les domaines du médical, de l'éducation, de l'informatique et des interactions Homme-machine.

76. Lok B., Ferdig R. E., Raij A., Johnsen K., Dickerson R., Coutts J. & Lind D. S. [2006], "Applying virtual reality in medical communication education: current findings and potential teaching and learning benefits of immersive virtual patients", *Virtual Reality*, 10[3-4], p. 185-195.

comportements d'autorégulation. Pour toutes ces raisons, Lok et ses collègues soulignent qu'il est nécessaire que la RV offre des opportunités de participation active, de collaboration et d'interaction sociale.

Ils se sont interrogés sur la question de la qualité de l'interaction avec un avatar virtuel par rapport à l'interaction avec un autre être humain et sur les similitudes et les différences entre ces 2 types d'interaction. Ils ont réalisé une clinique interactive virtuelle avec un patient virtuel souffrant de douleur abdominale et ont mené 3 études différentes. Le participant prenait la place du médecin/docteur et devait interroger oralement le patient virtuel sur l'origine de ses maux et obtenir des informations sur la situation du patient (historique familial, localisation de la douleur, suivi de traitement, etc.). Le participant devait ensuite déterminer les actions adaptées à réaliser pour ce patient, comme le garder en observation ou le faire opérer dans les plus brefs délais.

Étude 1 : les auteurs voulaient s'assurer dans cette étude pilote que le patient virtuel serait considéré comme assez réel pour ensuite permettre des études comparatives avec un personnage de patient réel. Ils ont testé leur application avec des étudiants de médecine en 2^e année.

Leurs résultats ont montré que les participants ont perçu l'environnement comme authentique et que le patient virtuel avait la gestuelle similaire à un vrai patient. Les étudiants étaient d'accord pour dire que ce scénario virtuel ferait un bon outil d'entraînement pour leurs compétences cliniques. Enfin, les étudiants ont apprécié le fait que l'application soit de taille réelle mais ont exprimé leur intérêt pour une plus grande qualité de reconnaissance du langage. Les auteurs concluent que la RV permettrait, en simulant des situations d'interactions sociales, d'enseigner des compétences nécessaires pour des interactions avec des patients réels.

Étude 2 : le but pour Lok et son équipe était de déterminer si le type de voix utilisée, synthétique ou humaine, dans une application de RV avait un impact sur l'utilisation du système. L'intérêt pour eux était de savoir si la voix synthétique de leur application n'empêchait pas l'expérience avec le patient virtuel, et s'ils pouvaient ainsi garder l'avantage de la flexibilité de la voix synthétique. Les participants dans cette étude étaient des étudiants de 2^e et 3^e année de médecine qui avaient déjà eu plusieurs expériences avec des patients. Ils ont été répartis en deux groupes, l'un pour la condition système avec voix humaine, l'autre pour la condition système avec voix synthétique. Là aussi, les participants devaient diagnostiquer la maladie du patient et proposer une réponse adéquate.

Les auteurs ont observé des différences au niveau de la conversation et du niveau d'expressivité (mais leurs résultats n'étaient pas significatifs pour la performance). Ils concluent que pour des apprentissages de compétences de communication de bas niveau, il n'y a que peu de différences entre les 2 types de voix dans l'EV. Pour un but comme le leur dans cette étude, c'est-à-dire d'enseigner à un étudiant les bonnes questions à poser, la voix synthétique reste un moyen convaincant, avec un minimum de pertes pour les objectifs éducatifs.

Étude 3 : dans leur dernière étude, les auteurs ont voulu observer les différences entre l'interaction avec un patient virtuel dans leur application et celle avec un patient réel. Les participants étaient des étudiants de médecine en 2^e année et des étudiants assistants médecins.

Les résultats montrent que le patient virtuel n'est pas aussi expressif qu'un vrai patient. Ce manque d'expressivité entraîne des différences dans le dialogue et dans les rapports avec le patient virtuel par rapport au patient réel. D'après l'analyse des données, les auteurs expliquent que malgré ces différences dans l'expression du patient virtuel, les participants ont trouvé l'interaction similaire à une réelle interaction sur de nombreuses importantes mesures

éducatives. Ils ont tiré les mêmes informations et ont eu des performances de réussite à la tâche de diagnostic globalement égales avec les 2 types de patients.

Ces 3 études ont investigué l'importance de fonctionnalités d'interaction dans l'apprentissage sous environnement de RV. Les étudiants s'accordent sur le fait que cette technologie a une valeur éducative égale à un enseignement traditionnel, alors même que les auteurs ont observé quelques défauts au niveau de l'authenticité de leur application dans les études. Les résultats des participants révèlent que leurs performances sont semblables entre l'interaction avec un personnage virtuel et l'interaction avec un personnage réel ou plus proche du réel.

La présence sociale a ainsi son importance dans un environnement de RV (Heeter, 1992, 1995), et ce d'autant plus dans ceux à buts éducatifs (Huang *et al.*, 2010 ; Yilmaz *et al.*, 2013). La RV présente l'avantage de pouvoir reproduire assez fidèlement des situations de dialogues réels pour permettre d'apprendre des compétences d'interactions sociales avec un personnage virtuel (Lok *et al.*, 2006). Cependant, pour un apprentissage de compétences de communications plus complexes, l'ordinateur ne peut pas satisfaire la même présence qu'un être humain. Il apparaît alors nécessaire pour ce type d'apprentissage que l'application puisse accueillir plusieurs personnes et que l'environnement virtuel permette une communication (Schmoll *et al.*, 2013). Enfin, la présence sociale en RV permet de faciliter le questionnement des élèves par rapport à une présentation classique en classe : il a été montré que les élèves posaient plus de questions avec un environnement de RV immersif 3D qu'avec une présentation 2D en cours à l'aide d'un *PowerPoint* (Limniou *et al.*, 2013).

Nous allons voir à présent le lien entre la RV et la motivation pour les apprentissages.

RV : UN OUTIL POUR MOTIVER À APPRENDRE

La motivation pour les apprentissages fait elle aussi partie des grands avantages induit par de la RV pour l'éducation. En effet, la RV a une étiquette de nouvelle technologie qui incite à penser, dans notre société technophile, à un effet d'engagement (Bell, J. T., & Fogler, H. S., 1995 ; Burkhardt, J. M., 2003), de motivation pour toute activité qui serait réalisée avec elle.

Huang⁷⁷ et ses collègues (2010)⁷⁸ se sont intéressés aux liens entre l'immersion et la motivation, l'interaction et la motivation, l'imagination et la motivation dans des environnements d'apprentissage en réalité virtuelle, ou VRLE (*Virtual Reality Learning Environnement*). Les auteurs ont mené une première étude portant sur les effets de l'immersion, de l'interaction et de l'imagination sur la motivation et sur la résolution de problèmes en environnement virtuel. Pour Huang et son équipe, les VRLE permettent aux apprenants d'observer une situation simulée et les aide à apprendre et résoudre des problèmes de la bonne façon par son environnement interactif et immersif. Ils posent deux hypothèses pour cette première étude. Pour eux, accroître l'immersion, l'interaction, l'imagination d'un environnement de RV, augmente la motivation de l'apprenant dans cet environnement. Cette augmentation améliore la capacité de résolution de problèmes à l'intérieur de l'environnement.

77. Hsiu-Mei Huang, chercheur en science de l'éducation, spécialisé dans les technologies éducatives, Shu-Sheng Liaw, chercheur également en science de l'éducation, spécialisé en science informatique et Ulrich Rauch.

78. Huang H. M., Rauch U. & Liaw S. S. (2010), "Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach", *Computers & Education*, 55(3), p. 1171-1182.

Ils ont mis à disposition de 190 étudiants d'université une application de RV en ligne pour l'apprentissage, puis leur ont soumis un questionnaire pour évaluer leur attitude vis-à-vis de l'environnement de réalité virtuelle d'apprentissage. Leurs résultats ont révélé pour leur première hypothèse que les 3 facteurs (immersion, interaction, imagination) influencent la motivation, avec une contribution plus forte pour l'immersion que pour les 2 autres facteurs. Pour leur deuxième hypothèse, les résultats ont montré que les trois facteurs influencent aussi la résolution de problèmes, avec un plus puissant effet de l'immersion.

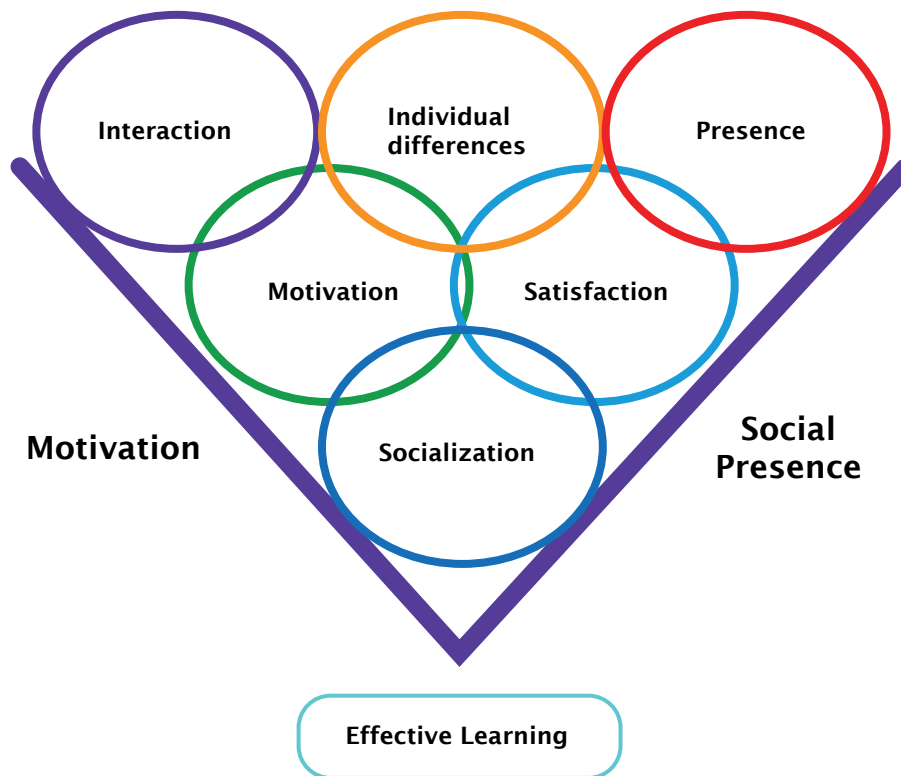
Citant les travaux de Moore (1989)⁷⁹, ils décrivent les apports des VRLE par rapport à 3 types d'interaction essentiels aux environnements d'apprentissage virtuels : apprenant-instituteur, apprenant-apprenant et apprenant-contenu. D'après Huang et ses collègues, l'interaction apprenant-instituteur est hautement désirée par beaucoup d'apprenants. Un VRLE peut répondre à cette demande des apprenants à l'aide d'un avatar instructif qui pourra déclencher la motivation de l'apprenant et lui donner par des interactions les *feedbacks* et le soutien qui lui sont nécessaires. Pour ce qui est de l'interaction apprenant-contenu, un VRLE amène les apprenants à interagir plus rapidement et de façon plus réaliste avec le contenu éducatif. Pour le troisième type d'interaction, apprenant-apprenant, il s'agit d'échanges d'informations, d'idées et d'interactions entre apprenants. Là aussi, un VRLE peut remplir cette interaction en proposant un espace collaboratif à plusieurs apprenants et en les représentant avec des avatars.

Pour les auteurs, il existe 3 éléments essentiels pour motiver l'apprentissage des étudiants à l'aide d'applications de RV : l'intuitivité de l'interaction, le sentiment d'imagination physique et le sentiment d'immersion. Ils expliquent que le but visé par les applications devrait être de simuler la réalité aussi fidèlement que possible et qu'il est nécessaire que la perception d'engagement et la perception d'être dans un monde réel de l'utilisateur soient elles aussi les plus naturelles possibles.

Rabia M. Yilmaz et son équipe⁸⁰ se sont intéressés au lien entre la motivation et la présence sociale dans un monde virtuel en 3D (2013). Pour eux, l'environnement a rapidement changé depuis quelques années avec l'arrivée de nouveaux environnements d'apprentissage facilitant le partage et l'accès à l'information. L'un de ces nouveaux environnements se trouve être les mondes virtuels 3D (environnements virtuels). Yilmaz et ses collègues considèrent ces mondes comme simulant le monde réel, où les individus peuvent participer à des activités comme ils le feraient dans la réalité, mais sans limitations physiques. Pour des buts éducatifs, ils décrivent que les environnements virtuels 3D rendent l'information plus facilement accessible et qu'ils accroissent la motivation des utilisateurs en les engageant activement dans un processus d'apprentissage. Les auteurs supposent qu'augmenter la motivation des participants devrait améliorer l'apprentissage. Ils font la comparaison avec des EV d'apprentissage type *e-learning* (apprentissage en ligne, *via* ordinateurs sur internet). En effet, les 2 permettent un accès plus facile à l'information et donnent de la motivation aux utilisateurs en les intégrant dans le processus d'apprentissage. Cependant, ils rajoutent que les EV 3D ont une spécificité supplémentaire, leur haut degré de présence, en encourageant les interactions avec les autres utilisateurs et l'environnement. Ils résument leur point de vue avec le schéma suivant (*cf.* Document 17).

79. Moore M. (1989), "Three types of interaction", *The American Journal of Distance Education*.

80. Rabia M. Yilmaz, chercheuse en méthodes d'enseignement et sur les technologies éducatives, F. Burcu Topu, chercheuse en interaction Homme-machine et en éducation, Yuksel Goktas, chercheur en science de l'éducation et en méthodes d'enseignement, et Murat Coban, chercheur en science de l'informatique.



Pour leur étude, ils ont réuni des étudiants en école d'enseignement et ont utilisé un design de protocole avec des méthodes quantitatives et qualitatives. Les données quantitatives ont servi à évaluer les niveaux de présence sociale et de motivation. Les données qualitatives leur ont permis d'interpréter leurs résultats quantitatifs au regard des facteurs affectant la présence sociale et la motivation. Leurs participants avaient tous déjà eu une expérience antérieure d'environnement virtuel. Les chercheurs leur ont fait prendre à la fois le rôle de designer d'environnement virtuel et le rôle d'apprenant sur plusieurs semaines.

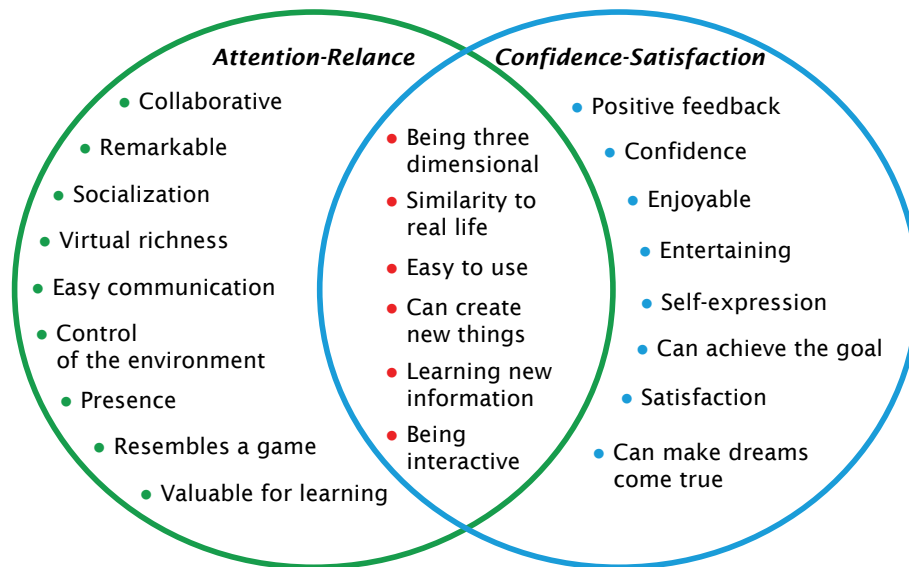
Leurs participants ont trouvé que l'environnement virtuel était un outil précieux pour l'apprentissage et ce fait s'est confirmé par leur habileté à apprendre de nouvelles informations facilement d'après l'analyse des auteurs. Acquérir de nouvelles connaissances a aidé les participants à prendre du plaisir dans l'environnement. Or les auteurs ont décrit que les deux facteurs qui ont le plus influencé la motivation dans l'environnement 3D étaient que l'environnement possédait différentes fonctionnalités et le sentiment des participants d'être heureux. Les auteurs ont ajouté que la confiance en soi augmentait également la motivation et que, dans leur étude, les *feedbacks* positifs augmentaient la confiance en soi (donc, par extension, la motivation). Ce résultat souligne l'importance pour la motivation des retours aux actions des utilisateurs en plus de leur seule satisfaction. Les auteurs, pour souligner ce résultat, citent Schunk (2009)⁸¹ qui expliquait que les *feedbacks* positifs des autres individus amènent nécessairement à la motivation pour continuer d'apprendre.

Enfin, par les résultats de leur étude, ils ont schématisé l'ensemble des éléments de la RV influençant la motivation [cf. Document 18].

81. Schunk D. H. (2009), *Learning theories: An educational perspective* (M. Sahin trans, 5th ed.), Ankara: Nobel Publishing.

Document 18. Schématisation de l'ensemble des facteurs affectant la motivation dans un environnement virtuel 3D selon les données des analyses qualitatives

Source : Yilmaz *et al.*, 2013.



Nous pouvons notamment retenir les points suivants de leur liste comme facteurs qui favorisent le plus la motivation :

- les fonctionnalités de l'environnement ;
- le sentiment d'être heureux, la satisfaction ;
- la conscience des utilisateurs d'apprendre des informations ;
- l'accroissement de la confiance des utilisateurs ;
- et leur sentiment de satisfaction par les *feedbacks* positifs dans l'environnement.

Pour résumer, la RV dans l'éducation est un support favorisant la motivation des apprenants. Les recherches ont montré que cet effet de motivation des applications de RV peut être induit par 3 éléments : l'intuitivité de l'interaction, le sentiment d'imagination physique et le sentiment d'immersion (Huang, Rauch & Liaw, 2010). Il existe d'autres facteurs capables d'influencer la motivation dans les environnements virtuels pour les apprentissages, comme la confiance en soi. Or, la confiance en soi dans un environnement virtuel peut être augmentée grâce à des *feedbacks* positifs de l'application (Yilmaz, Topu, Goktas & Coban, 2013) ou d'autres individus (Schunk, 2009). Ainsi, en plus de ces autres avantages sur les apprentissages, la RV est en mesure d'amener des bénéfices au niveau de l'attitude des apprenants.

FAVORISER LES APPRENTISSAGES COLLECTIFS

Huang et son équipe [2010] ont mené une deuxième étude qui porte, quant à elle, sur les effets de l'immersion, de l'interaction et de l'imagination sur l'apprentissage collectif.

Leur application d'environnement d'apprentissage en réalité virtuelle propose dans cette étude 2 modes d'apprentissage. Le premier est un mode d'auto-apprentissage où l'apprenant est seul et doit interagir avec des organes en 3D et lire des pages web de cours. Dans le deuxième mode, l'apprentissage est collaboratif. Il permet à plusieurs apprenants d'interagir, de pratiquer et de discuter ensemble. Les auteurs se sont intéressés au même facteur de l'EV que dans leur première étude, l'immersion, l'interaction et l'imagination, afin de déterminer l'attitude et les intentions des apprenants envers leur application. Ils avaient à nouveaux 2 hypothèses. La première est que les 3 facteurs immersion, interaction et imagination ont un impact positif sur l'apprentissage collaboratif. La deuxième hypothèse des auteurs est qu'il existe une corrélation positive entre l'apprentissage collaboratif et l'intention comportementale, l'attitude future des étudiants envers l'application.

Les participants pour cette deuxième étude étaient des étudiants en médecine, pharmacologie, en médecine chinoise et en cardiologie. Tous les étudiants avaient déjà au moins suivi un cours médical informatique. Les résultats montrent pour la première hypothèse que les 3 facteurs [immersion, interaction, imagination] étaient tous prédicteurs de l'apprentissage collaboratif, avec l'imagination comme facteur prédominant. Enfin, pour la deuxième hypothèse, les résultats montraient que l'apprentissage collaboratif influence l'intention d'utiliser le système de RV pour l'apprentissage.

Ainsi, la RV par ses capacités d'immersion, d'interaction et sa faculté à générer de l'imagination, favorise l'apprentissage à plusieurs, en collaboration avec d'autres personnes.

STIMULER LES CAPACITÉS IMAGINATIVES

Huang et ses collègues [2010] s'inscrivent dans leurs 2 études sur les VRLE (*Virtual Reality Learning Environment*) dans une approche constructiviste, où l'utilisateur est placé au centre de l'action d'apprentissage. Ce dernier va, pour eux, connecter l'information avec d'anciennes connaissances assimilées pour construire ses nouvelles connaissances. Les individus construisent leur apprentissage de leurs propres expériences. Cette approche explique la connaissance comme dynamique, construite à partir de processus de découvertes. Les auteurs ajoutent dans leur discussion que les VRLE qui requièrent de l'imagination et de l'immersion sont des bons outils pour entraîner les compétences de résolution de problèmes. En effet, ils expliquent que ces environnements amènent les apprenants à conceptualiser les expériences à un niveau abstrait et stimulent les élaborations spontanées et imaginatives. D'après Huang et ses collègues, les environnements d'apprentissage en RV aident aussi à améliorer les compétences des apprenants à analyser des problèmes et des nouveaux concepts. Enfin, les auteurs terminent leur interprétation avec l'idée selon laquelle la visualisation 3D aide à améliorer l'imagination des apprenants en développant leurs capacités à détecter et suivre des indices presque invisibles. On peut supposer que ce dernier point pourrait aussi participer à expliquer la facilité à comprendre des sujets abstraits qu'amènent les environnements de RV. L'apprenant compléterait mentalement les manques dans les représentations virtuelles avec son imagination.

AUTRES INTÉRÊTS DE LA RV POUR L'APPRENTISSAGE

Comme beaucoup d'autres supports de cours, utiliser la RV lors d'un enseignement présente des avantages. D'après Bell et Fogler (1995) ainsi que Burkhardt (2003), l'un des principaux avantages de la réalité virtuelle pour l'éducation est la possibilité offerte aux apprenants de visualiser des situations et des concepts impossibles à voir autrement (par exemple, se retrouver à l'échelle d'une molécule et interagir avec elle) et la capacité de les immerger dans un autre monde que le monde physique durant cette visualisation. Bell et Fogler donnent pour exemple que la RV permettrait à des étudiants de se déplacer à l'intérieur d'un réacteur ainsi que de l'observer fonctionner sous les angles de vues qu'ils désirent alors que des films ou des photos ne pourraient que montrer aux étudiants la géométrie interne du réacteur. Un autre avantage de la RV pour ces auteurs est l'intérêt et l'enthousiasme que provoque cette technologie chez les élèves. Selon Bell et Fogler, ce bénéfice est dû aussi à un effet de nouveauté, de découverte et d'utilisation de matériel informatique (qui intéresse déjà d'ordinaire les étudiants, d'après eux) ainsi qu'aux aspects ludiques et attrayants selon

Burkhardt. Pour les deux auteurs, tout engagement de l'étudiant dans le cours est bon à prendre même si l'effet d'intérêt et d'enthousiasme ne dure qu'un temps.

Nous allons voir dans cette partie les avantages connus de la RV avec l'enseignement et leurs effets sur l'apprentissage. Nous commencerons par présenter les avantages pour les apprentissages abstraits, puis les avantages de la RV en fonction des facteurs individuels des apprenants avec différentes formes d'apprentissage et de différents profils cognitifs d'apprenants. Nous développerons également la capacité de la RV à engager les individus dans l'apprentissage avec le *flow*. Enfin, nous mettrons en avant une liste des autres avantages de la RV que nous avons pu regrouper dans notre lecture.

ATOUT POUR L'APPRENTISSAGE DES CONCEPTS ABSTRAITS ET POUR L'IMAGINATION

Les concepts abstraits concernent des représentations vagues, par exemple la notion d'identité. Tout le monde n'a pas la même perception de ce que représente l'identité, à l'inverse des concepts dits « naturels », qui renvoient à une représentation concrète, par exemple un arbre [Katz & Wright, 2006]⁸². Pour les concepts abstraits, l'être humain est amené à réaliser un jugement.

Les matières comme la physique-chimie ou l'astronomie sont difficiles à apprendre pour la plupart des élèves. Leur compréhension dans ces matières serait réduite car ils auraient des difficultés à se construire des représentations du contenu de ces matières, du fait que celles-ci renvoient à des concepts abstraits [D'Huart, 2001 ; Chen, Yang, Shen & Jeng, 2007]⁸³. En effet, dans ces matières, les apprentissages des élèves doivent se faire à un niveau conceptuel, un niveau de pensée plus abstrait que dans d'autres domaines, par exemple pour l'histoire et la géographie, où l'apprentissage se base essentiellement sur des faits concrets.

Moher et ses collègues⁸⁴ se sont intéressés à l'utilisation de RV pour l'apprentissage de concepts, un apprentissage en profondeur (*deep learning*). En 1999⁸⁵, ils ont amené les élèves de niveau CE2 (3^e année), à comprendre que la Terre est ronde, un concept qui est difficile à appréhender pour les plus jeunes. Pour ces auteurs, ce genre d'apprentissage conceptuel nécessite un point de départ cognitif alternatif, s'appuyant sur d'autres modèles que ceux préexistants. Ils distinguent deux types d'apprentissage (*skill acquisition*), celui de l'acquisition de compétences, qui se réalise par le prolongement de méthodes générales vers des domaines d'expertises spécifiques, et celui des apprentissages profonds (*deep ideas*) qui se fait en passant du spécifique, du cas particulier à l'abstrait, à la généralisation. Ils ont remarqué que de plus en plus de recherches en éducation, notamment dans le domaine des mathématiques et des sciences, révèlent que des programmes scolaires apparemment bien pensés pour l'apprentissage en profondeur, l'apprentissage des concepts, peuvent être sans succès. Pour eux, l'échec de ces programmes vient du fait que l'éducation des sciences se base sur un principe central en apprentissage: les connaissances existantes sont l'outil principal pour comprendre de nouvelles expériences ou de nouveaux discours. Plus en détails, les expériences comme les discours [écrits et oraux] sont comprises en étant analysées ou assimilées à des structures de connaissances déjà existantes. Ils donnent pour exemple la narration d'une partie de baseball. Celle-ci est complètement compréhensible pour quelqu'un

82. Katz J. S. & Wright A. A. [2006], "Same/different abstract-concept learning by pigeons", *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32(1), 80.

83. D'Huart D. M. [2001, April], La réalité virtuelle: un média pour apprendre, *Cinquième colloque hypermédias et apprentissages*, EPI - INRP, p. 331-338.

Chen C. H., Yang J. C., Shen S. & Jeng M. C. [2007], "A desktop virtual reality earth motion system in astronomy education", *Educational Technology & Society*, 10(3), p. 289-304.

84. Thomas Moher et Stellan Ohlsson, chercheurs dans le domaine des sciences cognitives, Andrew Johnson chercheur en sciences de l'informatique et en design d'interface Homme-machine et Mark Gillingham, chercheur dans le domaine de l'éducation, de la psychologie et des sciences de l'informatique.

85. Moher T., Johnson A., Ohlsson S. & Gillingham M. [1999, May], Bridging strategies for VR-based learning, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 536-543.

qui connaît déjà la nature, la structure et les acteurs du jeu. Pour Moher et ses collègues, quand les expériences ou les discours visent à communiquer un concept qui est différent et qui est plus fondamental que les idées existantes de l'individu, un paradoxe, une distorsion se produit. C'est là que se produisent les difficultés, les méthodes d'enseignement tentent de remplacer les anciennes connaissances pour ce nouveau concept alors qu'elles sont les seuls outils de l'apprenant pour comprendre.

Les auteurs ont présenté une approche transformationnelle afin de répondre à la question de ce paradoxe sur les nouveaux apprentissages. Celle-ci explique la construction de nouvelles connaissances par la généralisation des anciennes connaissances, par exemple en extrayant des points communs entre plusieurs exemples ou circonstances. Mais pour les auteurs, un nouveau concept ne devrait pas être enseigné en confrontant ou en transformant directement les concepts de l'apprenant. Ils prennent le parti d'une autre approche qui pourrait être plus efficace encore pour l'apprentissage, celle dite "du déplacement". Dans cette approche, la compréhension d'un domaine ou d'un phénomène commence par l'élaboration d'un point de départ cognitif alternatif, une idée ou un concept qui serait établi indépendamment des connaissances déjà existantes. Pour Moher et ses collègues, ce modèle mental serait dominé dans un premier temps par les autres connaissances mentales de l'individu mais se développerait avec le temps en une structure de connaissances plus profonde et mieux à même de répondre aux questions du domaine concerné et serait ainsi privilégiée par rapport aux anciennes représentations.

C'est dans cette idée d'amener à l'apprenant un nouveau schéma cognitif que les auteurs ont réalisé leur expérimentation en employant de la RV, qui pour eux pourrait aider à établir ces nouveaux modèles cognitifs alternatifs. Ils ont réalisé une première expérience avec des élèves de niveau CE2 (3^e année dans l'article). Après une période d'entraînement, les participants étaient regroupés par paire dans une expérience collaborative où l'un des élèves avait le rôle de l'explorateur sur un astéroïde pendant que l'autre opérait comme contrôleur de mission (avec une vue plus globale de la situation). Une fois la tâche d'exploration terminée (récolter plusieurs cellules de carburant), un adulte les interrogeait sur les retours de leur expérience tout en leur présentant des similitudes et des différences entre l'astéroïde et la Terre, puis ils devaient réaliser un dernier questionnaire après cette phase d'interview. Les auteurs n'ont trouvé aucun résultat dans cette première étude et l'ont renouvelée en modifiant des éléments de leur protocole. Par exemple, au moment de l'entraînement, un adulte guidait cette fois l'attention des élèves sur les éléments essentiels afin de les diriger sur l'apprentissage cible et ne pas les laisser se concentrer uniquement sur les mécanismes de l'application (aller chercher le carburant). Leurs analyses ont montré que les élèves avaient toujours un discours intéressé par les mécanismes d'exploration mais, cette fois, ils ont aussi relevé des retours sur l'évolution de leur perception. En effet, la majorité d'entre eux avaient une perception naïve de la représentation de la Terre comme un "*pancake*" qui a évolué vers un discours plus sphérique suite à l'expérience de RV. Moher et son équipe expliquent que les élèves ont été capables dans cette deuxième étude de transférer les représentations de la RV (avec l'astéroïde) à la cible de l'apprentissage (la Terre). Les auteurs interprètent l'absence de résultats dans leur première étude avec la phase de transition de connaissances (après l'expérience de RV) comme trop brusque. Ils décrivent qu'il est courant d'observer des échecs dans le transfert des connaissances et qu'il est encore difficile de résoudre ces problèmes de transferts dans un contexte sans système informatique comme ici avec de la RV. Moher et ses collaborateurs concluent que la RV constitue un moyen intéressant d'arriver à des stratégies d'apprentissage par l'approche de déplacement du fait qu'elle permet de transmettre des représentations crédibles. Cependant, si les représentations sont trop loin du domaine ciblé d'apprentissage, elles risquent d'être perçues comme une réalité séparée. De plus, si les représentations données à l'apprenant sont trop nombreuses, ce dernier risque de ne pas réussir à les faire correspondre à l'objet visé de l'apprentissage.

Roussou⁸⁶ [2009]⁸⁷ a mené une expérience dont le but était d'étudier les effets de l'usage d'un EV éducatif sur les apprentissages conceptuels, plus précisément sur l'acquisition de connaissances sur les concepts abstraits dans le domaine des mathématiques. L'environnement virtuel qu'elle a utilisé pour son étude a été conçu pour évaluer le lien entre l'interactivité et l'apprentissage en RV. Ses participants étaient des élèves d'école primaire [entre 8 et 12 ans] et devaient réaliser une tâche constructiviste⁸⁸ de problèmes de fractions. Ils ont été séparés en 3 groupes : un scénario en RV interactive, un autre en RV non interactive et un dernier scénario non RV impliquant des Legos.

Les résultats de ses données qualitatives [les observations réalisées sur le comportement des participants, leurs retours, etc.] révèlent que les élèves ont réalisé des décisions plus intuitives pour le scénario avec la RV interactive, grâce aux indications visuelles et aux *feedbacks* dans le système. D'après l'auteure, ces indications et *feedbacks* et les qualités interactives de la RV ont permis à certains enfants de résoudre les problèmes d'apprentissage. Roussou conclut que la RV dans ce genre d'utilisation, avec un enseignement sur de l'abstrait, pourrait être une bonne méthode pour supporter l'apprentissage.

Dede, Salzman⁸⁹ et Loftin⁹⁰ [1996] ont rejoint les propos de Morton Heilig [1962] expliquant que si un étudiant expérimente une situation ou une idée de la même façon qu'il expérimente la vie de tous les jours, il comprendra mieux et plus rapidement, sera guidé vers la maîtrise du sujet avec plus d'enthousiasme et de plaisir, et retiendra ainsi plus longtemps ce qu'il a appris. Avec l'environnement virtuel qu'ils ont développé, le *ScienceSpace*, ces 3 auteurs furent dans les premiers à utiliser de la RV pour apporter une nouvelle méthode d'enseignement à l'apprentissage "large" [Schmoll *et al.* 2013], sur des notions, des concepts éducatifs de l'enseignement général, et pas uniquement sur un geste professionnel d'enseignement technique avec des simulateurs en RV.

Pour les auteurs, les sciences de l'éducation doivent développer les compétences des apprenants à comprendre intuitivement comment le monde qui les entoure fonctionne avant de leur inculquer des représentations formelles et des compétences de raisonnement. Il est préférable pour eux que l'enseignement donné à des élèves se fasse en premier lieu avec l'apprentissage de compétences pour prédire qualitativement le comportement des objets de l'univers plutôt que de leur enseigner à manipuler des formules quantitatives. Selon eux, en utilisant une immersion multi-sensorielle dans de la RV dédiée à l'éducation, les concepts abstraits actuellement considérés comme difficiles pour la plupart des étudiants pourraient être maîtrisés par la majorité d'entre eux dès le collège ou le lycée. Pour eux, en faisant devenir aux apprenants des phénomènes de l'EV de RV, les étudiants vont gagner directement en intuitivité sur comment le monde naturel fonctionne.

Antonietti et Cantoia⁹¹ [2000]⁹² ont confirmé l'intérêt de la réalité virtuelle pour l'apprentissage de concepts abstraits. Pour eux, l'apprentissage par l'interaction avec des outils artificiels permet d'obtenir de nouvelles informations, de nouvelles idées ou de nouveaux modèles par rapport à des outils pédagogiques traditionnels. De leur point de vue, la RV offre la possibilité de développer nos compétences et pousse à s'interroger différemment des méthodes classiques d'enseignement en plaçant un apprenant à l'intérieur même d'une représentation

86. Maria Roussou, chercheuse spécialisée dans les sciences informatiques et les interactions Homme-machine.

87. Roussou M. [2009]. A VR playground for learning abstract mathematics concepts, *IEEE computer graphics and applications*, 29(1).

88. Approche mettant en avant l'activité du sujet pour se construire une représentation de la réalité qui l'entoure.

89. Marilyn C. Salzman, spécialisée en psychologie cognitive appliquée et en ingénierie des facteurs humains.

90. R. Bowen Loftin, a présidé au département des sciences informatiques, était le directeur de l'Institut de recherche sur les environnements virtuels de la NASA, chercheur et consultant sur la modélisation, la simulation, les technologies d'entraînement avancées et la visualisation de données d'ingénierie et scientifiques.

91. Alessandro Antonietti, chercheur en psychologie cognitive, développementale et en éducation et Manuela Eliane Anna Cantoia, chercheuse en psychologie cognitive et en psychologie de l'éducation.

92. Antonietti A. & Cantoia M. [2000], "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality", *Computers & Education*, 34(3), p. 213-223.

plutôt qu'en le laissant la regarder de façon statique. Pour les deux auteurs, la RV permet à des élèves de se retrouver dans la représentation simulée par l'ordinateur et de les faire réfléchir sur la relation qu'ils ont avec cette représentation du monde. Ils expliquent avec le cas de leur étude, la compréhension de peinture, que la RV permet des processus de réflexion sur des sujets abstraits (par exemple, des titres, des interprétations, des commentaires, etc., sur les peintures). En plus des avantages essentiellement dus aux capacités d'interactions sensori-motrices de la RV, pour Antonietti et Cantoia, elle permet aussi l'imagination. Pour eux, le rôle principal que pourrait jouer la RV pour l'apprentissage est d'induire les étudiants à rejeter le réalisme naïf (regarder uniquement en surface, s'attacher uniquement à ce qui est vu) et d'être conscients des suppositions implicites concernant les relations entre l'esprit humain et le monde. Pour eux, l'avantage de la RV est de proposer aux utilisateurs une représentation du monde différente d'une simple reproduction afin d'amener à comprendre autrement le monde.

En 2005⁹³, Demaree et ses collègues⁹⁴ ont présenté un article sur les résultats d'un environnement de réalité virtuelle en cours et en laboratoire de physique sur les apprentissages. Ces laboratoires sont généralement utilisés en introduction de cours pour favoriser la compréhension de nouveaux sujets par les étudiants. Mais les auteurs font le constat que les laboratoires de physique atteignent difficilement leur objectif éducatif. Ils expliquent que les manuels de laboratoires contiennent des exercices qui peuvent être efficaces pour améliorer la compréhension de concept mais cette efficacité va dépendre de la perception du laboratoire par les étudiants. Demaree et ses collègues décrivent que les étudiants voient souvent le laboratoire comme inutile ou apportant peu de valeur. Les analyses des gains éducatifs en physiques des laboratoires montrent que les étudiants passent à côté des concepts fondamentaux de physique. Pour pallier ce problème des laboratoires de physiques, le groupe de recherche sur l'éducation physique de l'Ohio State University a développé une plateforme de réalité virtuelle afin de permettre aux étudiants de voir des processus physiques de façon beaucoup plus détaillée et avec plus de contrôle que les équipements traditionnels.

Les étudiants manipulaient l'EV dans cette plateforme avec un *joystick* sensible au toucher : si l'étudiant pousse plus fort, la force appliquée dans la simulation sera aussi plus forte. Ils ont été séparés en 2 groupes pour les analyses. Le groupe RV linéaire a testé le mouvement linéaire avec la RV et les collisions sans la RV. Le groupe RV collisions a quant à lui testé les collisions avec la RV et le mouvement linéaire sans la RV. Les résultats de Demaree et ses collègues ont montré une amélioration de la compréhension des étudiants sur les concepts lorsqu'ils les manipulaient avec la RV par rapport aux étudiants qui avaient manipulé le même concept sans la RV. Ils ont également interrogé les étudiants sur leur évaluation de cet outil et les élèves ont témoigné un plus grand intérêt pour les laboratoires avec la RV, en précisant qu'ils préféreraient un mélange des expérimentations déjà existantes en laboratoire et en RV. Les auteurs expliquent que la réalité virtuelle amène l'information en direct contrairement à des activités sur ordinateur classiques. L'étudiant va donc avoir un retour en temps réel de son action. Ce retour constitue, selon les auteurs, un vrai complément à l'apprentissage comparé aux expérimentations traditionnelles de laboratoire. Pour eux, leur plateforme de RV a amené les étudiants à explorer volontairement les lois de la physique en plus des activités prescrites et leur a fait gagner en expérience de façon plus ludique.

Chen et ses collègues⁹⁵ (2007) ont réalisé ensemble un outil de réalité virtuelle pour l'enseignement de l'astronomie. Pour les auteurs, la plupart des enfants ont des difficultés

93. Demaree D., Stonebraker S., Zhao W. & Bao L. (2005, September), "Virtual reality in introductory physics laboratories", *AIP Conference Proceedings* (vol. 790, n° 1), AIP, p. 93-96.

94. Dedra Demaree, professeure et chercheuse en science physique, Lei Bao professeur de physique également et son maître de thèse à l'époque, Wenhui Zhao et Stephen R. Stonebraker.

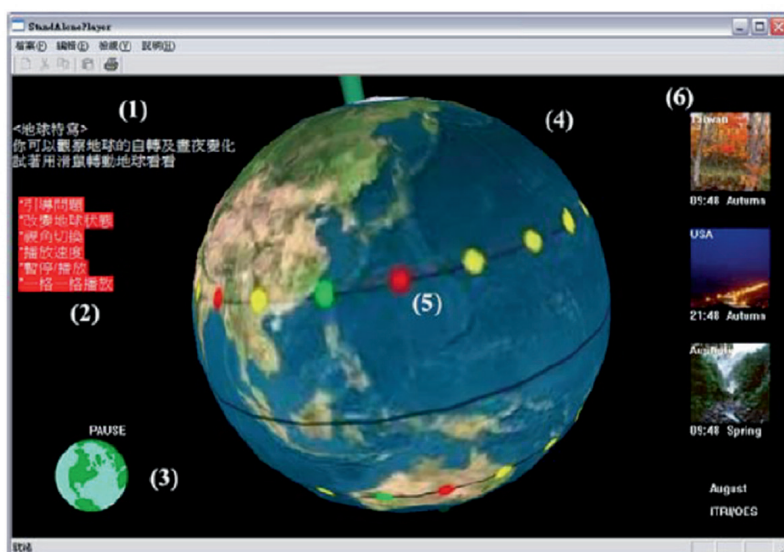
95. Chih Hung Chen, Jie Chi Yang, Sarah Shen et Ming Chang Jeng, chercheurs et experts dans les domaines de l'ingénierie, de l'éducation et des technologies éducatives.

à comprendre les concepts en astronomie comme la taille et la forme de la Terre (Moher *et al.*, 1999), la cause du jour et de la nuit, celle des saisons, etc. Pour eux, les enfants utilisent un nombre de modèles mentaux limité lorsqu'ils étudient l'astronomie. De plus, d'après Chen et ses collègues, de fausses ou mauvaises représentations sur ces concepts persisteraient malgré l'amélioration des connaissances avec l'âge. Les méthodes et le matériel d'enseignement traditionnel se sert de diagramme 2D difficiles à interpréter tandis que la RV possède des atouts comme la visualisation, l'interactivité et l'immersion d'après les auteurs. D'après eux, ces caractéristiques en font une méthode capable de stimuler la motivation à apprendre et aide les apprenants immergés dans un environnement d'apprentissage.

Les auteurs ont mené une expérimentation en utilisant de la "réalité virtuelle de bureau" (*desktop VR*), le DVREMS (*desktop VR Earth Motion System*), une RV moins immersive mais plus accessible pour des enseignants comme support de cours. Il existe d'après eux 3 types de RV de bureau: la communication interpersonnelle (*interpersonal communication*), l'exploration d'information (*information browsing*) et l'expérience pratique (*hands-on experience*). Chen et ses collègues expliquent que chaque type peut être appliqué à des domaines différents. Le but de leur expérience était d'évaluer si le DVREMS aidait les élèves à clarifier des concepts d'astronomie difficiles et d'observer l'influence de la RV dans une classe. Leurs participants étaient des élèves de 6^e. Un *pré-test* évaluait les acquis des élèves avant la session de RV. L'enseignant faisait d'abord son cours avec l'explication des notions importantes puis posait des questions directrices qui pouvaient trouver des réponses dans le système. Les élèves utilisaient alors soit l'ordinateur de bureau dans une salle d'ordinateurs, soit une tablette pc dans la classe pour explorer l'environnement virtuel. À la fin de l'utilisation de RV, les élèves remplissaient un nouveau test (*post-test*). Pour eux, les environnements de RV ne peuvent pas donner toutes les informations naturellement pour les processus d'apprentissage. Du texte ou des ajouts sonores peuvent compléter l'information afin de construire un environnement riche en informations. Les résultats de leur étude pour l'information montrent des améliorations significatives entre les phases de *pré* et *post-test* pour les élèves. Les auteurs soulignent l'importance de la représentation de l'information dans un système de RV. En effet, dans leur étude, des informations étaient présentes en permanence sur l'écran en plus de la RV (*cf.* Document 19).

Document 19. Illustration du DVREMS avec la vue de la Terre depuis l'espace

Source : Chen, 2007.



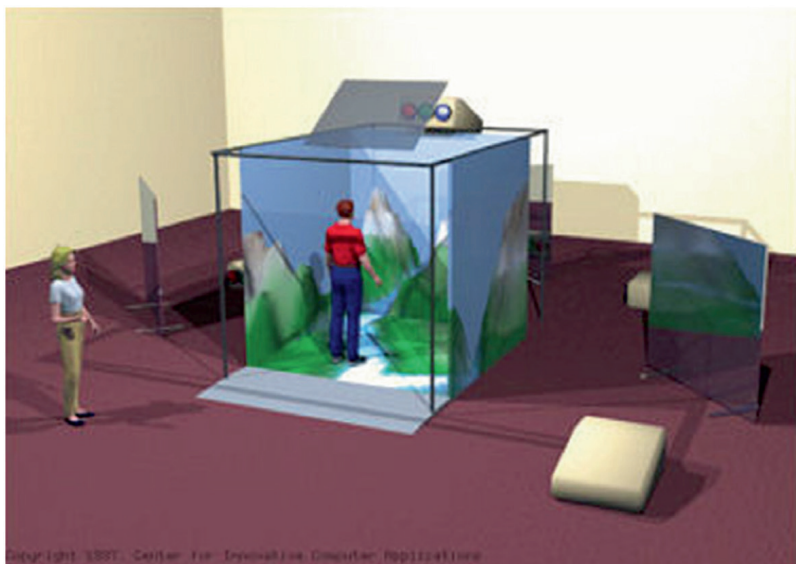
En 1) les questions directrices, en 2) le menu principal, en 3) une carte auxiliaire, en 4) la représentation 3D de la Terre, en 5) des ajouts de lignes pour schématiser des concepts, en 6) des zones d'information.

Les résultats de certaines questions sur les concepts ont montré une meilleure compréhension pour les concepts après l'utilisation de RV. L'analyse des auteurs ont également révélé que la fonction de simulation dans la RV est un moyen pour faire découvrir l'environnement virtuel

aux apprenants et leur faire réaliser des concepts. Chen et ses collègues décrivent au vu de leurs résultats que leur DVREMS est un bon outil pour une utilisation en classe. Par la visualisation 3D de la Terre, les enseignants peuvent représenter des concepts difficilement abordables avec des moyens plus conventionnels (ils donnent l'exemple d'un enseignant qui devrait se servir d'une lampe torche et d'une sphère pour représenter le cycle jour/nuit à ses élèves). Définissant les caractéristiques du DVREMS comme une combinaison des fonctionnalités de RV de bureau de type II, exploration d'information (*navigation browsing*) et de type III, expérience pratique (*hands-on expérience*), ils expliquent que les élèves peuvent interpréter et comprendre des concepts beaucoup plus facilement et clairement par l'exploration (*navigation browsing*) et la manipulation, avec le contrôle de plusieurs fonctionnalités comme mettre en pause, accélérer, zoomer/dézoomer, tourner l'axe de la Terre, etc.

Limniou et son équipe de recherche⁹⁶ ont réalisé une étude sur les effets d'animations 3D de la RV par rapport à des supports d'animations 2D en utilisant un système de RV nommé CAVE [2008]⁹⁷. Les CAVE sont des environnements de RV totalement immersifs où l'utilisateur est à l'intérieur d'une pièce et l'environnement virtuel est projeté sur tous les murs autour de lui afin de lui donner une impression, un sentiment de monde réel (cf. Document 20).

Document 20. Illustration du système immersif de réalité virtuelle de type CAVE



Source : Limniou *et al.* 2008.

Ils expliquent qu'il arrive souvent des conflits entre la chimie et les expériences quotidiennes des étudiants. Pour eux, la chimie est une science très difficile pour les étudiants et leur compréhension. D'après les auteurs, elle requiert des étudiants qu'ils prennent conscience des phénomènes en profondeur, mais que souvent les enseignants ne parviennent pas à transférer cette connaissance dans l'esprit des étudiants. Les apprenants construisent leur propre réalité à travers des interprétations de leurs expériences personnelles. Ils construisent ainsi un modèle personnel de la réalité dans leur esprit. Pour Limniou et ses collègues, l'utilisation d'environnements virtuels 3D dans l'apprentissage de cette science est un moyen de parer à ce blocage dû aux représentations mentales de la réalité des apprenants. Pour les auteurs, la RV offre l'opportunité de faire des expériences à la première personne. Les environnements immersifs permettent de construire la connaissance directement depuis l'expérience en donnant au participant l'illusion d'une non-médiation entre lui et le monde virtuel.

Ils ont voulu comparer les animations chimiques 2D conçues pour des ordinateurs de bureau avec les animations 3D désignées pour un environnement de RV totalement immersif. Ils ont

96. Maria Limniou, chercheuse en science sociale et en psychologie, David Roberts, chercheur en science sociale, en psychologie et en science informatique, et Nikos Papadopoulos du département de chimie de l'université Aristotle de Thessaloniki.

97. Limniou M., Roberts D. & Papadopoulos N. (2008), « Full immersive virtual environment CAVE TM in chemistry education », *Computers & Education*, 51(2), p. 584-593.

aussi cherché à déterminer si les environnements de RV augmentent l'intérêt et la motivation des étudiants pour apprendre et de quelle façon ils favorisent l'apprentissage en chimie. Les participants de leur étude étaient des lycéens qui n'avaient jamais eu d'expérience antérieure de système immersif comme le CAVE. 2 présentations étaient faites aux élèves dans cette étude sur un élément chimique ainsi que sa transformation par la réaction avec un autre élément. Dans la première, un professeur expliquait en classe cet élément et sa transformation avec un support *PowerPoint* (images 2D). La deuxième présentation quant à elle se faisait avec le système immersif CAVE où le professeur donnait également des explications sur l'élément chimique ainsi que sur sa transformation. Leurs résultats ont montré une différence significative entre les réponses des participants avec la présentation en CAVE et ceux avec la présentation 2D avec *PowerPoint*. Seuls les élèves qui ont utilisé le CAVE ont senti qu'ils se trouvaient à l'intérieur du phénomène de réaction chimique. De même, seuls ces élèves ont pu observer la réaction chimique sous différentes perspectives et ont participé activement aux processus d'apprentissage. Les résultats de leur étude montrent aussi que les structures moléculaires et leurs changements durant la réaction chimique étaient mieux compris avec l'utilisation des animations du CAVE qu'avec celles sur ordinateur de bureau. Les auteurs expliquent que dans le CAVE, les élèves pouvaient mettre pause à l'animation et la faire tourner afin de mieux observer l'application de RV. Leurs analyses sur les retours des élèves révèlent qu'ils ont eu l'opportunité de poser plus de questions et de discuter plus interactivement avec l'enseignant avec l'utilisation du CAVE par rapport à la présentation sous *PowerPoint*. Limniou et ses collègues concluent que les systèmes de RV totalement immersifs arrivent à placer les étudiants à l'intérieur d'une réaction chimique comme s'ils en faisaient partie, et leur permettent ainsi de comprendre facilement des concepts abstraits et d'ordinaire difficiles. Les résultats de cette étude montrent que l'apprentissage serait ainsi favorisé par l'utilisation de systèmes immersifs tels que la RV.

Pour conclure cette partie, les caractéristiques que présentent les environnements de réalité virtuelle comme la 3D font de cette technologie une solution pour amener les apprenants à une meilleure compréhension de concepts abstraits, difficiles à comprendre pour eux avec des méthodes classiques d'enseignements. En effet, l'environnement virtuel fournit une partie de l'explication en intégrant l'apprenant dans la visualisation des objets d'apprentissage et l'appréhension des systèmes complexes dans leur dynamique (comme les réactions chimiques), là où les méthodes d'enseignements traditionnelles ne peuvent qu'apporter une illustration imagée pour aider à la représentation mentale des apprenants.

RÉALITÉ VIRTUELLE ET FACTEURS INDIVIDUELS DES APPRENANTS

La recherche scientifique a pour coutume de s'intéresser aux particularités des individus pour expliquer la plupart de ses recherches, notamment en science sociale. Ce constat peut s'observer avec les sciences de l'éducation qui ont investigué et classifié différents styles de profils d'apprenants. Voici des expériences dans le domaine de l'éducation qui analysent ces différences interindividuelles en lien avec de la réalité virtuelle.

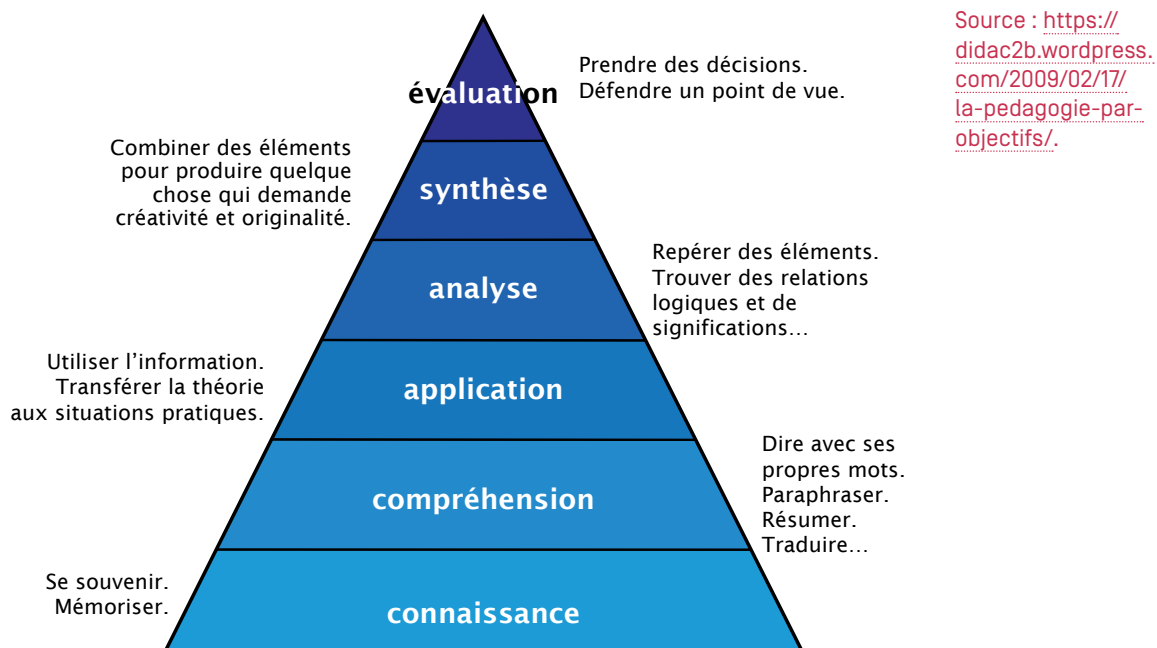
Différentes formes d'apprentissage

Nous pouvons citer Bell et Fogler qui ont fait le constat en 1995 que de plus en plus d'études montraient que les étudiants apprenaient mieux lorsqu'une plus grande variété de méthodes d'enseignements étaient utilisées et qu'il existe des variations en fonction des élèves: différents élèves répondent mieux à différentes méthodes. Ils rappellent dans leur article la taxonomie des objectifs éducatifs de Bloom⁹⁸, qui présente 6 principales catégories pour

98. Bloom B. S., Engelhart M. D., Furst E. J., Hill W. H. & Krathwohl D. R. (1956), *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: handbook I: cognitive domain* (n° 373.19 C734t), New York, US: D. Mckay.

évaluer les méthodes d'enseignements (dans l'ordre): la connaissance, la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse, l'évaluation [cf. Document 21].

Document 21. Illustration de la taxonomie des objectifs pédagogiques de Bloom, allant de la connaissance vers l'évaluation



Ces 6 catégories vont de la mémorisation [la connaissance] jusqu'à la capacité de jugement [l'évaluation]. Les auteurs expliquent que, bien souvent, les méthodes d'enseignement traditionnelles utilisées par les enseignants ne dépassent pas les 3 premiers niveaux de cette classification [connaissance, compréhension, application]. Ils ont aussi pris en référence les 5 dimensions de styles d'apprentissage de Felder et Silverman⁹⁹. La classification de ces 2 auteurs distingue les préférences de styles d'apprentissage de la plupart des élèves en ingénierie par rapport à celles de la plupart de leurs professeurs [en ingénierie] [cf. Document 22].

Document 22. Représentation simplifiée selon Bell et Fogler des 5 dimensions de style d'apprentissage de Felder et Silverman, 1998

Style d'apprentissage	Préfééré par les étudiants	Préfééré par les professeurs
Sensoriel/Intuitif	Sensoriel	Intuitif
Visuel/Verbal	Visuel	Verbal
Inductif/Déductif	Inductif	Déductif
Actif/Réfléctif	/	/
Séquentiel/Global	/	Séquentiel

Pour les élèves, les apprentissages les plus indiqués sont le style sensitif où sont préférés les faits, les données, l'expérimentation, l'attachement au détail, le style visuel, où sont préférés les images, les diagrammes, les démonstrations etc., et le style inductif, où les apprenants préfèrent développer des principes et des généralisations par l'observation. À l'inverse, les enseignants préfèrent des styles d'apprentissages opposés, comme le style intuitif (en opposition avec sensoriel), où les concepts, la théorie, les principes sont préférés, le style verbal (en opposition au visuel), où l'apprenant préfère les mots, les discussions, les formules et équations, et le style déductif (en opposition à l'inductif), où il est préféré partir des grands concepts, des grands principes puis développer vers les applications.

99. Felder R. M. & Silverman L. K. (1988), "Learning and teaching styles in engineering education", *Engineering education*, 78(7), p. 674-681.

De leur point de vue, la RV comme outil éducatif permet d'immerger plus en profondeur des étudiants dans des simulations sur ordinateur et d'aborder des expériences éducatives impossibles à présenter avec d'autres méthodes. Ils ont réalisé une étude afin d'investiguer les capacités de la RV à former des étudiants en proposant un programme éducatif dénommé VICHER (*Virtual Chemical Reaction Module*) qui reprend des éléments de cours sur l'ingénierie des réactions chimiques. Ils ont fait tester leur application de RV à des étudiants qui suivaient des cours d'ingénierie chimiques à l'université. Bell et Fogler avaient 3 objectifs avec cette application. Le premier d'entre eux était d'améliorer l'éducation des étudiants en ingénierie chimique en leur adressant des objectifs variés et des outils d'apprentissage alternatifs, notamment pour les styles d'apprentissage qui ne sont pas ou sont peu traités par les méthodes d'éducation classique. Leur deuxième objectif était de construire une base de connaissance sur les techniques, les outils et l'expertise de la RV qui pourrait être appliquée à d'autres problèmes. Enfin, le troisième des objectifs des auteurs était de déterminer les aspects de la RV qui amènent les meilleurs bénéfices éducatifs et apprendre les forces et les faiblesses de cette nouvelle technologie vis-à-vis de l'éducation.

Leurs résultats ont montré que les réponses des étudiants après l'utilisation de leur programme VICHER étaient en général plus précises, complètes. Leurs réponses montraient également une meilleure compréhension des concepts d'ingénierie chimique que les réponses des mêmes étudiants avant l'utilisation de l'application de RV. De plus, 80 % des étudiants ont répondu positivement à la question leur demandant s'ils avaient appris quelque chose au travers de leur expérience. Les auteurs décrivent également suite à leurs résultats que la RV est excellente pour atteindre les types d'apprenants actifs, visuels, inductifs et globaux, qui sont plutôt délaissés avec les méthodes d'enseignement traditionnelles. Ils décrivent que la RV répond également à plusieurs catégories de la taxonomie de Bloom où là encore les méthodes classiques d'enseignements sont en défaut et ne permettent généralement pas à des étudiants d'arriver à ce niveau. Ils citent en plus du 2^e niveau, la compréhension, le niveau 4 de l'analyse ainsi que le niveau 6, l'évaluation avec le choix, par exemple à faire pour décider quel serait le meilleur réacteur.

Différents profils cognitifs d'apprenants

L'étude de Sas et son équipe en 2004 sur le niveau de présence ressenti et la performance à une tâche portait aussi sur le lien entre des styles de personnalité cognitive des individus et les apprentissages. Ils décrivent qu'il existe 2 courants de pensée sur le lien entre la présence et la performance sur des tâches. La première approche considère la présence comme un facteur secondaire, qui surviendrait lors d'un processus mais qui ne le causerait pas en particulier. L'autre approche explique que la présence influence la performance à la tâche dans un environnement virtuel. Ce dernier courant sur la présence est lui-même divisé en 2 sous-perspectives de recherches, d'après les auteurs. La première soutient un lien entre la présence et la performance à la tâche qui serait seulement occasionnel, qui ne se produirait pas en permanence. La seconde perspective quant à elle considère ce lien présence-performance à la tâche comme médiatisé, c'est-à-dire qu'un autre facteur agirait dans cette relation, la présence comme la performance pourrait en fait être étroitement liée à une troisième variable externe. Ces variables, ces facteurs externes ont été décrits comme liés aux aspects technologiques de l'environnement virtuel (Slater *et al.*, 1996) d'après Sas et ses collaborateurs, mais pour eux ces facteurs peuvent aussi provenir des individus, de leurs caractéristiques et pas uniquement de celles de l'environnement virtuel. Ils ont ainsi distingué 4 dimensions bipolaires en termes de style personnalité cognitive : extraverti – introverti [*extraversion – introversion*], sensitif – intuitif [*sensing – intuition*], rationnel – émotionnel [*thinking – feeling*], et le moraliste – compréhensif [*judging – perceiving*].

Leurs résultats montrent que les individus qui sont plus sensitifs, émotionnels ou plus introvertis ont un meilleur niveau de présence (même si pour les introvertis les résultats

n'étaient pas statistiquement significatifs]. D'après les auteurs, il semblerait que les sensitifs soient plus ancrés dans une réalité tangible et concrète, même si cette réalité est virtuelle. Ils n'ont pas de résultats significatifs quant à l'influence des styles cognitifs sur la performance. Cependant, les auteurs ont tenu à préciser que leurs résultats tendaient à montrer que les styles cognitifs extravertis, intuitifs et rationnels avaient tout de même une influence : plus un individu était dans l'un de ces 3 styles cognitifs, plus la durée pour réaliser la tâche d'exploration, de recherche était courte et, ainsi, plus la réussite à la performance de la tâche était haute. Il y aurait d'après eux 2 styles cognitifs ayant chacun des effets différents soit sur la présence, soit sur la performance. Les profils extravertis, intuitifs et rationnels semblent permettre aux utilisateurs une meilleure performance, alors que les profils introvertis, sensitifs et émotionnels permettraient quant à eux d'avoir un plus grand sentiment de présence. Pour les auteurs, si la conception d'EV a pour but d'avoir une meilleure performance sur des tâches spatiales mais aussi d'amener un sentiment de présence, il faudra un design prenant en compte le premier ensemble de style de personnalité cognitive (extravertie, intuitive et rationnelle). Par exemple, les individus de type cognitif extraverti ressentiront un plus grand sentiment de présence dans un environnement virtuel s'il est collaboratif, s'il propose un plus grand panel possible d'interactions, ou encore s'il se compose de scènes élaborées. Si, à l'inverse, la conception de l'environnement virtuel a pour but des impératifs de performances sur des tâches spatiales, un design particulier va être nécessaire pour le second type de profil cognitif (introverti, sensitif et émotionnel).

Nous pouvons ainsi conclure que la RV possède un avantage pour l'apprentissage par sa capacité à atteindre des individus avec des types d'apprenants actifs, visuels, inductifs et globaux (Bell & Fogler, 1995). Elle permet également de répondre à plus d'objectifs pédagogiques nécessaire pour l'apprentissage (taxonomie de Bloom), en favorisant des critères comme la compréhension, l'analyse et l'évaluation (Bell & Fogler, 1995). De plus, les personnes avec des profils cognitifs extravertis, intuitifs et rationnels obtiennent de meilleures performances dans l'EV par rapport aux profils introvertis, sensitifs et émotionnels qui ressentent quant à eux un plus grand sentiment de présence dans l'EV (Sas *et al.*, 2004). La réalité virtuelle présente donc un intérêt pour un plus grand nombre d'apprenants que le ferait un enseignement classique en classe.

ENGAGEMENT DANS L'APPRENTISSAGE PAR LE FLOW

Baydas et son équipe¹⁰⁰ ont mené une étude (2015)¹⁰¹ en vue d'analyser les effets d'un avatar de professeur guidant l'interaction sur la rétention de l'utilisateur et son expérience de *flow* (l'absorption, l'engagement de l'individu dans une activité) à l'intérieur environnement virtuel en 3D. La rétention est définie comme la capacité à conserver l'information en mémoire¹⁰². Baydas et ses collègues se sont demandé si les scores de rétention et le *flow* dans l'environnement étaient influencés par le guidage de l'avatar du professeur, et par l'expérience dans le monde virtuel. Ils ont fait tester un monde virtuel à des étudiants qu'ils ont séparés en 4 groupes avec 2 conditions: guidé vs non guidé, et expérience en monde 3D vs faible expérience.

Les participants dans la condition non guidée ont eu un meilleur score de rétention par rapport aux étudiants dans la condition guidée. Pour les auteurs, ce score s'explique par la présence de l'avatar d'un professeur qui entraîne une charge cognitive pour les participants dans

100. Ozlem Baydas, chercheuse en science de l'éducation, Turkan Karakus Yilmaz, chercheuse en science de l'éducation, de l'informatique et sociale, Mehmet Ertuğrul Ozturk, spécialisé dans les technologies éducatives, F. Burcu Topu, Rabia M. Yilmaz, et Yuksel Goktas (cf. note de bas de page n° 82).

101. Baydas O., Karakus T., Topu F. B., Yilmaz R., Ozturk M. E. & Goktas Y. (2015), "Retention and flow under guided and unguided learning experience in 3D virtual worlds", *Computers in Human Behavior*, 44, p. 96-102.

102. Rétention (s. d.). Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/r%C3%A9tention/68835>.

l'interaction guidée, ce qui se répercute sur leur mémorisation et donc leur niveau inférieur au score de rétention. À l'inverse, les participants non guidés trouvaient toutes les informations de l'environnement sans avoir aucune charge cognitive supplémentaire par l'absence d'obligation ou de sentiment d'obligation par un autre personnage de l'environnement. Les résultats ont révélé que les scores de rétention des participants diffèrent selon des variables comme l'expérience et le guidage d'un avatar de professeur alors qu'il n'y avait pas de différence sur l'expérience de *flow*. Enfin, leurs résultats montrent que l'expérience avec les mondes virtuels n'influence pas le *flow* alors que les auteurs s'attendaient à ce que les participants avec un faible niveau d'expérience en monde virtuel aient un plus haut niveau de *flow* à cause de l'effet de nouveauté. Ils expliquent ce résultat par la facilité d'utilisation de leur environnement virtuel, qui effacerait le fait d'être novice et permettrait d'avoir un *flow* homogène entre participants habitués et inhabitués. Ainsi, même les nouveaux utilisateurs de RV obtiendraient le même sentiment de *flow* que des utilisateurs plus habitués.

Nous pouvons donc dire que la RV est un moyen d'amener des personnes à un engagement, c'est-à-dire à un sentiment d'implication, même si ces personnes présentent des différences interindividuelles, par exemple le niveau de leurs connaissances.

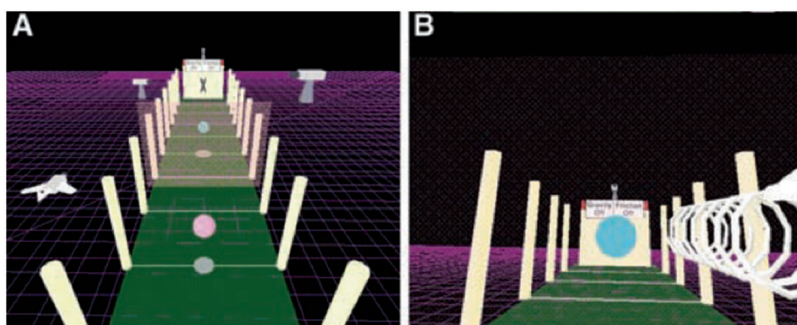
PERSPECTIVES MULTIPLES, APPRENTISSAGE SITUÉ ET TRANSFERT DE CONNAISSANCES

En 2009, Dede¹⁰³ a fait la synthèse de 3 expériences réalisées sur la RV et différents avantages pour l'éducation qu'elle prodigue¹⁰⁴. Il décrit que les recherches scientifiques sur le sujet présentent 3 conséquences positives à l'immersion dans un environnement digital pour l'éducation : la possibilité de perspectives multiples, un apprentissage situé (*situated learning*) et le transfert.

Avantage de la réalité virtuelle pour des perspectives multiples

Dede explique qu'après leur étude sur leur outil de réalité virtuelle *ScienceSpace* en 1996, son groupe de travail a continué d'investiguer les particularités de la RV. Ils ont notamment trouvé (1999)¹⁰⁵ pour les changements de perspectives qu'un point de vue égocentrique, c'est-à-dire la vue en première personne (*cf.* Document 23B), permet au participant une immersion par l'action, la motivation par l'incorporation/l'incarnation et un apprentissage concret. Un point de vue exocentrique, c'est-à-dire à la troisième personne (*cf.* Document 23A), quant à lui va favoriser les idées plus abstraites, symboliques en permettant au participant de prendre une distance par rapport à l'objet ou du contexte, voir la forêt et non l'arbre, explique Dede.

Document 23. Illustration des 2 modes de vue : excentrique à gauche et égocentrique à droite



Source : Dede, 2009.

103. Chris Dede, professeur et spécialiste dans le développement de nouveaux systèmes d'éducation, dont les intérêts de recherches portent sur les nouvelles technologies pour l'apprentissage, les mondes virtuels, la réalité augmentée, l'interaction sociale transformée et l'enseignement en ligne.

104. Dede C. (2009), "Immersive interfaces for engagement and learning", *Science*, 323[5910], p. 66-69.

105. Salzman M. C., Dede C. & Loftin R. B. (1999, May), "VR's frames of reference: A visualization technique for mastering abstract multidimensional information", Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, p. 489-495.

Réalité virtuelle et apprentissage situé

Dede définit également ce qu'est l'apprentissage situé, en le décrivant comme dépendant du contexte, des activités, d'une évaluation couplée avec le guidage d'un expert. Il donne l'exemple pour ce type d'expérience immersive, d'une mise en situation d'un apprenant dans un laboratoire de recherche où il devra observer et échanger avec les chercheurs. Pour lui, ce type de situation d'apprentissage n'est pas simple à réaliser dans le monde réel et les apprentissages y sont souvent relativement déstructurés. Il explique qu'un espace virtuel avec des interfaces immersives peut mener à bien cette mise en situation d'apprentissage avec une simulation réaliste. L'utilisateur va pouvoir y interagir avec des entités virtuelles, soit des avatars d'autres utilisateurs, soit des agents dirigés par l'ordinateur, avec des niveaux de compétences variables.

Pour investiguer l'apprentissage situé, Dede et ses collègues¹⁰⁶ ont développé un environnement virtuel multi-utilisateurs, *River City*, centré sur les compétences hypothétiques et le design expérimental. Dans cet environnement, les utilisateurs apprennent à se comporter comme des scientifiques en identifiant collaborativement des problèmes par l'observation et l'inférence, en formulant et en testant des hypothèses et en déduisant des conclusions. Leur but est d'investiguer l'origine d'une maladie de plusieurs patients et les actions à appliquer en réponse à cette maladie. Ils ont la possibilité de parler aux autres personnages de l'environnement pour avancer dans leur recherche.

Les résultats de l'étude de Dede et son équipe montrent qu'un bien plus large ensemble de participants ont obtenu des gains considérables en connaissances et en compétences d'investigation scientifique avec cette simulation immersive par rapport à des apprentissages conventionnels ou des expériences d'apprentissages similaires en jeu de plateau ou papier. Leur analyse indique que les élèves sont profondément engagés par ce programme de cours avec une immersion active et symbolique.

Les résultats montrent aussi que les élèves développent des compétences sophistiquées de résolution de problèmes grâce à cet environnement. Ils rajoutent que des élèves plus lents dans leurs apprentissages en général atteignent le même niveau de performance dans leur environnement que ceux parmi les plus rapides. Dede présente ce résultat de leur étude en expliquant que l'immersion digitale permet à ces élèves de construire une confiance en leurs capacités en leur faisant oublier leurs basses performances habituelles. Le fait de se placer dans la peau d'un scientifique dans un contexte virtuel leur permettrait d'oublier leur propre identité, et leur perception de leurs compétences. Dede conclut sur cette étude avec ses collègues qu'un média immersif a le potentiel de libérer l'intelligence piégée (par exemple, par la propre dévalorisation des élèves). Ce résultat fait pour lui écho à la conclusion de Whiteman [2002]¹⁰⁷ qui explique que la façon dont se voient les individus, leur culture, leur origine ethnique ou leurs antécédents sociaux deviennent des facteurs sans importance dans un environnement d'apprentissage médiatisé par ordinateur, qu'il décrit comme un égaliseur.

Réalité virtuelle et transfert de connaissances

Dede définit le transfert comme l'application de connaissances apprises dans une situation vers une autre situation. Le transfert est démontré si l'instruction sur la tâche d'apprentissage conduit à une amélioration de performance sur la tâche de transfert, idéalement une compétence dans le réel. Il existerait 2 types d'analyse du transfert d'après son étude des recherches : la « résolution de problème isolé » [*sequestered problem-solving*] et les préparations pour des apprentissages futurs. La première mesure se concentre sur des

106. Clarke-Midura J., Dede C., Ketelhut D. J., Nelson B. & Bowman C. (2006), "A design-based research strategy to promote scalability for educational innovations", *Educational Technology*, 46(3), p. 27-36.

107. Whiteman J. A. M. (2002), *Interpersonal Communication in Computer Mediated Learning*.

applications directes, sur les transferts proches. Par exemple, cette mesure s'appliquerait dans le cas où on donnerait des instructions pour résoudre des problèmes standards à des élèves, puis leurs compétences à résoudre des problèmes similaires seraient testées. Les élèves appliquent la connaissance apprise dans une situation dans un contexte similaire avec seulement des différences de surface. Dans la deuxième évaluation du transfert, l'intérêt est porté sur des performances étendues, avec la résolution de problèmes en relation avec des contextes du monde réel. Elle se concentre sur les transferts éloignés, c'est-à-dire l'application d'une connaissance apprise dans une situation à un contexte différent mais qui présentent des similitudes. Dede décrit que la majorité des critiques à l'encontre du système éducatif actuel concerne le transfert éloigné. Il explique que même d'excellents élèves sont souvent incapables d'appliquer ce qu'ils ont acquis à des contextes similaires du monde réel. Dede soumet face à cette faiblesse des instructions classiques l'avantage des interfaces immersives pour les apprentissages situés. Pour lui, puisqu'elles simulent des problèmes et contextes du monde réel, elles permettent des transferts proches, en passant de la simulation dans le monde virtuel à la situation dans le monde réel.

SYNTHÈSE DES AVANTAGES POSSIBLES DE LA RV

Dans cet état de l'art, nous avons regroupé une liste des avantages de la RV avancés par les auteurs et qui sont tirés de leurs résultats de recherche.

Les résultats de la série d'études pour tester les différents EV de leur *ScienceSpace* ont ainsi amené Dede et ses collègues à identifier deux avantages de la RV pour des apprentissages :

- la perspective d'être acteur et d'expérimenter soi-même des phénomènes engendre la motivation : pour les auteurs, la RV va favoriser la motivation pour apprendre car l'apprenant va pouvoir jouer un rôle grâce à la RV au lieu d'être un simple observateur passif ;
- les capacités de représentations multisensorielles de la RV favorisent la compréhension des concepts abstraits : la transmission et la présentation par des informations par la RV sous diverses modalités sensorielles amènent les apprenants à comprendre plus facilement des concepts difficiles d'après Dede et ses collègues.

Burkhardt (2003), quant à lui, a dressé une liste d'avantages que pourrait présenter l'utilisation de la RV pour l'éducation. Parmi ces avantages, il cite :

- les apports d'informations sensorielles : l'immersion se faisant au moyen de rétroactions simultanées sur les modalités visuelles, auditives et haptiques, la RV se trouve être un catalyseur de l'acte d'apprentissage ;
- la capacité de réalisme de la RV : elle permet de simuler le réel à moindre coût, sans risque, et de façon plus flexible et efficace pour l'apprentissage ;
- l'information visuelle en 3D : la RV procure, d'une part, une dimension supplémentaire pour structurer l'information comparativement aux écrans en 2 dimensions et, d'autre part, facilite la présentation d'un plus grand nombre d'informations ;
- l'individualisation de la formation : la RV permettrait à des apprenants d'interagir avec un contenu de cours de façon individuelle et de plus s'approprier les informations ;
- l'assistance contextuelle de la formation : avec l'ajout de contenus pour faciliter l'utilisation, par exemple un itinéraire ;
- la mise en pause du système : il est possible dans certains environnements de RV de geler des situations, de figer les états et la dynamique du système face à un problème à un moment donné. Cela permettrait à un apprenant par exemple de poser des questions ou de recevoir une explication avant de reprendre le cours de sa session.

D'après Burkhardt, la RV présente également des avantages pour les formateurs :

- l'enregistrement automatique des données : elle permet de faciliter pour le formateur le suivi des apprenants, avec l'avancement d'un élève dans un chapitre, une série d'exercices à réaliser par exemple ;

- la relecture des sessions d'interactions didactiques : par cette capacité de la RV, le formateur est en mesure d'analyser les endroits où l'élève a eu des difficultés, afin de lui expliquer par la suite ses erreurs, lui donner des conseils, etc. ;
- la programmation de la formation : pour un formateur, la RV permettrait de préparer à l'avance le parcours que devront réaliser les apprenants dans l'environnement et de sélectionner par exemple différents exercices en fonction du niveau des élèves ;
- la réversibilité des actions : la RV donne la possibilité de revenir à des étapes ou des états précédant une interaction didactique, comme un exercice. Par exemple, un formateur pourrait revenir sur une stratégie de résolution de problèmes d'un apprenant et la remettre en question, puis il pourrait examiner l'impact d'une nouvelle stratégie de l'apprenant sur le même problème.

Enfin, Huang et ses collègues [2010] ont soutenu également que l'environnement d'apprentissage en RV permet aux apprenants d'acquérir des connaissances avec moins d'efforts cognitifs par rapport à un enseignement traditionnel.

RECOMMANDATIONS DES CHERCHEURS

Nous allons voir dans un premier temps dans cette dernière partie les recommandations des chercheurs sur la réalité virtuelle pour des buts éducatifs. Puis nous répondrons à une problématique levée par plusieurs auteurs, le coût des environnements de RV pour l'éducation, en abordant les recommandations de 2 équipes de recherche suite à leur utilisation d'environnements de réalité virtuelle de bureau.

ADAPTER LA RV À DES BUTS ÉDUCATIFS

Certains auteurs cités dans ce document ont proposé des pistes quant à l'utilisation de la RV pour des buts éducatifs. Nous avons rassemblé ici leurs différentes recommandations :

- privilégier une voix réaliste et un haut degré d'expressivité des agents virtuels pour l'apprentissage de compétences sociales en RV (Lok *et al.*, 2006) : utiliser une voix synthétique dans les environnements virtuels pour des activités d'apprentissages de compétences sociales complexes peut amener à une perte d'informations qui pourraient être essentielles. Il est nécessaire dans ce type d'application d'atteindre le plus haut niveau de fidélité (avec un être humain réel) possible pour les agents virtuels. Si cette fidélité n'est pas vraiment atteinte, il est possible d'ajouter des indices supplémentaires sur d'autres modalités, par exemple visuelle, afin de répondre au mieux au but éducatif de l'environnement virtuel ;
- proposer différentes modalités de commandes (Dede *et al.*, 1996) : utiliser des commandes multimodales (voix, gestes, menus, contrôle virtuel et contrôle physique) facilite l'utilisabilité et augmente l'apprentissage pour les utilisateurs. Cette diversité de commande permet d'offrir plus de flexibilité individuelle, d'adapter l'interaction en fonction de ses préférences personnelles et de mieux distribuer l'attention lors de la réalisation de tâches d'apprentissage ;
- préférer des apprentissages échelonnés sur plusieurs séances : des séances trop longues et avec de trop nombreux apprentissages entraînent une surcharge cognitive et une fatigue des utilisateurs qui rencontrent alors des difficultés pour synthétiser leurs apprentissages après une utilisation d'environnement de RV (Dede *et al.*, 1996) ;
- adapter les modalités de cours à l'utilisation de RV : l'immersion engendrée par l'utilisation d'un casque de RV va rendre plus difficile à un élève le fait de répondre à des consignes et à

des instructions papiers s'il doit ôter et remettre son équipement fréquemment (Dede *et al.*, 1996).

Suite à l'analyse de leurs résultats en 1995, Bell et Folger proposent de lister les faiblesses qu'ils ont remarquées pour l'utilisation de la RV comme outil dans l'enseignement :

- éviter la présentation textuelle d'informations : les environnements de RV sont essentiellement graphiques et peu adaptés à des éléments textuels (les utilisateurs en se déplaçant dans l'environnement peuvent se retrouver à différents points de vue et ainsi ne pas être dans un angle convenable pour la lecture d'un texte qui y serait figé) ;
- présenter autrement l'information textuelle : les auteurs proposent d'afficher le texte sur un autre moniteur ou de transformer le texte en objet virtuel 3D (mais pour des textes de petite taille uniquement). Ils proposent aussi de passer les instructions sur papier et d'augmenter les *feedbacks* auditifs, ceci afin de ne pas dénaturer la qualité graphique de la RV qui est son point fort d'après eux ;
- posséder un équipement informatique puissant, notamment pour la carte graphique : la RV nécessite en effet que l'ordinateur puisse opérer un grand nombre de calcul simultanément ;
- donner la capacité à l'utilisateur de se téléporter pour résoudre les problèmes d'orientation : malgré le fait que les auteurs aient placé un couloir reliant leurs différentes salles afin de faciliter les déplacements des utilisateurs d'une salle à l'autre, leurs participants ont énoncé avoir rencontré des difficultés à s'orienter dans leur environnement. Bell et Fogler ont ensuite proposé et testé la fonctionnalité de téléportation pour permettre à l'utilisateur de se rendre d'une salle à une autre sans déplacement dans leur environnement, qui a été validée par leurs participants.

Enfin, les auteurs ont émis des indications quant au matériel qu'ils recommandaient suite à leurs propres utilisations avec leur application :

- éviter le clavier et privilégier un *joystick* avec l'utilisation d'un casque de RV : le *joystick* leur a paru beaucoup plus adapté pour une utilisation en RV avec un casque même si son utilisation nécessite un léger temps d'apprentissage et pourrait être perçu comme un jouet et dévaloriser l'appréciation de l'application pour un but éducatif. Pour eux, l'utilisation d'un casque va masquer le clavier pour l'utilisateur alors qu'un *joystick* ne nécessite pas d'être vu par l'utilisateur pour qu'il puisse par exemple pousser en avant ou en arrière.

Huang et ses collègues (2010) ont eux aussi apporté plusieurs recommandations pour l'usage de réalité virtuelle à titre éducatif. Suite à leur recherche, ils ont présenté les grands éléments à considérer pour prévenir des problématiques qui pourraient survenir dans la conception d'environnement de RV pour l'apprentissage :

- développer l'utilisabilité¹⁰⁸ de l'interface de RV : d'après les auteurs, une utilisabilité pauvre réduit grandement l'apport pédagogique d'une application. La navigation et l'orientation doivent être abordées de manière à favoriser l'immersion et permettre à l'utilisateur de toujours être capable de se situer dans l'environnement de RV et de pouvoir retourner aux positions qu'il connaît ;
- préparer, former les enseignants à utiliser de la RV : en effet, l'utilisation de la RV va nécessiter une maîtrise importante (la RV demande plus de connaissances en programmation et en technologie que les outils 2D traditionnels) de la part des enseignants pour qu'ils puissent s'en servir comme support de cours. Pour Huang et ses collaborateurs, il est nécessaire pour le déploiement de la RV dans l'éducation que les éducateurs soient formés à cette technologie afin qu'ils ne s'appuient pas uniquement sur le côté novateur de la RV pour leur enseignement, ils doivent aussi savoir l'aborder ;

108. La norme ISO 9241-11 définit l'utilisabilité comme « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficacité et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié ».

- proposer plus de réalisme/d'authenticité (Heilig, 1962 ; Lok *et al.*, 2006) dans les environnements virtuels d'apprentissage : pour eux, les apprenants pourraient avoir une attitude négative envers l'apprentissage en utilisant des VRLE puisqu'ils n'apportent pas un monde réel mais une réalité approximative.

Il est bon cependant de noter que le besoin de réalisme dans l'environnement virtuel ne fait pas consensus pour l'apprentissage et fait l'objet ici d'une hypothèse pour les auteurs. En effet, on peut citer le cas de Moreno et ses collègues (2001)¹⁰⁹ qui ont étudié l'effet du degré de réalisme de la représentation visuelle de personnages dans l'environnement virtuel. Ils n'ont pas trouvé d'effets du réalisme sur l'apprentissage. Les performances des sujets étaient peu différentes suivant que l'avatar avait l'apparence d'un personnage de fiction exhibant peu de comportement de « communication sociale », ou qu'il s'agisse d'un visage humain réel (vidéo) exhibant de surcroît un comportement social de communication fort (fixation du regard) :

- utiliser un environnement de RV modifiable/évolutif : en effet, les auteurs ont souligné que l'avancée de cette technologie risque de rapidement dépasser l'outil qui serait développé pour l'apprentissage. Une piste pour réduire les investissements à la création de support pédagogique en RV serait de rendre les environnements de ce support réutilisables.

Pour Huang et ses collègues, l'un des problèmes qui pourraient survenir à l'utilisation de RV pour l'éducation est le coût au développement d'un outil ou d'un cours avec cette technologie, des dépenses que les écoles auraient du mal à se permettre avec leur budget.

RÉPONDRE À LA PROBLÉMATIQUE DU COÛT DE DÉVELOPPEMENT :

LA RÉALITÉ VIRTUELLE DE BUREAU

Ausburn et Ausburn¹¹⁰ (2004)¹¹¹ ont décrit la réalité virtuelle de bureau (*desktop VR*) comme un outil d'apprentissage facile à prendre en main et peu coûteux contrairement aux autres systèmes de RV qui requièrent des compétences techniques complexes et des équipements matériels et logiciels coûteux. Ce type de RV pour eux ne vise pas à une immersion totale de l'utilisateur et se concentre généralement sur l'utilisation de souris ou de *joysticks* pour contrôler la navigation à travers un environnement 3D sur écran (*graphics monitor*) généré par un ordinateur. Nous pouvons ainsi dire que la RV de bureau est une réalité virtuelle « simplifiée », avec des capacités moins immersives que les équipements de RV commun avec visuo-casques, qui visent une immersion totale, mais elle présente l'avantage d'être plus accessible pour des enseignants comme support de cours et permet à l'utilisateur une immersion partielle à travers une application d'apprentissage.

La vigilance concernant le coût de l'équipement immersif a aussi été apporté par d'autres auteurs qui ont étudié la RV pour l'éducation (Mantovani, 2001¹¹² ; Chen *et al.*, 2007 ; M Yilmaz, Reisoglu, Topu, Karakus & Goktas, 2015¹¹³). En effet, les systèmes les plus performants sont également les plus coûteux. Des recherches se sont intéressées à pallier cette problématique en créant de la RV plus abordable, la réalité virtuelle de bureau. Les auteurs suivants (Abdul Rahim, Duenser, Billinghamurst, Herritsch, Unsworth, Mckinnon & Gostomski, 2011 ; Chen *et al.*, 2007) ont mené des expérimentations utilisant de la réalité virtuelle de bureau et ont listé leurs recommandations pour une utilisation de ce dispositif en classe.

109. Moreno R., Mayer R. E., Spires H. A. & Lester J. C. (2001), "The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?", *Cognition and instruction*, 19(2), p. 177-213.

110. Lynna Ausburn chercheuse en science de l'éducation, en théorie de l'éducation (*Educational Theory*) et en technologie de l'éducation, et Floyd B. Ausburn chercheur également en science de l'éducation.

111. Ausburn L. J. & Ausburn F. B. (2004), *Desktop virtual reality: A powerful new technology for teaching and research in industrial teacher education*.

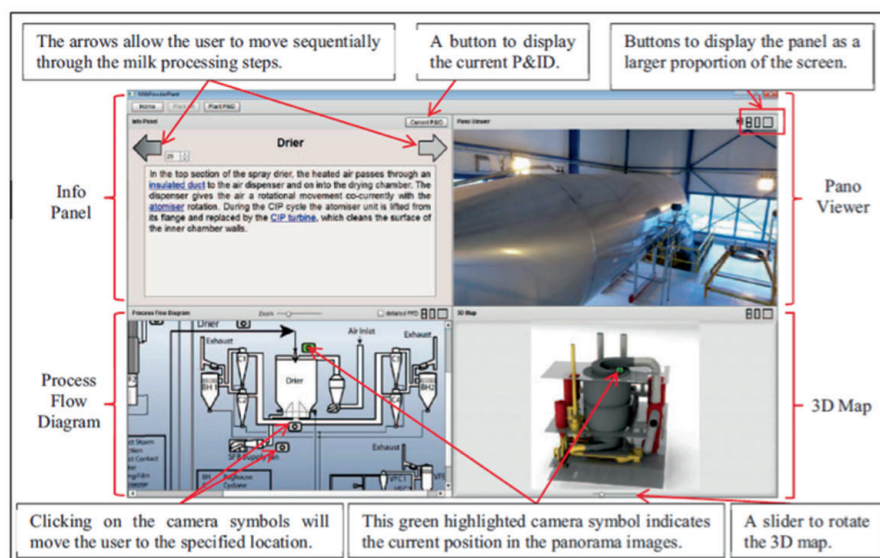
112. Mantovani F. (2001), "12 VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training", *Towards cyberpsychology: mind, cognition, and society in the Internet age*, 2 (Introduction), p. 207.

113. Yilmaz R. M., Reisoglu I., Topu F. B., Karakus T. & Goktas Y. (2015), "The development of a criteria list for the selection of 3d virtual worlds to design an educational environment", *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 17(4), p. 1 037-1 069.

Abdul Rahim et ses collègues¹¹⁴ [2012]¹¹⁵ ont réalisé une application de réalité virtuelle de bureau sur le processus d'assèchement du lait en poudre. Le but de cette application pour les auteurs était de pouvoir apporter un enseignement sur les environnements des usines de traitement à des étudiants dans le domaine de l'éducation tertiaire. En effet, les auteurs expliquent que l'enseignement dans ce domaine encourage les étudiants à apprendre des situations réelles en plus des enseignements traditionnels comme les livres. Or les usines de traitement sont de plus en plus réglementées et difficiles d'accès pour des visites à cause des normes de sécurité et d'hygiène. Ils ont fait tester leur environnement de réalité virtuelle de bureau à des étudiants d'université en 1^{re} année et en dernière année d'ingénierie afin d'évaluer l'utilisabilité de leur application. Leur recueil de données s'est fait par le biais d'un questionnaire ainsi que d'interviews avec les étudiants. L'analyse des auteurs révèle que leur application a été bien accueillie par les étudiants et qu'elle était assez intuitive pour être manipulée en ayant peu de pratique, voire sans lire le manuel d'utilisation. Les auteurs ont regroupé les points forts de l'utilisabilité de leur application qui ont intéressé les étudiants et/ou les ont aidés dans leur manipulation à l'intérieur de l'environnement de réalité virtuelle de bureau :

- rassembler les informations associées ensemble dans un même espace : regrouper les informations reliées et les rendre visibles dans une seule et même fenêtre de différents panneaux, différents onglets [cf. Document 24] permet d'accroître la navigation et de maintenir la compréhension des étudiants. Il faut permettre aux apprenants de relier les informations contenues entre différents éléments afin d'améliorer leur apprentissage du contenu ;

Document 24. Capture d'écran de l'application de réalité virtuelle de bureau illustrant les différents panneaux visuellement disponibles dans l'interaction



Source : Abdul Rahim *et al.*, 2012.

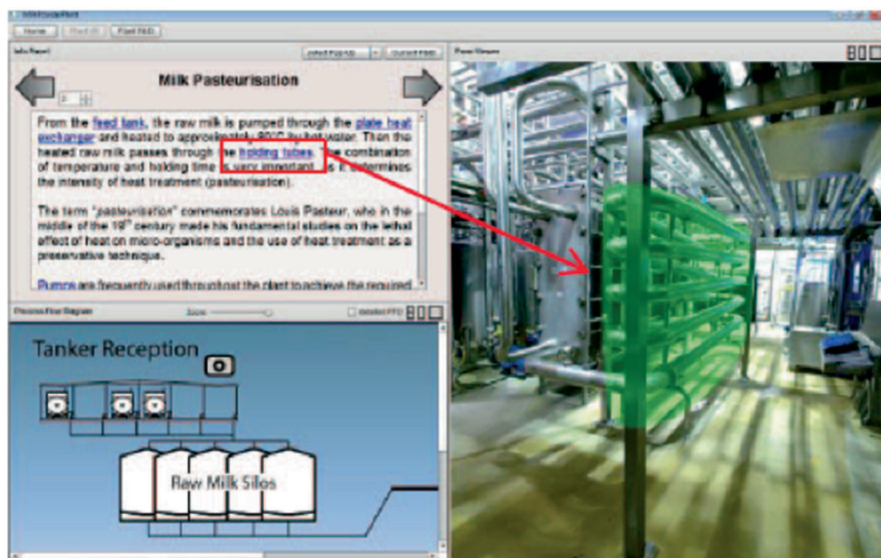
- guider et faire correspondre les informations importantes avec une mise en saillance : pour les auteurs, il est important de guider l'information par l'utilisation d'éléments textuels plus saillants et l'utilisation de différentes couleurs [cf. Document 25]. En effet, cela va permettre de souligner l'information pour les utilisateurs et les conduire à mieux identifier les points d'intérêt mentionnés dans l'information textuelle ainsi qu'à les rendre plus engagés dans l'application ;

114. Elin Abdul Rahim, Andreas Duenser, Mark Billingham, Alfred Herritsch, Keith Unsworth, Alan Mckinnon, Peter Alan Gostomski, 7 enseignants et chercheurs dans les domaines des sciences informatiques, de l'ingénierie, des sciences des mathématiques, de l'interaction Homme-machine, et du design [graphique et industriel].

115. Abdul Rahim E., Duenser A., Billingham M., Herritsch A., Unsworth K., Mckinnon A. & Gostomski P. [2012], "A desktop virtual reality application for chemical and process engineering education", *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, p. 1-8.

Document 25. Capture d'écran de l'utilisation de la couleur pour surligner les points d'intérêt dans l'environnement virtuel

Source : Abdul Rahim et al., 2012.



- favoriser l'interactivité des contenus : les éléments interactifs dans l'application de RV permettent aux utilisateurs d'être plus engagés avec le contenu de l'information présenté sous différentes formes (texte, visualisation 360, etc.) ;
- augmenter le contrôle des utilisateurs sur leur interaction avec l'application : le fait que les utilisateurs puissent contrôler leur interaction est un moyen de leur donner la capacité d'avancer à leur propre rythme d'apprentissage, par exemple en donnant la possibilité de sélectionner ce qu'ils veulent et ne veulent pas voir comme information ;
- utiliser des symboles communs dans l'EV pour faciliter l'apprentissage de l'application : il est important de faire usage des connaissances que l'utilisateur possède, de ses représentations mentales afin de minimiser les efforts requis pour qu'il apprenne à utiliser l'application. Cela peut se faire en utilisant des symboles communs, c'est-à-dire que les gens ont l'habitude de côtoyer ;
- proposer un choix de visites/d'interactions guidées et non guidées : proposer une navigation flexible, à savoir le choix entre des visites guidées ou non guidées, permet aux étudiants d'avoir plusieurs options et de sélectionner ce qui correspondrait le plus à leur style d'apprentissage et à leur niveau de connaissances. Par exemple, un étudiant confirmé dans un domaine préférerait naviguer par ses propres moyens et apprendre seul dans l'application alors qu'un étudiant plus novice pourrait avoir besoin de plus d'explications sur un sujet, qu'un guide pourrait lui amener ;
- faire varier/adapter le niveau de détails des contenus en fonction du niveau des utilisateurs [cf. zone de flow] : il est important que l'application de RV possède plusieurs niveaux de détails d'information si celle-ci est à destination d'apprenants de différentes années d'étude. En effet, les auteurs expliquent que les étudiants de dernière année manifestaient un plus grand niveau d'engagement comparé à ceux de 1^{re} année car ces derniers n'avaient pas encore vu en cours les contenus présentés dans l'application.

Chen et ses collègues [2007] ont précisé dans leur étude qu'il existe des limitations à l'usage de la RV en classe. En effet, elle y reste d'après eux inaccessible pour les enseignants à cause de la complexité de ses équipements et de son coût. De plus, les enseignants doivent prendre le temps d'apprendre et de configurer les équipements pour leurs cours. Ils définissent la réalité virtuelle de bureau comme une solution moins chère, beaucoup plus accessible et facilement adoptable pour des enseignants et des élèves, et ce sans avoir recours à des

dépenses excessives d'équipements. Ils rajoutent que la RV de bureau est également un moyen d'éviter les risques de *motion sickness*¹¹⁶ puisque cette RV est moins immersive.

Voici leurs recommandations pour le développement et l'usage de réalité virtuelle de bureau en classe :

- fournir un concept de l'espace dans l'EV précis : il est nécessaire de fournir des repères, en plus d'une carte, à l'utilisateur au sein de l'environnement pour lui éviter d'être perdu. Plus l'environnement virtuel représente un grand espace, plus il sera nécessaire d'ajouter des repères pour l'orientation de l'utilisateur. De plus, les moments de transfert d'un point de vue à un autre [exemple : dans l'étude de Chen et ses collègues, les élèves pouvaient observer le lever et le coucher de soleil en changeant de point de vue, sur la Terre ou dans le ciel] doivent se faire de façon compréhensible pour les utilisateurs ;
- renforcer le design interactif et les opportunités de manipulation d'objet dans le système : les résultats de Chen et ses collaborateurs ont montré que la manipulation était nécessaire pour assister les élèves dans leur compréhension et leur apprentissage en RV ;
- amener à ressentir l'expérience des phénomènes par la stimulation sensorielle : donner des informations sensorielles [exemple : la température, les odeurs, la force] aux utilisateurs est un moyen de leur faire comprendre plus facilement des concepts. Elles permettent de faire se sentir plus présents les utilisateurs et ainsi de mieux les impliquer dans leur compréhension des phénomènes particuliers [exemple : avec l'astronomie dans l'étude de Chen et son équipe en 2007 ; le cycle jour/nuit ou pourquoi la météo est plus chaude en été qu'en hiver, etc.] ;
- compenser l'absence de fonctionnalité de socialisation par la mise en commun des découvertes dans l'EV en classe : pour Chen et ses collègues, le fait de ne pas avoir de fortes fonctionnalités de socialisation dans l'application de RV n'est pas un point négatif. Toutefois, ils décrivent que ce genre de fonctionnalités pourrait distraire et rendre les élèves confus en classe.

Pour eux, leur DVREMS (*Desktop VR Earth Motion System*) est un outil capable d'être largement déployé dans des classes grâce à son coût, plus faible que la RV et ses équipements classiques, et par ses avantages pour les apprentissages.

Ainsi, bien que la RV puisse présenter des complications pour être intégrée en classe, il existe des solutions, comme la réalité virtuelle de bureau [face au coût de la RV] qui présente aussi de nombreux, si ce n'est les mêmes, avantages éducatifs malgré son degré d'immersion réduit par rapport à la RV. De plus, les bénéfices constatés [motivation, compréhension de concepts abstraits, etc.] sont non négligeables pour l'éducation. Il est cependant nécessaire de réfléchir aux buts visés par l'outil de RV pour les apprenants avant de concevoir l'environnement virtuel, le contenu de l'application, afin d'adapter l'objet final pour qu'il réponde au mieux aux besoins éducatifs des élèves ou étudiants.

116. Aussi appelée mal des transports ou cinétose. Elle survient lorsque la perception visuelle envoie des informations au cerveau qui diffèrent des informations qu'envoie le système vestibulaire dans l'oreille interne. Ses symptômes les plus fréquents sont l'étourdissement, la fatigue et les nausées.

C O N C L U S I O N S

3

Nous pouvons conclure que la réalité virtuelle, bien qu'elle ait été explorée avec intérêt par la recherche scientifique, reste un champ d'investigation jeune dans le domaine de l'éducation, où de nombreuses hypothèses restent à confirmer par des études validées. Cependant, nous avons pu voir qu'elle présente des avantages démontrés par les chercheurs tels que son interactivité, son immersion, son effet de présence et présence sociale, la motivation, le développement de compétences de résolution de problèmes, l'apprentissage de concepts abstraits, sa portée pour des élèves avec des différences interindividuelles d'apprentissage, et le transfert de connaissance des situations d'exercice à des situations réelles.

En effet, par rapport à d'autres supports, la réalité virtuelle se distingue par son apport interactif. L'utilisateur est un acteur lorsqu'il utilise cette technologie contrairement à d'autres qui lui permettent uniquement d'être un spectateur passif. L'interactivité est l'un des avantages de la réalité virtuelle puisqu'il permet à son utilisateur d'obtenir une plus grande motivation en le laissant s'approprier l'information de lui-même. De plus, l'interaction est un facteur favorisant les apprentissages collectifs.

Par les capacités de cette technologie, l'utilisateur est amené à être en immersion dans un environnement virtuel. La recherche a montré que l'état d'immersion dans un EV favorise la mémorisation à court terme [Schmoll *et al.*, 2013] ainsi que celle à long terme [Huang, Rauch & Liaw, 2010]. De plus, l'immersion amène à une meilleure performance grâce à une plus grande qualité et quantité d'informations accessibles dans l'environnement [Slater *et al.*, 1996].

La réalité virtuelle a aussi l'effet d'apporter un sentiment de présence chez l'utilisateur. Cependant, la recherche montre que la présence est en lien avec une plus grande réussite à des tests sur des apprentissages réalisés en environnement de RV [Roy, 2014]. Ainsi, la présence a 2 effets, un positif pour les apprentissages et l'autre négatif pour la réalisation de tâches. La prise en compte de ces 2 effets distincts conduit à penser que la présence est un autre avantage de la RV mais pour des systèmes qui apporteraient l'information à l'utilisateur dans son environnement virtuel, qui lui feraient découvrir par lui-même. Pour les systèmes orientés vers de la réalisation d'exercices d'entraînement, la présence est à l'inverse un effet qui nuirait à l'apprentissage. Pour utiliser ce type de systèmes en éducation avec la RV, la conception de l'environnement devra prendre en compte les effets de la présence dans les apprentissages de l'utilisateur et cibler les erreurs récurrentes afin de limiter les effets négatifs sur la performance.

Un autre bénéfice de la réalité virtuelle pour les apprentissages réside dans le sentiment de présence sociale. En effet, cette technologie est capable de reproduire des environnements réalistes pour l'utilisateur mais aussi des personnages vraisemblables, qui pourront donner l'illusion d'être dans le même espace que d'autres personnes. La réalité virtuelle peut ainsi placer un utilisateur dans une situation d'apprentissage tournée vers l'acquisition de compétences d'interactions sociales avec un personnage virtuel (Lok *et al.*, 2006) et conduire à des résultats sur l'apprentissage de la même manière qu'avec une mise en situation réelle. De plus, elle peut aussi répondre aux exigences d'apprentissage de compétences d'interaction plus complexes en remplaçant l'interaction avec le personnage par une interaction plus réaliste avec le personnage d'un autre utilisateur (Schmoll *et al.*, 2013). Il faut noter que la possibilité d'interaction avec un autre utilisateur dans le même environnement est une ouverture pédagogique pour tous les enseignements collectifs. De plus, la présence sociale en réalité virtuelle favorise le questionnement des élèves par rapport à d'autres supports grâce à ses propriétés immersives et son environnement 3D (Limniou *et al.*, 2013). Ainsi, l'utilisation de la réalité virtuelle en classe permettrait de faciliter les échanges entre l'enseignant/le professeur et ses élèves.

Un autre point de la réalité virtuelle qui présente un intérêt pour l'éducation est qu'elle augmente la motivation des apprenants par son attrait technologique, voire ludique. Cet effet peut être induit dans les applications de réalité virtuelle par l'intuitivité de l'interaction, le sentiment d'imagination physique et le sentiment d'immersion (Huang, Rauch, & Liaw, 2010). Il est également possible de favoriser la motivation des apprenants en générant un plus grand sentiment de confiance en soi dans l'environnement virtuel, à l'aide de *feedbacks* positifs de l'application (Yilmaz, Topu, Goktas & Coban, 2013) ou d'autres individus (Schunk, 2009).

Les recherches (Huang *et al.*, 2010) ont démontré un autre effet positif de la réalité virtuelle dans l'éducation, le développement de compétences de résolution de problèmes, grâce à ses capacités d'immersion, d'interaction et sa faculté à générer de l'imagination. En effet, les environnements d'apprentissage en réalité virtuelle aident les apprenants à conceptualiser leurs expériences à un niveau abstrait ainsi qu'à stimuler l'élaboration spontanée et imaginative. De plus, grâce à la visualisation 3D, la réalité virtuelle permet de développer les capacités à détecter et suivre des indices presque invisibles pour les apprenants, ce qui favorise leur imagination.

Les chercheurs ont aussi montré que cette technologie est un atout pour les apprentissages de concepts abstraits. En effet, grâce à ses qualités immersives et sa visualisation 3D, la réalité virtuelle amène l'apprenant au cœur des phénomènes et va lui permettre de gagner en intuitivité (Dede, Salzman & Loftin, 1996), et lui faire plus facilement comprendre des notions d'ordinaire difficiles (Chen, Yang, Shen & Jeng, 2007; Limniou, Roberts & Papadopoulos, 2008). En comparaison à d'autres supports, elle présente un avantage pour l'apprentissage de concepts abstraits par sa capacité à apporter l'information et à donner des retours à l'apprenant en temps réel (Demaree, Stonebraker, Zhao & Bao, 2005).

Aussi, par rapport à des supports classiques d'enseignements, l'apprentissage par la réalité virtuelle est capable d'atteindre efficacement un plus grand nombre d'individus. Effectivement, elle facilite les apprentissages pour des individus avec des préférences pour les enseignements actifs, visuels, inductifs et globaux (Bell & Fogler, 1995) et pour ceux avec des profils cognitifs introvertis, sensitifs et émotionnels (Sas *et al.*, 2004). De plus, la recherche a montré que malgré des différences interindividuelles, la réalité virtuelle est en mesure d'impliquer les apprenants de façon égale, qu'ils soient novices ou experts dans le sujet d'apprentissage ou dans leur utilisation de la réalité virtuelle (Baydas *et al.*, 2015). L'acquisition d'un rôle pour l'apprenant dans l'environnement virtuel (apprentissage situé) amène aussi à un effet sur la confiance en ses capacités. Or cet effet permet à des élèves plus lents dans leurs apprentissages d'atteindre le même niveau de réussite dans l'environnement virtuel que des

élèves plus rapides (Clarke, Dede, Ketelhut, Nelson & Bowman, 2006). Ainsi, l'utilisation de la réalité virtuelle en classe est donc un moyen de favoriser voire d'égaliser les apprentissages pour des élèves qui d'ordinaire sont en difficulté avec un enseignement classique.

Enfin, un dernier avantage notable de la réalité virtuelle pour l'éducation par rapport aux supports classiques de l'enseignement est qu'il permet plus facilement le transfert de connaissances d'une situation apprise vers une situation réelle. Or, l'application de connaissances acquises vers d'autres contextes même similaires représente une difficulté même pour les meilleurs élèves. Les environnements virtuels peuvent résoudre ces difficultés grâce à leur capacité à simuler des problèmes et des contextes du monde réel, et ainsi amener les apprenants à un transfert de connaissances proches (Dede, 2009).

À l'heure actuelle, la réalité virtuelle apparaît comme une piste intéressante pour être utilisée en tant que support de cours pour l'enseignement général dans les établissements. Cependant, il reste bon de noter les besoins d'investigations suivants à son sujet.

Le premier d'entre eux est l'impact de la réalité virtuelle sur la santé, et ce notamment pour des enfants. En effet, les constructeurs de casques de réalité virtuelle déconseillent une utilisation avant 13 ans et recommandent des pauses de 15 minutes toutes les heures d'utilisation¹¹⁷. Des chercheurs, comme North (1998)¹¹⁸ et ses collègues¹¹⁹ ainsi que des professionnels de la santé comme Gilles Renard¹²⁰ [2016]¹²¹ recommandent des séances d'utilisation de réalité virtuelle brèves, entre 15-20 minutes. Ils avertissent également qu'une utilisation prolongée de réalité virtuelle pourrait conduire à des risques pour la santé, notamment de la fatigue physique, des malaises et vertiges, voire des maux de tête chez les utilisateurs.

De plus, les risques pour la santé posent la question des accords pour l'utilisation. Il serait intéressant de déterminer dans un premier temps si les établissements sont prêts à recevoir et employer cette technologie, puis d'observer si les parents des élèves seraient disposés à laisser leurs enfants l'utiliser en classe alors qu'elle peut conduire à des états de santé négatifs.

Une autre question soulevée par les effets négatifs possibles à l'utilisation de la RV est l'adaptation des enseignants pour les élèves souffrant de *motion sickness* (mal des transports/ des simulateurs). En effet, si l'enseignant utilise la technologie de RV pour sa classe entière, il est possible qu'une partie des élèves soient en incapacité de suivre le cours avec ce support. Ceci implique que les enseignants puissent permettre à ces élèves d'avoir également accès à l'information et de participer à un niveau similaire à leur camarade pour ne pas générer de discrimination.

Bien qu'elle possède de nombreux avantages pour l'éducation, un autre point nécessitant une investigation sur la RV dans l'éducation est la vérification de son apport cognitif. En effet, il serait bon de trouver des éléments de réponses à cette question en menant des expériences sur le terrain afin de s'assurer que la RV apporte bien des connaissances supplémentaires en cours par rapport à d'autres supports utilisés en éducation. Il faudrait ainsi par exemple tester sur le long terme [exemple : une année scolaire] dans une classe les effets résultant de l'usage de réalité virtuelle avec les élèves et comparer ces résultats avec une classe du même niveau et ayant eu un enseignement similaire durant la même période.

117. Goubet, F. (2016). Réalité virtuelle, attention les yeux. Repéré à : <https://www.letemps.ch/sciences/2016/04/04/realite-virtuelle-attention-yeux>

118. North M. M., North S. M. & Coble J. R. (1997), "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological", *Virtual reality in neuro-psycho-physiology: Cognitive, clinical and methodological issues in assessment and rehabilitation*, 44, p. 59.

119. Max M. North, Sarah M. North, et Joseph R. Coble, chercheurs en psychothérapie utilisant de la réalité virtuelle pour le traitement de patients souffrant de trouble psychologique comme les phobies.

120. Gilles Renard, médecin, professeur des Universités-praticien hospitalier et directeur scientifique de la Société française d'ophtalmologie.

121. Jullien S. (2016). « Les casques de réalité virtuelle potentiellement toxiques pour la rétine ». Repéré à : <http://www.bienpublic.com/loisirs/2016/11/14/les-casques-de-realite-virtuelle-potentiellement-toxiques-pour-la-retine>.

Une autre question que soulève l'idée d'utiliser la RV dans l'éducation est le coût de cette technologie. Le budget nécessaire afin d'équiper uniquement la moitié des établissements d'enseignement général avec cette technologie est considérable, d'autant plus si l'objectif est d'équiper plusieurs classes et ce pour une majorité des élèves. En effet, s'il est possible de trouver de bons équipements en termes de visiocasques pour un prix abordable, la réalité virtuelle aujourd'hui encore reste coûteuse notamment à cause du prix des smartphones ou des ordinateurs nécessaires pour utiliser des applications de RV. Il serait intéressant d'observer les prochains développements¹²² du marché de la RV, qui stagne voire s'essouffle dans certains domaines¹²³ et d'espérer une baisse des prix avec l'augmentation de la demande.

De plus, la production même des environnements, des applications de RV elle aussi nécessite un investissement budgétaire conséquent afin d'aboutir à un objet finalisé. Il faut également rajouter que l'intérêt de Réseau Canopé serait de créer des applications à destination d'élèves. Cette cible nécessitera donc des recherches afin d'adapter les applications pour cette population.

Enfin, il est également nécessaire de noter que la conception de RV est encore réservée à des experts. Une piste d'avenir serait que « le monde » (chercheurs, constructeurs, etc.) de la RV travaille sur la facilitation du développement de cette technologie, de façon à permettre à des utilisateurs sans connaissances poussées en informatique de créer par leurs propres moyens des environnements de réalité virtuelle. Des enseignants pourraient ainsi développer eux-mêmes des environnements d'apprentissage en réalité virtuelle pour leurs cours et ne pas être dépendants des grands concepteurs d'applications de RV.

-
122. Bastien L. [2017], « Futur de la VR – Les prédictions de Valve et Oculus pour l'avenir de la VR ». Repéré à : http://www.realite-virtuelle.com/oculus-connect-3-michael-abrash-0710?utm_source=Sociallymap&utm_medium=Sociallymap&utm_campaign=Sociallymap.
- Louis J.-P. [2017], « Les livraisons de casques de réalité virtuelle devraient tripler en 2017 ». Repéré à : https://www.lesechos.fr/01/06/2017/lesechos.fr/030363706511_les-livraisons-de-casques-de-realite-virtuelle-devraient-tripler-en-2017.htm.
123. Audureau W. [2017], « Les chiffres décevants de la réalité virtuelle font douter les pros du jeu vidéo ». Repéré à : http://www.lemonde.fr/pixels/article/2017/05/15/les-chiffres-decevants-de-la-realite-virtuelle-font-douter-les-pros-du-jeu-video_5127941_4408996.html#vLryux6ZMjSuKfkE.99.

GLOSSAIRE

4

Haptique : Étude scientifique du toucher. Se dit de ce qui concerne la sensibilité cutanée. Ressenti d'un être vivant au niveau de son cerveau et de la surface de contact au moment où il touche un objet.

Vue objective : aussi appelée vue à la troisième personne. Il s'agit d'une configuration dans laquelle la vue, la caméra est située à l'extérieur (derrière ou à côté) d'un personnage. Par exemple, dans certains jeux vidéo, le joueur a la possibilité de faire pivoter la caméra autour de son personnage¹²⁴.

Vue subjective : aussi appelée vue à la première personne. Il s'agit d'une perception dans la peau d'un personnage, la vue, la caméra est au niveau des yeux de celui-ci. Par exemple, dans les jeux vidéo, le joueur voit la scène comme s'il était dans le corps du personnage¹²⁵.

124. Vue objective [s. d.]. Dans *GameArt*. Repéré à <http://www.gameart.eu/publi/dossiers/lexique/vue-objective.html>.

125. Vue subjective [s. d.]. Dans *GameArt*. Repéré à <http://www.gameart.eu/publi/dossiers/lexique/vue-subjective.html>.

BIBLIOGRAPHIE

5

ARTICLES, OUVRAGES ET THÈSES

ABDUL Rahim E., DUENSER A., BILLINGHURST M., HERRITSCH A., UNSWORTH K., MCKINNON A. & GOSTOMSKI P. (2012, November), "A desktop virtual reality application for chemical and process engineering education", in *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, p. 1-8.

ANTONIETTI A. & CANTOIA M. (2000), "To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality", *Computers & Education*, 34(3), p. 213-223.

AUSBURN L. J. & AUSBURN F. B. (2004), *Desktop virtual reality: A powerful new technology for teaching and research in industrial teacher education*.

AUVRAY M. & FUCHS P. (2007), « Perception, immersion et interactions sensorimotrices en environnement virtuel », *Intellectica*, 1(45), p. 23-35.

BAYDAS O., KARAKUS T., TOPU F. B., YILMAZ R., OZTURK M. E. & GOKTAS Y. (2015), "Retention and flow under guided and unguided learning experience in 3D virtual worlds", *Computers in Human Behavior*, 44, p. 96-102.

BELL J. T. & FOGLER H. S. (1995, June), "The investigation and application of virtual reality as an educational tool", in *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*, p. 1718-1728.

BIOCCA F. (2003, May), "Can we resolve the book, the physical reality, and the dream state problems? From the two-pole to a three-pole model of shifts in presence", *EU Future and Emerging Technologies, Presence Initiative Meeting*.

BLOOM B. S., ENGELHART M. D., FURST E. J., HILL W. H. & KRATHWOHL D. R. (1956), *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: handbook I: cognitive domain* [N° 373.19 C734t], New York, US: D. McKay.

BOLT R.A. (1980), "Put-that-there: voice and gesture at the graphics interface", in *7th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, p. 262-270.

BOUVIER P. (2009), *La Présence en réalité virtuelle, une approche centrée utilisateur*, thèse de doctorat, Université Paris-Est.

BOWMAN D. A., KOLLER D. & HODGES L. (1997), "Travel in immersive virtual environments: An evaluation of view-point motion control techniques", *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, 7, p. 45-52.

- BOWMAN D. A. [1999], *Interaction Techniques for Common Tasks in Immersive Virtual Environments: Design, Evaluation, and Application*, PhD Thesis, Georgia Institute of Technology.
- BOWMAN D. A. & WINGRAVE C. A. [2001], "Design and Evaluation of Menu Systems for Immersive Virtual Environments", *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, p. 149-156.
- BOWMAN A., KRUIJFF E., LAVIOLA J. & POUPYREV I. [2005], *3D User Interfaces: Theory and Practice*, Addison-Wesley.
- BROWN E. & CAIRNS P. [2004, April], "A grounded investigation of game immersion", *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*, p. 1297-1300.
- BURKHARDT J. M. [2003], Réalité virtuelle et ergonomie : quelques apports réciproques, *Le Travail humain*, 66(1), p. 65-91.
- BURKHARDT J.-M., BARDY B. & LOURDEAUX D. [2003], « Immersion, réalisme et présence dans la conception et l'évaluation des environnements virtuels », *Psychologie française*, 48, p. 35-42.
- CLARKE-MIDURA J., DEDE C., KETELHUT D. J., NELSON B. & BOWMAN C. [2006], "A design-based research strategy to promote scalability for educational innovations", *Educational Technology*, 46(3), p. 27.
- CHEN C. H., YANG J. C., SHEN S. & JENG M. C. [2007], "A desktop virtual reality earth motion system in astronomy education", *Educational Technology & Society*, 10(3), p. 289-304.
- CHEN J. [2007], "flow in games (and everything else)", *Communications of the ACM*, 50(4), p. 31-34.
- CSÍKSZENTMIHÁLYI M. [1990], *flow: The psychology of optimal performance*.
- CSÍKSZENTMIHÁLYI M. [1997], *Finding flow*.
- D'HUART D. M. [2001], « La réalité virtuelle : un média pour apprendre », *Cinquième colloque hypermédias et apprentissages*, EPI, INRP, p. 331-338.
- DEDE C. [2009], "Immersive interfaces for engagement and learning", *Science*, 323(5910), p. 66-69.
- DEDE C., SALZMAN M. C. & LOFTIN R. B. [1996], "ScienceSpace: Virtual realities for learning complex and abstract scientific concepts", *Virtual Reality Annual International Symposium, 1996, Proceedings of the IEEE 1996*, IEEE, p. 246-252.
- DEMAREE D., STONEBRAKER S., ZHAO W. & BAO L. [2005, September], "Virtual reality in introductory physics laboratories", *AIP Conference Proceedings* (vol. 790, n° 1), AIP, p. 93-96.
- DUMAS C., PLÉNACOSTE P. & CHAILLOU C. [1999], « Définition d'un modèle d'interaction pour une interface de travail tridimensionnelle à partir d'expérimentation », *Proceedings of IHM'99*.
- DUVAL T. [2012], « Interaction en Réalité Virtuelle », Journées d'études sur l'image : Technique et Applications.
- FELDER R. M. & SILVERMAN L. K. [1988], "Learning and teaching styles in engineering education", *Engineering education*, 78(7), p. 674-681.
- FISHER S. S., MCGREEVY M., HUMPHRIES J. & ROBINETT W. [1987, January], "Virtual environment display system", *Proceedings of the 1986 workshop on Interactive 3D graphics*, p. 77-87.
- FORSBERG A., HERNDON K. & ZELEZNIK R. [1996], "Aperture based selection for immersive virtual environments", *Proceedings of ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, p. 95-96.

- FUCHS P. & Moreau G. (2006), *Le Traité de la réalité virtuelle* [vol. 2], Presses des Mines.
- GIRALDI G. A., SILVA R. & OLIVEIRA J. C. (2003), "Introduction to virtual reality", *LNCC Research Report*, 6.
- GROSJEAN J. & Coquillart S. (2001), "Command & control cube: a shortcut paradigm for virtual environments", *Proceedings of IPT-EGVE'01*.
- HEETER C. (1992), "Being there: The subjective experience of presence", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(2), p. 262-271.
- HEETER C. (1995), "Communication research on consumer VR", *Communication in the age of virtual reality*, p. 191-218.
- HEILIG M. L. (1960), *Stereoscopic-television apparatus for individual use*, U.S. Patent n° 2, 955, 156.
- HEILIG M. L. (1962), "Sensorama Simulator", *United States Patent and Trade Office*, Virginia, USA, US-3, 050, 870.
- HUANG H. M., RAUCH U. & LIAW S. S. (2010), "Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach", *Computers & Education*, 55(3), p. 1171-1182.
- HUGHES C. E., STAPLETON C. B., HUGHES D. E. & SMITH E. M. (2005), "Mixed reality in education, entertainment, and training", *IEEE computer graphics and applications*, 25(6), p. 24-30.
- KATZ J. S. & WRIGHT A. A. (2006), "Same/different abstract-concept learning by pigeons", *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32(1), p. 80.
- KRUEGER M. W., GIONFRIDDO T. & HINRICHSEN K. (1985, April), "VIDEOPLACE — an artificial reality", *ACM SIGCHI Bulletin* [vol. 16, n° 4], p. 35-40.
- KRUEGER M. W. (1993), "An easy entry artificial reality", *Virtual reality: Applications and explorations*, p. 147-161.
- LEE K. M. (2004), "Presence, explicated", *Communication theory*, 14(1), p. 27-50.
- LIANG & GREEN (1993), "Jdcad: a highly interactive 3d modeling system", *Computer Graphics [SIGGRAPH'93 Proceedings]*, 18(4), p. 499-506.
- LIMNIOU M., ROBERTS D. & PAPADOPOULOS N. (2008), « Full immersive virtual environment CAVE TM in chemistry education », *Computers & Education*, 51(2), p. 584-593.
- LOK B., FERDIG R. E., RAJ A., JOHNSEN K., DICKERSON R., COUTTS J. & LIND D. S. (2006), "Applying virtual reality in medical communication education: current findings and potential teaching and learning benefits of immersive virtual patients", *Virtual Reality*, 10(3-4), p. 185-195.
- LOMBARD M. & DITTON T. (1997), "At the heart of it all: The concept of presence", *Journal of Computer Mediated Communication*, 3(2).
- MANTOVANI F. (2001), "12 VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training", *Towards cyberpsychology: mind, cognition, and society in the Internet age*, 2(Introduction), p. 207.
- MILGRAM P. & KISHINO F. (1994), "A taxonomy of mixed reality visual displays", *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), p. 1321-1329.
- MINE M.R. (1995), *Virtual environment interaction techniques*, Technical Report TR95-018, Departement of Computer Science, University of North California, Chapel Hill.
- MINSKY M. (1980), *Telepresence*.

MOHER T., JOHNSON A., OHLSSON S. & GILLINGHAM M. [1999, May], "Bridging strategies for VR-based learning", *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 536-543.

MOORE M. [1989], "Three types of interaction", *The American Journal of Distance Education*.

MORENO R., MAYER R. E., SPIRES H. A. & LESTER J. C. [2001], "The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?", *Cognition and instruction*, 19(2), p. 177-213.

NORTH M. M., NORTH S. M. & COBLE J. R. [1997], "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological", *Virtual reality in neuro-psycho-physiology: Cognitive, clinical and methodological issues in assessment and rehabilitation*, 44, p. 59.

NOWAK K. L. & BIOCCA F. [2003], "The effect of the agency and anthropomorphism on users' sense of telepresence, copresence, and social presence in virtual environments", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), p. 481-494.

OURAMDANE N., OTMANE S. & MALLEM M. [2009], « Interaction 3D en Réalité Virtuelle – État de l'art », *Technique et Sciences informatiques*, Hermès-Lavoisier, 28 (8), p. 1017-1049.

PATRICK E., COSGROVE D., SLAVKOVIC A., RODE J. A., VERRATTI T. & CHISELKO G. [2000, April], "Using a large projection screen as an alternative to head-mounted displays for virtual environments", *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 478-485.

PIERCE J.S., STEARNS B.C. & PAUSCH R. [1999], "Voodoo dolls: Seamless interaction at multiple scales in virtual environments", *Proceedings of the ACM Symposium on Interactive 3D Graphics*, p. 141-146.

POUPYREV I., BILLINGHURST M., WEGHORST S. & ICHIKAWA T. [1996], "The go-go interaction technique: Non-linear mapping for direct manipulation in VR", *Proceedings of ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, p. 79-80.

RHEINGOLD H. [1991], *Virtual Reality*, Simon & Schuster, Inc.

ROUSSOU M. [2009], "A VR playground for learning abstract mathematics concepts", *IEEE computer graphics and applications*, 29(1).

ROY M. [2014], « Sentiment de présence et réalité virtuelle pour les langues – Une étude de l'émergence de la présence et de son influence sur la compréhension de l'oral en allemand langue étrangère », *Alsic. Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication*, 17.

SALZMAN M. C., DEDE C. & LOFTIN R. B. [1999, May], "VR's frames of reference: A visualization technique for mastering abstract multidimensional information", *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, p. 489-495.

SAS C., O'HARE G. M. & REILLY R. [2004], "Presence and task performance: an approach in the light of cognitive style", *Cognition, Technology & Work*, 6(1), p. 53-56.

SCHMOLL L., VEIT M., ROY M. & CAPOBIANCO A. [2013], « *Serious game* et apprentissage en réalité virtuelle : résultats d'une étude préliminaire sur la mémorisation en langue étrangère », *Synergie Pays germanophones*, 7.

SCHUNK D. H. [2009], "Learning theories: An educational perspective" (M. Sahin trans, 5th ed.), Ankara: Nobel Publishing.

SHERIDAN T. B. [1992], "Musings on telepresence and virtual presence", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(1), p. 120-126.

- SLATER M., LINAKIS V., USOH M., KOOPER R. & STREET G. (1996, July), "Immersion, presence, and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess", *ACM virtual reality software and technology [VRST]* [vol. 163], New York, NY: ACM Press, p. 72.
- SLATER M. (1999), "Measuring presence: A response to the Witmer and Singer presence questionnaire", *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(5), p. 560-565.
- STERNBERGER L. (2006), *Interaction en réalité virtuelle*, thèse de doctorat, Université Louis-Pasteur Strasbourg 1, Strasbourg.
- STEUER J. (1992), "Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence", *Journal of communication*, 42(4), p. 73-93.
- SUTHERLAND I. E. (1965), "The ultimate display", *Multimedia: From Wagner to virtual reality*.
- SUTHERLAND I. E. (1968, December), "A head-mounted three dimensional display", *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, p. 757-764.
- TISSEAU J. (2001), *Réalité Virtuelle – Autonomie in virtuo*, soutenance de HDR, Université de Rennes 1
- WHITEMAN J. A. M. (2002), *Interpersonal Communication in Computer Mediated Learning*.
- WITMER B. G. & SINGER M. J. (1998), "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire", *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), p. 225-240.
- YACOBI B. G. (2013), *The Human Dilemma: Life Between Illusion and Reality*.
- YILMAZ R. M., TOPU F. B., GOKTAS Y. & COBAN M. (2013), "Social presence and motivation in a three-dimensional virtual world: An explanatory study", *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(6).
- YILMAZ R. M., REISOGLU I., TOPU F. B., KARAKUS T. & GOKTAS Y. (2015), "The development of a criteria list for the selection of 3d virtual worlds to design an educational environment", *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 17(4), p. 1037-1069.
- ZELTER D. (1992), "Autonomy, Interaction and Presence", *Presence* [1], p. 127-132.

BREVETS

- HEILIG M. L. (1960), *Stereoscopic-television apparatus for individual use*. U.S. Patent n° 2, 955, 156.
- ZIMMERMAN T. G. (1985), U.S. Patent n° 4,542,291, Washington, DC U.S. Patent and Trademark Office.
- ZIMMERMAN T. G. & LANIER J. Z. (1991), U.S. Patent n° 4,988,981, Washington, DC U.S. Patent and Trademark Office.

DÉFINITIONS

Efficience [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/efficienc/27930>

Immersion [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/immersion/41699>

Immersion [s. d.]. Dans le dictionnaire Linternaute. Repéré à <http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/immersion/>

Présence [s. d.] Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à : <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pr%C3%A9sence/63686>

Rétention [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/r%C3%A9tention/68835>

Virtual reality [n.d.]. In dictionary.com Unabridged. Retrieved July 27, 2017 from Dictionary.com website <http://www.dictionary.com/browse/virtual-reality>

Virtuel, virtuelle [s. d.]. Dans le dictionnaire Larousse en ligne. Repéré à http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/virtuel_virtuelle/82149

Vue objective [s. d.]. Dans *GameArt*. Repéré à :<http://www.gameart.eu/publi/dossiers/lexique/vue-objective.html>

Vue subjective [s. d.]. Dans *GameArt*. Repéré à <http://www.gameart.eu/publi/dossiers/lexique/vue-subjective.html>

SITES WEB

AUDUREAU W. [2017], « Les chiffres décevants de la réalité virtuelle font douter les pros du jeu vidéo ». Repéré à : http://www.lemonde.fr/pixels/article/2017/05/15/les-chiffres-decevants-de-la-realite-virtuelle-font-douter-les-pros-du-jeu-video_5127941_4408996.html#vLryux6ZMjSuKfkE.99

AUDUREAU W. & TUAL M. [2015], « Dans l'enfer rouge du *Virtual Boy*, le casque de réalité virtuelle devenu culte », *lemonde.fr*. Repéré à : http://www.lemonde.fr/jeux-video/article/2015/08/22/le-virtual-boy-de-nintendo-un-echec-aussi-fracassant-que-legendaire_4730114_1616924.html

BASTIEN L. [2017], « Futur de la VR – Les prédictions de Valve et Oculus pour l'avenir de la VR ». Repéré à : http://www.realite-virtuelle.com/oculus-connect-3-michael-abrash-0710?utm_source=Sociallymap&utm_medium=Sociallymap&utm_campaign=Sociallymap

GOUBET F. [2016], « Réalité virtuelle, attention les yeux ». Repéré à : <https://www.letemps.ch/sciences/2016/04/04/realite-virtuelle-attention-yeux>

JULLIEN S. [2016], « Les casques de réalité virtuelle potentiellement toxiques pour la rétine ». Repéré à : <http://www.bienpublic.com/loisirs/2016/11/14/les-casques-de-realite-virtuelle-potentiellement-toxiques-pour-la-retine>

KHEDRI F. [2017], [Tribune] « La différence entre video 360 et réalité virtuelle, expliquée par Philippe Fuchs ». Repéré à <http://www.realite-virtuelle.com/video-360-vr-fuchs>

LOUIS J.-P. [2017], « Les livraisons de casques de réalité virtuelle devraient tripler en 2017 ». Repéré à : https://www.lesechos.fr/01/06/2017/lesechos.fr/030363706511_les-livraisons-de-casques-de-realite-virtuelle-devraient-tripler-en-2017.htm

SONDAGE

CROUTTE P., LAUTIE S. & HOIBIAN S. [2016], *Baromètre du numérique 2016*, Collection des Rapports [n° R333/2016].

Directeur de publication
Gilles Lasplacettes

Coordination de projet
Jean-Michel Perron

Directeur artistique
Samuel Baluret

Conception graphique
DES SIGNES,
le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages
Dominique Perrin

Impression
Réseau Canopé

© Réseau Canopé, 2017

2

0

CANOPÉ

R & D

CORPUS

Design d'une application de réalité virtuelle
sur le corps humain
RAPPORT D'ÉTUDE

1

7

RÉSEAU - CANOPE.FR

CANOPÉ

LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Directeur de publication
Gilles Lasplacettes

Coordination de projet
Jean-Michel Perron

Directeur artistique
Samuel Baluret

Conception graphique
DES SIGNES,
le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages
Michaël Barbay

© Réseau Canopé, 2017

CORPUS 2017

DESIGN D'UNE APPLICATION DE RÉALITÉ VIRTUELLE SUR LE CORPS HUMAIN

— RAPPORT D'ÉTUDE —

Auteur du rapport

Yvon Bozec, master 2 Ergonomie du jeu vidéo à l'ENJMIN

(École nationale du jeu et des médias interactifs numériques)

ÉLÉMENTS DE CONTEXTE	5
Définition de la réalité virtuelle	7
Réflexion de Réseau Canopé sur la réalité virtuelle	7
Présentation de Corpus	8
Origine de la demande	8
Objectifs de l'étude	9
MÉTHODOLOGIE	11
Recrutement et profil des participants	12
Choix de l'entretien collectif et de la phase de familiarisation	12
Déroulement de la séance avec les enseignants	13
RETOURS DES ENTRETIENS	17
Retours sur la réalité virtuelle	18
Connaissances sur la réalité virtuelle	18
Connaissances des précautions d'utilisation	18
Avantages et inconvénients perçus de la réalité virtuelle pour une utilisation en classe	19
Mise en œuvre de la réalité virtuelle en classe	20
Retours sur le matériel testé	23
Avis sur les applications : une large préférence pour <i>Haunted Rooms : Escape game VR</i>	23
Avis sur le matériel : préférence pour le Samsung Gear VR mais choix des Homido en classe	24
Fonctionnalité de déplacement par le regard	25
Retours sur les scénarios	26
Scénario 1 : Choisir un autre point d'entrée pour une visualisation plus riche et approfondir certaines étapes	27
Scénario 2 : Choisir un aliment plus complexe, détailler les étapes de la digestion et respecter les échelles	29
Scénario 3 : Mélanger 2D et 3D et aborder un plus grand nombre de cellules pour une utilisation en collège et lycée	30
Préconisations	33
Garder les déplacements et avoir un plan du parcours	33
Éviter la narration orale et préférer une ambiance sonore pour l'immersion	33
Ajouter des informations visuelles dans l'environnement virtuel	34
Atteindre une durée idéale : ne pas dépasser 10-15 minutes par scénario	36
CONCLUSION	37

É L É M E N T S

D E

C O N T E X T E

1

DÉFINITION DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

Bell¹ et Fogler² (1995)³ définissent la réalité virtuelle comme « une interface informatique caractérisée par un haut degré d'immersion, de crédibilité et d'interaction, avec pour but de faire croire à l'utilisateur de la meilleure façon qu'il ou qu'elle se trouve à l'intérieur de l'environnement généré par ordinateur, contrairement à s'il était un simple observateur extérieur ». Burkhardt⁴ (2003)⁵, quant à lui, désigne celle-ci comme « un outil visant à offrir aux utilisateurs la possibilité d'interagir avec la représentation numérique d'objets et de scènes, en trois dimensions, réels ou réalistes ». Enfin, la définition de

Fuchs⁶ et Moreau⁷ (2006)⁸ précise que : « La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et/ou avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensorimoteurs. »

Ainsi, la réalité virtuelle consiste à placer un/ou plusieurs utilisateurs dans un environnement virtuel/numérique généré par un système informatique et à leur donner le sentiment de se trouver dans cet espace. La personne immergée va pouvoir agir dans cet environnement à l'aide de son corps dans le monde physique et le système va répondre aux actions de l'utilisateur par le moyen d'informations sensorielles.

1. Professeur au département de Sciences informatiques à l'Université de l'Illinois.
2. Professeur en ingénierie chimique.
3. Bell J. T. & Fogler H. S. (1995, June), "The investigation and application of virtual reality as an educational tool", *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*, p. 1718-1728.
4. Enseignant-chercheur en psychologie, en science informatique et en interaction homme-machine.
5. Burkhardt (2003), « Réalité virtuelle et ergonomie : Quelques apports réciproques », *Le Travail humain*, vol. 66, Presses universitaires de France, p. 65-91.

6. Enseignant en réalité virtuelle et augmentée, chercheur sur l'immersion, l'interaction et les interfaces de réalité virtuelle et augmentée.
7. Enseignant en science informatique, spécialisé dans la réalité virtuelle et augmentée.
8. Fuchs P. & Moreau G. (2006), *Le Traité de la réalité virtuelle*, vol. 2, Presses des Mines.

RÉFLEXION DE RÉSEAU CANOPÉ SUR LA RÉALITÉ VIRTUELLE

La capacité de la réalité virtuelle à reproduire dans un environnement virtuel des objets ou des situations du monde réel en font un outil idéal pour une intégration dans des simulateurs. Cette capacité a déjà permis à cette technologie d'être utilisée dans la recherche pour réaliser des apprentissages techniques tels que la conduite automobile⁹, le pilotage d'avion¹⁰ ou encore l'enseignement des

gestes chirurgicaux¹¹. Cette technologie a aussi fait l'objet d'intégration dans des enseignements techniques en France avec, par exemple, le projet *VirtualTeach*¹².

9. Pinto M., Cavallo V. & Ohlmann T. (2008), "The development of driving simulators: Toward a multisensory solution", *Le Travail humain*, vol. 71 (1), p. 62-95.
10. Valentino K., Christian K. & Joelianto E. (2017), "Virtual Reality Flight Simulator", *Internetworking Indonesia Journal*, p. 21-25.

11. Chaudhry A., Sutton C., Wood J., Stone R. & McCloy R. (1999), "Learning rate for laparoscopic surgical skills on MIST VR, a virtual reality simulator: quality of human-computer interface", *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 81(4), p. 281-286. Satava R. M. (1993), "Virtual reality surgical simulator", *Surgical endoscopy*, 7(3), p. 203-205.
12. Salters L. (2015), « La réalité virtuelle, outil pédagogique réel », repéré à : <http://www.culturesciences.fr/2015/02/26/realite-virtuelle-outil-pedagogique-reel>

L'intérêt de Réseau Canopé est d'investiguer la possibilité d'utiliser la réalité virtuelle comme support de cours pour des apprentissages dans l'enseignement général. Contrairement à l'enseignement technique, où la réalité virtuelle permet d'apprendre principalement des gestes techniques, l'utilisation de cette technologie dans l'enseignement classique vise à améliorer les apprentissages

des élèves sur des connaissances diversifiées. Le questionnement actuel de Réseau Canopé est d'étudier si la réalité virtuelle peut être utilisée en classe, si elle peut apporter des bénéfices dans l'enseignement général, ses avantages par rapport à d'autres supports de cours (par exemple, les vidéos) et si une intégration dans les établissements est envisageable.

PRÉSENTATION DE CORPUS

En 2014, Réseau Canopé a développé Corpus¹³, une plateforme web de ressources éducatives qui portent sur le corps humain, la santé et la recherche médicale. Cette plateforme web permet de visiter en 3 dimensions différents systèmes physiologiques tels que l'appareil musculaire, le squelette et le système nerveux. Elle rassemble également aujourd'hui plus de 170 vidéos sur la connaissance du corps, les grandes pathologies, la recherche biomédicale et la santé. Ces vidéos sont organisées en 5 catégories :

– le fonctionnement du corps humain ;

- l'histoire des sciences ;
- l'état de la recherche et les perspectives de guérison des grandes pathologies ;
- des reportages dans des laboratoires de recherche des interviews de sociologues, d'anthropologues, de philosophes, de médecins ou d'économistes qui apportent un éclairage sur le lien entre corps humain et société ;
- des témoignages, paroles d'adolescents, de jeunes sur leur santé et la perception qu'ils ont de leur propre corps.

Toutes les ressources de cette plateforme sont en libre accès. En 2015, Corpus était accompagné d'un *serious game* sur smartphone dénommé *Corpus Gang*.

13. <https://www.reseau-canope.fr/corpus>

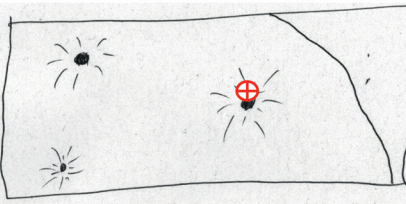
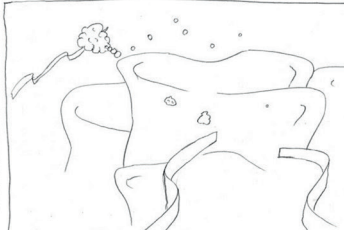
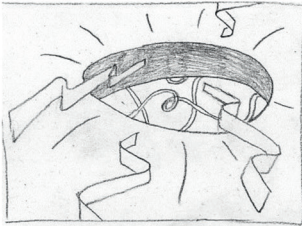

ORIGINE DE LA DEMANDE

Corpus fait aujourd'hui l'objet d'une investigation pour une évolution de ses contenus avec de la réalité virtuelle. Ce projet est initié par la DET (Direction Édition Transmédia) en partenariat avec la DRDUNE (Direction de la Recherche et du Développement sur les Usages du Numérique Éducatif) de Réseau Canopé de Chasseneuil-du-Poitou.

Le but de ce projet est d'aboutir à la création d'une application de réalité virtuelle pour l'apprentissage de notions de SVT. Cette application est destinée à une utilisation en classe et s'adresse aux élèves de niveau collège et lycée ainsi qu'aux enseignants de SVT.

La DET a envisagé un premier panel de trois scénarios de Sciences de la vie et de la Terre pour cette application : un « double » sur la cellule et la bactérie, un sur l'absorption intestinale, et un sur l'intérieur de la cellule. Encore au stade de l'idée, ces scénarios sont présentés sous forme de *storyboards* en format papier. Ils décrivent les étapes successives constituant l'expérience virtuelle sous forme d'images accompagnées d'annotations et de commentaires explicatifs (cf. Document 01). Chaque scénario traite un sujet de SVT faisant partie du programme scolaire des élèves de collège et lycée.

Document 01. Illustration de storyboard

<p>PALIER 7</p>	<p>On contourne le noyau toujours constellé de « cratères ».</p>	<p>Une cible est située à l'entrée d'un des pores. Elle permet de s'en approcher.</p>		
<p>PALIER 8</p>	<p>On s'approche de l'un des pores dont sortent des rubans d'ARN (Acide ribonucléique).</p>			

Devant nous : une paroi poreuse

Derrière : les flux et au loin la texture vague de la membrane

L'entrée d'un pore

Les flux à l'intérieur de la cellule

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Avant de se lancer dans la conception de l'application, il était dans l'intérêt de Réseau Canopé de questionner les enseignants sur :

- le matériel le plus adapté pour une utilisation en classe avec leurs élèves ;
- la pertinence des trois scénarios pédagogiques basés sur une application de réalité virtuelle ;
- les objectifs pédagogiques et sur les pistes d'améliorations possibles pour ces scénarios.

Nous souhaitons également :

- demander aux enseignants leurs avis extérieurs sur les critères/la façon de concevoir l'application ;

- leur faire tester la fonctionnalité de déplacement dans l'environnement virtuel avec le regard en utilisant d'autres applications déjà existantes (avec la même fonctionnalité de déplacement).

La réflexion sur les questionnements de cette étude s'est faite conjointement entre deux services du Réseau Canopé (DRDUNE et DET). La DRDUNE a été chargée de la réalisation de l'étude afin de répondre aux trois objectifs fixés. La partie suivante présente la méthodologie adoptée pour répondre aux questions posées.

M É T H O D O L O G I E

2

RECRUTEMENT ET PROFIL DES PARTICIPANTS

Le profil de participants que nous recherchions pour notre séance d'entretien était des enseignants de SVT en activité dans des établissements de niveau collège et lycée, avec des connaissances ou un intérêt pour les nouvelles technologies comme la réalité virtuelle. Ces critères de sélection étaient pour nous le moyen d'obtenir des réponses d'experts sur les sujets pédagogiques de nos scénarios et sur les contraintes, avantages et adaptations à réaliser pour l'usage de réalité virtuelle en classe.

Le recrutement des participants a été réalisé par la DET qui nous a transmis une liste d'enseignants volontaires pour participer à des études de Réseau Canopé. La DRDUNE a ensuite sélectionné les membres

du groupe correspondant au profil recherché pour l'entretien collectif. Parmi ces membres, furent sélectionnés en priorité ceux possédant un smartphone comme téléphone portable dans le but d'avoir un échantillon de participants un minimum habitués à ce genre de technologies. 8 enseignants de SVT ont ainsi été retenus par la DRDUNE pour participer à l'entretien collectif à la date sélectionnée.

Le jour de la passation de notre séance d'entretien, 2 des 8 enseignants étaient absents. Parmi les 6 enseignants présents, 2 étaient des enseignants de collège de l'académie de Nice et les 4 autres enseignaient à la fois sur les cycles collège et lycée de l'académie de Nice au sein du même établissement.

CHOIX DE L'ENTRETIEN COLLECTIF ET DE LA PHASE DE FAMILIARISATION

Interroger l'un des publics cible de notre application, à savoir les enseignants de SVT de collèges et lycées, nous a semblé être le meilleur moyen d'obtenir les réponses que nous désirions recueillir sur la majorité de nos questionnements. Ainsi, nous avons choisi de procéder à un entretien collectif plutôt qu'à une autre méthode pour notre étude.

En effet, l'entretien collectif nous permet d'avoir une quantité d'informations et ce, dans une période relativement courte puisqu'il réunit plusieurs personnes du public visé en même temps. Il nous était préférable de choisir cette méthode de recueil de données car notre cible de participants, les enseignants de SVT, allaient être par la suite indisponibles avec le passage du baccalauréat, où nombre d'entre eux sont chargés de la surveillance ou de la correction des épreuves. L'utilisation de cette méthode de recueil collective nous a ainsi permis de réunir nos participants en une séance et d'anticiper d'éventuelles contraintes de disponibilité. Une méthode individuelle nous aurait à l'inverse obligés à répartir des passations de test sur plusieurs jours et à les décaler à des dates ultérieures aux corrections du baccalauréat.

De plus, l'entretien collectif nous permettait de réunir et faire interagir entre elles plusieurs personnes du public visé en même temps. Nous espérons par cette méthode de recueil des données amener à plus de débat avec des échanges libres et confronter des points de vue différents. Cette méthode était pour nous un moyen d'obtenir des avis positifs et/ou négatifs de plusieurs personnes sur les sujets abordés et d'obtenir le plus grand nombre d'arguments les justifiant.

Nous voulions aussi réunir une population d'enseignants afin d'obtenir leurs retours sur la fonctionnalité de déplacement de plusieurs applications de réalité virtuelle ainsi que sur différents types de casque de réalité virtuelle pour déterminer ce qui serait adapté pour une application en classe. Afin d'obtenir ces retours, nous avons fait le choix de réaliser en premier lieu une phase de familiarisation. Durant celle-ci, nous présentions aux enseignants 3 applications et 4 casques de réalité virtuelle. Le but de cette phase était que les enseignants découvrent la réalité virtuelle et qu'ils puissent tous avoir une base commune d'informations ou de connaissances avant d'échanger lors de l'entretien collectif.

DÉROULEMENT DE LA SÉANCE AVEC LES ENSEIGNANTS

Nous avons structuré la séance avec les enseignants en cinq parties :

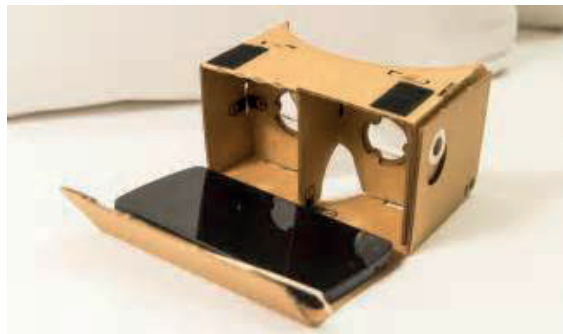
- une phase d'introduction (la présentation des intervenants, rappel du sujet et de l'organisation de la séance, et demande d'accord de captation audio et vidéo) ;
- une phase de familiarisation avec les applications et les matériels de réalité virtuelle ;
- un premier entretien collectif pour obtenir les retours des enseignants sur les applications et le matériel de réalité virtuelle ;
- une présentation des scénarios pensés par la DET aux enseignants ;
- un second entretien collectif pour obtenir les retours des enseignants sur les scénarios présentés.

Cette structure nous permettait de faire tester en amont aux enseignants le système de déplacement et d'interaction dans l'environnement virtuel qui fonctionne par le regard afin qu'ils puissent aussi se l'imaginer pour notre application lors de la présentation des scénarios.

Deux chargés d'études se sont rendus à l'Atelier Canopé de Nice pour réaliser notre séance d'entretien collectif avec les enseignants. Après une phase de préparation de notre matériel et d'installation dans la salle dédiée, nous avons accueilli les enseignants. Chacune des personnes présentes, expérimentateurs/chargés d'études et participants, s'est ensuite présentée. Nous avons demandé aux enseignants de signer une autorisation de captation pour que nous puissions les enregistrer avec un

dictaphone et une caméra, tout en leur spécifiant que leur anonymat serait préservé. Cette phase d'introduction passée, nous avons présenté le projet, son objectif, l'utilité de l'entretien collectif du jour avec les enseignants ainsi que son déroulement, et enfin l'évolution du projet après l'entretien. À la fin de la présentation du projet et de l'entretien, nous avons communiqué les identifiants du wifi de l'Atelier Canopé aux enseignants afin qu'ils puissent s'y connecter avec leurs smartphones. Nous avons ensuite demandé aux enseignants de télécharger, au moins une des trois applications suivantes, *Titans of Space VR* (de Drash VR LLC), *S.E.N.S VR* (d'ARTE) et *Haunted Rooms: Escape VR Game* (de Rabbit Mountain), pendant que nous distribuions le matériel de réalité virtuelle. Nous avons mis à disposition des enseignants 2 smartphones, un Samsung galaxy edge n° 6 et un n° 7 avec toutes les applications préinstallées, et 2 Ipad avec l'application *Haunted Rooms*. Il nous était nécessaire qu'une partie des enseignants fassent fonctionner les applications sur leurs propres smartphones lors de la séance pour que tous testent en même temps. Le reste du matériel que nous avons mis à disposition des enseignants étaient 2 casques Google Cardboard, 2 paires de lunettes Homido (cf. Document 02), 1 casque Samsung Gear VR, et 1 casque Merge VR (cf. Document 03), ainsi que 3 paires de casques/écouteurs fermés de marque Sony. Nous avons attendu que deux enseignants aient téléchargé l'une des applications, puis nous avons procédé à la phase de familiarisation avec le test de ces dernières ainsi que du matériel.

Document 02. Le matériel utilisé : Google Cardboard et Homido



À gauche, un casque Google Cardboard ouvert ; à droite, une paire de lunettes HOMIDO fixée sur un portable.

Document 03. Le matériel utilisé : Samsung Gear Vr et Merge VR



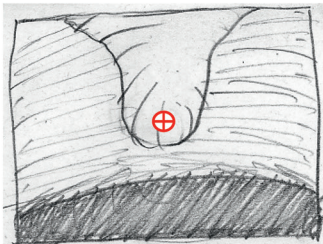
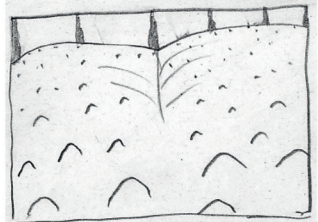
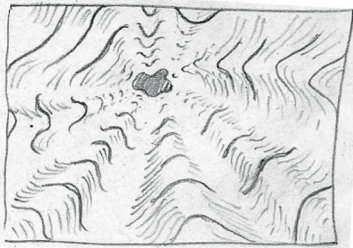
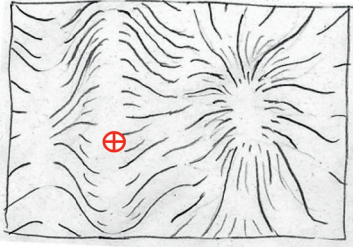
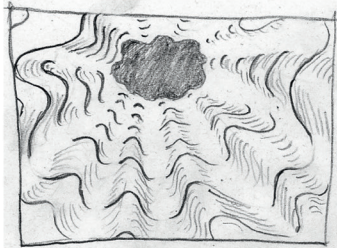
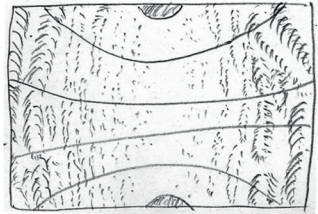
À gauche, un Samsung Gear VR avec smartphone clipsé ; à droite, un casque Merge VR de face.

Nous avons prévu et prévenu les enseignants que la phase d'échange autour de la réalité virtuelle poursuivait la phase de familiarisation des applications. Plusieurs retours ont été faits également pendant la prise en main et le test du matériel par les enseignants. Nous avons fait en sorte que les participants alternent le matériel ainsi que les applications entre eux afin que chacun puisse tester au moins une fois les différents casques et les trois applications. Après avoir récupéré notre matériel, nous avons initié la discussion avec les enseignants sur leurs avis, à la fois sur le matériel et sur les applications, par rapport à ce test. Après avoir eu leurs retours à chaud, nous avons ciblé nos questions sur la réalité virtuelle de façon plus générale. À la fin de nos questions sur ces sujets, nous avons proposé aux enseignants de poursuivre avec la présentation de nos scénarios pédagogiques. Dans cette partie de la séance, nous avons

distribué les *storyboards* des trois scénarios pédagogiques en format papier A3 aux enseignants. Nous avons également projeté ces scénarios sur écran pour accompagner les explications orales du contenu de chaque *storyboards*.

Le premier scénario présenté aux enseignants comprenait deux parcours : un parcours avec la cellule et un autre avec la bactérie. Nous avons donc commencé notre présentation par le parcours avec la cellule. Dans ce scénario, l'utilisateur débute son parcours debout face à un personnage virtuel d'être humain, soit un homme soit une femme, puis, en regardant quelques secondes un point spécifique (au niveau des lèvres), une action de zoom fait entrer l'utilisateur dans la bouche de la personne face lui (cf. Document 04).

Document 04. Illustration de l'action de zoom de l'application après la sélection de l'utilisateur par le regard, tiré du storyboard n° 1 sur la cellule et la bactérie

	On avance vers la profondeur de la gorge			 <p><i>Le muscle remuant de la langue, embruns sur la caméra pour signifier le passage de la salive</i></p>
PALIER 3	Basculement vers un conduit sombre dans lequel on descend lentement. Devant on distingue, la paroi de l'œsophage et quand on regarde vers le haut, on distingue le muscle de la langue et une lueur qui provient de la cavité buccale. La descente s'arrête sous la glotte.	Un point sur la paroi de l'œsophage déclenche un travelling avant.	 <p><i>Tout autour, la paroi rugueuse de l'œsophage</i></p> 	 

Nous avons expliqué la possibilité de visualiser l'environnement virtuel à 360° tout autour de l'utilisateur, et ce dans chaque scénario. Suite à une succession de zoom de l'écran en sélectionnant avec le regard les différents points du parcours de ce scénario (la glotte puis l'œsophage), l'utilisateur va s'arrêter dans l'application à l'intérieur de l'œsophage et devra sélectionner sa paroi qui déclenchera un nouveau zoom. À ce stade, nous avons expliqué aux enseignants la possibilité donnée aux utilisateurs de choisir un parcours parmi les 2 proposés : soit sélectionner la cellule pour l'explorer, soit sélectionner la bactérie. À la suite de cette

sélection, nous avons développé le parcours de l'utilisateur jusqu'à la fin de l'exploration choisie. Une fois ce point atteint, l'application ferait retourner en arrière de façon automatique jusqu'au stade du choix entre la cellule et la bactérie, pour permettre de faire l'autre parcours, ou bien de quitter le corps en remontant dans l'œsophage.

Le deuxième scénario présenté portait sur la digestion et plaçait l'utilisateur dans le parcours d'un morceau de sucre à partir de l'intérieur de la bouche jusqu'à l'assimilation dans le sang après la digestion.

Enfin, nous avons présenté le troisième scénario plaçant l'utilisateur en immersion dans une cellule, où il pourrait observer les différents éléments constitutifs de la cellule et se déplacer en différents points cardinaux (nord, sud, est, ouest) à l'intérieur de celle-ci. Dans ce dernier scénario, nous avons expliqué que l'utilisateur aurait à sa disposition une visualisation 2D des éléments qu'ils observent en 3D, à la façon d'une pub se superposant à l'écran, mais qui présenterait une coupe de l'élément.

À la fin de chaque présentation de scénario, nous avons interrogé les enseignants sur sa pertinence en tant que sujet pour une application en réalité virtuelle (c'est-à-dire son utilité pour les apprentissages par rapport à un support classique), s'il remplissait les objectifs pédagogiques présentés, etc. Nous avons également demandé après chaque présentation de scénario si les enseignants avaient des pistes d'améliorations pour le contenu actuel

que nous avons choisi et présenté. Une fois les scénarios présentés, nous avons posé des questions sur l'ensemble des trois scénarios (par exemple : lequel avait été préféré, lequel avait le sujet le plus intéressant pour être abordé en réalité virtuelle, etc.), puis nous avons échangé sur l'ensemble de la séance (test des applications, du matériel et scénarios) pour poser nos dernières questions aux enseignants.

La phase de familiarisation et d'entretien sur le matériel a duré plus longtemps (environ 1 heure) que nous l'avions prévu (30 minutes), du fait du bas débit pour télécharger les applications sur les portables des enseignants ainsi que pour d'autres petits soucis techniques (espace requis sur la mémoire des portables, arrêt d'une application en cours d'utilisation sur un appareil) à cette même étape, mais nous avons pu tirer les réponses que nous désirions durant l'entretien. L'ensemble de la séance a duré environ 3 heures.

R E T O U R S

D E S

E N T R E T I E N S

3

Les résultats obtenus lors de notre séance d'échange avec les enseignants seront présentés en trois parties : les retours sur la réalité virtuelle, les retours sur les scénarios et les préconisations faites par les enseignants sur les scénarios.

Dans la première partie, nous allons présenter les retours généraux des enseignants sur leur utilisation, sur la réalité virtuelle, sur la possibilité d'utiliser cette technologie en classe, sur ses avantages, sur la meilleure façon de l'utiliser, sur les matériels de réalité virtuelle qui leur ont été présentés durant la séance et sur les applications testées.

Dans la deuxième partie, nous allons regrouper les retours des enseignants sur les trois scénarios que nous leur avons présentés lors de la séance et nous allons développer pour chacun des scénarios l'in-

térêt que les enseignants en ont eu, leurs avis sur la pertinence des scénarios pour traiter un thème de SVT en réalité virtuelle, sur l'atteinte (ou non) de leurs objectifs pédagogiques, ainsi que leurs commentaires pour améliorer les contenus pour une utilisation en réalité virtuelle en classe.

Enfin, la troisième partie a pour objectif de mettre en avant les recommandations que nous avons retenues pour le développement de l'application de réalité virtuelle durant cette séance d'entretien. Nous donnerons plus précisément dans cette partie des conseils sur le déplacement et le plan du parcours, la narration et l'ambiance sonore, les informations et l'environnement visuel, le temps idéal pour un scénario en cours et le prêt de matériel pour les écoles.

RETOURS SUR LA RÉALITÉ VIRTUELLE

CONNAISSANCES SUR LA RÉALITÉ VIRTUELLE

Pour commencer l'entretien, nous avons demandé aux enseignants s'ils avaient auparavant testé des applications de réalité virtuelle en Sciences de la vie et de la Terre. L'intérêt de la question est d'identifier auprès des enseignants l'existence ou non d'une expérience antérieure de réalité virtuelle.

En réponse à notre question, aucun des 6 enseignants rencontrés n'avait d'expérience en réalité virtuelle. Ce point est intéressant à saisir puisque les cibles de l'application que Réseau Canopé souhaite créer touchent une population majoritairement novice. Les réponses des enseignants sur l'ergonomie des matériels et des applications après leur utilisation auront donc une pertinence non négligeable, ce qui n'aurait pas forcément été le cas si les enseignants avaient tous été des habitués de la réalité virtuelle. Par exemple, une fonctionnalité que nous souhaitons utiliser pour le déplacement de l'utilisateur n'aurait peut-être pas dérangé un connaisseur averti, alors qu'un novice pourrait trouver ça beaucoup trop difficile à manier.

CONNAISSANCES DES PRÉCAUTIONS D'UTILISATION

Nous avons aussi voulu savoir si les enseignants avaient des connaissances sur les précautions d'utilisation des appareils de réalité virtuelle. En effet, à l'heure actuelle certaines précautions (exemples : un âge minimum de 13 ans est conseillé, faire des pauses toutes les heures d'utilisation¹⁴, préférer des sessions d'utilisation courtes entre 10-15 minutes¹⁵, etc.) sont encore méconnues notamment au sujet de l'âge de référence pour l'utilisation de ce genre de matériel. L'intérêt de cette question pour nous était de découvrir ce que connaissaient les enseignants des recommandations d'usage et ce qu'ils

14. Goubet F. (2016), « Réalité virtuelle, attention les yeux », repéré à : <https://www.letemps.ch/sciences/2016/04/04/realite-virtuelle-attention-yeux>

15. North M. M., North S. M. & Coble J. R. (1997), "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological", *Virtual reality in neuro-psycho-physiology: Cognitive, clinical and methodological issues in assessment and rehabilitation*, 44, p. 59.

Renard G. (2016), « Les casques de réalité virtuelle potentiellement toxiques pour la rétine », repéré à : <http://www.bienpublic.com/loisirs/2016/11/14/les-casques-de-realite-virtuelle-potentiellement-toxiques-pour-la-retine>

en pensaient. Les enseignants nous ont expliqué ne connaître que quelques risques, comme les crises d'épilepsie, les crises d'angoisse, et généralisaient en comparant les précautions à l'usage de réalité virtuelle avec l'utilisation des jeux vidéo ou d'écrans, tels que les ordinateurs. Si les réponses des enseignants ne prenaient pas en compte les notions de vigilance sur l'âge ou les effets de vertige connus aussi sous le nom de *motion sickness*, elles nous ont permis de nous rendre compte qu'il faudrait les avertir des mesures d'usage à respecter pour prévenir les risques que pourrait provoquer une utilisation de réalité virtuelle en classe.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS PERÇUS DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE POUR UNE UTILISATION EN CLASSE

Apports de la réalité virtuelle

La recherche scientifique a révélé des effets de la réalité virtuelle sur les apprentissages. Par exemple, l'état d'immersion produit par la réalité virtuelle favorise l'apprentissage en environnement virtuel avec un effet sur la mémorisation à court terme (Schmoll et al., 2013)¹⁶. Le niveau et la profondeur de l'immersion influenceraient la mémorisation à long terme des connaissances acquises dans un environnement d'apprentissage en réalité virtuelle (Huang et al., 2010)¹⁷. Aussi, en fonction des conditions à réaliser dans l'environnement virtuel, augmenter l'immersion favoriserait la performance car une plus grande qualité et quantité d'informations sont accessibles (Slater et al., 1996)¹⁸. Enfin, nous pouvons aussi citer le fait que les environnements d'apprentissage en réalité virtuelle aident à améliorer les compétences des apprenants à analyser des problèmes et des nouveaux concepts et que la visualisation 3D favorise l'imagination (Huang et al., *op. cit.*).

Il était nécessaire de questionner les enseignants après la phase de familiarisation sur les applications pour découvrir leur point de vue quant à l'utilisation de la réalité virtuelle en classe. Tous étaient convaincus que cette technologie en classe présente un réel intérêt ainsi que des bénéfices en termes de pédagogie, notamment pour les matières qui appellent à beaucoup de visualisations pour amener à la compréhension. Ainsi pour les enseignants, la réalité virtuelle serait un atout pour eux grâce à ses propriétés visuelles qui permettent de percevoir des éléments 3D d'une façon inédite. De même, la précision de ses apports visuels permettrait de faire

mieux comprendre à des élèves des notions difficilement compréhensibles comme les échelles de taille (exemple : dans le corps humain, au niveau moléculaire, etc.). Aussi, pour les enseignants, l'aspect novateur de la technologie de réalité virtuelle serait un moyen d'atteindre plus facilement les élèves dans leur apprentissage. Pour eux, l'effet de nouveauté engendré par la réalité virtuelle devrait leur faire retenir plus longtemps les informations qu'ils perçoivent, comme en témoigne les propos des enseignants suivants.

« Pour notre enseignement, c'est idéal [la réalité virtuelle]. »

« Pour moi, ça [la réalité virtuelle] peut permettre de mieux comprendre [...] des échelles. »

« Visualiser ça, voir la molécule... Ça peut être un plus [pour l'enseignement]. »

« Il y a un effet nouveauté [à utiliser de la réalité virtuelle]... Finalement, on surfe un peu sur le moderne, ça va peut-être plus les marquer même si ça prend un peu plus de temps [par rapport à d'autres supports de cours]... »

Avantages par rapport à d'autres supports

Si les enseignants voyaient un intérêt à la réalité virtuelle en cours dans la question précédente, nous avons voulu connaître ce qu'ils pensaient par rapport à d'autres supports. Après débat où l'un des enseignants avait émis des doutes sur les bénéfices de la réalité virtuelle par rapport à une très bonne vidéo de cours (où la mise en place est rapide, contrairement à l'équipement de réalité virtuelle), les enseignants se sont retrouvés dans leurs propos et ont expliqué que la réalité virtuelle permet d'offrir de nouvelles pistes pédagogiques par rapport aux autres supports.

En effet, pour les enseignants, la réalité virtuelle permet d'aborder des contenus différemment, avec une autre perception des informations : par rapport à des supports classiques comme la vidéo, qui ne montrent en général qu'une image 2D, la réalité virtuelle est constituée essentiellement de 3D. Pour les enseignants, les qualités visuelles de la réalité virtuelle comme la 3D amènent à une meilleure conception des dimensions et des volumes, contrairement à la représentation 2D qui ne montre les choses que de façon aplatie.

« L'application va permettre [...] d'avoir une autre perception [des contenus de cours]. »

« C'est une possibilité qu'on n'a pas, on n'aborde pas les choses [les éléments, contenus de cours] comme ça, ça [la réalité virtuelle] serait une richesse, un plus. »

« [Les autres supports] c'est à plat, on est en 2D, là on est en 3D. »

« On les voit [des organes comme ceux reproducteurs] ont été cités en exemple] toujours à plat. »

« Le côté esthétique, ça change la plus-value, c'est tout bête, meilleure conception des dimensions, des volumes [grâce à la qualité graphique]. »

16. Schmoll L., Veit M., Roy M. & Capobianco A. [2013], « *Serious game et apprentissage en réalité virtuelle : résultats d'une étude préliminaire sur la mémorisation en langue étrangère* », *Synergie Pays germanophones*, 7.

17. Huang H. M., Rauch U. & Liaw S. S. [2010], "Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach", *Computers & Education*, 55(3), p. 1171-1182.

18. Slater M., Linakis V., Usoh M., Kooper R. & Street G. [1996, July], "Immersion, presence, and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess", in *ACM virtual reality software and technology [VRST]* [vol. 163, p. 72], New York, NY: ACM Press.

Pour les enseignants, la réalité virtuelle apporte, en plus d'un effet de nouveauté, un état d'immersion (pour les enseignants, le sentiment d'être à l'intérieur d'un environnement virtuel, d'être absorbé dans et par la technologie). Celui-ci permettrait à la fois de faciliter la compréhension des élèves qui d'ordinaire ont des difficultés avec les vidéos et susciterait plus l'intérêt des apprenants en les engageant dans leurs apprentissages.

« Mes élèves de 5^e, ils ont beaucoup de mal, même avec de la vidéo, à se représenter le corps humain, où c'est, par où ça passe. Une immersion aura peut-être plus d'impact. »

« S'approprier les choses en les faisant eux-mêmes [les élèves]... Tu gagneras peut-être du temps. »

« Je pense qu'un outil comme ça [la réalité virtuelle], où ils sont immergés, ça pourrait leur [les élèves] plaire parce qu'ils se posent beaucoup de questions... »

Enfin, lors de la discussion sur les avantages de la réalité virtuelle, la notion « d'acteur » a été soulignée par les enseignants. Nous en avons profité pour les interroger à ce sujet. Les enseignants nous ont alors expliqué que, pour eux, la réalité virtuelle offre la possibilité d'un parcours individualisé, où chaque élève va pouvoir explorer de la façon qu'il le souhaite et avancer à son rythme alors qu'il ne pourrait pas forcément le faire en classe avec une vidéo collective. Ainsi ce support permettrait à l'élève d'avoir une plus grande autonomie en classe puisqu'il avancerait par lui-même et pas avec l'ensemble de ses camarades. Pour les enseignants, les autres supports ne permettent pas le même rapport, ils ne permettent pas un état d'immersion aussi grand que la réalité virtuelle, on y est extérieur et non acteur. Pour eux, le fait de pouvoir être acteur amène à prendre un rôle d'explorateur et permet de s'approprier l'information plutôt que simplement la recevoir comme avec une vidéo où l'élève serait uniquement passif. Les citations suivantes attestent de ces propos.

« On est extérieur [dans la 2D], il y a le côté acteur [dans la RV], on peut plus facilement comparer. »

« Être acteur, ça veut dire que c'est une prospection personnelle... Tous les élèves, même si on les guide, [ne] vont pas aller à la même vitesse... Alors que quand on montre une vidéo, on montre à tout le monde. Il y en a qui vont saisir l'information [avec la vidéo] alors que d'autres [non]... Si quelqu'un veut s'attarder... C'est aussi s'approprier quelque chose à son rythme [avec la RV]. »

« Pour les élèves, il y a quelque chose d'explorateur... Alors que le papier... »

MISE EN ŒUVRE DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE EN CLASSE

Pour les enseignants, la question du temps passé pour chaque élève (certains pourraient prendre plus de temps que les autres et être en retard dans leur parcours) ne semble pas être un problème. Ils expliquent qu'ils fixent les durées pour réaliser des exercices, des lectures, etc. et qu'ici aussi, ce serait les enseignants qui jugeraient de la durée

maximale d'utilisation pour arriver à un certain point dans l'application. Ce qui importe plus est ce que les élèves vont pouvoir tirer de leur exploration et de les laisser en immersion, quitte à ce que certains n'arrivent pas jusqu'au bout de l'application ou du point souhaité.

« En général, on leur donne un temps pour faire les choses [en cours], bon, après, ils sont immergés dans leur truc [RV], ils ne vont pas regarder leur montre... »

« Je vais dire [...] "Dans 5 minutes, rendez-vous dans l'intestin", donc ceux qui y sont arrivés au bout de 2 minutes, je les laisse continuer... Même l'élève le plus lent mettra 5 minutes, donc c'est moi aussi qui vais juger [la durée]... »

« Après l'objet, ça peut être de faire comme on est en train de faire, une discussion... Et ensuite une mise en commun [en cours]... Mener la séance différemment. »

« [Est-ce gênant que certains élèves aillent plus lentement ?] Non, s'ils arrivent au même point. »

«...Moi, ça ne me dérangerait pas forcément qu'ils n'arrivent pas au même point final. »

Pour les enseignants, la meilleure utilisation possible de l'expérience de réalité virtuelle serait de la réaliser avant d'aborder le cours de façon complète. Pour eux, la réalité virtuelle va être la base de leur cours qui s'appuierait ensuite sur l'expérience que les élèves ont eue en faisant une mise en commun tous ensemble. L'utilisation de support de cours classiques (vidéos, livres scolaires) en SVT se fait d'ordinaire de façon plus ponctuelle : l'enseignant arrive à un niveau de son cours où il a besoin de présenter son sujet de façon imagée ou plus documentée pour faciliter la compréhension de l'élève avec un supplément d'informations. L'élève découvre, de façon plus explicite et plus en profondeur, les éléments que l'enseignant lui présentait, avant de continuer le déroulement du cours. Ici, avec la réalité virtuelle, les enseignants feraient d'abord utiliser l'application, puis commenceraient leur cours avec les expériences personnelles de leurs élèves en leur posant des questions sur leurs découvertes, sur leur compréhension de l'environnement dans lequel ils se trouvaient. Il s'agirait en quelque sorte de lancer l'élève dans le cours d'une façon qui l'intéresse, le captive plus avec la réalité virtuelle et de profiter de son intérêt pour poursuivre plus loin son apprentissage, la construction de ses connaissances. De plus, l'expérience en réalité virtuelle pour eux ne couvrirait qu'une partie du sujet de cours, ce ne serait qu'un moyen d'entrée, pour ensuite développer le reste du cours, comme l'expliquent les retours ci-dessous.

« On fait comme ici [à l'entretien collectif], "Qu'est-ce que vous avez ressenti ? qu'est-ce que vous avez compris ?..." Et là [en cours], on construit quelque chose ensemble... Partager son expérience. »

« On part de ça [l'expérience en VR] et ensuite, on construit quelque chose ensemble... »

« C'est [la VR] de la découverte. »

« Si je reprends le *storyboard* sur la digestion, imaginons ça met 5 minutes entre le moment où il met le morceau de pain

dans sa bouche [et la fin du scénario]... Ces 5 minutes, ça représente 8 heures de cours avec l'élève... »

Les enseignants ont approuvé l'idée de réaliser des scénarios répartis sur plusieurs séances de cours, découpés en chapitres. Pour eux, s'il y a un tel découpage, il faudrait que les noms des chapitres soient visibles à un moment donné. Cela permettrait de compartimenter les informations qui pourraient être trop volumineuses pour une seule expérience de réalité virtuelle. Si l'on rassemble les éléments des questions précédentes sur la durée d'une expérience et celle-ci, il semble important pour les enseignants de faire des sessions courtes et de ne pas submerger d'informations l'élève, de préserver la qualité plutôt que la quantité, l'essentiel de l'information étant apportée après l'expérience par le professeur.

« Je vais peut-être couper la séance [de cours]... Trois fois. »

« Typiquement, [...] sur la digestion, si effectivement on aborde et la digestion et l'absorption, c'est important qu'au départ il y ait un nom [à l'expérience, au chapitre de la session de RV]. »

« Ah oui, j'allais dire chapitre... »

« Il faut pas qu'on ait tout d'un coup [les sujets de cours dans la RV], il faut qu'on puisse choisir... »

« [Des chapitres] mais que sur celle-là [scénario 2, digestion]. »

Dans nos questions sur les modalités d'utilisation en classe, nous les avons également interrogés sur les réglementations dans leurs établissements scolaires ainsi que sur l'utilisation d'appareils personnels comme les portables par les élèves. Selon les enseignants, leurs établissements étaient des cas particuliers par rapport à d'autres. En effet, l'un d'entre eux avait équipé tous ses élèves de tablettes numériques et dans l'autre, les enseignants nous expliquaient que le règlement intérieur interdisait bien les portables mais qu'ils avaient demandé de permettre l'utilisation en classe pour des raisons pédagogiques, par exemple pour utiliser une application fonctionnant avec des QCM (questions à choix multiples) ou lors de travaux pratiques (TPE). Pour les enseignants présents lors de l'entretien, l'utilisation de réalité virtuelle ne semble pas poser de problème dans leur établissement, cependant ils nous ont précisé que ceci n'était pas applicable à tous les établissements. En effet, certains établissements seraient contre toute utilisation de l'internet en wifi ou des portables, ce qui compliquerait, voire empêcherait l'utilisation de la réalité virtuelle en classe, même pour raison pédagogique. Il faudrait faire ajouter dans certains établissements une autorisation particulière dans les règlements intérieurs. Ces explications des enseignants impliquent qu'il pourrait exister des difficultés, des réticences à l'usage de la réalité virtuelle dans les classes, indépendamment de la volonté des enseignants qui pourraient être intéressés pour l'utiliser. Ces propos sont illustrés par les retours suivants des enseignants.

« Il y a une interdiction d'usage [des portables] dans le bâtiment... Mais nous, on a toujours dit que, pour raison pédagogique, on peut l'utiliser. »

« [Avez-vous déjà utilisé des portables en cours ?] [Avec une] application pour les QCM... La nouveauté... Parce que c'était nouveau... Ces trucs-là, de nouveaux, ça peut bien fonctionner. »

« "Le réseau ne fonctionne pas bien, est-ce que je peux utiliser mon téléphone pour aller consulter la page web ?" [Un enseignant imitait les propos d'un élève en salle informatique]. »

« Le réseau ne fonctionne pas bien, ils l'utilisent [leur portable]. »

« Ils ont tous des Ipad [équipement du lycée d'un des enseignants]... C'est un outil au même titre qu'un livre. »

« [Il faut modifier] le règlement intérieur de l'école... Quelque chose à faire passer dans le règlement intérieur... Pour cet usage [l'utilisation du portable en cours]. »

« En TPE [travaux pratiques encadrés], ils [les élèves] utilisent tous leurs portables. »

« [Y a-t-il des contraintes pour vous à l'utilisation de portable en classe ?] Pour moi, il y a un souci, le règlement intérieur d'une part et qu'ils n'ont pas tous des portables performants. Notre établissement est un cas particulier... »

Le développement d'une application de réalité virtuelle pour un usage en classe pose un problème de budget. Les enseignants sont catégoriques, la plupart des établissements ont d'autres priorités que de se lancer dans l'investissement pour de la réalité virtuelle. De même, le fait de pouvoir gérer le matériel de laboratoire en classe de SVT diffère de la gestion de tout ce qui touche à l'informatique dans les établissements, sur laquelle les enseignants n'ont pas la main.

« Nous [les enseignants], on n'a pas de budget. »

« Chez nous [dans notre établissement], ils veulent même supprimer une imprimante couleur, déjà, donc... Déjà pour avoir une cartouche à remplacer, on pleure pendant six mois ! »

« En ce moment, on est sur des restrictions budgétaires drastiques. »

« [Pensez-vous que votre établissement pourrait investir dans de la RV ?] Non, non, honnêtement, enfin... Nous... Ce n'est pas la priorité. [...] Faudrait déjà qu'il y ait internet dans les salles. »

« Et clairement, tout ce qui est informatique, on est dans le flou total, ils ne veulent pas faire de dépenses [les établissements]. »

« [Y a-t-il internet dans vos établissements ?] Dans notre établissement, en particulier, oui, il y a le wifi. »

« Nous aussi [il existe une connexion dans notre établissement], mais le signal est assez faible. Enfin, ça dépend où on est, mais... »

« Pour charger ça [se connecter à internet, télécharger une application], on pourrait perdre un temps fou. »

Face à cette problématique du budget et des difficultés de déploiement que pourrait rencontrer la réalité virtuelle dans les établissements, les

enseignants proposaient le BYOD (*bring your own device*), qui implique que les élèves se servent à l'école de leur portable personnel. Si cette méthode nous permettrait effectivement de pouvoir contrer la problématique du budget, il y aurait toujours des inconvénients. Dans le meilleur des cas, si chaque élève a bien un portable, les applications de réalité virtuelle sont généralement demandeuses en ressources pour fonctionner, et impliquent donc que les portables soient assez performants pour faire fonctionner l'application que nous envisageons de créer. Cette méthode serait plus efficace pour réduire les coûts en matériel des lycées puisque les lycéens possèdent en plus grande majorité des téléphones portables que les collégiens. Voici leurs retours à ce sujet.

« [...] À mon avis, ça [utiliser le BYOD] serait beaucoup plus simple en lycée qu'en collège. Voilà, en lycée, on peut allègrement utiliser le BYOD, ou *Bring your own device*, tandis que chez nous [au collège]... Déjà, tout le monde n'est pas équipé au collège, alors qu'au lycée, il y a quand même une pénétration de ces matériels bien plus importante... »

« Parce qu'avoir des téléphones dans l'établissement, ça paraît complexe [avec la problématique de budget]... Donc, il faut vraiment utiliser le BYOD, et pour ça, il faut être en lycée, quoi. »

« Après, je ne sais pas si, nous [l'établissement], on peut acheter quelques téléphones comme ça. Mais en fait, ce n'est pas assez performant, si on prend des bas de gamme, on n'y arrivera peut-être pas... Pour dépanner des élèves, qui, éventuellement, n'aurait pas pu [télécharger l'application sur leur portable]. »

Cette solution du BYOD a fait l'objet de commentaires de l'un des enseignants sur l'aspect discriminant pour les élèves qui ne disposeraient pas de portable assez performant ou qui n'en posséderaient pas. Un autre d'entre eux a souligné un autre inconvénient de cette méthode, celui de la place sur le portable de l'élève. En effet, il faut noter que les applications de réalité virtuelle sont parfois très demandeuses en espace de stockage.

«... Oui, mais ça [le BYOD] crée une sacrée discrimination. »

« Celui [l'élève] qui n'a pas de smartphone ! »

« Et puis, il y a la place [en mémoire de stockage]... Mon téléphone m'a dit que j'avais pas assez de place [pour installer l'application]. »

Les enseignants nous ont également fait part d'inquiétudes par rapport aux droits et au téléchargement de l'application quant à l'utilisation d'appareil personnel. En effet, pour eux, ce sont les établissements qui s'occupent d'ordinaire de l'installation des logiciels sur le matériel informatique et qui sont propriétaires des droits des licences.

« En plus, là, on leur fait installer [l'application de RV], alors qu'avant, l'établissement restait propriétaire de la licence [des logiciels]. Or, là, ça serait installé sur [...] des téléphones privés ! [...] C'est là le problème, parce qu'avant, tu étais propriétaire de ta licence, tu l'installais sur les postes [de l'école]... »

À l'heure actuelle, les enseignants perçoivent cependant la solution du BYOD comme l'une des plus

envisageables pour arriver à utiliser de la réalité virtuelle en établissement, en dépit de ses quelques défauts. Il faudrait ainsi utiliser cette méthode pour réduire les coûts mais que l'établissement investisse tout de même dans des portables pour les prêter aux élèves qui n'en possèdent pas et pallier les éventuels problèmes comme l'oubli du portable à la maison, la batterie épuisée, etc. De plus, l'établissement devra s'adapter à des problématiques comme celle des droits de téléchargement de l'application en dehors de l'école.

Enfin, les enseignants nous ont rappelé que tous les établissements ne sont pas connectés en wifi, ni avec un bon débit. Cela implique que les élèves devraient s'occuper de télécharger l'application chez eux en se connectant sur l'internet du domicile afin de ne pas épuiser leur forfait s'ils devaient faire le téléchargement au sein de l'établissement (et que ce dernier ne puisse mettre à disposition un wifi convenable pour les élèves).

« Ben, le souci, c'est que... Ben... Je vais devoir demander aux élèves de télécharger l'application chez eux. Je ne peux pas le faire... Alors nous, dans certaines salles, on peut avoir du wifi, euh... Mais moi, je connais des établissements où... Enfin, ils n'en veulent pas, ou par principe de précaution, il est hors de question d'avoir une borne wifi... Donc, du coup, il faut que chez lui, l'élève télécharge l'application, il faut que ses parents soient d'accord... Voilà. C'est difficile. Si sur son Iphone, il n'y a pas... De... Ben, je ne peux pas lui demander de prendre du 3 [du 3G, du forfait internet pour téléphone portable]... Enfin, de son forfait ou... Il y a cet aspect-là aussi, comment ils se procurent l'application ? »

Nous avons dans l'idée de proposer, en solution aux problématiques de budget, d'utiliser les Ateliers Canopé pour des établissements qui seraient incapables d'investir dans de la réalité virtuelle. Si les lunettes Homido sont abordables pour équiper toute une classe, il reste malgré tout l'obligation d'achat de smartphones qui représente une dépense conséquente. L'idée que nous proposons était de faire venir les classes dans des Ateliers Canopé pour éviter l'achat du matériel aux établissements. Il faut noter cependant que cette solution implique de faire déplacer toute une classe en bus, ce qui représente déjà un coût pour un seul trajet et ne semble pas adapté par rapport au temps d'utilisation que nous préconisons. D'après les enseignants, la solution idéale serait donc que Réseau Canopé dispose du matériel et le prête aux établissements. De cette manière, il est également possible de s'assurer que le matériel est déjà prêt à l'utilisation et qu'il n'y aura pas de perte de temps, par exemple pour installer l'application, ce qui constituait l'une des craintes des enseignants lors de l'entretien par rapport à un usage en classe.

« [Pensez-vous qu'il serait intéressant de faire venir des classes en Ateliers Canopé pour utiliser la RV ?] Euh, ce qui serait encore mieux, ce serait de déplacer le matériel ! »

« Parce que, nous, déplacer une classe, ça veut dire vous nous payez le bus avec ! »

« Parce que là aussi [pour les sorties], on a des restrictions budgétaires ! »

« Parce que Canopé, si ma mémoire est bonne, a déjà des flottes d'Ipad, de tablettes sous Android, pourquoi pas de téléphones ou d'Ipods ? [...] »

Pour résumer, les enseignants imaginent aisément se servir de l'outil qu'est la réalité virtuelle pour leurs cours avec leurs élèves, mais il reste compliqué pour eux de l'imaginer dans tous les établissements. Le plus gros frein à l'insertion de la réalité virtuelle en classe est le coût budgétaire du matériel. Même s'il semble exister des moyens comme le BYOD pour palier le plus gros de la dépense pour équiper une classe en réalité virtuelle, il restera toujours un minimum de matériel nécessaire pour être prêté aux élèves sans portable ou avec un por-

table qui ne peut pas faire fonctionner l'application. Aux inconvénients du BYOD viendraient s'ajouter également les contraintes du règlement intérieur de certains établissements qu'il faudrait adapter, et le besoin d'autorisation des parents pour utiliser les applications ou, de façon plus générale, la réalité virtuelle avec leurs enfants. La solution des enseignants était que Réseau Canopé puisse mettre à disposition le matériel nécessaire pour équiper des classes avec un système de prêt pour les établissements.

RETOURS SUR LE MATÉRIEL TESTÉ

Dans l'intérêt de réaliser l'application de réalité virtuelle la plus adaptée pour notre public cible, nous souhaitons faire tester des applications aux enseignants pour qu'ils découvrent la fonctionnalité de déplacement que nous voulions utiliser, à savoir une sélection des actions par le regard. Nous voulions également les questionner sur le matériel à utiliser pour notre application qui leur semblait le plus adéquat en prenant en compte les contraintes de son déploiement dans une classe.

AVIS SUR LES APPLICATIONS : UNE LARGE PRÉFÉRENCE POUR HAUNTED ROOMS : ESCAPE GAME VR

Nous avons fait tester trois applications aux enseignants : *S.E.N.S VR*, *Titans of Space VR* et *Haunted Rooms : escape game VR*. Les deux dernières sont les applications qui ont suscité le plus de commentaires des enseignants lors du test.

L'application *Titans of Space VR* invite l'utilisateur dans un cockpit virtuel où il doit avancer dans l'exploration en regardant devant lui pour sélectionner une action et en baissant la tête pour cliquer un bouton du cockpit. Les enseignants ont fait remarquer que le jeu était trop passif et qu'il ne donnait pas l'envie d'aller plus loin. Selon les enseignants, dans cette application, l'utilisateur n'a pas vraiment de but ou d'intrigue à suivre. Le seul fil conducteur à l'avancement est d'enchaîner la visualisation des planètes du système solaire les unes après les autres et de découvrir pour chacune d'elle une petite description écrite. Pour *Titans of Space VR*, les enseignants critiquaient majoritairement l'inconfort du système de déplacement dans l'application. En effet, baisser la tête pour avancer n'a pas été perçu comme intuitif mais cette action nécessaire pour avancer les a surtout dérangés à force de répétition. Pour les enseignants, l'interaction était également trop pauvre dans cette application et ne leur donnait pas l'impression de progresser ou que leurs actions les faisaient évoluer dans leur parcours. Voici leurs commentaires sur cette application.

« C'est que j'ai trouvé que c'était compliqué, pour celui [le jeu] dans l'espace, parce qu'en fait, on n'a pas le viseur tout le

temps, et il faut vraiment baisser la tête. Et donc, avoir une action comme ça [baisser la tête], pour pouvoir passer à la page suivante, c'est moins intuitif... Moi, je ne suis pas du tout intuitive dans ce genre de choses [d'applications]... que les autres. Au début, j'étais là, je me disais "Bon, ben, une fois qu'on a fait ça, qu'est-ce qu'il faut faire, quoi ?" »

« Et ce que je trouve compliqué, c'est qu'il faut se mettre comme ça [baisser la tête] pour... Euh... Enfin, au départ, je n'avais même pas vu l'écran [en bas dans le cockpit] pour avancer ! Parce qu'en fait, ça devait être nécessaire de se mettre carrément la tête en bas quoi ! »

« On est là [dans l'application] et on ne sait pas ce qu'il faut faire, quand on est dans cette appli-là [*Titans of Space*], moi, je me disais, bon, "Ben OK, il y a des informations sur les planètes", mais à aucun moment je ne me disais "Je dois aller plus loin". Alors, je tournais la tête, effectivement, pour voir si, par hasard, j'avais... Effectivement, je balayais un panorama, mais du coup, je me disais "Et après ?", quoi. Et donc, du coup, c'est vraiment... Il faut... euh... Marquer presque... Enfin, je ne me rappelle plus ce qu'il y avait écrit, mais donc pour avancer, c'est vraiment il faut baisser la tête et donc, ça avance, ça reste figé sur un autre endroit... Je trouve que du coup, il y a tout le temps ce va et vient [regard, pilote automatique, regard, etc.] pour avancer progressivement... »

« Moi, je me suis abaissée, j'ai vu les fauteuils. Il faut vraiment faire tout le tour pour enfin arriver et trouver les commandes... Et on n'évolue pas, on reste plus ou moins statique, en fait. On reste dans le vaisseau, on n'évolue pas. C'est plus sympa quand on évolue dans un environnement... »

Pour l'application *S.E.N.S VR*, l'interaction se faisait par un pointeur en forme de cercle. Chaque objet sélectionnable a pour effet de remplir le cercle dans le sens des aiguilles d'une montre lorsque l'utilisateur arrête son regard sur lui. Le cercle se remplit (un peu moins d'une seconde) et l'application exécute l'action correspondante. L'environnement de cette application est en noir et blanc, et le personnage de l'utilisateur va devoir avancer à pied vers différents repères (exemples : un panneau de direction vide, une forme de flèche géante à moitié enfouie dans le sol, etc.). Cette application n'a pas retenu l'attention des enseignants, que ce soit en remarques positives ou négatives.

Pour l'application *Haunted Rooms : escape game VR*, le pointeur qui permet d'interagir est en permanence affiché à la vue de l'utilisateur, ce qui lui permet de se rendre compte directement de la méthode d'interaction en balayant du regard l'environnement. La possibilité d'une interaction avec un objet sélectionnable est également toujours signalée dans cette application grâce à la modification de l'interface du pointeur. De plus, cette application donne des indications sur les objets nécessaires pour débloquer une situation (exemple : « Il faut utiliser une antenne pour faire tomber les clés sur la tête de cerf. »). Même si le joueur fait des erreurs, le jeu lui montrera ce qu'il lui faut pour avancer. Les enseignants ont comparé ce point à S.E.N.S où, justement, il est beaucoup plus facile de se perdre car il n'y a pas ces indications. Les enseignants nous ont déclaré avoir bien plus apprécié l'interface de cette application que les deux autres. Pour eux, cette application possède une interface très intuitive et logique, permettant de découvrir facilement les fonctionnalités d'interaction et de déplacement durant le parcours. Ci-dessous, les retours des enseignants sur *Haunted Rooms*.

« Alors que dans *Haunted*, le pointeur y est en permanence [dans l'interface]. On comprend vite qu'il faut l'utiliser pour [interagir]... Parce que même si on fait par hasard, en fait, on se rend compte qu'il y a une action. »

« Et donc, ils [les concepteurs de l'application] donnent des indications, et on trouve des outils, des trucs... Voilà. La porte est trop haute, on comprend qu'il faut la baguette. Voilà. Du coup, il y avait des indications écrites aussi qui pouvaient aider. Parce que là, j'étais un peu perdue, voilà dans S.E.N.S, je ne comprenais pas le sens du jeu, le but du jeu. Tandis que là [dans *Haunted*], j'ai compris. »

« [...] C'est vraiment intuitif [*Haunted*], enfin, les pas sont vert fluo, donc on a envie d'aller les regarder, et on voit vite que quand on reste même très peu dessus, il y a un cercle qui commence à augmenter, donc... Enfin, très logiquement, on va se dire "Ben, je vais rester un peu plus longtemps." Donc, oui, pour le coup, moi, j'ai trouvé ça... super logique ! »

« Parce que par exemple, une porte verrouillée, on comprend vite qu'il va falloir trouver une clé. On... Voilà. Si on ne nous donne pas l'indice de la porte verrouillée, on va rester scotché très longtemps dessus en se demandant... Voilà : "Mais qu'est-ce qu'il faut que je fasse ?" Donc, l'information est simple, mais elle donne tout de suite l'indication de ce que je vais devoir faire. »

AVIS SUR LE MATÉRIEL : PRÉFÉRENCE POUR LE SAMSUNG GEAR VR MAIS CHOIX DES HOMIDO EN CLASSE

Nous avons demandé des précisions sur la préférence des enseignants pour les casques que nous leur avons fait tester et la possibilité de les intégrer dans une classe.

Concernant l'utilisation des deux autres casques de réalité virtuelle que nous proposons, le Samsung Gear VR ainsi que le Merge VR, seul le Gear a retenu l'attention pour sa qualité mais les enseignants ont

souhaité rester réalistes sur le fait qu'ils puissent un jour équiper une classe avec un matériel aussi coûteux. Pour eux, l'équipement le plus envisageable resterait les Homido si leur établissement devait un jour investir dans des visiocasques de réalité virtuelle. Ils nous ont expliqué que s'ils avaient les moyens, ils choisiraient le casque Samsung Gear pour son confort et l'immersion qu'il permet. Le fait de pouvoir régler la vue a été noté par les enseignants, ce qui a pu également contribuer à la perception d'un plus grand confort pour ces casques.

« Ben moi, du coup, on m'a expliqué comment le régler [le casque], parce que j'avais un problème au niveau de... C'était flou aussi, sur l'application *Titans*... Sur quel casque... Sur celui-ci [Merge VR], je crois. En fait, il m'a expliqué le réglage en dessous [...] »

« Et après, j'ai trouvé les lunettes pas mal [Homido], finalement. Enfin, je me dis que, quand on regarde tout ce matériel, finalement, ce qui reste le plus probable, enfin, à notre disposition [dans les établissements], ça risque d'être plutôt les lunettes que, effectivement, ça [Samsung Gear], c'est extrêmement confortable, donc pour l'immersion, c'est ça. [...] Ah oui, ça, c'est vraiment... Nickel [Samsung Gear] ! Mais après, je me dis... Voilà, soyons réalistes, on aura plus probablement ces lunettes-là [Homido]. »

« Aujourd'hui, je prends ça [Samsung Gear]. On me donne les moyens, je prends ça. Rapidité [d'utilisation], c'est ça [Homido]. L'argent, c'est l'autre [Samsung Gear]. »

Les enseignants se sont portés rapidement sur les lunettes Homido pour leur côté pratique et leur faible coût d'achat. Selon les enseignants, ces lunettes permettent un usage plus rapide en les clipsant sur le portable et l'expérience de réalité virtuelle peut déjà commencer, alors qu'un casque nécessite d'insérer le plus souvent le portable et de le caler de la bonne façon pour l'ajuster à sa vue.

« [Les Homido sont plus pratiques] En termes de coûts, en termes de temps aussi. Je veux dire, si on a un casque, il faut mettre l'appareil [le portable/smartphone] à l'intérieur... Voilà. Quand on a ça, ça va bien plus vite, quand on a les Homido... »

Les enseignants trouvent les casques Homido fragiles à cause de leur ressemblance avec des lunettes classiques. Selon eux, cette forme exige de la part des utilisateurs d'être vigilants, contrairement aux casques qui vont être perçus comme plus solides et où les élèves feraient moins attention pour ne pas les abîmer.

« Parce qu'à la limite, ça, c'est fragile [les Homido], mais il y a la notion de "C'est fragile", enfin... Ça fait penser à des lunettes, des lunettes, on y fait attention, on ne fait pas tomber des lunettes, etc. Donc, il y a une prise de conscience... "Je tiens un téléphone, j'ai ça [Homido] par-dessus"... Donc, il y a une vigilance accrue par rapport à ça [les autres casques] où on se dit "Bon, ben, c'est un casque, je vais le régler un peu n'importe comment", ça risque d'être plus facilement détérioré, je pense aussi. »

Bien que les Google cardboard soient aussi connus pour leur faible coût, les avis étaient très négatifs au sujet de leur utilisation. Les enseignants se sont plaints de l'inconfort du carton sur le visage, notamment sur le nez. Par conséquent, ils n'imaginaient pas l'utiliser de façon prolongée.

« J'ai tout testé, je rejoins ma collègue, le carton [Google Cardboard], ça ne va pas du tout. »

« Ah, ils sont très inconfortables [Google Cardboard]. Deux ou trois minutes, ça va. Cinq minutes, on va dire, mais après... L'arête du nez, là [devient douloureuse]! »

« Ce casque-là [Google Cardboard], euh... Je ne pourrais pas, personnellement, le porter deux heures d'affilée. [...] Vraiment, il me fait mal ici, hein, au niveau de l'arête du nez, hein. Je trouve qu'il est assez dur... à supporter sur le long terme. »

Ils ont comparé l'utilisation de ces casques avec les Homido et se sont rejoints sur la préférence pour l'utilisation des lunettes malgré leur côté moins immersif. Effectivement, pour les enseignants, l'immersion dans les Google Carboard n'est pas forcément totale puisque de la lumière réussissait à passer.

« Ça fait moins immergé [Homido], parce qu'on est moins dans le noir, on reste un petit peu dans le réel. »

« Ça [Homido], ça doit pas coûter bien cher, non plus. Et c'est nettement plus agréable que le truc en carton [Google cardboard]. »

« Mais entre ça [Homido], et le truc en carton, ça, c'est beaucoup mieux. »

« Et en plus, il y a la lumière qui rentre, non ? Je voyais quelqu'un qui passait, là, comme ça [à travers le casque]... »

« C'était un peu flou, aussi [avec l'utilisation du Google Cardboard], non ? »

Les enseignants ont également été gênés avec ce matériel par l'absence d'un dispositif d'ajustement des lentilles, ce qui force parfois à s'éloigner pour avoir une vue plus adaptée. Enfin, l'usage de ce casque a été remis en question pour le long terme. Les enseignants nous ont en effet précisé qu'ils ne pensent pas que ces casques puissent durer longtemps dans une classe à force d'utilisation, nous expliquant que du matériel plus solide arrive déjà à être détérioré.

« Et puis, l'ajustement [du Google Cardboard] au niveau des yeux, on... n'est pas au top. »

« [...] Tu n'es pas forcément à la bonne distance [avec le casque Google Cardboard], tu as tendance à le prendre, à l'éloigner un petit peu, à... Sans compter qu'au niveau...

Je pense, à l'usage, avec les élèves, en l'espace de quelques séances, ça n'est plus utilisable. C'est-à-dire que pour que je règle à la bonne taille, quand on voit comment c'est détérioré sur du matériel qui est plus solide que ça, moi, je... Au niveau solidité, euh... »

Cependant les enseignants ont émis quelques réserves, après le test des casques, quant aux apports, aux bénéfices qu'ils apporteraient à l'enseignement par rapport à l'investissement financier et au temps d'installation. Pour les enseignants, l'intérêt d'une application de réalité virtuelle est d'en faire profiter plusieurs élèves en même temps durant un cours, puis de faire la mise en commun ensemble (cf. Mise en œuvre de la réalité virtuelle en classe, p. 20). De plus, l'une des autres craintes des enseignants est la mise en place du matériel

dans le cours. En effet, pour eux, si l'installation est compliquée et coûteuse en termes de temps, utiliser de la réalité virtuelle perd de son intérêt pour un cours. Les commentaires suivants témoignent de ces réserves.

« Ça [d'utiliser de la réalité virtuelle comme support de cours] serait intéressant, donc oui, même très intéressant, après... Les conditions... Euh... Voilà. Je ne sais pas. Je trouve que ça n'est [la réalité virtuelle] pas simple à mettre en place, en termes de matériel [...]. »

« [Est-ce que c'est possible de l'utiliser en classe selon vous ?] S'il n'y a pas de problème matériel... »

« Ben, après, euh... Voilà, si c'est avoir un casque comme ça dans une classe, pour moi, il n'y a aucun intérêt. Moi, si j'en ai un... J'ai 30, enfin 25 gamins en face de moi. Soit je les fais l'utiliser 10 minutes mais alors, je le fais sur l'année [la répartition des tours d'utilisation des élèves], je fais "Tiens jeudi, ça sera toi..." »

Il semble donc important de partir sur un matériel que tous les élèves pourraient avoir et qui soit simple et efficace pour une utilisation en classe, comme les lunettes Homido que les enseignants ont mises en avant. Pour les enseignants, utiliser la réalité virtuelle en cours implique nécessairement un retour sur investissement : utiliser l'application ne doit pas se faire pour le simple plaisir et l'exploration ne doit pas être qu'une simple découverte, l'application doit amener à un bénéfice pédagogique. Les élèves doivent apprendre avec l'application des informations qui leur seront utiles pour le reste du cours.

« Mais moi, justement, c'est un peu ce qui me fait peur aussi, par rapport à tout l'aspect matériel. Effectivement, c'est [la réalité virtuelle] extrêmement attractif, mais est-ce que c'est... Euh... ? Enfin, dans l'enceinte scolaire, moi, je voudrais que ça apporte quelque chose au niveau scolaire aussi. Enfin... Est-ce qu'on ne va pas tomber dans le travers du "Je me promène, je m'amuse" [dans l'application]... Qu'est-ce que j'en retiens, finalement ? Effectivement, si on en est à quelque chose où on était en train de dire un minimum de légendes, etc., finalement, pédagogiquement, qu'est-ce que ça apporte ? »

FONCTIONNALITÉ DE DÉPLACEMENT PAR LE REGARD

Lors de la phase de familiarisation, la prise en main des applications par les enseignants s'est faite facilement. En effet, ils ont trouvé le moyen d'interagir avec l'environnement virtuel en moins d'une minute environ. Ils nous ont indiqué avoir apprécié les interfaces et le *feedback* du chargement de l'interaction des applications *S.E.N.S VR* et *Haunted Room*, où le pointeur du regard est en forme de cercle qui se remplit petit à petit pour valider l'action. Pour eux, cette symbolisation d'une action en cours est très compréhensible et logique, notamment dans *Haunted Room*. Les enseignants ont trouvé que la fonctionnalité de déplacement par le regard ne devrait poser aucun problème à la prise en main par des élèves après quelques essais comme l'expliquent les commentaires ci-dessous.

« Voilà. Et donc, on reste un certain temps sur [à fixer par le regard] l'objet et le curseur change, et on attrape les objets, ou on avance dans le jeu. »

« Moi, personnellement, j'ai visé. Et je suis restée un certain temps. Après, l'objet, on l'a. »

« [Pour vous, il faut que dans l'interface, il y ait justement cet indice du temps de chargement des actions ?] Oui, comme il faut rester un certain temps ! Comme il faut rester un certain temps, pour éviter, justement, de passer de suite à autre chose. »

« À mon avis, si vous voulez copier l'interface, c'est *Haunted*

Room... [...] il faut ce temps de chargement [dans l'interface avec le viseur], de toute façon, parce que si je passe dessus sans le voir, je passe à autre chose, je ne sais pas pourquoi j'y suis. Donc, il faut un temps de chargement, et puis, voilà. Je veux dire... Les gamins, en deux-trois fois, c'est intégré [la mécanique de sélection par le regard], quoi. Ça [l'apprentissage] va très vite. Les autres, bon... *Titans of Space*, à l'aide, à l'aide ! Je ne sais pas qui a fait ça, mais à l'aide ! *S.E.N.S VR*, après, bon... C'est... Peut-être pas assez de consignes liminaires, parce que dans *Haunted Room*, on nous dit quand même... Faut aller chercher, il y a un inventaire, enfin... Voilà. Il y a l'essentiel. Il n'y a pas trop, il n'y a pas pas assez. Je pense que c'est pas mal [l'interface de *Haunted*]. »

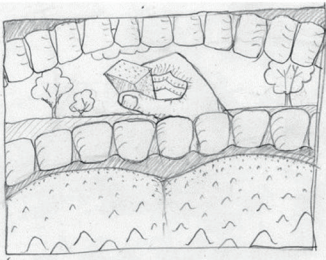
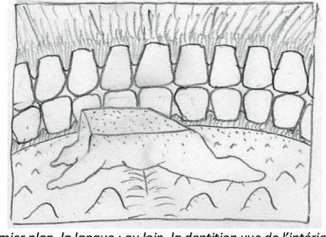
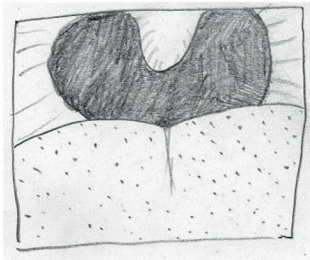
RETOURS SUR LES SCÉNARIOS

Les scénarios présentés aux enseignants avaient la forme de *storyboard* (cf. Document 05). Pour les 2 premiers scénarios, 5 colonnes présentaient :

- le palier (colonne de gauche), soit les étapes de la progression de l'utilisateur ;
- une description des mouvements (2^e colonne en partant de la gauche), soit ce que l'application fait en réponse aux actions de l'utilisateur ;

- la ou les cible(s) d'interaction (3^e colonne), soit ce que l'utilisateur doit sélectionner avec le regard pour avancer ;
- une description imagée des éléments de l'univers à 360 degrés face à l'utilisateur (4^e colonne) ;
- une description imagée des éléments de l'univers à 360 degrés derrière l'utilisateur (5^e colonne).

Document 05. Illustration de la représentation sous *storyboard* des scénarios pédagogiques avec l'introduction du scénario n° 1

	Descriptif des mouvements	Cibles	Descriptif de l'univers à 360°/face	Descriptif de l'univers à 360°/dos
PALIER 1	On est à l'intérieur de la bouche. Le regard se promène à 360°. A travers l'ouverture, on voit une main qui dépose un morceau de sucre dans la bouche. Le morceau de sucre fond sur la langue.	La glotte invite à avancer vers la profondeur de la gorge.	  <p>Au premier plan, la langue ; au loin, la dentition vue de l'intérieur. Lumière à contrejour à travers les lèvres entrouvertes.</p>	

SCÉNARIO 1 : CHOISIR UN AUTRE POINT D'ENTRÉE POUR UNE VISUALISATION PLUS RICHE ET APPROFONDIR CERTAINES ÉTAPES

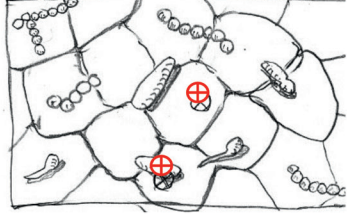
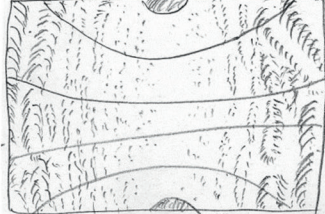
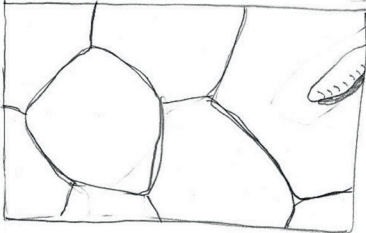
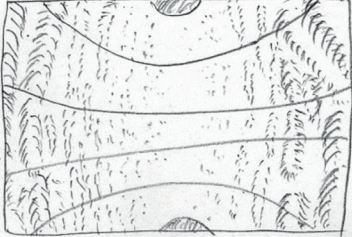
Les objectifs pédagogiques indiqués pour ce scénario étaient d'aborder les points suivants :

- les éléments de comparaison entre cellule procaryote-eucaryote ;
- l'ultrastructure de la cellule : bicouche de la membrane, organites, noyau, etc. ;

- la situation dans la cellule et le support visuel des phases de transcription et traduction.

Il est possible dans ce scénario, arrivé à une certaine étape, de sélectionner dans l'œsophage l'exploration soit d'une cellule, soit de la bactérie (cf. Document 06) puis, à la fin de l'exploration choisie, de revenir sur l'autre choix non exploré. Nous avons fait la présentation aux enseignants en commençant par ce scénario, en abordant l'approche avec le choix de l'exploration de la cellule puis celle de la bactérie.

Document 06. Illustration du choix entre l'exploration de la cellule et la bactérie pour le scénario n° 1

<p>PALIER 4</p>	<p>On s'approche de la paroi de l'œsophage dans un grossissement tel qu'il permet de distinguer la forme des cellules constituant la paroi et les bactéries qui y sont fixées.</p>	<p>1/ Un point sur la membrane d'une cellule qui produit un grossissement. 2/ Un point sur la membrane d'une bactérie qui produit un grossissement. On choisit l'un ou l'autre.</p>	 <p>On est face à un « mur » constitué de « briques », ce sont des cellules. Posées sur le « mur » : des bactéries.</p>	 <p>Au loin, on distingue la courbure de l'œsophage.</p>
<p>PALIER 5</p>	<p>On a choisi la cellule : travelling avant lent. On s'approche de la membrane de la cellule.</p>			

Les enseignants ont trouvé le scénario sur la cellule intéressant. Cependant, ils ont signalé certains manques à combler, comme les étapes après la sortie de l'ARN du noyau, ce qu'il se passe dans le cytoplasme de la cellule. Ce point est nécessaire à aborder pour remplir l'objectif pédagogique actuel selon les enseignants puisqu'il constitue justement l'une des difficultés dans la compréhension des élèves.

« Il ne remplit pas complètement ses objectifs, si on s'en tient à ce qui est noté, puisqu'il propose des éléments de comparaison eucaryote/procaryote, et... ben, c'est incomplet en fait. [...] »

« Je me rends compte que l'on s'arrête à la transcription, et vous n'allez pas justement jusqu'à la traduction, qui se fait dans le cytoplasme de la cellule, c'est-à-dire à l'extérieur du noyau. [...] C'est une difficulté aussi des élèves, de repérer ces phénomènes, à quels endroits est-ce qu'ils vont se faire dans la cellule. [...] Comment on peut aller jusqu'au bout, c'est-à-dire comment est fabriquée la protéine, parce que c'est vrai que, du coup, ça pourrait toucher plusieurs niveaux. »

Les enseignants ont donc proposé d'avoir la possibilité de visualiser d'autres organites que le noyau dans la cellule afin de bien appréhender les différences entre la cellule eucaryote et la cellule procaryote pour l'élève. Il est nécessaire d'après eux d'apporter plus d'éléments de comparaison à l'élève.

« [...] Donc, si on veut coller à l'objectif [de ce scénario], il faut ajouter des éléments de comparaison : les organites dans la cellule, au niveau de l'ADN dans la bactérie... [...] La traduction. »

« Si on veut comparer [cellule] eucaryote/procaryote, c'est des organites... »

« Je suis d'accord avec toi. Ce n'est pas que le noyau, en fait, c'est le fait que la cellule eucaryote va être compartimentée, donc, c'est vrai que c'est bien de montrer les différents organites. Que l'élève puisse aussi, peut-être, voilà... Aller se balader, peut-être se rapprocher [des organites]... »

Pour eux, il est également important d'approfondir la visualisation des phases de transcription et traduction. En effet, dans le scénario actuel, l'élève va aller jusqu'au noyau de la cellule observer la formation d'un brin d'ARN puis le scénario retourne à l'étape du choix entre la bactérie et la cellule et ne traite pas la traduction.

« Il faut faire la traduction, par contre. C'est indispensable, ça. Sinon, pour moi, ça [ce scénario] n'a pas de sens. Sans la traduction, tel que c'est là, ça n'a pas de sens. Parce que ça veut aller jusqu'à un certain point, mais ça n'y va pas, donc c'est un peu inachevé, quoi. »

Les enseignants nous ont aussi partagé le souhait d'une plus grande précision dans la schématisation d'éléments. Celle-ci concernait notamment la membrane et les termes employés pour la

description du scénario si ce dernier est à destination d'élèves de niveau lycée. Pour eux, les lycéens ont besoin d'un plus grand apport lexical contrairement aux collégiens pour qui il faudrait simplifier le vocabulaire utilisé.

« Moi, je trouve que la représentation en général de la membrane [de la cellule dans le *storyboard*], ça ne va pas... Ce n'est pas du tout des flagelles. »

« On ne sait plus qui est quoi. »

« On n'est pas à la bonne échelle. »

« [Pour vous, il faudrait plus de précision dans le lexique ?] Oui, parce que ce scénario s'appliquerait quand même à mon avis à des lycéens, c'est sûr, même, et donc, au niveau de la rigueur scientifique, je pense que, ouais, c'est du vocabulaire que nous, on leur apprend. Je pense que c'est important [la précision du lexique]. »

« En fait, ça dépend quel est le public visé, si c'est un public lycée, faut aller beaucoup plus loin [en précisions lexicales.] »

Il a été ensuite envisagé par les enseignants durant la discussion que ce scénario puisse faire l'objet d'une visite plus simplifiée pour des élèves de niveau 6^e, pour présenter seulement quelques éléments constitutifs de la cellule.

« Si on veut faire une comparaison, ou alors c'est moi qui ai mal lu, mais de fait, quand on rentre dans la cellule, on ne voit pas tous les organites. Et ce serait intéressant, justement, pour pouvoir utiliser l'application par exemple en 6^e, qu'on s'arrête avant... Parce qu'on n'est pas obligé finalement de l'utiliser de A à Z. On s'arrête, on ne rentre pas dans le noyau, mais d'avoir une vue de ce qu'il y a d'autre dans la cellule [les éléments de base, comme les organites]... »

Pour la partie bactérie de ce double scénario, les enseignants n'avaient pas de correction à apporter mais la décrivait comme trop courte et peu développée en termes de contenu pédagogique par rapport à la version de la cellule. Pour eux, il faudrait aussi aller plus loin dans cette partie du scénario avec la cellule, et montrer que les processus comme la fabrication des protéines se passent dans le cytoplasme de la bactérie.

« Il n'y a pas d'erreurs [dans ce scénario avec la bactérie]. C'est vraiment très très basique. »

« Parce que, du coup, moi, je me dis, c'est plus pertinent d'aller à fond, enfin... au bout de l'histoire de la cellule eucaryote et presque de laisser tomber la cellule procaryote. »

« Et moi, je trouve que c'est ultra light sur les bactéries, quoi [...]. Pour moi, là, du coup, ça n'a aucun intérêt [de traiter la bactérie dans ce scénario]. Il faudrait aller un peu plus loin sur la bactérie aussi [pour qu'il y ait un intérêt]. »

Il fut évoqué aussi sur cette partie de la bactérie de profiter de ce scénario pour anticiper des éléments du programme scolaire, qui seraient vus plus tard dans le cursus des élèves, comme la résistance aux antibiotiques qui se voit en première scientifique.

« [Il faudrait montrer quoi ?] Qu'il y a plein de molécules dans le cytoplasme, que tout se fait dans le cytoplasme. En fait, les protéines se font dans le cytoplasme. »

« [Il n'y a pas d'importance à faire le scénario bactérie ? Il n'est pas pertinent ?] Moi, je ne suis pas complètement d'accord [à l'idée de retirer la bactérie de ce scénario], parce que le fait de montrer qu'il y a l'ADN circulaire, la notion de plasmine, c'est des notions qu'on va revoir plus tard, quand on va faire la transgénèse. [...] Quand on parle de la résistance aux antibiotiques en première S. Les bactéries, c'est quand même quelque chose qu'on... Au moins, ils l'auront vu. Ils savent qu'il y a de l'ADN circulaire, qu'il y a l'ADN... »

Les enseignants nous ont fait la remarque que l'entrée choisie pour ce scénario, c'est-à-dire la bouche d'un personnage, prend trop de temps pour parvenir au niveau de la cellule. De plus, ils ont trouvé que ce point d'entrée pourrait prêter à des confusions dans la compréhension des élèves du contraste entre milieu interne et milieu externe, notamment à cause de l'œsophage qui appartient au milieu externe alors qu'il est dans le corps.

« [...] On perd déjà quatre paliers, juste pour aller directement à ce qui nous intéresse [la découverte de la cellule ou de la bactérie]. »

« [...] Premièrement, je sais pas si c'est judicieux [...] de rentrer par la bouche pour rentrer dans une cellule. Je m'explique : c'est que pour les élèves, ce qui est très compliqué à percevoir à tous les niveaux, c'est qu'est-ce que c'est que le milieu extérieur, le milieu intérieur, et dans le milieu intérieur, le milieu intracellulaire. Et donc, du coup, quand on leur dit que par exemple, l'œsophage, ça reste du milieu extérieur, à l'intérieur du corps... Ben, tout ça, ce n'est pas évident ! »

Suite à leur remarque, les enseignants se sont mis d'accord en nous proposant l'idée d'un autre point d'entrée, celui d'une blessure ou une coupure dans la peau de la personne. Pour eux, cette entrée permettrait de mieux souligner le contraste entre le milieu extérieur du corps et le milieu intérieur pour les élèves. De plus, utiliser cette proposition permettrait de parvenir plus rapidement au niveau de la cellule. Les propos suivants enseignants illustrent ces éléments.

« [...] Et en fait, je trouve... Enfin, moi, personnellement, si on m'avait demandé de faire un scénario pour voir les cellules et les bactéries, je serais partie d'une blessure [...]. Et du coup, on a cette dualité milieu extérieur/milieu intérieur. »

« Garder l'idée du personnage au départ [face à l'utilisateur], et après, par une action de zooms, arriver... Voilà, zoomer sur la peau et après, on rentre [dans la cellule ou la bactérie]. »

L'un des enseignants présents nous a soumis une proposition d'ajout des lettres à côté de chaque nucléotide de l'ADN afin que les utilisateurs puissent les identifier au moment de la transcription. Pour cette enseignante, cet ajout permettrait de mieux comprendre ce processus et ainsi d'ajouter un autre bénéfice pédagogique par la simple visualisation.

« [...] Je ne sais pas comment ça serait possible, mais pour le palier 9, au niveau de l'ADN, pour qu'on comprenne l'intérêt de la transcription, en fait, est-ce que ça ne serait pas possible de mettre les lettres correspondant aux nucléotides ? »

Pour résumer les retours sur ce scénario, les enseignants souhaitaient que ce dernier traite également

des étapes après la sortie de l'ARN du noyau et que l'application de réalité virtuelle montre les événements qui vont se produire dans le cytoplasme de la cellule. Pour eux, ce scénario doit présenter les deux étapes que sont la transcription et la traduction dans la cellule et aussi dans la bactérie pour que les élèves constatent les différences entre les étapes dans ces deux types de cellule. D'après les enseignants, il serait également plus intéressant de commencer ce scénario en passant par une blessure dans la peau d'un personnage, à la fois pour mieux comprendre la différence entre milieu intérieur et extérieur et pour arriver plus rapidement au niveau de la cellule. Il nous a aussi été précisé qu'il serait intéressant de visualiser d'autres organites que le noyau dans la cellule. Par l'ajout de ces éléments dans l'environnement virtuel, les différences entre la cellule eucaryote et procaryote seraient plus compréhensibles pour les élèves. Enfin, pour les enseignants, une schématisation précise (avec un plus grand apport lexical pour les lycéens) serait nécessaire dans l'application, notamment pour la représentation de la traversée de la membrane de la cellule.

SCÉNARIO 2 : CHOISIR UN ALIMENT PLUS COMPLEXE, DÉTAILLER LES ÉTAPES DE LA DIGESTION ET RESPECTER LES ÉCHELLES

Les objectifs pédagogiques de ce scénario étaient d'aborder :

- la visualisation de la démultiplication de la surface intestinale grâce aux plis, villosités, microvillosités ;
- la notion de surface d'échange ;
- le passage des nutriments de l'intestin vers le sang.

L'utilisateur va y suivre le parcours d'un morceau de sucre de la bouche jusqu'à l'arrivée dans l'intestin sous forme de glucose, après plusieurs étapes de transit dans l'œsophage et l'estomac.

Selon les enseignants, ce scénario répond parfaitement aux objectifs pédagogiques énoncés.

« Voilà, donc ça, ça colle parfaitement. Si on enlève la notion d'échelle (avec le glucose représenté en hexagone), et là, je te rejoins, on colle à l'objectif. Il n'y a pas d'erreur. »

« L'objectif, c'est l'absorption, et là, on est dans l'absorption, parfaitement, là, pour le coup... il [le scénario] colle à l'objectif. »

Cependant, les enseignants soulignaient que cette partie de la digestion abordée par ce scénario ne couvrait qu'une petite partie du programme consacré à ce thème. Comme pour le premier avec la cellule et la bactérie, ils nous ont témoigné leur souhait que ce scénario aille plus loin et qu'il couvre une plus grande partie du programme scolaire pour être plus intéressant à aborder en cours, comme le montrent les propos suivants.

« Mais, ce qu'on reproche [à ce scénario], c'est que cet objectif, il est vraiment très petit par rapport à [l'étendue du programme scolaire sur la digestion]... Au souci de conception, parce que, pour moi, là, c'est pour les 5^e... »

« Enfin, nous, c'est-à-dire qu'on va le [scénario sur la digestion] faire en 5^e, ça peut se faire dans le cycle 4, on va dire, en 5^e ou autre niveau, mais du coup, c'est vrai que c'est un tout petit aspect, qui finalement... Enfin, voilà. Il faut que ça soit plus ouvert pour que ça ait un intérêt. »

« Mais personnellement, c'est que les objectifs annoncés, moi, je ne me vois pas utiliser telle quelle une application, parce que ça ne va pas assez... Enfin, finalement, c'est un détail dans le programme [scolaire]. Sur la digestion... Enfin, c'est un détail ! Il est important, le détail. Il est important, mais je veux dire, c'est un dixième de mon temps sur la digestion, donc je préférerais quelque chose qui couvre complètement la digestion, avec ce qu'on disait, des chapitres, et voilà. "Aujourd'hui, on va faire l'importance de la mastication, si vous avez le temps, vous continuez, de toute façon, on y reviendra la semaine prochaine..." , enfin... Mais pour moi, c'est [le scénario] trop restreint, par rapport à la digestion. »

« Et nous, ce qui nous gêne, c'est que c'est finalement... On va passer une séance sur quelque chose qui est... J'allais presque dire un détail, ce n'est pas un détail, mais c'est rien du tout par rapport au programme qu'on doit traiter... Ça serait beaucoup plus intéressant d'avoir une vue plus globale. Garder cette base [de scénario sur la digestion], mais... Rajouter... »

Il a aussi été proposé de faire différents chapitres sur ce thème, notamment la simplification moléculaire avec les enzymes. En découpant le scénario sur plusieurs chapitres, certains pourraient ainsi être utilisés en classe avec différents niveaux d'élèves en fonction de leur complexité.

« En fonction de l'endroit où je suis dans le corps [avec ce scénario], voilà. [...] Et après, je ferais des sous-chapitres. Juste pour un, c'est pour la simplification moléculaire. Je ferais quelque chose niveau 5^e, où je ne rentre pas trop dans le détail, on va dire. Et je donne la possibilité ensuite... Enfin... Pour... suivant comment c'est fait dans l'établissement, il y en a qui... Ils reviennent [des enseignants sur des éléments de cours] en 3^e, avant d'aller plus loin sur la simplification moléculaire, avec les enzymes, et... »

Les enseignants nous ont recommandé de nous tourner vers un autre aliment pour approfondir ce scénario sur la digestion. Pour eux, le morceau de sucre ne permettrait pas de voir certaines étapes de la digestion, contrairement à un aliment plus complexe comme un morceau de pain. En effet, ce dernier présenterait plus d'intérêt au niveau pédagogique puisqu'il permet de traiter spécifiquement des étapes comme la mastication, le malaxage et la dégradation au niveau moléculaire de l'amidon avec l'action successive de plusieurs enzymes. Pour les enseignants, traiter un aliment complexe va permettre d'aborder les étapes de transformation de l'aliment en nutriment et les actions manquantes au niveau chimique dans le scénario actuel. Or ces étapes sont importantes à traiter selon eux puisqu'elles sont compliquées à comprendre pour des élèves de niveau collège à cause des différentes échelles des processus. Cette idée est développée par les retours des enseignants dans le paragraphe qui suit.

« [...] Donc, ce qui aurait été intéressant [pour ce scénario], enfin, je pense, c'est plutôt mettre un morceau de pain, parce que, du coup, on va commencer à avoir une simplification

moléculaire dans la bouche avec la salive. Voir des molécules qui sont coupées... Enfin... c'est vraiment là-dessus que les élèves ont du mal à se représenter. Donc voilà. Voir l'action des enzymes, des choses comme ça, et après, je continue par les différents passages de l'œsophage, je vais voir ce qui se passe dans l'estomac, enfin, vraiment faire, pour le coup, la digestion. »

« Pour montrer que c'est tout un [ensemble de processus]... Voilà, que c'est [la digestion] complexe. Parce qu'on leur explique tout ce qui est mécanique, la mastication, le malaxage, et ce qui est chimique. Donc, l'idée de prendre un aliment plus complexe, on va montrer qu'il y a d'autres molécules qui interviennent pour découper l'amidon en petites molécules de glucose, qui ensuite seront assimilées au niveau de la... Parce qu'en fait, c'est juste ajouter des étapes qui manquent [dans ce scénario]... »

« Ben, vu les difficultés qu'on va peut-être rencontrer, déjà, et c'est quand même très difficile, pour des collégiens [de comprendre la dégradation d'un aliment, avec les molécules, etc.]... Ce n'est pas facile, parce qu'on est à toutes les échelles : de l'organe, de la cellule, des molécules... Donc, ça [développer plus d'étape avec un aliment complexe] permettrait de recadrer un petit peu tout ça. »

« Et là, d'un seul coup, on se retrouve avec du glucose. C'est-à-dire, c'est fructose + glucose, en fait, en vérité. Et d'un seul coup, on passe d'un morceau de sucre à du glucose. Donc, là, il y a juste un petit truc. Mais après, je suis d'accord, je comprends que c'est juste par rapport à votre objectif [l'absorption intestinale], vous avez ciblé sur l'assimilation. Mais ce serait tellement plus intéressant de voir le processus... [...] Un aliment plus complexe, où on voit vraiment peut-être la notion d'aliment que tu disais tout à l'heure, là... La notion d'aliment, de nutriment... Pour les élèves, c'est un peu compliqué. »

Enfin, les enseignants ont tenu à apporter un point de vigilance pour la schématisation des éléments dans ce scénario. Pour eux, il existe un problème d'échelle avec le glucose dont la représentation en hexagones se trouve être de la même taille que des globules rouges. Or à ce stade de digestion, le glucose est une molécule et est donc beaucoup plus petit dans l'organisme. Pour les enseignants, ce genre de représentation à côté d'éléments de différentes échelles pourrait conduire à des erreurs de compréhension pour les élèves.

« Et en plus, attention, les échelles ! Vous faites les glucoses de la même taille que les globules rouges... Attention ! [...] faudra trouver un subterfuge [...] Un flux de couleur, et puis en zoomant, on voit le glucose [...] »

« Après, ce qui est problématique, c'est la représentation du glucose par rapport au reste [des éléments dans le corps humain]. »

« En fait, il ne faut pas qu'il y ait les deux côté à côté, faut pas qu'il y ait un globule rouge à côté d'une molécule de glucose. »

« [La schématisation du glucose pourrait prêter à des erreurs ?] De taille, d'échelle... »

« Carrément. Parce que nous, on les embête tout le temps avec cette notion de [taille, d'échelle]... »

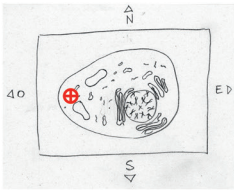
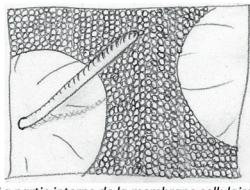
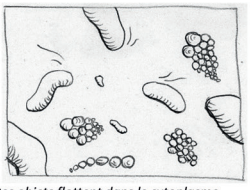
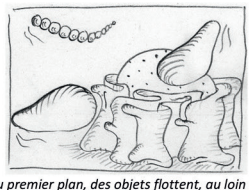
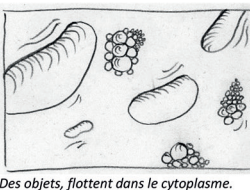
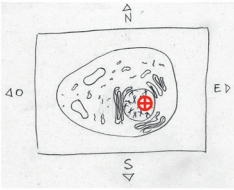
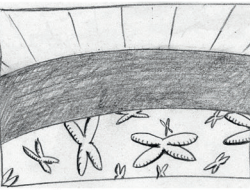
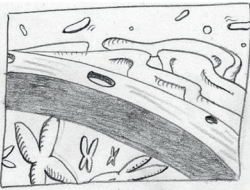
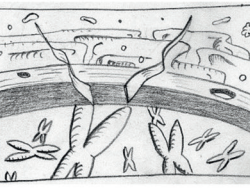
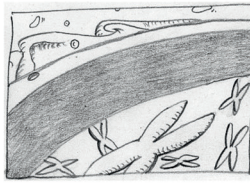
« Oui, et c'est des notions difficiles, hein, cellules, molécules... C'est difficile pour eux de se représenter en termes d'échelle... [...] »

Pour résumer, ce scénario correspond à ses objectifs. Cependant, il ne couvre pour eux qu'une petite partie du programme scolaire en l'état actuel. Les enseignants nous conseillent donc d'utiliser un autre aliment plus complexe que le morceau de sucre pour ce scénario, le pain, par exemple. D'après eux, cela nous permettrait de présenter d'autres étapes essentielles de la digestion (la mastication, le malaxage, la dégradation au niveau moléculaire, l'action des enzymes, etc.) et d'aller ainsi plus loin dans le programme que ne le permet le morceau de sucre. Enfin, ils nous ont demandé de rester vigilants quant à la représentation des molécules de glucose dans l'organisme. En effet, dans ce scénario les molécules sont visibles par une symbolisation en hexagones alors qu'elles ne devraient se voir qu'à une échelle beaucoup plus petite d'après les enseignants.

SCÉNARIO 3 : MÉLANGER 2D ET 3D ET ABORDER UN PLUS GRAND NOMBRE DE CELLULES POUR UNE UTILISATION EN COLLÈGE ET LYCÉE

L'objectif de ce troisième scénario était de permettre d'établir un lien entre les représentations en 2D de la cellule et l'objet en 3D. Pour se faire, l'utilisateur est placé directement à l'intérieur d'une cellule dans ce scénario (cf. Document 07, page suivante). Il va pouvoir se déplacer à quatre endroits différents (nord, sud, est et ouest de la cellule) afin de découvrir les éléments qui la constituent sous plusieurs angles. Ce sont ces éléments qui seraient représentés avec la 3D de l'environnement virtuel et qui se verraient aussi représentés en 2D dans l'interface de l'utilisateur.

Document 07. Représentation du storyboard du scénario n° 3 sur l'exploration de la cellule

Position du visiteur dans la cellule	Point de vue vers « l'ouest de la cellule »	Point de vue vers « le nord de la cellule »	Point de vue vers « l'est de la cellule »	Point de vue vers « le sud de la cellule »
	 <i>La partie interne de la membrane cellulaire.</i>	 <i>Des objets flottent dans le cytoplasme.</i>	 <i>Au premier plan, des objets flottent, au loin le noyau.</i>	 <i>Des objets, flottent dans le cytoplasme.</i>
	 <i>L'entrée d'un pore</i>			

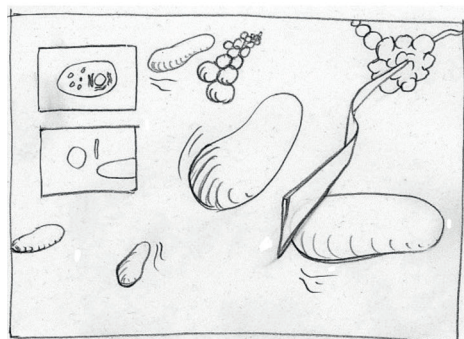


Illustration de l'interface mélangeant représentations 3D et 2D et la présence d'un plan.

Pour les enseignants, ce scénario serait le plus facile à utiliser en cours. De plus, d'après eux, il serait un atout pour permettre aux élèves d'associer et comparer les éléments qu'ils verraient en 2D en cours avec leur représentation en 3D.

« Moi, je pense que, des trois [scénarios], c'est à mon avis le plus facile à mettre en œuvre, entre guillemets, enfin, je ne sais pas, mais c'est celui qui semble le plus simple [le scénario 2D/3D]. »

« Moi, je trouve qu'il remplit son rôle [par rapport aux objectifs pédagogiques]. Enfin, c'est intéressant d'avoir la planche 2D à côté. D'avoir justement tout de suite la comparaison. Vision à plat et vision 3D, quoi. Justement, c'est ce qui manque toujours aux élèves. Avec la planche à plat, au moins, ils ont les deux à la fois. »

La fonctionnalité de mélanger représentations 3D et 2D dans l'application a vu les enseignants émettre des attentes sur les échelles et sur la problématique que ce mélange implique. Pour les enseignants, il est nécessaire dans cette double représentation que les proportions de chaque élément figurant à la fois en 3D et en 2D soient respectées. Les commentaires ci-après témoignent de ce point.

« [Est-ce que vous pensez qu'il est nécessaire de mettre une échelle ?] Oui. [...] Ben, sur le côté 3D, ça me semble un peu complexe qu'on ait une échelle, mais... Quand on est sur la cellule à plat, ça permet de comparer les organismes, par l'échelle [...] »

« Maintenant, si tu as une échelle à plat sur ton 2D, après, toi, tu es complètement immergé, mais il faut surtout que les échelles relatives en 3D soient respectées. »

« Oui, et il faut faire attention à l'aspect des proportions, aussi. »

« [Il faudrait vraiment que l'affichage de l'échelle soit en fonction de ce que vous regardez ? Ponctuel ?] Ouais, parce que quand on va être en 3D, si on veut vraiment voir les choses, on ne va pas respecter l'échelle. [...] Si on veut respecter les échelles en 3D, ça va être compliqué. Donc, effectivement, vu que c'est un peu notre souci, être plongé dans cet environnement 3D, c'est intéressant, mais il ne faut pas perdre de vue que... Ben, un messenger ou une protéine, enfin, j'en sais rien, mais par rapport à l'échelle même des organismes cellulaires, c'est très petit, donc il faut quand même qu'ils perçoivent ça [...] si on veut l'illustrer en 3D, on risque de tomber dans le travers de ne pas respecter cette échelle. »

Cependant, cette représentation 2D devrait être affichée de façon ponctuelle seulement, d'après les enseignants. Ils nous ont aussi répondu favorablement quand nous leur avons proposé l'idée d'incorporer un affichage du zoom dans l'application, comme lorsque l'on utilise le grossissement d'un appareil photo. L'affichage de ce zoom permettrait de faire le lien pour les élèves avec l'utilisation qu'ils ont en classe du microscope.

« [Quand doit être affichée la représentation 2D pour l'utilisateur ?] Au moment du zoom... Ben, comme ils ont l'habitude de faire finalement quand on fait du microscope, hein ! Voilà, ils augmentent leurs objectifs... »

« Mais juste au moment du zoom, et puis après... ça disparaît. »

« Et c'est vrai qu'on insiste beaucoup là-dessus [quelle est l'échelle] quand ils font des dessins ou des photos, il faut toujours mettre à quel grossissement... Les notions d'échelle. Non, ça, c'est bien [l'idée d'un affichage de zoom comme les appareils photos]. Et ça leur permettra justement, c'est ce qu'on disait tout à l'heure, ça règle le problème des échelles, en fait. »

Les enseignants nous ont aussi proposé de traiter différents types de cellules supplémentaires dans ce scénario, par exemple celle végétale. De cette manière, ce scénario serait en mesure d'être utilisé pour plusieurs cycles scolaires. En effet, la cellule végétale est déjà abordée dans l'enseignement en 6^e d'après les enseignants et la comparaison entre la cellule végétale et animale se ferait plus au niveau de la seconde.

« Et qui [le scénario 2D/3D] pourrait effectivement rentrer au niveau seconde, la comparaison cellule végétale/cellule animale, mais du coup, il faudrait avoir le pendant, et pouvoir comparer les deux [cellule végétale et animale dans le scénario de RV], ça serait intéressant. Si on reste sur simplement une "visite" de la cellule, c'est intéressant de montrer qu'il y a une diversité cellulaire entre type végétal et animal. »

« Voilà. Mais du coup, même en 6^e, tu fais la cellule végétale, déjà. »

« Ce serait intéressant d'avoir la même chose [une exploration RV] avec la cellule végétale. »

« Et pourquoi pas un mode [d'utilisation de l'application] collège et un mode lycée... »

« On oublie tout ce qui est AR-DN... Ou effectivement, le fait que les structures soient présentes, mais pour le collège, je ne peux pas rentrer dedans... »

Les enseignants nous ont également suggéré d'aborder ce scénario avec le même début de parcours que le scénario n° 1, c'est-à-dire en partant de l'extérieur vers l'intérieur du corps jusqu'à rentrer dans une cellule, afin de mieux faire comprendre à l'élève dans quel type de cellule il se trouve (une cellule végétale, animale) et où se situe cette cellule. Le commentaire suivant présente cette suggestion.

« Et pour le collège, moi, je rajouterais quand même une partie de l'autre scénario [le n° 1], où vous étiez partis en fait, où on va zoomer... Voilà, parce que... Pour qu'ils voient justement. C'est toujours pareil. On fait les organes, les tissus, les cellules. Donc, voilà. On va zoomer sur une partie, donc, si c'est la peau [qui avait été proposée]. Et après, on reviendra au niveau de la cellule. Pas partir directement de la cellule, parce que c'est quelque chose de... c'est abstrait [d'être directement dans une cellule et ne pas voir les étapes de zoom successives], quoi. »

De même, les enseignants nous ont conseillé de modifier la schématisation de l'ADN sous forme de chromosomes telle qu'elle est présentée dans le scénario. Selon eux, l'ADN ne prend cette forme qu'à un moment très court dans l'évolution de la cellule et il serait donc plus judicieux de le laisser sous sa forme de double hélice.

« [Il ne faut pas que l'ADN soit représenté comme sur le storyboard ?] Ben, ça plus la représentation de... Si vous mettez les chromosomes comme ça, sous forme condensée, la cellule est en train de se diviser, il n'y a pas de membrane nucléaire... Il n'y a pas de membrane nucléaire [...] Donc, si vous voulez montrer aussi la transcription, il vaut mieux laisser comme dans le premier scénario l'ADN sous forme de double hélice. Comme ça, vous pouvez laisser la membrane et laisser l'ARN sortir des pores. »

« Pas sous cette forme-là. C'est très ponctuel dans la cellule, quand ils sont sous cette forme-là. Là [la forme actuelle sur le storyboard], ça peut porter à confusion. »

« Mettez juste l'ADN complet, comme dans le premier scénario. »

Pour synthétiser les retours sur ce dernier scénario, les principales remarques des enseignants portaient sur la nécessité de bien représenter les différentes échelles. Pour eux, le mélange d'éléments à la fois 2D et 3D est très intéressant puisqu'il permet d'associer ce que les élèves voient, par exemple, à plat dans leur manuel à une représentation dynamique et 3D dans l'application. Cependant, ce mélange nécessite de faire correspondre ou de préciser les différences entre les échelles de représentation des éléments 2D et 3D pour les enseignants qui avertissent sur ce point afin d'éviter des erreurs possibles dans la compréhension des élèves. Les enseignants proposent également de traiter plusieurs types de cellules dans ce scénario afin de couvrir à la fois le niveau collège et lycée. Enfin, les enseignants nous ont recommandé de simplifier la visualisation de l'ADN en le représentant uniquement sous sa forme de double hélice dans ce scénario.

En conclusion, sur les trois scénarios, les préférences des enseignants variaient en fonction du niveau scolaire visé par les scénarios et dépendaient également des modifications qui y seraient apportées. Le scénario de la digestion serait ainsi le plus adapté pour une utilisation au collège. Le troisième, quant à lui, était préféré pour une utilisation au lycée. Enfin, pour l'un des enseignants, la préférence allait au premier des scénarios à condition qu'il approfondisse les processus traduction et transcription.

« [Quel serait le scénario le plus intéressant pour vous ?] ça dépend, à quel niveau. »

« Celui-là m'intéresserait le plus au collège [scénario digestion] et le 3 [visite de la cellule], au lycée, quoi, voilà. »

« Après, c'est vrai que le 2 [scénario digestion], il colle parfaitement au niveau collège... »

« Si on va jusqu'à traduction/transcription, c'est le 1 [scénario préféré]. »

En dehors des remarques des enseignants sur les scénarios et des propositions d'améliorations qui leur sont associées, l'entretien collectif nous a permis d'avoir des pistes de conception et de formuler les préconisations suivantes.

GARDER LES DÉPLACEMENTS ET AVOIR UN PLAN DU PARCOURS

Suite à nos échanges avec les enseignants, il nous semble intéressant de donner la possibilité à l'utilisateur de se déplacer par lui-même dans l'environnement virtuel. En effet, les enseignants indiquaient la nécessité pour l'utilisateur de contrôler ses déplacements. Selon eux, cette capacité de contrôle pourrait l'amener à plus de participation dans l'application, comme le montrent leurs commentaires ci-dessous.

« Oui, moi, je trouve que ça [les déplacements de l'utilisateur] fait plus rentrer dans le jeu, parce que c'est un jeu. Mais en tout cas, ça fait plus rentrer dedans, le fait de se déplacer, plutôt que... Oui, d'avoir une position fixe, et finalement juste de regarder l'image qui défile [...] En termes d'immersion, c'est... [...] J'ai l'impression de participer, en fait, davantage [avec des déplacements]. »

« Oui, c'est plus sympa quand tu te déplaces vraiment. Tu es plus impressionné par le jeu... »

« Et on n'évolue pas [dans *Titans of Space*], on reste plus ou moins statique, en fait. On reste dans le vaisseau, on n'évolue pas. C'est plus sympa quand on évolue dans un environnement... »

À l'inverse, nous déconseillons le fait que l'application puisse faire avancer l'utilisateur tout seul. La question de cette fonctionnalité se posait au cas où l'utilisateur se retrouverait perdu, ou n'arriverait pas à trouver comment agir dans l'application. L'environnement de réalité virtuelle devra être conçu de manière à ce que l'élève avance de façon intuitive plutôt que de lui enlever du contrôle. En effet, selon certains chercheurs en réalité virtuelle (Abdul Rahim E. et al., 2012)¹⁹, donner plus de contrôle aux utilisateurs sur leur interaction avec l'application est un moyen de leur donner la capacité d'avancer à leur propre rythme d'apprentissage.

« Mais il [l'élève] ne peut pas être bloqué. Je ne vois pas dans quelle situation il est bloqué. »

« À partir du moment où ils [les élèves] ont compris qu'en pointant [...] ils avancent, ben voilà, quoi. Il y aura le [l'élève] contemplatif qui va vouloir rester dans l'estomac pendant trois jours, bon, ben... Mais à la limite, il n'y a pas de difficulté, d'une clé qu'on n'a pas trouvée, qui est cachée derrière le machin... Il n'y a pas de baguette magique [comme dans *Haunted Room*], donc, normalement, il va intuitivement avancer. Et ils auront envie d'avancer en plus... »

19. Abdul Rahim E., Duenser A., Billingham M., Herritsch A., Unsworth K., Mckinnon A. & Gostomski P. (2012, November), "A desktop virtual reality application for chemical and process engineering education", *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, p. 1-8, ACM.

Nous préconisons aussi l'affichage d'un plan du parcours dans l'application afin de guider les élèves dans l'évolution du scénario à l'intérieur du corps humain. L'affichage de ce plan pourrait se faire, par exemple, à la façon d'une radiographie du corps, dans son ensemble ou plus centrée vers la zone concernée par le scénario. Un symbole (« bip rouge ») pourrait localiser sur ce plan le déplacement de l'utilisateur à chaque transition interne pour lui donner une représentation de son emplacement. De plus, nous recommandons également que ce plan soit apparent uniquement lors d'un changement d'emplacement, par exemple d'un organe à un autre, afin de ne pas nuire à l'immersion en surchargeant l'interface de l'utilisateur.

« [Pour vous il faut guider l'élève dans l'application ?] Ben, une flèche ou des traces de pas... Moi, je trouve que c'est important d'être guidé. »

« Ben là [dans l'interface], j'ai une image qui apparaît, qui me montre où je suis, avec un... Voilà ! J'ai un bip rouge à côté, je suis là. Cette image disparaît, le temps que je sois ici [dans une nouvelle zone d'exploration], après, je change d'organe, l'image réapparaît pour montrer que j'ai avancé un peu. [...] Juste ponctuellement mais pour que je n'oublie pas que... J'étais là, avant, au-dessus et je suis passé derrière. »

ÉVITER LA NARRATION ORALE ET PRÉFÉRER UNE AMBIANCE SONORE POUR L'IMMERSION

Narration orale

Nous avons voulu savoir s'il était important d'apporter aussi une source d'informations pédagogiques aux élèves oralement dans l'application, avec une sorte de narrateur qui expliquerait les événements et donnerait des détails sur les éléments parcourus dans le corps humain. Suite aux éléments tirés de l'entretien, nous avons pu déterminer qu'il était inutile d'incorporer cette fonction dans l'application. En effet, il semble nécessaire pour l'immersion que l'élève ne soit pas dérangé par des voix explicatives qui lui déversent l'information en continu et qui le rendraient passif dans sa découverte et son apprentissage. Le but serait justement qu'il voit les événements, les mécanismes dans le corps humain. L'information que l'élève doit avoir doit être essentiellement visuelle. Voici les retours des enseignants face à cette proposition d'une narration orale.

« [Est-il intéressant d'après vous d'ajouter une narration orale pour présenter des informations à l'élève ?] Non, parce que si effectivement, on suit le trajet, je ne vois pas l'intérêt d'avoir quelqu'un qui parle. »

« Non, parce que je trouve que ça gênerait l'immersion, en fait. [...] »

« Et en plus, si je n'ai pas de casque, s'ils ne sont pas tous au même endroit, "Monsieur, vous pouvez remettre [la bande son de la narration orale], j'ai pas entendu !", enfin... »

« Du coup, oui, l'élève est moins acteur [si on permet une narration orale], quoi... Il attend, on lui donne toutes les infos... »

« Et puis, il faut que l'élève s'imagine, lui-même... »

« Voilà. Ça casse un peu le truc [de donner de l'information oralement]... [la] curiosité, aussi, [être] explorateur, tout... »

« Ce côté explorateur est indispensable... Finalement, enfin... qu'il n'y ait pas de narrateur, ça revient au même. On lui raconte une histoire. Et comme il n'y a pas la narration, il... je pense que, pour lui [l'élève], il est l'explorateur. Alors, s'il y a une narration, ce côté-là [être explorateur, acteur], on ne l'a plus. »

« Je pense que c'est visuel, donc normalement, si le mécanisme se déroule devant l'élève, il doit comprendre ce qui se passe. [...] Parce qu'il va voir le mécanisme se dérouler devant lui, et il va comprendre. [...] Ce n'est pas la peine de lui expliquer ce qui se passe, normalement, il va le voir. Et je pense que c'est à nous, après, en tant qu'enseignant, de demander à l'élève ce qu'il a compris, au final, de vérifier quand même [...]. »

Ambiance sonore

Pour ce qui est de l'ambiance sonore, les enseignants ont conseillé l'utilisation de sons réalistes quand ils sont possibles et l'utilisation d'une musique d'ambiance lorsqu'il n'est pas possible de reproduire le son. Plus précisément, les sons dans l'application doivent servir soit à l'ajout du réalisme dans l'environnement (avec des sons réalistes), soit à favoriser la concentration de l'utilisateur (avec une musique d'ambiance). Les sons doivent être naturels et ne doivent pas tenter de simuler un son qui n'existe pas au niveau de l'organisme, par exemple le bruit dans une cellule. Dans les situations où le son ne peut être réaliste, l'ambiance sonore d'une musique pour la concentration est à privilégier et ce, d'autant plus avec un matériel tel que les lunettes Homido. Le paragraphe ci-après présente les discours des enseignants à propos de l'ambiance sonore dans l'application.

« Pour moi, il faut éteindre la lumière, être dans le noir complet, c'est-à-dire fermer les rideaux et avoir, à la limite, un son audio qui soit commun à tous, qui tamise, enfin, voilà, qui fasse que... Un battement cardiaque, oui, je ne sais pas... Bref. De créer une atmosphère, qui permette à tout le monde de s'immerger beaucoup plus facilement que s'il y a la lumière, du bruit extérieur... »

« Et ça [lunettes Homido], pour le coup, ça nécessite à mon avis une immersion, en éteignant la lumière... Enfin, de créer une atmosphère qui permettent de s'immerger, parce que le défaut de ça, c'est d'arriver à créer une immersion. »

« [Est-ce que c'est nécessaire, selon vous, d'ajouter des sons ?] Là, on ne peut pas créer un son, le son à l'intérieur d'une cellule, c'est compliqué, mais... Qu'il y ait... Voilà [une mélodie, une musique de fond], moi, ça ne me semble pas... Au contraire, je pense que c'est un élément de concentration. [...] Je pense que ça aide, oui. Parce que, sinon, c'est... En fait... On n'est pas tout seul, quoi, il y a tous les élèves autour de nous, il y a du bruit, donc rien que pour arriver à être chacun dans sa bulle, ça peut aider, quoi. »

« [Pour vous il faudrait un son réaliste lorsqu'il est possible d'en entendre et une musique, un son d'ambiance lorsqu'il est impossible d'avoir un son réaliste ?] Oui. On ne peut pas inventer un son... On ne sait pas. On sait que c'est un son d'ambiance. »

« Là, par contre, je mettrais des bruits réels [dans un scénario comme la digestion]. [...] La mastication, ça fait du bruit... Dans l'œsophage, alors, on le perçoit de temps en temps quand... Après, je pense que dans l'intestin, c'est différent. Et le flux sanguin, avoir le bruit de la pulsation cardiaque, comme un pouls, ou des choses comme ça. »

« En tout cas, moi, je pense qu'au niveau de l'organisme, c'est intéressant que ce soit un son réaliste. »

« Quand ça peut être réaliste, je pense qu'il faut que ça soit réaliste. »

AJOUTER DES INFORMATIONS VISUELLES DANS L'ENVIRONNEMENT VIRTUEL

Afficher les noms des éléments principaux

Comme nous l'avons énoncé dans la partie précédente, il a été jugé que la meilleure méthode d'apports pédagogiques pour l'élève avec des scénarios de réalité virtuelle était de lui faire parvenir l'information de manière visuelle. Les enseignants ont donc recommandé d'insérer dans les scénarios des éléments visuels supplémentaires à la simple représentation en 3D des objets, comme des légendes, des étiquettes, pour nommer au minimum les principaux acteurs des processus dans l'organisme. De plus, il est plus intéressant de les afficher uniquement lorsque l'interaction par le regard de l'élève se fait, afin de préserver l'immersion et la curiosité de celui-ci en le laissant découvrir par lui-même. Il est important également de souligner qu'il ne faut pas abuser de contenus textuels dans l'application, un surplus perturberait la qualité de l'interaction dans l'environnement de réalité virtuelle. Seules les informations les plus importantes doivent figurer sous forme écrite comme le démontrent les retours suivants.

« [Pour vous, il faut qu'il y ait des informations supplémentaires sous forme de... ?] Des noms, des légendes... Une étiquette mais qui n'apparaît que quand je suis en train de zoomer, de viser, de pointer. Je pointe et son nom apparaît. [Il ne faut pas] qu'il y ait des étiquettes partout. Faut que ce soit au moment où je [...] pointe l'objet. »

« Après, là, c'est sûr que ça dépend si on fait une version [de scénario] collège et lycée. Ben, qu'il y ait des noms qui apparaissent sur les différents organismes, ben, ça me paraît être un minimum, quoi, au moins au lycée, et sur les molécules, etc. Un message, faut qu'il soit nommé. Qu'on puisse cliquer dessus. »

« [Pour vous le texte ne gênera pas l'immersion de l'utilisateur ?] Je pense à des légendes, si c'est une immersion dans la cellule, ou... Je pense qu'il faudra quand même des petits textes de légende. »

« Le moins de texte possible, oui, c'est... Bien sûr, je vais avoir, là, le nom des acteurs... »

« [...] Sinon, on va tomber dans le travers trop d'informations, ce n'est pas bon. Juste des légendes. »

« Je m'interroge "Qu'est-ce que c'est ?", je le regarde, et là, j'ai son nom qui apparaît. »

« Ben, pour moi, si je reprends, par exemple, ce scénario-là [la visite de la cellule], c'est quand je suis en train de regarder l'organite que son nom apparaît [...] Après, si je regarde ailleurs, son nom disparaît et surtout, quand j'ai une vue globale, je n'ai aucun nom qui vient perturber mon [...]

Utiliser des consignes pour guider dans l'environnement

Suite à nos échanges avec les enseignants, nous avons montré qu'il était dans l'intérêt de l'application de présenter des éléments visuels afin de faciliter le parcours des élèves dans l'environnement virtuel. Parmi ces éléments, nous recommandons l'ajout de consignes au moins pour les premières utilisations, de manière à permettre une prise en main plus rapide et de ne pas frustrer dès la première utilisation des élèves qui n'oseraient pas chercher par eux-mêmes comment avancer. Une fois cette première présentation des mécaniques de l'application, l'affichage d'éléments de tutoriel sous forme de textes n'est plus nécessaire puisque ces mécaniques seraient ensuite intégrées avec l'utilisation.

De même, pour les déplacements, il serait utile de permettre aux élèves de se repérer avec des pictogrammes, des pas ou des traces de pas pour indiquer la suite du chemin à parcourir dans l'application. Ces indications doivent se faire tout en préservant l'immersion des élèves et en vérifiant si l'ajout des consignes en début d'utilisation ne nuirait pas à l'expérience qui suit. En effet, des éléments comme les traces de pas pourraient paraître non naturels et déranger l'immersion dans l'environnement. Il serait donc intéressant d'envisager une indication plus discrète, par exemple un clignotement lumineux, une sorte de surbrillance de l'élément avec lequel l'élève doit interagir ou vers lequel il doit se diriger. Nous proposons que ces indications dans l'interface ne surviennent qu'à partir d'un certain moment d'inaction dans les déplacements de l'utilisateur. Ainsi, l'utilisateur ne serait pas en permanence dirigé dans l'application et ces indications ne nuiraient pas à sa curiosité, la découverte par lui-même. Ces indications ne surviennent qu'en de rares cas où l'élève serait perdu, nous pouvons aussi envisager dans ces conditions un léger affichage textuel d'une phrase afin de résumer l'objectif à accomplir pour l'élève en plus de l'indication de son chemin, pour qu'il puisse aussi comprendre pourquoi il doit se rendre à un point particulier, par exemple "Rends-toi dans le noyau pour voir comment sont créés les brins d'ARN". Cet affichage serait à placer en haut ou en bas de l'interface visuelle de l'élève, de manière à ne pas le gêner si le seul indice (par exemple, le noyau entouré d'une surbrillance) dans l'environnement 3D lui a suffi à se repérer. Voici les réponses des enseignants sur ces différents points :

« (Faudrait-il d'après vous une sorte de tutoriel, des consignes pour aider l'élève ?) Il faut qu'il y ait des consignes

liminaires pour le premier chapitre, c'est évident. Après, elles sont intégrées. »

« Moi, je trouve qu'il faut [...] un pictogramme, très simple... euh, des pas, des traces de pas, tout le monde comprend ce que c'est.... Et pour le premier pictogramme, je pense, [présenter] une fois une consigne simple, et après, on a assimilé que [les traces de pas servent à orienter dans le parcours]... Mais trop de texte... Enfin, moi, je vois sur *Titans of Space*, à la limite, ce n'est pas d'un confort extrême [la surutilisation de texte]... Et puis, je me dis si c'est me mettre en immersion 3D pour lire un texte... [...] »

« Oui, et puis si on veut qu'ils [les élèves] soient en immersion... C'est-à-dire que nous, on n'intervienne pas, qu'ils découvrent vraiment tout seuls, nous, du coup, si on utilise ça [la RV], on ne doit rien dire, enfin, il faut qu'ils oublient qu'on est là... Il faut que les indications soient présentes ou claires... Si c'est des "Je fais quoi après, monsieur ?" tout le temps, euh... finalement, ils ne sont plus dans le [immersion dans l'environnement virtuel]. »

« Enfin, moi, je n'ai pas lu, le texte [dans *Titans of Space*] ! Je veux dire, je me baladais, après, hop ! je suis passée à la suite, je n'ai jamais, à aucun moment, lu le [texte]... Enfin, ce qui correspondait à des détails... Parce qu'en fait, c'est vrai que quand on utilise ce genre de choses [la RV], on n'a pas envie d'être dans un mode de lecture. »

« Parce qu'en tant qu'enseignant, on travaille beaucoup sur la consigne, donc c'est vrai qu'il faut quand même que [qu'il y ait des consignes]... Parce que l'élève va dire "On ne comprend pas ce qu'il faut faire", enfin, c'est vrai que si... Enfin, voilà, faut qu'il y ait un minimum, quand même, qu'on soit guidé entre guillemets, comme on a dit, voilà... Des consignes écrites ou des petites traces de pas, des flèches. Parce que, voilà, pour que ce soit [la RV], à mon avis, efficace. »

« Mais c'est vrai que nous, en tant qu'enseignants, si on veut, à l'issue d'une séance, que les élèves soient passés par un certain nombre de... Enfin, aient franchi un certain nombre d'étapes, s'il n'y a pas du tout de guide... Enfin, je veux dire, on ne peut pas passer quatre heures... Enfin, je veux dire, il y en a [des élèves] qui vont trouver très rapidement, d'autres qui vont plus galérer [...]. »

Ajouter du dynamisme pour plus de réalisme

Un autre point que nous avons pu repérer dans l'entretien comme élément d'amélioration pour l'application est le fait de rendre dynamique l'environnement visuel. Par dynamique, nous entendons que les éléments de l'organisme soient visuellement actifs s'ils ont un rôle important dans des mécanismes du corps humain, et qu'ils donnent l'air d'être au moins vivants s'ils ne sont pas actifs pendant l'exploration. Il ne faut pas que l'environnement soit inactif, dépendant des actions de l'utilisateur pour qu'il se passe des choses. Si l'utilisateur est statique, il doit pouvoir constater que des actions se passent sans lui dans l'organisme. En effet, il n'est pas un acteur dans l'environnement virtuel mais un explorateur, qui voit les mécanismes mais n'y participe pas (comme s'il était au milieu d'une foule et s'arrêterait, la foule continuant de bouger tout autour de lui). Les propos suivants des enseignants commentent le besoin de dynamisme.

« Si on pouvait coller, oui, si on voulait coller le plus possible à la réalité... Il ne faut pas que ce [les éléments de l'organisme] soit statique. [...] »

« C'est en mouvement, là, dans la cellule. Donc, en fait, il faut qu'il y ait des mouvements, et que les choses bougent. Même si l'acteur est statique, il faut qu'autour, ça bouge. »

« [Il faut que les éléments dans la cellule donnent l'impression d'être vivants ?] Ben oui. Parce qu'on leur explique que c'est une usine [la cellule], en fait. L'idée, c'est de montrer que la cellule, c'est une usine. Il se passe plein de choses dans la cellule en même temps, en fait. Donc, je ne sais pas [...] C'est une question de... Parce que la cellule, elle fait des échanges aussi, quand on voit la membrane, il y a des molécules qui rentrent, des molécules qui sortent [...]. Enfin, je ne sais pas, ce côté un peu dynamique, si on veut vraiment entrer [en immersion]... »

ATTEINDRE UNE DURÉE IDÉALE : NE PAS DÉPASSER 10-15 MINUTES PAR SCÉNARIO

Les enseignants nous ont indiqué qu'une bonne durée de scénario durant un cours devrait être inférieure à 20 minutes. Ce temps inclut l'installation du matériel dans l'expérience. Cette demande des enseignants concernant la durée rejoint les propos de North (1998)²⁰ et ses collègues²¹ ainsi que ceux de Gilles Renard²² (2016)²³. Ces chercheurs recommandent une séance d'utilisation en réalité virtuelle brève, entre 15-20 minutes, et avertissent sur les risques d'une utilisation prolongée qui pourrait entraîner de la fatigue physique, des malaises et vertiges chez les utilisateurs, voire des maux de tête. En comptant une mise en place du matériel d'environ 5 minutes, une durée de scénario de 10 à 15 minutes semble idéale, à la fois pour éviter ce genre de troubles et aussi pour permettre aux élèves de suivre le reste du cours avec leur enseignant après utilisation, enseignants qui, rappelons-le, nous ont

indiqué préférer s'appuyer sur l'expérience des élèves pour construire ensuite le reste de leur cours. Il serait bon de tester des prototypes de l'application au cours de son développement pour s'assurer que cette durée est bien adaptée pour des élèves de collège et de lycée, et qu'elle ne soit pas contre-productive. Si une majorité d'élèves se trouvent être fatigués par une utilisation de 10-15 minutes, cela nuirait au reste du cours de l'enseignant et serait contraire à la volonté de l'application d'apporter des bénéfices pédagogiques. Cette recommandation va de pair avec l'idée de réaliser un découpage en plusieurs chapitres pour un scénario abordant une notion de cours importante en termes de volume horaire et de contenu. Le paragraphe suivant illustre l'avis des enseignants quant à la durée d'utilisation de réalité virtuelle en cours.

« [Quelle devrait être pour vous la durée d'un scénario de RV en cours ?] Un quart d'heure, 20 minutes. »

« Faut pas que ça dépasse un quart d'heure/20 minutes, max. »

« Voilà ! Sinon, on ne fait que ça. Donc, le temps de les faire rentrer, de les mettre en activité, il ne faut pas que ça dure plus [de 20 minutes]. »

« [Et si on imagine par exemple un scénario de 5 minutes ?] Très bien. »

« Oui, bien sûr. Moi, je disais 20 minutes, le temps de... Voilà. [...] De donner le matériel, de brancher [...] pour que tout le monde comprenne... »

« Mais après, ben... C'est relatif [la durée], non ? Parce que ça va dépendre de la durée que l'élève va rester à observer quelque chose. »

« Sur un scénario qui dure 5 minutes, ben, je ne sais pas, les plus rapides vont mettre 3 minutes 30 et peut-être les plus lents vont mettre 7-8 minutes... »

20. North M. M., North S. M. & Coble J. R. (1997), "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological", *Virtual reality in neuro-psycho-physiology: Cognitive, clinical and methodological issues in assessment and rehabilitation*, 44, p. 59.

21. Max M. North, Sarah M. North et Joseph R. Coble, chercheurs en psychothérapie, utilisant la réalité virtuelle pour le traitement de patients souffrant de troubles psychologiques comme les phobies.

22. Gilles Renard, médecin, professeur des Universités-praticien hospitalier et directeur scientifique de la Société française d'ophtalmologie.

23. Renard G. (2016), « Les casques de réalité virtuelle potentiellement toxiques pour la rétine », repéré à : <http://www.bienpublic.com/loisirs/2016/11/14/les-casques-de-realite-virtuelle-potentiellement-toxiques-pour-la-retine>

C O N C L U S I O N

4

L'entretien collectif mené avec les enseignants nous aura permis de répondre aux trois principaux objectifs à l'origine de cette étude, qui étaient :

- déterminer le matériel le plus adapté pour une utilisation en classe ;
- évaluer la pertinence des trois scénarios pédagogiques pour une application de réalité virtuelle ;
- vérifier si les contenus des scénarios correspondaient à leurs objectifs pédagogiques et obtenir des pistes d'améliorations pour les scénarios.

Au niveau du matériel, les casques les plus confortables (maintien, réglage au niveau des yeux, etc.) sont préférés par les enseignants à ceux qui s'avèrent inconfortables lors de l'utilisation à cause de leur matière (cartonnée). Cependant, le prix des casques les plus confortables rend difficile l'équipement d'une classe entière pour les établissements. Aussi, deux autres critères nécessaires d'après les enseignants pour l'utilisation de visiocasques, en cours sont la rapidité d'utilisation et la résistance du matériel. Ainsi, l'outil de réalité virtuelle, selon les enseignants, le plus adapté pour une utilisation en classe est donc un casque qui offre un minimum de confort, tout en étant peu coûteux, résistant et rapide d'utilisation. Pour ce qui est de la pertinence des scénarios, les enseignants ont trouvé que les trois étaient intéressants à aborder avec le support de la réalité virtuelle. En effet, chacun des scénarios permettrait d'après eux de pallier les difficultés de compréhension des élèves sur les sujets qu'ils traitent et d'apporter un bénéfice aux apprentissages par rapport à d'autres supports de cours classiques.

Le développement de l'application de réalité virtuelle devra aussi prendre en compte les remarques et les points de vigilance qui ont été relevés quant aux scénarios, en traitant en priorité les recommandations suivantes.

Le premier scénario pourrait être amélioré en commençant autrement son parcours jusqu'au niveau de la cellule. Il fut proposé d'y parvenir, non pas en passant par l'intérieur de la bouche jusqu'au niveau de la paroi de l'œsophage, mais de directement rentrer dans le corps par la peau avec une blessure. Une autre des propositions résultant de nos échanges avec les enseignants est d'aller plus loin que le brin d'ARN sortant du noyau après sa transcription et de traiter tout le processus traduction-transcription pour coller au mieux à l'objectif pédagogique.

Pour le deuxième scénario, les enseignants recommandent essentiellement d'approfondir le thème de la digestion en choisissant un aliment jugé plus complexe et plus intéressant que le sucre, comme

le pain. Un travail de recherche va également être nécessaire pour faire apparaître des éléments importants pour la compréhension tout en respectant les différentes échelles dans l'organisme afin de ne pas amener d'erreurs de compréhension des élèves.

Pour le troisième scénario, les enseignants ont approuvé l'intérêt d'avoir la perception en 3D dans l'environnement virtuel avec des coupes 2D des éléments constitutifs de la cellule. D'après eux, cette association visuelle entre les deux représentations est le moyen de combler une lacune dans la compréhension des élèves dans les cours en leur permettant de faire le lien plus facilement. Les enseignants nous ont aussi recommandé d'animer l'intérieur de la cellule, de la rendre vraiment vivante avec tous ses éléments, ses acteurs en activité visuellement dynamiques. Il leur a semblé également nécessaire d'ajouter à ce scénario d'autres versions d'exploration de la cellule, notamment celle végétale.

Pour les enseignants, l'utilisation de la réalité virtuelle en classe amène plusieurs avantages. En effet, elle va permettre de faire avancer les élèves en autonomie, à leur rythme, en fonction de leur interaction avec le système, et de ne pas perdre les élèves les plus lents, contrairement à une présentation collective où le rythme est imposé par la vidéo. Elle va aussi aider les élèves à mieux associer la représentation des éléments, des concepts avec les noms qu'on leur présente en cours en les visualisant dans un environnement virtuel en 3D.

Les enseignants nous ont aussi expliqué que grâce à la réalité virtuelle, un élève pourra être au cœur de mécanismes et assister aux déroulements d'actions dans le corps humain qui d'ordinaire lui sont uniquement présentés avec des mots ou de la simple vidéo. De plus, elle aidera l'élève à mieux s'approprier le contenu. D'après les enseignants, contrairement à son rôle généralement passif d'apprenant en classe, il pourra cette fois être explorateur et découvrir par lui-même des mécanismes complexes.

Enfin, même s'il est nécessaire de préserver l'immersion dans l'environnement virtuel, il faudra pour l'apprentissage des élèves un minimum de noms, de légendes pour les principaux éléments visibles dans leur exploration. De plus, les enseignants nous ont aussi fait la remarque générale d'être vigilants sur la précision du lexique et des représentations dans l'environnement virtuel. Il est nécessaire d'après eux que les éléments 3D dans l'environnement virtuel et le vocabulaire soient clairement compréhensibles pour l'élève afin d'éviter des erreurs de compréhension.



LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Réseau Canopé

1, avenue du Futuroscope
Bâtiment @4
Téléport 1 – CS 80158
86961 FUTUROSCOPE Cedex

Établissement public national
à caractère administratif
régé par les articles D314-70
et suivants du Code
de l'éducation

Siret : 180 043 010 014 85
© Réseau Canopé, 2017

2

0

CANOPÉ

R & D

THE ENEMY

Retours des élèves sur une expérience immersive
de réalité virtuelle : le cas de *The Enemy*

1

7

CANOPÉ
LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Directeur de publication

Jean-Marc Merriaux

Coordination de projet

Jean-Michel Perron

Directeur artistique

Samuel Baluret

Conception graphique

DES SIGNES,
le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages

Isabelle Guicheteau

Impression

Canopé Chasseneuil

© Réseau Canopé, 2017

**RETOURS DES ÉLÈVES SUR UNE EXPÉRIENCE
IMMERSIVE DE RÉALITÉ VIRTUELLE :**
LE CAS DE *THE ENEMY*

Auteurs du rapport

Faustine Beaumont – Chargée d'études

Ny Aina Rakotomalala Harisoa – Chargé d'études

Direction de la recherche et du développement sur les usages du numérique éducatif (DRDUNE)

ÉLÉMENTS DE CONTEXTE	5
Réseau Canopé et la réalité virtuelle	7
<i>The Enemy</i>	8
L'origine du projet	8
Le choix de la réalité virtuelle	8
Présentation de <i>The Enemy</i>	8
La réalité virtuelle dans l'éducation selon Karim Ben Khelifa	9
MÉTHODOLOGIE	11
L'approche du terrain d'observation	13
La méthode de recueil de données	13
Restitution chronologique	14
Présentation du lieu et des participants	14
RETOURS DES ENTRETIENS	17
Avant l'expérience	19
Représentation de la réalité virtuelle pour les élèves	19
Les attentes concernant l'expérience <i>The Enemy</i>	19
Pendant l'expérience	20
Déroulement de l'expérience	20
Le ressenti des élèves lors de l'expérience	22
Abandon durant l'expérience	24
Après l'expérience	25
Ce que pensent les élèves de l'expérience <i>The Enemy</i>	25
Ce que les élèves ont retenu de l'expérience <i>The Enemy</i>	27
Ce qu'a apporté <i>The Enemy</i>	30
Intégration de la réalité virtuelle dans les classes	34
Dans quelles matières est-il possible d'intégrer la réalité virtuelle ?	34
Quelles modalités pour un usage réussi en classe ?	35
CONCLUSION	37

É L É M E N T S

D E

C O N T E X T E

1

La réalité virtuelle est une technologie permettant de « s'extraire de la réalité physique pour changer virtuellement de temps, de lieu et (ou) de type d'interaction : interaction avec un environnement simulant la réalité ou interaction avec un monde imaginaire ou symbolique » (Arnaldi et al., 2006¹). Pour réussir l'expérience, l'utilisateur doit se munir d'un casque occultant qui couvre tout le champ du regard en affichage panoramique au plus près des yeux. La réalité virtuelle a connu un élan à partir

de 2015 en France avec la commercialisation des casques occultants et leur utilisation transférable dans de nombreux domaines. En effet, grâce au progrès de la technologie il est devenu possible de se déplacer, de déplacer son regard dans le monde virtuel, de faire des mouvements, etc. et tout cela en restant dans la même pièce. Potentiellement, la réalité virtuelle semble permettre à l'utilisateur de se projeter entièrement dans des mondes imaginaires et pas seulement un monde de jeu vidéo.

RÉSEAU CANOPÉ ET LA RÉALITÉ VIRTUELLE

La réalité virtuelle apparaît porteuse de promesses en termes de sensations, d'expérience utilisateur et de construction de nouveaux codes scénaristiques. À ce titre, il reste de larges pans théoriques et expérimentaux à explorer en matière de mise en œuvre d'une telle technologie dans le domaine de l'éducation et en matière de construction d'immersion, d'émotion, de sens et de scénario.

Réseau Canopé mène actuellement une réflexion sur le déploiement de la réalité virtuelle dans un cadre pédagogique et nous nous interrogeons sur les apports possibles que pourrait apporter cette technologie aux élèves du point de vue de l'apprentissage. Nous comptons donc contribuer à la conception d'applications avec une approche plus humaine que technologique en s'intéressant plus précisément aux besoins de la communauté éducative, essentiellement des élèves et des enseignants, et à la manière dont le scénario pourra se construire afin que l'histoire racontée et l'expérience recherchée par le concepteur puissent être saisies, comprises et vécues de la même façon par des apprenants dans un contexte d'apprentissage. Notre projet vise à mettre en place plusieurs études à caractère exploratoire auprès des élèves et des enseignants, principaux utilisateurs finaux, afin d'accueillir un grand nombre de retours sur leurs

expériences de réalité virtuelle et sur la projection possible future qu'ils pourront en faire dans le domaine scolaire. En effet, il est important pour nous de comprendre comment cette technologie pourrait induire une nouvelle approche et une nouvelle organisation dans le cadre pédagogique.

L'expérience *The Enemy* que nous avons menée avec les élèves est donc exploratoire. Nous comptons multiplier les études de la même nature avec d'autres ressources de réalité virtuelle afin d'identifier nos pistes de recherche et nos questionnements sur les usages de cette technologie dans un contexte d'apprentissage. Notre démarche est inductive. Nous partons d'abord des observations de terrain et des retours des utilisateurs finaux (principalement des élèves et des enseignants) pour arriver à des questions précises et à des hypothèses. Nous répondrons ensuite à ces questions et vérifierons ces hypothèses. Enfin, nous pourrions généraliser ce qui a été observé/dit sur plusieurs cas particuliers. Ce document présente donc les résultats d'observation et les recueils d'informations provenant des élèves après avoir testé *The Enemy*. Les informations livrées dans ce rapport concernent uniquement *The Enemy* et ne peuvent en aucun cas être généralisées pour englober les cas de toutes les applications de réalité virtuelle.

1 Arnaldi B., Fuchs P. et Guitton P. [2006], *Introduction à la réalité virtuelle*, in P. Fuchs [dir.], *Le Traité de la réalité virtuelle. Volume 4 : Les Applications de la réalité virtuelle* (p. 3-30), Paris : École des Mines de Paris.

THE ENEMY

The Enemy est une expérience immersive de réalité virtuelle dont l'auteur est Karim Ben Khelifa, photographe de guerre. Il est accompagné par plusieurs partenaires, producteurs audiovisuels transmédia, Camera lucida, France Télévision nouvelles écritures et l'Office national du film du Canada. Ces acteurs coproduisent ce projet avec deux studios de créations interactives, Dpt et Emissive.

Dans cette expérience, le participant est invité à se mettre dans la peau d'un reporter de guerre, à se déplacer au milieu des face-à-face de combattants, à recueillir les points de vue de ces combattants sur les notions d'ennemi et d'empathie par le biais d'interviews et à approfondir ses connaissances des conflits.

L'ORIGINE DU PROJET

Cette expérience immersive de réalité virtuelle nous vient de l'auteur qui, dans le cadre de son travail, a été amené à rencontrer des combattants et à échanger avec eux. Il s'est interrogé sur le sens que peut donner un public sur les images de guerre qu'il a prises et les discours des combattants avec qui il a échangé. Nous avons eu l'occasion d'échanger avec Karim Ben Khelifa qui nous confie son envie d'humaniser les combattants. En tant qu'auteur, il se demande si la confrontation du public aux images des combattants et à leur discours pourrait apporter un autre regard, un changement d'opinion et peut-être se solder par la paix.

« Oh, ben, en fait, l'idée vient du fait d'être... euh... En tant que correspondant de guerre, je vais d'un côté, j'humanise, ils m'humanisent, je vais de l'autre côté, ils me... Je les humanise, mais ils ne le font pas entre eux. [...] Je me suis demandé si, en tant que journaliste, ce n'était pas une histoire assez importante, que de faire ça, et... si je le faisais, comment je le ferais. Donc, j'avais trouvé cette idée, euh... d'un face-à-face et déjà, à ce moment-là, d'un déplacement de l'utilisateur... entre... entre les différents protagonistes. »
Karim Ben Khelifa

Ce travail de photographie a débuté en 2009 avant de se poursuivre par une expérience immersive débutant en 2013 et qui se finalise en 2016.

« Alors, euh... J'ai fait un travail photographique en 2009, qui s'appelait *Portraits des ennemis*, et qui était un face-à-face entre deux ennemis en photo, euh... avec une frontière au milieu et des usagers qui se déplaçaient de gauche et de droite, et quand ils étaient proches d'une photo, ils entendaient le combattant parler, répondre à un certain

nombre de questions, et quand ils allaient de l'autre côté, euh... ben, ils avaient l'autre combattant. » Karim Ben Khelifa

LE CHOIX DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

L'apport de la réalité virtuelle dans cette confrontation humaine est apparu comme une suite logique pour Karim qui a découvert la réalité virtuelle en 2013. Il a très vite fait le rapprochement avec une humanisation numérique pour apporter davantage l'impression à l'utilisateur de rencontrer le combattant. Cette proximité avec le combattant peut, selon Karim, avoir un impact encore plus fort que la photographie. Entendre la voix du combattant mais également pouvoir tourner autour de celui-ci serait un moyen d'être immergé dans son histoire.

« [Garder le face-à-face en réalité virtuelle] Parce que, sinon, il n'y a pas moyen de garder le... le... d'avoir l'impression de rencontrer quelqu'un. » Karim Ben Khelifa

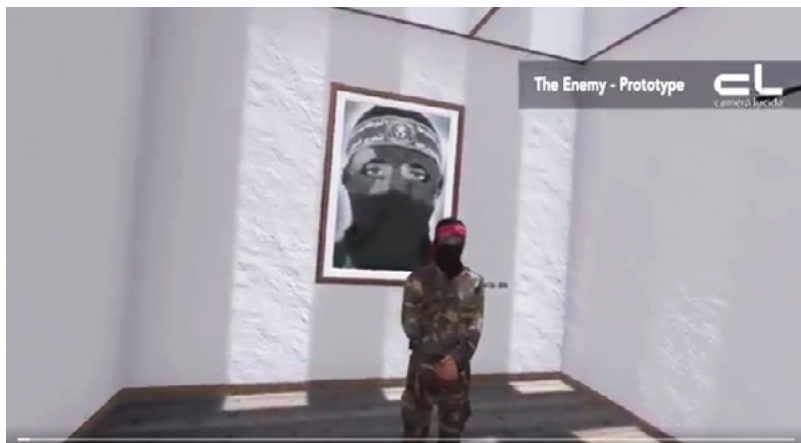
« Oui, bien sûr [on est plus captivé que devant une photo] ! Je pense que le fait qu'ils soient responsifs, par rapport à notre présence, qu'ils nous regardent, qu'ils nous appellent, qu'ils nous arrêtent, qu'ils nous... [Ça nous intègre dans leur discours]. » Karim Ben Khelifa

PRÉSENTATION DE *THE ENEMY*

Comme nous l'avons explicité précédemment, l'utilisateur est amené à approcher des combattants à qui on donne la parole pour les humaniser. L'environnement dans lequel est projeté l'utilisateur est neutre, en termes de décor visuel, comme nous pouvons le découvrir sur la photo ci-après. Nous avons interrogé Karim à ce sujet qui a insisté sur le choix volontaire d'un lieu neutre car son centre d'intérêt est l'homme, son discours et non pas le lieu dans lequel vit cet homme. Le choix volontaire du lieu est ainsi fait pour laisser l'utilisateur avec la parole et la présence du combattant.

« Parce qu'il est chargé, l'univers. Si je vous mets à Gaza, ou je vous mets à Tel Aviv, euh... c'est deux lieux qui sont très très différents. Et mon travail est sur l'humain, et non pas sur le lieu. J'essaie d'extraire le... le... J'extrait énormément de choses, on peut me le reprocher, d'ailleurs, mais j'extrait les rapports de forces entre les ennemis, euh... je... j'extrait les lieux, qui sont chargés de... même pas d'une histoire mais d'un visuel qui peut nous indiquer beaucoup de choses. Euh... tout ça, au bénéfice de rencontrer quelqu'un. Au bénéfice de voir l'humain dans un humain, et de se réaccorder la place en

tant qu'usager de l'écoute et de la compréhension d'autrui. Donc, essayer de créer vraiment une compassion pour une autre personne à qui on peut penser... euh... "Finalement, c'est un combattant...". » Karim Ben Khelifa



Rencontre avec l'un des combattants de *The Enemy*. C'est ce que voit l'utilisateur à travers le casque de réalité virtuelle.

Dans cet environnement, l'utilisateur est amené à rencontrer des combattants, en se déplaçant, venant de pays différents. Une des questions qui a été abordée avec Karim a été le choix des pays présentés dans *The Enemy*. Les pays sont présentés en trois scénarios différents avec dans chacun d'eux la confrontation de deux ennemis qui se font face. Les trois scénarios sont :

- l'Israël et la Palestine ;
- le Congo ;
- la République de Salvador.

Karim nous a répondu qu'il était important de ne pas rester dans une présentation stéréotypée de la guerre mais plutôt davantage sortir des clichés. Selon lui, aborder de cette façon la guerre permettrait au public de prendre conscience qu'il n'y a pas de frontière dans celle-ci.

« On a tous des stéréotypes par rapport à d'autres gens, d'autres cultures... d'autres types de... d'autres milieux sociaux. Et... l'idée, c'est de faire bouger un peu ces lignes-là, justement. Donc, d'aller sur ces conflits-là permet de donner... pas une vision d'ensemble de l'humanité, mais différents types d'humains, dans différents pays, dans différents... contextes de guerre, des contextes qui sont différents les uns des autres, mais qui répondent à la même... euh... à la même déshumanisation, qui ont besoin des mêmes mécanismes, euh... au même titre que si on veut vous vendre quelque chose, il y a un mécanisme pour vous le vendre, euh... si on veut déshumaniser quelqu'un, il y a un mécanisme pour... Et ça, ça fait fi des frontières, c'est quelque chose d'universel. » Karim Ben Khelifa

Pour finir notre entrevue avec Karim, nous lui avons posé la question du message qu'il tenait à faire passer à travers *The Enemy*. Karim en dit volontairement un minimum sur l'expérience qu'il va faire vivre à l'utilisateur pour que celui-ci ne soit pas influencé mais davantage surpris par ce qu'il lui propose.

« Ben, j'essaie de pas trop vendre l'expérience. J'aime bien que les gens viennent dans l'expérience, pas trop conscients de ce qu'ils vont vivre... parce que je pense qu'il y a beaucoup d'éléments très surprenants dans l'installation, mais... c'est définitivement une rencontre. [...] Là, j'ai poussé le bouchon un peu loin puisque je vous mets dans mes chaussures et vous rencontrez les gens que j'ai rencontrés. » Karim Ben Khelifa

LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS L'ÉDUCATION SELON KARIM BEN KHELIFA

Étant en phase de recherche exploratoire au sujet de la réalité virtuelle, il nous a paru opportun d'échanger avec Karim sur son opinion quant à l'intégration possible de ce type de dispositif dans le domaine de l'éducation. Il nous a avoué ne pas s'être posé la question à l'origine de son projet mais suite aux différents retours des premiers testeurs qui évoquaient avoir beaucoup appris au sujet de la guerre grâce à cette expérience, il pense qu'en effet ce type de dispositif pourrait probablement avoir un apport positif dans le domaine de l'apprentissage. Selon lui, les testeurs semblent être plus captivés par l'histoire qui leur est racontée, ils se l'approprient davantage, la contextualisent et par conséquent, semblent mieux retenir les informations.

« Euh... Au départ du projet, ce n'était pas... ce n'était pas... euh, ça ne faisait pas partie des composantes du départ. Mais, étant beaucoup dans l'académique aux États-Unis en ayant développé ça, une partie de ça au Média Lab du MIT, euh... étant bercé là-dedans, j'ai vu les académies qui étaient très intéressées par le travail, soit pour faire des recherches sur leur sujet, euh... si on travaille sur la réconciliation, en neurologie, c'est un très très bon travail qui peut permettre de faire ce genre de choses-là, et puis, très rapidement aussi des écoles plus expérimentales, qui ont regardé ça en disant "Mais avec ça, on peut enseigner l'histoire, on peut enseigner l'intelligence artificielle, les mathématiques..." Euh... Il y a plein de points d'entrée, en fait, sur le travail, qui pourrait permettre, qui permettrait à l'éducation de... Et je pense que, comme... si on met un élève 50 minutes là-dedans, il en a appris beaucoup plus que si on lui avait parlé de ces trois conflits. » Karim Ben Khelifa

M É T H O D O L O G I E

2

Réseau Canopé mène une étude à caractère exploratoire auprès des élèves et des enseignants visant à décrire et à expliquer la prise en main, la découverte de la réalité virtuelle par ceux-ci. Faire partager l'expérience *The Enemy* à des élèves de première était l'opportunité pour Réseau Canopé de recueillir

des informations relatives à l'usage futur possible dans les classes de cette technologie. En effet, le recueil des retours d'expérience des élèves sous forme de *focus groups* est une démarche appropriée pour récolter un nombre important d'informations qualitatives auprès de 23 élèves.

L'APPROCHE DU TERRAIN D'OBSERVATION

La première étape a été de prendre contact avec l'équipe de Camera lucida, les coproducteurs de *The Enemy*. En octobre 2016, suite à un échange avec la cheffe de projet, un chargé d'étude et le directeur de la DRDUNE ont été conviés à la Cité des Sciences à tester *The Enemy*. L'expérience ayant été favorable pour la DRDUNE, il a semblé intéressant de faire vivre cette expérience à des élèves afin de recueillir leurs impressions. Il a donc été rapidement entendu qu'une classe d'élèves viendrait avant la sortie grand public de *The Enemy* pour venir tester l'expérience et apporter à Camera lucida les premiers retours, notamment sur les difficultés techniques. L'organisation de cette journée s'est faite en un temps très court. Réseau Canopé a pris contact avec les instances académiques et le délégué académique a vite proposé le lycée Germaine Tillion du Bourget. Interrogée début novembre, la proviseure

du lycée a identifié des enseignants intéressés et une classe de première. Une réunion de préparation entre l'enseignant et deux chargés d'études de la DRDUNE s'est déroulée le jeudi 24 novembre 2016 afin de définir les différentes modalités d'organisation pour la journée du 1^{er} décembre 2016.

Un formulaire de décharge rédigé par Camera lucida, indiquant un état de santé permettant de réaliser l'expérience, et un formulaire de captation rédigé par Réseau Canopé, afin de pouvoir photographier, filmer et enregistrer les élèves, ont été transmis à l'établissement scolaire.

Pour encadrer cette journée une équipe de tournage de Réseau Canopé était chargée de couvrir l'événement et en ce sens un document d'autorisation de captation a été transmis à l'établissement scolaire pour être renseigné par les parents.

LA MÉTHODE DE RECUEIL DE DONNÉES

Les délais d'action imputés à la DRDUNE ont été courts. L'expérience se tenait le 1^{er} décembre 2016 et une présentation des résultats est prévue le 12 janvier 2017 au Forum Blanc se tenant au Grand-Bornand. Afin de mieux comprendre ce que les élèves ont vécu, il était opportun de réaliser des *focus groups*. Après chaque passage en expérience de réalité virtuelle *The Enemy*, les élèves ont échangé avec deux chargés d'études de la DRDUNE lors d'un *focus group*.

Le guide d'entretien était commun pour les groupes d'élèves passés en *focus group*. Les échanges ont été enregistrés pour faciliter les interactions avec les élèves, puis retranscrits afin d'en extraire des verbatim qui viennent compléter ce rapport.

Pendant les *focus groups*, les chargés d'études ont annoncé et ont veillé à leur neutralité afin de laisser les élèves libres de s'exprimer et de prendre les positions qu'ils souhaitent. Ils ont gardé la même posture lors de l'analyse des données.

Il est important de noter que le travail d'analyse et d'interprétation de données que nous avons mené est qualitatif. Vu le nombre d'élèves ayant participé à l'expérience (23 élèves), les résultats inscrits dans ce rapport ne peuvent pas être généralisés. De la même façon, l'interprétation des résultats sous forme statistique (ou sous forme de pourcentage) n'a pas de sens.

RESTITUTION CHRONOLOGIQUE

La journée d'expérience *The Enemy* s'est déroulée le jeudi 1^{er} décembre de 9h00 à 18h00. Du côté de la DRDUNE, deux chargés d'études ont été présents sur l'ensemble de la journée. La classe a été divisée en deux parties, avec 12 élèves qui sont venus le matin de 9h00 à 13h00 et 11 élèves qui sont venus l'après-midi de 14h00 à 18h00. Le groupe qui était présent le matin (12 élèves) a débuté la journée par une séance de discussion de 45 minutes avec les chargés d'études. Ensuite, nous avons fait des groupes de 4 élèves qui sont passés pendant 1h en expérience immersive *The Enemy* puis 45 minutes en *focus group* avec les deux chargés d'études de Réseau Canopé. Les élèves ont, pour finir, été libres d'échanger avec l'auteur, Karim Ben Khelifa, présent ce jour et de participer à des interviews médiatiques. En raison de contraintes temporelles, nous avons pu faire des *focus groups* avec seulement 16 élèves. L'heure de l'expérience comprend l'installation et la désinstallation du matériel et le passage avec les 3 différents scénarios proposés par *The Enemy*.

PRÉSENTATION DU LIEU ET DES PARTICIPANTS

Topologie du lieu

L'expérience *The Enemy* s'est déroulée dans la salle Agora du Carrefour numérique située dans la Cité des Sciences et de l'Industrie, à Paris. Pour la bonne conduite de cette expérience une salle de 150 m² a été mise à disposition de Camera lucida (l'installation finale requiert quant à elle un espace de 300 m²). Cette salle, schématisée ci-dessous, permet de se déplacer sans obstacle afin de garantir la sécurité des participants. Dans cette même pièce était présente l'équipe de Camera lucida avec leur matériel de travail (ordinateurs).

Dans cette salle, 13 caméras étaient disposées de part et d'autre de la salle afin de capter le déplacement des participants.

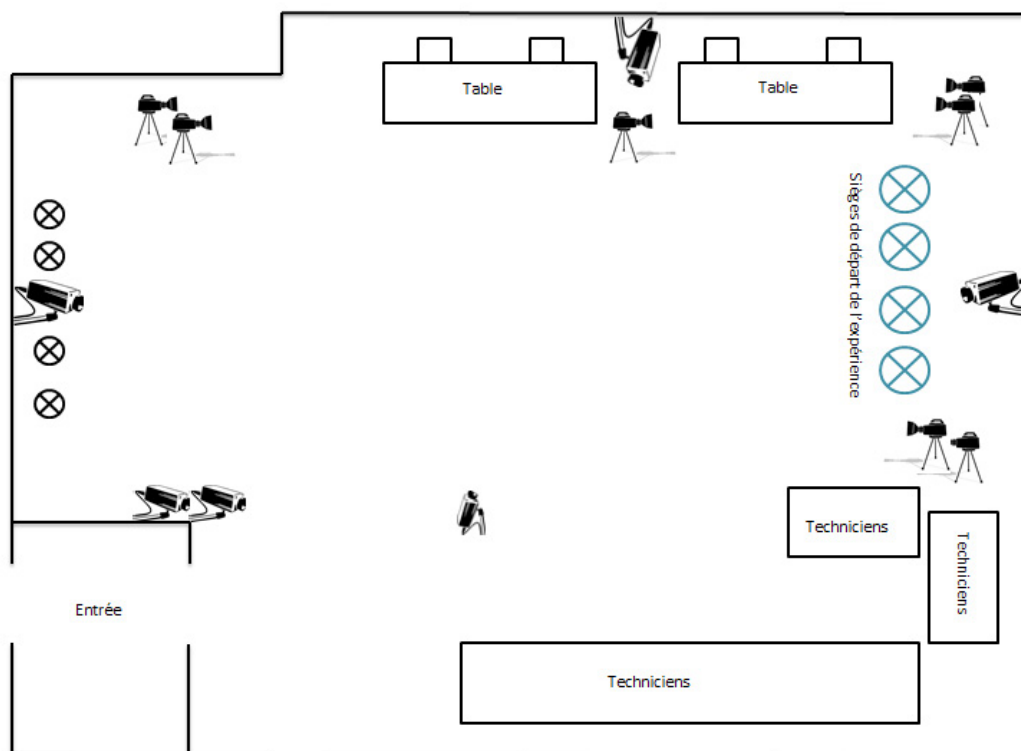


Schéma de la salle Agora dans laquelle se passe l'expérience *The Enemy*.

Aménagement et matériel à disposition

Pour le bon déroulement de l'expérience, 4 casques Oculus Rift, photographiés ci-dessous, ont été mis à disposition permettant de faire passer 4 élèves en même temps. Chacun des participants a été équipé d'un sac à dos, photographié ci-contre, pesant 10 kilos qui permet de porter l'ordinateur sous lequel tourne l'application. Cet ordinateur est branché à l'Oculus Rift. Chaque participant a porté également un casque audio, branché à l'ordinateur, lui permettant d'entendre les discours. Selon la productrice, ce matériel, notamment le sac va subir des modifications importantes très prochainement pour laisser place à un dispositif plus léger, moins encombrant pour l'utilisateur.

La technologie utilisée est de la réalité virtuelle. Le développement s'est fait sous Unity. Les combattants sont modélisés en 3D d'après une captation en vidéo, photos HD et scan Kinect.



Présentation de l'Oculus Rift aménagé de capteurs [antennes] permettant d'être géolocalisé par les caméras.



L'ordinateur porté par l'utilisateur lors de l'expérience.

Présentation des participants

La classe qui a participé à l'expérience *The Enemy* est une classe de première scientifique de 23 élèves, mixte, du lycée Germaine Tillion du Bourget. La journée s'est déroulée de 9h00 à 18h00. Les élèves ont été accompagnés par 2 enseignants, un enseignant de mathématiques et un enseignant de physique-chimie.

Avant leur arrivée, certains élèves ont visité le site <http://theenemyishere.org/fr/> et n'ont pas eu volontairement plus d'informations au sujet de l'expérience qu'ils allaient vivre.

R E T O U R S

D E S

E N T R E T I E N S

3

AVANT L'EXPÉRIENCE

REPRÉSENTATION DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE POUR LES ÉLÈVES

En amont de l'expérience immersive, nous avons eu l'occasion d'échanger avec le groupe des 12 élèves présents le matin au sujet de la réalité virtuelle. Les thèmes abordés ont été leurs connaissances au sujet de la réalité virtuelle, les domaines qu'ils pensent pouvoir être rattachés à celle-ci et leurs expériences avec des films 3D.

Les élèves ont principalement pris connaissance de la réalité virtuelle à travers la télévision et internet. Parmi les 12 élèves interrogés, 6 d'entre eux ont déjà eu une expérience de réalité virtuelle. Ils ont vécu l'expérience chez eux ou bien au Paris Games Week notamment avec le casque Samsung Gear. Leurs tests ont principalement été faits avec des jeux vidéo comme : *Call Of Duty*, les nageurs de l'océan et les montagnes russes. Cette expérience a engendré chez une élève une sensation de nausée probablement due au graphisme car elle a évoqué une qualité graphique dégradée.

Lorsque nous avons interrogé les élèves sur ce qu'évoque la réalité virtuelle pour eux, ils ont révélé une sensation de vertige, de peur et d'enthousiasme. Ils s'attendaient à vivre, avec *The Enemy*, une expérience enrichissante, une expérience d'apprentissage ludique. Les élèves semblaient être en recherche d'un apprentissage en s'amusant, un apprentissage dynamique dans lequel ils sont amenés à se déplacer, être actifs. Ils retrouvent ce dynamisme en travaux pratiques qu'ils trouvent plus ludiques car ils seraient plus actifs. Un élève nous a confié apprécier le fait que la réalité virtuelle est accessible à tous.

« On ne reste pas sur une chaise. »

« Par exemple, il y a des gens qui n'ont pas forcément les moyens d'aller dans certaines écoles... par exemple si quelqu'un veut faire de l'aéronautique... se retrouver dans une situation comme ça il peut faire des simulations. »

Ils ont affilié la réalité virtuelle aux domaines de la médecine et de l'Antiquité prioritairement lors de notre discussion.

Enfin, la réalité virtuelle a été décrite par les élèves comme différente de l'expérience 3D. N'ayant pas expliqué les conditions suivant lesquelles ils ont testé la 3D (sur des films en 3D, sur un smartphone, dans une salle de cinéma ou autres), certains élèves nous ont affirmé que la 3D leur a permis de se sentir « plus dans le film ». Cependant, ils nous ont confié que leurs expériences antérieures avec la 3D se sont souvent soldées par des maux de tête.

LES ATTENTES CONCERNANT L'EXPÉRIENCE *THE ENEMY*

À la fin de cet entretien préalable, les élèves nous ont confié leurs différentes interrogations et inquiétudes concernant le déroulement de l'expérience *The Enemy*.

Les élèves ont eu des interrogations concernant cette journée à savoir l'objectif de cette expérience, les choix de parcours à faire, etc. Ils se sont interrogés également sur la qualité graphique, s'il s'agit d'une simple image ou bien de la 3D. La demande la plus exprimée a été de savoir si dans l'expérience, ils allaient pouvoir se voir, se parler ou pas. Ils nous ont confié se sentir rassurés à l'idée de savoir que les copains allaient être à côté et de pouvoir leur parler. Pour certains élèves, cette première expérience avec *The Enemy* et/ou avec la réalité virtuelle n'est donc pas vécue d'une manière anodine.

« On va voir des gens comme nous, pas comme dans les dessins animés ? »

« Ça aurait été mieux si on pouvait se voir, on se voit tous on vit tous l'expérience ensemble, tous en équipe. »

DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIENCE

– Il a été intéressant de questionner les élèves sur leur attitude lorsqu'ils ont commencé l'expérience *The Enemy*, à savoir s'ils ont rencontré des difficultés à rentrer dans le jeu, s'ils se sont sentis gênés ou bien tout à fait à l'aise, sans aucune appréhension.

– Les élèves nous ont avoué avoir eu une certaine hésitation de départ masquée par des rigolades. En début d'expérience, ne sachant pas où se placer lors du discours avec le premier combattant, les élèves se sont cherchés du regard. Ils ont semblé désarçonnés lors de la rencontre avec le premier combattant, se demandant s'ils devaient interagir avec lui ou être seulement spectateurs. Durant cette phase de prise en main, les élèves ont apporté beaucoup d'importance aux formes, c'est-à-dire au décor et à la présentation de l'environnement virtuel, plutôt qu'au fond (l'histoire en elle-même).

« Au début, j'avais peur. Je pensais que c'était à moi de poser les questions quand j'ai vu la personne me dire bonjour [...] J'ai hésité si je réponds ou je ne réponds pas. Après, j'ai entendu le reporter et je me disais : c'est bon. »

« Non mais c'était bien, c'était marrant. Au début, on rigolait tout seul, on ne savait pas pourquoi. Puis, en plus, ça veut dire que nous, on ne connaissait même pas le scénario mais on ne rigolait pas pour la même chose en fait. »

« [On n'a pas retenu] la première histoire [celle des combattants israélien et palestinien] parce qu'on était moins concentrés aussi [...] J'écoutais un peu moins [la première histoire] car j'étais un peu plus dans la découverte. Après, j'étais plus concentré sur ce qu'ils disaient. »

Durant l'expérience, les élèves étaient amenés à lire les informations relatives à l'histoire des pays présentés ainsi qu'à l'histoire des combattants avec leur nom, leur pays d'appartenance. Cette présentation écrite était noire sur fond blanc, soit sur un pan de mur ou bien à titre de légende au niveau du tableau relatif au combattant. Elle était accompagnée d'une présentation orale de l'histoire des combattants.

Les élèves ont trouvé que les présentations faites en début de scénario leur permettaient d'être impliqués dans l'histoire des combattants. Ces présentations leur ont permis de se situer dans l'histoire et dans le discours de chaque combattant. Toutefois, des élèves n'ont pas eu le temps de lire l'ensemble de la présentation textuelle.

« [La présentation en début de chaque scénario est intéressante] parce que si on voit les personnes comme ça sans avoir l'histoire de la guerre, on va juste les regarder et se dire oui mais sinon c'est quelle guerre » « oui [c'est nécessaire d'avoir cette présentation]. »

« Ça [la présentation en début de chaque scénario] nous insérait l'histoire. »

« [La présentation écrite en début de chaque scénario est bien] Mais ce n'est pas assez long pour lire. »

Lors des *focus groups*, les élèves ont souligné également avoir éprouvé un mélange de sentiments étranges durant l'expérience *The Enemy*. Ils nous ont parlé à la fois de stress, de tristesse, de compassion et de joie.

« J'avais un peu de tout [des émotions] [...] du stress au début. »

« On était triste pour lui [Jean de dieu : un des combattants]. »

« Ça faisait ressentir de la tristesse [l'histoire de Jean de dieu]. »

« Si on n'avait pas su leur histoire, on n'aurait pas eu de compassion spécialement pour eux. »

« Il y en a eu beaucoup [d'émotions] : la tristesse, la compassion, de la joie entre guillemets..., le choix de tester cette chose, du stress [...] Parce que c'était quelque chose de nouveau [donc j'ai stressé]. »

Les élèves nous ont parlé naturellement de la fin de l'expérience car celle-ci semble avoir éveillé en eux un sentiment de peur. En effet, les élèves ont été surpris par la fin de l'expérience durant laquelle ils se sont sentis davantage impliqués dans l'histoire. Le miroir en bout de couloir avec un ennemi qui se présente face à eux leur a fait peur. Ils comparent le sentiment à ce qu'ils ressentent et ce qu'ils recherchent, lors d'un jeu vidéo. Nous avons reçu, de la part des élèves, des retours positifs au sujet de la fin de l'expérience.

« À la fin, ça faisait peur [...] Je suis seule à avoir eu peur [...] Parce qu'à la fin, en fait, lorsqu'on est dans le dernier truc [étape]... c'était avec l'Espagnol... et ensuite, du genre, le personnage allait sortir mais il me suivait. Je tournais vers moi-même et il tournait... Je commençais à tourner sur moi-même et il me courait derrière. Après, je suis parti mais il est parti. »

« C'était bien à la fin quand on se voyait dans le miroir [...] Franchement, c'était la meilleure partie à la fin quand on commence à vraiment bouger là. »

« Franchement, [vers la fin de l'histoire], je m'y suis cru dans un jeu et tout... C'était super. »

Le confort durant l'expérience

L'expérience, comme nous l'avons indiqué précédemment (aménagement et matériel à disposition), a demandé au participant de porter un sac d'un poids de 10 kilos portant l'ordinateur, relié au casque de réalité virtuelle et au casque audio. Lors de nos échanges avec les élèves au sujet du confort lors de l'expérience, ils nous ont confié avoir été dérangés par le poids du sac. Les élèves ayant des problèmes de dos accentuaient le fait que le poids du sac a rendu l'expérience douloureuse physiquement. Selon la productrice, celui-ci pèse actuellement 10 kilos mais un nouveau prototype plus léger est prévu prochainement et devrait être plus confortable.

« Franchement, le sac, il était hyper lourd. »

« 1 h debout avec un sac de 10 kg, ça se faisait sentir. »

« Le sac, il est trop lourd [...] Moi, j'ai un problème de dos et je sais que ça me fait hyper mal. »

Les élèves nous ont également fait des retours sur le casque, sans que nous les interrogiions à ce sujet. Concernant celui-ci, 6 élèves sur 16 ont trouvé qu'il chauffait vite notamment au niveau des yeux où il y avait une émission de chaleur inconfortable. De plus, celui-ci semblait, d'après les dires des élèves, serré.

« [J'ai senti] un peu la chaleur au niveau des yeux, parce qu'on a le gros casque [...] Au niveau des yeux, moi, je sais que quand il y a trop de chaleur [...] Mes yeux, il y a de l'eau qui sort ! Et je sentais un moment de l'eau sortir ! Du coup, je me dis : "C'est à cause de la chaleur !" [Rires]. »

« Il [le dispositif] chauffe très vite, d'ailleurs. »

« Euh... On la sent [la chaleur], oui... avec le nez, oui, on la sent. »

« Moi il [casque] était ultra-serré. »

« Oui ça [le casque] fait super mal, ça m'a arraché les cheveux. »

« Je faisais ça tout le temps car ça me faisait super mal. »

La durée

Comme mentionné précédemment dans la partie « Méthodologie », la durée de *The Enemy* a été d'une heure. Nous avons questionné les élèves sur ce qu'ils pensaient de la durée de l'expérience et leurs retours étaient divisés.

Pour certains élèves, la durée a été convenable. En revanche, pour d'autres, l'expérience a été longue à cause de plusieurs raisons évoquées, notamment :

- la lourdeur de sac,
- la redondance des questions posées par l'interviewer,

– le temps de latence élevé entre les questions de l'interviewer et les réponses du combattant.

« Je me suis dit ça aussi [quand ça va s'arrêter] mais à cause du sac parce que c'était lourd. »

« Moi je trouve que c'est un peu long car en fait on a un sac de 10 kilos sur le dos c'est super lourd » « très très lourd [le sac]. »

« En fait c'est tout le temps la même chose et tout le temps les mêmes questions. »

« Il y avait des longs moments de blanc... Ils [Les combattants] parlaient, on attendait [...] soit en attendant qu'il parle, soit après en disant "merci de nous avoir écouté", "un petit peu long". »

« Moi aussi [j'ai voulu m'asseoir par terre], mais je me suis dit non on ne va pas faire ça quand même mais j'aurais dû m'asseoir. »

« Je pense que s'il y avait deux personnages en plus là [un scénario supplémentaire], j'aurais levé la main [pour signaler un abandon] [...] Parce que c'était trop [la durée] [...] Franchement, ce n'était pas trop long et ce n'était pas trop court [...] Il ne fallait pas plus long. Moi, je ne sais pas comment vous dire mais je me suis un peu ennuyé. »

« Il y a un moment, j'ai fermé les yeux et j'essayais de dormir [...] Parce qu'en fait, c'était trop répétitif [...] ils racontent la même chose, en fait. »

« C'était court moi j'ai trouvé » « oui [c'était court], s'est passé super vite. »

Les élèves ont conseillé d'éviter la répétition dans la narration en essayant de changer les questions posées aux combattants pour laisser du suspens dans le déroulement de l'expérience.

Les désagréments rencontrés

Durant nos échanges avec les élèves, nous les avons questionné à propos de désagréments éventuels rencontrés et de leurs conséquences. Les élèves ont répertorié des inconvénients principalement liés à l'environnement et/ou au matériel.

Lors de l'expérience, l'équipe de Camera lucida ainsi que des personnes encadrantes du projet étaient présentes dans la salle de l'expérience. Le bruit ambiant a été décrit par certains élèves comme une ambiance sonore ordinaire comparable à celle que l'on retrouve dans un musée ce qui a par conséquent, semble-t-il, aidé les élèves à se projeter dans l'expérience.

« [Il y avait un peu de bruit] mais c'était un peu comme dans un musée avec des gens. »

Pour d'autres élèves, le bruit a été source de distraction. Ils se seraient laissé distraire par le bruit et de ce fait, semblent avoir été moins concentrés sur l'expérience immersive.

« Moi, j'entendais les gens extérieurs parler, moi. Ça m'a un peu perturbé. »

« On entendait des... des... quand vous parliez ou... que vous faisiez du bruit, on l'entendait. Et du coup, on se dit : "Ah, peut-être qu'on va marcher sur eux..." [...] Ce n'est pas que c'est vraiment dérangeant, c'est que, juste, pendant que j'écoute, je m'intéresse aussi à ce qui se passe dehors, en fait, c'est ça. »

« Oui [ça m'a empêchée de rentrer dans le virtuel]. »

« Moi si un petit peu [le bruit m'a dérangé]. »

Concernant l'environnement physique, 3 élèves ont abordé le sujet avec les aspérités du sol auxquels ils devaient prêter attention pour ne pas trébucher, même si celles-ci restaient peu fréquentes.

« Pendant l'expérience, on pensait à l'environnement extérieur. On sentait déjà par rapport au sol qu'il y avait un décalage. Il y avait vraiment un décalage [...] J'ai cru que j'allais tomber un moment [rires] [...] J'ai failli tomber au moins 10 fois. »

Au-delà des aspérités du sol, des élèves ont parlé d'une distraction venant du matériel, notamment de la paire de lunettes qui laisserait passer le jour et les aurait incités à regarder le sol et chercher leurs camarades « réels » plutôt que de se concentrer sur l'expérience.

« J'étais distraite pendant l'expérience. Car, sur les lunettes, il y avait un trou en bas. Du coup, quand j'avançais, je voyais les pieds des autres, en fait [...] Et j'ai essayé de repérer où étaient les autres [camarades] [...] J'ai essayé de deviner qui étaient à côté de moi avec les chaussures. »

« Je voyais les pieds des gens ça me repérait. »

« Moi, je regardais [les camarades] par rapport aux chaussures. Parce qu'il y avait un trou en dessous du truc [de la lunette] et quand je baissais ma tête [les yeux], je voyais des chaussures [...] pour savoir c'était qui [à côté] [rires]. »

« Moi je regardais les chaussures du mec et je voyais aussi en bas le truc et je regardais aussi pour me situer quand ils étaient à côté de moi. »

« Oui [sur les petits encarts en bas] je voyais bien moi et sur le côté je voyais un tout petit peu là, surtout en bas je voyais bien. »

Un autre sujet pouvant être abordé parmi les désagréments est la masse d'informations émises lors de l'expérience. En effet, durant cette expérience les élèves ont été amenés à assimiler des informations à la fois orales et visuelles. Or, pour certains élèves,

ces informations complémentaires, accentuées selon eux par un dialogue redondant, ont été perçues comme une abondance d'informations notamment en fin de parcours. *A contrario*, certains élèves ont jugé le dialogue redondant intéressant car l'interviewer a posé les mêmes questions aux différents combattants et ainsi cela permettait de pouvoir comparer le discours de réponse de chacun d'eux.

« À force oui [sentiment d'avoir eu beaucoup trop d'informations]. » « Sur le dernier oui à force [on avait trop d'informations à retenir]. »

« Oui mais ça [le fait de répéter les mêmes choses] pose les mêmes questions mais aux personnes différentes c'est pour comparer » « oui mais bon après moi je trouve que c'est bien. »

Pour conclure cette partie liée aux inconvénients évoqués par les élèves, nous pouvons résumer que les élèves ont rencontré des éléments notamment liés à l'ambiance sonore extérieure, aux aspérités du sol et à une surcharge d'informations qui seraient venus perturber leur concentration. Selon les élèves, ces éléments de distraction engendrent des effets néfastes sur la concentration.

LE RESENTI DES ÉLÈVES LORS DE L'EXPÉRIENCE

Impression d'être acteur ou spectateur ?

Nous avons posé des questions aux élèves concernant leur interaction avec l'objet virtuel. Nous entendons par interaction l'ensemble d'actions-réactions réciproques entre les élèves et le dispositif technique par l'intermédiaire d'interfaces sensorielles, d'interfaces motrices et de techniques d'interactions (Sternberg, 2006).

3 élèves sur les 16 interrogés ont attesté être acteurs pendant l'expérience, 7 élèves ont pensé qu'ils restaient spectateurs (ou observateurs), et les 6 élèves restants se sont considérés comme étant à la fois acteurs et spectateurs.

« Oui, totalement, nous nous sommes sentis à la place de l'interviewer. »

« Moi, je me suis sentie acteur, plus acteur. Moi, je pensais que je parlais à la personne normalement, quoi. C'était ça, pour moi ! [Rires] »

« Nous nous sentons spectateurs. Car, ce n'était pas nous qui parlions. »

« Mais, comme en fait, ce n'est pas nous qui parlons vraiment, on est spectateur. Mais comme on vit, on est acteur. Donc... C'est les deux, ouais. »

« En fait, c'était un peu des deux [je me suis senti à la fois acteur et spectateur] [...] Quand on se déplace, qu'on va vers les trucs, c'est un peu plus acteurs, et... quand on laisse l'histoire se dérouler, c'est un peu plus spectateurs. »

« Moi, j'étais plutôt les deux [observateur et acteur lors de l'expérience] [...] Parce que quand on lui parlait [au soldat], il nous regardait comme si c'était nous qui lui posions les questions. »

Un autre aspect qui a été évoqué par les élèves a été la forte ressemblance de l'univers de *The Enemy* avec le monde réel. Les élèves ont apprécié la possibilité qui leur a été offerte par *The Enemy* de pouvoir faire un choix de parcours, de pouvoir se déplacer, de pouvoir avoir l'impression de communiquer et d'avoir le sentiment de vivre l'expérience comme dans la vraie vie, cela les a rendus acteurs de l'expérience.

« Franchement, on a été libre [...] on a été libre [durant l'expérience] [...] Si tu veux voir l'autre [combattant], ben... tu vas voir l'autre. Et quand on va vers lui, ça [l'histoire] se déclenche. »

« C'était bien [...] on avait vraiment l'impression de vraiment changer de pièce tout ça alors que je suis sûre que l'on faisait du surplace. »

« Les déplacements, en fait, c'était bien et [c'était bien de pouvoir] rencontrer les deux personnes [combattants]. »

« Et on avait l'impression qu'on communiquait normalement comme si on était avec un être humain, en fait. Et c'était génial. C'était comme si cette personne est venue nous voir et nous expliquer : "j'ai fait ça... On fait comme ça pendant la guerre et tout ça". C'était génial. »

Au cours des entretiens, les élèves ont proposé d'enrichir l'expérience usager afin de pouvoir lui donner une interaction supplémentaire avec l'environnement virtuel et ainsi le sentiment d'être davantage acteur.

« On pourrait peut-être, si vous arrivez à le faire... avec [*The Enemy*]... à faire bouger les mains ! Comme sur la Playstation, par exemple, on peut bouger les bras en même temps [...] C'est-à-dire que nous, on voit nos propres mains... »

« Je voudrais pouvoir parler [...] Parce qu'à partir du moment où on était devant la personne, on écoutait la conversation. »

« J'aurais voulu parler, qu'il m'entende et qu'il me réponde en fonction de ce que je dis. »

« On voulait que c'est nous l'interviewer. »

Nous avons vu qu'une partie des élèves s'est sentie actrice, une autre spectatrice et la dernière à la fois spectatrice et actrice. Des élèves, qui grâce aux déplacements physiques et à un sentiment de communication avec les combattants, ont eu

l'impression de faire partie intégrante de l'histoire. Or, pour d'autres élèves, ces éléments d'interaction n'ont pas été assez présents et ainsi, ils ont éprouvé un sentiment semblable à celui qu'ils éprouvent lorsqu'ils regardent un film. D'une manière générale, les élèves ont soumis l'idée d'enrichir les expériences immersives en y implémentant davantage d'interaction.

The Enemy : une mosaïque de sentiments

Les élèves ont également partagé le sentiment d'avoir été transportés par l'expérience *The Enemy* dans l'univers des combattants. Ils nous ont déclaré avoir eu l'impression d'être inclus dans l'environnement virtuel, d'en faire partie et de pouvoir interagir avec celui-ci. Dans les travaux scientifiques sur les usages des jeux ou des applications de réalité virtuelle, les chercheurs décrivent ce sentiment décrit par les élèves par l'immersion, un « état psychologique caractérisé par la perception de soi d'être enveloppé par, inclus dans, et d'interagir avec un environnement qui fournit un flux continu de stimuli et d'expériences » (Witmer et Singer, 1998). Il reste à savoir si l'immersion a été totale ou partielle. Une partie des élèves nous a avoué avoir oublié le réel au moment où ils ont vécu l'expérience. Ces élèves ont interagi avec l'environnement virtuel comme s'ils étaient dans la vie réelle. Certains d'entre eux ont déclaré ne pas avoir tenu compte de l'environnement réel en dehors de celui proposé virtuellement par *The Enemy* ; ainsi, l'immersion leur semble avoir été totale.

« On avait l'impression qu'on faisait partie de ce monde, en fait [...] qu'on parlait à la personne [...] l'impression d'être transporté. »

« En fait, à un moment, je me demandais si je devais dire merci, au revoir... [aux personnages virtuels] ! [Rires] Moi, je disais "Merci ! Bonjour", après, je me suis dit mais pourquoi ils ne disent pas bonjour, il n'y a que moi qui le dis... Peut-être je ne devrais pas dire ça... »

« Au début, quand il a dit comment vous vous appelez, j'allais dire mon prénom [rires]. »

« Moi, quand même, j'ai oublié [l'environnement extérieur] [...] Au bout d'un moment... quand... surtout quand on parle avec les personnages. Eh ben, on oublie [...] Ouais, on se laisse aller. »

« Oui, [je me sentais comme si j'étais dans la même pièce que les combattants] même quand on changeait de pièce [...] On avait l'impression que l'on était plus du tout ensemble [avec les camarades de classe] alors qu'après, [dans l'environnement virtuel], on voyait la silhouette juste à côté, c'était trop bizarre. »

Bien conscients que l'expérience qu'ils ont testée était virtuelle, les élèves ont déclaré avoir oublié quelquefois la notion de virtualité et que par conséquent, ils ont mélangé quelquefois le réel et le virtuel. 2 élèves nous ont confié que pendant l'expérience, ils ont reproduit les mêmes réactions ou les mêmes comportements qu'ils ont dans la vie réelle, comme en témoignent les extraits d'entretiens suivants.

« [Je me suis senti comme dans un monde réel.] j'ai fait la même chose [me décaler pour laisser passer le combattant quand celui-ci se dirigeait vers moi]. »

« Moi, j'y croyais à la fin [...] genre, quand il [le combattant] se déplace. Carrément, à un moment, il voulait me rentrer dedans. Je me suis écarté pour le laisser passer. Je me suis vraiment décalé pour bien le laisser passer [...] À la fin, je me suis dit "tu es bête ou quoi ?". »

En revanche, une autre partie des élèves ont déclaré ne pas avoir été totalement emportés par les histoires. Pendant l'expérience, certains d'entre eux ont suivi ce que faisaient leurs camarades soit en repérant leurs pieds par l'intermédiaire des petits trous en bas du casque de réalité virtuelle, soit en détectant leurs avatars dans l'application elle-même. D'autres ont déclaré avoir eu peur, avec les casques, de percuter des obstacles physiques sur leur passage. Un élève nous a fait particulièrement part de ses inquiétudes d'être observé par des personnes dans la salle qui ne participaient pas à la même activité. Pour ces élèves, l'immersion a donc été partielle. Ils ont certifié avoir été bien conscients pendant l'expérience que celle-ci n'était pas réelle.

« Moi, je voyais les pieds [de mes camarades de classe] un petit peu en dessous [...] je les suivais quelquefois. »

« Oui, on les voit [les avatars des autres élèves dans l'application] [...] et moi, je les ai suivis à un moment [...] Je me suis dit : "qu'est-ce qu'ils font ?". »

« On avait peur de rentrer dans les murs. »

« Il y avait un petit truc par terre ça m'a fait un peu peur. »

« On n'avait pas l'habitude que tant de monde nous regarde, en fait. C'était stressant. »

« Je suis entré dans quelqu'un [un personnage de *The Enemy*] [...] Je sais que je ne vais pas ressentir [...] Voilà, c'est ça, en fait. Ce n'est pas réel, comme là [...] Quand je touche la table, c'est réel. Mais quand on va toucher la personne, on sait que ce n'est pas réel. On va toucher le vide. [Rires] [...] On en était conscient, voilà. »

Le sentiment d'immersion n'a donc pas été total pour tous les élèves. Certains élèves ont bien eu conscience d'être dans une expérience.

De ce fait, ils ont prêté attention aux éléments environnants réels en ayant crainte de les percuter et ont ainsi vécu une immersion partielle.

ABANDON DURANT L'EXPÉRIENCE

Sur les 23 élèves ayant testé *The Enemy*, 5 n'ont pas pu aller jusqu'au bout de l'expérience :

– 3 élèves ont eu des malaises et ont demandé à arrêter l'expérience ;

– une élève s'est sentie angoissée et a demandé à arrêter l'expérience ;

– un élève a rencontré un bug qui l'a empêché de continuer.

Nous avons donc eu un entretien individuel avec l'élève qui a demandé à arrêter l'expérience. Elle se sentait, selon elle, angoissée par le regard insistant du premier combattant qu'elle a rencontré. Cet abandon nous a interrogés et nous avons trouvé intéressant de questionner cette élève afin d'essayer de mieux comprendre ce qu'elle avait ressenti.

L'élève nous a confié avoir eu très peur du combattant car selon ses dires, il l'a fixé du regard de manière continue provoquant chez elle un sentiment de persécution. Elle ne trouvait pas sa place dans la pièce (virtuelle), elle a pris peur et de ce fait, elle a demandé d'arrêter l'expérience.

« Du coup, il y avait le... enfin, un soldat derrière moi qui me regardait mais vraiment mal, du coup, j'avais... enfin, j'ai eu peur. Du coup, en fait, j'hésitais à chaque fois à lever ma main, et tout... Et à un moment donné, il m'a fait vraiment peur, et du coup, j'ai levé la main. »

Après nous avoir confié cette peur ressentie suite au regard insistant du combattant, nous lui avons demandé si elle pouvait comparer cette situation à quelque chose de déjà vécu, notamment lors d'un film en 3D. Sa réponse a été négative.

« Euh... pas autant ! Pas autant qu'aujourd'hui. Là, c'était vraiment... ça m'a traumatisée ! »

Alors, nous nous sommes interrogés sur son passé pour essayer de comprendre si sa réaction avait pu être en lien avec un événement vécu ou s'il s'agissait d'un cas isolé. En réponse à cette demande, l'élève nous a révélé que cet abandon avait sûrement une relation avec son passé en lien avec la guerre et la fuite. La mise en situation face à un combattant semble avoir engendré chez elle un sentiment de panique déjà ressenti par le passé. Nous pouvons comparer cet abandon à une fuite, une fuite face à une situation similaire à une situation traumatisante déjà vécue ou entendue.

« Non [ce n'est pas un événement isolé, sans lien], c'est en lien avec mon passé à moi... parce que je ne suis pas née en France, je suis Égyptienne, du coup, si vous voulez, j'ai fui... il y avait la guerre dans mon pays, avant. Du coup, ben, c'est pour ça que je me retrouve en France. »

Après cette discussion avec l'élève, elle a semblé se sentir mieux et était déçue de ne pas avoir fini l'expérience et reste prête à retenter l'expérience.

« Si j'avais su qu'il me restait un tout petit peu je serais restée en plus après j'avais grave [la déception]. »

Il ne s'agit pas ici de généraliser ce type de comportement mais il nous a semblé intéressant de partager cet événement, événement auquel nous n'étions pas préparés et qui peut peut-être accentuer le fait que l'expérience immersive de réalité virtuelle peut donner la sensation d'une expérience réelle.

APRÈS L'EXPÉRIENCE

Lors du *focus group*, notre première approche a consisté à interroger les élèves sur l'expérience qu'ils ont vécue. L'objectif de cette démarche a été de recueillir leurs opinions et leurs premières impressions après l'expérience.

Nous avons donc veillé à ce que le moment entre la fin de l'expérience et la passation du *focus group* soit le plus court possible afin de pouvoir récupérer les réactions à chaud des élèves. Ce moment a duré entre 5 et 10 minutes. Il correspondait au temps nécessaire, à la fin de l'expérience, pour libérer chaque élève des équipements (le sac à dos et le casque), au temps d'attente des autres élèves (l'expérience étant individuelle, les élèves ne terminaient pas le parcours en même temps), au temps de regroupement et au passage de la salle de test à la salle dédiée au *focus group*.

« Et... ben... j'ai été plongé dans une expérience, euh... géniale, quoi ! »

« C'était bien. »

« Fun ! [Rires]. »

« C'est une bonne expérience... une bonne expérience. »

« C'était cool. »

Selon les élèves, ce retour positif est lié à l'esprit novateur qu'incarne *The Enemy*. D'une part, les élèves qui n'ont jamais testé une application de réalité virtuelle ont déclaré avoir découvert une nouvelle expérience et une nouvelle forme de production audiovisuelle à travers le test qu'ils ont effectué. D'autre part, ceux qui ont eu l'occasion de tester auparavant d'autres applications de réalité virtuelle ont pu faire une comparaison avec *The Enemy* et déduire l'originalité de cette dernière application en termes de contenus et de sensations. 7 élèves sur les 16 rencontrés en *focus group* ont souligné que *The Enemy* leur a permis, à travers les histoires qui y sont racontées, d'acquérir des nouvelles informations.

CE QUE PENSENT LES ÉLÈVES DE L'EXPÉRIENCE *THE ENEMY*

Au début du *focus group*, nous leur avons donc posé la question suivante : « Que pensez-vous de l'expérience que vous venez de vivre ? »

En ouvrant notre question de cette façon, nous avons laissé la liberté aux élèves de nous livrer leur premier retour sans les orienter ni dans le choix du sujet, ni dans leur jugement. Notre démarche consiste donc à commencer le *focus group* par une question d'ordre général avant d'aborder des questions précises.

Une expérience « géniale », « fun », « cool » et « nouvelle »

Les élèves ont ainsi décrit à l'unanimité *The Enemy* comme étant une bonne expérience, une expérience « géniale », « fun » et « cool » comme en témoignent les extraits d'entretien suivants :

« L'expérience était étonnante [...] C'était très très surprenant. Vraiment hein !!! C'était vraiment nouveau [...] Pour moi, en tout cas, c'était nouveau. »

« C'était tout nouveau. Moi je n'ai jamais fait ça. Et puis, c'était instructif. Je ne connaissais pas du tout ce que c'était Salvador, en fait. Je ne savais même pas que ça existe. »

« Moi, j'avais fait la réalité virtuelle dans un jeu vidéo. Et en fait, c'était un jeu vidéo d'horreur et ça faisait un peu peur [...] les monstres venaient brusquement et ça faisait comme si c'était dans la réalité. Et ce qu'on a fait aujourd'hui, ce n'est pas la même chose : c'est plus doux. »

Un seul élève a été indifférent à l'expérience qu'il a vécue en disant « non, ça [l'expérience *The Enemy*] ne me fait penser à rien ».

Une expérience ressemblant à une visite d'un musée et à un reportage

Lors du *focus group*, les élèves ont commencé à nous parler des contenus de *The Enemy*. Indépendamment de leur niveau d'expérience en matière d'usages de la réalité virtuelle, ils ont mis en parallèle les histoires racontées dans *The Enemy* avec leurs expériences antérieures. Certains élèves ont comparé l'expérience qu'ils venaient de vivre avec leurs vécus et avec les représentations qu'ils avaient d'un lieu. Ils ont décrit ainsi *The Enemy* comme une visite d'un musée. Selon eux, cette expérience leur a donné le sentiment d'être dans un lieu touristique, de découvrir et d'apprendre.

« Moi, je compare l'expérience comme dans un musée où il y a des tableaux. »

« [J'avais le sentiment d'être dans] un musée. »

« Il y avait des tableaux, des descriptions... tout ça. Du coup, on avait l'impression d'être dans un musée. »

4 élèves sur 16 ont fait le rapprochement entre *The Enemy* et les programmes de télévision (les reportages, les publicités).

« Moi, [en testant l'expérience *The Enemy*], je l'avais vécu comme un reportage... comme les envoyés spéciaux et tout. »

« [Si on me demande de décrire l'expérience *The Enemy* que je viens de vivre], je prendrais l'exemple de Samsung S7. C'est pareil [...] Je dirais : "regarde la pub à la télé et tu verras, hein...". »

Parmi les propos recueillis, une réponse nous a interpellés. Un élève a comparé *The Enemy* à une visite d'une prison.

« Moi, je compare l'expérience comme une visite de prison [rires]... avec des gens qui avaient tué des personnes et qui me parlaient et j'avais l'impression d'être l'avocate qui les écoutait et qui allait les défendre [...] Je me fais tout un film »

Sachant que le scénario *The Enemy* ne semble pas avoir un rapport avec un environnement carcéral, il ressort de cette réponse une certaine projection de la part de l'élève : non seulement, il s'est fait transporter dans l'histoire que propose *The Enemy* mais, en même temps, il a inventé, créé et s'est projeté dans un univers autre que celui présenté dans l'application. L'expérience a donc sûrement inspiré cet élève et lui a permis de développer son imaginaire. Cependant, ne reposant que sur un cas unique, ce fait ne peut pas être généralisé. Il mériterait d'être creusé dans les travaux ultérieurs.

Une expérience permettant de se comporter autrement

Selon les élèves, *The Enemy* a également été une expérience qui leur a permis de se comporter autrement. Nous avons identifié trois raisons qui justifient ce choix des élèves :

– celle de pouvoir tester dans l'univers virtuel ce qui est impossible à faire dans le réel ;

« J'ai essayé de traverser un personnage. »

« J'ai traversé un mur [rires]... Je voulais essayer et j'ai réussi [...] Ben, on hésite jusqu'à la fin et en fait, je vois le mur [dans le casque] et je me suis dit : comme il n'y a pas de mur, je suis passé [...] J'avais une main rouge. »

– celle d'agir autrement que d'ordinaire et d'adopter des comportements qui leur sont inhabituels ;

« Je me suis approchée proche de sa tête [la tête du combattant] [...] Je ne me serais jamais permise de faire ça [au quotidien] [...] Oui, je me suis approchée pour bien regarder. »

« On a fait des choses que l'on ne ferait pas d'habitude [...] J'ai grave essayé de le toucher [le combattant] [...] À chaque personnage, j'essayais de le toucher. »

« Moi, j'ai essayé de toucher le ventre de l'espagnol... J'ai fait ça [l'élève montre ce qu'il a fait par des gestes]... Si c'était dans la vie de tous les jours, quelqu'un qui vient me toucher le ventre [rires]... [Parce que] je savais qu'il [le combattant] n'était vraiment pas là. »

« J'ai regardé [les combattants] dans les yeux sans bouger. »

« Il [le combattant] me regardait mal, il regarde mal un peu. Du coup, moi, je le regardais mal en mode « qu'est-ce que tu veux ? » [...] [J'ai réagi comme cela] parce qu'on sait que c'est une simulation. »

« Moi, j'ai tourné autour [des combattants]. Je regardais tout. »

– celle de tester la limite technique de l'application.

« J'ai traversé un personnage. C'était celui du combattant d'Israël pour voir ce qui va se passer [...] Je l'avais fait et ça ne faisait rien. »

« On voulait que c'est nous l'interviewer. »

En résumé, les élèves ont trouvé l'expérience *The Enemy* réussie. Selon eux, l'expérience est différente de celles qu'ils ont auparavant vécues avec des objets autres que la réalité virtuelle ou avec d'autres applications. Selon les élèves, la valeur ajoutée de *The Enemy* est de pouvoir offrir à l'utilisateur une nouvelle sensation et une expérience se rapprochant de celle qu'il vit dans une situation réelle. Comparant l'expérience *The Enemy* à une visite d'un musée ou à un reportage, les élèves ont déclaré se sentir embarqués par les histoires racontées et par l'environnement proposé par ce produit. Selon leurs dires, l'expérience leur a également permis de se

comporter autrement que d'ordinaire et de tester la limite technique de la réalité virtuelle.

CE QUE LES ÉLÈVES ONT RETENU DE L'EXPÉRIENCE *THE ENEMY*

Lors de nos échanges, nous avons demandé aux élèves de nous partager ce qu'ils ont retenu de l'expérience *The Enemy*.

***The Enemy* : une histoire émouvante qui touche l'affect**

Les histoires « émouvantes » racontées dans *The Enemy* sont donc les premiers éléments les plus marquants évoqués par les élèves. La majorité nous a donc parlé de l'histoire au Congo. Ils ont déclaré avoir été marqués par la violence et par la cruauté de celle-ci. En revanche, d'autres élèves ont plus été touchés par l'organisation des gangs dans la république de Salvador.

« Moi, ce qui m'a plus marqué, c'était les deux Espagnols et les Africains aussi, surtout le dernier là, l'Africain [...] Celui dont les parents étaient tués devant lui. Parce que lui, il était vraiment une vraie victime de la guerre, en fait. Autant les autres, ils avaient des parents qui se battent parce qu'ils doivent se battre. Lui [le combattant africain], il a vu carrément ses parents se faire tuer devant lui. C'est pour ça [cette raison]. »

« Moi, [l'élément le plus marquant], c'était l'Africain [...] Autant, ils sont victimes de la guerre ; autant, ils sont à l'origine de la guerre. »

« [J'ai retenu] Jean de dieu... le jeune, oui,... Parce qu'il a vu sa famille se faire tuer devant lui quand il était petit. Il dit "Oui, j'ai vu la cervelle de ma mère" ... des trucs comme ça. C'est traumatisant. »

« Pour le Congo, les deux personnes étaient assez jeunes [...] Il y en a un qui a tué à 14 ans et il y en a un autre qui a rejoint l'armée à 17 ans [...] C'est une vie gâchée, en fait. »

« L'histoire de Congo m'a marqué. Parce que c'était très violent. Elle parlait de massacre [...] les cervelles [...] c'était assez trash. »

« Moi, [ce qui m'a plus marqué], c'était les Espagnols, par contre. Parce qu'ils avaient plein de tatouages. Ils étaient torses nus [...] J'ai tourné des heures autour d'eux et je les ai écoutés. Ils parlaient beaucoup de leur famille et le concept de gang en fait, ça m'a marqué... le fait qu'ils ont un gang et qu'ils parlent de ça comme une tribu hyper-importante »

Les élèves ont déclaré avoir été affectés par la manière dont les combattants ont parlé de leur famille et de leur attachement à celle-ci. Ils ont souligné

la sincérité des combattants dans leur discours et nous ont fait remarquer quelquefois une rigidité de pensée, voire même un soupçon d'arrogance de la part de l'un des combattants.

« Ça [l'histoire] m'a gravement ému lorsque l'Africain parlait du fait que ses parents se sont fait tuer [...] la manière dont ils [les soldats congolais] parlaient de leur famille est vraiment touchante [...] Ça se voit qu'ils vont primer leur relation avec leur famille que leur gang ou leur guerre. Donc, c'est vraiment touchant. »

« Moi, [ce qui m'a plus marqué], c'était le Congo. En fait, ils [les soldats] étaient vraiment sincères quand même [...] les autres [soldats dans les 2 autres scénarios], quand on [le reporter] leur avait demandé s'ils ont déjà tué quelqu'un de leurs ennemis, ils ont un peu hésité les Espagnols... eux, ils ont hésité à dire. Alors que les personnes du Congo là, ils étaient vraiment sincères. Ils ont dit : "Mais bien sûr que j'en ai déjà tué" [...] il y en a un qui, à 14 ans, avait tué 9 personnes. »

« Après les deux Africains, surtout le général, lui [le général], il n'avait pas du tout la même pensée que les autres [...] Il avait plus une pensée militaire. Il disait qu'il combat les personnes qui ne sont pas avec eux. En gros, c'est des choses comme ça. »

« Il [un des combattants] est très strict dans sa parole [...] carré [...] Il n'y a pas d'émotions avec lui. »

« [Dans l'histoire], il y avait un soupçon d'arrogance parce qu'il y a un moment, il y en a un qui a dit : "J'en ai même tué des fois à la pioche ou à la houe". Il disait ça genre... comme si c'était normal... qu'on faisait ça tous les jours, alors que... voilà quoi !! »

Les élèves nous ont signalé avoir été émus, à travers les histoires racontées, par la violence subie envers les enfants et par la situation de guerre qui oblige les combattants à prendre part dans les différents conflits. Les extraits d'entretien suivants nous montrent les différents propos des élèves à ce sujet.

« Moi, ce qui m'a plus marqué, c'était les deux Espagnols sachant qu'il y avait un qui était battu par son père. C'était un peu choquant. »

« Les 2 chefs de gang [cas de la République de Salvador] avaient une vie assez dure au départ. [J'ai appris que l'un des combattants] était abandonné à l'âge de 2 ans. Il avait eu des disputes familiales. Il se faisait frapper et il avait eu quand même une vie assez dure. »

« Moi, [ce qui m'a plus marqué], c'était le Congo. Parce qu'en fait, les petits, ils font part de la guerre, en fait. Et c'est ce qui m'a plus choqué [...] Les enfants, ils sont obligés de tuer pour se défendre. »

« Moi, [ce qui m'a plus marqué], c'était le Congo. Parce que je trouve qu'initier un enfant à la guerre, si jeune, et lui montrer

tant de violences, ce n'est pas acceptable. En parlant d'éthique, je ne trouve pas ça très humain d'inculquer à un enfant de tuer. »

Tenant compte des extraits cités ci-dessus, nous avons vu que l'existence d'une histoire « émouvante » dans une telle expérience a été un facteur ayant permis de capter l'attention des élèves. Ils ont ajouté que lorsque dans un scénario, il manque un élément qui pourrait toucher l'affect, celui-ci pourra être perçu comme moins intéressant.

« L'Israélien [m'a moins marqué] [...] je ne sais pas [...]. Son histoire ne m'a pas tellement [intéressé]. Il n'y avait pas autant d'histoire que les autres, c'était moins touchant [...] Oui, voilà, c'est ça [il n'avait pas vraiment d'argument l'Israélien]. »

The Enemy : un degré élevé de réalisme

Après les histoires émouvantes, les élèves ont particulièrement apprécié l'environnement virtuel de *The Enemy*. Selon eux, cet environnement est extrêmement réaliste.

« Si on essaie de quantifier l'échelle de réalisme, on était lors de l'expérience à 70 % de la réalité. »

« C'était réaliste mais pas à 100%, en fait. »

Un environnement visuel bluffant

Nous avons abordé lors de notre échange avec les élèves les aspects visuels et leurs ressentis durant l'expérience. Ils ont donc trouvé la vision relativement fluide et les images réalistes avec de nombreux détails.

Nos résultats montrent que les élèves ont évalué le niveau de réalisme de l'application de réalité virtuelle par le décalage visuel perçu entre l'environnement virtuel et l'environnement réel. Lorsque le graphisme offre un rendu proche de celui qu'ils peuvent voir de leurs yeux dans la réalité, les élèves ont qualifié l'application comme une expérience riche et réussie.

Concernant *The Enemy*, les élèves se sont donc appuyés sur les détails graphiques de l'environnement et de la scène pour justifier leurs propos.

Comme nous montrent les extraits d'entretien suivants, les élèves sont attirés par les tatouages des combattants.

« Moi, personnellement, ça [l'expérience] m'a plu. Parce que j'ai trouvé que c'était vraiment hyperréaliste en fait [...] surtout les détails qui m'ont marqué comme par exemple les tatouages [...] C'était tellement réaliste. »

« J'ai tourné autour d'eux [des combattants] et tout pour vraiment voir. Franchement, les tatouages, ils étaient vraiment bien faits, bien marqués [...] Je me suis dit que

c'était juste des tâches qu'ils [les concepteurs] ont fait. Et non, en fait, c'était vraiment bien fait. »

« J'ai apprécié les cartes [...] les carrés d'as qu'il y avait sur le bras de l'Espagnol. Parce qu'il insistait dessus quand il parlait. »

« J'ai regardé des détails, même dans le dos [...] pour voir s'ils avaient des tatouages et tout ça [...] Les tatouages... ils étaient bien faits, hein !! »

Certains élèves nous ont indiqué que pendant l'expérience, ils ont également tourné autour des personnages virtuels des combattants. Selon eux, ces personnages ont maintenu leur attention. Ils ont trouvé que la reproduction de ces personnages dans l'environnement virtuel est à la fois réussie et fidèle à la réalité.

« Les personnages, ils étaient réellement bien faits, hein !! »

« Moi, je vais parler [avec mes proches] des personnages. Je vais leur dire que c'est super bien fait. Comme si j'avais rencontré une personne mais non, en fait. C'est vraiment vraiment bien fait. »

« Franchement, les personnages, c'est vraiment le point positif [de l'expérience]... C'est vraiment bien fait. »

D'autres élèves sont allés plus loin dans leur observation en scrutant les autres détails liés aux personnages virtuels pour faire le rapprochement entre le réel et le virtuel et pour trancher sur le réalisme de l'expérience. Ils nous ont donc déclaré avoir remarqué et apprécié la reproduction des plis sur le visage, des vêtements, des sacs à dos, de la pupille et des dents.

« Les plis étaient bien faits et le jeune... son sac à dos était rempli et tout. C'était bien fait, même les vêtements le bandeau du premier mec aussi c'était bien fait. »

« La pupille [du combattant africain]... elle était rouge. »

« [J'ai remarqué que] les dents... elles étaient jaunes. »

Des simulations comportementales réussies

Les élèves nous ont dit avoir retrouvé chez les combattants des comportements identiques à ce que l'on pourrait trouver naturellement dans le quotidien : « Les combattants simulaient parfaitement les vrais comportements humains. » Ils ont fait référence au suivi du regard des combattants en fonction du déplacement de l'utilisateur pendant l'expérience et également au déplacement des combattants qui leur ont donné l'impression d'être en face des vraies personnes. Les gestes des personnages ont donc renforcé le réalisme de *The Enemy*.

« C'était très bien fait parce que quand on se déplaçait, les personnages nous regardaient [...] Franchement, au niveau personnages, il n'y a rien à changer. »

« Moi, à chaque fois qu'il [le soldat] venait vers moi, je reculais. Pour moi, c'était quelqu'un, en fait. À chaque fois qu'il voulait passer, je le laissais passer. »

« Je n'ai pas essayé de les toucher [les soldats] [...] Je n'ai pas osé. Comme je disais tout à l'heure, dès qu'il s'approchait de moi, je reculais. »

Lors des *focus groups*, certains élèves nous ont fait remarquer la cohérence réussie des gestes des combattants avec leur discours. Cette cohérence a donné aux élèves l'impression de vivre une expérience réelle alors qu'ils étaient bien conscients d'être dans un univers virtuel.

Le langage corporel prend donc part autant dans l'interprétation des discours des combattants que dans la mise en parallèle du virtuel avec le réel.

« Moi, je préférais le scénario avec le général [...] il parlait beaucoup avec les mains, comparé aux autres [...] Il était vraiment à fond dans son discours et toi [l'élève vivant l'expérience virtuelle], tu étais plus à fond que lui [rires] [...] C'est vrai, hein !! [...] Je me suis senti vraiment inclus dans ce qu'il dit, dans son discours. »

« L'Africain aussi, il avait un tic. Tout le temps, il faisait ça [geste invitant l'interlocuteur à se reculer quand celui-ci se rapproche du personnage] [...] chaque fois qu'il finisse une phrase, il faisait ça [le même geste]... comme si c'était réel. »

Un environnement sonore abouti

Les élèves nous ont fait part de leur étonnement quant à la qualité auditive qu'ils ont jugé très réaliste. Ils ont trouvé que la voix et les effets sonores intégrés dans *The Enemy* ont contribué à rajouter à l'expérience une dimension naturelle. Selon leurs dires, l'intonation, le rythme et les variations des paroles des combattants étaient appréciables.

Les élèves ont également soulevé un point positif sur le changement de tonalité/volume en fonction de leur déplacement dans l'espace. Selon eux, l'incrustation de cet effet sonore dans l'environnement virtuel a rendu la scène très réaliste.

« Si il y a un personnage qui parle si on s'éloigne de lui après il ne parle plus [comme en situation réelle]. »

« Moi, je trouve que là, ça [l'expérience *The Enemy*] changeait beaucoup. Pour ma part, j'ai fait plusieurs expériences et il n'y avait aucune voix [...] Et en fait, quand on introduit une voix, ça change complètement l'expérience que quand on n'en a pas. »

« C'est plus réel [...] C'était comme si on parlait... comme là je vous parle... C'était comme ça, en fait. »

« C'était bien aussi [...] Quand on bougeait l'oreille à droite, on entendait à droite [...] [et ça faisait le même effet] à gauche. »

Quelques suggestions des élèves sur le réalisme
Malgré le degré élevé de réalisme signalé par la majorité des élèves cités précédemment, certains ont repéré quelques défauts et ont proposé des suggestions.

Un élève nous a donc avoué être déçu de la représentation graphique de l'environnement par les petits défauts qui étaient, pour lui, bien visibles.

« Le problème c'est l'environnement qui était mal fait [...] Non, il est bien, tout est bien [l'environnement] [...] Juste que, par exemple, les endroits où c'est tout blanc, on remarque les petits défauts par exemple, par-ci par-là. »

Toujours concernant l'environnement, les élèves ont eu des difficultés à lire les textes. Selon eux, l'écriture est trop petite et parfois floue. Pour faciliter la lecture, ils se sont approchés du tableau et ils nous ont avoué avoir fermé les yeux à certains moments afin de les soulager.

« Je m'approchais vraiment des tableaux pour lire les textes. Je baissais ma tête pour voir. Sinon, je ne voyais pas. Ça [le texte] faisait flou. La légende en bas du tableau, je ne la voyais pas. Il fallait que je m'approche pour bien voir [...] Au tout début, le grand texte qui avait été écrit, ça, je l'ai vu. Mais les petites écritures qui étaient en bas du tableau, ça, je ne voyais pas. Il fallait que je m'en approche. »

« Moi, ça [l'expérience] me faisait mal aux yeux [...] Moi, j'avais fermé les yeux, il y avait un moment [...] Ça me piquait. Ça me faisait mal. »

« Moi, je ne voyais pas trop bien... les noms là, sous le tableau [...] Quelquefois, je voyais flou. Je ne voyais pas bien, en fait. »

Durant l'expérience, selon les dires des élèves, des désagréments techniques visuels (des bugs graphiques) sont apparus. En effet, les élèves nous ont parlé des événements étranges auxquels ils ont pu participer, sans incidence sur le déroulement de leur expérience, mais qui les ont surpris et probablement les ont déconcentrés de l'expérience durant quelques minutes.

« Il y avait un problème à un moment le soldat africain il était allongé par terre... il m'est rentré dedans et il s'est allongé par terre, après il est monté comme ça. »

« Oui [par rapport aux bugs graphiques], moi, à un moment, c'est par exemple, je regardais l'objet et on avait l'impression l'objet, il bougeait comme ça... L'image, elle a carrément bougé [...] C'est ça, en fait. Et c'est revenu plusieurs fois [...] Parce que, par exemple, je ne regardais que la tête du personnage, et en fait, à un moment, je ne sais pas ce qui s'est passé, je regardais, mais... le truc, il s'est tourné vers eux, en fait. C'est ça, le problème. »

Concernant le niveau sonore, les élèves ont souligné que la voix du traducteur couvre la voix du combattant, ce qui a complexifié la compréhension du discours de ce dernier.

« À un moment, j'ai plus entendu la [voix de la] personne avec qui je parlais. Je l'ai plus entendu que le traducteur. Du coup, j'ai un peu mal compris à ce moment-là. »

« On entend plus la personne qui parle dans une autre langue que le traducteur qui nous dit qu'il dit ça, en fait. »

Toujours selon certains élèves, le discours semble être quelquefois en décalage avec leurs gestes. Cette situation correspond à une scène qui a marqué les élèves au cours de laquelle un des combattants montre ses tatouages. Ce décalage est probablement dû à la traduction mais, du point de vue des élèves, a entraîné un manque de réalisme.

« Des fois c'était décalé aussi, quand il montrait ses tatouages c'était terminé mais il parlait encore de ses tatouages ou je ne sais pas quoi. »

Tenant compte des petits défauts et désagréments identifiés, les élèves ont proposé les pistes d'améliorations suivantes pour augmenter le niveau de réalisme :

– corriger les bugs graphiques et affiner les personnages afin que la ressemblance à la personne réelle soit la plus proche possible ;

« Pour qu'on arrive à 100 % de réalisme, il manque comme à la télé : un vrai personnage [une image non pixelisée ressemblant à la réalité]. Il y avait des détails impressionnants comme les tatouages, les traits de figure et tout ça. Mais j'aimerais bien voir les personnages comme si on les avait pris en photo et que j'aurais l'impression de les voir en vrai dans la réalité virtuelle [...] un personnage moins imagé [...] Le personnage [dans *The Enemy*] faisait trop "sims". »

– améliorer la lisibilité des textes pour la fluidité de lecture ;

– baisser le niveau sonore correspondant à la voix du combattant pour mieux entendre celle du traducteur.

Ils ont recommandé également :

« [On peut améliorer] le [volume du] traducteur... qui est un peu plus fort [...] L'audio [...] Le niveau sonore. »

– d'améliorer le fond sonore en y ajoutant des bruits qui se rattachent davantage à la situation. En effet, les élèves ont accentué sur le fait que l'expérience manque de bruitage en lien avec la guerre ;

« On peut améliorer aussi le bruitage [...] Vu que si on se met dans une vraie situation avec l'environnement et tout, ben... il faudra un truc qui va avec [...] Alors que là, vu qu'on était dans une pièce et il n'y avait pas vraiment de bruit [...] En général, ça reste une conversation, sans bruitage derrière. »

– de faire interagir l'utilisateur avec l'environnement virtuel pour qu'il puisse se sentir comme un acteur engagé dans le scénario ;

« Oui, je suis prêt à refaire la même expérience, en mode amélioré [...] par rapport au paysage... qu'on est un peu dans l'action, on va dire... vraiment dans l'action. »

– de ne pas mettre face à face les combattants pour que la situation puisse ressembler à un contexte réel.

« Là, c'était un peu bizarre puisque dans la même salle, on avait les deux ennemis [...] Dans une situation normale, ils [les combattants] essayaient de s'entre-tuer. C'est sûr »

« Ce n'est pas cohérent d'avoir les ennemis l'un en face de l'autre [...] ils sont l'un en face de l'autre et ils ne réagissent pas. »

En résumé, nous avons montré dans cette partie qu'à l'issue de l'expérience, les élèves ont retenu 2 aspects : le caractère émouvant des histoires racontées dans *The Enemy* et le degré élevé de réalisme de l'expérience. Lorsque les élèves ont parlé de réalisme, ils se réfèrent aux personnages, aux détails relatifs à leurs traits physiques (leur visage, leurs yeux, leurs pupilles, leurs tatouages), à leurs langages verbal et corporel et aux différents objets insérés en tant que décor dans l'environnement virtuel. Comme il a été indiqué précédemment, les élèves ont proposé quelques pistes d'amélioration pour ajouter un degré supplémentaire de réalisme.

CE QU'A APPORTÉ *THE ENEMY*

Un nouveau regard sur la guerre

Lors des *focus groups*, les élèves nous ont dit que *The Enemy* leur a permis de porter un nouveau regard sur la guerre.

Selon eux, l'expérience leur a fait changer leur perception vis-à-vis des combattants qu'ils considéraient auparavant comme acteurs et responsables des conflits. Les histoires racontées, plus précisément les discours portés par les combattants dans le scénario *The Enemy*, étaient à l'origine de ce changement de point de vue. Ainsi, les combattants devenaient victimes de la guerre.

« De base, moi, je pensais que les enfants de guerre étaient forcés à se battre et qu'ils n'étaient pas aussi traumatisés que ça par la guerre. Et là, on voit bien qu'ils sont vraiment victimes et en même temps, ils sont bourreaux, en fait [...] C'est comme les Espagnols, hein... Par rapport à leur parcours de vie, on peut se dire que ce qu'ils font, ce n'est pas normal. Mais on peut mieux les comprendre. »

« Honnêtement, je les trouve [les combattants] gentils. Parce que ce n'est pas de leur faute, c'est ça le problème. »

Suite à l'expérience, les élèves ont déclaré avoir découvert une nouvelle facette des personnalités des combattants. Ils ont dit avoir décelé une part d'humanité en chacun d'eux. Les élèves ont regroupé dans cette notion d'humanité les valeurs essentielles à l'homme telles que la recherche d'une paix, la quête d'une vie meilleure, la bonté et la famille.

« Ils sont tous pareils, en fait [...] Ils sont tous gentils [...] Ils ont tous une petite part d'humanité en eux. »

« Tout le monde voulait la paix mais à cause du cercle de la violence, ils [les combattants] ne pouvaient pas s'arrêter, en fait. »

« [Malgré la vie dure vécue par les combattants de Salvador], ils veulent une paix quand même. »

« Ils [les combattants] ont presque tous dit que leur source de bonheur principale, c'était de voir leur famille grandir et qu'il voulait que cette guerre, elle s'arrête. »

« Le message que j'ai retenu, c'était qu'il ne faut pas faire la guerre. »

« Il n'y a personne qui veut faire la guerre, en fait [...] Ils voulaient tous étudier [...] Parce qu'à chaque fois qu'ils disaient : "je n'ai fait que", "je n'ai fait que", "je n'ai fait que la primaire" [...] Je pense qu'ils sont dégoûtés de faire la guerre au lieu de travailler [...] Ils sont contraints [...]. »

« Ils veulent que leurs enfants grandissent dans la paix. [Ils veulent] qu'ils fassent des études, qu'ils ne soient pas comme eux. »

« [J'ai retenu] que c'est la famille qui prime pour ces personnes-là. Il n'y en a pas une [personne] qui n'a pas parlé de sa famille. »

« Moi, j'ai retenu ça : l'importance de la famille. Parce qu'on parlait beaucoup de la famille. Et voilà. »

« Pour eux, c'est important la famille. Ils n'ont pas reçu beaucoup d'éducation et du coup, ils font la guerre. Mais, ils souhaiteraient autre chose. »

« Malgré que les gens sont violents, ils ont quand même un cœur, une famille. [J'ai retenu] qu'ils aiment leur famille et leur femme, qu'ils chérissent tous leurs souvenirs avec eux. »

« Ils [les soldats] disent tous les plus beaux moments de leur vie : la naissance de leur fille, leur femme... C'était répétitif [le message]. »

Les élèves ont essayé de comprendre les combattants et se sont mis à leur place. Ils ont tiré des discours des combattants les raisons pour lesquelles ces derniers étaient amenés à faire la guerre. Les élèves ont donc sorti des arguments pour justifier la participation de ces combattants à des conflits comme nous indiquent les extraits d'entretien suivants.

« Il y a toujours une personne derrière quelque chose. Je veux dire, ils sont obligés de se battre pour se protéger, pour se nourrir, pour avoir un toit [...] C'est ça [...] Après, tuer, je suis contre ; mais dans ces circonstances-là, je pense que moi aussi, j'aurais tué. »

« Il [l'un des combattants africains] est forcé aussi à faire la guerre parce qu'il a vu ses parents se faire tuer et après, il doit tuer de la même façon d'autres personnes. »

« L'expérience m'a fait changer de regard vis-à-vis des combattants. Pour moi, ils se battaient parce qu'ils étaient en conflit ; ce n'est pas vraiment faux. Mais ils n'ont pas vraiment le choix aussi. »

« Les gens qui font la guerre ne la font pas forcément que par eux-mêmes. Ils sont forcés. Donc, il y a quand même de l'humanité et que ce sont des gens comme nous. »

« On comprend aussi pourquoi ils sont devenus comme ça [...] C'est à cause des problèmes qu'ils ont vécus et où ils ont grandi. C'est pour ça qu'ils sont devenus comme ça..., tous. Il y en avait un au début [...] le rebeu [...] il avait dit [qu'] il avait vu sa famille mourir et tout. Le Congolais, il avait dit qu'il avait été attrapé jeune. Il a vu sa famille mourir aussi. Il a tué des gens avec des râdeaux et je ne sais plus quoi après [...] Il y avait aussi le Mexicain [...] Il s'est fait battre quand il était petit, il n'a pas vécu le bonheur et tout. »

« [Ils font la guerre parce qu'] ils croient avoir raison, en fait. Ils veulent tous avoir raison. Selon eux, ils ont raison à chaque fois. »

« [Ils sont devenus comme ça à cause de] leur enfance. »

En analysant les discours, nous déduisons que l'expérience *The Enemy* contribue à une prise de conscience des élèves. Certains ont déclaré avoir pris conscience d'une situation de conflit et de ce que vivent les personnes dans une telle situation. D'autres se sont projetés, ont mis en parallèle les histoires de *The Enemy* avec leur quotidien et nous ont déclaré avoir une chance de vivre dans des zones hors conflit.

« C'est un message dur. On peut prendre conscience de ce que vivent certaines personnes tous les jours : la peur de la mort, la peur que leur famille meure [...] Tout ça, c'est dur, quoi !!! »

« Et c'est comme nous, en fait [les combattants sont comme nous]. Là, on [en tant qu'élève] regrette les cours et tout... On était forcé de travailler et là, je me rends compte qu'on a quand même une chance de travailler, en fait [...] la chance d'étudier au lieu de faire la guerre. »

« J'ai retenu que finalement, nous, les Français et les Européens, on est bien dans une bonne situation. Franchement, on est bien, hein ! [...] rires... Je me suis dit : "ben, franchement, heureusement, on n'est pas dans ce genre de conflit". Parce que eux, il y en a qui ont arrêté l'école en primaire. Donc, ils savent à peine lire, à peine écrire.

Ils savent à peine s'occuper d'eux, en fait.
Nous, franchement, on est bien loti. Voilà !! »

Nous avons constaté que malgré ces nouveaux regards portés sur les combattants, les élèves se sont posés tout de même des questions sur les motivations qui poussent ces combattants à continuer la guerre. Ils ont pointé le paradoxe existant chez les combattants entre la recherche d'une paix et la participation à une guerre. Un des élèves rencontrés a insisté sur la part de responsabilité des combattants dans les différents conflits.

« Après, [l'histoire racontée], c'est paradoxal aussi, hein. Parce qu'ils veulent une paix mais continuer la guerre entre eux. Ce n'est pas cohérent, en fait, on va dire. Ils [les deux soldats] veulent tous les deux que leurs enfants aient une vie plus saine par rapport à la leur mais au lieu de régler vraiment le problème sans avoir spécifiquement une guerre, ils rejettent la responsabilité aux autres. Ils se tirent dessus. »

« Moi, ce qui m'a étonné, c'était surtout les deux Espagnols. C'était quasiment la même histoire pour tous les deux, en fait. Ils avaient beaucoup de points communs. Ça avait vraiment l'air paradoxal parce qu'ils avaient quasiment la même histoire et ils continuent de faire la guerre [...]. »

« Les mêmes personnes [les combattants] vivent la même situation. Ils veulent tous la paix et ils vivent tous la guerre de la même façon, en fait [...] Ils se rejettent à chaque fois les responsabilités entre eux mais au final, ils sont tous responsables de ce qui se passe. Il y en a certains qui ont pris conscience comme les Espagnols. »

Un sentiment d'apprentissage en autonomie

Grâce à l'expérience *The Enemy*, les élèves nous ont confié avoir appris sur la guerre et avoir découvert les lieux cités dans l'application.

« Non, juste que c'était une belle expérience. Ça a été intéressant qu'on a appris beaucoup de choses [...] franchement, j'aurais jamais appris ça, en fait, dans ma vie [...] Voilà. Un Palestinien ne viendra jamais me dire "Eh, écoute, c'était la guerre et ça s'est passé comme ça !", quoi ! Voilà. »

« Moi, je ne connaissais pas du tout Salvador. [Grâce à *The Enemy*, j'ai pris connaissance de l'existence de ce pays] »

« Moi, je ne connais pas l'Afrique. [Grâce à *The Enemy*, j'ai pris connaissance du Congo]. »

« [J'ai retenu] Palestine, la république de Salvador et le Congo. »

Selon les élèves, la réalité virtuelle donne également le sentiment de vivre le cours avec une meilleure concentration. Avec une telle technologie, ils

considèrent pouvoir progresser à leur rythme tout en étant autonomes. Ce sentiment de concentration, accentué par la présence possible de la personne grâce à la réalité virtuelle, leur a donné l'impression d'apprendre davantage de choses sur le sujet. Ce sentiment de proximité avec la personne qui raconte son histoire a davantage motivé les élèves à comprendre et à apprendre l'histoire de celle-ci. De ce fait, ils ont pensé que la réalité virtuelle peut venir se substituer à l'enseignant notamment lorsque celui-ci est absent.

« Honnêtement, on a beaucoup appris aujourd'hui [...] Je veux dire, même si l'élève ne suit pas vraiment en cours, s'il aurait participé à ce genre de choses, je suis sûre à 100 % qu'il aurait retenu beaucoup de choses. »

« Ça serait bien, par exemple, [d'utiliser la réalité virtuelle] quand le prof n'est pas là et qu'il a déjà son cours programmé. Il nous met dans cette salle et on fait le cours sans prof. Il sera intéressant de faire ça [...] Parce que franchement, soit on se concentre sur ce que dit le prof, soit on se concentre sur ce que dit l'application. Et du coup, on ne peut pas faire les deux. »

« [En utilisant la réalité virtuelle dans un cadre pédagogique], les élèves, ils auront l'impression qu'on vit le cours, en fait. C'est ça [...] Comme ça, les élèves, ils auront envie d'apprendre. Parce que quand le prof, il donne un cours et des documents en disant démerdez-vous là, on n'a pas envie d'apprendre. »

« Déjà on retient plus ça que les cours..., parce que en cours je ne vais pas vous le cacher quand c'est des cours où je ne m'intéresse pas forcément bien je vais dormir, je dis la vérité, alors que là déjà ça nous oblige à rester debout et puis c'est plus captivant, enfin on s'y intéresse plus. »

« Oui c'est vrai [on retient plus ça que les cours] » « on est tout seul en fait, les autres ils ne vont pas venir nous sortir du cours. »

Dans *The Enemy*, le déplacement physique de l'utilisateur déclenche le scénario et le discours des combattants. Par rapport à cette situation, les élèves se sont sentis décisionnaires. Ils ont trouvé intéressant le fait de chercher eux-mêmes l'information. Ainsi, ils ont recommandé le même dispositif aux élèves en déperdition pour les motiver à apprendre et pour les encourager.

« Les élèves, j'en suis sûr qu'ils vont être attirés par les casques et si on met ça dans une classe, ça va [être bien]... Par exemple, en troisième, je connais des personnes qui avaient marre de cours qui ont arrêté et que si on leur a dit qu'il y aurait de la réalité virtuelle, ils seraient juste venus pour voir comment c'est. »

Plus d'interaction et d'immersion par rapport à un film

Nous avons demandé aux élèves de comparer l'expérience de réalité virtuelle vécue à celle qu'ils peuvent vivre avec un film.

Les élèves ont donc partagé l'idée que la réalité virtuelle leur a donné la sensation que le combattant avec qui ils échangeaient était juste devant eux, à leurs côtés. Les élèves nous ont parlé naturellement de sensation d'immersion plus importante que lorsqu'ils visionnent un film. Selon eux, la perception de l'environnement à 360° accentue cet effet d'immersion.

« Moi, en fait, je ne sais pas comment le dire. Ce n'est pas pareil qu'à la télé, en fait. C'est comme s'il y avait une vraie personne en face de moi (...). Donc, ce n'est pas pareil. »

« Ça [l'expérience] change énormément d'un film à la maison (...). On est beaucoup plus immergé. »

« Mais, c'est beaucoup mieux que regarder la télé quand on est imprégné. On est dedans et ça devient beaucoup plus intéressant. »

« Quand tu regardes la télé, ce n'est que des images fixes (...) alors que là, t'avais le casque et tout... 360°... »

A contrario, un élève a évoqué que l'expérience vécue est comparable à celle qu'il vivait quand il regarde un film chez lui. En effet, il s'est senti spectateur, position qu'il aurait quand il regarde un film.

« Pour moi, il n'y a pas beaucoup de différences entre regarder un film chez soi et vivre l'expérience de réalité virtuelle comme tout à l'heure. Sachant que dans un reportage, il y a un interviewer, celui qui répond et nous, on regarde. C'était pareil. »

Ces retours interrogent donc l'importance du sentiment d'immersion et d'interaction que nous avons précédemment évoqué.

Plus d'implication avec le déplacement physique

Nous avons énoncé précédemment que des élèves nous ont confié avoir déjà tenté la réalité virtuelle auparavant. Lors des *focus groups*, nous avons donc trouvé pertinent de leur demander de comparer leur expérience précédente avec celle de *The Enemy*.

Selon les élèves, l'avantage qui en ressort par rapport aux expériences antérieures est le fait de pouvoir se déplacer. Ce sentiment de participation, à travers le déplacement physique, donne une impression d'immersion plus marquée et éveille la curiosité des élèves.

« ... quand on pense à la réalité virtuelle, on ne pense pas en premier lieu à ça [expérience *The Enemy*]. On pense à plus d'action, à plus d'histoire. Et là [avec *The Enemy*], on rentre dans une histoire où on a l'impression, notamment grâce au fait qu'on se déplace, qu'on est à l'intérieur, en fait. »

« Je trouve que c'est vraiment une expérience différente de la réalité virtuelle qu'on retrouve dans le jeu et qu'on connaît avec le jeu. »

« Dans ce que j'avais essayé on ne pouvait pas se déplacer c'est directement dans le jeu alors que là on pouvait se déplacer c'était mieux on était plus dedans en fait [avec le fait de pouvoir se déplacer]. »

Cependant, l'apport de *The Enemy* a été limité pour certains élèves qui trouvent un manque de confort dans l'expérience comparé à une expérience de réalité virtuelle qu'ils font chez eux. Chez eux, ils peuvent être assis ou même allongés. De plus, d'autres élèves ont évoqué une absence de paysages dans l'environnement tandis que dans leurs expériences précédentes, l'accent était mis sur les paysages plus que sur le contenu. Selon certains élèves, l'environnement de *The Enemy* est moins attrayant.

« Là, il n'y avait pas de confort (...) Quand on regarde la télé, on est assis ou allongé alors que là, on est debout avec un sac sur le dos et du coup, ce n'est pas la même chose. »

« Dans le moins moi je dirais les paysages il n'y a pas assez de paysages. »

Pour conclure, l'expérience immersive *The Enemy* est, pour une grande partie des élèves, une expérience dans laquelle ils se sont sentis acteurs grâce à l'implication physique (le déplacement) et de ce fait davantage en immersion. Or, d'autres élèves ont évoqué un manque de confort et un manque de graphisme au niveau des paysages (volontairement absents dans *The Enemy*) ; ce qui aurait limité leur motivation et leur immersion.

INTÉGRATION DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LES CLASSES

Rappelons que le sujet de notre étude est l'exploration de la réalité virtuelle et sa mise en place dans les classes. Les principaux futurs utilisateurs de ce type de dispositif, s'il est adopté en classe, seront les élèves. Il nous a donc été indispensable de leur demander un maximum d'informations et de points de vue à ce sujet.

Nous avons orienté les échanges sur les apports possibles de la réalité virtuelle en classe et sur l'exploitation possible de cette technologie dans le cadre scolaire en lien avec les disciplines enseignées. Nous avons également demandé des suggestions aux élèves pour intégrer la réalité virtuelle en classe.

DANS QUELLES MATIÈRES EST-IL POSSIBLE D'INTÉGRER LA RÉALITÉ VIRTUELLE ?

Nous avons demandé aux élèves dans quelles matières ils projettent l'utilisation de la réalité virtuelle. Sans trop d'hésitation, les élèves ont envisagé de proposer la réalité virtuelle plutôt en histoire et/ou en français. En effet, l'expérience *The Enemy* se rapproche, selon les élèves, d'un cours d'histoire ou de français. Les élèves voient donc avec la réalité virtuelle une possibilité, par exemple, d'échanger avec des philosophes.

« En français si on parle d'un écrivain genre il vient il nous raconte comment ça s'est passé et tout même en histoire les personnes célèbres ils viennent et carrément ils parlent de leur vie. »

« Histoire, français, physique chimie » « [en français] pareil pour les auteurs, les philosophes » « [les maladies] oui puis même ils nous montrent l'intérieur, pour les études supérieures, voir les opérations » « ça serait marrant [de voir l'intérieur du corps]..., voir les séquences d'ADN » « dans toutes les matières on pourrait l'utiliser. »

« Français » « si [en français] car on parle de la guerre » « oui par exemple Voltaire il vient il nous raconte son histoire » « histoire sur les conflits. »

« non pas français » « on parle de la guerre [en français] mais ce n'est pas le sujet, les choses qui se sont passées pendant la guerre » « je ne suis pas d'accord avec toi [pour le français] » « histoire et un peu de géographie » « [je rattache ça] à l'histoire parce que en histoire tu traites de la guerre alors que en français on va parler par exemple de Voltaire

on va dire il a fait cela pendant la guerre mais on ne va pas rentrer dans le sujet de la guerre. »

« Ça serait bien si Voltaire, il pourrait venir nous faire cours [...] Par exemple, [s'il peut être] à la place du professeur, puisqu'on n'aime pas toujours les professeurs [rires] [...] Par exemple, en histoire, Louis XIV, qu'il vienne nous expliquer ce qu'il a fait, ce qui lui est arrivé, sa vie [...] C'est plus intéressant de recevoir l'histoire de quelqu'un qui l'a vécu que du prof qui fait juste son cours, quoi !! »

De même, les élèves ont proposé d'intégrer la réalité virtuelle en classe de physique-chimie afin de leur permettre de pouvoir participer à des simulations d'expérimentations dangereuses qu'ils ne peuvent pas faire habituellement en classe pour des raisons de sécurité, mais qui leur semblent intéressantes à voir. En sciences, ils ont également proposé un scénario de réalité virtuelle basé sur la santé pour expliquer de manière plus concrète une maladie et les symptômes qu'elle peut engendrer.

« Vous voyez en physique chimie, on ne peut pas faire beaucoup d'expériences parce qu'il y a beaucoup d'objets dangereux et tout... Je suis sûr qu'il y a des expériences que nous, on ne peut pas faire même si on a des gants et tout ça... Du coup, [il est possible avec la réalité virtuelle de] nous montrer les expériences. »

« En sciences, pour les explications des maladies..., ils nous ramènent quelqu'un de malade puis il nous raconte comment c'est fait » « oui carrément le corps où ils dissocient les trucs qu'il y a dedans et tout » « ce serait bien pour faire des manipulations [en physique chimie] que l'on ne pourrait pas faire en vrai quand c'est dangereux ou quoi que ce soit parce qu'il y a des risques comme ça s'il y a un problème, si ça explose. »

Selon les élèves, la réalité virtuelle peut également être utilisée en sport. Ils nous ont principalement parlé de leur cours d'acrosport durant lequel ils doivent refaire des figures qui leur sont présentées sur papier. Les élèves pensent que le fait de pouvoir voir la figure en 3D, de pouvoir tourner autour leur permettrait, au-delà du côté ludique, de mieux la reproduire.

« [On peut aussi exploiter cette technologie] en sport, en « acrosport » par exemple... genre, on peut visualiser une personne en train de faire la figure... On tourne autour [de la personne], on regarde et tout... et après, on fait. »

QUELLES MODALITÉS POUR UN USAGE RÉUSSI EN CLASSE ?

Nous avons échangé avec les élèves au sujet de la forme de présentation que pourrait prendre la réalité virtuelle pour pouvoir s'intégrer en classe.

Dans le cadre d'usage en classe, les élèves ont donc proposé d'intégrer la réalité virtuelle en petits apartés de quelques minutes qui viendraient compléter de manière concrète un ou des éléments du cours plus théorique. En ce sens, il semblerait possible de proposer cette technologie comme le fait actuellement l'enseignant quand il leur propose de courtes vidéos explicatives, qui, selon les élèves, leur permettent d'être plus captivés.

Il est tout de même important de souligner la condition proposée par les élèves pour réussir la mise en œuvre de la réalité virtuelle dans les classes. Ils conseillent d'intégrer la réalité virtuelle de manière interactive, avec des séances où ils devraient être acteurs et non seulement spectateurs.

« Ça sera envisageable [d'utiliser la réalité virtuelle en classe] si on fait des petits apartés... comme des petites vidéos, des petits exemples... et qu'on nous mette le casque pendant quelques minutes. »

« Pour moi, ça serait possible [d'utiliser la réalité virtuelle dans le cours] mais [...] je ne pense pas qu'en cours, on ait le temps, par exemple de passer 20 minutes sur un document [...] Mais après, c'est sûr, ce sera plus ludique. »

« Ça [la réalité virtuelle] peut apporter quelque chose. Après, ça dépend de comment c'est fait. Par exemple, si on ne trouve pas d'interactions et ben, l'élève, il n'accrochera pas. Par exemple, si c'est comme *The Enemy*, ça sera très bien mais il ne faudra pas, par exemple, refaire le schéma sur toutes les matières. Il faudra vraiment viser quelque chose de précis parce qu'après, on pourra se lasser. »

« Il ne faut pas faire ça [la réalité virtuelle] pendant 1 h de cours, hein !!! [...] [L'idéal, ça serait] pendant 15-20 min. Parce que sinon, le prof, il ne sert plus à rien et autant mettre du casque, on arrive en cours, on s'assoit et on regarde [...] 20 minutes de casque et après, on débat et on discute de ce qu'on a vu et de ce qu'on a compris. Le cours va se faire là-dessus. La compréhension va être plus rapide, on va dire. »

« Par exemple, ils font un spectacle avec un artiste mort, du genre Michael Jackson, Claude François et tout ça [...] C'est pareil. Tu les vois, ce n'est pas eux mais tu peux voir quand même leur hologramme. Et ce que je veux dire, tu peux faire l'hologramme de Voltaire. Il y a plein de photos de lui [Voltaire]. Ils [les codeurs] peuvent les coder pour créer une [expérience] comme ça. »

Une autre condition évoquée par les élèves concerne l'environnement qui devrait refléter davantage le contexte dans lequel est plongé l'utilisateur. Les élèves, prenant en exemple l'expérience *The Enemy*, ont souligné que les décors visuels virtuels devront refléter le réel. Selon eux, l'idée est de pouvoir projeter l'utilisateur pour qu'il retienne mieux les événements. De plus, la monotonie de l'environnement rend, selon leurs dires, l'expérience ennuyeuse. Pour casser cette monotonie, les élèves ont proposé un environnement visuel changeant en fonction du sujet traité.

« [Pour la réussite du projet *The Enemy*], je propose d'améliorer le décor [...] Un mur, c'est ok car j'ai compris que c'était important pour ne pas qu'on aille trop loin, voilà [...] Mais il faut améliorer le décor. Par exemple, avec les Africains, [il faut] mettre des photos ou des images, une ambiance pour vraiment nous capter dans le truc, en fait. »

« Moi, j'aurais dit... euh... [il faut changer] l'environnement [de *The Enemy*]. Moi, je trouvais que c'était un peu ennuyeux. C'était trop blanc, on avait l'impression qu'on nous avait mis dans une salle, allez, débrouillez-vous [...] Pour rendre plus réaliste [l'environnement], [il faut peut-être mettre] des chaises, des tables... »

« Moi, je pense que ça aurait été mieux si... on était dans leur environnement [de guerre], en fait [...] Ouais, voilà ! Genre dans la forêt, ou dans les ruines... [...] Parce que le décor tout à l'heure [de *The Enemy*], ça nous rappelle [...] une salle de classe ou un musée [...] Ou les deux, en fait [...] Il est trop banal... par rapport à l'histoire qu'on est en train d'entendre. C'est trop... correct, on va dire. C'est pas assez [pour nous projeter dans l'environnement réel]. »

« C'est plutôt le décor [qu'il faut améliorer], parce que je le trouve un peu ennuyeux, c'est tout. Si le décor, c'est un peu plus fun ou... voilà, comme il disait, on se promène directement dans l'endroit, par exemple, on parlait de la Palestine, pourquoi pas, on nous projette dans la Palestine [...] Pourquoi pas, oui [dans une scène de guerre], mais... Voilà, quoi. Après, oui, si c'est faisable, pourquoi pas... C'est génial. »

C O N C L U S I O N

4

L'objectif de cette étude a été de recueillir le ressenti des 23 élèves de première S du lycée Germaine Tillion du Bourget venus le 1^{er} décembre 2016 à la Cité des Sciences de Paris pour tester l'expérience immersive de réalité virtuelle *The Enemy*.

L'organisation de cette journée s'est déroulée en trois phases : une première phase d'entretien collectif d'une heure avec l'ensemble des élèves précédant la seconde phase d'une heure de test de l'expérience immersive de réalité virtuelle *The Enemy* et enfin, une troisième phase de *focus groups* de 45 minutes.

L'expérience immersive a invité les élèves à se déplacer au milieu des face-à-face de combattants des conflits intergénérationnels. Durant la phase de *focus groups*, nous les avons interrogés sur deux sujets : leurs ressentis lors de l'expérience et leurs opinions quant à l'usage de ce type de dispositif dans les classes.

Lors de leur arrivée sur le lieu, les élèves ont été enthousiastes et impatientes de vivre une telle expérience. Ils ont partagé avec nous leurs appréhensions de départ avec une forte envie de vivre l'expérience ensemble, de pouvoir se voir, se parler et vivre la même chose. Certains élèves ont vécu auparavant des expériences avec d'autres applications de réalité virtuelle.

L'expérience des élèves a été marquée, dans un premier temps, par un moment de découverte de *The Enemy*. À ce moment, les élèves ont accordé beaucoup plus d'attention au décor et à l'environnement virtuel qu'à l'histoire racontée. Une fois ce moment de découverte passé, les élèves ont été attentifs à l'histoire et aux contenus des échanges entre le reporter de guerre et les combattants. Les élèves ont été sensibles aux discours des combattants lorsque ces derniers parlaient des sujets relevant de leur vie personnelle : leurs histoires, les violences qu'ils ont subies, leur perception du conflit, leur vision du futur, l'attachement qu'ils ont avec leur famille. Ces discours ont provoqué chez les élèves un changement de point de vue sur les combattants et sur la guerre. Les élèves ont découvert chez les combattants une part d'humanité : la recherche d'une paix, la quête d'une vie meilleure, la bonté et la famille. Ils se sont projetés dans leur discours, se sont mis à leur place, ont essayé de les comprendre et ont tenu à leur tour, à la fin de l'expérience, des propos pouvant aller jusqu'à la justification de la participation de ces combattants aux conflits. *The Enemy* a entraîné chez les élèves une prise de conscience. D'une part, l'expérience leur a permis de se rendre compte de ce que vivent les personnes dans une situation de conflit. D'autre part, ils ont mesuré leur chance de vivre dans des zones hors conflit.

Durant l'expérience, sur le plan du matériel, les élèves ont trouvé que le sac à dos était trop lourd et que les lunettes étaient trop serrées. Ces désagréments ont semblé rallonger l'expérience pour certains élèves. Les élèves ont également évoqué des dysfonctionnements visuels des images parfois floues et un texte pas toujours visible (car écrit trop petit). De même, les élèves ont regretté le niveau sonore assez bas de la voix du traducteur qui était cachée par la voix du combattant et qui ne facilitait pas la compréhension de discours.

The Enemy a été une expérience réussie pour les élèves. En comparant l'expérience vécue avec leurs pratiques antérieures, ils ont trouvé dans *The Enemy* une nouvelle sensation d'être au plus près des personnages et un sentiment d'être immergé dans un autre environnement, différent de la réalité. Ils ont déclaré ne pas retrouver les mêmes sentiments lorsqu'ils regardent un film. Le sentiment d'immersion a été partagé par tous les élèves même s'il a été considéré seulement comme partiel chez certains qui n'arrivaient pas à se déconnecter totalement de la réalité à cause des facteurs perturbants identifiés comme le bruit extérieur, la peur de rencontrer des obstacles extérieurs sur le passage (mur, obstacle sur le sol), le décor et l'environnement virtuel (mur blanc, dialogue avec les combattants adverses dans une même salle...) parfois jugés décalés de la réalité.

Les élèves ont mis l'accent sur l'importance d'être acteurs pour avoir un sentiment d'immersion plus important. Lorsqu'ils ont comparé *The Enemy* à une expérience déjà vécue, ils ont déclaré avoir apprécié le déplacement et le fait d'être décisionnaires de la continuité de l'expérience. Pour eux, ces possibilités constituent un avantage important de *The Enemy* par rapport aux expériences qu'ils ont vécues précédemment dans lesquelles ils étaient spectateurs d'un scénario. Cependant, habitués à un environnement visuel attractif, très coloré et détaillé dans leurs précédentes expériences, les élèves ont souligné le manque de décor dans *The Enemy*. Cette neutralité de l'environnement visuel est un choix volontaire de la part du réalisateur.

À l'issue de l'expérience, les élèves ont éprouvé du stress, de la tristesse et de la compassion par rapport aux histoires racontées. À ces sentiments s'ajoute la joie d'avoir testé un nouvel objet, de pouvoir tester dans un univers virtuel ce qui est impossible à faire dans le réel, de se comporter pendant le test autrement que d'ordinaire et enfin de mesurer la limite technique de la réalité virtuelle, et en particulier *The Enemy*.

Les élèves ont décrit *The Enemy* comme une visite d'un musée ou comme un reportage. Ils ont apprécié le réalisme de l'expérience, c'est-à-dire la reproduction des personnages et des différents objets insérés dans l'environnement virtuel ainsi que la cohérence entre le discours des combattants et leurs gestes. Selon leurs dires, l'expérience leur a permis d'apprendre sur la guerre et prendre connaissance de l'existence des lieux qui leur étaient auparavant inconnus.

Pour envisager un usage de la réalité virtuelle en classe, les élèves ont proposé des scénarios leur permettant d'être acteurs et d'être décisionnaires de leurs apprentissages. Pour captiver leur attention, il est important, selon eux, de rendre l'environnement visuel attractif pour être davantage immergé dans le scénario. Ils ont pensé que la réalité virtuelle pourrait apporter une motivation et une concentration importante en classe.



LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Canopé

1, avenue du Futuroscope
Bâtiment @4
Téléport 1 – CS 80158
86961 FUTUROSCOPE Cedex

Établissement public national
à caractère administratif
régis par les articles D314-70
et suivants du Code
de l'éducation

Siret : 180 043 010 014 85
© Réseau Canopé, 2017



Cahier d'expériences : la réalité virtuelle dans les classes

CAHIER D'EXPÉRIENCES : LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS LES CLASSES

Document recueilli
par le Groupe de Travail GNum7
« Immersion et Virtualité »
Juin 2018

INTRODUCTION	5
1. USAGE PÉDAGOGIQUE DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE EN COURS DE FRANÇAIS	7
2. LA CELLULE, UNITÉ DU VIVANT	17
3. RÉALITÉ VIRTUELLE EN BASKET-BALL	25
4. RÉALITÉ IMMERGÉE DANS LE CADRE DU CONCOURS BATISSIEL	35
5. PARCOURS AVENIR ET RÉALITÉ VIRTUELLE	43
6. ÉTUDE D'USAGE. RETOURS DES ÉLÈVES SUR UNE EXPÉRIENCE IMMERSIVE DE RÉALITÉ VIRTUELLE : CAS DE <i>THE ENEMY</i>	51
7. LITTÉRATURE ET RÉALITÉ VIRTUELLE : FATOU RAMA	61
8. RÉALISATION D'UN SALON DES MÉTIERS EN RÉALITÉ VIRTUELLE	67
9. GÉOMÉTRIE DANS L'ESPACE DANS UN ENVIRONNEMENT IMMERSIF DE RÉALITÉ VIRTUELLE	73

Depuis 2016, dans le cadre de la mission d'incubation de la Direction du numérique pour l'Éducation, le groupe de travail GTnum 7 « Immersion numérique et virtualité » a mené des travaux sur les usages de la réalité virtuelle dans l'Éducation. Plusieurs actions ont été conduites sur ce sujet : des bulletins de veille, un état de l'art, des webinaires, un recensement des expériences de réalité virtuelle dans les classes françaises, une enquête sur les usages de la réalité virtuelle dans les classes, et des études liées aux usages de la réalité virtuelle à visée éducative. En décembre 2017, un questionnaire a été lancé auprès des enseignants français. Celui-ci avait pour but de recenser les usages de la réalité virtuelle, de la réalité augmentée et de la vidéo 360 en classe. En réponse à ce questionnaire, nous avons recueilli 68 réponses d'enseignants ayant utilisé une ou plusieurs de ces techniques immersives. Parmi ces 68 enseignants, 8 ont répondu favorablement à notre appel à participation au sujet d'un partage de leurs expériences auprès de leurs pairs.

Ce cahier d'expériences est un document compilant les expériences de réalité virtuelle à finalité éducative menées par ces 8 enseignants avec leurs élèves. Il s'adresse à toute personne intéressée par les usages de la réalité virtuelle dans le cadre éducatif en fournissant le maximum d'informations sur les activités menées : le choix du projet, les matériels utilisés, les objectifs pédagogiques, la préparation de l'activité, le contexte d'usages, le déroulement de l'activité et les points de vigilance.

L'objectif du cahier d'expériences est de partager une vision détaillée de l'expérience que chaque enseignant a vécue avec ses élèves en vue de tirer des enseignements. Il servira de document d'information aux enseignants qui souhaiteront mettre en place des activités basées sur les usages de la réalité virtuelle dans le cadre de leur enseignement. Ne s'agissant ni d'un scénario pédagogique, ni d'un parcours M@gister, ce document a pour simple vocation d'informer ces enseignants en leur faisant part des retours d'expériences de leurs pairs. Ce cahier d'expériences n'a donc aucune vocation normative ou modélisante.

Les questions posées dans ce cahier d'expériences ont été conçues, validées et finalisées de manière collaborative par les membres du GTnum 7. Afin de garder une cohérence dans les réponses recueillies, elles ont été posées de la même manière à tous les enseignants participants.

Nous exprimons nos sincères remerciements à ces enseignants pour leur partage d'expériences et pour leur contribution à la réalisation de ce cahier d'expériences. Nous remercions également chaque membre du groupe de travail d'avoir échangé avec ces enseignants et d'avoir recueilli leurs propos.

U	S	A	G	E		
P	É	D	A	-		
G	O	G	I	Q	U	E

de la réalité virtuelle en cours de français

1

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Usage pédagogique de la réalité virtuelle en cours de français

Classes concernées : 5^e et 4^e

Cycles (2, 3, 4, lycée) : Cycle 4

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) :

- S'exprimer à l'écrit et à l'oral.
- Lire et comprendre l'écrit.
- Comprendre des énoncés oraux.
- Exploiter les ressources de la langue.

Discipline ou enseignement transversal concerné : Lettres modernes

Éléments de programme abordés :

- La description d'un lieu.
- L'écriture d'une lettre.
- L'enrichissement du vocabulaire spécifique.

Compétences associées (programme) :

- Maîtriser des outils.
- Coopérer/collaborer.
- Prendre des initiatives.
- Développer l'imaginaire.

Attendus de fin de cycle :

- Observer attentivement un lieu.
- Comparer un point de vue interne et un point de vue externe.
- Comprendre des discours oraux élaborés (récit, émission documentaire).
- Produire une intervention orale (exposé des résultats d'une recherche, défense argumentée d'un point de vue).
- Interagir dans un débat de manière constructive et en respectant la parole de l'autre.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 50

Date ou période de l'expérience : Année scolaire 2017-2018

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Marie Soulié

Discipline enseignée : Lettres modernes

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 25

Établissement scolaire : Collège Daniel-Argote, Orthez (Pyrénées-Atlantiques)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériels de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

Matériels	Quantité
Appareil photo 360°	1
Cardboard	20
iPod Touch 5 ^e génération	20

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

Les matériels que j'ai utilisés avec mes élèves appartenait à mon établissement (achat sur fonds propres).

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Dans mon collège, on avait déjà en notre possession ces matériels. Le choix de ces matériels était partagé avec les collègues de mon établissement. Ce sont des outils dont l'interface est simple d'utilisation et intuitive. Pour moi, en particulier, j'ai l'habitude d'utiliser l'iPod Touch. Je connais cet outil car je possède un iPhone et un iPad. Donc, les collègues ont choisi ce matériel-là parce qu'on a l'habitude de travailler avec ces équipements et on a été doté.

Concernant le *cardboard*, comme il s'agit de carton, son coût me paraît abordable. Il existe maintenant des lunettes de réalité virtuelle qui sont plus perfectionnées mais pour faire une visite en réalité virtuelle, le format en carton est, pour moi, largement suffisant. On a donc opté pour la version basique de *cardboard*, c'est-à-dire les lunettes en carton qu'on retrouve facilement sur les sites internet. Pour l'usage que j'en ai eu et le peu de temps qu'on passe dessus (une activité qui dure 5 à 10 minutes dans un cours), le format en carton me suffit largement. Je n'avais pas besoin de passer des heures avec les lunettes à observer des choses fines.

En plus, les lunettes en carton ne sont pas fragiles en cas de chute lors de l'utilisation. La manipulation des *cardboards* est donc sans risque avec les élèves.

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

Google Expéditions : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.vr.expeditions&hl=fr>

Thinglink 360° : <http://demo.thinglink.com/vr-edu>

Google Earth : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.earth>

Google Street View : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.street>

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

Ces applications permettent la création de visites immergées en 360, le visionnage d'images et de vidéos en réalité virtuelle.

Quel(s) est/sont le/les élément(s) qui a/ont motivé ce choix ?

Depuis plus de 10 ans, je fais régulièrement une veille personnelle sur les nouveautés technologiques. Je suis ce qui se fait autour du numérique et dans les réseaux sociaux. Je teste les nouvelles applications, je regarde si celles-ci ont un intérêt pédagogique et je vérifie si je peux les insérer dans mon cours. Dès que je teste quelque chose, je publie. Je reçois ensuite des retours de la part des collègues car ils font également des tests. Je procède ainsi pour choisir les ressources que je vais utiliser.

Les applications que j'ai choisies sont gratuites et multiplateformes. Les mises à jour et enrichissements se font régulièrement.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Pour cette activité, j'ai choisi la réalité virtuelle parce qu'elle propose une réelle plus-value par rapport aux manuels, aux films ou aux vidéos. Elle offre une immersion totale de l'élève dans le sujet. Cette immersion déclenche l'imaginaire de l'élève et permet que celui-ci prenne conscience des dimensions d'un lieu, de son ampleur, des détails le constituant et de ses atmosphères. Ces éléments vont enthousiasmer, surprendre et quelquefois déranger l'élève. Ils vont provoquer chez lui un effet de surprise. Et c'est ce que je recherche !

J'ai trouvé également que la réalité virtuelle plonge l'élève dans un effet de réel. Cette technologie, contrairement à la vidéo ou à l'image, intègre l'élève comme un sujet faisant partie de l'environnement virtuel qu'il visualise. Quand l'élève lit une vidéo, une image ou un texte dans un manuel, il est en regard externe (c'est-à-dire à la troisième personne) alors qu'avec la réalité virtuelle, il est à la première personne – au cœur de la réalité. C'est ce déplacement d'angle de vue qu'apporte la réalité virtuelle et qui crée

chez l'élève une émotion beaucoup plus forte que celle qu'il pourrait ressentir avec les autres supports (texte, image, vidéo). Si nous filmions une classe équipée de lunettes avec des élèves qui sont en train de visiter les jardins de Versailles, nous allons constater qu'ils vont avoir envie de toucher, de se lever, de se déplacer, qu'ils seront immergés dans le lieu et qu'ils se sentiront acteurs de cet environnement. C'est cette émotion-là qui est intéressante car avec la réalité virtuelle, on n'a pas la même sensation que dans la lecture d'un livre.

Dans l'apprentissage d'une matière littéraire, on a besoin de développer la créativité des élèves. Par la réalité virtuelle, j'ai donc trouvé un nouveau média qui me permettait de stimuler cette créativité, d'établir un lien entre les lieux actuels et les scènes du passé, et de faire l'entrée dans l'activité d'écriture.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seule, accompagnée, documentée... à préciser)

L'avez-vous testée avant ?

J'ai préparé seule l'activité. Dans un premier temps, j'ai réfléchi sur la production en définissant mes objectifs pédagogiques, les compétences que je vise (compétences d'écriture, compétences linguistiques, compétences d'oralité ou de lecture) et mon scénario. Par exemple, dans une des activités, je voulais que les élèves écrivent une lettre sur Madame de Sévigné. Cette réflexion était mon point de départ. Ensuite, je me suis souvenue que j'avais vu dans une expédition une visite sur Versailles qui pourrait rentrer dans mon scénario de départ. Mon idée était ainsi de proposer une visite virtuelle à mes élèves au lieu de leur montrer une photo classique.

La préparation s'est déroulée en me déplaçant sur place (Londres et Versailles) pour créer la visite virtuelle, capturer les images des sites dans leur réalité actuelle.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

3 points m'ont marquée lors de ma préparation : la facilité d'utilisation des outils mobilisés, la rapidité d'accès aux ressources et l'intuitivité pour la création des visites virtuelles.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe).

En classe.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagnée par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Non.

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

L'activité a été menée dans les séances des séquences concernées.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

SCÉNARIO 1 : VERSAILLES

Visite virtuelle des jardins, dans le cadre de l'écriture d'une lettre à Madame de Sévigné.



Madame de Sévigné

Mme de Sévigné fait ici la gazette de la Cour de Versailles dans une lettre adressée à Gontaut, début 1683. Elle écrit à propos des "soirées d'appartement" :

"Ce qui plaît souverainement, c'est de vivre quatre heures entières avec le souverain, être dans ses plaisirs et lui dans les nôtres. C'est assez pour

contenter tout un royaume qui aime passionnément à voir son maître. Je ne sais à qui cette pensée est venue, mais Dieu la bénisse, cette personne !"

La princesse Palatine, dite "Madame"

"Le roi avoue lui-même qu'il y a des fautes dans l'architecture de Versailles. Cela vient de ce que, dans le principe, il ne voulait pas y bâtir un si vaste palais, mais seulement faire agrandir un petit château qui s'y trouvait. Par la suite, l'endroit a plu au roi : mais il ne pouvait y résider, vu l'insuffisance du logement. Alors, au lieu de faire abattre entièrement le petit château et d'en construire un grand sur un dessin nouveau, il a, pour sauver l'ancien château, fait élever des constructions tout autour, le recouvrant, pour ainsi dire, d'un beau manteau, et cela a tout gâté." (lettre du 5 novembre 1699).

Gâté ? Voire ! ce qui est certain, c'est que Louis XIV était attaché à la mémoire de son père Louis XIII qui avait fait construire un petit pavillon de chasse, un "château de cartes", dit Saint-Simon

- Lisez attentivement la lettre de Madame de Sévigné. Prouvez qu'il s'agit bien d'un point de vue interne.
- Mettez les lunettes *cardboard* et visitez le château de Versailles dans Google Expéditions. Portez un regard extérieur sur ce que vous voyez et décrivez les lieux objectivement.
- En quoi votre regard diffère-t-il de celui de Madame de Sévigné ? Expliquez.

SCÉNARIO 2 : HARRY POTTER

- Visionnez la visite virtuelle en 360° et cliquez sur les liens pour voir les photogrammes du film (<http://thinglink.com/video/896534672555638785>).
- Remplissez le tableau ci-dessous.
- Décrivez oralement les 2 images en insistant sur les différences et les points communs.

	photo réelle scène 1	photo tirée du film scène 1	photo réelle scène 2	photo tirée du film scène 2
Points communs				
Différences				

SCÉNARIO 3 : THÉÂTRE À L'ITALIENNE

- Visionnez le reportage « C'est pas sorcier », et notez ci-dessous tous les mots qui désignent une partie du théâtre <https://youtu.be/kf9j4iWnixc>.
- Mettez vos lunettes *cardboard* et laissez votre professeur vous guider dans l'application Google Expéditions, découvrez l'opéra Garnier de Paris. Soyez attentifs à tous ses commentaires.
- À partir des travaux précédents, légendez la photo distribuée.



THÉÂTRE NATIONAL DE MUNICH - BERNHARD HARTMANN

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ? (Individuellement, collectivement)

Le travail a été réalisé en petits groupes autour de plusieurs îlots. Je travaille essentiellement en îlot avec une méthodologie qui stimule soit le travail collaboratif entre élèves, soit le travail coopératif, soit en différenciation avec des plans de travail. Mes élèves ont l'habitude de travailler de cette façon dans tous mes cours. La mise en activité des élèves dans mon cours, c'est 45 minutes sur 50.

Si cette activité a été réalisée en groupe, quelles étaient les modalités ? (Nombre d'élèves, nombre d'équipements par groupe)

5 îlots de 5 élèves.

4 équipements étaient mis à disposition de chaque îlot.

Les élèves vous-ont-ils sollicitée ? Si oui, sur quels points ?

Les élèves m'ont sollicitée notamment sur des réglages, sur la mise en veille automatique des iPods et sur le positionnement de ceux-ci dans les lunettes *cardboard*.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées.

Au moment de la prise en main des équipements, les élèves ont manifesté leur enthousiasme. Une volonté de découvrir la nouvelle activité a généré quelquefois une précipitation et des difficultés à placer les iPods dans les lunettes, une impatience à visionner les scènes de Google Expéditions. Cette nouvelle activité et cette visite virtuelle les ont vraiment motivés. Et puis après, très vite, les élèves s'habituèrent et comprenaient que l'activité proposée n'était pas un jeu. Ils ont su que dans les protocoles que j'ai mis en place, ils allaient se servir de ce qu'ils ont vu dans le cadre d'une activité qui pourra être évaluée.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Les élèves ont montré de l'enthousiasme qui s'est notamment manifesté par une écriture facilitée par les déclencheurs utilisés.

Ils avouent avoir puisé dans leur imaginaire plus aisément et pu exprimer leur émotion en réaction aux espaces d'expression laissés.

Comment décriez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

Ces situations ont facilité la collaboration, l'entraide et les échanges d'impressions. Il y avait forcément du bruit dans la classe mais c'était un bruit de travail, heureusement !

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

En valorisant la qualité de toutes les productions. Et notamment en publiant chaque « chef d'œuvre » sur le blog de la classe.

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant(e) ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Mes objectifs sont atteints.

L'utilisation du numérique est une plus-value pour les élèves qui pourront ainsi voyager virtuellement et s'enthousiasmer en découvrant d'aussi près des lieux si prestigieux.

Pour moi, le numérique est un outil. Ce n'est pas une fin en soi. On l'utilise et il nous rend service.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ?

Si non, pourquoi ?

Oui, je recommande l'usage de la réalité virtuelle mais en l'inscrivant bien dans un scénario pédagogique.

Pour mener à bien une activité liée à l'usage de cette technologie, l'enseignant devrait planifier le moment auquel il va faire appel à celle-ci et la durée d'utilisation pour ne pas perdre du temps. Il devrait également fixer les objectifs (ce qu'il attend des élèves) et programmer les activités à mener avec les élèves (ce que les élèves vont y faire). Comme toute séance avec ou sans le numérique, un cours basé sur les usages de la réalité virtuelle nécessite une préparation : test des matériels et des applications mobilisés, vérification des matériels (état de charge de la batterie, nombre suffisant de matériels...), installation des matériels sur les tables...

Cette technologie est un réel assistant au déclenchement des productions tant écrites qu'orales, et autorise de manière active l'approfondissement de l'étude d'une notion. Pour mener à bien une activité pédagogique basée sur l'usage de celle-ci, l'enseignant devrait bien s'entraîner au préalable. Il devrait effectuer plusieurs tests.

Enfin, l'utilisation de la réalité virtuelle n'est pas une fin en soi mais est un tremplin vers des productions liées aux compétences visées dans une discipline.

L	A		C	E	L	L	U	L	E	,
U	N	I	T	É		D	U			
V	I	V	A	N	T					

Philippe Cosentino
Enseignant en Sciences de la vie
et de la Terre
Lycée Rouvière, Toulon
(Var)

2

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : La cellule, unité du vivant

Classe concernée : Seconde

Cycle (2, 3, 4, lycée) : Lycée

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) : Les systèmes naturels et les systèmes techniques (pratiquer une démarche scientifique)

Discipline ou enseignement transversal concerné : Sciences de la vie et de la Terre

Éléments de programme abordés :

- La cellule : la cellule est un espace limité par une membrane qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement.
- L'information génétique : l'information génétique est contenue dans la molécule d'ADN.
- Objectifs et mots clés : La double hélice.

Compétences associées (programme) :

- Pratiquer une démarche scientifique (observer, questionner, formuler une hypothèse, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser).
- Recenser, extraire et organiser des informations.
- Manipuler et expérimenter.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 120 (4 classes de 30 élèves, en demi-groupes de 15 en moyenne)

Date ou période de l'expérience : Octobre 2017

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Philippe Cosentino

Discipline enseignée : Sciences de la vie et de la Terre

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 23

Établissement scolaire : Lycée Rouvière, Toulon (Var)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

Matériels	Quantité
Casque Samsung Gear VR	1
Téléphone Samsung S7	1

Dans certaines séances, je disposais d'un casque pour le groupe, dans d'autres de 2 casques (celui de ma femme, également professeur de SVT).

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

J'ai choisi une solution portable, non reliée à un PC par un câble, qui offre une qualité bien supérieure à celle des *cardboards*.

Un casque de type Rift (ou HTC Vive), relié à un PC par des câbles, aurait posé divers problèmes tels que :

- les difficultés pour faire circuler le casque dans la salle (même avec des rallonges !);
- les risques d'incident (se prendre les pieds dans les câbles);
- et surtout, la nécessité d'avoir un ordinateur très performant doté d'une carte graphique très récente (et hors de prix). Cet ordinateur aurait, en outre, besoin d'une configuration particulière pour fonctionner assez rapidement avec le casque (écrire sur le disque dur plutôt que sur le réseau, etc.).

Un casque *cardboard* quant à lui propose un rendu décevant avec trop de latence lors des mouvements de la tête. La résolution des *cardboards* est trop faible. Elle donne l'impression à l'utilisateur de visualiser des mouvements saccadés. Avec les *cardboards*, un phénomène de dérive (*drift*) est souvent difficile à maîtriser. Même lorsque l'élève est immobile, celui-ci a l'impression de tourner très lentement. Par conséquent, un objet qui apparaît au nord de la classe finit au bout de quelques minutes par se retrouver à l'est de celle-ci.

Le casque Samsung Gear VR est doté de capteurs rapides et à haute résolution, spécifiquement dédiés à la VR (il n'y a aucun capteur dans un *cardboard*, seuls les capteurs du téléphone sont utilisés et doivent être régulièrement recalibrés).

Enfin, le casque Samsung Gear VR présente d'autres avantages, comme la possibilité de régler la longueur focale ou permettre aux élèves dotés de lunettes de les conserver.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

J'utilisais dans les classes mon matériel personnel.

Les élèves qui souhaitaient acquérir l'application de réalité virtuelle utilisée dans le cours étaient invités à se procurer ou à construire un *cardboard* afin de pouvoir l'utiliser sur leur téléphone personnel à leur domicile. Ils n'utilisent pas leur téléphone durant la séance.

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était (étaient) la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

« In The Cell » pour Oculus Gear VR, produite par l'enseignant, distribuée gratuitement sur le store d'Oculus

<https://www.oculus.com/experiences/gear-vr/1108839405883293/>.

« In The Cell » (VR) pour *cardboard* (cette version était destinée aux élèves souhaitant l'utiliser chez eux sur leur téléphone) :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.actarusapps.inthecellcb&hl=fr>.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

Cette application permet de visiter l'intérieur de la cellule, d'y observer le noyau et les organites.

Il est également possible de rentrer dans le noyau pour visualiser l'ADN.

Quel(s) est/sont l'/les élément(s) qui a/ont motivé ce choix ?

J'ai réalisé cette application de sorte que les éléments qui y figurent correspondent précisément aux objectifs notionnels du programme de lycée.

Certaines applications permettaient déjà de visiter l'intérieur d'une cellule (notamment un jeu intitulé « InCell » à ne pas confondre avec mon application « In The Cell ») mais :

- elles étaient en anglais ;
- elles contenaient des erreurs scientifiques ;
- elles n'étaient pas adaptées au niveau de l'élève ;
- les notions qu'elles abordaient ne coïncidaient pas avec les attendus du programme ;
- la durée nécessaire pour exploiter ces matériels était trop longue alors que je souhaitais mettre en place une activité courte.

Dès le départ, j'ai conçu cette application pour qu'elle soit utilisée en classe.

Par ailleurs, j'ai fait en sorte que tous les éléments figurant dans l'application soit annotés et commentés (sous la forme d'une audio-description) afin de permettre à l'élève qui le souhaite d'approfondir ces objectifs.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Cette activité vient en complément d'une séance d'observation microscopique classique où les élèves observent des cellules végétales et les organites qu'elles contiennent.

Elle offre un changement de point de vue et permet à l'élève de réaliser la diversité des structures présentes à l'intérieur d'une cellule végétale.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Il a fallu que je me forme (autoformation) aux outils de développement de ce genre d'application, précisément aux usages d'Unity 3D. Fort heureusement, les tutoriels sont nombreux (notamment sur OpenClassrooms). Ayant moi-même pioché les informations en fonction de mes besoins ponctuels, je n'ai hélas pas de tutoriel précis à proposer.

J'ai eu également la bonne surprise de constater que Unity 3D reconnaissait de manière native les objets créés sur Blender (logiciel gratuit de modélisation 3D), et qu'il fonctionnait en synergie étroite avec ce dernier. Cette découverte m'a beaucoup aidé dans ma tâche de conception de mon application.

Finalement, la partie la plus difficile pour moi fut d'obtenir la publication de l'application sur le store d'Oculus. Ce store a un cahier des charges sévère (nécessité de produire de nombreuses illustrations pour leur communication, exigence au niveau de l'application qui doit tourner avec une bonne qualité visuelle et de manière fluide en toute circonstance, sélection stricte des contenus qui y sont publiés...). À la demande d'Oculus, j'ai dû retoucher mon application avant la publication finale sur le store. Il n'est également pas possible de faire tourner sur un casque Samsung Gear VR une application non distribuée par le canal officiel d'Oculus.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Non. D'une part, je souhaitais me former à l'utilisation d'Unity 3D (c'était l'occasion que j'attendais depuis quelques temps) et d'autre part, j'ai toujours eu l'habitude de concevoir seul mes applications (je le conçois comme un hobby).

J'ai développé le logiciel sur mon temps libre, essentiellement le soir et les week-ends, puis durant les vacances d'été. J'ai dû également acheter un micro de bonne qualité pour enregistrer les audio-descriptions. J'aurais apprécié de l'aide (gratuite) pour cette étape, car je suis un piètre orateur.

Il m'aura fallu une quarantaine d'heures de travail pour arriver à une première version « présentable » de mon application, et en tout plus d'une centaine d'heures pour arriver à la version finale.

Toutefois, à chaque étape du développement, je me suis appuyé sur les critiques et remarques de nombreux « bêta testeurs » (rencontrés sur les forums et réseaux sociaux) qui ont accepté de le tester. Ces retours m'ont été très précieux et ont orienté le développement du logiciel.

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

Cette activité s'insère dans une séance classique d'observation microscopique.

Les élèves observent au microscope des cellules végétales, en réalisent des croquis ou des photographies, qu'ils annotent.

L'activité pratique dure une heure environ. La réalisation du montage microscopique, l'observation et la réalisation du compte rendu (avec la photographie ou le croquis annoté) représentent l'essentiel de cette durée. La partie VR ne représente finalement que 5 minutes (chaque élève explore la cellule avec le casque, chacun son tour), et vient en appui des observations réalisées par les élèves au microscope.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

Les élèves commencent par réaliser leur montage et leur observation microscopique.

Quand je vois qu'ils en sont à la réalisation du compte rendu (et donc à réaliser leur croquis ou leur photographie), je mets à leur disposition le(s) casque(s) qu'ils utilisent individuellement. Tout est déjà réglé, et l'application est lancée.

Ils se passent alors de main en main le casque, l'enfilent et explorent librement la cellule durant 3 à 5 minutes. Les élèves sont encouragés à décrire oralement à leur camarade de binôme ce qu'ils observent (du moins lorsqu'une audio-description n'est pas lancée).

Normalement, tous les élèves qui le souhaitent auront le temps de réaliser cette exploration dans le temps de la séance.

À la fin de la séance, chaque binôme me rend un compte rendu numérique ou manuscrit de leur observation. Ils sont invités à utiliser des éléments de leur expérience VR dans ce compte rendu (voir consignes).

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

Voici les consignes données à l'élève :

« Montez un fragment de feuille d'élodée entre lame et lamelle, observez-le au microscope, puis réalisez un compte rendu de cette observation.

Ce compte rendu d'une page comportera :

- un croquis (ou une photographie) annoté(e) de votre observation;
- un texte décrivant la structure d'une cellule végétale.

Votre texte devra s'appuyer sur votre observation microscopique mais également sur l'exploitation du document distribué ou de l'activité en réalité virtuelle.

Remarque : il n'est pas nécessaire de pénétrer dans le noyau de la cellule, l'étude du matériel génétique sera abordée ultérieurement. »

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ? (Individuellement, collectivement)

Les élèves ont réalisé cette activité par binôme (contraintes de matériel). Chaque binôme réalise l'observation microscopique et doit me rendre un compte rendu.

Par contre, pour la partie VR, chaque élève visionne l'application durant 5 minutes environ, puis passe le casque à son voisin.

Si cette activité a été réalisée en groupe, quelles étaient les modalités ? (Nombre d'élèves, nombre d'équipements par groupe)

Une classe est divisée en 2 groupes de TP. Ces 2 groupes bénéficient des mêmes enseignements mais à des horaires différents. La séance a donc été proposée par groupe d'une demi-classe dont l'effectif variait entre 12 et 18 élèves.

1 à 2 casques sont mis à disposition de chaque groupe.

Les élèves vous-ont-ils sollicité ? Si oui, sur quels points ?

Non, presque pas. Les élèves se sont passés le casque de main en main et se retrouvaient dans la cellule à peine le casque enfilé. De temps en temps, un élève m'appelait parce qu'il ne trouvait pas la zone tactile, ou parce qu'il avait, sans le faire exprès, quitté l'application en appuyant sur le mauvais bouton.

Au terme de la séance (ou lors de la séance suivante), les élèves m'ont demandé des précisions sur la fonction de tel ou tel organite qu'ils ont aperçu dans le casque (l'audio-description ne se lançant qu'une seule fois par élément, il aurait fallu redémarrer l'application pour chaque élève, ce qui ferait perdre trop de temps).

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées ?

Ce n'était pas la première séance où les élèves utilisaient le casque. Ils l'avaient déjà utilisé à plusieurs reprises lors de séances portant sur les planètes et la matière organique.

Je n'ai pas eu le temps de le faire, mais il me semble indispensable de réaliser une fiche technique décrivant la façon de mettre le casque, de se déplacer dans la cellule (en touchant la zone tactile, ce qui n'est pas évident lorsqu'on ne sait pas que cette zone existe), de relancer le programme (en utilisant les boutons du menu), etc.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

La plupart ont apprécié l'usage de la réalité virtuelle et ont montré beaucoup d'enthousiasme. Certains étaient même émerveillés de se retrouver plongés au cœur de l'objet qu'ils n'étudiaient alors que de l'extérieur (au microscope).

Cependant, certains élèves ont refusé de mettre le casque (peur, difficulté à voir en stéréoscopie, nausées lors d'expériences précédentes) ou ont fait part de leur désintérêt pour ce médium (préférant une photographie ou l'observation au microscope).

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

L'usage de la réalité virtuelle a accentué l'enthousiasme et la motivation d'une partie des élèves.

Plusieurs élèves viennent ainsi me voir durant leur temps de récréation pour refaire l'activité (ou d'autres en VR), et ont clairement exprimé le fait qu'ils venaient désormais en TP avec l'espoir qu'il y aura une activité en VR.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

C'est surtout grâce à l'activité principale (observation microscopique) que mes objectifs notionnels et méthodologiques ont été atteints.

La réalité virtuelle n'a fait que renforcer ces objectifs, en offrant un changement de point de vue.

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant(e) ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Je n'hésiterai pas à utiliser à nouveau la réalité virtuelle, car c'est un élément de motivation pour certains élèves.

La technologie en est cependant à ses débuts et beaucoup de choses restent à améliorer, tant au niveau du matériel (ce qu'on ne maîtrise pas) qu'au niveau des applications (ce sur quoi, par contre, on peut intervenir, notamment en faisant remonter nos attentes aux concepteurs d'applications).

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ?

Si non, pourquoi ?

La réalité virtuelle permet un changement de point de vue et une immersion que les autres médias ne permettent pas. Elle ne doit cependant pas se substituer au réel, ni en être déconnecté.

C'est pourquoi je me suis imposé, dans toutes mes activités incluant de la VR, de maintenir en parallèle des activités pratiques reposant sur du matériel concret (comme ici l'observation microscopique).

R É A L I T É V I R T U E L L E

en basket-ball

Alain Foltzer
Enseignant en Éducation physique
et sportive
Collège Bernart de Ventadour, Limoges
(Haute-Vienne)

3

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Réalité virtuelle en basket-ball

Classe concernée : 6^e SEGPA (Sections d'enseignement général et professionnel adapté)

Cycle (2, 3, 4, lycée) : Cycle 3

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) : Les langages pour penser et communiquer (Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages des arts et du corps) - Composante 4 du domaine 1.

Compétence travaillée : Apprendre par l'action, l'observation, l'analyse de son activité et de celle des autres.

Discipline ou enseignement transversal concerné : Éducation physique et sportive

Éléments de programme abordés : Le 2 contre 1 en basket-ball

Compétence associée (programme) : Atteindre régulièrement la zone de marque en s'organisant collectivement et en faisant des choix pertinents d'action de dribble ou de passe afin de positionner un joueur en situation favorable de tir.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 16

Date ou période de l'expérience : Décembre 2017

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Alain Foltzer

Discipline enseignée : Éducation physique et sportive (EPS)

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 25

Établissement scolaire : Collège Bernart de Ventadour, Limoges (Haute-Vienne)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel de réalité virtuelle avez-vous prévus ? (Marque, quantité)

Matériels	Quantité
Téléphone Samsung Galaxy S8	1
Caméra Samsung Gear 360	1
Casque Samsung Gear VR	1
Casque de vélo bricolé - support de la caméra	1

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Le caractère mobile et peu encombrant de ce dispositif semble particulièrement bien désigné par rapport au projet et à la discipline enseignée (EPS).

De plus, il permet de filmer et de lire des vidéos au format 4K, ce qui est fortement conseillé pour un meilleur rendu en mode VR. L'écran n'étant pas plat mais formant une bulle de 360° de circonférence, une qualité moindre de la vidéo fait rapidement apparaître une image pixellisée manquant de netteté. Ce qui peut générer rapidement de la fatigue et, au final, une expérience désagréable.

Techniquement, le Galaxy S8 comme d'autres smartphones récents est équipé d'un accéléromètre et d'un gyroscope permettant de lire les vidéos en mode VR. Sans cela, l'image resterait fixe et le projet perdrait de son intérêt.

A contrario, un dispositif de type HTC Vive ou Oculus Rift n'est pas envisageable. Ces 2 dispositifs VR ne sont pas mobiles. Ce sont avant tout des casques de vision VR qui, pour fonctionner, doivent être couplés avec ou sans câbles à un ordinateur portable ou de bureau relativement puissant et équipé d'une carte graphique adéquate (Nvidia GTX 1070 ou équivalent Radéon). De plus, pour fonctionner, ces casques ont besoin de capteur de mouvement extérieurs qu'il faut fixer et calibrer. Ce qui rend ces dispositifs, certes de très bonne qualité sur le plan de la définition vidéo, inadaptés par rapport à mon projet.

Étonnamment, les vidéos très haute définition qu'autorise un smartphone tel que le Samsung S8 ainsi que la qualité de son écran et la vitesse de son processeur génèrent au final une expérience VR très satisfaisante.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

J'utilisais mon matériel personnel.

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

Le casque Samsung Gear VR et la Caméra Samsung Gear 360 sont pilotés par des applications dédiées qu'il est proposé de télécharger lors de la première utilisation.

Pour la caméra, l'application porte le nom Samsung Gear 360. Elle est simple d'usage et permet de lancer et lire les enregistrements depuis le smartphone sans avoir à toucher la caméra. Son usage reste cependant peu intuitif lors d'une première utilisation, dans le sens où tout enregistrement vidéo est d'abord stocké dans la mémoire de la caméra et doit ensuite être téléchargé vers le smartphone pour être lu en mode VR. Même si cette manipulation n'est pas compliquée en soi, elle nécessite un minimum d'attention. Entre les vidéos encore stockées en mémoire dans la caméra et celles téléchargées sur le smartphone, il peut y avoir confusion et il m'est déjà arrivé de supprimer une vidéo téléchargée sur le smartphone pensant que celle-ci était toujours stockée dans la caméra.

En ce qui concerne le casque Samsung Gear VR, l'application se nomme Oculus et comme son nom l'indique, une fois connecté à internet, elle permet d'accéder à la plateforme VR d'Oculus. De la même manière, la navigation dans l'interface virtuelle nécessite un certain délai d'adaptation. Petit bémol quant à l'arborescence qui mène aux vidéos (virtuelles ou pas). Celle-ci n'est certes pas compliquée mais fait perdre du temps, sachant qu'à chaque fois que l'on retire le casque pour le passer à un élève, le smartphone se déconnecte automatiquement de la plateforme Oculus. Ce qui, dans notre contexte, n'est pas une bonne chose.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

Il y a 2 applications bien distinctes : celle qui pilote la caméra et celle qui pilote le casque Gear VR.

La caméra Samsung Gear 360 filme au format 4K. Elle est d'assez bonne qualité par rapport à l'usage auquel elle est destinée (scénarios pédagogiques en EPS). Elle se pilote de 2 manières : directement à partir des boutons de contrôle sur le manche de la caméra ou à partir du smartphone grâce à l'application dédiée. Dans ce 2^e cas, le tournage est plus précis puisque l'on a un rendu avant et après enregistrement. Il faut cependant transférer la vidéo de la caméra vers le smartphone pour pouvoir la lire avec le casque Gear VR. Celui-ci se connecte automatiquement à la plateforme Oculus lorsqu'on l'active et ne lit les vidéos enregistrées avec la caméra que si celles-ci ont été au préalable téléchargées sur le smartphone.

La plateforme VR d'Oculus ressemble aux autres plateformes VR (HTC Vive, par exemple). La navigation est pilotée soit directement par le casque qui possède quelques boutons sur sa structure, soit avec une petite télécommande ressemblant à un pointeur laser dans l'espace virtuel.

Quel(s) est (sont) les éléments qui ont motivé ce choix ?

Il n'y a pas de raison particulière qui ont motivé le choix du matériel. Equipé en premier d'un Samsung S8, c'est tout naturellement que je me suis dirigé vers du matériel compatible. Après avoir évolué pour un usage personnel sur HTC Vive, j'ai rapidement compris que la réalité virtuelle avait encore besoin de ressources compatibles et dédiées.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Alors que dans le domaine des sports collectifs, la notion de lecture du jeu est un enjeu fondamental pour tous les élèves, il le devient encore plus pour des élèves qui ont un niveau de concentration très faible et abandonnent rapidement une situation d'enseignement s'ils se sentent en situation d'échec. C'est particulièrement le cas de mes élèves de 6^e SEGPA (Section d'enseignement général et professionnel adapté) auxquels ce projet est destiné.

Mon postulat de départ est le suivant : « Est-ce que la réalité virtuelle peut agir en qualité de plus-value au regard de l'objectif : favoriser la lecture du jeu en basket-ball ? »

Le 2 contre 1 sur demi-terrain fait office de situation de référence dans le cadre de ce projet. Le but est de faire revivre immédiatement aux élèves en difficulté dans cette situation, « l'expérience vécue » grâce à un *feedback* en immersion complète afin d'analyser et diagnostiquer les problèmes rencontrés ou les erreurs commises.

Par ce procédé, les statuts d'élèves acteurs et d'élèves spectateurs se rejoignent grâce à l'immersion virtuelle. Un peu comme s'il s'agissait de remonter le temps et, ainsi dégagé de toute pression événementielle (la pression du jeu), prendre le temps d'analyser sa prestation. À la différence que, cette fois-ci, la vidéo a mémorisé l'ensemble des événements qui se sont déroulés autour de l'élève (enregistrement à la 1^{re} personne). Événements que l'élève n'a pas pu regarder et qu'il va pouvoir découvrir en s'orientant à sa guise dans l'espace virtuel.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser) L'avez-vous testée avant ?

Ma première expérience en réalité virtuelle n'a pas débuté avec cette expérimentation. Je possède pour un usage récréatif le casque HTC Vive couplé à un ordinateur portable de dernière génération. Parallèlement à cela, je réalise régulièrement depuis plusieurs années des capsules vidéos que je monte avec des logiciels comme Movie Maker, Movavi, Adobe Elements ou PowerDirector dans le cadre de classes inversées en EPS mais aussi pour alimenter des applications Android que je développe pour la communauté EPS et mon équipe d'établissement (projet numérique adossé au projet pédagogique EPS). Pour sa part, PowerDirector est un logiciel de montage avancé qui permet aussi de monter des vidéos 360°.

En somme, j'ai utilisé d'un côté une expérience de la réalité virtuelle que je venais aussi de tester avec mon smartphone nouvellement acquis ainsi que son casque VR dédié, de l'autre un logiciel de montage que je connaissais et maîtrisais bien. Ajoutons à cela que j'ai une certaine habitude de développer des outils pour la communauté et, donc, c'est un investissement qui sur le plan temporel, n'a jamais été un frein.

Il ne me restait plus qu'à définir le cadre d'une expérimentation en EPS qui m'amènerait à réaliser et monter des vidéos 360°. Chose que j'ai commencée par faire en réalisant plusieurs tournages vidéo dans le gymnase de mon établissement en commençant par enregistrer un scénario de type 2 contre 1 avec des élèves experts en basket-ball pratiquant dans l'association sportive du collège.

Mais avant de me lancer dans du montage, je voulais expérimenter le tournage de vidéos 360° à des fins d'autoscopie (*feedback* immédiat), telles que certaines applications de type Video Coach, Video Delay et d'autres le permettent avec des tablettes Android ou IOS.

J'ai donc testé 2 dispositifs afin d'évaluer celui qui serait le plus immersif et exploitable avec des élèves afin de rendre compte de leur action dans un environnement filmé à 360°: L'un avec une caméra embarquée sur un casque de vélo portée par un joueur, l'autre avec la même caméra fixée sur un trépied au milieu de l'action.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Je me suis rendu compte qu'il ne serait pas évident d'utiliser le dispositif avec caméra embarquée du fait des mouvements saccadés et brusques que génèrent les déplacements des élèves et les mouvements de leurs têtes. L'image bouge beaucoup et un peu dans tous les sens, ce qui rend difficile une lecture efficace de l'action de jeu.

Quant à la caméra fixe en plein milieu de la situation 2 contre 1, le caractère immersif me semble moins exploitable au regard de l'objectif, celui de créer une immersion du point de vue de l'élève. Il n'est pas évident, par exemple, d'évaluer avec une caméra fixe si le partenaire est démarqué du défenseur (dans sa ligne de mire) alors qu'à la première personne (caméra embarquée), la caméra est les yeux du joueur : ce qui est très exactement ce que je recherche.

Parmi ces 2 dispositifs, je décide de tenter l'expérience *in situ* avec ma classe de 6^e SEGPA en utilisant la caméra embarquée sur le casque de vélo parce que c'est le dispositif que j'estime être au plus près de l'effet recherché et parce que je me suis rendu compte que la fonction ralenti (jusqu'à 50%) permet d'atténuer les mouvements et rend par conséquent l'analyse de la prestation possible.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves? (En classe, hors classe)

La finalité est d'insérer le dispositif dans la classe lors d'une séance de basket-ball.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

De bout en bout, j'ai travaillé seul dans ce projet tout en tenant au courant la directrice de la SEGPA et le professeur principal de la classe de 6^e. Il est important de savoir que si la réalité virtuelle fut intégrée à l'un de mes cours, mes élèves ont, depuis le début de l'année, l'habitude d'évoluer dans un environnement numérique fait de classes inversées en judo, de dispositif de dévolution en natation, en gymnastique, etc. puisque je développe moi-même les applications Android dans le cadre du projet numérique adossé au projet pédagogique EPS du collège.

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

Je n'ai pas mis en place le dispositif au début de la séquence basket-ball mais au bout de 4 séances. Mon objectif étant la lecture du jeu afin de coopérer de manière plus efficace, j'ai progressivement amené les élèves à la situation de référence (le 2 contre 1) pour ne l'aborder que lors de la séance précédente, histoire de ne pas avoir à revenir sur le protocole et les consignes le jour de l'expérimentation.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

Le jour de l'expérimentation, j'ai séparé la classe de 16 élèves en 2 groupes de 8. Pendant qu'un groupe participait juste à côté dans le gymnase à un tournoi de badminton avec une autre classe encadrée par un collègue, je me suis occupé des 8 autres élèves.

Sachant que tous les élèves allaient être filmés avec la caméra embarquée un par un dans la situation de 2 contre 1, il était nécessaire que je réduise au maximum les temps de flottement inhérents aux manipulations : tournage puis visionnage.

Plus précisément, le 2 contre 1 est une situation rapide qui dure à peine 30 secondes. Il est demandé aux élèves de faire les bons choix afin de réaliser un minimum d'actions pour faire progresser la balle vers le panier avec une seule tentative de tir.

De mon côté, smartphone en main, je lançais l'enregistrement 5 secondes avant le départ de la situation. Le téléchargement de la vidéo de la caméra vers le smartphone ne prenait que quelques secondes, le temps que l'élève porteur de la caméra revienne vers moi.

La plus grande perte de temps venait ensuite. Premièrement, je devais insérer le smartphone dans le casque Gear VR, mettre le casque puis attendre que celui-ci se connecte à la plateforme Oculus (10 secondes). De là, naviguer dans l'interface pour retrouver la vidéo de l'élève puis la lancer et passer rapidement le casque à l'élève sans que la connexion se coupe puisque le casque utilise un capteur de proximité pour se connecter et se déconnecter de l'environnement VR d'Oculus. En somme, peut-être le moment le plus critique en soi quant à la gestion de ce dispositif.

Au final, il a fallu au moins 30 à 35 minutes pour permettre aux 8 élèves de chaque groupe de passer un par un. Si l'on enlève le temps nécessaire aux manipulations (2 à 3 minutes par élèves), cela laissa en définitive peu de temps pour une analyse approfondie des prestations même si chaque élève a pu visionner 2 fois sa prestation avant de s'essayer à la commenter en ma présence pendant que les autres se préparaient.

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

Dans cette première expérience, je n'ai pas laissé les élèves manipuler seuls le matériel. Il leur a été simplement demandé de respecter l'espace prévu pour le visionnage et de s'impliquer correctement dans la situation de référence.

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ? (Individuellement, collectivement)

Tous les élèves sont passés à tour de rôle avec la caméra embarquée en tant que porteur de balle au départ de la situation. De ce point de vue, le dispositif a bien été compris par les élèves qui ont bien fait la part entre le tournage et le visionnage.

Pendant qu'un élève visionnait sa séquence vidéo avec le casque de réalité virtuelle, les autres se préparaient au tournage en s'équipant avec la caméra embarquée (l'ajustement du casque de vélo devait être précis pour ne pas bouger lors des déplacements). Très rapidement, les élèves ont adopté le dispositif et une routine s'est rapidement installée.

Les élèves vous-ont-ils sollicité ? Si oui, sur quels points ?

Les élèves ne m'ont pas vraiment sollicité en dehors de la situation de référence (le 2 contre 1) dans le sens où je réalisais moi-même les manipulations nécessitant une connaissance préalable des applications.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées.

Le port du casque de vélo (caméra embarquée) n'était pas invasif et de ce point de vue, aucune prise en main n'était nécessaire. Quant au casque de réalité virtuelle, j'effectuais moi-même le calage des vidéos avant de les équiper.

La seule consigne qui s'est avérée nécessaire fut de leur demander de s'accrocher à quelque chose de fixe et de solide lors du visionnage, du fait de la désorientation occasionnée sur certains élèves. Désorientation qui, je l'avoue, ne permettait pas aux élèves de se concentrer sur la séquence pour l'analyser.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Comme je pouvais m'y attendre, ce fut l'euphorie et l'émerveillement dès lors que les élèves visionnaient les scènes. Pour tous, cela était leur premier contact avec la réalité virtuelle.

Comment décriez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

J'ai constaté beaucoup d'excitation et d'impatience de la part de mes élèves avec une volonté de bien faire afin de vivre pleinement le dispositif et une envie folle de repasser.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

Je m'étais fixé 2 critères pour évaluer le projet : l'indice de satisfaction et le durée de la séquence.

L'indice de satisfaction avait pour objectif d'évaluer le degré d'implication ou d'activation des élèves dans la situation de référence (le 2 contre 1). C'est la première préoccupation qui justifiait, de mon point de vue, ce projet du fait des caractéristiques de mes élèves de 6^e SEGPA : les maintenir en situation de réussite.

Le deuxième critère était le nombre de séances de basket-ball réalisées dans la séquence. Mon objectif était d'atteindre 10 séances telles que le prévoit, au minimum le projet pédagogique EPS pour tous les élèves du collège : 10 séances pour donner aux élèves le temps d'atteindre la compétence visée, « Une meilleure lecture du jeu en situations aménagées ».

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant(e) ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Si sur le plan de la satisfaction, je suis en mesure de me positionner en disant que le dispositif a joué pleinement son rôle auprès des élèves, je n'irai pas jusqu'à dire que l'objectif principal, c'est-à-dire « améliorer la vision du jeu des élèves » a été atteint.

L'euphorie due au premier contact avec le dispositif et la désorientation relative à l'environnement virtuel chez certains élèves ont parasité l'objectif recherché : l'analyse des situations 2 contre 1.

De plus, je ne me suis limité qu'à 1 seule séance de ce type dans le cadre de cette première expérimentation. Mon objectif était aussi de tester cette approche numérique afin d'en mesurer la faisabilité et les limites. L'analyse *a posteriori* m'a permis d'entrevoir des améliorations fonctionnelles et pédagogiques pour de futures expérimentations.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ?

Si non, pourquoi ?

Il y a dans le domaine de la réalité virtuelle un réel potentiel qui nécessite que l'on s'y investisse.

Alléger les manipulations, choisir des matériels que l'on peut mettre entre les mains des élèves, sont des axes de réflexion non négligeables afin d'optimiser les dispositifs.

Les *cardboards* de type Google (ou autres) sont des supports pratiques de ce point de vue, parce qu'ils se prennent directement en main sans avoir besoin d'être ajustés sur la tête et, chose que je ne savais pas encore au moment de l'expérimentation, ils permettent de lire en mode VR les vidéos immédiatement enregistrées avec la caméra Samsung Gear (Une fois les vidéos chargées sur le smartphone). Pour cela, il suffit d'installer sur le smartphone, une application de type Magic VR Player ou autre qui, comme son nom l'indique, est un lecteur pour vidéo 360°, et de surcroît particulièrement simple d'utilisation.

Au-delà de ces aspects techniques, une réflexion d'ordre pédagogique est nécessaire pour identifier par exemple des situations d'enseignement qu'il est possible de transposer en scénarios pédagogiques virtuels et qui ont intérêt à l'être. Le 2 contre 1 en basket-ball est une situation d'enseignement qui, en définitive, se prête bien à un scénario pédagogique en réalité virtuelle ou augmentée.

R É A L I T É
I M M E R G É E

dans le cadre du concours Batissiel

Alain Piard
Enseignant en Technologie
Collège Rouget de Lisle et collège Aristide-
Briand, Lons-le-Saunier
(Jura)

4

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Réalité immergée dans le cadre du concours Batissiel

Classe concernée : 5^e

Cycle (2, 3, 4, lycée) : Cycle 4

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) :

- Imaginer des solutions en réponse aux besoins.
- Traduire, à l'aide d'outils de représentation numérique, des choix de solutions sous forme de croquis, de dessins ou de schémas.
- Présenter à l'oral et à l'aide de supports numériques multimédia des solutions techniques au moment des revues de projet.

Discipline ou enseignement transversal concerné : Technologie

Compétences associées (programme) :

- Traduire, à l'aide d'outils de représentation numérique, des choix de solutions sous forme de croquis, de dessins ou de schémas.
- Participer à l'organisation et au déroulement de projets.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 24

Date ou période de l'expérience : Année scolaire 2016/2017

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Alain Piard

Discipline enseignée : Technologie

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 5

Établissement scolaire : Collège Rouget de Lisle et collège Aristide-Briand,
Lons-le-Saunier (Jura)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

Pour ce projet, j'ai utilisé 2 casques de réalité virtuelle de type VR Box avec 2 téléphones portables iPhone 5S (peu importe la marque du téléphone, il faut simplement qu'il soit équipé d'un capteur gyroscopique et, si possible, d'un écran avec une taille d'un minimum de 4 pouces). Avec les casques VR que j'utilise, il vaut mieux avoir un écran de 4 pouces. En dessous de cette taille, le résultat visuel est médiocre. À partir d'une taille de 6 pouces, l'immersion est plus impressionnante.

Nous avons eu aussi besoin de 12 ordinateurs (2 par îlot) avec une version de SketchUp et accessoirement 2 tablettes (iPad Air et Samsung Tab 2). Les PC permettent de modéliser les bâtiments et de faire des recherches de solutions techniques. Les tablettes servent de support pour communiquer avec les autres îlots sur le travail effectué lors de la séance précédente.

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Pour la modélisation sous SketchUp, il fallait au moins 6 ordinateurs pour que chaque îlot puisse travailler sur une partie du projet (le projet étant partagé en 6 parties).

Afin de pouvoir s'immerger dans les différentes conceptions des bâtiments des élèves, le casque VR permet de donner une autre vision du travail effectué. Nos élèves sont plus motivés dans les activités sachant qu'après, ils vont pouvoir s'immerger dans leur création.

Il est possible d'utiliser seulement des tablettes mais le résultat est moins convaincant. Si l'on visite un projet à partir d'une tablette, c'est moins impressionnant qu'avec un casque.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

Les téléphones, les tablettes, les casques VR ainsi que les licences Kubity m'appartiennent.

J'ai fait l'acquisition d'une licence pour un an (199€) que je peux installer sur plusieurs appareils (5 maximum, me semble-t-il).

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

Le concours Batissiel vise à développer l'intérêt des élèves de collège et de lycée pour le secteur de la construction par une approche du monde professionnel à travers la connaissance des ouvrages du bâtiment et des métiers associés à leur conception et leur réalisation. Pour ce projet Batissiel, j'ai utilisé 2 logiciels (pour la partie VR) : un logiciel de DAO, SketchUp, et une application, Kubity.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil?

Kubity est une application qui permet de transformer des fichiers réalisés sous SketchUp en réalité virtuelle. Il est possible d'utiliser la version gratuite pour ce genre de projet mais elle apporte des contraintes publicitaires et de fichiers qui sont utilisables seulement pour une durée déterminée. La version Pro (199€ par an) permet de garder les fichiers en stock (environs 200) pour une durée illimitée.

Quel(s) est/sont les élément(s) qui ont motivé ce choix?

Je suis tombé par hasard sur cette application. Après quelques recherches, je me suis dit qu'elle pouvait être sympa à utiliser avec mes élèves pour approfondir mes séances de conception 3D. Il existe certainement d'autres possibilités mais qui, du fait de leur prix et des logiciels à utiliser, me semblaient trop complexes à mettre en œuvre dans un collège et avec des 5^{es}.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Si j'ai choisi la réalité virtuelle dans cette activité, c'est pour 2 raisons :

D'abord, concernant le concours Batissiel, mon objectif est de pouvoir présenter devant un jury le travail de mes élèves d'une manière innovante. Comme dit précédemment, le concours Batissiel vise à développer l'intérêt des élèves de collège et de lycée pour le secteur de la construction par une approche du monde professionnel à travers la connaissance des ouvrages du bâtiment et des métiers associés à leur conception et leur réalisation.

Je participais l'année dernière pour la deuxième fois. Lors de ma première participation en 2016 avec une de mes classes, nous avons gagné la finale académique et nous avons terminé troisièmes lors de la finale nationale. J'avais essayé de rendre l'approche du milieu du bâtiment plus attrayante pour mes élèves en utilisant la réalité augmentée.

Pour la session 2017, j'ai voulu apporter une nouveauté dans la présentation des projets avec l'immersion avec la VR et également l'interactivité (un support bien sympa). Avec une de mes classes, nous avons gagné les finales académique et nationale (<http://www.ac-besancon.fr/spip.php?article6897>).

Ensuite, je trouvais intéressant pour mes élèves de partir sur une idée de création ou d'aménagement d'une habitation. Dans un premier temps, ils réfléchissent à l'agencement des pièces (en partenariat avec des architectes et des techniciens) dans les maisons passives. Ensuite, ils conçoivent avec SketchUp la partie du projet dont ils étaient responsables et, grâce à la VR, ils peuvent mieux se rendre compte des erreurs qu'il faut à mon sens corriger.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser) L'avez-vous testée avant ?

J'ai préparé cette activité seul. Je l'ai toutefois fait tester par des amis avant de la présenter à mes élèves. Étant simplement un enseignant contractuel, j'aime bien faire tester à mes amis la pertinence de mes activités. Ils ne sont pas enseignants, mais c'est une aide pour avoir un jugement sur certaines activités que j'essaie de mettre en place.

Concernant le temps de préparation, je ne peux pas vraiment le dire étant donné que je m'occupais de plusieurs choses à la fois. Mais je pense que le plus long a été la recherche pour mettre en œuvre cette idée de VR.

Quels ont été les points marquants (Étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Alors, le point très favorable de cette expérience est d'abord l'intérêt qu'ont eu les élèves pour le projet : le mode concours avec Batissiel, les nombreux supports numériques utilisés et l'utilisation de la réalité virtuelle.

Effectivement, il y a aussi des soucis techniques qui apparaissent (encore cette année, vu que je fais presque le même projet). C'est surtout pour exporter les fichiers de SketchUp vers Kubity. Après, l'avantage cette année, c'est que je suis entré en contact avec les développeurs de l'application par téléphone, et qu'ils devraient m'offrir une licence pour cette année en échange de mes réponses à quelques formulaires afin d'améliorer leur application. Mais la préparation se passe hors classe.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe)

J'ai réalisé cette activité en classe pour le concours Batissiel. Ce projet, comme chaque année, je le débute vers fin septembre avec mes classes de 5^e (ils sont dans la catégorie cycle 4 donc forcément en « concurrence » avec des classes de 4^e et 3^e), mais je préfère le faire avec le niveau 5^e car je trouve que mes élèves sont plus motivés et accrocheurs. Les sélections inter-académiques ont lieu autour du 15 mai.

Durant cette période, nous alternons avec d'autres activités (concours Algoréa et des activités plus papier). En revanche, pour les plus motivés, j'ouvre ma salle de classe de 12 h 10 à 13 h 30. Pour les élèves qui désirent venir approfondir leurs connaissances en programmation, avancer sur Batissiel, etc., il y a un temps hors classe. Ceux qui s'occupent des modélisations pour la réalité augmentée sont pratiquement tous présents.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Non, j'étais tout seul. Comme expliqué auparavant, j'ai eu des soucis techniques qui prennent du temps (alors c'est forcément lié aussi au concours vu qu'il y a d'autres choses à régler).

Après, ça ne me dérange pas de passer de nombreuses heures dessus. Je pense que la réalité virtuelle va prendre une place importante. Donc, il faut s'y préparer en adaptant nos cours.

Quand je vois que mes élèves ont beaucoup apprécié cette activité (certains élèves que je n'ai plus cette année viennent régulièrement à midi, ou quand ils ont « étude » pendant des cours pour visiter « virtuellement » l'avancement des travaux de mes élèves), je me dis que ça vaut le coup d'y consacrer du temps.

ACTIVITÉS MENÉES AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence).

Dans le cadre d'une séquence.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

Alors, d'abord, le projet était de concevoir une ferme pédagogique regroupant 5 bâtiments : une étable, une fromagerie, une partie habitation, une école, une station de méthanisation et un laboratoire.

Ma classe était partagée en 6 groupes (îlots). Et chaque groupe travaillait sur un bâtiment.

Les premières séances ont consisté à établir une liste des besoins, à agencer les pièces et à faire des croquis sur papier.

Ensuite, les différents plans ont été envoyés à un architecte (un ami) pour qu'il apporte des modifications.

Les élèves ont ensuite commencé à représenter, en binômes, leurs projets sous Sweet Home 3D et SketchUp. Régulièrement, en fin de séance, je récupérais leurs travaux sur une clé USB afin de pouvoir les transformer chez moi avec l'application Kubity, ce qui permettait aux élèves de voir leurs travaux grâce aux casques VR ou avec une tablette. Quand ça se passe bien, il faut compter quelques minutes pour la transformation.

Cet outil permet aux élèves de s'immerger dans leurs conceptions et d'apporter des modifications sous SketchUp. Je ne permets que 2 à 5 minutes maximum par îlot pour qu'ils puissent d'abord voir leur travail, et ensuite voir les modifications à apporter.

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

N'ayant que 2 casques et 2 tablettes, je demandais aux élèves d'utiliser les casques avec une durée limitée de 2 à 5 minutes par îlot (cela dépend aussi du travail qui a été effectué la semaine précédente et également si c'est pendant un cours et durant le club entre midi et 14h).

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ? (Individuellement, collectivement)

Cette activité était un projet collectif.

Si cette activité a été réalisée en groupe, quelles étaient les modalités ? (nombre d'élèves, nombre d'équipements par groupe)

Les groupes étaient composés de 4 élèves. En revanche, chaque semaine, ce n'étaient pas toujours les mêmes élèves qui utilisaient la VR.

Les élèves vous ont-ils sollicité ? Si oui, sur quels points ?

Une fois qu'on explique le fonctionnement des casques, le plus compliqué à comprendre c'est le mode de translation dans le décor (il faut fixer un point pendant quelques secondes pour être translaté à ce point). Les élèves sont assez autonomes.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées ?

Les difficultés rencontrées étaient surtout des problèmes pour exporter des fichiers SketchUp vers Kubity (j'ai un programme sur mon ordinateur personnel). Mais le support a toujours bien répondu pour les résoudre.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Mes élèves ont apprécié cette activité. Je ne les ai pas cette année, mais certains élèves aiment revenir dans ma classe pour voir ce que réalisent mes nouveaux élèves qui sont aussi également inscrits au concours Batissiel et travaillent sur le même principe d'activité.

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

C'est une bonne question. Je n'ai pas assez d'expérience pour y répondre.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

- J'ai évalué les compétences (avec beaucoup de difficultés):
- traduire, à l'aide d'outils de représentation numérique, des choix de solutions sous forme de croquis, de dessins ou de schémas;
- participer à l'organisation et au déroulement de projets.

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Alors, personnellement, l'expérience a été très concluante. Après l'expérience de l'année dernière, je relance cette activité cette année.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ?

Si non, pourquoi ?

Je recommanderais la réalité virtuelle à mes collègues. C'est un outil qui plaît à nos élèves. Nous sommes enseignants de Technologie et, pour moi, cette matière demande à s'adapter à « ces nouveaux outils ». Il ne faut pas que ce soit un jeu pour nos élèves mais bien un outil. Je pense que c'est sur ça qu'il faut mettre l'accent. Mais forcément, ça demande de la préparation et les avis d'autres personnes qui utilisent la VR.

PARCOURS AVENIR

et réalité virtuelle

Cécile Mulliez

Enseignante en Sciences de la vie
et de la Terre
Collège Camille-Guérin, Poitiers
(Vienne)

5

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Parcours avenir et réalité virtuelle

Classe concernée : 3^e

Cycle (2, 3, 4, lycée) : Cycle 4

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) :

- Des outils et méthodes pour apprendre, usage raisonné et à visée pédagogique du numérique.
- Pratiquer des langages.
- Adopter un comportement éthique et responsable (responsabilité humaine dans les domaines de l'environnement ou de la santé).
- Se situer dans l'espace et dans le temps.

Discipline ou enseignement transversal concerné : Sciences et vie de la Terre

Éléments de programme abordés :

Dans le cadre du Parcours avenir, les élèves sont amenés à choisir ce type de présentation pour leur rapport de stage en entreprise mais aussi dans le cadre du Rallye des métiers. Il s'agit d'une plus-value à réinvestir pour l'oral du DNB (Diplôme national du brevet) ou en lycée dans les TPE (Travaux personnels encadrés) par exemple.

Compétences associées (programme) :

- Découvrir le monde professionnel.
- Construire des connaissances liées au monde professionnel.
- Appréhender différentes échelles d'un même phénomène.
- Comprendre les règles de sécurité.
- Fonder des choix sur des arguments scientifiques.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 26, mais seuls 5 ont été jusqu'au bout du dispositif

Date ou période de l'expérience : Novembre 2017

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Cécile Mulliez

Discipline enseignée : SVT

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 18

Établissement scolaire : Collège Camille-Guérin, Poitiers (Vienne)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

Nous avons utilisé des Google Cardboards pour la visualisation de la photo 360° enrichie. Ces casques nous ont été prêtés par Réseau Canopé car nous participions à une étude en collaboration. Il y avait un casque par élève (soit 26 casques).

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Le choix de matériel est spécifique à l'étude mise en place par Réseau Canopé. Nous avons ainsi suivi leurs propositions pour correspondre au protocole d'étude.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant (autre))

Le matériel appartient à Réseau Canopé.

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

Les élèves ont pu explorer des métiers en photos 360 grâce à l'application gratuite Google Expéditions (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.vr.expeditions&hl=fr>) qu'ils ont pu installer sur leur téléphone.

Google Street View (<https://itunes.apple.com/fr/app/google-street-view/id904418768?mt=8>) leur a permis à leur tour de prendre des photos 360° de leur lieu de stage. Sur cette photo, les élèves pouvaient intégrer du texte pour venir expliquer les champs d'intérêt de la photo. Pour cela, ils ont utilisé le logiciel YouVisit (<https://www.youvisit.com/>) qui est lui aussi gratuit. Ce logiciel a été installé sur ordinateur.

Pour visualiser leur production, les élèves ont pu utiliser et faire utiliser au jury les Google Cardboards.

L'enseignante a créé 2 diaporamas comme support à la compréhension du projet et des ressources fournies par Réseau Canopé. Ces diaporamas ont été présentés aux élèves comme support de cours. Ils n'étaient pas ludiques mais devaient permettre aux élèves de découvrir les différentes notions comme les compétences professionnelles. De plus, ils devaient permettre d'aborder le fonctionnement des logiciels tels que Google Expéditions, Google Street View et YouVisit, logiciels que les élèves ont été amenés à manipuler en autonomie par la suite.

Ces diaporamas ont été conçus avec l'aide d'une référente pédagogique de Réseau Canopé qui avait préconçu un scénario pédagogique.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

Google Expéditions est un outil pédagogique immersif qui permet d'organiser des excursions, seul ou avec un guide, partout dans le monde. Dans notre cas, nous l'avons utilisé pour faire découvrir aux élèves des situations/conditions de travail.

Google Street View a permis de prendre des photos 360 de manière guidée.

YouVisit permet d'importer des photos 360° que l'on peut enrichir avec du texte, des liens, des images, etc.

Le document, scénario pédagogique, constitue une base de travail commune à l'ensemble des enseignants qui souhaitent mettre en œuvre ce projet. Toutefois, la participation active de ces mêmes enseignants à la construction de la séquence est encouragée. À chaque étape, les occasions de co-construction des contenus entre intervenant(e)s et enseignant(e)s ont été facilement mises en place.

Quel(s) est/sont les élément(s) qui ont motivé ce choix ?

Connaître une intervenante de Réseau Canopé dans le cadre professionnel nous a permis d'intégrer cette étude et d'y participer.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Nous avons souhaité insérer le numérique comme plus-value à l'engagement et à la motivation dans la tâche. Cela pour permettre aux élèves de sortir du cadre et de leurs habitudes de travail. Le point fort a été mis sur la notion de compétences professionnelles transversales.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser) L'avez-vous testée avant ?

J'ai conçu les 2 diaporamas à partir du document ressource (scénario pédagogique) transmis par Réseau Canopé.

Nous avons eu un accompagnement par Réseau Canopé en fonction des points de blocage de YouVisit notamment. Nous n'avons pas pu faire de test ultérieur par manque de temps car tout devait être présenté à la classe avant le stage en entreprise de mi-décembre.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Manque d'accessibilité du site de YouVisit, avec des problèmes d'importation de photos et d'affichage des commentaires sur la photo 360 via le *cardboard* le jour de la présentation des élèves.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe)

Cette activité a été réalisée dans le cadre d'une étude conduite par Réseau Canopé. Elle s'est intégrée à la présentation du rapport de stage en entreprise en classe de 3^e. Elle s'est ainsi déroulée en classe pour la partie présentation des notions/ressources et logiciels, et hors classe pour l'utilisation autonome par les élèves des logiciels et la conception de leur rapport.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Delphine Cunny, référente pédagogique à Réseau Canopé.

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

Cette activité a été menée lors de 2 séances d'une heure chacune en vie de classe (classe entière). Ces séances ont eu lieu pour présenter aux élèves les notions de champs/compétences professionnelles, et l'utilisation des logiciels YouVisit, Google Street View et Google Expéditions. Nous avons présenté cela aux élèves pour ensuite leur donner l'opportunité de présenter leur rapport de stage sous la forme d'une expédition en photo 360 le jour de leur présentation. De ce fait, suite à ces 2 séances de découverte, les élèves avaient le choix entre présenter un rapport de stage sous forme de diaporama ou bien présenter le stage avec une photo 360 venant accompagner un diaporama.

En plus de ces 2 séances, il y a eu un apport de 2 x 30 minutes supplémentaires pour les 5 élèves ayant utilisé la photo 360 pour leur présentation de stage.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée)

Les 2 séances ont été filmées par 2 chargés d'études de Réseau Canopé.

Le scénario pédagogique qui a été proposé aux élèves est le suivant :

SÉANCE 1 : EXPLORATION DES CHAMPS PROFESSIONNELS

Durée 1 heure. 25 élèves.

– Qu'est-ce qu'un champ professionnel ?

Les élèves ont dû lister, suite à la visualisation d'une photo, les idées, expressions et représentations associées à un champ professionnel.

Une mise en commun avec Padlet a été faite.

- Découverte de l'outil d'exploration.
- Découverte de 3 champs professionnels avec Google Expéditions.
Les élèves devaient indiquer les compétences, gestes professionnels utilisés, mises en valeurs dans l'expédition. Suite à cela, ils devaient indiquer dans quels autres métiers nous sommes susceptibles d'avoir les mêmes compétences.
- Les consignes pour le rapport de stage ont été transmises aux élèves.
- Présentation de l'exemple à partir du gabarit : les élèves devaient identifier les points d'intérêts et les caractéristiques des carrières présentées.
- Définition du champ professionnel.
- Rappel des consignes : rappel aux élèves du choix sur le type de rendu.

SÉANCE 2 : SÉQUENCE D'OBSERVATION EN MILIEU PROFESSIONNEL EN 3^E GÉNÉRALE

Durée 1 heure. 26 élèves.

- Points sur le stage et les attentes : les élèves ont échangé sur les traces à garder de leur stage ainsi que l'apport de la réalité virtuelle dans la présentation d'un champ professionnel.
- Prise en main de la réalité virtuelle.
- Téléchargement de l'application Google Street View.
- Utilisation de cette application pour découvrir des monuments.
- Réalisation d'un cliché 360 de la classe.
- Suite à un exemple d'une classe canadienne, les élèves ont dû réaliser une photo 360 de la salle de classe.
- Prise en main de Google Street View.
- Importation de la photo dans YouVisit : proposition d'un tutoriel de prise en main.

Nous avons rencontré quelques obstacles car utiliser internet en classe avec son portable ainsi que remplir un Padlet en *live* a entraîné certains comportements dissipés incontournables chez des collégiens.

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

Les élèves pouvaient utiliser leur portable en cours ou bien se faire prêter le matériel. Ils avaient le choix sur le mode de rendu de leur rapport : diaporama ou photo 360. Si les élèves choisissaient la photo 360, la consigne était de réaliser la photo 360, la télécharger sur YouVisit et remplir le gabarit qui l'accompagne.

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ? (Individuellement, collectivement)

Les élèves ont réalisé l'activité hors classe de manière individuelle mais avaient l'autorisation de s'entraider si besoin. En classe, les séances ont été conduites de manière collectives.

Si cette activité a été réalisée en groupe, quelles étaient les modalités ? (Nombre d'élèves, nombre d'équipements par groupe)

Les élèves avaient chacun un *cardboard* mais le frein a été l'absence de wifi au collège le routeur a parfois ralenti pour 26 connexions. Ils pouvaient travailler en groupe lors de séances en classe.

Les élèves vous ont-ils sollicité ? Si oui, sur quels points ?

Oui, quelques sollicitations pour le site YouVisit et des problèmes d'affichage des commentaires en *live* car à la maison sans le *cardboard*, c'est difficile de se tester !

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées.

Voir ce qui a été dit précédemment, sinon tout est très intuitif à leur âge, donc pas de soucis de prise en main

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Pour les 5 élèves ayant été jusqu'au bout avec une présentation de leur stage en photo 360, ils ont été ravis du résultat.

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

Un peu d'amusement mais aussi heureux de découvrir une nouvelle façon de garder une trace d'un projet, donc plutôt positif.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

L'évaluation s'est faite au moment de l'oral du rapport de stage. Évaluation positive sur la motivation lors du passage à l'oral et de la présentation et de l'illustration du rapport de stage.

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant(e) ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Je suis un peu frustrée par le manque de temps de préparation de la classe avec un problème de délai. Sinon, je pense que plus d'élèves auraient pu participer au projet jusqu'au bout.

De plus, certains n'ont pas de portables récents comme moi avec un appareil photo permettant de faire une photo 360. Donc, ces élèves ne se sont pas sentis concernés dès le départ.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ? Si non, pourquoi ?

Très intéressant à approfondir.

Veillez à ne pas creuser les différences entre les élèves qui ont un portable récent et certainement cher par rapport aux autres !

Ou prévoir le prêt de plusieurs portables (4 à 6 pour une classe) pour s'assurer que tous se sentent concernés.

Attention ! YouVisit change parfois de physionomie en cours de route (ça a été mon cas et ce fut très pénible de ne pas retrouver les photos créées rapidement). C'est une perte de temps de devoir rechercher des chemins d'accès !

É T U D E D ' U S A G E :

retours des élèves sur une expérience immersive
de réalité virtuelle. Cas de *The Enemy*

6

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Étude d'usage : retours des élèves sur une expérience immersive de réalité virtuelle. Cas de *The Enemy*

Classe concernée : 1^{re} scientifique

Cycle (2, 3, 4, lycée) : Lycée

Réseau Canopé menait une réflexion sur le déploiement de la réalité virtuelle dans un cadre pédagogique et nous nous sommes interrogés sur les apports possibles de cette technologie aux élèves du point de vue de l'apprentissage. Nous avons souhaité contribuer à la conception d'applications avec une approche plus humaine que technologique en s'intéressant plus précisément aux besoins de la communauté éducative. Essentiellement des élèves et des enseignants, et à la manière dont le scénario pourrait se construire afin que l'histoire racontée et l'expérience recherchée par le concepteur puissent être saisies, comprises et vécues de la même façon par des apprenants dans un contexte d'apprentissage.

Notre projet était de mettre en place plusieurs études à caractère exploratoire auprès des élèves et des enseignants, principaux utilisateurs finals, afin d'accueillir un grand nombre de retours sur leurs expériences de réalité virtuelle et sur la projection possible future qu'ils pourront en faire dans le domaine scolaire. En effet, il était important pour nous de comprendre comment cette technologie pourrait induire une nouvelle approche et une nouvelle organisation dans le cadre pédagogique.

L'expérience *The Enemy*, présentée ici, que nous avons menée avec les élèves est donc exploratoire. Nous sommes partis d'abord des observations de terrain et des retours des utilisateurs finals (principalement des élèves et des enseignants) pour arriver à des questions précises et à des hypothèses. Nous avons répondu ensuite à ces questions et avons revérifié ces hypothèses. Enfin, nous avons pu généraliser ce qui a été observé/dit sur plusieurs cas particuliers.

Pour débiter cette phase exploratoire, nous avons eu un contact avec Camera Lucida qui, de son côté, cherchait des élèves pour tester leur expérience immersive en conception. Nous avons profité de cette occasion pour organiser avec une classe d'élèves notre première étude exploratoire sur ce sujet. De ce fait, la classe ayant participé à cette expérience n'a pas intégré celle-ci dans un cadre stricte avec les domaines de socles abordés, la discipline transversale concernée, les éléments de programme abordés, les compétences associées et les attendus de fin de cycle.

Cependant, l'expérience a semblé pouvoir s'intégrer dans un enseignement transversal qui est l'Histoire-Géographie.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 23

Date ou période de l'expérience : 1^{er} décembre 2016

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Établissement scolaire : Lycée Germaine-Tillion, Le Bourget (Seine-Saint-Denis)

Les élèves ont été accompagnés par 2 enseignants, un enseignant de Mathématiques et un enseignant de Physique-Chimie.

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

Pour le bon déroulement de l'expérience, 4 casques Oculus Rift ont été mis à disposition, permettant de faire passer 4 élèves en même temps. Chacun des participants a été équipé d'un sac à dos pesant 10 kilos qui permet de porter l'ordinateur sous lequel tourne l'application. Cet ordinateur est branché à l'Oculus Rift. Chaque participant a porté également un casque audio, branché à l'ordinateur, lui permettant d'entendre les discours. Il ne s'agissait pas du matériel définitif. Des modifications importantes allaient très prochainement avoir lieu pour laisser place à un dispositif plus léger, moins encombrant pour l'utilisateur.

La technologie qui a été utilisée est de la réalité virtuelle. Le développement s'est fait sous Unity. Les combattants étaient modélisés en 3D d'après une captation en vidéo, photos HD et scans Kinect.

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Ce choix a été fait par les acteurs qui ont coproduit le projet, pour des raisons de nécessité technique et de qualité graphique.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

Le matériel appartenait à l'équipe de Camera Lucida (coconcepteur du projet *The Enemy*).

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

Il s'agissait de la ressource *The Enemy*. Ce n'est pas une ressource ludique. Elle a été conçue par Karim Ben Khelifa, photographe de guerre. Il est accompagné par plusieurs partenaires, producteurs audiovisuels transmédia, Camera lucida, France Télévision nouvelles écritures et l'Office national du film du Canada. Ces acteurs coproduisent ce projet avec deux studios de créations interactives, Dpt. et Emissive.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

Cette ressource est une ressource immersive de réalité virtuelle dans laquelle l'utilisateur est amené à approcher des combattants. Ces combattants sont humanisés grâce à la parole qui leur est donnée à tour de rôle. Ils apparaissent dans un décor volontairement neutre. L'apport de la réalité virtuelle dans cette confrontation humaine est une suite logique selon l'auteur, l'humanisation numérique pouvant apporter davantage l'impression à l'utilisateur de rencontrer le combattant.

Pour cette expérience, les élèves ont donc été amenés à rencontrer des combattants venant de pays différents, en se déplaçant individuellement vers chacun des combattants. Les pays sont présentés en 3 scénarios différents avec, dans chacun d'eux, la confrontation de 2 ennemis qui se font face. Les 3 scénarios étaient :

- l'Israël et la Palestine ;
- le Congo ;
- la République du Salvador.

Quel(s) est/sont les élément(s) qui ont motivé ce choix ?

Suite aux différents retours faits aux équipes par les premiers testeurs, qui évoquaient avoir beaucoup appris au sujet de la guerre grâce à cette expérience, l'auteur pense qu'en effet ce type de dispositif pourrait probablement avoir un apport positif dans le domaine de l'apprentissage. Selon lui, les testeurs semblent être plus captivés par l'histoire qui leur est racontée, ils se l'approprient davantage, la contextualisent et par conséquent, semblent mieux retenir les informations. Il nous a donc semblé opportun d'interroger les élèves à ce sujet.

De plus, il semblait intéressant et pertinent de faire vivre cette expérience par des élèves avant même sa sortie grand public. Cela permettait, d'une part, à l'équipe de gestion technique de pouvoir régler les derniers détails techniques, comme le calibrage de la zone de déplacement, et d'autre part, de pouvoir recueillir les impressions d'élèves sur cette expérience qui est, à l'origine, destinée à un public plus large.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Il s'agissait d'une phase de recherche exploratoire menée par le service de recherche et développement sur les usages du numérique éducatif (DRDUNE) de Réseau Canopé. Nous étions sur une méthode d'observation suivie d'un entretien collectif avec les élèves testeurs.

L'objectif était double :

- pouvoir permettre aux élèves d'être en situation, de vivre l'expérience ;
- recueillir les impressions positives/négatives des élèves sur une expérience de réalité virtuelle ainsi que leurs projections pour une utilisation en classe.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser.) L'avez-vous testée avant ?

- Les 2 chargés d'études de la DRDUNE menant l'étude ont préalablement testé le dispositif.
- Le jour même, les 2 enseignants accompagnateurs ont également pu tester le dispositif avec les élèves.
- Les équipes de Camera Lucida ainsi que l'auteur Karim Ben Khelifa ont réglé les derniers imprévus techniques.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Lors de la préparation nous avons rencontré des difficultés d'ordres techniques se caractérisant par des problèmes de localisation du testeur ainsi que des coupures du scénario.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe)

L'expérience *The Enemy* s'est déroulée dans la salle Agora du Carrefour numérique située dans la Cité des Sciences et de l'Industrie, à Paris. Pour la bonne conduite de cette expérience, une salle de 150 m² a été mise à disposition de Camera lucida (l'installation finale requiert quant à elle un espace de 300 m²).

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Toute l'équipe technique de Camera Lucida était présente ainsi que l'auteur Karim Ben Khelifa.

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a-t-elle été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

L'activité ne s'est pas inscrite dans une séance ou une séquence.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

La journée d'expérience *The Enemy* s'est déroulée le jeudi 1^{er} décembre de 9h00 à 18h00. Du côté de la DRDUNE, 2 chargés d'études ont été présents sur l'ensemble de la journée. La classe a été divisée en 2 parties, avec 12 élèves qui sont venus le matin de 9h00 à 13h00 et 11 élèves qui sont venus l'après-midi de 14h00 à 18h00. Le groupe qui était présent le matin (12 élèves) a débuté la journée par une séance de discussion de 45 minutes avec les chargés d'étude. Ensuite, nous avons fait des groupes de 4 élèves qui sont passés pendant 1h en expérience immersive *The Enemy* puis 45 minutes en *focus group* avec les deux chargés d'études de Réseau Canopé. Les élèves ont, pour finir, été libres d'échanger avec l'auteur, Karim Ben Khelifa, présent ce jour et de participer à des interviews médiatiques.

L'heure de l'expérience comprend l'installation et la désinstallation du matériel et le passage avec les 3 différents scénarios proposés par *The Enemy*.

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

Les élèves avaient pour consigne de réaliser l'expérience avec la possibilité de mettre fin à celle-ci s'ils rencontraient un quelconque problème.

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ?

(Individuellement, collectivement)

Les élèves ont réalisé l'expérience d'une heure de manière individuelle puis l'entretien collectif s'est fait par groupe de 8 élèves.

Si cette activité a été réalisée en groupe, quelles étaient les modalités ?

(Nombre d'élèves, nombre d'équipements par groupe)

Les élèves sont passés individuellement par groupe de 4 pour réaliser l'expérience d'une heure.

Les élèves vous-ont-ils sollicité ? Si oui, sur quels points ?

Durant l'expérience, 5 élèves ont sollicité l'équipe :

- 3 élèves ont eu des malaises et ont demandé à arrêter l'expérience ;
- une élève s'est sentie angoissée et a demandé à arrêter l'expérience ;
- un élève a rencontré un bug qui l'a empêché de continuer.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées.

Les élèves ont répertorié des inconvénients principalement liés à l'environnement et/ou au matériel.

Lors de l'expérience, l'équipe de Camera lucida ainsi que des personnes encadrantes

du projet étaient présentes dans la salle de l'expérience. Le bruit ambiant a été décrit par certains élèves comme une ambiance sonore ordinaire comparable à celle que l'on retrouve dans un musée, ce qui a par conséquent, semble-t-il, aidé les élèves à se projeter dans l'expérience. Pour d'autres élèves, le bruit a été source de distraction. Ils se seraient laissés distraire par le bruit et, de ce fait, semblent avoir été moins concentrés sur l'expérience immersive.

Concernant l'environnement physique, des élèves ont abordé le sujet avec les aspérités du sol auxquels ils devaient prêter attention pour ne pas trébucher, même si celles-ci restaient peu fréquentes.

De plus, des élèves ont parlé d'une distraction venant du matériel, notamment de la paire de lunettes qui laisserait passer le jour et les aurait incités à regarder le sol et chercher leurs camarades « réels » plutôt que de se concentrer sur l'expérience.

De même, sur le plan du matériel, les élèves ont trouvé que le sac à dos était trop lourd et que les lunettes étaient trop serrées. Ces désagréments ont semblé rallonger l'expérience pour certains élèves. Les élèves ont également évoqué des dysfonctionnements visuels des images parfois floues et un texte pas toujours visible (car écrit trop petit). De même, les élèves ont regretté le niveau sonore assez bas de la voix du traducteur qui était cachée par la voix du combattant et qui ne facilitait pas la compréhension de discours.

La masse d'informations émises lors de l'expérience a été jugée trop importante par les élèves. En effet, durant cette expérience, les élèves ont été amenés à assimiler des informations à la fois orales et visuelles. Or, pour certains élèves, ces informations complémentaires, accentuées selon eux par un dialogue redondant, ont été perçues comme une abondance d'informations, notamment en fin de parcours. *A contrario*, certains élèves ont jugé le dialogue redondant intéressant car l'intervieweur a posé les mêmes questions aux différents combattants et ainsi cela permettait de pouvoir comparer le discours de réponse de chacun d'eux.

Nous pouvons résumer que les élèves ont rencontré des éléments notamment liés à l'ambiance sonore extérieure, aux aspérités du sol et à une surcharge d'informations qui seraient venus perturber leur concentration. Selon les élèves, ces éléments de distraction engendrent des effets néfastes sur la concentration.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Lors de leur arrivée sur le lieu, les élèves ont été enthousiastes et impatients de vivre une telle expérience. Ils ont partagé avec nous leurs appréhensions de départ avec une forte envie de vivre l'expérience ensemble, de pouvoir se voir, se parler et vivre la même chose. Certains élèves ont vécu auparavant des expériences avec d'autres applications de réalité virtuelle.

L'expérience des élèves a été marquée, dans un premier temps, par un moment de découverte de *The Enemy*. À ce moment, les élèves ont accordé beaucoup plus d'attention au décor et à l'environnement virtuel qu'à l'histoire racontée. Une fois ce moment de découverte passé, les élèves ont été attentifs à l'histoire et aux contenus des échanges entre le reporter de guerre et les combattants. Les élèves ont été sensibles aux discours des combattants lorsque ces derniers parlaient des sujets relevant de leur vie personnelle : leurs histoires, les violences qu'ils ont subies, leur perception du conflit, leur vision du futur, l'attachement qu'ils ont avec leur famille. Ces discours ont provoqué chez les élèves un changement de point de vue sur les combattants et sur la guerre.

Les élèves ont découvert chez les combattants une part d'humanité : la recherche d'une paix, la quête d'une vie meilleure, la bonté et la famille. Ils se sont projetés dans leur discours, se sont mis à leur place, ont essayé de les comprendre et ont tenu à leur tour, à la fin de l'expérience, des propos pouvant aller jusqu'à la justification de la participation de ces combattants aux conflits. *The Enemy* a entraîné chez les élèves une prise de conscience. D'une part, l'expérience leur a permis de se rendre compte de ce que vivent les personnes dans une situation de conflit. D'autre part, ils ont mesuré leur chance de vivre dans des zones hors conflit.

The Enemy a été une expérience réussie pour les élèves. En comparant l'expérience vécue avec leurs pratiques antérieures, ils ont trouvé dans *The Enemy* une nouvelle sensation d'être au plus près des personnages et un sentiment d'être immergés dans un autre environnement, différent de la réalité. Ils ont déclaré ne pas retrouver les mêmes sentiments lorsqu'ils regardent un film. Le sentiment d'immersion a été partagé par tous les élèves même s'il a été considéré seulement comme partiel chez certains qui n'arrivaient pas à se déconnecter totalement de la réalité à cause des facteurs perturbants identifiés comme le bruit extérieur, la peur de rencontrer des obstacles extérieurs sur le passage (mur, obstacle sur le sol), le décor et l'environnement virtuel (mur blanc, dialogue avec les combattants adverses dans une même salle...) parfois jugés décalés de la réalité.

Les élèves ont mis l'accent sur l'importance d'être acteurs pour avoir un sentiment d'immersion plus important. Lorsqu'ils ont comparé *The Enemy* à une expérience déjà vécue, ils ont déclaré avoir apprécié le déplacement et le fait d'être décisionnaires de la continuité de l'expérience. Pour eux, ces possibilités constituent un avantage important de *The Enemy* par rapport aux expériences qu'ils ont vécues précédemment dans lesquelles ils étaient spectateurs d'un scénario. Cependant, habitués à un environnement visuel attractif, très coloré et détaillé dans leurs précédentes expériences, les élèves ont souligné le manque de décor dans *The Enemy*. Cette neutralité de l'environnement visuel est un choix volontaire de la part du réalisateur.

À l'issue de l'expérience, les élèves ont éprouvé du stress, de la tristesse et de la compassion par rapport aux histoires racontées. À ces sentiments s'ajoute la joie d'avoir testé un nouvel objet, de pouvoir tester dans un univers virtuel ce qui est impossible à faire dans le réel, de se comporter pendant le test autrement que d'ordinaire et enfin de mesurer la limite technique de la réalité virtuelle, et en particulier de *The Enemy*.

Les élèves ont décrit *The Enemy* comme une visite d'un musée ou comme un reportage. Ils ont apprécié le réalisme de l'expérience, c'est-à-dire la reproduction des personnages et des différents objets insérés dans l'environnement virtuel ainsi que la cohérence entre le discours des combattants et leurs gestes. Selon leurs dires, l'expérience leur a permis d'apprendre sur la guerre et prendre connaissance de l'existence des lieux qui leur étaient auparavant inconnus.

Pour envisager un usage de la réalité virtuelle en classe, les élèves ont proposé des scénarios leur permettant d'être acteurs et d'être décisionnaires de leurs apprentissages. Pour captiver leur attention, il est important, selon eux, de rendre l'environnement visuel attractif pour être davantage immergé dans le scénario. Ils ont pensé que la réalité virtuelle pourrait apporter une motivation et une concentration importante en classe.

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

Les élèves ont tous été très réactifs, consciencieux et disciplinés lors de cette expérience. Ils ont tous participé à l'expérience ainsi qu'à l'entretien collectif sans émettre de contrariété.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

Nous n'avons pas évalué l'atteinte de nos objectifs car nous étions dans le cadre d'une étude à caractère exploratoire. Cependant, nous avons recueilli des retours riches et constructifs de la part des élèves.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Les recommandations et points de vigilance que nous pouvons évoquer ici sont ceux évoqués par les élèves lors des entretiens.

Dans le cadre d'usage en classe, les élèves ont donc proposé d'intégrer la réalité virtuelle en petits apartés de quelques minutes qui viendraient compléter de manière concrète un ou des éléments du cours plus théoriques. En ce sens, il semblerait possible de proposer cette technologie comme le fait actuellement l'enseignant quand il leur propose de courtes vidéos explicatives, qui, selon les élèves, leur permettent d'être plus captivés. Il est tout de même important de souligner la condition proposée par les élèves pour réussir la mise en œuvre de la réalité virtuelle dans les classes. Ils conseillent d'intégrer la réalité virtuelle de manière interactive, avec des séances où ils devraient être acteurs et non seulement spectateurs.

Une autre condition évoquée par les élèves concerne l'environnement qui devrait refléter davantage le contexte dans lequel est plongé l'utilisateur. Les élèves, prenant en exemple l'expérience *The Enemy*, ont souligné que les décors visuels virtuels devront refléter le réel. Selon eux, l'idée est de pouvoir projeter l'utilisateur pour qu'il retienne mieux les événements. De plus, la monotonie de l'environnement rend, selon leurs dires, l'expérience ennuyeuse. Pour casser cette monotonie, les élèves ont proposé un environnement visuel changeant en fonction du sujet traité.

L	I	T	T	É	R	A	T	U	R	E
E	T		R	É	A	L	I	T	É	
V	I	R	T	U	E	L	L	E	:	

Fatou Rama

Stéphanie Woessner

Enseignante de Français langue étrangère,
Anglais langue étrangère
Albeck Gymnasium Sulz, Sulz am Neckar
(Allemagne)

7

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Littérature et réalité virtuelle : Fatou Rama

Classe concernée : 3^e FLE (3^e année de Français langue étrangère)

Cycle (2, 3, 4, lycée) : lycée (en Allemagne)

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) :

- Lire
- Écrire
- Parler
- Écouter
- Production

Discipline ou enseignement transversal concerné : FLE, Informatique

Éléments de programme abordés :

- Lire un roman en LV.
- Mener un travail productif autour de la lecture.
- Faire la connaissance d'un pays francophone.

Compétences associées (programme) :

- Mise en scène/modélisation d'un environnement virtuel.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 19

Date ou période de l'expérience : Juin/juillet 2017, environ 5 semaines

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Stéphanie Woessner

Discipline enseignée : Français langue étrangère, Anglais langue étrangère

Nombre d'années d'ancienneté dans la discipline : 10 (+ 2 de formation initiale)

Établissement scolaire : Albeck Gymnasium Sulz, Sulz am Neckar (Allemagne)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

- 10 *cardboards*
- 10 portables (d'élèves)

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

- Pas de budget pour des portables Samsung + GearVR.
- CoSpaces marchait uniquement avec soit Cardboard, soit GearVR.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

- *Cardboards* : enseignant.
- Smartphones : élèves.

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

- CoSpaces : application web d'une start-up allemande.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

CoSpaces permet la création d'espaces virtuels en 3D que l'on peut visionner également en mode stéréoscopique avec un *cardboard* ou Samsung GearVR. La création se fait par simple glisser-déposer. Il y a également la possibilité de télécharger ses propres photos, fichiers MP3 et objets en 3D ainsi que la possibilité de programmer les objets utilisés avec Blockly, un langage visuel de programmation qui ressemble à Scratch. Le partage de l'espace se fait par code QR ou lien.

Quel(s) est/sont les élément(s) qui ont motivé ce choix ?

Je voulais que mes élèves lisent le roman choisi avec plaisir et en se plongeant dans la lecture et le monde qui est décrit. Je n'avais pas envie de dire à mes élèves que le but de la lecture du roman était de répondre à des questions de compréhension pour ensuite leur donner une tâche de production écrite créative comme on le fait souvent.

Modèles 4C et SAMR : éducation aux compétences du 21^e siècle (communication, collaboration, créativité et pensée critique) en concevant une tâche qui était inimaginable il y a encore 2 ans.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

La réalité virtuelle permet aux élèves de se plonger dans un autre monde qu'ils ont créé eux-mêmes, lors de ce projet, sur la base de la lecture effectuée. Cela leur a donc permis de non seulement lire un roman mais de le découvrir.

Apprendre avec plaisir.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser) L'avez-vous testée avant ?

J'ai testé brièvement CoSpaces pour m'assurer que c'était un outil facile à prendre en main. Ensuite, j'ai conçu le projet et les activités pour la lecture.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe)

J'ai réalisé cette activité en cours de FLE en fin d'année scolaire. Les programmes de FLE en Allemagne nous demandent de lire un petit roman avec les élèves qui leur apprend également quelque chose sur la culture francophone. En 3^e année, on parle entre autres d'autres pays francophones que la France. Notre manuel scolaire (*Découvertes*, « Série jaune », Klett) nous permet de substituer une unité par un roman. Ce roman couvre le même vocabulaire, la même grammaire et les mêmes thèmes que l'unité remplacée.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Non

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a-t-elle été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

La dernière séquence de l'année scolaire sur une durée d'environ 5 semaines.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

- Introduction au sujet par un PechaKucha fait par les élèves : chaque élève a choisi un thème sur le Sénégal, a trouvé une photo libre de droits et a enregistré un fichier MP3 de 20 secondes sur son thème.
- Lecture du roman pendant les vacances de la Pentecôte, accompagnée de la rédaction d'un journal intime de la protagoniste (Kera, une jeune fille qui a grandi au Sénégal dans les années 1960)
- Mise en commun des journaux intimes et retour de camarades sur la langue et le contenu (en petits groupes).

- Discussion quant à la chronologie du roman + vérification auprès de l'auteur.
- Répartition des 14 chapitres sur les élèves (en fonction de leurs compétences).
- Correction des chapitres pertinents des journaux intimes par moi.
- Présentation de l'outil (20 minutes).
- Séance sur les droits à l'image, les licences Creative Commons, etc.
- Conception des espaces + recherche d'images pour expliquer certaines particularités du Sénégal (par exemple, la nourriture).
- Enregistrement des journaux intimes à l'oral.
- Création des espaces à la maison (parce que l'outil ne marche pas sous Windows XP, ce qui était le système de notre établissement à l'époque).
- Ajout d'un petit retour oral ainsi que d'une question à l'auteur/la protagoniste dans les 2 dernières planches du projet.
- Ajout de la table des matières et du PechaKucha en prologue.
- Envoi de l'espace à l'auteur qui a répondu à toutes les questions individuellement via un fichier audio de 30 minutes.
- Visionnage des espaces ensemble en cours et écoute des réponses.
- Présentation des espaces créés aux parents et la communauté scolaire lors de la fête de fin d'année.
- Soumission du projet à plusieurs concours TICE.

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

- Lisez le roman.
- Écrivez le journal intime de Kera.
- Donnez un retour sur le journal intime écrit par vos camarades.
- Reconstituez la chronologie du roman.
- Réfléchissez à la mise en scène de votre chapitre. Trouvez des photos libres de droit pour expliquer des particularités sénégalaises et indiquez la source comme il le faut.
- Créez votre espace. Ajoutez votre journal intime en MP3. Utilisez, si vous le souhaitez, la programmation avec Blockly pour animer les objets/personnages et pour lancer le son.
- Ajoutez un petit retour quant au roman et une question à l'auteur/la protagoniste en MP3.

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ?

(Individuellement, collectivement)

Individuellement et collectivement (par étapes)

Les élèves vous-ont-ils sollicitée ? Si oui, sur quels points ?

Questions linguistiques, quelques questions techniques (mais peu malgré le fait que c'était un outil inconnu et une activité toute nouvelle – l'outil est donc très intuitif).

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Ils ont bien aimé cette nouvelle approche plutôt actionnelle en projet. Ils étaient également très fiers qu'on leur décerne (jusqu'à) 3 prix.

Il y avait des élèves qui n'aiment pas les ordinateurs mais qui ont fait un très bon travail. Ce sont surtout eux qui ont motivé les élèves pas très doués en français et peu motivés de retravailler leurs espaces.

Certains élèves n'ont pas aimé cette activité parce que cela impliquait beaucoup de travail tandis que d'autres élèves, surtout ceux qui aiment les jeux vidéo, ont beaucoup aimé.

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

Collaboratif et très relax.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

Le produit final a prouvé que les élèves avaient bien compris le roman.

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant(e) ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Parfaitement. Mon objectif principal est que les élèves apprennent le français avec plaisir et s'amuse tout en apprenant. C'était le cas.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ?

Si non, pourquoi ?

Si l'on veut faire tout le projet en cours et avoir toutes les possibilités offertes par l'outil, il faut avoir des ordinateurs sous Windows 10 et un compte CoSpaces Edu Pro (90€/an/30 élèves).

Il ne faut pas trop expliquer mais laisser faire les élèves.

R	É	A	L	I	S	A	T	I	O	N
D	'	U	N		S	A	L	O	N	

des métiers en réalité virtuelle

8

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Réalisation d'un salon des métiers en réalité virtuelle

Classe concernée : 3^e SEGPA (Sections d'enseignement général et professionnel adapté)

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) :

- Outils numériques.
- Conduite de projets individuels et collectifs.
- Accès à l'information et à la documentation.

Disciplines ou enseignements transversaux concernés :

- Vente.
- Distribution.
- Logistique.
- Transversalité avec le Français et la Technologie.

Éléments de programme abordés :

- Vente : Promotion-Animation.
- Projet d'orientation.

Compétences associées (programme) :

Mise en scène/modélisation d'un environnement virtuel.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 5

Date ou période de l'expérience : Octobre 2017 à mai 2018

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Sébastien Hadj-Chérif

Discipline enseignée : Économie-Gestion, Vente

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 9

Établissement scolaire : Collège Louis-Pasteur, Graulhet (Tarn)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

1 casque Samsung Gear et Google Cardboard avec manette.

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Prix abordable pour le *cardboard* et acquisition personnelle du Gear car bon compromis entre le *cardboard* et un HTC Vive par exemple.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

Cardboard à l'établissement, Samsung Gear personnel.

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

Un musée virtuel créé (modélisé) avec l'application VR CoSpaces et des fiches métiers réalisées avec Desygnr pour les intégrer sous forme de textures dans Cospaces. Interactivité gérée par programmation par blocks dans CoSpaces. Tout ça a été réalisé par les élèves.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

Cospaces permet de faire de la modélisation 3D à l'aide de blocs prédéfinis et de programmer ensuite des interactions avec les éléments, tout ceci avec des blocs. Le projet s'intègre ensuite facilement en réalité virtuelle avec l'application portable CoSpaces.

Quel(s) est (sont) les éléments qui ont motivé ce choix ?

L'envie de rendre plus ludique les enseignements, tester un nouveau support qu'est la VR et surtout développer des compétences connexes chez les élèves.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Jouer sur la motivation et l'immersion, donc la personnalisation d'une expérience.

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser) L'avez-vous testée avant ?

Seul en me formant un peu en amont à l'outil.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Outil étonnant car facile à prendre en main pour une technologie telle qu'est la VR.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe)

Tout s'est réalisé en classe.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Je connaissais moi-même un peu la VR.

ACTIVITÉ MENÉE AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a-t-elle été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

Pratiquement une heure chaque semaine lors des ateliers professionnels.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

1 h ; 1 h 30.

Quelle(s) consigne(s) a/ont été donnée(s) aux élèves ?

- Effectuer d'abord les recherches sur les métiers avec des sites comme l'Onisep.
- Réaliser l'infographie avec l'outil Desygnr.
- Modéliser un bâtiment ensuite dans CoSpaces et mettre les infographies précédentes sur les murs du bâtiment dans l'application.

Comment les élèves ont-ils réalisé cette activité ? (Individuellement, collectivement)

Individuellement et parfois en binôme.

Les élèves vous-ont-ils sollicité ? Si oui, sur quels points ?

Sur la recherche d'informations, les questions techniques propres aux outils.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées.

Les élèves ont eu un peu de mal avec les outils au départ car ils ne connaissaient pas ces derniers et surtout manquaient de confiance en eux. Quelques séances ont été nécessaires pour prendre en main les outils.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Les élèves ont été agréablement surpris de leurs productions professionnelles sur les affiches et ont parfois été ébahis par la réalité virtuelle.

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

Très bonne ambiance de travail et bonne humeur mais parfois de l'impatience.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

Un musée modélisé avec des infographies à l'intérieur.

Quels sont vos retours en tant qu'enseignant(e) ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

J'aurais aimé le faire présenter à d'autres élèves de 3^e pour travailler sur l'orientation mais ça ne s'est pas fait. Toutefois, les élèves ont pu faire un véritable travail sur leur orientation et sauront plus tard mettre en valeur des productions.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ?

Si non, pourquoi ?

Oui car c'est immersif et plaisant pour les élèves.

Toutefois, cela nécessite du matériel...

G	É	O	M	É	T	R	I	E
D	A	N	S					
L	'	E	S	P	A	C	E	

dans un environnement immersif de réalité virtuelle

Émilie Marcon et Fabien Marsollat
Enseignants de Mathématiques
Collège Laurent-Eynac,
Le Monastier-sur-Gazeille
(Haute-Loire)

9

IDENTIFICATION DE L'EXPÉRIENCE

Intitulé : Géométrie dans l'espace dans un environnement immersif de réalité virtuelle

Classe concernée : 6^e

Domaines du socle abordés (les compétences travaillées) :

Domaine 1 : L'élève produit et utilise des représentations d'objets, d'expériences, de phénomènes naturels tels que schémas, croquis, maquettes, patrons ou figures géométriques.

Discipline ou enseignement transversal concerné :

Mathématiques

Éléments de programme abordés :

Géométrie dans l'espace, les solides usuels (cubes, pavés, prismes et pyramides).

Compétences associées (programme) :

Elles sont aussi une occasion de fréquenter de nouvelles représentations de l'espace (patrons, perspectives, vues de face, de côté, de dessus...).

De même, des activités géométriques peuvent être l'occasion d'amener les élèves à utiliser différents supports de travail : papier et crayon, mais aussi logiciels de géométrie dynamique, d'initiation à la programmation ou logiciels de visualisation de cartes, de plans. Les situations faisant appel à différents types de tâches (reconnaître, nommer, comparer, vérifier, décrire, reproduire, représenter, construire) portant sur des objets géométriques sont privilégiées afin de faire émerger des concepts géométriques (caractérisations et propriétés des objets, relations entre les objets) et de les enrichir.

Attendus de fin de cycle

- (Se) repérer et (se) déplacer dans l'espace en utilisant ou en élaborant des représentations.
- Reconnaître, nommer, décrire, reproduire, représenter, construire des figures et solides usuels.
- Reconnaître des solides simples ou des assemblages de solides simples à partir de certaines de leurs propriétés.
- Enrichir le vocabulaire pour nommer les solides : pavé droit, cube, prisme droit, pyramide régulière, cylindre, cône, boule.

Nombre d'élèves ayant participé à l'expérience : 40

Date ou période de l'expérience : 5 juin 2018

RENSEIGNEMENTS SUR L'ENSEIGNANT INITIATEUR DE L'EXPÉRIENCE

Prénom Nom : Émilie Marcon, Fabien Marsollat

Discipline enseignée : Mathématiques

Nombre d'années d'ancienneté dans cette discipline : 7 pour Mme Marcon et 24 pour M. Marsollat.

Établissement scolaire : Collège Laurent-Eynac, Le Monastier-sur-Gazeille (Haute-Loire)

MATÉRIELS UTILISÉS

Quel(s) type(s) de matériel(s) de réalité virtuelle avez-vous prévu(s) ? (Marque, quantité)

- Un casque HTC Vive.
- 2 contrôleurs Vive.
- 1 ordinateur portable Dell.

Pourquoi avoir fait ce choix de matériel ?

Le HTC Vive offre 6 degrés de liberté. Il permet le *tracking* et donc le déplacement à l'échelle d'une pièce (*Room scale*).

Les contrôleurs permettent l'utilisation des 2 mains simultanément.

Le champ de vision et l'affichage permettent une bonne immersion.

À qui appartiennent les matériels utilisés ? (À l'établissement, à l'élève ou à l'enseignant, autre)

Le matériel (casque et portable) a été prêté par le Lab' du Pensio (FabLab de l'IUT de l'Université Clermont-Auvergne).

RESSOURCE(S), APPLICATION(S), PRODUIT(S), OUTIL(S) OU EXPÉRIENCE(S) DE RÉALITÉ VIRTUELLE CHOISI(ES)

Quel(les) était/étaient la/les ressource(s)/application(s)/produit(s)/outil(s) de réalité virtuelle choisi(es) ? Précisez leurs noms, l'origine (ressources créées par une entreprise, par les élèves ou par l'enseignant), la nature (ludique ou pas).

L'application utilisée est HandWaver.

Elle a été développée par l'équipe IMRE (Immersive Mathematics in Rendered Environments) de l'Université du Maine (USA). Elle est gratuite dans le cadre d'un usage scolaire. Elle est du type bac à sable.

Pouvez-vous nous décrire ce(tte) ressource/application/produit/outil ?

HandWaver est un environnement virtuel de création mathématique basé sur le geste où les apprenants, à tous les niveaux, peuvent utiliser leurs mains pour agir directement sur des figures mathématiques, sans avoir recours à des équations, des claviers ou des mouvements de souris. HandWaver utilise une interface comportementale (gestes pseudo-naturels).

HandWaver combine des aspects de la géométrie dynamique dans la réalité virtuelle avec de nouveaux modes de construction d'objets mathématiques, comme la capacité d'utiliser ses mains pour étirer des objets entre les dimensions : par exemple, les points peuvent être étirés en segments de lignes, les segments peuvent être étirés en figures planes et les figures planes peuvent être étirées en solides.

HandWaver permet aux apprenants de fabriquer, modifier, mesurer et explorer des objets mathématiques dans un espace virtuel tridimensionnel.

Quel(s) est/sont les élément(s) qui ont motivé ce choix ?

- L'envie de rendre plus ludique les enseignements.
- Le fait de pouvoir tester un nouveau support qu'est la VR.
- Et surtout développer des compétences connexes chez les élèves.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Pourquoi avoir choisi la réalité virtuelle pour cette activité ? Quels étaient vos objectifs ?

Les élèves de fin cycle 3 ont une connaissance limitée des solides. Ils connaissent généralement leurs noms et sont capables de les reconnaître dans des situations prototypiques (tels qu'ils sont généralement proposés dans les manuels scolaires). Or ils ont tendance à considérer ces formes prototypiques comme des familles distinctes : ils sont incapables d'assimiler un cube ou un pavé droit à la famille des prismes ou encore ils considèrent qu'une pyramide est forcément à base carrée.

Ils ne sont pas capables de détacher de la forme de l'objet pour voir des propriétés (vision iconique).

La sur-utilisation de représentations prototypiques en milieu scolaire génère des techniques pour identifier les solides et leurs éléments constitutifs comme les bases qui ne sont pas opérationnelles dans des situations plus complexes ou non prototypiques. Ils sont, par exemple, incapables d'identifier correctement la base d'un prisme représenté comme posé sur une face latérale ou de reconnaître une pyramide à base hexagonale. La réalité virtuelle permet de créer des solides et de les manipuler avec des gestes naturels. Nous pensons que ces gestes, une fois réalisés physiquement, peuvent être mobilisés mentalement pour identifier correctement des prismes et des pyramides ainsi que leurs bases (les polygones qui ont permis de générer les solides).

En offrant des outils mentaux qui mettent en avant comment les solides sont générés à partir d'une figure de dimension 2 (polygone), nous les amenons à changer de regard sur les objets géométriques, d'une vision iconique (la forme) à une vision non-iconique (un assemblage d'objets de dimensions inférieures).

PRÉPARATION DE L'ACTIVITÉ

Comment avez-vous préparé cette activité de réalité virtuelle ? (Seul, accompagné, documenté... à préciser.) L'avez-vous testée avant ?

La séance a été conçue dans le cadre des travaux de recherche d'un doctorant en didactique des mathématiques, Xavier Nicolas, sous la direction de Jana Trgalova, Maître de conférences à l'Université Lyon 1 et membre du laboratoire S2HEP et de l'IFE.

Pour la conception, nous avons suivi la méthodologie Incubateur qui comprend une ou des séances de conception et la réalisation d'une « carte d'expérience » à plusieurs mains (enseignants, chercheurs, ingénieur, experts, utilisateurs), une mise en œuvre et une analyse pour un retour sur la carte d'expérience. Cela permet d'améliorer le

scénario mais également d'analyser les fonctionnalités de l'outil, voire de faire remonter aux développeurs/concepteurs les remarques des utilisateurs finals.

Quels ont été les points marquants (étonnements, découvertes, difficultés...) de cette préparation ?

Nous avons découvert une nouvelle méthode pour construire pas à pas une séance et avons été surpris du résultat, sachant que nous partions de rien ! Suite à nos écrits sur les ardoises, l'incubateur nous a questionnés et nous a permis d'anticiper au mieux le déroulé de la séance (réactions des élèves, rôles de chacun...).

Les difficultés se sont portées tout d'abord sur le choix du logiciel, le thème de l'activité à aborder, puis le niveau (intégration dans le programme), la consigne... Tout cela a été très dense car il a fallu enchaîner les réflexions.

CONTEXTE D'USAGES

Dans quel contexte avez-vous réalisé cette activité avec vos élèves ? (En classe, hors classe)

En classe sur un cours ordinaire de mathématiques.

Dans la réalisation de l'activité, étiez-vous accompagné par une personne connaissant déjà bien la réalité virtuelle ? Si oui, précisez.

Le doctorant Xavier Nicolas était présent pour installer le matériel. Il est intervenu à quelques reprises pour lever une difficulté de manipulation.

ACTIVITÉS MENÉES AVEC LES ÉLÈVES

Comment cette activité a-t-elle été menée ? (Lors d'une séance, dans le cadre d'une séquence)

Cette activité a été menée quelques semaines après une évaluation diagnostique révélant effectivement les difficultés à reconnaître et nommer les prismes, ainsi qu'à rassembler les pavés et cubes dans cette même « famille ». De plus, elle a confirmé une méthode erronée d'identification de la base. C'était une séance isolée qui sera institutionnalisée 10 jours plus tard et retravaillée par la suite.

Décrivez les différents moments de votre séance ou bien de votre séquence (les activités, la durée).

1^{RE} PHASE : PRISE EN MAIN, DÉCOUVERTE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DE LA NOTION DE POLYGONE

Durée : 10 minutes

Classe entière + 1 élève avec le casque qui explore l'environnement + 1 vidéoprojecteur qui montre ce que voit l'élève avec le casque.

La scène représente plusieurs objets dans l'espace, les élèves doivent identifier la nature de ces objets : sont-ils des polygones ?

La difficulté vient du fait que les objets 2D sont dans une situation spatiale et peuvent donc subir des aberrations perceptives.

Les élèves doivent se prononcer par écrit pour chaque objet exploré (polygone ou non). L'enseignant conclut sur la définition d'un polygone.

2^E PHASE : GÉNÉRATION DE SOLIDES À PARTIR DES POLYGONES

Durée : 15 minutes

Après une démonstration des gestes à utiliser (étirement et pincement), des élèves viennent chacun leur tour utiliser le casque pour générer un solide à partir d'un des polygones présents. Ils peuvent choisir d'étirer ou de pincer le polygone, ce qui a pour conséquence la génération d'un type particulier de solide (prisme ou pyramide).

Pendant la génération, la classe observe sur l'écran de retour.

3^E PHASE : CLASSEMENT DES SOLIDES GÉNÉRÉS

Durée : 10 minutes

L'enseignant utilise le casque pour montrer chaque solide généré un par un.

Les élèves doivent noter sur leur cahier si le solide a été généré par étirement

ou par pincement. Les solides sont identifiés par une lettre (A, B, C...)

4^E PHASE : MISE EN COMMUN, CORRECTION

Durée : 10 minutes

L'enseignant fait un tableau pour noter les réponses des élèves : chaque figure reçoit des votes en faveur de l'étirement ou du pincement.

Une fois l'ensemble des figures passées, l'enseignante revient sur celles qui n'ont pas recueilli des votes unanimes pour l'une ou l'autre catégorie.

Des élèves sont invités à venir argumenter sur l'écran leur choix (l'enseignant utilise le casque pour montrer la figure qui fait débat).

Un débat contradictoire a lieu, les arguments sont validés ou invalidés par la classe.

La concordance du geste avec l'effet produit permet de mettre les élèves d'accord sur l'ensemble des solides.

5^E PHASE : INSTITUTIONNALISATION ET PROLONGEMENTS

Durée : 5 minutes

L'enseignante fait le lien entre la génération par étirement avec les prismes et la génération par pincement avec les pyramides.

Elle montre avec le casque des exemples dans l'environnement, puis elle s'attarde sur un cube et un pavé. Les élèves les assimilent immédiatement à la famille des prismes en invoquant le geste d'étirement qui a servi à la générer.

Pour terminer, l'enseignante demande d'imaginer le résultat de l'étirement et du pincement sur un disque ou un cercle. Les élèves proposent très rapidement les familles des cylindres et des cônes.

Les élèves vous-ont-ils sollicités ? Si oui, sur quels points ?

Certains élèves ont eu du mal à trouver un solide en particulier parmi les autres, les camarades donnaient des indications de direction : à droite, à gauche, derrière, plus haut...

La manipulation d'étirement pouvait générer des aberrations dans les figures si elle était mal réalisée.

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ

Décrivez la prise en main par les élèves du matériel et les difficultés rencontrées.

Certains élèves ont eu du mal à trouver un solide en particulier parmi les autres, les camarades donnaient des indications de direction : à droite, à gauche, derrière, plus haut... La manipulation d'étirement pouvait générer des aberrations dans les figures si elle était mal réalisée. L'espace d'interaction n'est finalement pas assez grand et limite le nombre de solides ou leur taille. Certains élèves avaient peur de se déplacer et en particulier de passer « à travers » les solides.

Quels ont été les retours de vos élèves durant et suite à cette activité ?

Nous n'avons pas eu les élèves en cours depuis la séance, cependant, suite à cette activité, ils étaient très enthousiastes. Le fait marquant a été d'utiliser le casque de VR.

Comment décririez-vous le climat de votre classe durant cette activité ?

Bon climat général, cependant l'enseignante aurait dû placer les élèves (au lieu de les laisser se mettre où ils voulaient). Ils se sont montrés motivés et intéressés pour la plupart. Ils ont bien participé et étaient volontaires pour utiliser le casque. Durant cette séance, des élèves éprouvant d'habitude des difficultés étaient particulièrement à l'aise et, à l'inverse, de bons élèves ont pu être déstabilisés.

Comment avez-vous évalué l'atteinte de vos objectifs ?

Nous avons fait passer une évaluation diagnostique avant la séance, un autre test sera proposé à la suite sur les mêmes compétences (classer des solides en prismes et pyramides, identifier la base de solides).

Quels sont vos retours en tant qu'enseignants ? Avez-vous atteint les objectifs visés ?

Activité très satisfaisante. L'objectif principal a été atteint puisque à la fin de la séance, les élèves ont constaté comme par évidence que les pavés et les cubes étaient des prismes. On espère que le fait d'associer un geste à un solide permettra à l'élève de reconnaître ces 2 solides (prismes, pyramides), et d'identifier leurs bases. La durée était bonne. Par contre, il manquait certaines figures dans l'environnement (cercle, droite, par exemple) car il n'y avait qu'un segment seulement et 12 polygones.

POINTS DE VIGILANCE ET RECOMMANDATIONS

Recommanderiez-vous l'utilisation de la réalité virtuelle à vos collègues ?

Si oui, quelles sont vos recommandations et les points de vigilance ? Si non, pourquoi ?

Oui.

Tout d'abord, cette géométrie permet de visualiser des figures planes dans l'espace, ce qui est intéressant selon leur position (par exemple, on peut à première vue voir un segment et s'apercevoir en explorant l'environnement que c'est un carré : le segment visualisé était un côté). L'élève peut se positionner selon différents points de vue (sous le solide, de part et d'autre...). Le fait de générer un solide à l'aide d'un polygone est difficile à imaginer sans un tel logiciel (dire à l'élève « Imagine que... » ne remplace pas la manipulation concrète pour certains). Passer par le corps permet d'ancrer les apprentissages et de retenir à plus long terme. En cas de difficultés, il sera plus facile d'aider les élèves en rappelant le geste. Il est cependant nécessaire pour utiliser la VR en classe d'avoir une bonne prise en main du logiciel, et une aide technique est souhaitée car gérer la classe, l'activité et la partie technique semble être compliqué.



Cahier d'expériences : la réalité virtuelle dans les classes

C A N O P É
R & D
R A P P O R T
D E V E I L L E

Enquête sur l'utilisation de la réalité virtuelle dans un cadre pédagogique

Directeur de publication
Jean-Marie Panazol

Coordination de projet
Jean-Michel Perron

Directeur artistique
Samuel Baluret

Conception graphique
DES SIGNES,
le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages
Isabelle Soléra

Impression
Jouve
53100 Mayenne

© Réseau Canopé, 2018

RAPPORT DE VEILLE

ENQUÊTE SUR L'UTILISATION DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE DANS UN CADRE PÉDAGOGIQUE

Auteur du rapport

Marie Brossard, chargée de la veille
et de la prospective
Mission d'incubation de la Direction
du numérique pour l'éducation
Groupe de travail numéro 7 :
Immersion numérique et virtualité,
quelle problématique ?
Direction de la recherche
et du développement sur les usages
du numérique éducatif

Introduction	5
MÉTHODOLOGIE	7
Construction du questionnaire	8
Description de l'échantillon	10
RÉSULTATS	13
Interactions	14
Interface et environnement artificiel utilisés par les élèves	16
Contexte d'utilisation	17
Outils utilisés pour l'immersion en classe	19
Objectifs pédagogiques	20
Scénarisation pédagogique et évaluation des acquis	21
CONCLUSION	23
RÉFÉRENCES	25
ANNEXES	27

La réalité virtuelle (RV) apparaît porteuse de promesses en termes de sensations, d'expérience-utilisateur et de construction de nouveaux formats de narration, avec notamment l'utilisation de contenus interactifs. L'amélioration des performances techniques des produits proposés sur le marché s'est accompagnée d'une baisse des prix du matériel en cette fin d'année 2017¹. Cette tendance pourrait contribuer à la démocratisation des technologies immersives auprès du grand public ainsi qu'auprès des établissements scolaires et des organismes de formation. Selon le cabinet américain Gartner², la technologie de la réalité virtuelle ne serait pas encore parvenue à maturité. La courbe de Gartner permet de représenter graphiquement le cycle de vie d'un produit en cinq étapes. Tout d'abord une innovation technologique arrive sur le marché, ensuite émerge un pic d'attentes démesurées des consommateurs, puis les consommateurs, déçus, se désintéressent du produit (le gouffre de la désillusion constitue la phase trois). Finalement, le produit commence à se développer progressivement sur le marché (phase quatre), avant d'être adopté (phase cinq)³. D'après le cabinet d'analyse, la RV se situerait actuelle dans la 4^e phase, c'est-à-dire que l'on commence à comprendre les avantages de certains usages de la réalité virtuelle, le développement du marché est progressif mais semble solide.

La Direction du numérique pour l'éducation du ministère de l'Éducation nationale organise, dans le cadre de son Numénilab, une mission d'incubation de projets prospectifs autour de thématiques d'innovation ayant un potentiel impact dans les enseignements et dans l'apprentissage.

Le groupe qui a pour thème la réalité virtuelle est coordonné par Réseau Canopé et regroupe des laboratoires scientifiques, des opérateurs de l'État et des délégations académiques. C'est dans ce cadre que Réseau Canopé mène actuellement une réflexion sur le déploiement de la réalité virtuelle dans un cadre pédagogique, avec une approche centrée sur les utilisateurs.

Afin de dresser un état des lieux de l'existant et des pratiques actuelles, nous avons tenté de recenser les enseignants qui avaient déjà utilisé des techniques d'immersion en classe. Pour ce faire, nous avons diffusé une enquête en ligne.

1. Bastien L. [20 mars 2018], *Ventes de casques VR : IDC prédit une hausse de 50 % pour 2018.*

Repéré à : https://www.realite-virtuelle.com/ventes-casques-vr-2018-idc?utm_source=Sociallymap&utm_medium=Sociallymap&utm_campaign=Sociallymap

2. Gartner [2018], *Gartner Hype cycle.*

Repéré à : <https://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>

3. Panetta K. [2017], *Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017.*

Repéré à : <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>

Notre premier objectif avec la publication de ce questionnaire était d'être en capacité d'identifier les enseignants qui avaient déjà utilisé des techniques d'immersion pour la réalisation de projets pédagogiques et éducatifs, et ainsi apporter des éléments de réponses aux questions suivantes : « Quelles sont les pratiques immersives utilisées pour l'éducation en France ? », « Dans quels contextes ? », « Avec quels outils ? », « Quelles sont les disciplines concernées ? », « Qui sont les classes concernées ? » etc. Une fois identifiés, les enseignants pouvaient ensuite être recontactés pour compléter le « *cahier d'expérience* »⁴ sur les usages de la réalité virtuelle à visée éducative.

Le second objectif était d'établir une cartographie des pratiques immersives recensées au cours de cette enquête.

Ce rapport comportera une première partie qui présentera la méthodologie mise en place pour la construction de l'enquête ainsi qu'une description de notre échantillon. La seconde partie décrira les réponses obtenues pour chaque question.

4. Le cahier d'expérience fait partie des livrables produits par le groupe de travail de la Direction du numérique pour l'éducation du ministère de l'Éducation nationale. Il s'agit d'un questionnaire qualitatif dans lequel l'enseignant(e) décrit une expérience qu'il (elle) a menée avec ses élèves, faisant appel à l'utilisation d'un dispositif de réalité virtuelle.

M É T H O D O L O G I E

1

L'enquête s'est déroulée du 16 novembre 2017 au 28 février 2018, via un questionnaire créé avec l'outil de gestion d'enquête en ligne wysuform. Pour communiquer auprès des enseignants-cibles, le lien vers cette enquête était relayé sur les réseaux sociaux avec le compte twitter (@reseau_canope #GTnum) et le compte Facebook de Réseau Canopé.

Les résultats proviennent de wysuform pour la partie analyse descriptive, et les analyses de tris croisés ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistica.

CONSTRUCTION DU QUESTIONNAIRE

La consigne précisait qu'il était demandé de compléter plusieurs questionnaires pour les personnes qui avaient testé plusieurs techniques immersives, soit un questionnaire par technique utilisée.

Il s'agissait d'un questionnaire court (cf. Annexe 1, p. 28), les questions étaient fermées avec des choix de réponses multiples, le temps de réponse était estimé inférieur à 15 minutes. Outre les renseignements demandés à tous les participants en fin de questionnaire (le niveau des élèves qui ont utilisé le dispositif immersif, la discipline, ainsi que les coordonnées des enseignants qui acceptaient d'être recontactés par Réseau Canopé), le questionnaire pouvait comporter entre 8 et 14 questions. Au total, 8 questions étaient conditionnelles, c'est-à-dire que ces questions apparaissent en fonction de la réponse du participant à la question précédente. À chaque fois que les répondants avaient la possibilité de choisir la réponse « *Autre(s)* », ils disposaient d'un espace pour écrire et préciser leur réponse.

Selon Philippe Fuchs (1996)⁵, l'interaction est l'un des concepts fondamentaux de la réalité virtuelle. En effet, avec la réalité virtuelle, l'utilisateur n'est pas un simple observateur, mais il devient acteur, il est en capacité d'interagir avec son environnement. Partant de la définition selon laquelle l'une des caractéristiques qui définit la RV est le fait de pouvoir interagir avec l'environnement virtuel, la première question permettait d'identifier les personnes qui avaient effectivement utilisé une technique immersive de RV. En fonction de la réponse à la question 1, l'enseignant est ensuite amené à donner plus de précisions. S'il a répondu que les élèves étaient « *passifs physiquement (au niveau sensorimoteur), c'est-à-dire qu'ils n'interagissent pas avec l'environnement virtuel* », lui était ensuite demandé de préciser si l'élève était en immersion grâce à « *l'utilisation d'une vidéo classique* » ou à « *l'utilisation d'une vidéo 360°* ». L'autre branchement logique, si l'enseignant avait choisi la réponse « *actifs physiquement (au niveau sensorimoteur), c'est-à-dire qu'ils avaient la possibilité d'interagir avec l'environnement* »

5. Fuchs P. (2006-2009), *Traité de la réalité virtuelle*, en 5 volumes, avec 101 auteurs, 83 chapitres (www.pressesdesmines.com).

virtuel », lui était alors posé deux sous-questions à propos de l'interaction. La première sous-question concernait l'interaction en elle-même, le répondant pouvait choisir parmi plusieurs réponses possibles : « *Sur le déroulement de la séance, du scénario* » ; « *Sur son déplacement, il peut naviguer librement dans l'environnement artificiel* » ; « *Avec des objets qu'il peut manipuler* » ; « *Avec des personnages* » ; « *Autre(s)* ». La seconde sous-question était en lien avec le type d'outil utilisé par les élèves pour interagir. Les choix de réponses étaient multiples : « *Une commande par simple orientation du point de vue via un suivi des mouvements de la tête* » ; « *Une commande manuelle via manette, joystick, souris, etc.* » ; « *Une commande manuelle par suivi des mouvements des mains* » ; « *Autre(s)* ».

Ensuite, les questions 2 à 4 étaient identiques pour tous les répondants ; à chaque fois, ils pouvaient cocher plusieurs réponses. La question 2 concernait le type d'environnement utilisé par les élèves, les modalités de réponses étaient : « *Un environnement créé par images de synthèse* » ; « *Un environnement créé par images de caméra 360°* » ; « *Un environnement artificiel seulement virtuel (réalité virtuelle)* » ; « *Un environnement artificiel associant le monde réel avec des entités virtuelles (Réalité Augmentée)* » ; « *Autre* ». La troisième question était : « *Concernant les outils utilisés, quel est le type d'interface visuel pour les élèves ?* », l'enseignant pouvait alors choisir parmi les réponses suivantes : « *Un visiocasque dédié à la réalité virtuelle (par exemple : Oculus Rift, HTC Vive, Playstation VR...)* » ; « *Un visiocasque conçu à partir d'un smartphone (également appelé « cardboard »)* » ; « *Une tablette numérique sans changement de point de vue par orientation de la tablette (pour faire un tour d'horizon de l'environnement par exemple, l'utilisateur doit toucher l'écran)* » ; « *Une tablette numérique avec changement de point de vue par orientation de la tablette (le point de vue de l'utilisateur change en fonction de comment il déplace et positionne la tablette)* » ; « *Un écran plat de petite ou grande dimension* » ; « *Un tableau blanc interactif* » ; « *Une dalle interactive* » ; « *un smartphone seul* » ; « *Autre(s)* ». La question 4 concernait le contexte dans lequel était utilisé le dispositif immersif, les modalités de réponses proposées étaient : « *En classe, au cours d'une séance d'activités encadrées par l'enseignant* » ; « *En classe, l'élève utilise le dispositif pendant son temps libre (récréation...)* » ; « *À la maison, l'élève utilise le dispositif d'immersion, la suite de la séance pédagogique est réalisée en classe* » ; « *Au cours d'une sortie scolaire (par exemple, visite d'un musée ou d'un site historique avec une application de réalité augmentée sur tablette ou sur smartphone)* » ; « *Autre(s)* ».

Lorsque le participant déclarait avoir utilisé le dispositif en classe pendant une séance qu'il encadrait, il lui était proposé alors 5 autres questions à propos de la réalisation de ces séances. L'une des questions concernait la durée moyenne d'utilisation du dispositif par séance ; l'enseignant devait alors choisir une seule réponse parmi : « *Moins de 10 minutes* » ; « *Entre 10 et 20 minutes* » ; « *Plus de 20 minutes* », puis estimer par une valeur numérique, le nombre de séances au cours desquelles il avait déjà utilisé l'immersion. Ensuite, il était posé la question : « *Lors de la séance comment se passe l'immersion ?* » ; le participant pouvait choisir plusieurs réponses parmi les propositions suivantes : « *L'élève est immergé isolément dans un environnement artificiel* » ; « *Les élèves sont immergés ensemble dans un même environnement artificiel* » ; « *Vous êtes aussi en immersion avec les élèves* » ; « *Vous n'êtes pas en immersion* ». La quatrième sous-question concernait les outils utilisés pour la réalisation de la séance, les répondants pouvaient cocher plusieurs réponses parmi les propositions suivantes : « *Suivi de l'activité de l'élève en temps réel par l'enseignant* » ; « *Enregistrement de l'activité de l'élève* » ; « *Logiciel d'assistance de l'élève par l'enseignant* » ; « *Logiciel avec intelligence artificielle d'assistance de l'élève (pour auto-formation)* » ; « *Logiciel conçu spécifiquement pour la création de séances pédagogiques* » ; « *Aucun de ces outils* » ; « *Autre(s)* ». Finalement, la dernière sous-question conditionnelle était « *Avez-vous déjà réalisé cette séance sans un dispositif d'immersion ?* » avec un choix de réponse dichotomique « *oui* » ; « *non* ».

Lorsqu'on utilise la réalité virtuelle pour l'apprentissage, il est possible de distinguer plusieurs objectifs pédagogiques, c'était l'objet de la question 5 : « *Quels sont les objectifs pédagogiques de l'utilisation de cette technique immersive ?* » Les participants pouvaient choisir plusieurs réponses : « *Acquisition de connaissances, de concepts concrets ou abstraits* » ; « *Formation comportementale : acquisition de savoir-être (par exemple développer de l'empathie)* » ; « *Formation professionnelle : apprentissage de savoir-faire, de gestes manuels ou techniques (par exemple, le geste du soudage)* » ; « *Autre(s) objectif(s)* ».

Finalement, deux dernières questions étaient à destination de tous les participants et comportaient des choix de réponses dichotomiques. La sixième question concernait le scénario pédagogique utilisé, les choix de réponses étaient « *scénario à base ludique* » ou « *scénario sans base ludique* ». La dernière question était en lien avec l'évaluation : « *Après l'utilisation du dispositif d'immersion, procédez-vous à une évaluation des acquis d'apprentissage ?* », les participants répondaient par « *oui* » ou par « *non* ».

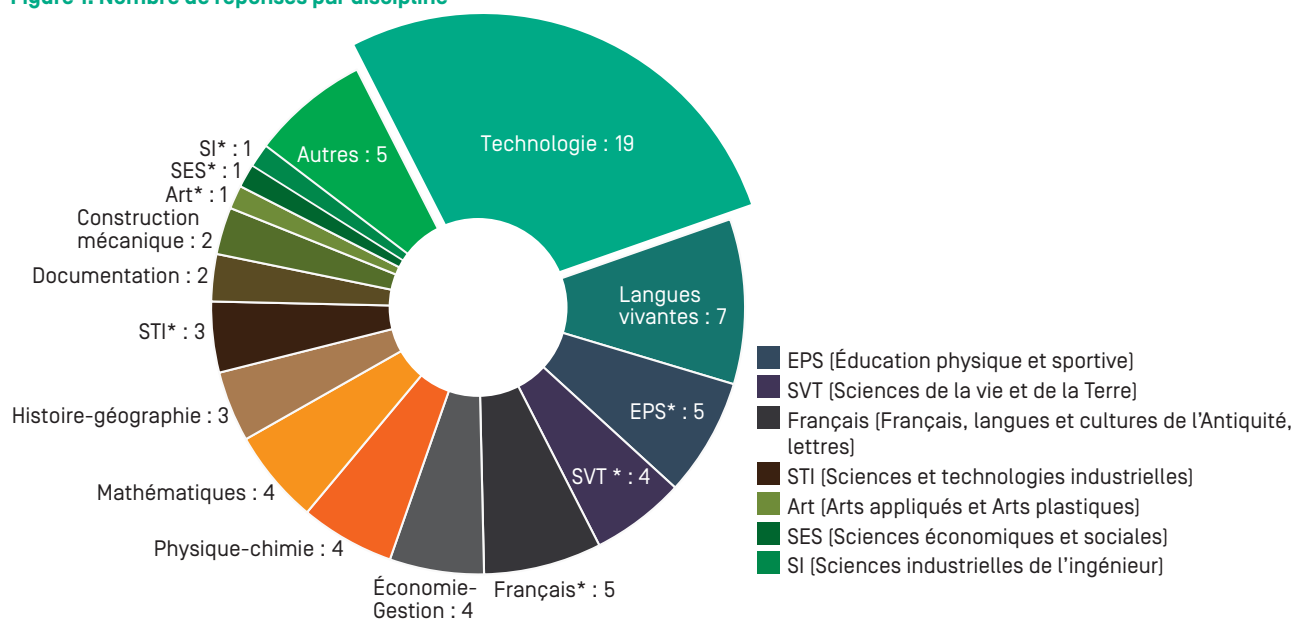
DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

L'échantillonnage était aléatoire, le questionnaire était conçu pour les enseignants du collège, du lycée et du supérieur qui avaient déjà utilisé au moins une fois une technique d'immersion [réalité augmentée, réalité virtuelle, réalité mixte ou vidéo 360°] avec des élèves, pour la réalisation d'une activité pédagogique.

Au total, 68 réponses complètes (validées) ont été recueillies, soit 68 cas d'utilisation. Un enseignant peut utiliser différentes techniques immersives ; dans ce cas, il lui a été demandé de compléter autant de questionnaires que de techniques utilisées.

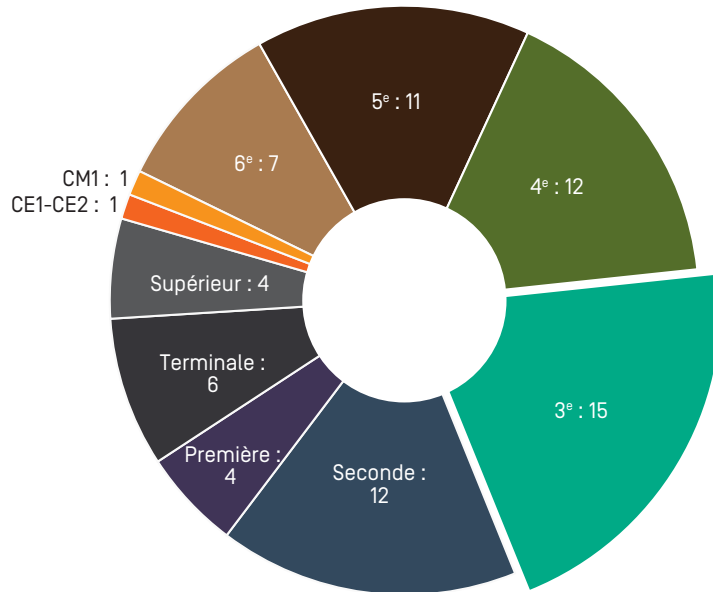
Parmi les variables de segmentation utilisées, nous interrogeons les enseignants sur la discipline dans laquelle l'immersion avait été utilisée ainsi que sur le niveau des élèves. Le graphique suivant (Figure 1) représente les disciplines dans lesquelles l'immersion a été utilisée, les participants au questionnaire ne pouvaient sélectionner qu'une seule réponse dans un menu déroulant. On peut constater que la matière la plus représentée est la technologie avec 19 réponses. Les 5 enseignants qui ont coché « *Autre(s)* » ont précisé : « *VDL* » ; « *Peinture auto* » ; « *BIM : initiation* » ; « *BTS Bâtiment* » ; « *Maçonnerie gros œuvre* ».

Figure 1. Nombre de réponses par discipline



Le niveau des élèves qui ont utilisé le dispositif immersif est représenté dans le graphique suivant (Figure 2).

Figure 2. Nombre d'utilisation pour chaque niveau de classe



On observe d'après ces réponses qu'un enseignant a utilisé une technique immersive avec une classe de cycle 2 (CE1-CE2) : il s'agit de la classe d'âge la plus jeune de notre échantillon. Pour le cycle 3, nous observons une seule utilisation avec une classe de CM1 et 7 utilisations avec des classes de 6^e. Environ la moitié des réponses concernent le cycle 4 avec 11 utilisations chez des classes de 5^e ; 12 en classes de 4^e et 15 en classes de 3^e.

Au lycée, nous comptons 12 réponses pour les classes de seconde, 4 réponses avec des classes de première et 6 en terminale. Finalement, notre échantillon compte 4 expériences immersives qui concernent des étudiants du supérieur (Université, BTS).

R É S U L T A T S

2

INTERACTIONS

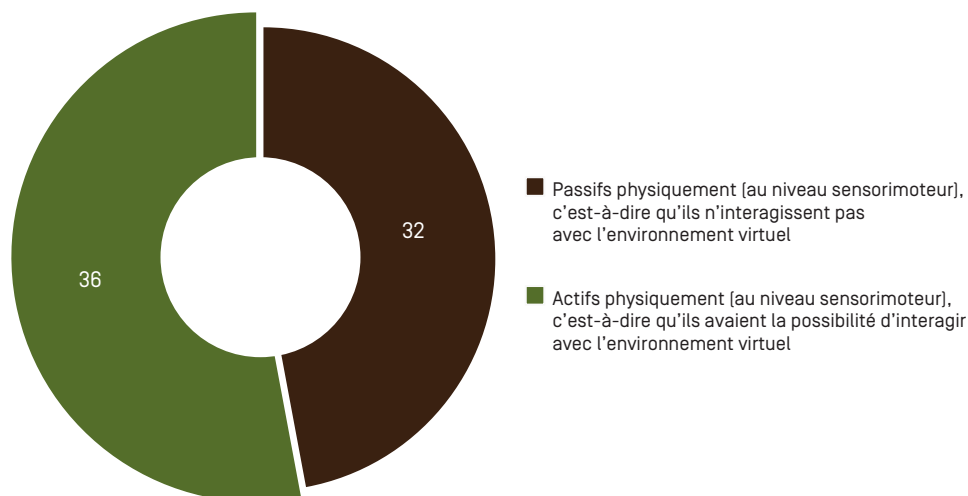
Selon les outils qu'il manipule, l'utilisateur peut adopter deux types de positions lorsqu'il utilise une technique immersive, le graphique suivant (Figure 3) représente la répartition des réponses à la question sur l'interaction.

S'il est actif, ça signifie qu'il peut interagir avec des éléments de son environnement, tel que « *sur son déplacement, il peut naviguer librement dans l'environnement artificiel* », ce qui concerne 24 réponses (voir Figure 4, p. 15). Les interactions peuvent aussi avoir lieu avec des objets [21 réponses], « *sur le déroulement du scénario et de la séance* » [13 réponses], et l'élève peut aussi interagir avec des personnages [8 réponses], tous ces résultats sont représentés dans la figure 4. Le participant qui a répondu « *Autre(s)* » a précisé qu'il s'agissait de « *modélisation 3D de l'espace* ».

Si l'utilisateur est passif en restant un simple observateur, il n'interagit pas avec son environnement, ce qui concerne 32 réponses au sein de notre échantillon, dont 23 utilisations d'une vidéo classique et 9 utilisations d'une vidéo 360° (Figure 5, p. 15). Rappelons que lorsqu'une personne regarde une vidéo à 360°, le fait de tourner la tête pour observer l'environnement ne constitue pas une interaction. En effet, si l'utilisateur est passif et qu'il ne peut pas interagir avec son environnement, nous ne pouvons pas parler d'une utilisation de la réalité virtuelle au sens technique du terme⁶.

Figure 3. Rôle des élèves au cours de l'expérience immersive

Lors de l'expérience immersive, les élèves sont :



6. Fuchs P. (2006-2009), *Traité de la réalité virtuelle*, en 5 volumes, avec 101 auteurs, 83 chapitres (www.pressesdesmines.com).

Figure 4. Types d'interactions

L'élève interagit :

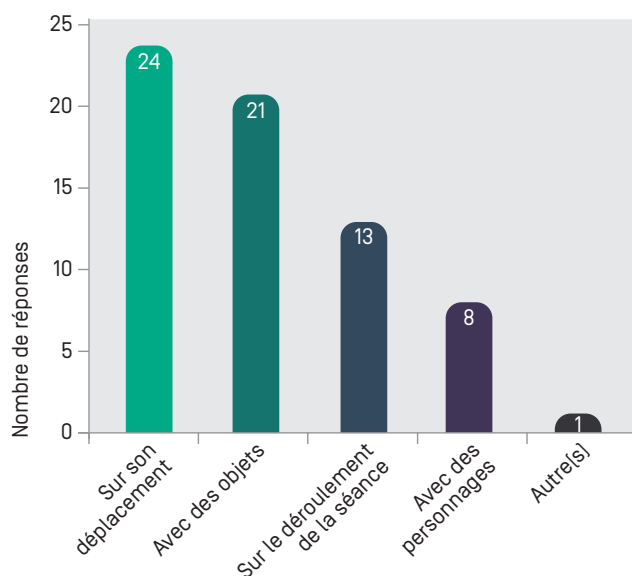
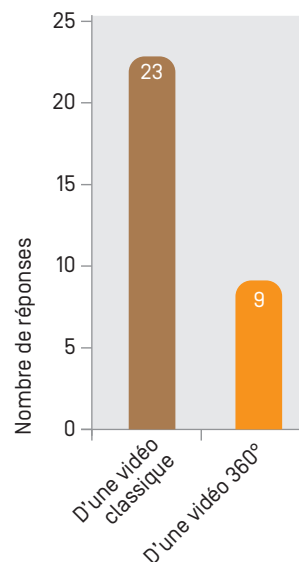


Figure 5. Types de vidéo

L'élève est en immersion grâce à l'utilisation :



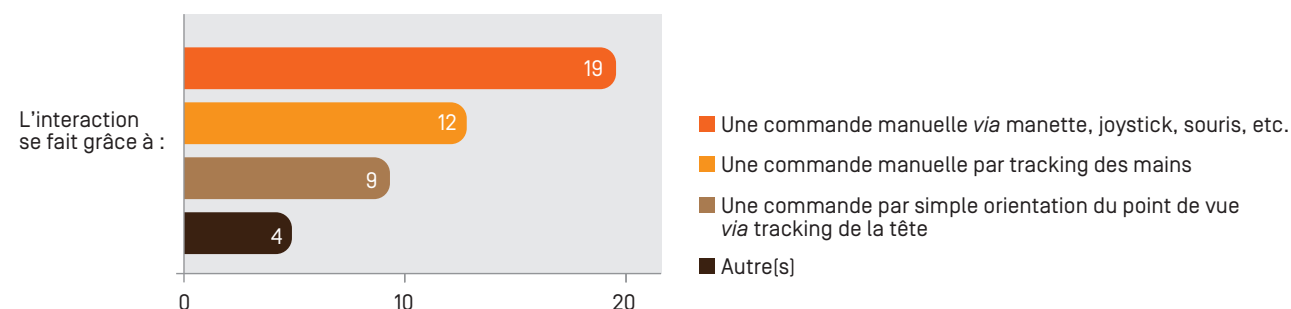
Une analyse de tris croisés nous a montré que 72 % des répondants qui ont déclaré que leurs élèves étaient physiquement passifs ont utilisé des vidéos classiques.

Lorsque nous croisons le champ disciplinaire avec l'activité des élèves [le fait de pouvoir interagir avec l'environnement virtuel], nous observons 11 cas dans lesquels les élèves restent passifs au niveau sensorimoteur en cours de technologie, soit 34 % des utilisations passives (sans interaction) concernent des cours de technologie, et 58 % des utilisations en cours de technologie sont des utilisations au cours desquelles les élèves n'interagissent pas avec l'environnement.

Les analyses de croisement entre les types d'interactions et les disciplines, ainsi qu'entre les outils et les disciplines, n'apportent aucun résultat significatif.

Le graphique suivant (Figure 6) représente le type d'outils utilisé pour interagir, on voit que les commandes manuelles sont les procédés les plus utilisés.

Figure 6. Outils utilisés par les élèves pour interagir



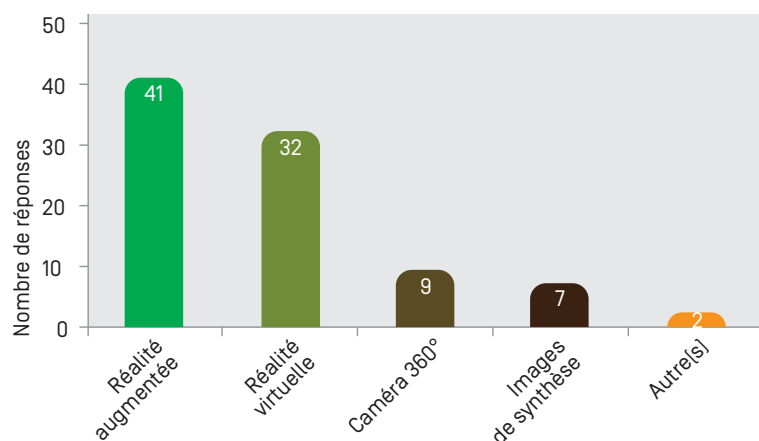
Les 4 réponses « Autre(s) » ont été explicitées par les répondants de manière suivante : « Possibilité de "cliquer" sur le bord du casque [Gear VR] » ; « Suivi par la tablette » ; « Tablette » ; « Smartphone ou tablette avec Aurasma ».

INTERFACE ET ENVIRONNEMENT ARTIFICIEL UTILISÉS PAR LES ÉLÈVES

Nous différencions les environnements de réalité virtuelle (RV) et ceux de réalité augmentée (RA). Rappelons que le concept de réalité virtuelle implique d'être immergé dans une autre réalité que le monde physique dans lequel le corps se trouve (par exemple, Google Expeditions), alors que la réalité augmentée, elle, ajoute des informations artificielles au réel (par exemple, Aurasma). La figure 7 nous montre que ces deux types d'environnements (RV et RA) sont les plus utilisés par les enseignants de notre échantillon avec 41 réponses pour Réalité augmentée, et 32 réponses pour Réalité virtuelle.

D'autre part, nous distinguons les environnements créés par images de synthèse (7 réponses) de ceux filmés par une caméra 360° (9 réponses). Les premiers sont artificiels, ils peuvent être inspirés du réel ou d'univers fictionnels, imaginaires. Les environnements filmés en 360° sont des scènes réelles que le spectateur peut observer en adoptant différents points de vue.

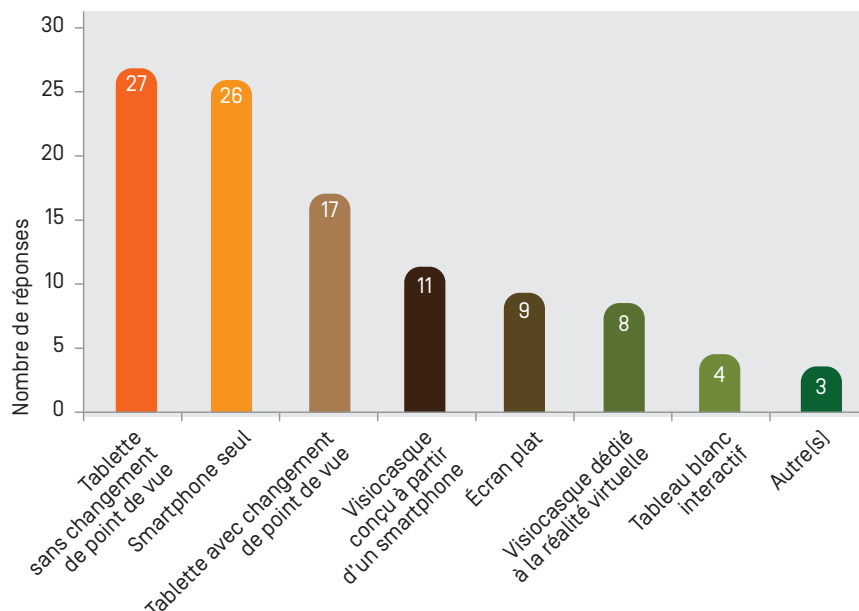
Figure 7. Environnements virtuels utilisés



Les deux réponses « *Autres* » sont plus précisément : « *des QR codes* » et « *Power Point* ».

La figure 8 (p. 17) nous montre que les outils les plus utilisés sont les tablettes et les smartphones, ce qui est tout à fait cohérent avec les réponses à la question précédente.

Figure 8. Type d'interface visuelle utilisé

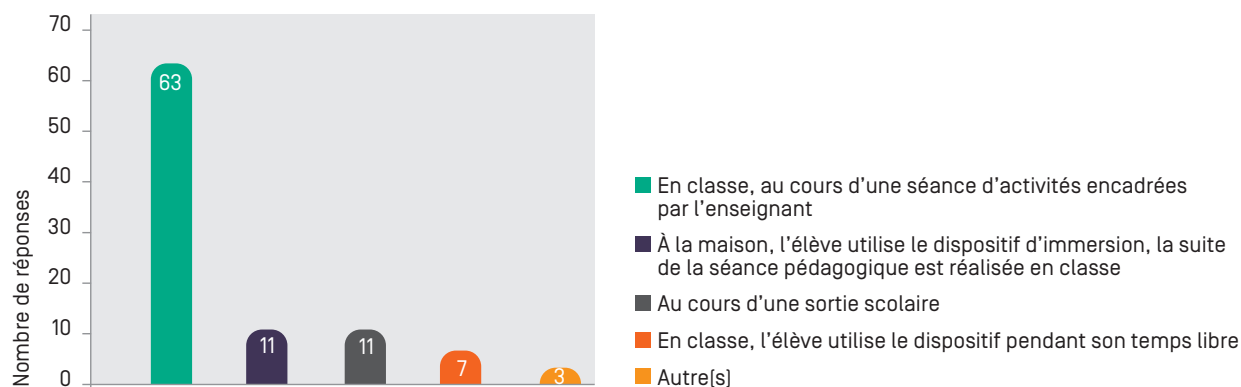


Les réponses « Autre(s) » sont : « un cave » ; « un pc portable et vidéoprojecteur » ; « écran d'ordinateur ».

CONTEXTE D'UTILISATION

Concernant le contexte d'utilisation, nous observons que la quasi-totalité des réponses (63/68) indiquent que le dispositif immersif a été utilisé en classe au cours d'une activité encadrée par l'enseignant. Dans une moindre proportion, il y a eu 11 utilisations à la maison (la suite de la séance étant réalisée en classe), 11 utilisations au cours d'une sortie scolaire (par exemple, la visite d'un musée avec une application de réalité augmentée sur tablette ou sur smartphone), et dans seulement 7 cas, l'élève utilise le dispositif d'immersion en classe durant son temps libre (par exemple, pendant la récréation). Les 3 réponses « Autre(s) » apportent des précisions sur le contexte d'utilisation : « En sortie scolaire, les élèves ont pris des photos 360° » ; « Lors d'un "escape game" conçu par un autre groupe d'élèves » ; « Les élèves ont produit leur réalité augmentée ».

Figure 9. Contexte d'utilisation du dispositif d'immersion



Lorsque l'enseignant répondait qu'il avait utilisé le dispositif d'immersion en classe, cinq autres questions conditionnelles apparaissaient alors, respectivement sur la durée, le nombre de séances, les outils utilisés et deux questions sur la séance en elle-même.

Quand l'enseignant utilise le dispositif immersif en classe, en général, sa durée d'utilisation est inférieure à 10 minutes [26 réponses] ; 20 répondants déclarent utiliser le dispositif entre 10 et 20 minutes ; nous comptons 17 choix pour la réponse « Plus de 20 minutes » et 5 ne se sont pas prononcés.

Figure 10. Durée moyenne d'utilisation du dispositif

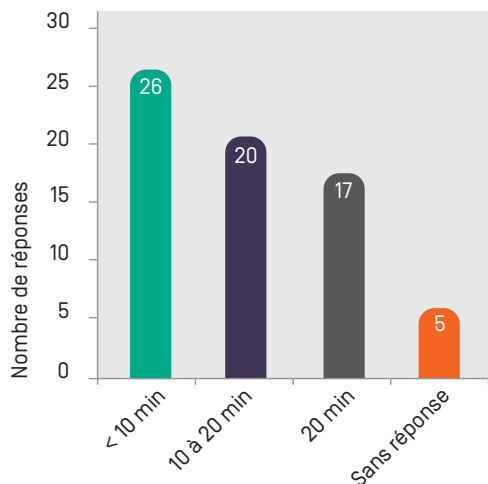
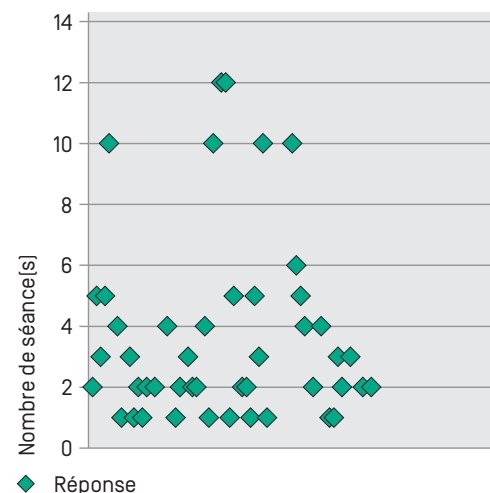


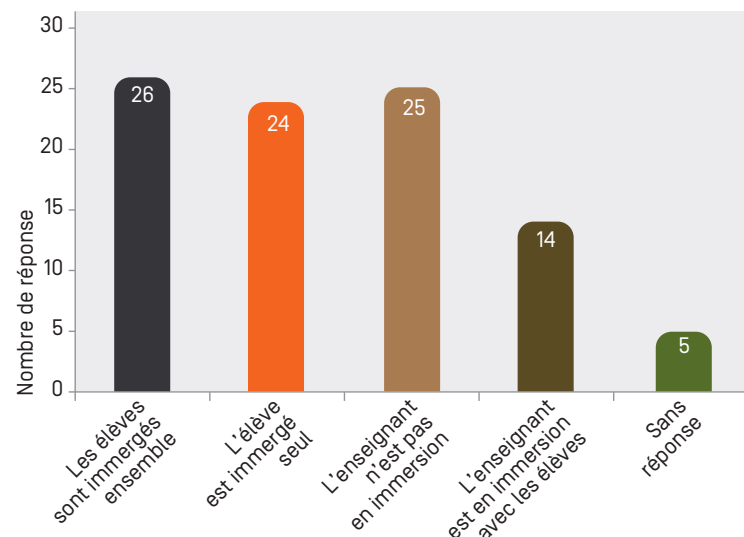
Figure 11. Nombre d'utilisations



Concernant le nombre de séances, nous observons en regardant le nuage de points (Figure 11) que la plupart des répondants déclarent avoir utilisé le dispositif immersif de 1 à 5 séances. En moyenne, les enseignants utilisent un dispositif au cours de 3 à 4 séances (la moyenne est égale à 3,7), le dispositif d'immersion a été utilisé au maximum pendant 12 séances.

Pour décrire le déroulement de l'expérience immersive lorsque les séances étaient réalisées en classe, les participants avaient le choix de cocher plusieurs réponses. On voit d'après la figure 12 qu'aucune réponse ne prédomine.

Figure 12. Description de l'immersion en classe



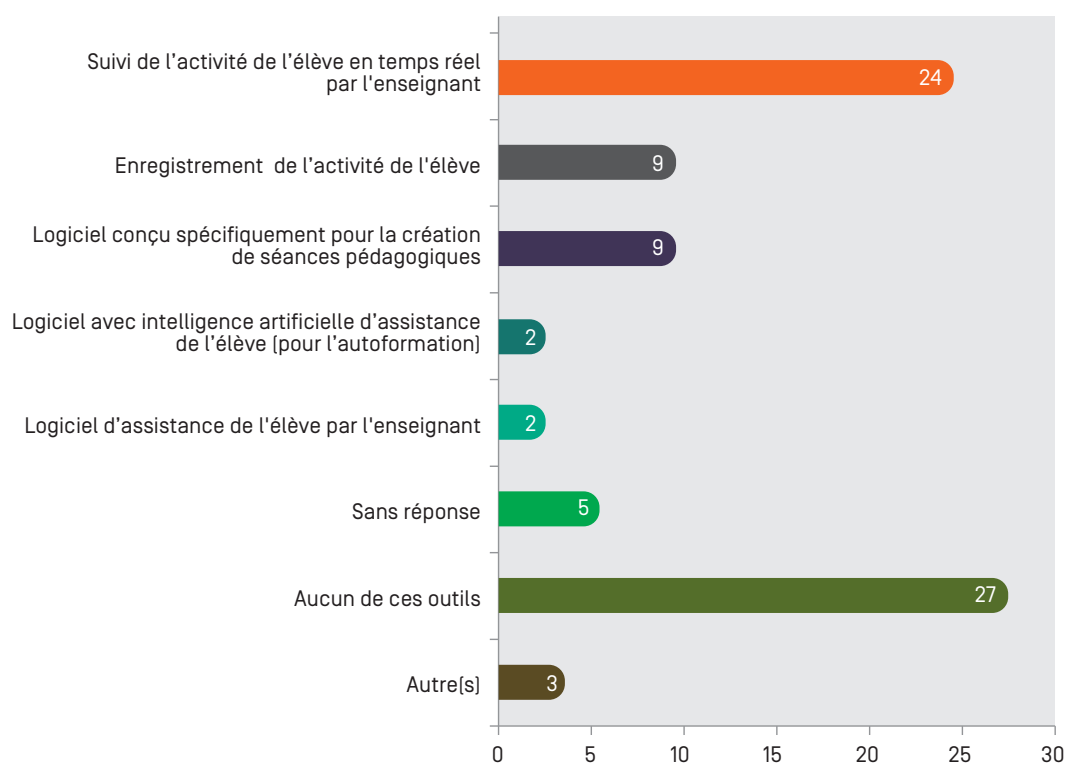
D'après les réponses, lors des séances, les élèves peuvent être immergés tous ensemble dans un même environnement artificiel [26 réponses], tout autant que l'élève peut être immergé isolément dans l'environnement artificiel [24 réponses], en sachant que dans 4 questionnaires, les 2 réponses ont été cochées. Pour ce qui est de la posture de l'enseignant, 25 répondants déclarent ne pas être en immersion avec leurs élèves [ce qui peut permettre à l'enseignant de guider les élèves pour leurs actions dans l'espace virtuel], et nous constatons seulement 14 cas dans lesquels l'enseignant est en immersion. 5 répondants ne se sont pas prononcés sur cette question.

OUTILS UTILISÉS POUR L'IMMERSION EN CLASSE

La figure 13 nous montre que le « *suivi de l'activité de l'élève en temps réel par l'enseignant* » est l'un des outils les plus utilisés lors des séances en classes avec 24 réponses pour cette proposition. Quelques répondants [9] ont déclaré avoir utilisé un « *outil d'enregistrement de l'activité de l'élève* » et 9 également ont utilisé un « *logiciel conçu spécifiquement pour la création de séances pédagogiques* ». Dans une proportion très marginale, la réponse « *logiciel avec intelligence artificielle d'assistance de l'élève* » a été cochée à 2 reprises ainsi que 2 fois également pour le choix d'un « *logiciel d'assistance de l'élève par l'enseignant* ».

Environ un tiers des enseignants [27 réponses] n'ont utilisé aucun de ces outils. Les 3 réponses « *Autres* » sont : « *CoSpaces* » et 2 réponses « *Augment* ».

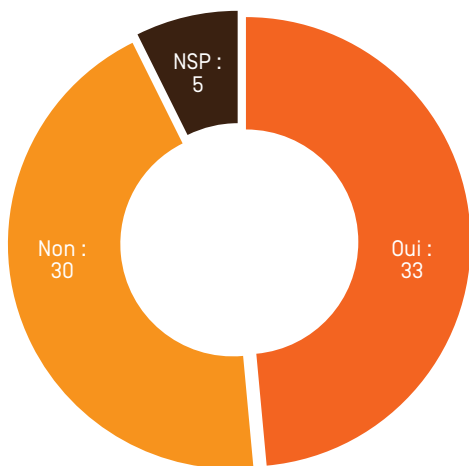
Figure 13. Outils utilisés pour la réalisation de la séance



Finalement, nous demandions aux enseignants qui ont utilisé l'immersion en classe, s'ils avaient déjà réalisé la séance sans un dispositif d'immersion (Figure 14, p. 20).

Selon les réponses obtenues, la moitié [33/68] déclare avoir déjà réalisé la séance sans un dispositif d'immersion, alors que l'autre moitié, non [30/68] et 5 ne se sont pas prononcés.

Figure 14. Réalisation de la séance sans dispositif d'immersion



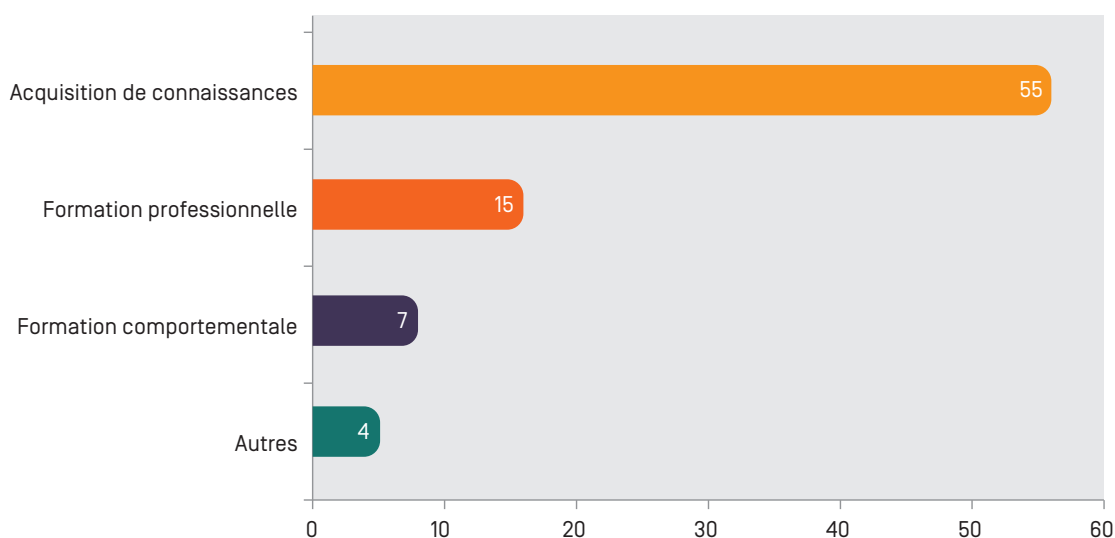
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Selon une large majorité de réponses (55 choix), l'un des objectifs pédagogiques poursuivis par les enseignants était que les élèves puissent « *acquérir des connaissances, des concepts concrets ou abstraits* ». En seconde position, apparaissent des objectifs en lien avec la « *formation professionnelle : l'apprentissage de savoir-faire, de gestes manuels ou techniques (par exemple, le geste de soudage)* ».

Et la réponse la moins sélectionnée (avec 7 choix) était l'utilisation d'une technique d'immersion pour une « *formation comportementale : acquisition de savoir-être (par exemple, développer de l'empathie)* ».

Parmi les 4 réponses « *Autre(s)* », une réponse évoque la « *différenciation pédagogique* » et 3 concernent l'apprentissage d'une langue étrangère : « *Favoriser le développement du langage spontané dans une langue en cours d'acquisition (anglais)* » ; « *Apprentissage d'une LV2* » ; « *Apprentissage d'une langue étrangère/lecture d'un roman, mise en scène du roman en VR, production orale comprise* ».

Figure 15. Objectifs pédagogiques poursuivis avec l'utilisation de cette technique immersive



SCÉNARISATION PÉDAGOGIQUE ET ÉVALUATION DES ACQUIS

La figure 16 nous montre que dans la plupart des cas [46 réponses], les scénarios utilisés sont sans base ludique ; pour seulement 26 réponses, du jeu a été intégré au scénario, et les 2 réponses ont été cochées dans 4 questionnaires.

Finalement, la dernière question concernait l'évaluation des acquis d'apprentissage, la figure 17 nous montre qu'environ la moitié des répondants ont évalué les acquis d'apprentissage après l'utilisation du dispositif d'immersion.

Figure 16. Type de scénario pédagogique utilisé

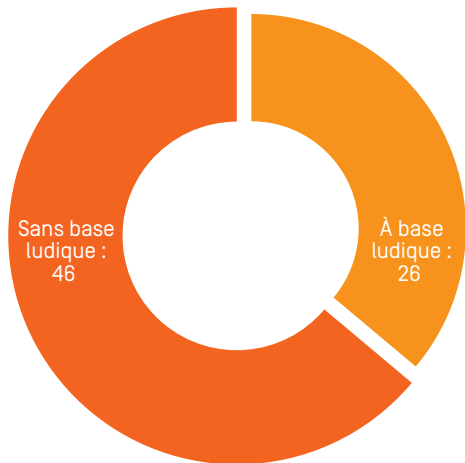
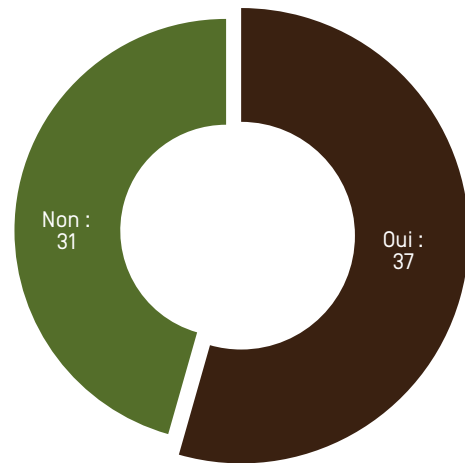


Figure 17. Évaluation des acquis d'apprentissage



C O N C L U S I O N

3

D'après les données de notre échantillon, nous pouvons conclure que les technologies immersives seraient surtout utilisées par des enseignants du cycle 4 (classes de 5^e, 4^e, 3^e). Nous avons pu observer que la quasi-totalité des répondants a utilisé des technologies immersives en classe au cours de séances d'activités qu'ils encadraient, en moyenne au nombre de 3 à 4 séances. Les environnements artificiels les plus utilisés sont ceux de réalité virtuelle et de réalité augmentée, et les outils les plus utilisés restent les tablettes numériques et les smartphones. L'un des principaux objectifs pédagogiques poursuivis par les enseignants qui ont utilisé l'immersion était l'acquisition de connaissances, de concepts concrets ou abstraits. La plupart des scénarios pédagogiques utilisés ne font pas intervenir le jeu (sans base ludique).

Les objectifs de cette enquête étaient premièrement d'identifier plusieurs enseignants qui avaient déjà utilisé la réalité virtuelle pour des usages pédagogiques en classe. Ces enseignants ont ensuite été recontactés pour compléter les cahiers d'expériences. Le cahier d'expérience est un questionnaire constitué uniquement de questions ouvertes, l'enseignant doit raconter comment il a intégré l'expérience immersive en classe en décrivant un maximum de détails. Les résultats de cette enquête qualitative constituent une autre partie des livrables à fournir dans le cadre du groupe de travail de la Direction du numérique pour l'éducation. Le dernier livrable à fournir pour finaliser ce projet est une cartographie interactive. Ce document nous permettra de représenter sur une même carte les différentes expériences pédagogiques immersives, identifiées sur le territoire national.

R É F É R E N C E S

4

S I T E S W E B

BASTIEN L. [20 mars 2018], *Ventes de casques VR : IDC prédit une hausse de 50 % pour 2018.*

Repéré à : https://www.realite-virtuelle.com/ventes-casques-vr-2018-idc?utm_source=Sociallymap&utm_medium=Sociallymap&utm_campaign=Sociallymap

FUCHS P. [2006-2009], *Traité de la réalité virtuelle*, en 5 volumes, avec 101 auteurs, 83 chapitres (www.pressesdesmines.com).

GARTNER [2018], *Gartner Hype cycle*.

Repéré à : <https://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>

PANETTA K. [2017], *Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies*.

Repéré à : <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>

A	N	N	E	X	E	S
---	---	---	---	---	---	---

5

QUESTIONNAIRE

Consigne : Immersion numérique et virtualité, quelle utilisation en classe ?

Dans le cadre de la mission d'incubation de la Direction du numérique pour l'éducation, Réseau Canopé mène actuellement une réflexion sur le déploiement de la réalité virtuelle dans un cadre pédagogique. L'objectif de ce questionnaire est de recueillir des données à propos de l'utilisation des techniques d'immersion pour la réalisation de projets pédagogiques et éducatifs.

Ce questionnaire est à destination des enseignants du collège, du lycée et du supérieur qui utilisent ou qui ont déjà utilisé au moins une fois une technique d'immersion (réalité augmentée, réalité virtuelle, réalité mixte ou vidéo 360°) avec des élèves, pour la réalisation d'une activité pédagogique.

Il est possible d'utiliser différentes techniques d'immersion pour un même projet avec une classe [cf. 1]. Dans ce cas, il vous est demandé de compléter ce questionnaire pour chaque technique utilisée.

Le temps de passation est estimé à quelques minutes (environ 10 minutes maximum).

1. Au cours de l'expérience immersive que vous avez menée avec les élèves, ils étaient :

- passifs physiquement (au niveau sensorimoteur), c'est-à-dire qu'ils n'interagissaient pas avec l'environnement virtuel
- actifs physiquement (au niveau sensorimoteur), c'est-à-dire qu'ils avaient la possibilité d'interagir avec l'environnement virtuel

[BRANCHEMENT LOGIQUE]

Si la réponse est « passifs... », question suivante :

1.1. L'élève n'interagit pas avec son environnement, il est en immersion grâce à :

- l'utilisation d'une vidéo classique
- l'utilisation d'une vidéo 360°

Si la réponse est « actifs... », questions suivantes :

1.2. L'élève interagit :

Plusieurs réponses possibles

- Sur le déroulement de la séance, du scénario
- Sur son déplacement, il peut naviguer librement dans l'environnement artificiel
- Avec des objets qu'il peut manipuler
- Avec des personnages
- Autre(s) :

1.3. Cette interaction se fait grâce à :

Plusieurs réponses possibles

- Une commande par simple orientation du point de vue *via tracking* de la tête
- Une commande manuelle *via* manette, joystick, souris, etc.
- Une commande manuelle par *tracking* des mains
- Autre(s) :

2. Quel type d'environnement artificiel les élèves utilisent-ils ? [23 %]

Plusieurs réponses possibles

- Un environnement créé par images de synthèse
- Un environnement créé par images de caméra 360°
- Un environnement artificiel seulement virtuel (réalité virtuelle)
- Un environnement artificiel associant le monde réel avec des entités virtuelles (Réalité augmentée)
- Autre :

3. Concernant les outils utilisés, quel est le type d'interface visuel pour les élèves ? [30 %]

Plusieurs réponses possibles

- Un visiocasque dédié à la réalité virtuelle (par exemple : Oculus Rift, HTC Vive, Playstation VR...)
- Un visiocasque conçu à partir d'un smartphone (également appelé *cardboard*)
- Une tablette numérique sans changement de point de vue par orientation de la tablette (pour faire un tour d'horizon de l'environnement par exemple, l'utilisateur doit toucher l'écran)
- Une tablette numérique avec changement de point de vue par orientation de la tablette (le point de vue de l'utilisateur change en fonction de comment il déplace et positionne la tablette)
- Un écran plat de petite ou grande dimension
- Un tableau blanc interactif
- Une dalle interactive
- Un smartphone seul
- Autre(s) :

4. Dans quel contexte le dispositif d'immersion est utilisé ? [38 %]

Plusieurs réponses possibles

- En classe, au cours d'une séance d'activités encadrées par l'enseignant
- En classe, l'élève utilise le dispositif pendant son temps libre (récréation...)
- À la maison, l'élève utilise le dispositif d'immersion, la suite de la séance pédagogique est réalisée en classe

- Au cours d'une sortie scolaire (par exemple, visite d'un musée ou d'un site historique avec une application de réalité augmentée sur tablette ou sur smartphone).
- Autre(s) :

[BRANCHEMENT LOGIQUE]

Si au moins une des réponses est « En classe, au cours d'une séance d'activités encadrées par l'enseignant », questions suivantes :

4.1. Quelle est la durée moyenne d'utilisation du dispositif par séance ? [46 %]

- Moins de 10 minutes
- Entre 10 et 20 minutes
- Plus de 20 minutes

4.2. Le dispositif d'immersion est utilisé au cours de combien de séances (environ) ? [46 %]

Valeur numérique obligatoire :

4.3. Lors de la séance, comment se passe l'immersion ? [53 %]

Plusieurs réponses possibles

- L'élève est immergé isolément dans un environnement artificiel
- Les élèves sont immergés ensemble dans un même environnement artificiel
- Vous êtes aussi en immersion avec les élèves
- Vous n'êtes pas en immersion

4.4. Pour la réalisation de votre séance utilisez-vous un de ses outils ? [61 %]

Plusieurs réponses possibles

- Suivi de l'activité de l'élève en temps réel par l'enseignant
- Enregistrement de l'activité de l'élève
- Logiciel d'assistance de l'élève par l'enseignant
- Logiciel avec intelligence artificielle d'assistance de l'élève (pour autoformation)
- Logiciel conçu spécifiquement pour la création de séances pédagogiques
- Aucun de ces outils
- Autre(s) :

4.5. Avez-vous déjà réalisé cette séance sans un dispositif d'immersion [69 %]

- Oui
- Non

5. Quels sont les objectifs pédagogiques de l'utilisation de cette technique immersive ?

Plusieurs réponses possibles

- Acquisition de connaissances, de concepts concrets ou abstraits
- Formation comportementale : acquisition de savoir-être (par exemple, développer de l'empathie)
- Formation professionnelle : apprentissage de savoir-faire, de gestes manuels ou techniques (par exemple, le geste du soudage)
- Autre(s) objectif(s) :

6. Quel type de scénario pédagogique utilisez-vous ? [84 %]

- Scénario à base ludique (jeu sérieux)
- Scénario sans base ludique

7. Après l'utilisation du dispositif d'immersion, procédez-vous à une évaluation des acquis d'apprentissage ? [84 %]

- Oui
- Non

Quelques renseignements vous concernant [92 %] [2 questions obligatoires]

Enfin, merci d'indiquer :

Le niveau des élèves qui ont utilisé le dispositif immersif :

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 6 ^e | <input type="checkbox"/> Première |
| <input type="checkbox"/> 5 ^e | <input type="checkbox"/> Terminale |
| <input type="checkbox"/> 4 ^e | <input type="checkbox"/> Université ou supérieur |
| <input type="checkbox"/> 3 ^e | <input type="checkbox"/> Autre(s) |
| <input type="checkbox"/> Seconde | |

Si vous avez coché « Autre(s) », merci de préciser :

Vous avez utilisé l'immersion dans quelle discipline ou champ disciplinaire ?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Arts appliqués/Arts plastiques | <input type="checkbox"/> Langues vivantes |
| <input type="checkbox"/> Biotechnologie | <input type="checkbox"/> Mathématiques |
| <input type="checkbox"/> Documentation | <input type="checkbox"/> Philosophie |
| <input type="checkbox"/> Économie-Gestion | <input type="checkbox"/> Physique-chimie |
| <input type="checkbox"/> Éducation musicale | <input type="checkbox"/> Sciences économiques et sociales |
| <input type="checkbox"/> Éducation physique et sportive | <input type="checkbox"/> Sciences industrielles de l'ingénieur |
| <input type="checkbox"/> Enseignement moral et civique | <input type="checkbox"/> Sciences et techniques médico-sociales |
| <input type="checkbox"/> Esthétique-cosmétique | <input type="checkbox"/> Sciences de la vie et de la terre |
| <input type="checkbox"/> Français, langues et cultures de l'Antiquité, lettres | <input type="checkbox"/> SBSSA |
| <input type="checkbox"/> Histoire-géographie | <input type="checkbox"/> STI |
| <input type="checkbox"/> Industries graphiques | <input type="checkbox"/> Technologie |
| | <input type="checkbox"/> Autre(s) |

Si vous avez coché « Autre(s) », merci de préciser :

Dernière page, les questions ne sont pas obligatoires [100 %]

Si vous acceptez d'être recontacté par Réseau Canopé, merci d'indiquer vos coordonnées :

Prénom et nom

Nom de l'établissement dans lequel vous exercez

Téléphone

Ville

Mail



LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES

Réseau Canopé

1, avenue du Futuroscope
Bâtiment @4
Téléport 1 CS 80158 86961
FUTUROSCOPE Cedex

Établissement public national
à caractère administratif
régé par les articles D314-70
et suivants du Code
de l'éducation

Siret : 180 043 010 014 85
© Réseau Canopé, 2018

COMMENT DÉFINIR LA RÉALITÉ VIRTUELLE (RV) ?

Quelles différences entre RV, réalité augmentée [RA], réalité mixte [RM] et vidéo 360° ?

Que dit la recherche scientifique ?

Professeur et responsable de l'équipe de recherche « RV&RA » du centre de Robotique de Mines ParisTech, Philippe Fuchs est l'un des acteurs majeurs du domaine de la RV et de la RA en France. Il est à l'initiative d'un ouvrage collectif en cinq volumes, regroupant 101 auteurs : [Le Traité de la RV](#). Selon Fuchs et ses collaborateurs (2006), la RV permet à l'utilisateur « *de s'extraire de la réalité physique pour changer virtuellement de temps, de lieu et (ou) de type d'interaction : interaction avec un environnement simulant la réalité ou interaction avec un monde imaginaire ou symbolique* ».

Cette définition fonctionnelle est extraite du [premier tome du Traité de RV](#).

Les termes RV, RA et RM renvoient à des technologies et des implications différentes. La RV permet à l'utilisateur de pénétrer dans un monde totalement virtuel, la RA ajoute des informations artificielles au réel et la réalité mixte intègre des éléments artificiels dans l'environnement de l'utilisateur, éléments avec lesquels l'utilisateur peut interagir.

En 1994, à l'Université de Toronto, Milgram et Kishino ont proposé de définir ces concepts avec un axe horizontal, partant de l'environnement réel (la réalité) allant jusqu'à l'extrême : l'environnement virtuel (la RV). Ce *continuum* passe par la RA ainsi que la virtualité augmentée et, selon ces chercheurs, la RM désigne tout ce qui se situe entre les deux extrêmes (environnement réel et environnement virtuel).

[Fuchs et ses collaborateurs précisent en 2010](#) que ce n'est pas la réalité qui est augmentée mais que c'est notre perception de la réalité qui est

augmentée. Cet article propose une classification de la RA ainsi que plusieurs fonctions et exemples concrets d'applications.

Finalement, la différence entre la RV et la vidéo 360° réside dans le fait que l'utilisateur ne peut pas interagir avec son environnement lorsqu'il regarde une vidéo 360°, il reste un simple observateur. [La différence entre vidéo 360 et réalité virtuelle, est expliquée par Philippe Fuchs dans cet article.](#)

Comment expliquer ces concepts à des élèves dans une classe ?

[Le bus des technologies](#) est un outil pédagogique de sensibilisation aux nouvelles technologies. Il a notamment produit une vidéo explicative à propos [de ce qu'est la RV](#).

En trois minutes, sont définis et expliqués les principaux concepts associés à la RV. Sous le même format, une autre vidéo présente [la RA](#) et propose une typologie (la réalité documentée, la réalité à perception augmentée, l'association géométrique du monde réel avec un monde virtuel et l'intégration du monde réel avec un monde virtuel). Ces vidéos expliquent le fonctionnement technique de ces technologies ainsi que les applications possibles en termes d'usage et d'utilisation dans des situations concrètes.

À la manière d'une bande dessinée, Sandrine Delage a représenté en [un dessin les concepts de RV, RA et 360°](#). Les principaux outils y sont également représentés ainsi que quelques exemples d'usages et de domaines d'applications.

LA RÉALITÉ VIRTUELLE (RV), QU'EST-CE QUE C'EST ?

Trois concepts à retenir

INTERACTION

Le spectateur n'est pas un observateur passif, il doit pouvoir être actif : se déplacer librement dans son environnement, (inter)agir avec les objets, les personnages ou le scénario.

L'ordinateur est connecté physiquement au corps de l'utilisateur au niveau de ses sens et de ses réponses motrices, grâce à des interfaces motrices [gants, manettes, capteurs...], ce qui donne lieu à des interactions sensorimotrices.

IMMERSION

Des chercheurs en sciences de l'informatique de l'Université de Blacksburg en Virginie [Narayan et al., 2005]¹ décrivent l'immersion comme le niveau de fidélité que l'environnement fournit aux différents sens de l'utilisateur comparativement au monde réel : l'utilisateur doit se sentir dans l'environnement virtuel au plus près du monde réel.

PRÉSENCE

Le sentiment de présence est défini par Bouvier en 2009² comme « *le sentiment authentique d'exister dans un monde autre que le monde physique où le corps se trouve* », autrement dit l'utilisateur a la perception d'être à l'intérieur de l'environnement virtuel.

Pour quoi faire ?

Selon Philippe Fuchs [1996], « *la finalité de la réalité virtuelle est de permettre une activité physique dans un monde artificiel, plus précisément une activité sensorimotrice : dans un environnement virtuel, il faut évidemment que l'utilisateur soit immergé dans cet environnement par certains de ses sens, dont la vision, et pouvoir y (inter)agir corporellement via ses actions motrices* »³.

Quel est le périmètre d'action de l'utilisateur dans un monde virtuel ?

- > Se déplacer librement dans l'environnement virtuel [au moins avoir un choix de trajectoires différentes].
- > Manipuler des objets, et dialoguer avec des personnages.
- > Influencer le déroulement du scénario ou de l'application [Fuchs, 2016]⁴.

À quoi ça sert ?

Se projeter, tester, évaluer [par exemple, dans la formation professionnelle, la RV offre la possibilité de s'entraîner à faire des gestes professionnels complexes dangereux ou coûteux sans risque]⁵.

Attention aux idées reçues

Ne pas limiter la RV à l'utilisation d'un visiocasque, l'utilisation d'un tel matériel n'est ni nécessaire, ni suffisante pour parler de RV [Fuchs, 2016]⁶.

1. Narayan M., Waugh L., Zhang X., Bafna P. & Bowman D. [2005], "Quantifying the benefits of immersion for collaboration in virtual environments", *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology - VRST '05*, New York, USA: ACM Press, p. 78. <https://doi.org/10.1145/1101616.1101632>
2. Bouvier P. [2009], « La présence en réalité virtuelle, une approche centrée utilisateur » (thèse de doctorat Université Paris-Est). Récupéré de : https://www.researchgate.net/publication/50921704_La_presence_en_realite_virtuelle_une_approche_centree_utilisateur

3. Fuchs P. [2006-2009], *Traité de la réalité virtuelle*, en 5 volumes, avec 101 auteurs, 83 chapitres (www.pressesdesmines.com).
4. Fuchs P. [2016], *Les Casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo*, Presses Des Mines (www.pressesdesmines.com).
5. Lourdeaux D. et al. [2006], « La RV pour l'apprentissage humain », *Traité de la réalité virtuelle*, vol. 4 « Applications RV ».
6. Fuchs P. [17 mars 2016] [digitaliz'eure], Le Bus des technologies [vidéo]. Récupéré de <http://lebusdestechnologies.fr/fr/ateliers/realite-virtuelle/>

LA RÉALITÉ VIRTUELLE, QUEL MATÉRIEL ?

Que dit la recherche scientifique ?

[Fuchs et ses collaborateurs](#) ont publié un ouvrage qui compare les différents types d'interfaces et présente le fonctionnement technique et technologique des visiocasques : *Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo*.

Plusieurs tests techniques et psychotechniques sont proposés dans cet ouvrage pour valider l'exploitation d'un visiocasque. Cinq catégories d'interfaces associées aux visiocasques sont présentées. Consacré en grande partie aux aspects techniques de l'usage des visiocasques, un chapitre est dédié aux solutions commerciales existantes (début 2016), ce qui permet d'appréhender les limites et les avantages de chacune.

L'ouvrage [Virtual Reality](#) présente différents systèmes qui permettent de vivre une expérience en réalité virtuelle. Partant des prémices de la réalité virtuelle et des premiers jeux vidéo, il explique le fonctionnement physiologique de la perception humaine et il propose des explications techniques sur le fonctionnement des technologies présentées.

Quels sont les produits disponibles sur le marché ?

Le port d'un casque permet d'une part d'isoler l'utilisateur du monde réel qui n'est plus dans son champ de vision, et d'autre part de favoriser l'immersion de l'utilisateur dans le monde virtuel. Hétérogène tant au niveau des prix que de la qualité de l'expérience proposée, il existe une offre pléthorique de casques et d'accessoires de RV à expérimenter chez soi.

Pour quelques euros, il est possible de [fabriquer soi-même un visiocasque en carton](#) à utiliser avec son smartphone. Différents constructeurs vendent à présent des supports rigides de type « *masques* » à utiliser avec son smartphone, voir l'article « [On a testé 7 casques de réalité virtuelle autour de 40 euros](#) », sur [lemonde.fr](#). En matière de veille technologique, [www.lesnumeriques.com](#) est l'un des sites de référence. Sur ce site, sont proposés différents [tests et des comparatifs](#). En plus des divers casques, applications et dispositifs permettant d'expérimenter la RV, il existe de plus en plus d'[accessoires permettant de favoriser l'interaction](#) avec, notamment, les manettes de commande manuelle et les contrôleurs dédiés, comme le montre cette [vidéo qui compare deux produits](#). Ce type d'accessoire permet des interactions pseudo naturelles des mains. Il existe par ailleurs des solutions externes compatibles qui permettent par exemple d'[utiliser ses mains et ses doigts](#).

Initialement utilisé dans le secteur de l'industrie automobile, le [CAVE¹](#) est à présent largement utilisé pour la formation, et les domaines de l'architecture et du bâtiment. Il tend même à se démocratiser auprès du grand public. En effet, le secteur tertiaire des loisirs et du tourisme commence à proposer des expériences immersives à réaliser en famille ou entre amis à la manière d'une salle de *Laser Game* (une séance d'une vingtaine de minutes coûte entre 10 et 20 euros environ).

Le visiocasque n'est pas obligatoire pour tester la RV, l'expérience peut aussi se faire avec un simple écran, comme ces élèves qui utilisent une [tablette numérique pour apprendre la signalisation routière](#).

1. CAVE : acronyme de l'anglais qui désigne *Cave Automatic Virtual Environment*, également appelé cube immersif 3D, c'est un ensemble d'écrans formant un cube de 4 à 6 faces.

LA RÉALITÉ VIRTUELLE, QUEL MATÉRIEL ?

Quelles sont les caractéristiques techniques des visiocasques de RV ?

Partant du tour d'horizon des offres commerciales, proposé par Olivier Hugues¹ [2016], il est possible de classer les visiocasques en deux catégories : ceux qui s'utilisent avec un smartphone et ceux dédiés à la RV.

> **Les visiocasques à partir de smartphones**
Ils sont globalement économiques (bas prix et qualité moindre) et présentent des performances dépendantes du smartphone et de l'application utilisée. Dans cette catégorie, nous pouvons distinguer deux types de casques. D'une part, les visiocasques sans fixation sur la tête : il s'agit d'une monture équipée d'un système optique très rudimentaire composé d'une lentille pour chaque œil, dans laquelle on insère un smartphone. D'autre part, les visiocasques avec fixation sur la tête : l'utilisateur peut ajuster plusieurs paramètres (par exemple, la distance intra-oculaire ou la netteté...). Ce type de casque est généralement fixé avec un bandeau élastique réglable, l'utilisateur peut utiliser une manette ou un autre appareil connecté pour se déplacer dans l'environnement, et éventuellement interagir.

> **Les visiocasques pour la réalité virtuelle**
L'électronique étant dédiée et conçue pour la RV, ils offrent de meilleures performances (diminution du temps de latence entre les mouvements de la tête et les effets qu'ils doivent produire sur le contenu à afficher sur l'écran). Les exemples les plus connus destinés au grand public restent l'Oculus Rift, le HTC Vive et le PlayStation VR.

Les quatre caractéristiques essentielles d'un visiocasque sont :

- > la résolution des écrans [actuellement de 1k à 2K pixels par œil ; environ 25 pixels/degré],
- > le champ de vision horizontal [environ 100°, sauf les Star VR à 210°],
- > la fréquence d'affichage des images [de 60 à 120 Hz],
- > le temps de latence [20 ms environ pour les bons visiocasques].

La vision stéréoscopique... comment ça marche ?

Grâce à l'utilisation du visiocasque, chaque œil a son propre écran, éloigné d'environ 65 millimètres comme le sont nos yeux. Les deux images sont ensuite traitées par le cerveau pour ne former qu'une seule perception visuelle en 3D². Les images stéréoscopiques désignent donc ce couple de deux images, chacune étant vue par un des deux yeux de l'observateur. La vision stéréoscopique n'est pas obligatoire et contre-indiquée pour les usagers ayant des difficultés visuelles, comme le cinéma 3D stéréoscopique.

Peut-on vivre une expérience de RV sans utiliser de visiocasque ?

Comme nous l'avons déjà mentionné, il serait erroné de limiter la RV à l'utilisation d'un visiocasque. En effet, nous pouvons citer d'autres outils, moins immersifs visuellement, qui permettent d'évoluer dans des environnements virtuels, par exemple : une tablette numérique, un écran plat, un tableau blanc interactif, une dalle interactive, voire un CAVE [ensemble onéreux de grands écrans entourant l'utilisateur] et même un smartphone seul.

1. Hugues O. [2016], « Caractéristiques techniques des visiocasques », in P. Fuchs, *Les Casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo*, p. 103-120, Presses Des Mines (www.pressesdesmines.com).

2. Fuchs P. [17 mars 2016] [digitaliz'eure], Le bus des technologies [vidéo]. Récupéré de <http://lebusdestechnologies.fr/fr/ateliers/realite-virtuelle/>

RÉALITÉ VIRTUELLE, IMMERSION ET INTERACTION

Les innovations

Sonovision, magazine spécialisé en ingénierie documentaire, a consacré un numéro à [l'interactivité et à l'immersion](#). Ce numéro propose un retour sur plusieurs événements de 2017. Il présente des innovations technologiques, des produits et des solutions pouvant intéresser à la fois l'entreprise, l'éducation, le grand public...

Que dit la recherche scientifique ?

Ouramdane, Otmane et Mallem, trois chercheurs du laboratoire IBISC (Informatique, Biologie intégrative et Systèmes complexes) présentent un [état de l'art sur l'Interaction 3D en Réalité Virtuelle](#) [2009]. Dans cet article, ils proposent une classification des techniques d'interaction 3D utilisées en réalité virtuelle. Les quatre tâches d'interaction 3D qui constituent la classification moderne de ces techniques y sont abordées : la navigation, la sélection, la manipulation et le contrôle d'application.

Des chercheurs en sciences de l'informatique au National Laboratory for Scientific Computing (LNCC) proposent dans cet article de 2003, ["Introduction to Virtual Reality"](#) [Gibaldi, Silva & Oliveira], une liste de conditions pour qualifier un environnement de réalité virtuelle d'environnement totalement immersif.

Quelles plus-values pour la formation et l'éducation ?

En 2003, [Burkhardt](#) s'est intéressé aux avantages que la RV pourrait apporter à l'éducation, par exemple les possibilités de représentations, d'interactions, voire de coopérations entre les apprenants. Selon lui, la RV pourrait être un catalyseur de l'acte d'apprentissage grâce, entre autres, à l'immersion qui permet d'obtenir

des rétroactions simultanées pouvant être à la fois visuelles, auditives et haptiques.

L'immersion facilite l'apprentissage de gestes techniques (notamment dans le secteur industriel, les écoles d'ingénieurs...). Les exemples d'utilisation de techniques immersives pour la formation professionnelle sont de plus en plus nombreux. En effet, grâce à l'immersion, [la réalité virtuelle permet la pratique sans le risque](#).

Par exemple, [le projet EAST](#) (Environnements d'apprentissage scientifiques et techniques) s'est intéressé à la conception d'environnements virtuels pour la formation.

Selon [Schmoll, Veit, Roy et Capobianco \[2013\]](#), l'immersion et l'interaction dans un environnement virtuel pourrait avoir des effets positifs sur la mémorisation lexicale à court terme. Les participants de cette étude devaient positionner des objets dans un espace de vente en RV, les consignes étaient données en langue étrangère. L'objectif pour les apprenants était de mémoriser du vocabulaire lié à la spatialisation, ce qui était mesuré à l'aide d'un questionnaire. Les résultats ont montré une tendance selon laquelle les participants qui ont vécu l'immersion avec une forte interaction auraient un meilleur taux de réussite au questionnaire immédiatement après la phase d'immersion.

L'immersion pourrait aider également à la compréhension de réactions abstraites, par exemple en chimie. [Limniou, Roberts et Papadopoulos ont suggéré dans un article de 2007](#) que les systèmes de RV totalement immersifs (de type CAVE) pourraient permettre de comprendre plus facilement des concepts abstraits, en permettant aux étudiants d'observer une réaction chimique de l'intérieur. Les résultats de cette étude montrent que l'apprentissage de réactions chimiques complexes serait favorisé par l'utilisation de systèmes immersifs (CAVE), en comparaison avec un apprentissage de type présentation 2D avec un diaporama.

RÉALITÉ VIRTUELLE, IMMERSION ET INTERACTION

Comment définir ces concepts ?

Burkhardt¹ [2003] a défini l'immersion comme « *le degré avec lequel l'interface du système contrôle les entrées sensorielles [...]* ». Autrement dit, les sens de l'utilisateur sont stimulés de manière à ce que celui-ci ait le sentiment d'appartenir au monde virtuel dans lequel il se trouve, en ayant un comportement sensorimoteur et cognitif proche de celui qu'il a dans le monde réel.

Ouramdane, Otmame et Mallem² [2009] ont défini techniquement l'interaction comme étant un « *langage de communication entre l'Homme et la machine* ». Pour l'usager, les techniques d'interaction lui permettent d'agir physiquement dans le monde réel.

Pourquoi ces concepts sont-ils liés ?

Pour un certain nombre de chercheurs, une immersion proprioceptive [corporelle] se fait généralement grâce à un visiocasque permettant d'offrir une vision à 360° et en trois dimensions. Ainsi plongé dans un environnement « *grandeur*

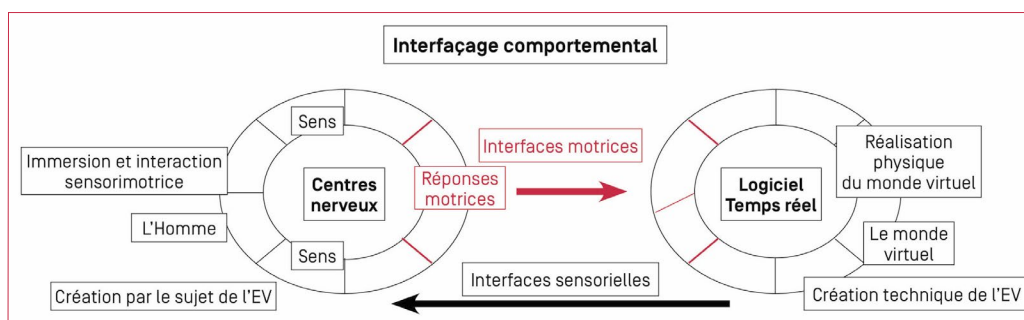
nature », l'utilisateur doit pouvoir recevoir toutes sortes d'informations (sonores, haptiques...), et il doit pouvoir interagir avec son environnement grâce à l'utilisation d'interfaces comportementales, comme des manettes/contrôleurs, des gants haptiques ou par *tracking* optique de ses mains. C'est parce que l'utilisateur est immergé dans son environnement qu'il va pouvoir interagir avec celui-ci.

Fuchs³ [2009] propose un schéma pour expliquer « *la boucle entre immersion et interaction* » au niveau sensorimoteur (cf. Figure 1).

Les interfaces sensorielles envoient à l'utilisateur par ses sens (l'ouïe, la vue, le toucher, l'odorat, les sens proprioceptifs) des informations sur l'évolution du monde virtuel. Une interface visuelle est évidemment nécessaire, *a minima* il peut s'agir d'un simple écran.

Les interfaces motrices informent l'ordinateur des actions motrices de l'Homme sur le monde virtuel *via* un périphérique (par exemple, une manette, un écran tactile etc.). L'interaction en temps réel est obtenue lorsque l'utilisateur ne perçoit pas de temps de latence [de décalage temporel] entre son action sur l'environnement *via* les interfaces motrices et la réponse de ce dernier *via* les interfaces sensorielles.

Figure 1. Niveau sensorimoteur de l'immersion et de l'interaction (Fuchs, 2009)



1. Burkhardt J.-M. [2003], « Réalité virtuelle et ergonomie : quelques apports réciproques », *Le Travail humain*, 1 (vol. 66), p. 65-91. <https://doi.org/10.3917/th.661.0065>

2. Ouramdane N., Otmame S. & Mallem M. [2009], « Interaction 3D en Réalité Virtuelle – État de l'art », *Technique et Sciences Informatiques*, Hermès-Lavoisier, 28 (8), 1017-1049. Récupéré de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00376458/document>

3. Fuchs P., Moreau G., 101 auteurs, « Le Traité de la réalité virtuelle », troisième édition, 5 volumes : « L'Homme et l'environnement virtuel », « Interfaçage, immersion et interaction en environnement virtuel », « Les outils et les modèles informatiques des environnements virtuels », « Les applications de la réalité virtuelle », « Les humains virtuels », Les Presses des Mines, ISBN 2-911762-62-2, 63-0, 64-9 et 65-7, 2006 et ISBN 978-2-911256-00-4, 2009. www.pressedesmines.com

LA NOTION DE PRÉSENCE EN RÉALITÉ VIRTUELLE (RV)

Que dit la recherche scientifique ?

Lombard et Ditton [1997] dans un article publié dans le *Journal of Computer-Mediated Communication* expliquent que plus les sens d'un utilisateur sont stimulés, plus cela éveille le sentiment de présence [à condition évidemment de respecter une certaine cohérence entre ces différentes informations sensorielles]. Dans leur article, ils ont mis en évidence les facteurs influençant la présence et les conséquences de la présence.

Lorsque les interfaces et les sensations générées par celles-ci sont de qualité suffisante et qu'en plus la cohérence de la boucle action-perception [sensorimotrice] est maintenue [cf. *Bulletin de veille n° 3*], l'utilisateur peut alors oublier le caractère artificiel de l'expérience, faire abstraction du dispositif technique qui génère l'environnement virtuel, et se sentir présent dans le contenu virtuel proposé.

[Sheridan \[1992\]](#) a identifié trois caractéristiques pouvant impacter le sentiment de présence de l'utilisateur. Tout d'abord, lorsqu'un élément est modifié dans l'environnement virtuel, l'utilisateur doit recevoir des informations sensorielles qui l'informent de ces modifications : c'est l'étendue de l'information sensorielle. Ensuite, l'utilisateur doit être en mesure de contrôler et modifier certains capteurs de l'environnement (par exemple, paramétrer l'orientation de son champ de vision). Enfin, l'utilisateur doit pouvoir agir sur son environnement en le modifiant par une action motrice.

D'après [Tisseau \[2001\]](#), la présence et l'autonomie sont les deux critères de base qui caractérisent toutes les applications de RV. La RV serait historiquement fondée sur la notion de présence de l'utilisateur à l'intérieur du monde virtuel. Selon

Tisseau, la présence est elle-même définie par les concepts d'immersion et d'interaction.

Nombreux sont les chercheurs qui ont défini des modèles théoriques visant à définir le sentiment de présence... Bouvier en décembre 2009 lors des 4^{es} journées de l'Association française de Réalité Virtuelle a proposé « *une approche unifiée de la présence* ». En prenant en compte des considérations technologiques, psychologiques et écologiques, cet article propose une modélisation des processus qui contribuent à créer le sentiment de présence.

Quelles expériences en éducation ?

[EVEIL-3D](#) est un projet du programme INTERREG IV Rhin Supérieur, cofinancé par le FEDER (Fonds européen de développement régional de l'Union européenne) dont l'objectif était de créer un nouvel outil pédagogique pour apprendre les langues étrangères en immersion dans un environnement virtuel.

Dans le cadre de l'étude pilote pour le projet EVEIL-3D, [Roy \[2014\]](#) a développé une méthodologie de recherche permettant d'accéder au ressenti de l'utilisateur lorsque celui-ci est en immersion dans l'environnement virtuel. Selon cette étude, les attentes des individus ainsi que leurs expériences antérieures viendraient influencer leur prédisposition à se sentir présents dans l'environnement virtuel.

Selon cette [étude de cas de 2016](#), réalisée auprès d'une classe de 40 étudiants chinois, le fait d'offrir une expérience immersive aux élèves permettrait de les impliquer davantage et cela aiderait à améliorer les compétences opérationnelles des élèves pour la formation pratique.

LA NOTION DE PRÉSENCE EN RÉALITÉ VIRTUELLE (RV)

Comment définir la présence ?

Bouvier¹ a défini le sentiment de présence en 2009 comme « *le sentiment authentique d'exister dans un monde autre que le monde physique où le corps se trouve* », c'est-à-dire que l'utilisateur incarne un rôle au travers duquel il agit et se déplace. Le sentiment de présence serait ainsi une expérience subjective que l'utilisateur peut vivre lorsqu'il accepte de se prendre au jeu de l'expérience. Suscité grâce à une stimulation des sens, ce sentiment d'appartenance dépend donc de facteurs à la fois internes et externes à l'utilisateur. Différentes réactions (pas forcément conscientes ou délibérées) peuvent alors se manifester : par exemple, des réactions physiologiques telles que l'accélération du rythme cardiaque, des réactions comportementales ou émotionnelles... La réalité virtuelle doit être associée à une expérience plutôt qu'à un ensemble de technologies.

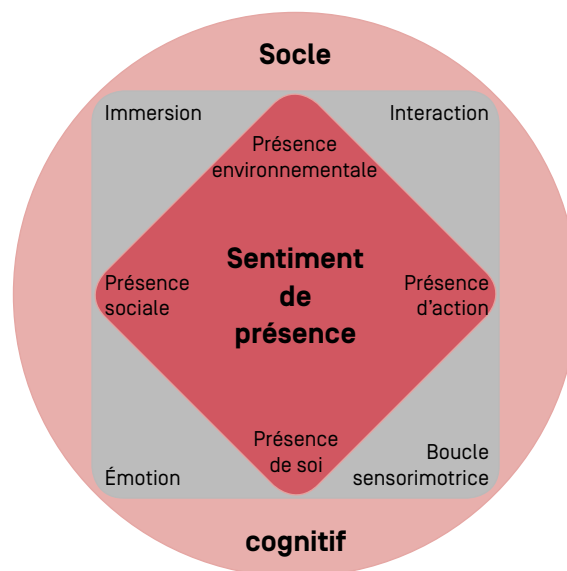
Partant des travaux de Biocca² (1997) et de Lee³ (2004), Bouvier a proposé de définir la présence en **quatre composantes** qui s'appuient elles-mêmes sur les quatre piliers qui composent la RV, soit l'immersion, l'interaction, la boucle sensorimotrice, les émotions.

- > **La présence environnementale** est fortement liée à l'immersion, elle signifie que l'utilisateur accepte l'environnement virtuel comme étant réel. Pour être en mesure de ressentir cette présence, l'utilisateur doit pouvoir interagir avec son environnement.
- > **La présence sociale** relève particulièrement des possibilités d'interaction et des modalités de communications, elle apparaît lorsque les protagonistes de l'environnement virtuel sont considérés comme des entités avec lesquelles l'utilisateur peut communiquer.

- > **La présence de soi** apparaît lorsque l'utilisateur se projette dans l'environnement virtuel, elle dépend en majeure partie de l'immersion, mais également de l'interaction et de la boucle sensorimotrice. Si les sensations proprioceptives ressenties par l'utilisateur correspondent aux sensations représentées virtuellement, cette cohérence va renforcer la présence de soi.
- > **La présence d'action** est la conscience de ses actes et de leur portée dans l'environnement virtuel. On voit l'importance de maintenir des réponses du système et des retours proprioceptifs en lien avec les actions de l'utilisateur.

Les quatre composantes et les quatre piliers s'appuient sur le « *socle cognitif* », soit l'ensemble des processus mentaux qui participent à la construction des connaissances (la perception, le raisonnement, la mémorisation, les émotions... etc.).

Figure 1. Cadre théorique pour la conception d'applications en réalité virtuelle (Bouvier, 2009)



1. Bouvier P. (2009), *La présence en réalité virtuelle, une approche centrée utilisateur*, thèse de doctorat en informatique, Université de Paris-Est. Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00581550/document>

2. Biocca F., "The cyborg's dilemma : Progressive embodiment in virtual environments", *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2), 1997.
3. Lee K. M. (2004), "Presence, explicated", *Communication Theory*, 14(1), p. 27-50.

ATTENTION, ENGAGEMENT ET IMMERSION

Quelle(s) relation(s) entre les concepts d'attention et d'engagement ?

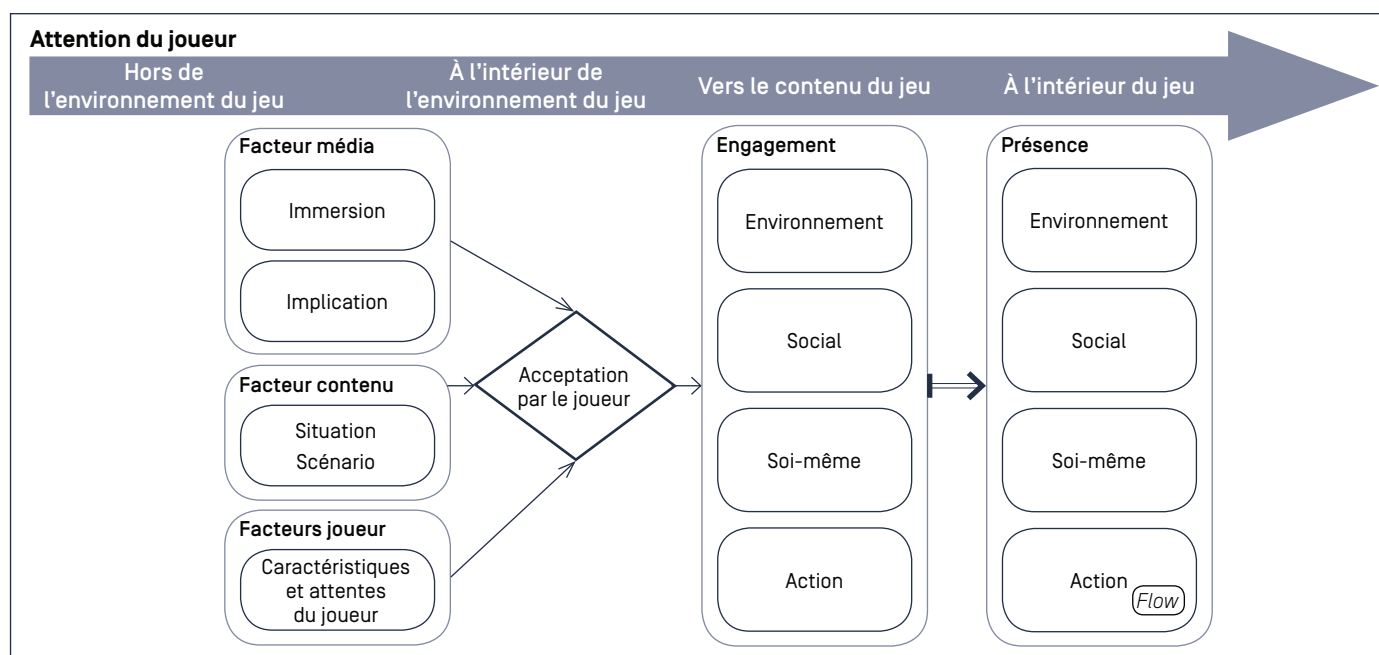
Dans cet article de 2014, Patrice Bouvier, Élise Lavoué et Karim Sehaba expliquent comment trois principaux facteurs peuvent impacter l'engagement des utilisateurs de jeux vidéo (cf. Figure 1). L'immersion et l'implication constituent le facteur média. Le facteur contenu inclut la situation et le scénario décrit. Des facteurs internes à l'utilisateur tels que ses attentes et ses caractéristiques intra-personnelles doivent également être pris en compte. Si ces facteurs sont congruents entre eux et acceptés par le joueur, celui-ci pourra s'engager dans le jeu. L'engagement, à son tour, agira sur le sentiment de présence. Comme pour la présence, il y a quatre composantes de l'engagement : l'environnement, le social, soi-même et l'action (cf. Bulletin de veille n° 4 sur la présence). L'attention du joueur est représentée sur un continuum en lien avec son niveau d'immersion dans le jeu, l'idée étant qu'à terme l'utilisateur va mobiliser toutes ses ressources attentionnelles pour les utiliser à l'intérieur du jeu.

Dans une communication de 2016, Olivier Le Meur présente plusieurs modèles pour expliquer le fonctionnement des processus mettant en jeu l'attention visuelle. Tel un mécanisme biologique, l'attention visuelle permet de sélectionner les informations importantes d'une scène visuelle.

L'engagement pourrait-il favoriser l'apprentissage ?

Selon cet article de Julie Giraudon [2015], l'utilisation de la réalité virtuelle permettrait d'améliorer la motivation et l'engagement des élèves. Pour l'enseignement de savoirs abstraits et pour les pratiques de terrain, l'utilisation d'environnements de réalité virtuelle s'avèrerait efficace pour aider les apprenants à la mémorisation de concepts abstraits. D'après cet article, la présence de l'apprenant dans un environnement immersif avec lequel il peut interagir favoriserait le dynamisme et l'engagement de l'élève dans la tâche d'apprentissage.

Figure 1. Attention du joueur, engagement et présence (inspiré du modèle de Bouvier et al., 2014)



ATTENTION, ENGAGEMENT ET IMMERSION

Comment définir ces concepts ?

En psychologie cognitive, l'**attention** est définie comme un ensemble de processus qui vont guider notre capacité à sélectionner des *stimuli* dans l'environnement (en fonction de la durée, de l'intensité et des objectifs poursuivis). Brown et Cairns [2004]¹ décrivent l'attention comme la volonté de se concentrer. L'attention est souvent mise en avant comme étant un important facteur d'engagement et d'immersion.

Les définitions de l'engagement varient selon le champ scientifique étudié. Dans le domaine des applications web, l'**engagement** a été défini par Attfield et ses collaborateurs [2011]² comme étant une connexion à la fois émotionnelle, cognitive et comportementale entre un utilisateur et une ressource.

Pourquoi ces concepts sont-ils liés ?

Pour Witmer et Singer [1998]³, l'engagement renvoie à un état psychologique. S'il est concentré dans une activité et que l'individu parvient à maintenir son attention sur les *stimuli* durant cette activité, l'individu pourra expérimenter l'engagement. Selon un grand nombre de chercheurs, l'attention serait un important facteur d'engagement. Le sens et la signification que l'individu accorde à l'activité va également impacter le niveau d'engagement.

Brown et Cairns ont identifié trois niveaux d'implication chez les joueurs de jeu vidéo : l'engagement, l'attention (ou concentration) et, enfin, l'immersion totale.

Le premier niveau implique que le jeu soit accessible et corresponde aux attentes du joueur pour que celui-ci s'intéresse au jeu, qu'il ait envie de continuer à jouer.

Au fil du temps passé et des ressources attentionnelles allouées, le joueur atteindra un niveau de concentration tel qu'il sera émotionnellement impliqué dans le jeu (par exemple, il ressentira de la peur, de la tristesse à la mort des personnages, etc.). Le maintien de l'attention implique alors un fort investissement émotionnel du joueur.

Lorsque celui-ci atteint le niveau d'immersion totale, il est moins conscient du monde réel qui l'entoure, c'est comme s'il opérait une coupure du monde réel au profit du virtuel. L'individu est alors totalement absorbé par l'activité qu'il réalise.

Brown et Cairns font ainsi le lien entre leur définition du concept d'immersion et la notion d'expérience optimale (ou *flow*).

Le *flow* est conceptualisé par Csíkszentmihályi⁴ [1997] comme un état mental de concentration intense au sein duquel l'individu est complètement absorbé par la situation ou par la tâche qu'il est en train de réaliser.

1. Brown E. & Cairns P. (2004), "A grounded investigation of game immersion", in *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*, p. 1297-1300.

2. Attfield S., Kazai G., Lalmas M. & Piwowarski B. (2011, February), "Towards a science of user engagement [Position paper]", *WSDM Workshop on User Modelling for Web Applications*, Hong Kong, China.

3. Witmer B. G. & Singer M. J. (1998), "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire", *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), p. 225-240.

4. Csíkszentmihályi M. (1997), "Finding flow", *Psychology Today*, 30(4), p. 46-71.

FLOW, AUTONOMIE ET IMMERSION

Que dit la recherche scientifique ?

FLOW

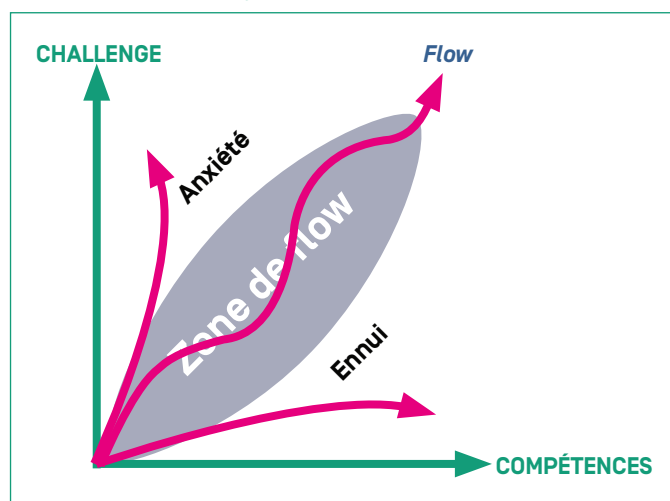
Dans cette [vidéo TED de 2004](#) le psychologue Mihaly Csikszentmihályi propose une définition de cet état de plaisir et de satisfaction durable qui amène les individus dans un état de *flow*.

Cet [article de Mihaly Csikszentmihályi et John D. Patton](#) traduit en français par Mario Lucas présente une méthode de mesure du *flow* mise au point par Csikszentmihályi et ses collègues : l'ESM (*Experience Sampling Method*). Il s'agit d'une méthode composée de plusieurs outils d'autodescription qui permet l'analyse des phénomènes subjectifs lié au *flow*.

Jenova Chen explique dans cette [communication en 2007](#), les conditions permettant de vivre l'expérience du *flow* et en montre certaines conséquences.

Pour maintenir le *flow*, l'activité doit mettre en équilibre la difficulté des tâches à accomplir [le challenge], avec les compétences que l'utilisateur va devoir mobiliser, comme le montre la figure 1. Cet équilibre peut être désigné par « zone de *flow* ».

Figure 1. Zone de *flow*

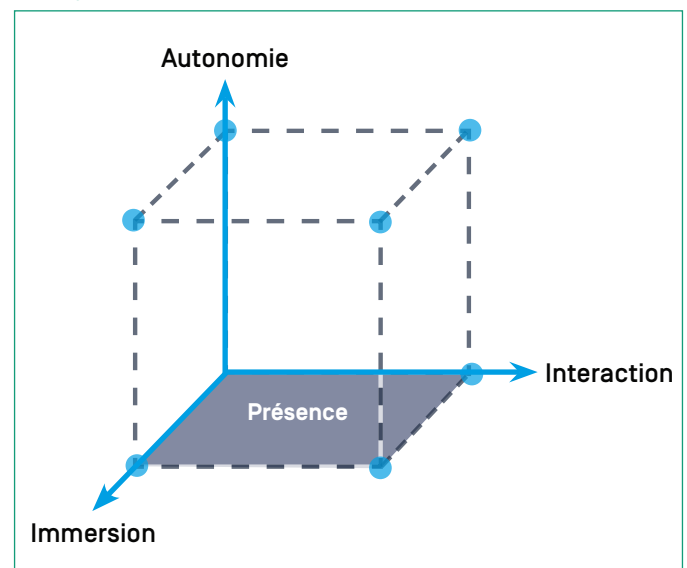


AUTONOMIE

Jacques Tisseau (2004), dans ce [manifeste scientifique](#) du CERV, explique qu'un objet peut être qualifié d'autonome s'il a la capacité de s'adapter aux modifications de son environnement, d'une manière réaliste.

Une application de réalité virtuelle peut ainsi être caractérisée selon les critères de présence et d'autonomie, la présence étant elle-même définie par les critères d'immersion et d'interaction.

Figure 2. Présence et autonomie en réalité virtuelle



« Réalité virtuelle et [agents autonomes](#) » constitue l'un des principaux axes de recherche du CERV (Centre européen de réalité virtuelle). Les agents autonomes sont des personnages virtuels qui peuvent être des agents conversationnels animés ou des robots. L'objectif est que ces agents autonomes puissent concevoir des comportements crédibles grâce aux techniques d'apprentissage artificielles et aux sciences cognitives.

Ces personnages peuvent interagir entre eux ainsi qu'avec des utilisateurs.

FLOW, AUTONOMIE ET IMMERSION

Comment définir ces concepts ?

Selon Jacques Tisseau¹ [2001], « *l'utilisateur d'un système de réalité virtuelle est à la fois spectateur, acteur et créateur de l'univers de modèles numériques avec lequel il interagit [...]. La véritable autonomie de l'utilisateur tient alors dans sa capacité à coordonner ses perceptions et ses actions* ». Autrement dit, le fait de pouvoir interagir à sa guise avec le monde qui l'entoure rend l'utilisateur autonome dans ses choix d'actions.

Le concept de *flow* peut être traduit en français par flux. Dans la littérature, il est également possible de lire « *expérience optimale* », ou parfois « *extase intellectuelle* ». Comme évoqué dans le *Bulletin de veille* n° 5, nous pouvons constater un lien évident entre la notion de *flow* et celle d'immersion. Lié à un état de jouissance et de plaisir, le principe du *flow* permet la réalisation d'une action sans difficulté, l'individu est non seulement engagé mais totalement immergé dans une tâche qui l'absorbe.

Pour Csikszentmihályi² [1997], un sentiment de *flow*, peut-être généré au cours d'une activité présentant les caractéristiques suivantes :

- > les objectifs sont clairement déterminés, les règles sont explicites ;
- > la personne peut agir dans cette activité sans se poser de question sur ce qui doit être fait et comment ;
- > l'activité met au défi l'individu en représentant un challenge qui motive l'intérêt de la personne et exploite pleinement ses compétences (en adéquation avec ses capacités) ;
- > l'atteinte des objectifs prodigue des *feedbacks* immédiats.

Le *flow* se produit la plupart du temps lors d'une activité favorite, mais également dans des activités qui tendent à encourager à la concentration, et à éviter les distractions, telles qu'au travail. Il est très rare de pouvoir expérimenter le *flow* lors d'une activité passive, par exemple en regardant la télévision. Ressentir le *flow* est possible lors d'une interaction sociale avec une autre personne. L'interaction avec autrui demande un niveau d'attention soutenu pour répondre aux demandes extérieures : pour que cette interaction soit réussie, les objectifs des deux personnes doivent être compatibles.

Pour Chen³ [2007], la notion de *flow* permet d'oublier la perception du temps, ainsi que de maximiser les performances et le plaisir dans l'activité pour celui qui l'expérimente. Comme le montre la figure 1 (cf. [page 1 du Bulletin de veille n° 6](#)), le maintien dans la zone de *flow* résulte d'un équilibre entre la difficulté de la tâche et les compétences de la personne. Si le challenge de la tâche est trop dur à réaliser pour l'utilisateur, celui-ci risque de ressentir de la frustration, de l'anxiété. À l'inverse, si la tâche est trop facile par rapport aux compétences de la personne, celle-ci risque de s'ennuyer et de se désintéresser de la tâche. Chen explique que dans le cadre de l'utilisation des jeux vidéo, pour que l'expérience interactive soit plaisante pour le plus grand nombre d'utilisateurs, il faut :

- > intégrer les composants nécessaires au sentiment de *flow* et garder l'utilisateur dans cette zone ;
- > offrir des choix pour permettre une expérience adaptée aux attentes des utilisateurs ;
- > intégrer ces choix à la base du processus de création de l'expérience interactive.

Ces principes s'appliquent à l'utilisation d'outils de réalité virtuelle, la zone de *flow* se situe toujours entre une bonne gestion du niveau de challenge et du degré de compétences acquises par l'utilisateur.

1. Tisseau J. [2001], « Réalité virtuelle : autonomie *in virtuo* », *Habilitation à diriger des recherches*, p. 1-107.

2. Csikszentmihályi M. [1997], "Finding flow", *Psychology Today*, 30(4), p. 46-71.

3. Chen J. [2007], "Flow in games (and everything else)", *Communications of the ACM*, 50(4), p. 31-34.

JEUX ET RÉALITÉ VIRTUELLE

Qu'est-ce qu'un jeu ?

Mathieu Tricot, philosophe français, était interviewé dans une [émission de France Culture](#), pour essayer de saisir en quoi une philosophie des jeux vidéo pouvait permettre de comprendre l'expérience du joueur.

Dans son ouvrage, [Philosophie des jeux vidéo](#), il nous propose une réflexion sur l'expérience vidéoludique. Au travers d'un dialogue imaginaire entre Mario et Socrate, ce texte interroge non seulement sur la définition du jeu, mais aussi sur le rôle de l'utilisateur, la place du numérique et du vidéoludique.

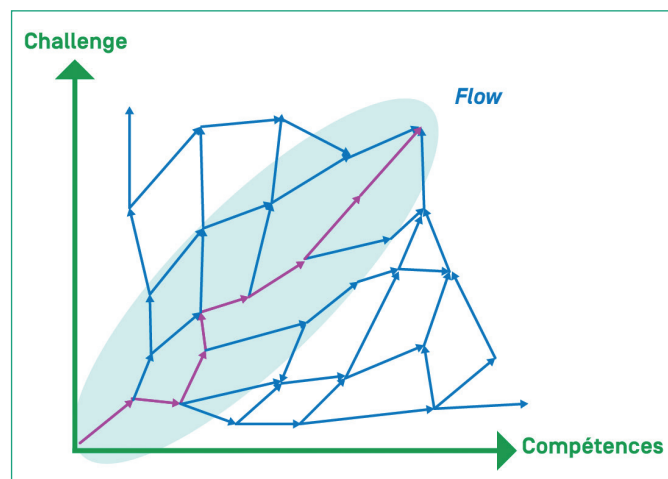
La lettre [Edu Num Thématique n° 6](#), publiée par Eduscol, présente plusieurs définitions qui permettent d'aborder et de mieux comprendre les notions de jeux numériques, jeux sérieux, jeux d'évasion pédagogiques (*escape game*) et, plus largement, la démarche de détournement d'un jeu classique à des fins d'enseignement.

Que dit la recherche scientifique ?

La conférence d'ouverture des [Journées d'innovation pédagogique 2017](#), animée par Séverine Erhel, nous explique au travers de modèles issus de la psychologie cognitive comment l'utilisation de ressorts ludiques peut améliorer l'apprentissage et la motivation des apprenants.

Dans le *Bulletin de veille* précédent (n° 6), nous avons abordé la notion de *flow*, notion étroitement liée à l'univers du jeu. Pour [Jenova Chen](#), l'exemple à prendre est celui des jeux à choix multiples qui permettent aux joueurs d'aborder les défis de différentes façons, comme le montre la figure 1.

Figure 1. Adaptation des choix de scénario de jeu (Chen, 2007)



Ainsi, les concepteurs doivent adapter les scénarios proposés dans l'expérience de jeu à l'expérience de *flow* des joueurs. Chaque segment représente une possibilité de choix d'action pour le joueur, avec soit une fin identique pour tous les joueurs, soit une fin différente en fonction des parcours choisis. Offrir plusieurs choix permet de proposer une expérience adaptée aux compétences et aux attentes des utilisateurs.

Des jeux en réalité virtuelle pour l'éducation ?

Cet article publié par [Thot Cursus](#) présente les évolutions actuelles et possibles du jeu, de la réalité virtuelle et des expériences immersives en général.

Des entreprises proposent des jeux et des produits de réalité virtuelle conçus pour l'éducation. Par exemple, [Unimersiv](#) est une plateforme qui permet de visiter virtuellement des monuments disparus, découvrir le corps humain...

JEUX ET RÉALITÉ VIRTUELLE

Comment définir le jeu ?

Selon Roger Caillois¹ (1967), le jeu est une activité libre, incertaine, fictive avec des limites précises de temps et de lieu. Il a ses règles et il est sans conséquence pour la vie réelle : « *Le jeu traduit et développe des dispositions psychologiques qui peuvent en effet constituer d'importants facteurs de civilisation.* » Autrement dit, le jeu a un rôle important dans le développement de l'enfant et dans le processus de socialisation : en effet, il existe des liens étroits entre les constituants du jeu et ceux de l'institution sociale.

Selon Jacques Henriot² (1989), on ne peut pas définir le jeu indépendamment de l'activité du joueur, parce que « *jouer, c'est faire* ». La distinction entre *play* et *game* nous fournit deux grilles de lecture possibles. Le terme *play* désigne la structure du jeu, il s'agit de l'activité, de l'attitude ludique. Le concept de *game*, désigne le jeu comme objet : par exemple, le fait d'utiliser du matériel précis et de respecter des règles formalisées.

Quelles différences entre *serious game* et *serious gaming* ?

Certains jeux vidéo peuvent aussi remplir une fonction utilitaire éducative : les jeux sérieux (*serious game*). Nous pouvons retenir qu'il s'agit d'applications informatiques, dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, à la fois des aspects sérieux tels que l'enseignement, l'apprentissage, la communication ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus

1. Caillois R. (1967), *Les Jeux et les Hommes : le masque et le vertige*, Paris, Gallimard [1^{re} éd. : 1958].

2. Henriot J. (1989), *Sous couleur de jouer : la métaphore ludique*, Paris, José Corti.

du jeu vidéo (Alvarez et Djaouti, 2011)³. Selon ces auteurs, la différence majeure entre le jeu vidéo classique et le jeu sérieux est la portée éducative : le jeu sérieux est explicitement conçu pour un usage éducatif. Il est possible également, dans certains cas, d'utiliser à des fins éducatives des jeux initialement conçus pour divertir le grand public, c'est ce qu'on appelle les détournements d'usage ou le *serious gaming*. C'est-à-dire que ces jeux vont être détournés des usages pour lesquels ils ont été conçus afin de satisfaire des objectifs pédagogiques.

Quelles expériences en éducation ?

Schmoll, Veit, Roy et Capobianco⁴ ont analysé comment le jeu sérieux en environnements immersifs pouvait aider à l'apprentissage d'une langue. Selon eux, l'utilisateur deviendrait acteur du monde virtuel dans lequel il est immergé grâce à la réalité virtuelle. C'est précisément le processus d'immersion qui viendrait tel un agent catalyseur de l'acte d'apprentissage. À court terme, ce type d'environnement immersif aurait des effets bénéfiques sur la mémorisation. Par ailleurs, cet article explique l'importance de la prise en mains des outils en amont. Pour éviter une surcharge cognitive lors de l'utilisation et pour optimiser l'interaction Homme/machine, il est nécessaire d'intégrer une phase d'apprentissage à l'utilisation de ces outils.

3. Alvarez J. & Djaouti D. (2011), "An introduction to Serious game. Definitions and concepts", *Proceedings of the Serious Games & Simulation Workshop*, Paris, p. 10-15.

4. Schmoll L., Veit M., Roy M. & Capobianco A. (2013), « *Serious game et apprentissage en réalité virtuelle : résultats d'une étude préliminaire sur la mémorisation en langue étrangère* », *Synergie Pays germanophones*, 7.

ART, CULTURE ET RÉALITÉ VIRTUELLE

Qui sont les principaux acteurs français ?

[Culture VR](#) est le premier projet réalisé dans le cadre des panoramas de l'innovation culturelle de l'Institut français. Il s'agit de répertorier sur un même site une véritable collection d'œuvres de réalité virtuelle, classée en 3 catégories : Arts de la scène ; Arts visuels et patrimoine ; Cinéma et interactif.

L'équipe de recherche [Images numériques et réalité virtuelle \(INREV\)](#) est l'une des 3 composantes du [Laboratoire Arts des images et Art contemporain \(EA AIAC\)](#). Elle est constituée d'enseignants-chercheurs du département [Arts et Technologies de l'image \(ATI\)](#) de l'Université Paris 8. Ensemble, l'ATI et l'INREV ont publié : la revue [Arts et Technologies de l'image. Images numériques et réalité virtuelle n° 5](#), sous la direction de Alain Lioret et Chu-Yin Chen. Cette revue évoque la vie des œuvres d'art numérique, le design interactif, la création d'une œuvre d'art en réalité virtuelle ainsi que les jeux vidéo qui sont considérés ici comme un art.

Le chapitre XIV extrait de la [Théorie de la réalité virtuelle](#) explique qu'il existe principalement 2 communautés artistiques qui exploitent des techniques de réalité virtuelle : celle des « arts numériques interactifs » et celle des « films VR ». Concernant cette deuxième communauté, l'association française [UNI-XR](#) est l'un des principaux représentants.

Quel apport de la réalité virtuelle à la création artistique ?

La réalité virtuelle permet d'intégrer le corps comme matériau de composition en temps réel pour la création artistique. Aujourd'hui, les compagnies de danse s'intéressent à la danse interactive. Par exemple, le projet [DanseSpace](#), développé par Flavia Sparacino au Media Lab du MIT, permet aux danseurs de créer des univers graphiques et sonores à partir de la capture des mouvements de leur corps.

Grâce à la réalité virtuelle, de nouveaux formats de narration sont proposés au spectateur, de nouvelles

techniques viennent enrichir la culture au sens large (art, journalisme, cinéma, jeux vidéo...). Un exemple de scénarisation originale avec [The Enemy](#), un projet en rupture avec les reportages de guerre traditionnels. L'installation immersive en réalité virtuelle permet à l'utilisateur de rencontrer des combattants en face-à-face, de voir et d'écouter leurs témoignages.

L'application [ARTE360 VR](#) de la chaîne franco-allemande invite l'utilisateur à voyager dans le temps et l'espace. Cette application immersive permet de visionner des documentaires et des œuvres d'art en réalité virtuelle. La réalité virtuelle est également utilisée comme une pratique artistique visant à délivrer des messages éducatifs ou à développer l'empathie. Par exemple, [White Pig](#) est un film de théâtre en 360° produit par RTBF et présenté au [Forum Blanc](#). Cette expérience théâtrale dénonce la violence du cyberharcèlement à l'école.

Quels sont les événements phares ?

Le Paris Virtual Film Festival et [I LOVE TRANSMEDIA](#) se sont rejoints pour créer le nouveau festival [NewImages](#) du Forum des images à Paris, événement entièrement dédié à la création numérique et aux mondes virtuels.

Un autre événement artistique important : le festival [RECTO VRSO – ART & VR](#) organisé à l'occasion de la 20^e édition de [Laval Virtual](#). Il s'agit d'une exposition internationale d'artistes qui utilisent la réalité virtuelle tel un médium artistique.

[NEXT VR Theatre](#) est un espace dédié à l'innovation et à la réalité virtuelle au [Marché du Film du Festival de Cannes](#).

[Immersivity](#) est un salon professionnel qui réunit principalement les artistes VR coté cinéma et audiovisuel qui se déroulera du 10 au 12 octobre à Angoulême. [UniFrance](#) met régulièrement à jour une liste recensant les manifestations exposant des œuvres en réalité virtuelle et mixte et en réalité mixte, cette liste non exhaustive est susceptible d'évoluer.

ART, CULTURE ET RÉALITÉ VIRTUELLE

Comment définir ces concepts ?

RÉALITÉ VIRTUELLE

Pour qu'une application soit qualifiée de réalité virtuelle, selon Alain Grumbach¹ [2006], des conditions s'imposent. La contrainte majeure est celle d'espace et de temps : l'utilisateur doit pouvoir interagir en **temps réel** dans un **espace en 3 dimensions**. Pour que cette **interactivité** soit effective, les mouvements des acteurs doivent être captés en temps réel, de manière à pouvoir agir sur l'environnement. La dernière condition est le fait d'avoir une **composante artificielle**, lorsque l'on s'appuie sur le modèle « Perception – Traitement – Action ».

ŒUVRE D'ART

Selon ce même auteur, pour qualifier un objet d'œuvre artistique, 2 conditions sont nécessaires.

La production d'un artefact qui engendre la production d'un objet sensoriel doit être perçue par l'utilisateur. Cette production doit générer une réaction, une émotion chez l'auditeur.

Qu'est-ce que l'art en réalité virtuelle ?

L'art en réalité virtuelle, c'est l'utilisation de nouvelles pratiques et de nouveaux modes de création grâce aux nouvelles technologies pour faire intervenir le spectateur qui devient également acteur au sein de l'œuvre à laquelle il participe. Le néologisme de « spectacle » a été introduit par Réjean Dumouchel² [1991]. Par ce terme, il exprime le fait que l'auditeur n'est plus seulement spectateur mais il est aussi acteur

de par son interaction avec l'œuvre. La participation active du spectateur devient alors le fil conducteur du processus de création artistique en réalité virtuelle, cette participation n'implique pas seulement le corps interagissant mais aussi la perception, l'émotion ainsi que les cognitions du « spectateur » placé au cœur de l'expérience artistique [Tramus³, 2007]. Selon Marie-Hélène Tramus, la question que pose l'art en réalité virtuelle est de passer de l'intelligible [objectif et concret] au sensible, ce que le spectateur va ressentir et percevoir (non mesurable). L'une des principales réponses à cette question est l'enrichissement de l'image de manière à développer sa spécificité d'interactivité. Le fait de pouvoir interagir avec des images numériques passe par le corps, qui participe à la fois à l'élaboration et à la réception de l'image.

Nous retiendrons qu'il existe principalement 2 vastes communautés artistiques qui utilisent des techniques de RV [Fuchs⁴, 2018]. Celle que nous venons de présenter appartient aux « arts numériques interactifs » et l'autre communauté concerne les « œuvres cinématographiques ». Les œuvres cinématographiques en réalité virtuelle sont en général bien plus imprégnées de la culture du cinéma que des arts plastiques. Parmi les œuvres issues du 7^e art, nous pouvons distinguer la vidéo 360° et les films VR. La différence fondamentale entre un film VR et une vidéo 360° reste la possibilité d'avoir une activité sensorimotrice. Lorsqu'il regarde une vidéo 360° au travers d'un visiocasque, l'utilisateur, souvent immobile, peut en général tourner la tête pour observer la scène selon différents points de vue [choisis par le réalisateur]. Pour reprendre la métaphore de Philippe Fuchs, c'est comme une visite au musée avec un guide, nous imposant un circuit qu'on ne peut pas interrompre, et avec une interdiction formelle de toucher aux œuvres. Dans un film VR, l'utilisateur est non seulement dans la sphère narrative dans laquelle il se déplace librement mais, en plus, il peut interagir avec des objets et des personnages.

1. Grumbach A. [2006], « Apport de la réalité virtuelle à la création artistique », in Fuchs P. (dir.), *Le Traité de la réalité virtuelle*, volume 4 : « Les applications de la réalité virtuelle », Paris, Presses des Mines, ISBN 2-911762-65-7.

2. Dumouchel R. [1991], « Le Spectateur et le contactile », *Cinéma*, 1(3), p. 38-60, doi : 10.7202/1001065ar.

3. Tramus M.-H. [2007], « Les artistes et la réalité virtuelle, des parcours croisés », *Intellectica*, 45 (1), p. 129-142.

4. Fuchs P. [2018], *Théorie de la réalité virtuelle. Les véritables usages*, Paris, Presses des Mines, collection « Mathématiques et informatique », ISBN : 978-2-35671-511-1.

LA RÉALITÉ VIRTUELLE (RV) POUR L'ÉDUCATION ET LA FORMATION

Quel est l'intérêt de la RV pour l'éducation et la formation ?

L'une des plus-values est de créer de nouvelles stratégies pédagogiques. Michael Bodekaer montre dans cette [vidéo TED](#) comment les mondes immersifs peuvent être utiles aux étudiants, à la fois pour apprendre et pour expérimenter. Par exemple, le simulateur de [laboratoire virtuel de Labster](#) est une entreprise dédiée au développement de solutions immersives et interactives pour l'apprentissage des sciences. En effet, l'expérimentation virtuelle serait bénéfique pour l'enseignement des sciences lorsque son utilisation est associée à des travaux pratiques réels, comme expliqué dans l'[article de Hanaà Chalak](#) de la rubrique « Que dit la Recherche ? » sur la page de [L'Agence des usages](#). Dans cette même rubrique, [Charlotte Hoareau](#) explique comment la réalité virtuelle contribue à l'acquisition d'habiletés complexes et à l'apprentissage de connaissances procédurales.

[Hsiu-Mei Huang et ses collaborateurs \[2010\]](#), chercheurs en Sciences de l'éducation, ont étudié comment l'imagination de l'utilisateur ainsi que son sentiment d'immersion dans l'environnement et la possibilité d'interagir avec celui-ci pouvaient agir sur la motivation de l'apprenant et sur sa capacité à résoudre des problèmes à l'intérieur de l'environnement artificiel.

Sur le [campus du MIT](#) (Massachusetts Institute of Technology), l'utilisation de la RV est déjà bien ancrée dans les pratiques. Le cours [Hacking XR](#) est dédié à la production de contenus immersifs et à l'utilisation de la réalité virtuelle. L'apprentissage d'une langue étrangère est aussi à l'étude avec le projet [Words in Motion](#) : il s'agit pour l'apprenant de découvrir le vocabulaire dans un monde virtuel, au fur et à mesure des actions qu'il mène et des objets avec lesquels il interagit. L'apprentissage en contexte aiderait à associer les mots avec les actions exécutées.

En France, parmi les principaux acteurs travaillant sur ces questions, nous pouvons notamment citer [CLARTE](#) : le centre de ressources technologiques spécialisé en RV, réalité augmentée et technologies

émergentes, avec son projet [VIRTUALITEACH](#) destiné aux élèves de lycée. L'[Institut Arts et Métiers ParisTech de Laval](#) propose une formation au [management des technologies Interactives 3D](#).

Dans son numéro 9, le [magazine Sonovision](#) propose plusieurs retours d'expériences qui expliquent pourquoi la réalité virtuelle est de plus en plus utilisée dans le cadre de la formation professionnelle et de la prévention des accidents. Par exemple, pour apprendre à manipuler des appareils médicaux, expérimenter des manipulations dangereuses, sensibiliser à la prévention routière... La RV permet non seulement d'apporter de la ludification aux contenus pédagogiques complexes, mais également de développer de la pédagogie immersive.

Ronan Querrec, directeur et chercheur du [CERV](#) (Centre européen de réalité virtuelle), présente les intérêts de la réalité pour la formation dans le [webinaire « Environnements virtuels pour l'apprentissage humain »](#).

Quels outils utiliser dans une classe ?

Après [Google Expeditions](#) conçu pour réaliser des visites avec des groupes de classes, Google propose le [VR Tour Creator](#). Cet outil permet aux utilisateurs de créer facilement (sans connaissance technique particulière) leurs propres visites virtuelles.

L'académie de Lille propose un [tutoriel](#) qui permet de construire un parcours virtuel. Ce tutoriel simple s'adresse aussi bien aux enseignants qu'aux élèves de collèges et lycées. Les possibilités sont multiples, les utilisateurs peuvent par exemple créer des visites virtuelles de musées, de sites historiques...

Des applications à l'origine conçues pour le grand public sont parfois détournées de leurs usages premiers afin d'être utilisées à des fins d'enseignement : par exemple, [Story Spheres](#) (application qui permet de créer des vidéos à 360°) ou encore [Titans of Space 2.0](#).

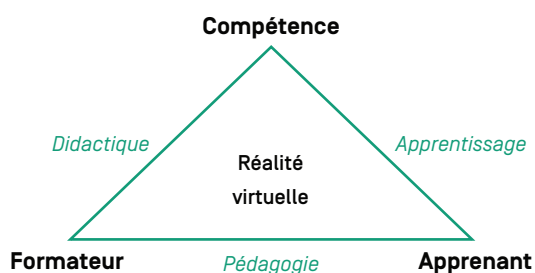
LA RÉALITÉ VIRTUELLE (RV) POUR L'ÉDUCATION ET LA FORMATION

Que dit la recherche scientifique ?

Les premières utilisations de la réalité virtuelle (RV) pour l'apprentissage humain datent des années 1990¹ (J.-M. Burkhardt, D. Lourdeaux et D. Mellet-d'Huart). Les principaux secteurs concernés sont ceux de la santé, de la formation professionnelle et le secteur scolaire et éducatif.

Dans le webinaire² cité à la page précédente, Ronan Querrec (2018) reprend le triangle didactique de Jean Houssaye, figure 1 ci-dessous.

Figure 1. Triangle didactique de Jean Houssaye



Il explique ainsi que la RV peut devenir un catalyseur de l'acte d'apprentissage, au sens où la situation pédagogique en réalité virtuelle relie le formateur, l'apprenant et la compétence.

Afin de catégoriser les situations d'apprentissages, Ronan Querrec propose la typologie suivante :

- > Apprendre des gestes techniques. Par exemple, en médecine, les praticiens utilisent notamment la RV pour l'implantologie. Le secteur de la construction est un autre domaine dans lequel la RV est massivement utilisée pour la formation professionnelle. Les résultats de recherches scientifiques sont relativement contradictoires, certains montrent que la RV aide

à l'apprentissage, d'autres montrent que si un utilisateur prend l'habitude d'être (trop) guidé dans l'environnement virtuel, il peut ensuite avoir des difficultés à s'adapter à l'environnement réel.

- > Acquérir des connaissances déclaratives, des concepts. Par exemple, connaître des dates historiques, du vocabulaire dans une langue étrangère (comme le projet européen EVEIL 3D). Dès lors que ces compétences déclaratives peuvent être mises en œuvre en contexte par l'apprenant, elles deviennent des connaissances procédurales. Le fait d'apprendre en contexte aiderait à la mémorisation.
- > Vivre des expériences sur des sites dangereux. Il s'agit d'apprendre à mettre en œuvre certaines actions et procédures, telles que la maintenance de systèmes complexes (savoir-faire).
- > Développer des compétences comportementales et aider à mieux contrôler ses émotions (savoir-être). Par exemple, pratiquer des simulations d'entretiens d'embauche.

L'intérêt de la RV pour l'éducation est bien de créer de nouvelles stratégies pédagogiques pour favoriser l'apprentissage ; elle sera très utile et très utilisée pour les enseignements techniques et professionnels.

L'utilisation de la RV pour les apprentissages peut contribuer à donner à l'erreur un statut pédagogique, puisqu'elle permet aux apprenants d'en observer les conséquences, avec la possibilité de les expliquer et de les commenter.

Si l'utilisation de la réalité virtuelle semble prometteuse pour améliorer de nombreuses situations d'apprentissage, l'utilisateur d'un casque de réalité virtuelle doit veiller à respecter certaines recommandations, telles que la durée d'utilisation. L'usage des visiocasques peut parfois créer quelques problèmes d'inconfort et de santé, dus en partie à des incohérences sensorimotrices induites par les techniques RV [Fuchs, 2016]³.

3. Fuchs P. (2016), *Les Casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo*, Paris, Presses des Mines.

1. Burkhardt J.-M., Lourdeaux D. et Mellet-d'Huart D. (2006), « La réalité virtuelle pour l'apprentissage humain », in P. Fuchs (dir.), *Le Traité de la réalité virtuelle*, volume 4 : « Les applications de la réalité virtuelle », Paris, Presses des Mines.

2. Querrec R. [2018, 29 janvier], « Webinaire 3/3, Environnements virtuels pour l'apprentissage humain » [vidéo]. Récupéré de : <https://www.reseau-canope.fr/notice/webinaire-33-environnements-virtuels-pour-lapprentissage-humain.html#bandeauPtf>

VIRTUEL

RÉALITÉ VIRTUELLE

L'utilisateur pénètre dans un monde totalement virtuel

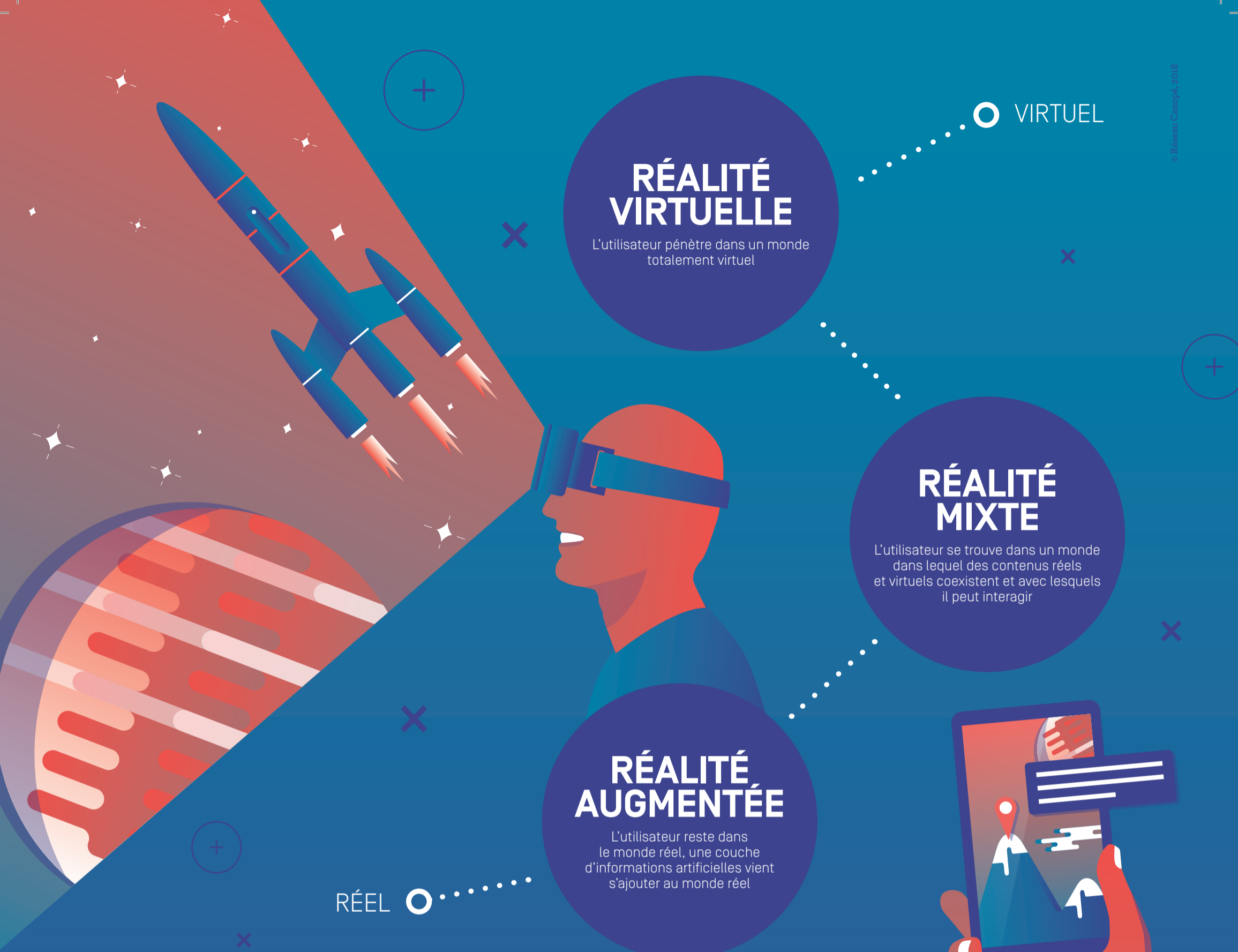
RÉALITÉ MIXTE

L'utilisateur se trouve dans un monde dans lequel des contenus réels et virtuels coexistent et avec lesquels il peut interagir

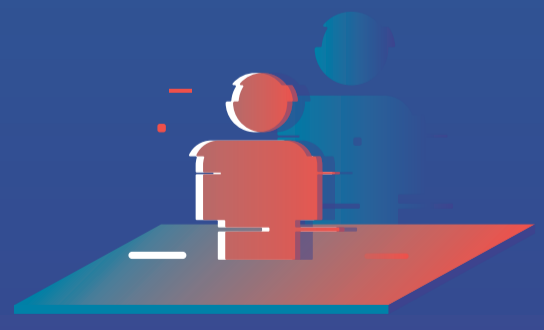
RÉALITÉ AUGMENTÉE

L'utilisateur reste dans le monde réel, une couche d'informations artificielles vient s'ajouter au monde réel

RÉEL



LES TECHNOLOGIES IMMERSIVES



PRÉSENCE

Le sentiment d'exister dans un autre monde que le monde physique dans lequel le corps se trouve.



INTERACTION

Le fait d'être actif ; l'utilisateur peut se déplacer librement dans l'environnement virtuel, interagir avec les objets, les personnages ou le scénario.



IMMERSION

Le niveau de fidélité que l'environnement fournit aux différents sens de l'utilisateur comparativement au monde réel.

RÉALITÉ
VIRTUELLE
INTÉRÊTS
PÉDAGOGIQUES

ACQUÉRIR DES CONNAISSANCES

Visiter des lieux : musées, lieux culturels
[cours d'histoire, de géographie, d'arts ou de langues]

Reproduire une scène, une histoire : pièce de théâtre,
reproduction d'un poème/roman [cours de langues ou d'arts]

Découvrir une activité : un métier [orientation professionnelle],
toute compétition sportive [cours d'éducation physique
et sportive]

VIVRE DES EXPÉRIENCES DANGEREUSES

Apprendre des métiers du bâtiment et de l'industrie

Visualiser des procédés chimiques et expérimenter
virtuellement [cours de chimie]

APPRENDRE DES GESTES TECHNIQUES

Simuler des gestes professionnels : peinture, menuiserie, électricité,
pilotage de ligne de production [formation professionnelle]

S'initier aux gestes qui sauvent [secourisme]

Apprendre les gestes médicaux [médecine]

Travailler les techniques sportives [éducation physique et sportive]

CONTRÔLER LES ÉMOTIONS

Simuler et pratiquer des entretiens [orientation professionnelle]

Réaliser des expériences artistiques interactives [cours d'arts]

RÉALITÉ VIRTUELLE MATÉRIELS

LES ACCESSOIRES POUR SMARTPHONE

Le moins coûteux

- + Possibilité de transformer son smartphone en visiocasque
Tarif plus abordable
- Moins performant
Résultat dépend de la qualité du smartphone



L'AUDIO

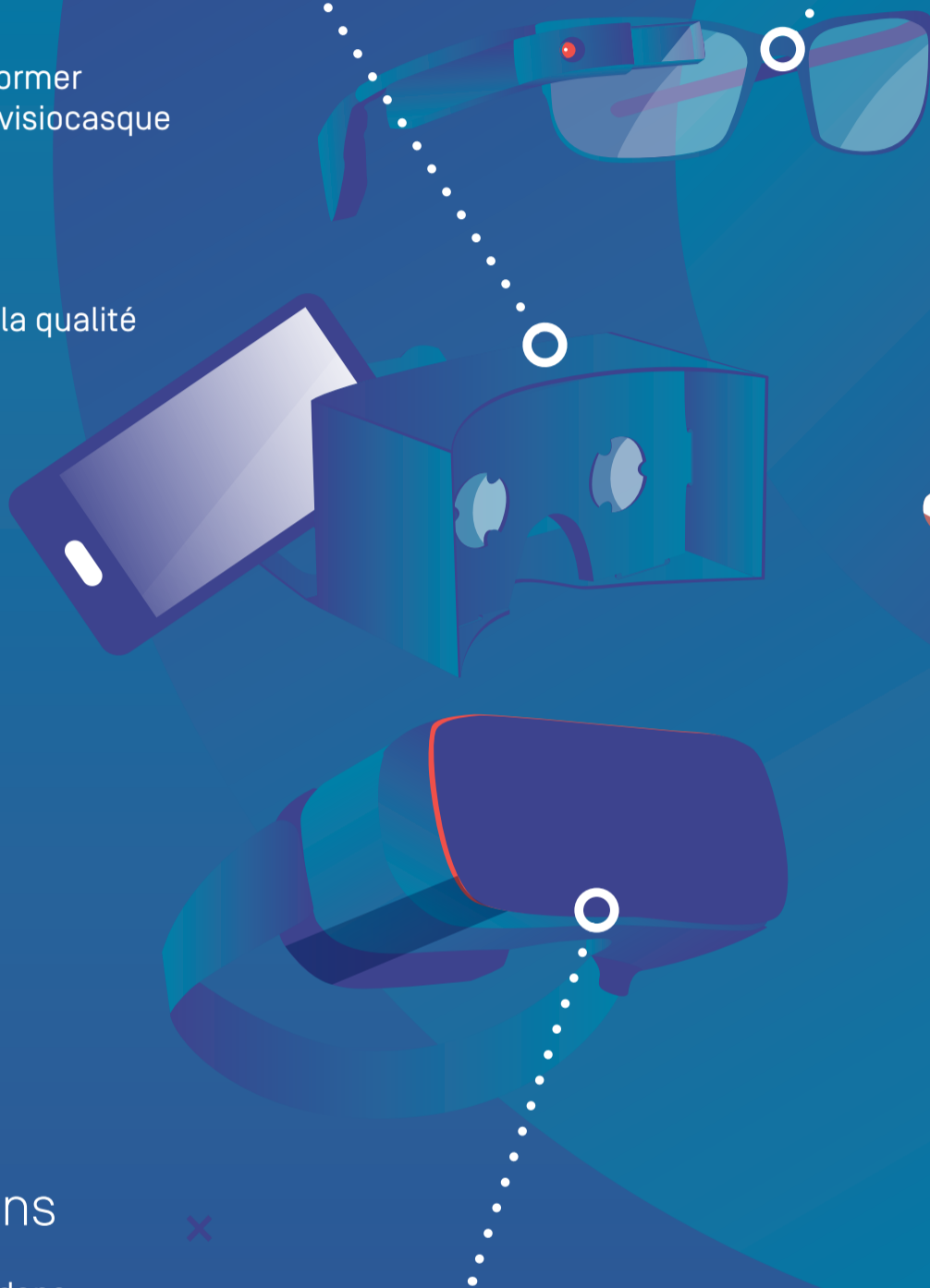
La meilleure perception des sons

- + Meilleure présence dans l'environnement virtuel
Plus de concentration en milieu bruyant
- Un équipement de plus se rajoutant aux essentiels
Résultat dépendant du choix et du traitement sonore



VIDÉO 360°

Ne pas confondre la réalité virtuelle et la vidéo 360°. L'utilisateur ne peut pas interagir avec son environnement. Simple observateur, il peut contrôler la direction dans laquelle il regarde la scène (haut, bas, latéralement).



LE VISIOCASQUE

Le plus immersif

- + Performant
Moins de latence
- Onéreux

LES LUNETTES

Pour la réalité augmentée / mixte

- + Mains libres
Plus de liberté
- Onéreux

LES INTERFACES TACTILES

La meilleure perception du toucher

- + Reproduction des sensations tactiles
- Onéreux

RÉALITÉ
VIRTUELLE
POUR ALLER
PLUS LOIN

3 WEBINAIRES

DES ÉTUDES

sur les usages de la réalité virtuelle
et des expérimentations en classe

1 QUESTIONNAIRE

sur l'utilisation de la réalité virtuelle
dans les établissements scolaires français

9 BULLETINS DE VEILLE

1 ÉTAT DE L'ART

Revue de littérature scientifique
sur la réalité virtuelle

9 CAHIERS
D'EXPÉRIENCES

La réalité virtuelle dans les classes

1 CARTOGRAPHIE

des expériences de réalité virtuelle
menées en classe



Retrouvez toutes ces ressources sur
reseau-canope.fr/agence-des-usages/realite-virtuelle



Directeur de la publication : Jean-Marie Panazol

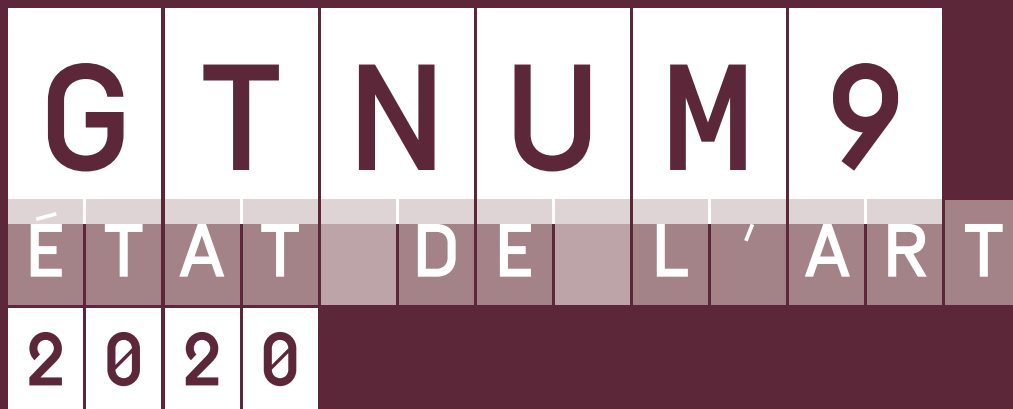
Direction de la recherche et du développement sur les usages
du numérique éducatif : Jean-Michel Perron

Conception éditoriale : Ny Aina Rakotomalala Harisoa, Marie Brossard

Conception graphique et réalisation des affiches : Vincent Guerineau

© RÉSEAU CANOPÉ, 2018





Les enseignants et le numérique

Modèles pédagogiques
vs modèles
d'appropriation
des technologies
numériques

Directrice de publication

Marie-Caroline Missir

Coordination de projet

Jean-Michel Perron

Directeur artistique

Samuel Baluret

Responsable artistique

Isabelle Guicheteau

Conception graphique

DES SIGNES,

le studio Muchir et Desclouds

Mise en pages

Ludovic Bal



LES ENSEIGNANTS ET LE NUMÉRIQUE
MODÈLES PÉDAGOGIQUES
VS MODÈLES D'APPROPRIATION
DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

Recension des recherches scientifiques
anglophones et francophones

Didier Perret
Ingénieur de recherche,
université Rennes 2 – Créad

Direction scientifique du programme
Pascal Plantard
Professeur des universités
en sciences de l'éducation,
codirecteur du GIS Marsouin,
université Rennes 2 – Créad

Avant-propos	4
Introduction	5
<hr/>	
DES ENSEIGNANTS DE PLUS EN PLUS CONVAINCUS... EN EST-ON CERTAIN ?	8
Une évolution des pratiques incomplète	8
Un développement des pratiques, entre désir et contrainte	11
<hr/>	
UNE UTILISATION POURTANT LOIN D'ÊTRE « MASSIVE »	14
Des freins au développement des pratiques	14
Évolutions des pratiques au cours des parcours professionnels	16
Les effets de contexte	17
Les limites de l'environnement	18
<hr/>	
DES ENSEIGNANTS SEULS FACE AU « NUMÉRIQUE » ?	19
Le temps de formation des enseignants	19
L'autoformation avec les collègues, une coformation plébiscitée ?	22
Genèse instrumentale, de l'outil technologique à l'instrument pédagogique	23
Entre pratiques exceptionnelles et pratiques ordinaires	25
<hr/>	
Conclusion	27
Bibliographie	29

Dans le cadre des activités du Groupe thématique numérique n° 9 (GTnum9), « Les enseignants et le numérique : modèles pédagogiques vs modèles d'appropriation des technologies numériques », le présent rapport propose une recension des recherches scientifiques anglophones et francophones portant sur les usages et les pratiques numériques des enseignants.

Ce groupe de travail émane du comité d'orientation de l'incubation de la Direction du numérique pour l'Éducation (DNE). Il fait partie des 10 groupes de travail numérique (GTnum) dont les missions consistent à faire un point scientifique sur une thématique numérique, à dégager des éléments pour les orientations stratégiques de la DNE en matière de numérique éducatif et à contribuer à la « pédagogisation » des résultats de la recherche, en les mettant à la portée de tous.

Le GTnum9, lié par une convention de deux ans avec la DNE, est animé par Caroline Le Boucher, Didier Perret et Pascal Plantard. Il est composé de chercheurs, d'enseignants et d'autres acteurs de l'Éducation.

« De nos jours, l'Éducation ne consiste plus seulement à dispenser des enseignements aux élèves, mais [également] à les aider à créer un cadre fiable et les outils nécessaires pour évoluer avec confiance dans un monde de plus en plus complexe, instable et incertain » [Talis, 2018]. Telle est l'entrée en matière du rapport Talis 2018 de l'OCDE. Aussi, la question qui se pose aujourd'hui serait : « Sommes-nous en capacité d'assurer cette mission avec les outils et les services dont nous disposons ? »

Citons encore un rapport précédent : « En 2001, l'OCDE avait formulé six scénarios pour l'école du futur illustrant trois principales hypothèses : un relatif statu quo ; le développement d'une nouvelle école (re-schooling) ; la fin de l'école (dé-schooling). [...] Si les questions d'équipement, d'infrastructures, d'organisation demeurent, [...] la distorsion entre une forme scolaire assez peu évolutive et un contexte numérique global mouvant est à interroger » [Crouzier, Reverchon-Billot, 2015].

La question des pratiques numériques des enseignants s'intègre ainsi dans un cadre plus large que le seul espace de classe.

En 2015, dans son cahier d'enjeux et de prospective, la Fing (Fondation Internet Nouvelle Génération) précisait cinq idées fortes pour l'Éducation :

- 1) « *le numérique ne change pas seulement la manière d'enseigner et d'apprendre, mais il change la connaissance elle-même* » – c'est une question très prégnante encore aujourd'hui ;
- 2) la transformation la plus importante doit s'organiser autour de l'ouverture et de la collaboration. Nous verrons dans ce rapport que le travail collaboratif des enseignants est un facteur important dans l'appropriation des technologies ;
- 3) le rôle des pouvoirs publics dans l'Éducation doit assurer une différenciation des apprentissages, une accessibilité au numérique pour tous, et participer à l'émancipation des jeunes. Ce sont là les enjeux des modifications pédagogiques élaborées par certains enseignants ;
- 4) l'évaluation et les formes qu'elle prendra sont l'une des clés du changement ;
- 5) enfin, la transformation de l'École a déjà commencé et il apparaît aujourd'hui essentiel d'être en mesure de l'accompagner.

Plusieurs auteurs s'accordent sur l'importance du numérique dans l'Éducation : pour Serge Proulx (2005, p. 4) « *Internet [et nous pourrions dire le numérique dans son ensemble (NdA)] peut produire un "effet de levier" dans la réorganisation sociale et économique des sociétés industrielles. L'avènement d'Internet se situe dans un contexte socio-historique plus vaste que le seul développement des machines à communiquer* ».

Internet et l'ensemble des services et des applications associées viennent modifier sept domaines de la vie courante : « *la communication, la politique, la sociabilité, l'identité et la subjectivité, la création culturelle [à laquelle se rattachent les pratiques en éducation (NdA)], le travail humain et l'économie* » (*ibid.*). La question se pose quant aux compétences nécessaires à acquérir, pour les citoyens, afin de maîtriser ces changements de la société. Selon Philippe Cottier et François Burban (2016, p. 9), « *les technologies numériques constituent un ensemble conséquent d'artéfacts dont il serait illusoire de dresser un tableau exhaustif car il s'agit de technologies nombreuses et hybridées [...] le substantif "numérique" renvoie quant à lui au fait social, aux dimensions non exclusivement artefactuelles de ce qu'il serait sans doute plus juste de nommer le fait numérique* ». En reprenant l'essai sociologique sur le don de Marcel Mauss, plusieurs auteurs s'accordent à donner une envergure pluridimensionnelle aux transformations de la société [technique, politique, économique, culturelle et sociale], une dimension de « fait social total » porteuse de règles et de normes qui s'imposent progressivement aux individus (Plantard, 2014 ; Cottier, Burban, 2016).

Les technologies numériques en milieu scolaire portent deux potentialités d'usage : d'une part, elles peuvent être des « outils d'enseignement », des outils que les enseignants devront transformer en instruments au service de leur pédagogie, et d'autre part, des « objets d'enseignement » (Baron, 2014), dans le sens de « sujets » d'enseignement, des notions, des connaissances et des compétences que les élèves devront maîtriser au cours de leur cursus scolaire. Ces contenus d'enseignement couvrent à la fois les notions de programmation [mathématiques, technologie, informatique et sciences du numérique] mais aussi celles de culture(s) numérique(s), d'éducation aux médias et à l'information, d'identité numérique, qui sont également partie intégrante des programmes de toutes les disciplines de l'école, du collège et du lycée.

Les enseignants disposent aujourd'hui de nombreuses « ressources » numériques à leur disposition, tant institutionnelles (Banques de ressources pour l'École – BRNE, Éduthèque, Cartoun, etc.) que commerciales (nombreux manuels et services payants en ligne) ou libres (productions Open Source, blogs d'enseignants, etc.). Le terme « ressources » est pris dans un sens très large qui regroupe à la fois des contenus « statiques » et des « environnements interactifs » (Baron, 2014) et représente ainsi des contenus complexes à appréhender, nécessitant à la fois « curiosité et compétences suffisantes en recherche d'information » (*ibid.*). Comme l'indique Magali Brunel (2016) : « *Les ressources numériques ne sont pas autre chose que des outils au service d'un utilisateur, à ce titre, elles n'intéressent pas grand monde et ceux qui s'y intéressent risquent parfois de sombrer dans une fascination fétichiste qui leur fera préférer la beauté des machines à l'efficacité de leur emploi.* » Aussi les enseignants doivent-ils nécessairement acquérir une certaine maîtrise des outils et des ressources, ainsi que de la façon dont ils peuvent en tirer profit dans leurs pratiques pédagogiques (DeCoito, Richardson¹ – d'autant que ces auteurs constatent, au Canada, la faible proportion de femmes et d'hommes à suivre des études en sciences, technologies et mathématiques. Leur hypothèse est que le choix de la filière se posant pour la plupart de ces élèves au moment du grade 9 [équivalent à la 3^e – 14 ans], elle montre, de fait, l'importance que pourrait avoir la mise en œuvre de pratiques numériques avant cet âge et, donc, sur le cursus au collège).

En effet, l'ensemble des pratiques que pourront développer les enseignants n'a de sens que si celles-ci sont sources d'enseignements pour les élèves, dans leurs apprentissages, et dans leur développement culturel. Nombreux sont les auteurs à critiquer l'idée, portée en 2001 par Mark Prensky², des « *digital natives* » – les « natifs du numérique » –, qui ne repose sur aucune base scientifique (Fluckiger, 2008 ; Amadiou, Tricot, 2014 ; Baron, 2014 ; Plantard, 2014 ; Poyet, 2014 ; Collin *et al.*, 2015) et donne une idée fautive des compétences de ces enfants nés à partir du milieu des années 1980, dans un environnement numérique. Pascal Plantard en a formé l'idée du « complexe d'Obélix³ » : en effet, ce n'est pas parce qu'ils utilisent des technologies numériques dès leur plus jeune âge que ces élèves n'ont pas besoin de formation, d'une

1. « *Technology cannot be effective in the classroom without teachers who are knowledgeable about both the technology itself and its implementation to meet educational goals* » (DeCoito, Richardson, 2018).

2. Prensky M. (2001), « *Digital Natives, Digital Immigrants* », *On the Horizon*, Vol. 9, n° 5.

3. Plantard Pascal, « Les "digital natives" ou le complexe d'Obélix », *Le Monde*, 9 novembre 2018.

éducation aux médias et à l'information, d'une connaissance de ce que représente l'identité numérique. D'autant que ces enfants se construisent aussi une culture numérique personnelle, en dehors de leur scolarité. On perçoit ainsi nettement, aujourd'hui, une nouvelle fracture numérique (« *new digital divide* », Buckingham, 2007, p. 112, cité par Collin *et al.*, 2015) : « *Le contexte scolaire, étant donné son intégration limitée du numérique à l'heure actuelle, est secondaire dans la construction du rapport des élèves au numérique, ce qui nécessite de prendre en compte finement comment les usages du numérique éducatif se construisent hors de l'institution scolaire* » [Collin *et al.*, 2015].

Ainsi, après la mise en place de nombreux plans numériques dans l'Éducation ⁴, nous allons tenter d'éclairer plusieurs questions concernant les enseignants et le numérique : est-ce que les enseignants développent massivement des usages du numérique scolaire ou ces pratiques ne seraient limitées qu'à une petite fraction d'« experts » ? Comment est-ce que les élèves sont intégrés à ces pratiques exceptionnelles ou ordinaires ? Dans quelles conditions le développement des pratiques pédagogiques des enseignants avec les technologies numériques peut-il être facilité ou freiné ?

4. 1970-1975 : « expérience des 58 lycées » ; 1979 : plan 10 000 micro-ordinateurs dans les lycées ; 1984 : plan 100 000 micro-ordinateurs ; 1985 : plan Informatique pour tous ; option Informatique dans les lycées [créée en 1981, supprimée en 1990, rétablie en 1995, supprimée en 1999] ; premiers collèges reliés à Internet en 1997 ; projet « Ordi 35 et cartables numériques » 22 de 2004 à 2005 ; 2009 : plan Écoles numériques rurales ; 2010 : plan de développement des usages numériques ; 2012 : plan de Refondation de l'école, création de l'enseignement d'exploration Informatique et création numérique (ICN) et de la spécialité Informatique et science du numérique (ISN) en lycée ; 2013 : projet « Collèges connectés – CoCon » ; 2014 : projet « Collèges préfigurateurs » ; 2015 : projet « Collèges numériques » ; 2017 : projet « Collèges laboratoires » ; 2018 : projet « Écoles numériques rurales » ; 2019 : réforme du lycée et création de l'enseignement Sciences numériques et technologies, en seconde ; 2020 : Capes « Numérique et sciences informatiques ».

1

DES ENSEIGNANTS DE PLUS EN PLUS CONVAINCUS... EN EST-ON CERTAIN ?

Une évolution des pratiques incomplète

Débutées en 2011 à l'initiative du ministère de l'Éducation nationale, les enquêtes Profetic se déroulent chaque année ; depuis 2015, elles sont menées en alternance entre les enseignants du premier degré et du second degré⁵. Ces enquêtes par questionnaire en ligne concernent 5 000 enseignants chaque année et donnent ainsi régulièrement une image des pratiques des enseignants en classe :

Année de l'enquête	Nombre enseignants sollicités	Nombre de répondants
2011	5 000	2 314
2012	6 000	3 270
2014	5 000	2 741
2015 (1 ^{er} degré)	5 000	2 472
2016	5 000	1 775
2017 (1 ^{er} degré)	5 000	1 387
2018	5 000	2 633

Source : données extraites des enquêtes Profetic, Ministère de l'Éducation nationale.

L'une des analyses qui a été réalisée est une typologie des répondants, par « profils », selon leur positionnement par rapport au numérique. Cette typologie fait suite aux travaux de Christine Dioni [2008], qui s'appuient sur une recherche-action autour des usages des dispositifs TIC de 2007, et avaient fait apparaître deux profils d'enseignants qui s'opposent :
> « *Certains enseignants affirment qu'ils ne peuvent plus rester en dehors de cette diffusion généralisée des technologies, tant à cause de l'emprise qu'elles ont sur leurs élèves, que sous l'effet d'injonctions institutionnelles qui se font de plus en plus pressantes. Déjà, nombreux sont ceux qui utilisent régulièrement Internet dans leurs pratiques professionnelles, notamment dans les phases de préparation des cours ;*

5. Tous les rapports et synthèses de l'enquête Profetic sont accessibles sur Éduscol : <https://eduscol.education.fr/cid60867/l-enquete-profetic.html>

> *d'autres expriment avant tout des réticences qui ont déjà été largement recensées : sont généralement évoqués leurs propres difficultés à maîtriser l'outil informatique, les freins liés au fonctionnement de l'institution scolaire et aux moyens insuffisants, ou la juste place qu'ils souhaitent donner aux technologies dans leur pédagogie face à d'autres priorités. Comme ils déplorent le manque d'accompagnement susceptible de leur donner des repères pour faciliter cette appropriation des technologies pour leur métier, ils ont le sentiment de devoir se lancer "dans le vide" et de prendre des risques tant pour eux que pour leurs élèves »* (Dioni, 2008).

Dans le rapport Profetic de 2011, on retrouve ces deux profils complétés par trois autres profils intermédiaires.

- > A : un groupe très peu convaincu par l'intérêt des technologies et l'utilisant peu,
- > B : un groupe avec peu d'utilisations, même si sa représentation des apports du numérique est plus positive que celle du groupe A [« professeurs résignés » ou « enseignants pragmatiques » de Jean-Luc Rinaudo et Danielle Ohana, 2007],
- > C : un groupe avec des dispositions favorables mais une utilisation modérée,
- > D : un groupe convaincu des apports du numérique, utilisateurs réguliers,
- > E : un groupe avec une pratique intégrée « au quotidien ».

Groupe	Pourcentages dans l'échantillon					
	2011	2012	2014	2016	2017	2018
A	3 %	3 %	2 %	2 %		
B	18 %	17 %	14 %	13 %		
C	41 %	41 %	35 %	29 %	Non réalisé	Non réalisé
D	34 %	34 %	41 %	40 %		
E	4 %	5 %	8 %	16 %		

Source : données extraites des enquêtes Profetic, Éduscol, Ministère de l'Éducation nationale.

Une première lecture brute de ce tableau pourrait indiquer que les politiques mises en œuvre depuis 2011 dans le développement des usages du numérique en éducation portent leurs fruits puisque le profil E, celui des utilisateurs « quotidiens », passe de 4 % à 16 % en 6 ans. On note qu'en 2018, le commentaire de la synthèse se montre catégorique : « La quasi-totalité des enseignants (98 %) utilisent le numérique comme outil pédagogique » (Profetic, 2018). Néanmoins, plusieurs remarques et questionnements doivent être posés face à ces chiffres : d'une part, est-on réellement en présence d'un échantillon représentatif de l'ensemble des enseignants ? D'autre part, quelle est la réalité de l'« utilisation » comme « outil pédagogique » déclarée par les enseignants ?

Les données Profetic 2016 révèlent une certaine stabilité des deux profils les moins convaincus, avec des parts de 2 % pour le profil A et de 13 % pour le profil B. Pourtant, le mode de collecte de l'enquête, un questionnaire « en ligne », nécessite en soi une pratique d'Internet et une tacite acceptation de l'utilisation de cet outil. On peut dès lors se poser la question de la réelle représentativité de l'échantillon présenté. Dans leur analyse lexicale de blogs d'enseignants, Muriel Epstein et Nicolas Bourgeois (2018) soulèvent la question de la notion d'« usage du numérique », qui serait perçue comme « usage institutionnel » et non comme l'usage réel de l'enseignant. Les enseignants auraient ainsi des pratiques « inconscientes » avec le numérique qui ne seraient pas perçues comme associées à leur pratique professionnelle (*ibid.*). Ce fait apporterait un biais dans les réponses aux questionnaires, d'une part sur une population de répondants qui se positionneraient plutôt par rapport aux « usages institutionnels » du numérique (Chaptal, 2007, cité par Epstein, 2018), fortement associés à la notion d'innovation pédagogique, et d'autre part, sur le fait que nombre d'enseignants ayant des pratiques non institutionnelles ne se reconnaissent pas eux-mêmes comme utilisateurs « quotidiens » : « Ainsi, l'évolution du métier d'enseignant du secondaire en France, lorsqu'elle est étudiée par entretiens et enquêtes quantitatives, aboutit à des résultats convenus qui ne reflètent pas les pratiques mais la vision d'icelles » (Epstein, 2018). On peut se questionner aussi sur le fait qu'il existe différents blogs d'enseignants « anti-numériques », ce qui conforte l'idée selon laquelle la pratique de certains outils et la maîtrise de compétences de publication

ne signifient pas systématiquement une modification des pratiques d'enseignement (Epstein, 2018). D'après Julie Denouël (2019), il faut « *considérer le numérique comme un objet complexe techniquement, culturellement et socialement fondé, qui s'observe à travers l'actualisation d'usages sociaux (personnels, professionnels, éducatifs) mais aussi de discours, de représentations sociales et d'imaginaires* ». De fait, la question du numérique en éducation n'est pas uniquement une question de technologie, de didactique et de pédagogie en classe (Baron, Bruillard, 2000 ; Koehler, Mishra, 2006), elle est aussi une question de représentations du rôle que doit tenir un enseignant dans l'appropriation des technologies par leurs élèves (Dioni, 2008), elles-mêmes empreintes des techno-imaginaires véhiculés par ces mêmes technologies (Plantard, 2015).

Dans sa note d'information n° 14 d'avril 2014, la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP, 2014) donne les chiffres suivants : « *En 2012, en France, les établissements disposent en moyenne de 20 postes pour 100 élèves, un nombre en augmentation par rapport à 2006 (13 postes)* ⁶. » Collèges et écoles primaires se situent ainsi à un niveau de dotation inférieur à la moyenne européenne, alors que les lycées généraux et les lycées professionnels sont mieux dotés que la moyenne européenne. Les éléments décrits montrent que l'on pourrait établir un lien entre les difficultés d'accès à Internet en établissement scolaire, du fait d'une moindre dotation matérielle, et l'accès accru à Internet à la maison. Ces chiffres, issus de l'enquête PISA de 2014 dans laquelle seuls 55 % des élèves déclaraient utiliser Internet pour leur travail scolaire, seront à réévaluer au jour des dernières données recueillies, en Bretagne, par le projet de recherche IDÉE ⁷ porté par Pascal Plantard et Agnès Leprince (Laboratoire Créad).

L'abondance des ressources disponibles en ligne ou numérisées apporte une nouvelle complexité aux enseignants issus de la culture du manuel scolaire (Brunel, 2016). La somme d'informations, de sources et de ressources accessibles est illimitée mais sa dispersion, sa labilité, nécessitent de vérifier et de reconstruire régulièrement son corpus. Cela nécessiterait donc, pour les enseignants, de développer de nouvelles compétences, et surtout une flexibilité et une adaptabilité aux évolutions des technologies (Fourgous, 2012 ; Référentiel MEN, 2013). Cette injonction de flexibilité est encore compliquée par les différents plans numériques et les variations de dotations que les équipes subissent, selon les décisions des collectivités et les variations des marchés successifs (Bruillard, 2011). Il est à craindre que les dotations, non concertées avec les équipes pédagogiques, amènent des aberrations, tout à la fois pédagogiques, culturelles, politiques et citoyennes, en regard des territoires (Plantard, 2015).

Le principal écueil auquel se confronte le développement des pratiques pédagogiques des enseignants avec le numérique, aujourd'hui, repose sur le fait que les pratiques avec les outils numériques restent assez limitées pour les élèves. Citant plusieurs rapports, Bernard Hugonnier (2015) reprend les résultats des effets très limités sur les résultats scolaires de la dotation en masse d'ordinateurs portables aux élèves tant Australiens qu'Uruguayens : un million d'élèves de 6 à 12 ans équipés en Uruguay, entre 2007 et 2013, avec le programme OLPC, et l'ensemble des élèves de 9 à 12 ans en Australie, avec le programme DER – et « *principalement parce que les enseignants avaient été insuffisamment formés et que l'usage était souvent limité à des recherches sur Internet* » (Hugonnier, 2015). D'autres études, comme celle de Pascal Marquet et Jérôme Dinet (2004) sur l'environnement scolaire virtuel, montrent que l'utilisation des outils déployés se limite à la planification des cours d'une part, et à l'illustration de contenus, en classe, qui viennent renforcer la posture magistrale des enseignants. Les technologies étayent les pratiques pédagogiques existantes sans apporter de changements particuliers pour l'apprentissage des élèves. Ces données sont comparables aux éléments fournis par les différents rapports Profetic (2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018), que ce soit dans le premier ou dans le second degré, où l'on peut remarquer que les pratiques les plus répandues sont les utilisations des outils de vie scolaire (notes, absences), la construction des séances de cours avec des supports multimédias, l'illustration de ces cours par l'enseignant, en classe, avec différents outils (Poyet, 2014), alors que la participation

6. Données académie de Rennes en 2018-2019 : un poste pour 3 élèves dans les lycées.

7. Voir <https://www.interactik.fr/portail/web/la-recherche/efran-idee>

des élèves aux activités instrumentalisées (à part dans certaines disciplines comme les sciences et la technologie), à l'évaluation, ou le développement de la communication dans et hors la classe restent des activités marginales réalisées par une faible proportion des enseignants. Pourtant, de nombreuses recherches montrent que les élèves sont plus engagés et plus motivés, intrinsèquement, quand ils sont mis en situation active de production et de collaboration avec les technologies (Amadiou, Tricot, 2014 ; Decoito, Richardson, 2018).

La question des conflits instrumentaux (Marquet, Dinet, 2004) vient interroger l'interaction des artefacts pédagogiques (médiateurs de savoir) avec des artefacts didactiques : selon la technologie que l'on s'approprié, la genèse instrumentale (Rabardel, 1995 ; Vergnault, 1998) se construit en complément et en relation des pratiques pédagogiques ordinaires. La technologie ne serait donc pas le levier de transformation pédagogique annoncé. Si nous reprenons le « modèle ternaire TPack » développé par Punya Mishra et Matthew J. Koehler (2006), ne faudrait-il pas d'abord prendre en compte des transformations pédagogiques pour permettre une utilisation des technologies plus pertinente, et adaptée aux objectifs pédagogiques et didactiques ? En pensant que les seuls leviers de transformation pédagogique sont les matériels déployés et l'entrée des technologies numériques dans la classe, sans prendre en compte leurs significations comme dispositif sociotechnique et leur impact sur les logiques sociales, ne risque-t-on pas d'accentuer les inégalités déjà existantes (Denouël, 2019) ?

Un développement des pratiques, entre désir et contrainte

Différentes recherches sur les pratiques pédagogiques avec les technologies numériques en classe ont été analysées par Franck Amadiou et André Tricot (2015). Plusieurs questions relevant du mythe sont déconstruites par les observations et les données collectées.

- > La motivation des élèves, qui est citée par de nombreux enseignants comme « effet bénéfique » de l'utilisation d'instruments technologiques en classe, n'est pas corrélée avec de meilleurs apprentissages scolaires.
- > Le jeu, tout comme les vidéos ou l'interactivité, ne sont que des vecteurs de l'apprentissage et nécessitent une instrumentalisation spécifique dans la construction des séances pour être bénéfiques.
- > L'autonomie ne se décrète pas par l'utilisation des technologies, c'est une compétence qui doit s'apprendre au préalable.

Bien que ces auteurs précisent que « *les connaissances scolaires sont plus nécessaires que jamais ; pour apprendre, nous avons besoin d'écoles et d'enseignants* », c'est encore souvent sous la contrainte que les enseignants vont développer des pratiques avec les technologies numériques. Plusieurs auteurs signalent que les enseignants sont « *placés par l'institution sous l'injonction d'utiliser les TIC* » (Dioni, 2008) et que le numérique est associé aux discours prescriptifs qui l'accompagnement, aux politiques d'équipement, aux attentes du grand public (notamment des parents), aux usages familiaux qu'en ont les jeunes (Cottier, Burban, 2016). Le regard critique de l'opinion publique, dans un contexte économique et commercial où les changements induits par les technologies sont relayés par la plupart des médias avec un discours latent sur « l'inertie de la profession » (Dioni, 2008), ne fait qu'accentuer ces tensions. Ainsi, Jean-Luc Rinaudo et Danielle Ohana (2007) proposent-ils la notion d'« autocontrainte » pour décrire comment les enseignants sont confrontés implicitement à devoir transformer et adapter leurs pratiques professionnelles avec la mise en place d'un dispositif de cartable électronique, « Ordi 35 », par le conseil général d'Ille-et-Vilaine.

On peut voir l'influence d'une norme institutionnelle dans un article de la revue *Administration & Éducation* de 2015, où le terme « catalyseur » fait écho à celui de « levier » : « *Le numérique apparaît alors comme le catalyseur d'une transformation organisationnelle et pédagogique profonde, pour peu que les institutions lui accordent la place qui doit lui revenir, pour peu que chaque acteur "agisse" plutôt que "subisse". Si le numérique ne peut rester à la périphérie de l'acte pédagogique, s'il ne peut rester l'accessoire, le cosmétique, il n'en est pas non plus, à contrario, le centre, l'essentiel, la chirurgie lourde ; il doit cependant rester indissociable de toute réflexion pédagogique et didactique. La force de résistance au changement tout comme la fascination face à la Toile traduisent sans doute la difficulté d'un tel positionnement à la fois technique, politique et éthique* » [Crouzier, Reverchon-Billot, 2015]. Pour Hervé Daguet et Jacques Wallet [2012], il ne s'agit pas là d'une posture technophobe mais plutôt d'une revendication systémique ; citant Pierre Moeglin [2005] : « *Il arrive à certains d'entre eux [objets technologiques] d'être investis de finalités éducatives ou de se prêter à des usages éducatifs... leur conversion éducative ne s'opère toutefois pas naturellement.* » Pascal Plantard [2014] précise justement la différence entre le temps rapide des évolutions technologiques et le temps bien plus lent de l'appropriation sociale.

Il est souvent fait un lien entre la difficulté de développer des pratiques avec le numérique et la réticence au travail collaboratif entre enseignants. Or, pour Anne Barrère [2017], il n'existe aujourd'hui « aucune opposition globale et monolithique des enseignants », d'autant qu'il y a déjà des pratiques collaboratives existantes et que le travail collaboratif est justement un moyen de sortir de l'isolement de la structure en « boîte à œufs » [*ibid.*].

Pour certains enseignants, la question de fond porte sur la légitimité même d'inclure les technologies numériques dans leurs enseignements : « *Ce n'est pas à nous de former nos élèves à une utilisation honnête d'Internet. Ils estiment qu'ils n'ont pas assez de temps pour assumer une mission d'éducation nouvelle qui s'ajoute à leurs objectifs d'apprentissages disciplinaires déjà trop lourds et jugés prioritaires. Pour eux, cette mission d'éducation liée aux TIC n'est pas du rôle de l'école à qui il est déjà demandé trop de choses. L'ampleur de la tâche fait qu'ils n'y croient pas : c'est utopique, ou bien ils répugnent à regarder en face une réalité contemporaine trop déstabilisante pour eux et qui les obligerait à admettre la nécessité du changement* » [Dioni, 2008]. Un parallèle à cette question pourrait pourtant être avancé avec le Code de la route et l'inclusion des éléments de sécurité routière dans les programmes scolaires, et ce, dès l'école primaire⁸. Or la conduite, ou l'utilisation sécurisée d'un vélo, d'un vélomoteur, n'est pas directement un savoir « disciplinaire » classique. Cet apprentissage s'intègre aujourd'hui complètement aux activités scolaires, depuis le cycle 1 jusqu'au baccalauréat, alors qu'il concerne une activité profondément extrascolaire. Pourquoi ne pourrait-il pas en être de même avec l'utilisation des technologies numériques, avec l'utilisation du smartphone ou avec les règles de bonne pratique sur Internet ? Encore une fois, cette question dépasse la seule genèse instrumentale que l'on peut associer au pôle praxéologique du modèle pédagogique implicite⁹ [Plantard, 2016]. Il faut donc bien prendre en compte que les parcours d'appropriation du numérique se construisent non seulement à partir de compétences pratiques avec les technologies (pôle praxéologique), mais aussi en fonction des valeurs et des postures (pôle axiologique), tout autant que des représentations et du capital confiance propres à chaque individu (pôle psychologique).

Parfois, la contrainte pousse les enseignants à introduire des nouveautés dans leurs pratiques, avec les modifications des programmes de l'école, du collège ou du lycée, qui sont eux-mêmes suivis « avec plus ou moins de zèle ou de conviction » [Brunel, 2016]. En ce cas, les modifications se font par vagues successives. Pourtant, la construction des pratiques avec les technologies numériques est surtout une histoire de bricolage [Plantard, 2014 ; 2016] qui se monte par itérations successives, par essai-erreur, « *de façon tout à fait invisible, au gré des adaptations par lesquelles chaque utilisateur accommode les habitudes de l'espace privé à son espace professionnel* » [Brunel, 2016].

8. Voir <https://eduscol.education.fr/cid45635/l-education-a-la-securite-routiere-a-l-ecole.html>

9. Voir la vidéo de présentation du modèle (11 min) : https://cache.media.eduscol.education.fr/video/Numerique/90/2/GTnum9_Parcours_appropriation-finalV5-avecbiblio_975902.mp4

Malgré l'ensemble de ces contraintes, lorsque l'élève est mis au centre des enjeux, certains enseignants trouvent une légitimité, un désir réel de modifier leurs pratiques pour tenter de réduire les inégalités : « *Aujourd'hui, trop nombreux pour être qualifiés de pionniers, mais pas encore assez pour être majoritaires, ils forment une "minorité active" qui ne ménage pas ses critiques envers des collègues qui refusent de voir les mutations actuellement en cours, au niveau de leurs élèves : ils oublient que les élèves l'utilisent [Internet] et ça fait encore plus de distorsion : je ne rentre pas là-dedans, le monde de l'enseignement ne peut se passer de cet outil* » (Dioni, 2008).

2

UNE UTILISATION POURTANT LOIN D'ÊTRE « MASSIVE »

D'après Pascal Plantard [2013], la massification des usages du numérique permet de désacraliser les technologies. Avec l'innovation et la banalisation, cette phase constitue les trois étapes de la socialisation d'une technologie.

Faisant suite à la phase, normalement très courte, de l'innovation – temps des promesses, des phantasmes et des espoirs fondés sur les techno-imaginaires –, qui est généralement de courte durée, la massification correspond à une étape, en deux temps, de large diffusion, qui contient pour sa part de grandes désillusions. Cette étape est de taille variable, puisqu'elle dépend des politiques gouvernementales et des réseaux commerciaux.

Pouvons-nous aujourd'hui parler de « massification » des usages des technologies numériques en éducation ? Certainement pas. En tout cas, pas dans leur globalité. Certes, certains usages numériques semblent avoir gagné une majorité d'enseignants, comme les applications de vie scolaire dédiées à l'appel et à la gestion des notes, ou bien l'usage de ressources multimédias dans la conception des cours (Profetic, 2018). Mais la majorité des technologies ne sont pratiquées quotidiennement que par une minorité d'enseignants et la pratique des technologies à visée éducative en classe, par les élèves, est très limitée.

Quels sont donc les facteurs qui entravent le développement des usages du numérique en éducation ?

Des freins au développement des pratiques

L'un des premiers freins au développement des pratiques cités dans les enquêtes réalisées en 2018 auprès des enseignants (Profetic) est, pour 59 % d'entre eux, la taille du groupe-classe. Celle-ci constitue en effet l'une des premières tensions, avec la double contrainte de devoir « gérer sa classe » dans sa dimension « sociale » [le chahut, les élèves en difficulté, les activités à 30-40 élèves, etc.], et dans sa dimension pédagogique [respecter les programmes, finir le programme, etc.], qui peut sembler bien plus essentielle que de devoir répondre à « l'injonction de développer de nouvelles pratiques » avec les technologies (Bruillard, 2011).

Il serait par ailleurs intéressant de voir si les professeurs des écoles qui disposent du dispositif de classe à 12 élèves développent plus facilement leurs usages des technologies numériques. D'autant qu'un site spécifique¹⁰ pour l'accompagnement du dispositif leur a été dédié, avec la possibilité de partager des pratiques en vidéo. Pour Hervé Daguët et Jacques Wallet (2012), la technologie est incompatible avec le cadre scolaire (ou la forme scolaire), ce qui revient à interroger le pôle axiologique de l'enseignant, dans ses valeurs, ses représentations du numérique, par rapport à la forme scolaire. Ces difficultés pour gérer la classe peuvent être d'autant plus marquantes pour les enseignants débutants, si l'on se réfère aux facteurs propices au décrochage professionnel (Karsenti *et al.*, 2013), qui croisent les freins cités par les enseignants (Profetic, 2012 ; 2014 ; 2016 ; 2018) : une profession exigeante et chronophage, une gestion de classe difficile, des conditions matérielles de travail difficiles, un public et un milieu difficiles, un nombre élevé d'apprenants. On peut s'interroger sur le lien possible entre la décision de tenter une expérience avec le numérique, de rentrer volontairement dans un parcours d'appropriation, de modifier ses pratiques pédagogiques, avec une temporalité d'insertion professionnelle (Vonk, Schras, 1987, cité par Karsenti *et al.*, 2013) qui établit une expérience d'environ 7 ans pour se sentir compétent comme enseignant, cette durée correspondant au relevé des 7 années nécessaires pour stabiliser le parcours professionnel des enseignants défini par Huberman (1989). Comme le dit Pascal Plantard (2014) : « *Au-delà des conflits axiologiques, on voit aussi se dévoiler de nombreuses fragilités psychologiques d'enseignants pour qui le fait de "tenir sa classe" est un calvaire quotidien et qui ne voient dans le numérique qu'une source supplémentaire de déstabilisation.* »

Le deuxième frein cité dans les enquêtes, en 2018, est la dimension matérielle, en matière d'équipement [39 %], de fiabilité et de disponibilité [32 %], puis d'accessibilité au réseau Internet [31 %]. Pour Hervé Daguët et Jacques Wallet (2012), c'est ce facteur de doute sur le fonctionnement des technologies qui alimente les craintes, voire les non-usages, ce que confirment des études anglo-saxonnes et canadiennes (Mueller *et al.*, 2008 ; Ertmer *et al.*, 2012). Il faut ajouter que la relation au matériel, pourtant présent dans chaque salle, est compliquée par des pannes fréquentes : « *Une collègue raconte qu'elle a dû demander à ses élèves de récupérer une image sur leurs smartphones parce que le vidéoprojecteur ne fonctionnait pas ; un professeur doit changer de salle en début de cours pour présenter les documents qu'il avait prévu de montrer en raison d'une autre défaillance technique. Ces éléments sont des facteurs d'insécurité qui rendent les enseignants méfiants* » (Brunel, 2016). Ce facteur est toutefois discuté par certains auteurs (Feenberg, 2001, cité par Collin *et al.*, 2015), compte tenu de l'importance des « techno-imaginaires » (Plantard, 2015), en éducation, qui peuvent venir occulter le facteur « technique » par des considérations psychologiques ou axiologiques.

Un troisième frein réside face à l'injonction et à l'imposition d'outils qui n'ont pas été choisis ou qui n'ont même pas été demandés (Daguët, Wallet, 2012). Ce frein, que l'on peut traduire par un « manque de confiance » vis-à-vis du dispositif proposé, interroge tout autant le pôle psychologique¹¹ que le pôle axiologique des enseignants (Plantard, 2016). C'est par exemple le cas des flottes de tablettes qui ont été livrées dans les « collèges connectés » [dispositif « CoCon »¹², en France : si ce choix fut réfléchi pour le premier collège « CoCon » de l'académie de Rennes – après des expériences vécues (cartable numérique) et un travail collectif en amont, permettant de définir les finalités et les pratiques qui allaient être mises en place avec les élèves (modification de la forme scolaire) (Plantard *et al.*, 2015 ; Plantard, 2016) –, les autres établissements de l'académie furent « dotés » sans avoir réellement préparé ni choisi en équipe la forme que prendrait la dotation, que ce soit dans le nombre et parfois le type des équipements. Même si, au demeurant, l'usage prescrit [flotte de 8 tablettes, travaux différenciés, en groupes] semble partir d'une volonté de changement des pratiques pédagogiques, il constitue un point de blocage fort de la part de certains enseignants qui vont réserver plusieurs flottes pour réussir à avoir une tablette par élève en classe, et continuer par

10. Voir la rubrique « Le coin Numérique » sur le site Classe à 12 : <https://classe-a-12.beta.gouv.fr/>

11. Voir la vidéo de Didier Perret, « Parcours d'appropriation des instruments numériques par les enseignants du second degré » [11 min]. Voir Perret, 2019.

12. Voir les notes d'information de la DEPP qui présentent les résultats d'enquêtes menées en 2015 et 2016 auprès des établissements concernés par le dispositif « Collèges Connectés – CoCon », sur https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_936607/un-cocon-c-est-quoi

ailleurs à organiser leurs séances sur les mêmes bases organisationnelles et pédagogiques qu'ils le faisaient sans ces équipements [tous les élèves font la même chose, en même temps].

Enfin, la mise en œuvre de ces technologies en classe est épuisante, car elle nécessite un temps important, passé généralement seul [Daguet, Wallet, 2012]. Le développement des pratiques pédagogiques avec les technologies numériques est chronophage. Cette contrainte se retrouve non seulement dans les résultats des enquêtes Profetic, mais elle est également citée dans de multiples recherches [Loubère, 2018 ; Barrère, 2006 ; Perret, 2019]. La solitude présentée par Hervé Daguet et Jacques Wallet [2012] se retrouve dans les réponses données dans les enquêtes Profetic, sur la façon de se former au numérique. Or, un cercle personnel ou « cercle apprenant », un groupe ou toute autre dynamique collective peuvent venir jouer en positif sur le parcours d'appropriation des enseignants [Perret, 2019]. Sur ce point, Anne Barrère [2006] note qu'il y a une plus grande propension au travail en équipe dans les établissements où le contexte est plus difficile, le travail sur projet venant comme une solution pour améliorer le climat de la classe et la relation avec les élèves.

Inversement, certains établissements « favorisés » peuvent pâtir d'un individualisme défensif important [Latheau, Hérou, 2008, cité par Gibert, 2018]. Par exemple, ce collège numérique de centre-ville, très bien placé dans les résultats au brevet dans son département, et dans lequel les enseignants ne voyaient aucun intérêt à mettre en place du travail collaboratif entre eux ou avec les élèves du fait de la dotation de flottes de 9 tablettes numériques (et non pas une par élève). En effet, suivant l'exemple du collège « Cocon » breton sur lequel a été lancée l'expérimentation, le département, accompagné par l'académie, avait fait le choix de doter chaque collège numérique de flottes de 9 tablettes [8 pour les élèves, + une tablette pour l'enseignant] et non d'une tablette individuelle par élève de 5^e. Cette dotation induit une nécessaire modification des pratiques pédagogiques pour faire travailler les élèves en groupes en prévoyant que les élèves ne feront pas tous la même activité en même temps. Cette dotation et les pratiques pédagogiques associées ont été vues comme non nécessaires par les enseignants ayant des pédagogies « classiques », où toute la classe doit faire la même activité en même temps. Or, les élèves échouant au brevet étaient majoritairement issus des secteurs à CSP défavorisées, des élèves ayant peut-être plus de difficultés à s'insérer dans des pratiques pédagogiques classiques [Perret, 2019].

Pour certains, notamment les jeunes enseignants, la difficulté à changer de pratiques pédagogiques ou simplement à intégrer les technologies dans leurs pratiques pédagogiques peut aussi être expliquée par l'habitus [Bourdieu, 1977, cité par Belland, 2009], dans le sens où les nouveaux enseignants sont avant tout de « jeunes anciens élèves » et que la plupart d'entre eux n'ont connu que l'environnement scolaire (école, collège, lycée, université, ESPE, concours) : un habitus se construit vis-à-vis des technologies et des pratiques pédagogiques au cours des parcours scolaires puis professionnels, et ils s'ancrent dans les habitus préexistants [Belland, 2009]. Il est à noter que si l'habitus amène une certaine prédisposition sur les pratiques pédagogiques, il n'en demeure pas moins qu'un schéma peut être modifié par la socialisation primaire puis secondaire des futurs enseignants [Guibert, Périer, 2012]. D'ailleurs, comme le précise Christine Dioni [2008] : « *Il n'est pas exclu que si ces enseignants, déjà sensibilisés ou convaincus, étaient davantage encouragés, ils puissent, par un effet d'entraînement au sein des équipes pédagogiques, déclencher un mouvement plus large qui se propagerait dans la communauté éducative.* »

Évolutions des pratiques au cours des parcours professionnels

Au regard des éléments décrits par Michael Huberman [1989] sur le parcours professionnel des enseignants, il existe une période plus propice aux modifications de parcours et à la remise en cause des pratiques après environ sept ans de carrière, que le parcours soit harmonieux, teinté de remises en question ou qu'il fasse place à une redéfinition complète. Christine Dioni [2008]

souligne une temporalité équivalente : « Ainsi, les professeurs situés en milieu de carrière, sans doute plus sensibles à la pesanteur d'une routine professionnelle installée, sembleraient se montrer les plus ouverts à cette remise en cause alors que les jeunes enseignants, moins sûrs d'eux en matière de pratiques innovantes ou davantage préoccupés par des problèmes de gestion de classe, resteraient plus en retrait. » De son côté, Françoise Poyet (2014) précise que pour les étudiants en formation à l'ESPE, l'intégration des technologies dans leurs pratiques pédagogiques n'est pas une priorité en début de carrière. Pourtant, les étudiants enquêtés déclarent disposer de meilleures connaissances que leurs aînés vis-à-vis des technologies numériques.

L'autrice s'interroge justement sur le fait que la temporalité du parcours professionnel serait aussi un facteur limitant dans l'appropriation des technologies au regard de recherches précédentes, « [Genevois et Poyet, 2009, cité par Poyet, 2014] mettant en évidence que ce ne sont pas les plus jeunes (25-35 ans) qui s'emparent des TIC pour un usage en classe, mais surtout les enseignants dont les tranches d'âge sont comprises entre 35 ans et 45 ans [c'est-à-dire déjà installés dans le métier, bien qu'encore relativement jeunes] ». Il serait intéressant de porter attention à cette dimension dans les analyses futures.

Les effets de contexte

Dans le modèle proposé par Pascal Plantard (2016), de nombreux facteurs agissant sur le pôle axiologique¹³ – celui des valeurs morales et du positionnement vis-à-vis de l'institution – sont exogènes à l'établissement, telles les politiques publiques ou les particularités du territoire par exemple. Tous ces facteurs peuvent être regroupés dans la notion de contexte. Selon les auteurs, le contexte est cité à la fois comme « contexte d'enseignement » et comme « contexte technologique ». Pourtant, le terme de « contexte » décrit aussi les normes, les éléments de « contexte institutionnel » et de « contexte social » [Raby, 2004]. Au regard de notre sujet, nous reprendrons donc à notre compte la définition du « contexte » comme « fait social », donnée par l'équipe de recherche Ineduc. Le contexte correspond ainsi « à la fois aux éléments géographiques [en relation avec le territoire autour de l'établissement], démographiques [variations de populations], sociologiques [classes paupérisées, moyennes ou aisées...], économiques [bassin industriel en reconversion ou technopole, métropole...], ainsi que les éléments culturels et de politiques "éducatives" dans lesquels les acteurs observés évoluent ». Ce contexte prend en compte l'importance de l'équipe de direction, le style de direction et la stratégie numérique menée dans l'établissement, qui en constituent des éléments forts [Huberman, 1989 ; Barrère, 2002]. Cette dimension rejoint la notion d'« effet établissement » qui est décrit par Olivier Cousin (1998). Cet effet établissement joue un rôle dans la réussite des élèves, il doit certainement avoir un rôle à jouer pour le développement des usages du numérique : Maurice Mazalto reprend d'ailleurs cette notion dans une interview publiée dans *Le Monde* en 2016 : « L'effet établissement est tout autant la valeur ajoutée constatée en termes de réussite scolaire que la traduction d'un climat où les personnels et les élèves se sentent bien et donnent le sentiment de vouloir s'investir. De fait, l'effet établissement est une notion qui fonctionne dans la complexité. Cet effet se nourrit des structures de l'établissement, de sa gestion, de son organisation ou des relations interpersonnelles qui y règnent¹⁴. » Un climat où les personnels se sentent bien et ont envie de s'investir ne peut qu'être favorable à un développement des usages du numérique. Cette idée est complétée par Rozenn Rouillard (2013, p. 503) : « On sait que des effets de mobilisation avec une plus forte cohésion de la "communauté scolaire" (Derouet, 1987) assurent de meilleures performances dans les apprentissages et, par la suite, une orientation socialement plus équitable (Cousin, 1993). Nous ajouterons que les réussites procèdent également de la forte cohérence et du faible cloisonnement des pratiques des acteurs scolaires. Aussi, un agencement contextuel qui fonctionne, c'est un agencement qui fait sens autant pour les acteurs que pour les usagers. » L'effet établissement serait donc un processus systémique

13. Le modèle pédagogique implicite s'articule en trois pôles : pôle axiologique, pôle psychologique et pôle praxéologique. Voir la vidéo de Didier Perret, « Parcours d'appropriation des instruments numériques par les enseignants du second degré » (11 min).

14. Voir l'extrait de l'interview de Maurice Mazalto reprise sur le site des Ceméa [*Le Monde*, La Lettre de l'éducation, n° 519 du 24 avril 2016].

à prendre en compte comme élément du climat global de l'écosystème. Dans cet ensemble, le chef d'établissement apparaît comme le chef d'orchestre, ou le metteur en scène. Qualifiés de « managers de la République » [Barrère, 2006], leurs fonctions sont complexes et essentielles dans l'organisation de l'établissement : diriger un établissement, ce n'est pas seulement appliquer les directives de l'institution, « *cela consiste toujours à le "faire tourner", mais c'est aussi et surtout le "faire bouger"* » [ibid., p. 168]. Ainsi, « *la façon dont chaque individu va "habiter" sa fonction, endosser ses rôles, à partir de sa trajectoire, de sa posture, de son identité personnelle, concourt à modeler les configurations relationnelles et à délimiter ce qu'il est possible de construire en contexte* » [Rouillard, 2013, p. 511]. La personnalité de chaque acteur au sein de l'écosystème peut aussi avoir son importance sur le développement du climat d'établissement et agir sur les « conditions d'acceptabilité » [Jamet, Février, 2008] des enseignants par rapport au numérique.

Les limites de l'environnement

L'environnement est également un terme polysémique, qui peut représenter tout autant un « environnement d'apprentissage », ensemble d'artefacts cognitifs, personnels ou collectifs permettant de placer les apprenants dans une position capable de leur permettre de construire leurs propres apprentissages et de sortir d'une organisation pédagogique transmissive [Albero, 2003 ; Baron, 2014 ; Collin *et al.*, 2015], qu'un « environnement numérique », c'est-à-dire « *un espace structuré par des instruments technologiques divers, permettant aux usagers d'accéder à des ressources et à des services numériques présents sur les machines ou en ligne* », selon la définition du glossaire du projet Ineduc¹⁵. Mais ces environnements peuvent « *être plus larges que le système informatique proprement dit* » [Baron, 1994, cité par Baron, 2014].

Dans le cas du développement des pratiques pédagogiques numériques des enseignants, il semble nécessaire de retenir une approche plus large – « écologique » [écosystémique] – du terme, comme « *l'ensemble des éléments physiques et technologiques qui entourent les acteurs et avec lesquels ils interagissent* » [Perret, 2019]. Ceci inclut bien entendu les environnements numériques mais aussi les autres supports technologiques et les espaces physiques des classes dans lesquels évoluent les enseignants.

Il existe de fortes variations de pratiques en fonction des disciplines. Les recherches de Magali Brunel [2016], qui a porté son regard sur le français au lycée, ou celle de Julie Mueller [2008], par exemple, montrent les liens entre les méthodes d'apprentissage et la dimension matérielle de l'enseignement, outils numériques compris.

15. Voir la page « [Des fonctions d'un glossaire dans un programme de recherche pluridisciplinaire](#) » sur le site de l'Ineduc.

3

DES ENSEIGNANTS SEULS FACE AU « NUMÉRIQUE » ?

Entre 2010 et 2013, la réforme de la maîtrise de la formation initiale des enseignants (Lehéricy, 2014) a modifié sensiblement les parcours professionnels des enseignants. Bien que de nombreux auteurs s'accordent à poser les actions de la formation initiale et continue comme fondements au développement des pratiques pédagogiques avec le numérique, la réalité sur le terrain ne correspond pas souvent à ces impératifs (Baron, 2014 ; Dioni, 2008 ; Collin, Karsenti, 2013 ; Karsenti, Fievez, 2013 ; Lebrun, 2004 ; Lehéricy, 2014 ; Mueller *et al.*, 2008 ; Rinaudo, 2002).

Plusieurs intervenants institutionnels, dont le délégué académique au numérique de l'académie de Rennes, avancent que cette disparité n'est pas tant le fait d'un manque quantitatif de formation – même si l'on peut observer des variations importantes selon les académies –, mais qu'elle relève plutôt, d'une part, d'un problème d'adéquation des formations avec les besoins réels des enseignants et, d'autre part, d'un problème de communication, les offres disponibles parvenant plus ou moins bien aux destinataires principaux que sont les enseignants.

Qu'en est-il exactement des dispositifs de formation des premier et second degrés et des temps consacrés à la formation ? Comment s'articulent ces temps de formation entre autoformation, formation informelle et formation formelle institutionnelle ? Comment les formateurs, les inspecteurs, peuvent-ils utiliser la notion de parcours d'appropriation des technologies numériques, selon les différentes possibilités de formation initiale et continue ?

Le temps de formation des enseignants

Dans les résultats de la recherche qu'elle a effectuée auprès d'étudiants en master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF), Françoise Poyet (2014) souligne l'importance de la formation formelle, à l'université, dans le cursus de professionnalisation : « Pour d'autres [2 sur 10], l'apprentissage de l'informatique a été complètement absent de l'école et ils n'ont bénéficié de cours qu'à partir de l'université pour l'obtention du C2i [niveau 1]. » Si les futurs enseignants enquêtés reconnaissent qu'il existe une

porosité entre les sphères personnelles et professionnelles, ils affirment aussi que les connaissances acquises initialement, avant l'entrée dans le cursus, ne sont pas suffisantes pour construire un regard critique, responsable et différencié sur la mise en œuvre des technologies numériques avec les élèves. Cette situation explique la nécessité d'une formation formelle durant le cursus. Les IUFM (Instituts de formation des maîtres) ont été remplacés en 2013 par les ESPE (établissements supérieurs du professorat et de l'éducation), dans lesquels sont dispensés, en partenariat avec les universités, les masters MEEF, dont le programme, publié au JO en 2013, comprend l'article 9¹⁶ : « *La formation prend en compte les technologies de l'information et de la communication. Les étudiants et les enseignants sont formés à l'usage pédagogique des outils et ressources numériques. Elle intègre leur mise en œuvre pour délivrer les enseignements et assure l'acquisition des compétences qui y sont associées en référence au certificat Informatique et Internet de l'enseignement supérieur de niveau 2 "enseignant".* »

À l'ESPE de Rennes, la formation au numérique éducatif au cours de l'année de master 1 MEEF s'appuie sur les enseignements de l'ensemble du tronc commun, répartis en quatre UE. Ces enseignements comprennent 53 heures de cours magistraux, 12 heures de TD et 8 heures de TP. Un format correspondant à une « forme scolaire très classique », qui laisse peu d'espace pour la mise en pratique réelle [Poyet, 2014]. Seul, un dossier « Cultures numériques » est à réaliser en groupe intercatégoriel (mélange de professeurs des écoles [PE], des lycées et collèges [PLC], documentalistes et conseillers principaux d'éducation [CPE]) et interdisciplinaire (au moins deux disciplines du second degré représentées) sur 4 heures de TP et un gros travail à distance pour la production du portfolio, via l'outil de publication Mahara. La réalisation du portfolio, qui nécessite un questionnement plutôt pratique et critique sur la mise en œuvre du numérique, intervient au second semestre, alors que les étudiants ont principalement un objectif de renforcement de leurs connaissances théoriques en vue du concours [*ibid.*]. Cette temporalité rend l'exercice du portfolio difficile, avec peu d'implication réelle des groupes même si, chaque année, certaines productions, réfléchies, collaboratives et critiques sortent du lot¹⁷. On se retrouve donc avec une formation initiale au numérique plutôt subie que choisie.

Au niveau de la formation continue, la formation aux technologies numériques et à leur intégration dans les pratiques pédagogiques peut être qualifiée de nécessaire ; elle ne revêt cependant aucun caractère obligatoire.

Si les enseignants « professeurs des écoles » disposent d'une obligation de participer à des dispositifs « d'animation et de formation professionnelle » de 18 heures chaque année, ils n'ont en revanche que très peu de latitude pour le choix des contenus de formation, puisque c'est l'inspecteur de leur circonscription qui va choisir, en fonction des directives départementales et nationales, les formations dispensées pour au moins 60 % du volume horaire (variable selon les circonscriptions), le reste étant au choix de l'enseignant, mais dans un panel restreint de possibilités [IGEN, 2013]. De fait, selon la perception de l'importance des « technologies numériques » vis-à-vis du « lire, écrire et compter » par l'inspecteur de circonscription, et de la fibre « numérique » des formateurs (conseillers pédagogiques départementaux), il y aura des variations très importantes entre les territoires.

Les enseignants du second degré, de leur côté, n'ont aucune obligation de formation. Il est ainsi possible de faire toute sa carrière d'enseignant sans suivre une seule formation particulière, à l'exception des volets obligatoires mis en place certaines années, comme en 2014-2016 dans le cadre des réformes du collège, avec cinq journées disciplinaires et trois journées « numériques » – un dispositif qui devrait se mettre en place en 2019-2020, avec la réforme du lycée actuelle.

16. Voir JORF n° 0200 du 29 août 2013, texte n° 48.

17. Expérience personnelle de l'auteur de 2013 à 2019 comme intervenant sur le « dossier numérique » à l'ESPE de Rennes.

L'une des problématiques qui se pose dans la formation aux instruments numériques de ces enseignants, c'est la différence des temps du numérique et de l'éducation. En effet, pour certains, développer les compétences requises pour intégrer les instruments numériques dans leur pratique pédagogique serait un processus long de plusieurs années, en considérant qu'ils reçoivent un accompagnement suffisant (Mueller *et al.*, 2008).

Si l'on regarde les statistiques produites en avril 2014 par la note d'information n° 14 de la DEPP : « Selon l'enquête européenne "Les TICE dans l'Éducation", en 2012, une part très importante des enseignants choisissent de développer leurs compétences en numérique pendant leur temps libre. » De plus, au niveau européen, « entre 17 % et 29 % des élèves en France sont encadrés par des enseignants qui ne participent à aucune activité (formelle ou informelle) visant à les familiariser avec le numérique » (DEPP, 2014). Cette autoformation est déclarée comme étant l'un des moyens de solutionner une difficulté technique par 40 % des enseignants du premier degré (MEN-Profetic, 2017) et 49 % des enseignants du second degré (MEN-Profetic, 2016), et pour solutionner un problème d'ordre pédagogique par 64 % des enseignants, valeur identique pour les enseignants du premier degré et du second degré.

Deux questions sont à poser à partir de ces données statistiques.

Premièrement, que représente la mention du « temps libre » citée par la note de synthèse ? Est-ce le temps passé en dehors des *heures de travail* de l'enseignant, c'est-à-dire en dehors des « heures de présence devant élèves » additionnées des heures correspondant à la préparation des cours, la correction des évaluations, et la gestion administrative des élèves et des relations avec les parents, soit 42,53 heures par semaine pour un enseignant certifié du second degré (DEPP, 2013) ? Ce temps de travail est défini par le décret n° 2014-940 du 20 août 2014, relatif aux obligations de service et aux missions des personnels enseignants exerçant dans un établissement public d'enseignement du second degré¹⁸. Il stipule que les enseignants sont tenus d'assurer :

- > « un service d'enseignement » [temps devant élève] de 15 heures à 36 heures, suivant les statuts¹⁹ [+ 1 heure supplémentaire obligatoire²⁰];
- > auquel s'ajoutent « les missions liées au service d'enseignement, qui comprennent les travaux de préparation et les recherches personnelles nécessaires à la réalisation des heures d'enseignement, l'aide et le suivi du travail personnel des élèves, leur évaluation, le conseil aux élèves, dans le choix de leur projet d'orientation, en collaboration avec les personnels d'éducation et d'orientation, les relations avec les parents d'élèves, le travail au sein d'équipes pédagogiques constituées d'enseignants ayant en charge les mêmes classes ou groupes d'élèves ou exerçant dans le même champ disciplinaire. Dans ce cadre, ils peuvent être appelés à travailler en équipe pluriprofessionnelle associant les personnels de santé, sociaux, d'orientation et d'éducation ».

Or pour ce second temps, il n'est rien précisé en matière de formation. Ces missions englobent de fait les temps de préparation des cours, les corrections, l'orientation, mais aussi des voyages et autres projets pédagogiques, les réunions de groupes de travail autour de projets d'établissement, etc., mais il n'est pas fait mention de formation.

Dans ce cas, l'autoformation devrait s'ajouter aux 42,53 heures hebdomadaires estimées des enseignants, ce qui réduit drastiquement les possibilités. La note de synthèse doit donc associer « temps libre » aux périodes hors « présence devant élève » : l'autoformation des enseignants sur les technologies numériques se ferait donc en parallèle de la préparation des cours, une proposition que certaines organisations syndicales tentent de préciser pour les enseignants, avec les limites possibles²¹, et qui correspondrait à l'intégration de la formation continue dans les 3 heures hebdomadaires (moyenne pour 60 % des enseignants interrogés)

18. Voir JORF n° 0194 du 23 août 2014, texte n° 10, et Missions et obligations réglementaires de service des enseignants des établissements publics d'enseignement du second degré. Application des décrets n° 2014-940 et n° 2014-941 du 20 août 2014.

19. 15 heures pour les enseignants agrégés (17 heures en EPS), 18 heures pour les certifiés (21 heures en EPS), 21 heures pour les professeurs des écoles et 36 heures pour les professeurs documentalistes [entendu que, pour ces derniers, les heures avec élèves comptent double].

20. Une heure supplémentaire hebdomadaire en sus de leur maximum de service [art. 4 du décret n° 2014-940].

21. Voir « La formation continue est un droit. Peut-elle être une obligation » [Snes-FSU] et la Fiche 3 : Temps de travail (Guide syndical des personnels enseignants, d'éducation et psychologues, C6T Educ'action).

déclarées par les enseignants dans « documentation, formation et recherches personnelles » (Perronnet, 2013). C'est ainsi que, dans les établissements, il est possible de trouver un très grand écart de pratiques de formations, entre des enseignants qui suivent des formations de Réseau Canopé durant leurs vacances, et d'autres qui n'acceptent les formations que si elles sont prises sur leur temps de présence devant élève (Plantard *et al.*, 2015).

La seconde question porte sur ce que représente réellement le terme « choisissent » ? Se former seul relève-t-il réellement d'un choix volontaire ?

Dans ce cas, il faudrait plutôt parler « d'autodidaxie » que « d'autoformation » puisque dans le cas de l'autodidaxie, l'enseignant est en mesure de gérer par lui-même son propre apprentissage (Éneau, 2012 ; Le Boucher, 2015). En effet, l'autoformation, dont la composante principale est l'apprentissage informel est un processus complètement social lié aux interactions humaines (Éneau, 2005, p. 109, cité par Le Boucher, 2015). Pour Christine Dioni (2008), c'est bien d'autodidaxie qu'il est question quand les enseignants essaient de se former à la conduite du changement. Mais dans le cas de la formation aux usages des technologies numériques, les enseignants souhaiteraient plutôt avoir recours à un accompagnement, à des formations, dans le cadre desquelles ils pourraient être rassurés (Dioni, 2008).

Est-ce que ces déclarations sur l'importance de l'autoformation ne seraient pas une réponse « convenue » quand on sait que le « *devenir professionnel n'échappe pas à un ensemble de motifs, prescrits, opérationnels-professionnels, identitaires* (Carré, 2001), qui le [l'enseignant] poussent à s'engager dans des pratiques d'autoformation, afin d'acquérir une forme de reconnaissance (Jorro, 2009 ; Dubar, 2002) nécessaire au développement de son identité professionnelle » (Lehéricy, 2014) ?

L'autoformation avec les collègues, une coformation plébiscitée ?

C'est donc plutôt l'autoformation comme processus socialisé qu'il faut prendre en compte dans le cadre du procédé principal de formation des enseignants. Cette idée est fortement soutenue par les professeurs des écoles, qui relèvent : « *On apprend seul mais jamais sans les autres, [ce qui nécessite de] ne pas considérer que l'autoformation soit assimilable à une "solo-formation" »* (Carré, 2005). Cette dimension interactive ne s'exerce pourtant pas de façon univoque pour les PES [professeurs des écoles] et se trouve soumise à une triple question autour du temps, des personnes et des contenus » (Lehéricy, 2014). Cette prise en compte permet une autre lecture des données statistiques institutionnelles, puisque la deuxième source d'aide mentionnée par les professeurs (à 43 %), tous niveaux confondus, est l'aide trouvée auprès d'un ou d'une collègue (MEN-Profetic, 2016 ; 2017).

D'autres travaux de recherche, dont ceux d'Elzbieta Sanojca en 2018, montrent que le travail en équipe, plus exactement « les pratiques collaboratives », accompagnent « *les mutations sociétales liées notamment à la transformation numérique. Elle se manifeste dans la structuration des collectifs travaillant en réseau, dans les modes de production peer to peer et dans la gestion collective de ces productions. Pour les acteurs impliqués dans ces pratiques collaboratives, elles sont porteuses d'une promesse de développement des personnes s'appuyant sur des relations de réciprocité et de confiance* » (Sanojca, 2018).

Les cercles d'amis et/ou de collègues représentent le niveau le plus simple de collaboration (Gibert, 2018), souvent organisés autour des objets ressources comme la bouilloire ou la machine à café (Dutercq, 1991) – objets ressources précisément activés par les individus pour entrer en relation et construire une sociabilité interne à l'établissement. Yves Dutercq, qui a mené une étude sur les échanges informels en collège, les qualifie d'« objets créés ». Il en souligne l'importance, dans le sens où ils constituent, précisément, le socle des liens sociaux au sein des établissements.

Il existe une certaine pression concernant le travail collaboratif, une forme d'injonction institutionnelle, qui se retrouve également dans le contexte international – dans les rapports PISA, les organismes internationaux comme l'OCDE, la communauté européenne ou l'Unesco, ce dernier précisant que « *dans les pays ayant les meilleurs résultats, les échanges professionnels et la formation entre groupes de pairs sont prépondérants et permettent une évolutivité des systèmes éducatifs* » [Gibert, 2018, p. 2].

Dans les faits, les groupes d'échanges se mettent toutefois le plus souvent en place avec des collègues qui sont « un peu plus que des collègues » [Barrère, 2002]. Pour Yves Dutercq [1991], « faire groupe » apporte du prestige par rapport à la société globale, et répond sans doute à une recherche de reconnaissance de compétences par l'institution ; travailler en équipe est aussi source de plaisir, à travers ce lien fort et, surtout, le désir partagé de faire quelque chose, ensemble, afin de rompre l'isolement professionnel. Les liens sont plus affectifs que pédagogiques, sauf si les contenus pratiques sont eux-mêmes les objets de lien (rencontre « entre deux portes » pour échanger sur tel outil plutôt que sur telle problématique par exemple). Anne-Françoise Gibert [2018] parle ainsi de « sociabilités professionnelles affinitaires », des « petits groupes choisis et informels, caractérisés par des relations spontanées et évolutives ». De la même manière, pour Françoise Poyet [2014], les « réseaux professionnels » des futurs enseignants à l'ESPE permettent de mutualiser des ressources, de s'entraider et de s'encourager : « *Ces réseaux leur permettent donc de développer avec d'autres collègues une part importante de leur professionnalité enseignante. Ils souhaitent poursuivre ces échanges lorsqu'ils seront en classe avec leurs élèves pour favoriser la mise en place d'activités pédagogiques avec les TIC, mais ils craignent toutefois de ne pas avoir suffisamment de temps ni disposer des matériels adéquats pour concevoir et réaliser leurs cours de cette manière* » – ce que confirme l'étude menée par Caroline Ladage et Jean Ravestein [2013].

L'axe de développement des pratiques le plus important est donc le niveau local inter-établissement, au sein des équipes. On voit bien ici le lien avec les éléments de contexte présentés précédemment, où l'organisation de temps privilégiés, ou bien une organisation particulière des services par le chef d'établissement (alignement d'emplois du temps, rapprochement géographique des salles de cours affectées) pourrait faciliter la mise en place de petits groupes d'échanges de pratiques. Pour Christine Dioni [2008], « *il n'est pas exclu que si ces enseignants, déjà sensibilisés ou convaincus, étaient davantage encouragés, ils [pourraient], par un effet d'entraînement au sein des équipes pédagogiques, déclencher un mouvement plus large qui se propagerait dans la communauté éducative* ».

Genèse instrumentale, de l'outil technologique à l'instrument pédagogique

Concernant l'appropriation des outils numériques par les enseignants, la genèse instrumentale tient une place prépondérante. Pour Serge Proulx [2005], le premier niveau d'analyse du modèle de « construction sociale des usages » concerne « l'interaction dialogique entre l'utilisateur et le dispositif technique », autre terminologie pour décrire la construction d'une genèse instrumentale. En effet, ce premier niveau d'analyse décrit par Proulx reprend les deux dimensions de la genèse instrumentale : d'une part, le fait que « l'usage est d'abord contraint par l'offre industrielle » [*ibid.*, p. 7-8] – voire les modes d'emplois, les prescriptions d'usage, les bonnes pratiques... Cette première dimension est celle définie par Rabardel [1995] et Vergnaud [1998] comme « l'instrumentation », c'est-à-dire l'influence que va avoir la conception de l'outil/artefact sur les possibilités d'usage. Cela questionne aussi la notion d'Affordance [Gibson, 1977, cité par Proulx, 2005, p. 8], qui délimite les potentialités et les restrictions d'un artefact technologique ; d'autre part, Proulx souligne que « *les interventions que les utilisateurs peuvent effectuer directement sur les dispositifs constitués dans la perspective d'en faire un usage plus conforme à ce qu'ils souhaitent* » correspondent à la dimension de l'instrumentalisation décrite par Pierre Rabardel [1995] et Gérard Vergnaud [1998]. À partir de l'outil choisi – qu'il soit matériel comme un ordinateur, une tablette, un baladeur MP3,

- un tableau numérique interactif, ou applicatif comme un jeu sérieux, un service en ligne ou une application spécifique sur terminal mobile – l’enseignant va interagir avec le dispositif technique. Serge Proulx (2005, p. 7), citant Madeleine Akrich (1998), donne quatre cas de figure :
- > le « déplacement d’usage », où l’enseignant va modifier le « spectre des usages », par exemple en proposant aux élèves de faire des recherches en classe à partir de leurs smartphones, déplaçant ainsi l’usage de communication vers un usage scolaire (Perret, 2019) ;
 - > l’« adaptation », où l’enseignant va « ajuster à son usage sans changer la fonction », par exemple en utilisant un disque dur Wi-Fi (Hootoo ou Qgénie) pour diffuser des documents pédagogiques aux terminaux mobiles de ses élèves « localement », en s’affranchissant du réseau pédagogique (Perret, 2019) ;
 - > l’« extension », où l’enseignant va ajouter des éléments au dispositif, ce que l’on voit principalement lors de l’arrivée de tablettes en établissement, avec une explosion des demandes d’installation de nouvelles applications par l’ensemble des disciplines, voire des applications différentes pour des enseignants d’une même discipline au sein du même établissement (Plantard *et al.*, 2015c), chacun construisant petit à petit sa propre instrumentalisation ;
 - > le « détournement », où l’enseignant va se servir de l’outil d’une manière totalement différente de celle qui est prévue, comme cette enseignante d’allemand qui va utiliser l’application IKEA pour faire travailler ses élèves sur le vocabulaire positionnel en allemand, l’application pouvant être paramétrée en différents langages. Cette application, à l’origine purement commerciale, se trouve instrumentalisée en outil pédagogique pertinent (Perret, 2019).

La construction de ces instruments pédagogiques et ces différences de pratiques se nourrissent des particularités propres à chaque enseignant, comme ses représentations, ses attitudes et ses compétences (Mueller *et al.*, 2008 ; Proulx, 2005). Pour Philippe Cottier et François Burban (2016), c’est la focale individuelle qui l’emporte – « *C’est bien toujours un sujet qui instrumente son activité (on ne peut le faire à sa place, on ne peut le faire de l’extérieur)* » –, que Magali Brunel (2016) relie à l’habitus : « *Des gestes perçus comme ordinaires, et dans ce contexte relever l’appropriation d’un outil en relation avec d’autres outils, c’est-à-dire faire l’examen d’une forme de créativité professionnelle dont l’intentionnalité n’est pas toujours consciente. Ce qui signifie qu’on n’est nullement à la recherche de pratiques innovantes ou exceptionnelles (certainement intéressantes, peut-être signes de l’évolution du métier mais peut-être aussi illustrations d’aventures sans avenir) mais qu’on veut prêter attention à des pratiques, des savoirs intégrés (Sennett), percevoir une circulation entre tradition et innovations minuscules.* »

Il est à noter aussi que, « *quel que soit le niveau de compétences que développent les enseignants dans le cadre de leurs usages privés des TIC, cela n’augure pas des transferts pédagogiques qu’ils seront à même d’effectuer dans le contexte particulier de leurs pratiques de classe (Villemonteix, 2005), ni de leur capacité à développer des usages des TIC qui puissent contribuer à les engager effectivement dans de véritables pratiques d’autoformation propices à leur développement professionnel, ni encore de leur aptitude à développer, dans le cadre de leurs pratiques de classe, des pédagogies s’appuyant sur un usage pertinent et raisonné des TIC* » (Lehéricy, 2014). Entre autres usages pertinents, il est aujourd’hui à considérer ce que Françoise Martin-Van der Haegen précisait déjà, en 2015 : « *Le modèle pédagogique dominant, celui du “face-à-face” est remis en question par le rôle de médiateur que les enseignants endossent puisqu’ils ne sont plus les seuls dispensateurs de savoir* » (Martin-Van der Haegen, 2015). Cette transformation des modèles pédagogiques – depuis une structure « canonique », plutôt behavioriste, vers une structure plus « constructiviste », où « l’apprenant construit ses connaissances en interagissant avec un milieu » (Baron, 2014) – donne aux outils numériques instrumentalisés une fonction de « véhicules de livraison de l’instruction » (Clack, 1994, cité par Baron, 2014).

La genèse instrumentale nécessite donc un temps long, « une évolution, lente, prudente, une évolution incrémentale d’usages caractérisée par le fait que les enseignants utilisent ces technologies non pour quelque grand soir pédagogique mais pour simplement faire mieux ce qu’ils faisaient déjà avant » (Dioni, 2008).

Entre pratiques exceptionnelles et pratiques ordinaires

Dans les établissements, il est possible d'observer des oppositions dans les pratiques quotidiennes entre différents enseignants, selon la façon dont ils ont construit leurs pratiques et leur avancée dans un parcours d'appropriation (Plantard, 2016). Pour Magali Brunel (2016), il ne s'agit pas de « *se focaliser sur des pratiques exceptionnelles mais sur les pratiques ordinaires : les pratiques ordinaires indiquent les tendances à partir desquelles des transformations didactiques généralisables peuvent être pensées et proposées* ». L'étude que cette autrice a menée auprès d'enseignants de français montre que dans la majorité des cas observés, le numérique est mis en œuvre pour du traitement de texte afin de produire un document, que ce soit par le professeur (ressource pédagogique) ou par les élèves (exercice à réaliser), pour la constitution de supports multimédias avec images, son, voire vidéos, plus rarement pour la consultation de textes en ligne.

Ces pratiques « ordinaires » sont bien loin du quotidien de cet autre enseignant de lettres, dans un lycée de Bretagne : « *Le passage du livre au numérique, aussi essentiel que la révolution Gutenberg en son temps, change notre manière de lire, d'écrire, de construire nos connaissances, notre identité et nos liens. C'est dire combien [...] il faut reconsidérer la pédagogie.* » Dans ses classes, avec le projet I-Voix, les élèves sont capables de fournir des productions extrêmement diverses – « *ajustées aux œuvres et aux genres parcourus, aux envies et aux talents des élèves, aux objectifs spécifiques des apprentissages selon la progression annuelle : citations choisies et numérisées, lectures enregistrées et augmentées, écritures transformatives, créations personnelles, observations stylistiques, questions à l'auteur, lettres à un poème, nuages de mots, cartes mentales, éclairages bibliographiques ou historiques, petites annonces romanesques, fragments perdus...* » – et de nombreuses autres formes encore (Le Baut, 2015). Il est manifeste ici que les outils numériques sont perçus et intégrés d'une manière très différente de celles qu'a décrites Magali Brunel. Pour Jean-Michel Le Baut (2015), « *la chance que nous donne le numérique, c'est précisément de sortir la lecture et l'écriture de l'école. La publication des productions sur Internet est en effet ici une clef de la réussite : si les élèves s'investissent autant, ce n'est pas "pour la note" mais parce que le travail acquiert un destinataire réel (c'est-à-dire autre que l'enseignant), et donc un sens* ». Nous sommes ici en présence d'un changement particulier de posture de l'enseignant vis-à-vis des apprentissages, une modification de la pédagogie et des objectifs donnés aux élèves, ici « publier » avec un choix des outils a posteriori, en fonction des objectifs des séances et des capacités des élèves. Ce ne serait donc pas tant une « pratique exceptionnelle » (Brunel, 2016) mais une pratique « réfléchie » du numérique, la construction d'une instrumentalisation plus élaborée qui traduirait une plus large appropriation des technologies numériques de la part des enseignants.

Cette situation vient néanmoins interroger un risque de décalage entre les enseignants ayant atteint des étapes d'appropriation trop éloignées : « *En effet, au lieu de s'appuyer sur les pratiques ordinaires de l'usager, sur ses résistances ou sur les glissements intuitifs qui permettent de déplacer ou de décontextualiser l'emploi de tel ou tel "outil", elles [les personnes, formateurs/formatrices ayant des pratiques "avancées", NdA] présentent de façon à la fois trop prescriptive et trop modélisante des propositions si éloignées de la pratique ordinaire que le travailleur ne voit pas comment ou quand il pourrait se les approprier* » (Brunel, 2016).

Si nous reprenons les données Profetic 2018, « *la majorité des enseignants (55 %), déclarent utiliser les outils numériques en classe pour des fonctions simples (projections, ordinateurs...).* Pour un enseignant sur 10, le numérique permet uniquement de préparer les cours en amont. Ces deux profils (65 %) sont surreprésentés parmi ceux déclarant avoir une maîtrise insuffisante du numérique ». Si les 11 % restants, qualifiés « d'utilisateurs quotidiens », correspondent aux usages présentés par Le Baut (2015), les 65 % « surreprésentés » correspondraient aux observations faites par Brunel (2016)...

Cette opposition entre pratiques « ordinaires » décrites par Brunel et ce qui pourrait s'apparenter à des pratiques « extraordinaires » chez Le Baut vient interroger les conclusions données par Aline Germain-Rutherford et Bakary Dialo (2006) sur les formateurs aux technologies numériques. En effet, ces auteurs montrent l'importance de construire des formations « sur l'intégration pédagogique [des outils] dans des situations d'enseignement et d'apprentissage » et non de se contenter de « l'apprentissage des outils technologiques » : passer de la formation « au TBI » ou de la formation à « Pix » pour aller vers « Que souhaitez-vous faire avec vos élèves ? » et y associer, suivant les cas, les contextes et les disciplines des outils différents en fonction des besoins. Au-delà de cette dimension, ils pointent aussi la sélection des formateurs choisis par l'institution. Le cas canadien présenté par Aline Germain-Rutherford et Bakary Dialo (2006) recoupe les éléments disponibles en France (Plantard *et al.*, 2015) : choisir des enseignants « innovants », les « innovateurs de la première heure » (*early adopters*) de Rogers (1995) ne serait pas le meilleur moyen pour élaborer les programmes de formation. Au contraire, les études citées présentent que c'est le mentorat, l'accompagnement par des « pairs », des professeurs du « courant majoritaire » (*mainstream faculty*) qui semble être bien mieux perçu par les stagiaires : « À "l'enseignant innovateur de la première heure" qui a une grande expertise en technologie mais parfois une approche trop radicale quant à sa façon de l'expérimenter et de l'intégrer, on préférera donc l'approche plus progressive et rassurante d'un enseignant qui aura une connaissance modérée des technologies mais un questionnement pédagogique avancé et une capacité de partager ce questionnement » (Germain-Rutherford et Dialo, 2006, p. 161-162).

C'est tout l'intérêt du développement des coopératives pédagogiques numériques de l'académie de Rennes²², par exemple, pour aller vers des échanges de pair à pair, et non de formateurs, spécialistes, convaincus, repérés pour des pratiques innovantes ou en tout cas remarquées par l'institution.

22. Voir <https://www.interactik.fr/portail/web>

Il s'avère aujourd'hui nécessaire de considérer que les technologies en éducation doivent être abordées dans une dimension large, incluant le contexte éducatif et le contexte socioculturel (Collin, Karsenti, 2015). Se limiter à une étude en contexte éducatif ne permet pas de tenir compte des usages ordinaires des élèves [voir « État de l'art GTnum4 »] et limite l'intégration des différences d'usages et de rapports à l'information entre différentes populations d'élèves. Les variations que l'on peut observer tant au niveau du rapport des apprenants aux technologies que de leurs prédispositions à apprendre avec ces technologies (« effet motivation » ?) sont à prendre au sérieux. La notion de « *digital natives* » est largement critiquée (Collin, Karsenti, 2015 ; Plantard, 2015), les inégalités d'usages des apprenants sont à privilégier comme base de travail.

Cette considération de la diversité des contextes ordinaires, socioculturels et éducatifs est aussi à interroger pour les nouveaux titulaires enseignants qui entrent dans la profession avec un bagage et une culture numériques très certainement modifiés aujourd'hui, par rapport à la culture numérique des néotitulaires d'il y a une dizaine d'années, comme le présente une étude sur 3 132 nouveaux enseignants : « *Un lien évident se fait jour entre la diversité des pratiques numériques dans le cadre privé, le sentiment d'expertise personnelle avec le numérique, et la formation aux usages numériques en éducation* » [Cappelle *et al.*, 2018]. Pourtant, certaines recherches présentent une situation très figée pour les enseignants déjà en poste (Brunel, 2016), ce qui interroge la réalité, ou plus exactement la temporalité du processus de transformation de la profession, transformation liée à une remise en cause par les technologies numériques de l'identité professionnelle et de l'inscription sociale des enseignants dans « une société en mouvement » [Saint Laurent-Kogan, Metzger, 2007, cité par Dioni, 2008].

Le poids des contraintes institutionnelles, du contexte et de l'environnement vient peser sur les parcours d'appropriation des technologies des enseignants. La transformation des artefacts technologiques fournis par l'industrie et dotés dans les établissements par les collectivités en instruments au service de la pédagogie et de l'apprentissage des élèves nécessite un temps plus ou moins long d'appropriation, qui dépend de nombreux facteurs. Les échanges, le facteur social au sein de l'établissement à travers la constitution de petits groupes d'échanges de pratiques, sont des éléments qui favorisent le développement des pratiques. On peut s'interroger sur l'influence que pourra avoir le développement des pratiques numériques des élèves et sur la possibilité de transferts entre les pratiques de « loisirs numériques » vers des pratiques associées à une « culture numérique scolaire » (Dioni, 2008), au-delà de la seule « motivation à utiliser des outils séduisants » (Terral, Collinet, 2015).

Les technologies numériques sont souvent associées à un levier de transformation pédagogique dans les discours institutionnels. Pourtant, il semble que le développement des pratiques pédagogiques avec les technologies numériques passe peut-être avant tout par une modification des pratiques pédagogiques elles-mêmes, permettant une réelle instrumentalisation des artefacts. Même si les résultats canadiens ne permettent pas de montrer que c'est un prérequis indispensable (Mueller *et al.*, 2008), Marcel Lebrun (2011)

semble convaincu : « Tardif, en 1996, proclamait déjà avec raison qu'une pédagogie rigoureuse est une condition incontournable pour que les TIC tiennent leurs promesses » ; et il ajoute que « les technologies sont certes porteuses de potentiels pour le développement pédagogique mais, afin d'en tirer les valeurs pédagogiques espérées, elles nécessitent d'être encadrées par des dispositifs pédagogiques basés sur des méthodes plus incitatives et interactives, soutenus par de nouveaux rôles des acteurs, enseignants et étudiants ». Il n'en demeure pas moins qu'un « enseignant doté d'une culture numérique affirmée sera plus enclin à exploiter le numérique dans la classe, avec ses élèves, et à faire du numérique un objet d'enseignement-apprentissage. [...] Il ne s'agit non pas d'éduquer dans la peur, mais d'émanciper (et de s'émanciper, comme enseignant également) par une appréhension critique et éclairée du numérique » [Capelle et al., 2018]. L'accompagnement des enseignants dans ces dimensions tant pédagogique que culturelles nécessite des interlocuteurs, des pairs comme des formateurs aguerris.

Il reste néanmoins à suivre au plus près, et sur un temps long, les développements des pratiques car, comme le signale Bruno Devauchelle [2018] : « Le numérique se développe depuis bientôt cinquante années en éducation et nous ne disposons encore que de trop peu de données structurantes, consolidées, permettant des décisions sur le moyen et le long terme. On peut avoir l'impression que la rapidité d'évolution et de renouvellement du marché technologique a imposé son tempo au monde scolaire, l'empêchant de fonder autre chose que des actions à court terme, voire à très court terme, une technologie chassant l'autre. »

Akrich Madeleine (1998), « Les utilisateurs, acteurs de l'innovation », *Éducation permanente*, n° 134, p. 79-89.

Albero Brigitte (2003), « Autoformation et contextes institutionnels d'éducation et de formation : une approche socio-historique », in Albero Brigitte (dir.), *Autoformation et enseignement supérieur*, Paris, Hermès Science/Lavoisier, p. 37-67.

Amadiou Frank, Tricot André (2014), *Apprendre avec le numérique. Mythes et réalités*, Paris, Retz.

Barrère Anne (2002), « Pourquoi les enseignants ne travaillent-ils pas en équipe ? », *Sociologie du travail*, vol. 44, n° 4, p. 481-497.

Barrère Anne (2006), « Les chefs d'établissement face aux enseignants : enjeux et conflits de l'autonomie pédagogique », *Revue française de pédagogie*, n° 156, p. 89-99.

Barrère Anne (2017), *Au cœur des malaises enseignants*, Paris, Armand Colin.

Baron Georges-Louis (2014), « Élèves, apprentissages et "numérique". Regard rétrospectif et perspectives », *Recherches en éducation*, n° 18 : « Des élèves et des savoirs à l'ère numérique : regards croisés », p. 91-103.

Baron Georges-Louis, Bruillard Éric (2000), « Technologies de l'information et de la communication dans l'éducation : quelles compétences pour les enseignants ? », *Éducation et formations* [En ligne], n° 56 : « Les enseignants et les TICE », p. 153-159.

Belland Brian R. (2009), « Using the theory of habitus to move beyond the study of barriers to technology integration », *Computers and Education*, n° 52, p. 353-364.

Bruillard Éric (2011), « Le déploiement des ENT dans l'enseignement secondaire : entre acteurs multiples, dénis et illusions », *Revue française de pédagogie*, n° 177, p. 101-130.

Brunel Magali (2016), « Les ressources numériques et la littérature en classe, entre ambitions présomptueuses et adaptation aux besoins », *Recherches. Revue de didactique et de pédagogie du français*, n° 64 : « Aider », Presses universitaires du Septentrion.

Buckingham David (2007), *Beyond Technology: Children's Learning in the Age of Digital Culture*, Cambridge & Malden (MA, Royaume-Uni), Polity Press.

Capelle Camille, Cordier Anne, Lehmans Anne (2018), « Usages numériques en éducation : l'influence de la perception des risques par les enseignants », *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, n° 15.

Carré Philippe [2001], *De la motivation à la formation*, Paris, L'Harmattan.

Chambon Anne-Marie, Le Berre Sandrine [2011], « Enquête Profetic auprès de 5 000 enseignants du second degré », rapport.

Collin Simon, Karsenti Thierry [2013], « Usages des technologies en éducation : analyse des enjeux socioculturels », *Éducation et francophonie*, vol. 41, n° 1, p. 192-210.

Collin Simon, Guichon Nicolas, Ntébuté Jean-Gabin [2015], « Une approche sociocritique des usages numériques en éducation », *Sticef* [En ligne], n° 22, p. 89-117.

Colinet Séverine [2015], « Usage des technologies de l'information et de la communication et humanisation pour des élèves en soins-études », *Éducation et socialisation*, n° 38.

Cottier Philippe, Burban François (coord.), [2016], *Le Lycée en régime numérique. Usages et compositions des acteurs*, Toulouse, Octares.

Cousin Olivier [1993], « L'effet établissement. Construction d'une problématique », *Revue française de sociologie*, vol. 34, n° 2, p. 395-419.

Cousin Olivier [1998], *L'Efficacité des collèges. Sociologie de l'effet établissement*, Paris, Presses universitaires de France.

Crouzier Marie-Françoise, Reverchon-Billot Michel [2015], « Problématique : le numérique, une chance pour le système éducatif ? », *Administration & éducation*, n° 146, p. 7-9.

Daguet Hervé, Wallet Jacques [2012] « Du bon usage du "non-usage" des TICE », *Recherches & Éducatives*, n° 6, p. 35-53

DeCoito Isha, Richardson Tasha [2018], « Teachers and technology: Present practice and future directions », *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, vol. 18, n° 2, p. 362-378.

Denouël Julie [2017], « L'école, le numérique et l'autonomie des élèves », *Hermès, La Revue*, n° 78, p. 80-86.

Denouël Julie [2019], « Outils numériques : vers quelle autonomie de l'élève ? », *Palimpseste*, n° 1, p. 15-18.

DEPP [2013], Perronnet Sabrina, « Temps de travail des enseignants du second degré public », *Note d'information*, n° 13-13, Paris, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

DEPP [2014], Ho Minh-Hung, « Le numérique éducatif, un portrait européen », *Note d'information*, n° 14, Paris, Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

Derouet Jean-Louis [1987], « Une sociologie des établissements scolaires : les difficultés de construction d'un nouvel objet scientifique », *Revue française de pédagogie*, n° 78, p. 86-108.

Devauchelle Bruno [2018], « SFE : évaluer l'impact du numérique sur l'école, regards croisés », *Le café pédagogique.net* [En ligne : le 11/12/2018]. Voir *Éduquer avec le numérique* [2017], Paris, ESF, 2019 (nouv. éd. enrichie).

Dioni Christine [2008], « Métier d'élève, métier d'enseignant à l'ère numérique », INRP.

Dubar Claude [2002], « Entretien avec Annette Gonnin-Bolo », *Recherche et formation*, vol. 41, p. 131-138.

Dutercq Yves (1991), « Thé ou café ? ou comment l'analyse de réseaux peut aider à comprendre le fonctionnement d'un établissement scolaire », *Revue française de pédagogie*, vol. 95, p. 81-97.

Éneau Jérôme (2016), « Autoformation, autonomisation et émancipation. De quelques problématiques de recherche en formation d'adultes », *Recherches & éducations*, n° 16, p. 21-38.

Epstein Muriel (2017), « Étude sociocritique des usages numériques par les enseignants du secondaire dans le cadre des réformes du collège en France », Colloque international sur une approche sociocritique du numérique en éducation, Sherbrooke, Canada, mai 2017.

Epstein Muriel (2018), « Usages et conscience de l'usage du numérique en éducation », Colloque international francophone sur les usages du numérique en éducation : regards critiques, IFE, Lyon, mars 2018.

Epstein Muriel, Bourgeois Nicolas (2018), « A statistical analysis of French teachers' blogs: beyond institutional perspectives », *French Journal for Media Research* [En ligne], n° 10.

Ertmer Peggy A., Ottenbreit-Leftwich Anne, Sadik Olgun, Sendurur Emine, Sendurur Polat (2012), « Teacher beliefs and technology integration practices: a critical relationship », *Computers & Education*, vol. 59, n° 2, p. 423-435.

Fing, Fondation Internet Nouvelle Génération (2015), *Transitions. Cahier d'enjeux et de prospective*, Marseille.

Fourgous Jean-Michel (2012), « "Apprendre autrement" à l'ère du numérique. Se former, collaborer, innover : un nouveau modèle éducatif pour une égalité des chances », Rapport de la mission parlementaire de Jean-Michel Fourgous, député des Yvelines, sur l'innovation des pratiques pédagogiques par le numérique et la formation des enseignants.

Germain-Rutherford Aline, Dialo Bakary (2006), « Défis de la formation à l'utilisation des TIC dans les universités : modèle de formation à l'intégration des TIC », in Rege Colet Nicole, Romainville Marc (dir.), *La Pratique enseignante en mutation à l'université*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, chap. 7, p. 153-169.

Gibert Anne-Françoise (2018), « Le travail collectif enseignant, entre informel et institué », *Dossier de veille de l'IFÉ*, n° 124, ENS de Lyon.

Guibert Pascal, Périer Pierre (2012), *La Socialisation professionnelle des enseignants du secondaire. Parcours, expériences, épreuves*, Rennes, Presses universitaires de Rennes.

Huberman Michael (1989), « Les phases de la carrière enseignante. Un essai de description et de prévision », *Revue française de pédagogie*, n° 86, p. 5-16.

Hugonnier Bernard (2015), « Un robot à l'école : l'éducation face aux défis du numérique », *Administration & éducation*, n° 146 : « Le numérique, une chance pour le système éducatif ? », p. 27-36.

IGEN, Inspection générale de l'Éducation nationale (2013), « Actualisation du bilan de la formation continue des enseignants », rapport n° 2013-009 [En ligne].

Jamet Éric, Février Florence (2008), « Utilisabilité, utilité et acceptabilité des TIC : une approche de psychologie ergonomique », in *Méthodes et démarche d'analyse des usages des TIC en contexte professionnel*, Éditions de l'Anact, p. 18-40.

Jorro Anne (dir.), (2009), *La Reconnaissance professionnelle en éducation : évaluer, valoriser, légitimer*, Ottawa (Canada), Presses universitaires d'Ottawa.

- Karsenti Thierry, Collin Simon, Dumouchel Gabriel (2013), « Le décrochage enseignant : état des connaissances », *International Revue of Education*, vol. 59, n° 5, p. 549-568.
- Karsenti Thierry, Fievez Aurélien (2013), « L'iPad à l'école : usages, avantages et défis. Résultats d'une enquête auprès de 6 057 élèves et 302 enseignants du Québec [Canada] », Montréal, QC, Crifpe.
- Koehler Matthew, Mishra Punya (2006), « Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge », *Teachers College Record*, vol. 108, n° 6, p. 1017-1054.
- Ladage Caroline, Ravestein Jean (2013), « Internet et enseignants : entre contrastes et clivages. Enquête auprès d'enseignants du secondaire », *Sticef* [En ligne], n° 20.
- Le Baut Jean-Michel (2015), « Avec le numérique, tous écrivains en devenir ? Après le livre, réinventer le français », *Administration & éducation*, vol. 146, n° 2 : « Le numérique, une chance pour le système éducatif ? », p. 81-84.
- Le Boucher Caroline (2015), « Facteurs de pérennisation d'un réseau de formation par les pairs : le cas des Réseaux d'Echanges Réciproques de Savoirs », Thèse, Université Rennes 2.
- Lebrun Marcel (2004), « La formation des enseignants aux TIC : allier pédagogie et innovation », *International Journal of Technologies in Higher Education, Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire* [En ligne], vol. 1, n° 1, p. 11-21.
- Lebrun Marcel (2011), « Impacts des TIC sur la qualité des apprentissages des étudiants et le développement professionnel des enseignants : vers une approche systémique », *Sticef* [En ligne], n° 18, p. 287-316.
- Lehericey David (2014), « L'implication des Technologies de l'Information et de la Communication dans le développement de l'autoformation des enseignants d'école élémentaire issus de la masterisation. Origine, représentations et enjeux », Thèse, Université Paris X Nanterre.
- Loubère Lucie (2018), « Les environnements numériques de travail dans l'enseignement secondaire : étude d'un système représentationnel », Thèse, Université Paul Sabatier-Toulouse III.
- Martin-Van der Haegen Françoise (2015), « Avant-propos », *Administration & Éducation*, n° 146, p. 5-6.
- Marquet Pascal, Dinet Jérôme (2004), « Les premiers usages d'un cartable numérique par les membres de la communauté scolaire : un exemple en lycée », *Revue française de pédagogie*, n° 146, p. 79-90.
- Mazalto Maurice (2005), *Une école pour réussir, l'effet établissement*, Paris, L'Harmattan.
- MEN (2012), « Enquête Profetic auprès de 6 000 enseignants du second degré », Rapport.
- MEN (2013), « Référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation ».
- MEN (2014), « Enquête Profetic auprès de 5 000 enseignants du second degré », Rapport.
- MEN (2015), « Enquête Profetic auprès de 5 000 enseignants du premier degré », Rapport.
- MEN (2016), « Enquête Profetic 2016 auprès de 5 000 enseignants du second degré », Rapport.
- MEN (2017), « Enquête Profetic auprès de 5 000 enseignants du premier degré », Rapport.

MEN (2018), « [Profetic 2018. Connaître les pratiques numériques des enseignants](#) ».

Moeglin Pierre (2005), *Outils et médias éducatifs. Une approche communicationnelle*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble.

Mueller Julie, Wood Eileen, Willoughby Teena, Ross Craig, Specht Jacqueline (2008), « Identifying discriminating variables between teachers who fully integrate computers and teachers with limited integration », *Computers & Education*, vol. 51, n° 4, p. 1523-1537.

OCDE (2019), *Résultats de TALIS 2018 (Volume I). Des enseignants et chefs d'établissement en formation à vie*, Éditions OCDE, Paris.

Perret Didier (2019), « Dynamiques collectives et parcours d'appropriation », Colloque e-FRAN, Paris, 16-17 octobre 2019.

Plantard Pascal (2013), « [La fracture numérique, mythe ou réalité ?](#) », *Éducation permanente*, p. 161-172.

Plantard Pascal (2014), « [Anthropologie des usages du numérique](#) », Thèse [En ligne], université de Nantes, Nantes.

Plantard Pascal (2015a), *Les Imaginaires numériques en éducation*, Paris, Manucius.

Plantard Pascal (2015b), « [Numérique et éducation : encore un coup de "tablette magique" ?](#) », *Administration & éducation*, n° 146, p. 63-67.

Plantard Pascal (2016), « [Temps numériques et contretemps pédagogiques en Collège Connecté](#) », *Distances et médiations des savoirs* [En ligne], n° 16, mis en ligne le 15 décembre 2016, consulté le 21 décembre 2016.

Plantard Pascal, Le Mentec Mickaël, Rouillard Rozenn, André Gwenaëlle, Le Chêne Véronique (2015), « Technographies du collège connectés Léonard-de-Vinci à Saint-Bieuc », Rapport de la recherche, Paris, SGMAP.

Poyet Françoise (2014), « [La culture numérique des jeunes professeurs des écoles peut-elle permettre de réduire l'écart entre natifs et immigrants du numérique ?](#) », *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, vol. 11, n° 3, p. 6-21.

Proulx Serge (2005), « Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui : enjeux, modèles, tendances », in Vieira Lise, Pinède-Wojciechowski Nathalie, *Enjeux et usages des TIC : aspects sociaux et culturels*, tome I, Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux, p. 7-20.

Rabardel Pierre (1995), *Les Hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*, Malakoff, Armand Colin. Épuisé, [disponible sur archives-ouvertes.fr](#)

Raby Carole (2004), « [Analyse du cheminement qui a mené des enseignants du primaire à développer une utilisation exemplaire des technologies de l'information et de la communication en classe](#) », Thèse, Université de Montréal.

Rinaudo Jean-Luc (2002), *Des souris et des maîtres. Rapport à l'informatique des enseignants*, Paris, L'Harmattan.

Rinaudo Jean-Luc, Ohana Danielle (2007), « ["Puisqu'ils ont des ordinateurs..."](#), *Discours des enseignants résignés autour du dispositif Ordi 35* », *Actualité de la recherche en Éducation et en Formation* [En ligne], Strasbourg.

Rinaudo Jean-Luc, Turban Jean-Marc, Delalande Pascaline, Ohana Danielle (2008), « Des ordinateurs portables, des collégiens, des professeurs, des parents », Rapport de recherche sur le dispositif Ordi 35, 2005-2007 [En ligne], GIS-M@rsouin.

Rogers Everett M. (1995), « Diffusion of Innovations: Modifications of a Model for Telecommunications », in Stoetzer Matthias-W., Mahler Alwin (dir.), *Die Diffusion von Innovationen in der Telekommunikation*, Schriftenreihe des Wissenschaftlichen Instituts für Kommunikationsdienste, vol. 17, Berlin, Heidelberg (Allemagne).

Rouillard Rozenn (2013), « Collèges publics, collèges privés : ethnographie comparative de configurations contextuelles et de leurs effets scolaires », Thèse, université Rennes 2-Haute-Bretagne.

Saint Laurent-Kogan Anne-France, Metzger Jean-Luc (dir.), (2007), *Où va le travail à l'ère numérique ?*, Paris, Presses des Mines.

Sanojca Elzbieta (2018), « Les compétences collaboratives et leur développement en formation d'adultes : le cas d'une formation hybride », Thèse, Université Rennes 2.

Terral Philippe, Collinet Cécile (2015), « Un regard sociologique sur les modalités d'élaboration des réflexions professionnelles des enseignants d'EPS », *Carrefours de l'éducation*, n° 39, p. 203-223.

Vergnaud Gérard (1998), « Toward a cognitive theory of practice », in A. Sierpiska Anna, Kilpatrick Jeremy (dir.), *Mathematics Education as a Research Domain: A Search for Identity*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, p. 227-241.

Villemonteix Françoise (2005), « La scolarisation de l'informatique à l'école primaire. Étude de l'évolution identitaire de prescripteurs intermédiaires : les "FTICE" », Paris.

POUR L'ÉCOLE DE LA CONFIANCE



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE



LA DIMENSION SUBJECTIVE DE L'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES PAR LES ENSEIGNANTS

Étymologie du terme « appropriation »

Si nous commençons par l'étymologie du terme, comme l'a proposé Jean-Luc Rinaudo, professeur de sciences de l'éducation, lors de la Journée d'étude « Les enseignants et le numérique », en décembre 2018¹, le terme « appropriation » peut prendre deux significations qui portent des connotations opposées : d'une part, l'appropriation, c'est « rendre propre à un usage, faire sien, s'attribuer la propriété, s'en rendre maître » ; et d'autre part, c'est aussi « se saisir de quelque chose, enlever, usurper, s'arroger », qui portent une connotation plus négative du terme. Selon les disciplines – sciences économiques, géographie, histoire, sciences de l'information et de la communication –, ce terme porte donc différentes significations.

Le terme « appropriation » est absent du *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*² et aussi du *Traité des sciences et techniques de la formation*³. L'usage scientifique du terme « appropriation » [et non « apprentissage »] en sciences de l'éducation nécessite donc un éclaircissement, sur un champ plus large que le seul cadre des pratiques pédagogiques des enseignants avec les instruments numériques.

L'appropriation, un processus et non un état de fait

La sociologie des usages décrit l'appropriation comme un processus lent, progressif, durant lequel l'utilisateur intègre un dispositif technique à sa pratique professionnelle, en l'adaptant à sa culture, ses besoins, ses pratiques, ses valeurs (Jouët, 2000⁴). C'est un processus qui va s'insérer dans un contexte socioculturel spécifique à chacun (Larroze-Marracq, 1999⁵).

Plantard (2016⁶) présente le parcours d'appropriation d'une technologie numérique dans l'éducation en quatre étapes :

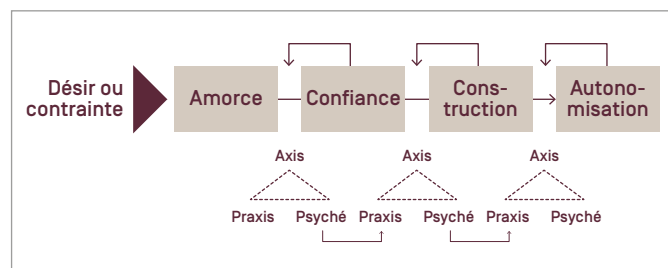
- > « La phase amorce renvoie au temps de la découverte et de l'étonnement ;
- > les phases de confiance et de construction participent du temps de comprendre ;
- > la phase d'autonomisation marque le temps de l'incorporation, de la réflexivité et du contre-don. L'évolution de la personne dans le processus d'appropriation est modélisée en phases, mais n'est pas linéaire. Le parcours peut revenir à une phase antérieure, voire reboucler complètement. »

L'entrée dans le parcours se fait soit par un désir propre à l'individu (réduire les inégalités, modifier le fonctionnement des cours, accompagner un projet spécifique), soit par contrainte (norme perçue, obligation des programmes).

Le modèle pédagogique implicite, construit autour de trois pôles, permet d'explicitier les phases de transitions, les blocages ou les facilitations :

- > l'axis, c'est-à-dire les valeurs éducatives défendues,
- > la praxis, le pôle didactique des pratiques et des méthodes,
- > et la psyché, qui est la dimension émotionnelle et psychologique de la pédagogie.

Parcours d'appropriation du numérique par les enseignants



Source : d'après Plantard P. (2016), *op. cit.*

1. Voir la captation de sa conférence : « Appropriation du numérique et liens psychiques », Université Rennes 2, 21 décembre 2018.

2. *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, Paris, Nathan, 1994 (2e éd. mise à jour et augm. 2000 ; dern. éd. mise à jour, Retz, 2005).

3. Carré P., Caspard P. (dir.), *Traité des sciences et techniques de la formation*, Malakoff, Dunod, 1999 [4e éd. revue et augm., 2017].

4. Jouët J. (2000), « Retour critique sur la sociologie des usages », *Réseaux*, vol. 18, n° 100 : « Communiquer à l'ère des réseaux », p. 487-521.

5. Larroze-Marracq H. (1999), « Apprentissages scolaires et construction des connaissances de Piaget à Vygotsky », *Congresso internacional comemorativo do 1º Centenario do nascimento de Jean Piaget, 1996, Lisbonne, Portugal*, p. 109-119.

6. Plantard P. (2016), « Temps numériques et contretemps pédagogiques en Collège Connecté », *Distances et médiations des savoirs* [En ligne], n° 16.

La dimension personnelle de l'appropriation

L'appropriation des technologies est tout d'abord un processus d'acquisition individuel de connaissances et de compétences, des savoirs, des savoir-faire et des habilités pratiques [Jouët, 2000, *op. cit.*] avec une négociation entre l'utilisateur et la technologie mêlée de bricolage et de braconnage [Plantard, 2014⁷]. L'appropriation d'une technologie renvoie à la théorie de l'activité, les individus transforment leurs connaissances à partir de leurs pratiques [George, 2012⁸]. Pour Proulx [1988⁹] : « *La démarche individuelle d'appropriation [est] centrée sur l'acquisition individuelle de connaissances et de compétences : il s'agit de la manière par laquelle un individu acquiert, maîtrise, transforme ou traduit les codes, protocoles, les savoirs et les savoir-faire nécessaires pour transiger correctement" avec les ordinateurs qui l'entourent dans son environnement.* » C'est un processus d'intériorisation [Proulx, 2006¹⁰] qui va progressivement évoluer vers une dimension plus collective, au travers de la genèse instrumentale [Rabardel, 1995¹¹]. La transformation par l'enseignant d'un outil en instrument de sa pédagogie s'enrichit des échanges entre les différents sujets composant le collectif, qu'ils soient élèves ou enseignants.

L'appropriation se construit dans et autour du collectif

Comme pour le langage, les technologies numériques sont à prendre comme des instruments de médiation de l'activité ; la tablette, l'ordinateur, le MP4 ou le smartphone peuvent être appréhendés comme le média sur lequel va s'appuyer et se construire la communication entre les usagers. Pour Engeström [1987, cité par Dubruc, 2009¹²], l'activité du sujet [individu ou groupe] se construit au sein d'une communauté qui regroupe les individus ou des sous-groupes partageant le même projet, ou le même objectif.

Pour Jouët [2000, *op. cit.*], l'appropriation met tout autant en jeu l'identité personnelle que l'identité sociale de l'individu (marquage social), d'autant que nous parlons ici d'un groupe social particulier, au sein duquel les usages numériques professionnels viennent questionner l'accomplissement propre de chaque enseignant, l'intensité de l'usage professionnel étant un indicateur d'appropriation [*ibid.*]. Pour George [2012, *op. cit.*], l'appropriation a lieu entre le moment où se développent les premiers usages [en tant qu'ensembles de pratiques socialisées¹³] et celui où il y a stabilisation de ceux-ci, qui deviennent alors des usages sociaux. Pour Proulx [1998, *op. cit.*, p. 14], cette appropriation n'est complète que si « *la mise en œuvre des nouveaux outils et des nouveaux savoirs contribue à la transformation du mode de gestion des connaissances propres au groupe ou à la catégorie sociale qui s'approprie l'outil* ».

La « forme scolaire », qui est un véritable moule organisationnel [Poyet, 2014¹⁴], représente l'une des difficultés qui vient freiner l'appropriation des technologies par les enseignants, du fait de l'opposition entre deux logiques sociales : d'une part, la culture numérique ordinaire, que ce soit celle des élèves ou des enseignants, plutôt associée aux loisirs, aux activités personnelles, et qui se construit à travers des apprentissages informels, une coopération horizontale ; et d'autre part, la culture numérique scolaire, qui est bornée par des exigences prescriptives, des référentiels et une forme scolaire [Cerisier, 2015¹⁵] très formelle [Poyet, 2014, *op. cit.*]. Ce qui revient à dire que l'appropriation nécessaire n'est pas seulement technique mais qu'elle est tout autant culturelle et sociale, par exemple vis-à-vis des usages ordinaires des jeunes aujourd'hui. Afin de transformer les usages scolaires, il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble de ces dimensions dans le cadre de la formation des enseignants. De fait, est-ce que les connaissances primaires des néotitulaires pourraient amener à la constitution d'une culture numérique différente, plus adaptée à celle des jeunes [*ibid.*] ?

7. Plantard P. [2014], *Anthropologie des usages du numérique*, Note de synthèse d'HDR [4 juillet 2014, Université de Nantes, Nantes].

8. George É. [2012], « L'étude des usages des TIC au prisme de la recherche critique en communication dans la sociologie des usages, continuités et transformations », in Vidal G., *La Sociologie des usages, continuités et transformations*, Cachan, Lavoisier-Hermès, p. 25-62.

9. Proulx S. [1988], *Vivre avec l'ordinateur : les usagers de la micro-informatique*, Boucherville [Québec], G. Vermette..

10. Proulx S. [2006], « Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui : enjeux, modèles, tendances », in Vieira L., Pinède-Wojciechowski N. [dir.], *Enjeux et usages des TIC : aspects sociaux et culturels*, tome I, Bordeaux, Presses universitaires de Bordeaux, p. 7-20.

11. Rabardel P. [1995], *Les Hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*, Malakoff, Armand Colin, p. 239.

12. Dubruc N. [2009], « Le stage en entreprise : facteur de développement ? Un dispositif de formation structuré par des instruments langagiers : rôle du stage en formation initiale d'ingénieurs », Thèse de doctorat en psychologie, Université Lumière-Lyon 2.

13. Ineduc, [2015].

14. Poyet F. [2014], « La culture numérique des jeunes professeurs des écoles peut-elle permettre de réduire l'écart entre natifs et immigrants du numérique ? », *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, vol. 11, n° 3, p 6-21.

15. Cerisier J.-F. [2015], « La forme scolaire à l'épreuve du numérique ».

QUELS COLLECTIFS ENSEIGNANTS POUR LES USAGES PÉDAGOGIQUES NUMÉRIQUES À L'ÉCOLE ?

Un travail collectif institutionnalisé

En 2017, Anne Barrère¹ revient sur les interrogations qu'elle se posait en 2002, concernant la difficile mise en œuvre du travail en équipe par les enseignants, malgré une injonction forte dans les directives institutionnelles et les nouveaux programmes de collège. Suite à la loi sur la Refondation de l'École de 2013, ces nouveaux programmes ont été revus en 2015, avec la réforme du collège de M. Peillon. L'incitation au travail en équipe et au travail collaboratif s'y retrouve, non seulement dans les textes généraux mais aussi dans chaque descriptif des programmes disciplinaires.

En 2018, Anne-Françoise Gibert note que l'injonction institutionnelle se retrouve aussi dans le contexte international, avec les organismes internationaux comme l'Unesco, la Communauté européenne, l'OCDE et le dernier rapport PISA (2015), qui précise que « *dans les pays ayant les meilleurs résultats, les échanges professionnels et la formation entre groupes de pairs sont prépondérants et permettent une évolutivité des systèmes éducatifs* » (Gibert, 2018²).

Au-delà de cet intérêt institutionnel, ou institutionnalisé, d'autres travaux de recherche, dont ceux d'Elzbieta Sanojca, en 2018, montrent que le travail en équipe, plus exactement les pratiques collaboratives, accompagnent « *les mutations sociétales liées notamment à la transformation numérique. [...] Pour les acteurs impliqués dans ces pratiques collaboratives, elles sont porteuses d'une promesse de développement des personnes s'appuyant sur des relations de réciprocité et de confiance* » (Sanojca, 2018³).

Différentes formes de travail collectif en établissement

Pour définir ce que peut être le travail au sein d'un collectif d'enseignants, il faut prendre en compte ses différentes formes : « *On peut évaluer une compétence collaborative*

selon "la maturité du "faire ensemble" en prenant en compte l'étendue des pratiques et le degré de régulation collective. Ainsi, le travail "en réseau" est considéré comme une forme moins mature que la "coopération" ou la "coordination" alors que la "collaboration" serait une forme plus développée » (in Hardouin et al., 2016⁴).

Au-delà du travail en réseau, coopératif, collaboratif, Anne Barrère (2002⁵ ; 2017, *op. cit.*) distingue trois formes de travail collectif en établissement : le travail en équipe obligatoire, le travail occasionnel sur projet et les échanges informels. Pour le travail en équipe obligatoire, ce ne sont pas dans ces instances que l'on trouve de véritable lieu propice à l'appropriation de nouvelles pratiques. Lors des réunions de coordination disciplinaire, les sujets portent sur la répartition des classes, le choix du manuel ou l'organisation des épreuves. Et, quand elle existe, la commission numérique en établissement va plutôt débattre des problèmes techniques, d'accès ou de maintenance, que de nouvelles pratiques en classe. Le travail occasionnel sur projet est plus souvent mis en œuvre dans les établissements à contexte difficile (Barrère, 2017, *op. cit.*), certains projets peuvent porter sur les usages pédagogiques numériques, mais ils ne sont pas la majorité. Enfin, les échanges informels, c'est le niveau le plus simple de collaboration (Gibert, 2018, *op. cit.*), souvent organisé autour des objets ressources comme la machine à café ou à thé (Dutercq, 1991⁶), mais aussi des objets technologiques comme les tablettes. Ces objets ressources sont activés par les individus pour entrer en relation et construire une sociabilité interne à l'établissement. C'est là que s'échangent le plus d'informations sur les pratiques avec le numérique, « entre deux portes ».

Des difficultés pour organiser un collectif autour des usages pédagogiques du numérique

Différents auteurs se sont interrogés sur les raisons d'une mise en place difficile du travail collaboratif en établissement.

1. Barrère A. (2017), *Au cœur des malaises enseignants*, Paris, Armand Colin.

2. Gibert A.-F. (2018), « Le travail collectif enseignant, entre informel et institué », *Dossier de veille de l'IFÉ*, n° 124, p. 2.

3. Sanojca E. (2018), « Les compétences collaboratives et leur développement en formation d'adultes : le cas d'une formation hybride », Thèse en sciences de l'éducation (Université Rennes 2).

4. Hogue (1993) ; Frey (2006), cités in Hardouin M. et al. (2018), « Des fonctions d'un glossaire dans un programme de recherche pluridisciplinaire », *EspacesTemps.net* [En ligne].

5. Barrère A. (2002) « Un nouvel âge du désordre scolaire : les enseignants face aux incidents », *Déviance et Société*, vol. 26, n° 1, p. 3-19.

6. Dutercq Y. (1991), « Thé ou café ? ou comment l'analyse de réseaux peut aider à comprendre le fonctionnement d'un établissement scolaire », *Revue française de pédagogie*, n° 95, p. 81-97.

Pour Daguët et Wallet [2012⁷], il n'y a pas de posture technophobe mais une revendication systématique. Citant Moeglin [2005⁸] : « *Il arrive à certains d'entre eux [objets technologiques] d'être investis de finalités éducatives ou de se prêter à des usages éducatifs... leur conversion éducative ne s'opère toutefois pas naturellement.* » On peut voir ici la prégnance de la genèse instrumentale (Vergnaud, 1998⁹) et de sa nécessaire construction dans un parcours d'appropriation. À cette genèse instrumentale, profondément personnelle, Daguët [2012] ajoute qu'il faut aussi des acteurs, donc un collectif, qui sera un élément facilitant, pour prendre en compte les contraintes du contexte et de l'environnement.

En fait, il n'existe aujourd'hui « *aucune opposition globale et monolithique des enseignants* ». D'autant qu'il y a déjà des pratiques collaboratives existantes et que le travail collaboratif est justement un moyen de sortir de l'isolement de la structure en « *boîte à œufs* » (Barrère, 2017, *op. cit.*).

Cette « boîte à œuf » [qui décrit un espace où chaque enseignant est enfermé entre quatre murs avec sa classe et isolé des autres] est associée à la notion de « *forme scolaire*¹⁰ » (Vincent, 1994, cité par Daguët, 2018¹¹ ; Cerisier, 2015). Celle-ci nécessite un espace, la classe, « univers séparé pour l'enfance », un temps organisé par les savoirs à transmettre, et un professionnel prêt à construire les conditions facilitant les apprentissages. Pourtant, selon Cerisier [2015¹²], la « *forme scolaire* » est liée à la notion de « *culture[s] à l'ère du numérique* » et, dans cette dimension culturelle, il y a nécessairement une interaction entre les actions individuelles et les collectifs, puisque la construction culturelle s'appuie sur les interactions sociales.

Finalement, les difficultés sont de plusieurs ordres et peuvent varier, selon le contexte de chaque établissement. Dans leur parcours initial, il y a tout compte fait peu d'occasions, au cours du cursus scolaire puis du cursus de formation professionnelle, pour construire des compétences de travail collaboratif. Il y a aussi la structure des équipes, fragile, qui peut être modifiée d'une année à l'autre par le biais des mutations et des évolutions de statut, ce qui contribue à déconstruire les collectifs en formation (Dutercq, 1991, *op. cit.* ; Gibert, 2018, *op. cit.*) ; il y a le regard des autres enseignants, parfois critiques envers certains projets collectifs (Barrère, 2017, *op. cit.*) ;

il y a enfin l'indifférence de l'institution et la faible reconnaissance du travail réalisé (Daguët, 2012).

L'ensemble de ces éléments vient plus ou moins agir sur la mise en place de collectifs en établissement.

S'appuyer sur la co-animation en local, sur les « communautés de pratiques »

La co-animation, telle qu'elle a été définie dans un collège numérique (Plantard *et al.*, 2015¹³), consiste à associer, dès l'arrivée d'une demande d'accompagnement, notamment sur la mise en œuvre d'une technologie en classe, un enseignant volontaire à l'enseignant en recherche d'accompagnement. Le binôme va construire la séance de concert ; des échanges informels, des discussions ont lieu en amont de la séance, puis l'enseignant « ressource » va accompagner l'enseignant « demandeur » dans sa classe pendant sa séance, et ils vont prendre un temps après la séance pour discuter de ce qui a fonctionné ou pas. C'est donc un processus local, avec un accompagnement dans la classe, dans la zone « proximale de développement » de l'enseignant (Vygotski, 2019¹⁴), ce qui facilite la mise en confiance.

Il est à noter que le lien qui va se tisser au détour de chaque partenariat ne va pas être uniquement « technique », mais aussi pédagogique et psychologique. Analysée au travers du modèle pédagogique implicite (Plantard, 2016¹⁵), la présence d'une seconde personne dans la classe, alors que l'enseignant se met en position dangereuse d'innovation pédagogique, permet de renforcer la confiance et le sentiment d'efficacité personnelle au niveau du pôle psychologique. C'est donc un atout pour évoluer dans son parcours d'appropriation (Plantard *et al.*, 2015, *op. cit.*).

En ce qui concerne les « communautés de pratique » (Wenger, 2005¹⁶), en plus des groupes de secteurs (dispositifs institutionnels), plusieurs initiatives seront à suivre dans les années qui viennent : l'association Prof@brest¹⁷, Les Coopératives pédagogiques numériques du projet Interactik¹⁸, et plusieurs autres, présentes sur d'autres territoires.

7. Daguët H., Wallet J. [2012], « Du bon usage du "non-usage" des TICE », *Recherches & Éducatives*, n° 8, p. 35-53.

8. Moeglin P. [2005], *Outils et médias éducatifs. Une approche communicationnelle*, Saint-Martin-d'Hères, Presses universitaires de Grenoble.

9. Vergnaud G. [1998], « Toward a cognitive theory of practice », in A. Sierpiska Anna, Kilpatrick Jeremy (dir.), *Mathematics Education as a Research Domain: A Search for Identity*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, p. 227-241.

10. Forme scolaire : « *L'institution scolaire se définit par des objectifs à atteindre et un ensemble de règles socialement acceptées qui encadrent l'activité de tous les acteurs* » (Cerisier, 2015).

11. Daguët H. [2018], « Appropriation des technologies numériques », conférence de rebond « Les enseignants et le numérique : dynamiques d'appropriation des technologies numériques dans les trajectoires professionnelles. Dynamiques collectives en établissement scolaire sur le parcours d'appropriation des technologies numériques », décembre 2018, Rennes, France.

12. Cerisier J.-F. [2015], « La forme scolaire à l'épreuve du numérique », Laboratoire Techné [EA 6316], université de Poitiers [En ligne].

13. Plantard P. *et al.* [2015], « Technographies du collège connectés Léonard-de-Vinci à Saint-Bieuc », Rapport de la recherche, Paris, SGMAP.

14. Vygotski L. [1934], dern. éd. 2019], *Pensée et Langage*, trad. Françoise Sève, Paris, La Dispute, p. 383.

15. Plantard P. [2016], « Temps numériques et contretemps pédagogiques en Collège Connecté », *Distances et médiations des savoirs*, n° 16 [En ligne].

16. Wenger É. [2005], *La Théorie des communautés de pratique*, Saint-Nicolas (Québec), Les Presses de l'université Laval.

17. Voir www.a-brest.net/rubrique288.html

18. Voir www.interactik.fr/portail/web

TECHNO-IMAGINAIRES ET APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

Techno-imaginaires ?

Tant pour les élèves que pour les enseignants, il est nécessaire de prendre en compte les processus intersubjectifs d'appropriation des technologies numériques qui s'arriment à des « techno-imaginaires ». Selon l'anthropologue Georges Balandier [1986¹] : « *C'est sans doute la première fois dans l'histoire des hommes que l'imaginaire est aussi fortement branché sur la technique, dépendant de la technique, et cela mérite une considération attentive.* » Depuis les années 1980, dans les discours produits sur les technologies, certains avancent qu'elles vont sauver le monde : c'est le techno-messianisme. D'autres pensent qu'elles vont nous asservir, nous aliéner : c'est le techno-catastrophisme. « *Des travaux de plus en plus nombreux [liés aux usages des TIC] montrent en effet qu'ils peuvent également prendre forme sur fond de domination, de dépendance, de surcharge cognitive ou d'incapacité effective à faire proliférer des liens* » [Granjon, 2009²]. Selon Pierre Musso, il est impossible pour l'homme de « *dissocier les objets techniques qu'il produit pour transformer son rapport au monde, de l'imaginaire qu'il associe à ces objets et à leurs usages* » [Musso, 2009³]. Ces imaginaires vont influencer nos pratiques. Aujourd'hui, « *[l]es techno-imaginaires ont fondé les TIC comme une nouvelle norme sociale très valorisée. Chacun peut l'investir par sublimation, soit, d'après Freud, par déplacement des pulsions vers des objets socialement valorisés* » [Plantard, 2011⁴]. Les techno-imaginaires s'appuient sur des mythes très anciens. Abraham Moles [cité par Musso, 2009, *op. cit.*] a décrit une vingtaine de mythes cachés dans les innovations numériques. Tous ces mythes participent à la création des imaginaires, qui forment « l'inconscient des sociétés » [Musso, 2009, *op. cit.*], puisqu'ils émanent de mythes préexistants, revisités avec l'arrivée des technologies numériques.

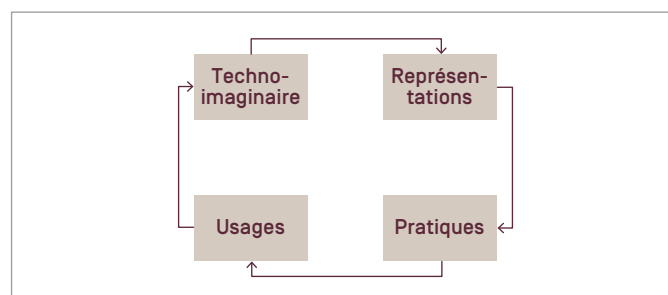
Ces techno-imaginaires sont identifiables dans les discours des innovateurs, des concepteurs, qui sont encore

amplifiés par les publicitaires [Flichy, 2001⁵] : « Vous êtes ici et ailleurs, vous entrez dans une autre dimension », « Téléphoner devient un sixième sens », « *Think different* ». Ces imaginaires sont mobilisés par les romanciers, les cinéastes, les auteurs de BD : *AI* de Steven Spielberg [intelligence artificielle], *Blade Runner* de Ridley Scott [les Répliquants], *Matrix* des frères Wachowski [la matrice], *1984* de Radford d'après George Orwell [Big Brother]...

Processus de socialisation des technologies numériques

Pascal Plantard [2016⁶] modélise ce processus de socialisation des technologies numériques de la façon suivante :

Boucle itérative des usages



Source : d'après Plantard [2016].

La boucle itérative articule quatre éléments qui participent au processus de construction-socialisation des usages :

1. les mythes participent à la création des techno-imaginaires. Ces derniers sont l'inconscient des sociétés et ils se cristallisent en représentations ;
2. les représentations sociales du numérique, partagées par toutes les personnes d'une même culture, servent à comprendre et à expliquer la réalité technologique. La représentation partagée fait que chacun reconnaît l'instrument et déclenche les pratiques numériques du « groupe social » ;

1. Balandier G. [1986], « Un regard sur la société de communication », in Duyckaerts É., Musso P., Vernier J.-M. (dir.), Pierre (dir.), *Actes du colloque « Nouveaux programmes et communication audiovisuelle »*, CNCA, Paris, TV-Mission Câble/Éditions du Centre Georges-Pompidou (p. 161).
 2. Granjon F. [2009], « Inégalités numériques et reconnaissance sociale. Des usages populaires de l'informatique connectée », *Les Cahiers du numérique*, vol. 5, n° 1, p. 19-44.
 3. Musso P. [2009], « La télévision publique, nouvelle école de la république ? », *Quaderni*, n° 68, p. 103-111.
 4. Plantard P. (dir.), [2011], *Pour en finir avec la fracture numérique*, Limoges, Fyp éditions.
 5. Flichy P. [2001], *L'imaginaire d'Internet*, Paris, La Découverte.
 6. Plantard P. [2016], « Temps numériques et contretemps pédagogiques en Collège Connecté », *Distances et médiations des savoirs* [En ligne], n° 16.

3. les pratiques sont les activités numériques concrètes dans un environnement technologique particulier. De ce fait, toutes les pratiques ont un sens, elles ne sont pas neutres et dépendent du contexte dans lequel elles se situent. Les pratiques révèlent alors autant de l'usager que de sa vision du monde, dans son environnement. Lorsque les pratiques sont partagées, elles se socialisent en usages ;
4. les usages fondent de nouvelles normes sociales qui ont des effets transformant sur nos imaginaires.

En éducation

En éducation, la place des imaginaires est première car les processus même de l'éducation procèdent de la transmission, voire du partage des imaginaires. En effet, tout parent passe du bébé fantasmé dans le désir d'enfant, puis dans la grossesse, à la rencontre avec l'enfant singulier, ayant son imaginaire propre, modifiant par là même les imaginaires parentaux. Comment ne pas se souvenir des mots d'enfants qui signent cette « friction des fictions », pour reprendre le mot de Musso [2009, *op. cit.*] ?

Pam a 4 ans. Elle rentre d'une journée à l'école maternelle consacrée à la visite d'un musée d'Art contemporain, et annonce fièrement à ses parents : « J'ai vu tous les tableaux de Pickatsshouu. Ils sont trop beaux. » Dans son esprit, Picasso s'assemble à « Pikachu⁷ » dont parle tant sa grande sœur et, depuis, Pam dessine, dessine et dessine encore. Gilbert Durand [1963⁸] considère que « *le jaillissement luxuriant des images, même dans les cas les plus confusionnels, est toujours enchaîné par une logique, fût-elle une logique appauvrie, une logique de quatre sous* » ». Pour Pam, quoi de commun entre le peintre de génie et les Pokémon ? Peut-être l'émotion ressentie devant l'épure du trait, qu'il soit surréaliste ou manga.

Prenons un autre exemple : une action effectuée en 2011-2012 avec les collégiens d'un quartier très défavorisé. Sur 5 mois, des éducateurs ont travaillé avec 22 collégiens de classe de 5^e, 2 enseignants et 2 personnels techniques du collège pour produire une vidéo mettant en scène la vision des jeunes de l'école en 1950, en 2012 et en 2050.

Ce travail a produit des changements de comportement notables chez les collégiens et la vidéo a été ensuite utilisée comme support de débat dans toute l'académie.

Pour « l'école de 1950 », les collégiens se représentent dans des écoles professionnelles non mixtes. Les garçons sont en blouse grise dans un atelier. Ils apprennent à scier. L'enseignant (joué par un agent technique du collège) est autoritaire et donne des coups de baguette aux indisciplinés. Les filles font de la couture avec une enseignante (jouée par une cuisinière du collège) et reçoivent des « bons points ».

Pour l'école d'aujourd'hui [2012], les jeunes présentent le collège tel qu'ils le vivent. Une entrée en classe bruyante, avec des provocations à l'encontre de l'enseignante, qui se trouve sur l'estrade. Dans la même classe, les garçons d'un côté et les filles de l'autre. Lorsque celles-ci entrent en jupe dans la classe, les insultes fusent, l'enseignante crie... « Enfer ordinaire » d'un collège défavorisé, tel qu'on peut le voir dans le film de Laurent Cantet *Entre les murs* [2008].

Pour l'école de 2050, garçons et filles, mélangés, échangent posément avec l'enseignante autour d'une table ronde. Ce sont leurs déguisements qui attirent notre attention. Comme si l'imaginaire éducatif d'un apprentissage coopératif avait besoin du secours des techno-imaginaires pour s'exprimer, les collégiens sont bardés de « bidules » technologiques. Ils ont ramassé tout ce qu'ils ont pu trouver chez eux ou dans leur entourage : téléphones portables, consoles de jeux vidéo, lecteurs MP3 et même les vieilles radios et les Game Boy⁹ désuètes de leurs grands frères et sœurs. Ces jeunes n'imaginent en aucune façon cet « idéal pédagogique » de 2050, où l'apprentissage serait mutualisé et transversal, où les rapports de genres et les liens sociaux seraient apaisés, sans le recours aux technologies du futur, même, et surtout, si elles viennent du passé. La présence des machines tient lieu de grand récit. Les adolescents n'en parlent pas, les machines parlent d'eux et parlent pour eux.

Ainsi, les techno-imaginaires ne concernent pas que les artistes, les designers ou les industriels des technologies et du divertissement, ils concernent les usagers et, à ce titre, tous les apprenants et tous les éducateurs.

7. Pikachu est un personnage du jeu vidéo *Pokémon*, dont une adaptation télévisuelle a été tirée.

8. Durand G. (1963), *Les Structures anthropologiques de l'imaginaire*, Paris, PUF [12^e éd. Dunod, 2016], [p. 21].

9. La Game Boy est une console de jeux vidéo portable créée par Nintendo en 1989.

NUMÉRIQUE ET ÉCOLE INCLUSIVE

École inclusive et accessibilité

L'école inclusive se doit d'accueillir et de répondre aux besoins de tous les élèves et cette inclusion doit se faire dans un système éducatif ordinaire, de manière à ce que chacun puisse y avoir accès. Ébersold et Armagnague-Roucher précisent toutefois que l'école inclusive ne peut se limiter à son seul accès, elle doit aussi être accessible. L'accessibilité, dans ce cas, signifie « avoir accès aux mêmes chances et aux mêmes opportunités, indépendamment de ses caractéristiques individuelles » (Ébersold, Armagnague-Roucher, 2017¹). Ainsi, au-delà de l'accès matériel, les enjeux de l'école inclusive sont de réduire les inégalités d'accès au savoir, les préjugés ou les humiliations.

Or les élèves qui dérogent aux normes scolaires posent problème à l'école. L'accompagnement de ces élèves à « besoins éducatifs particuliers » (BEP), interroge l'image et le rôle des enseignants, les empêche de s'installer dans une routine, questionne les certitudes de la communauté scolaire et suppose l'acceptation de tâtonnements pédagogiques.

La notion d'accessibilité, quant à elle, implique une reconnaissance de la différence, une capacité à prévenir les discriminations et le développement de stratégies éducatives complexes (ibid., p. 138), de la part des acteurs éducatifs. Ces stratégies supposent de mobiliser des ressources symboliques, sociales et culturelles pour écarter toute forme de discrimination ou d'exclusion et faire que l'élève à besoins éducatifs particuliers apparaisse comme « un élève au premier chef » (ibid., p. 142). C'est là la « mission d'affiliation » des établissements scolaires. Elle permet aux élèves et à leur famille d'être reconnus comme membres de la communauté scolaire à part entière ; elle favorise une reconnaissance constitutive de l'appartenance sociale (Ébersold, 2017a²).

Transformer l'école

Selon Ébersold, la notion d'accessibilité s'ancre dans l'organisation des établissements et repose sur le sens collectif de la prise en compte des particularités individuelles. L'accessibilité conditionne le climat scolaire et évite les stratégies de dissimulation développées par les élèves pour ne pas révéler leur déficience. La légitimité scolaire des élèves à besoins éducatifs particuliers ne

dépend donc pas d'eux-mêmes mais de leur environnement institutionnel. L'impératif d'accessibilité a donc pour objectif de « pallier les inaptitudes et les incapacités des établissements et non celles des élèves » (ibid., p. 90).

Parallèlement à l'exigence d'engagement faite aux enseignants et aux établissements scolaires, les élèves et leurs familles doivent aussi s'investir dans leur inclusion scolaire. L'élève doit être co-constructeur de son devenir et refuser toute passivité à l'égard des pratiques enseignantes et éducatives. Cette conception méritocratique des logiques de l'accessibilité va dans le sens des textes sur les logiques inclusives. Pourtant, tous les élèves n'ont pas les capacités d'interroger les pratiques enseignantes. L'inclusion serait alors un privilège réservé aux plus méritants (Ébersold, 2017b³).

Pour Ébersold, l'impératif d'accessibilité « associe les établissements scolaires à des microsociétés, garantes des droits individuels et du bien-être de ses membres, source de justice et de cohésion sociales » (Ébersold, 2017a, op. cit., p. 93). Il définit les microsociétés comme un espace-lieu de développement personnel et social, porté par un idéal de management revendiquant une dimension éthique. On observe alors une transformation de « l'usager abstrait des textes de loi en un usager expérimentant concrètement sa condition de citoyen » (ibid.).

On observe également une transformation dans les organisations. Les politiques inclusives transfèrent des responsabilités sociales aux établissements scolaires. Ils sont garants de l'application des droits, de la participation citoyenne et du développement de l'autonomie de leurs élèves. « Les politiques inclusives font des organisations le lieu où l'innovation ordinaire doit faire société et où chacun doit trouver les formes de reconnaissance fondant l'appartenance sociale » (ibid., p. 95). Les politiques inclusives opposent « à la pérennité de l'institution historiquement ancrée dans des enjeux et des luttes politiques, économiques et sociales, l'éphémère de l'organisation apprenante » (ibid.).

Trois points de vigilance

À travers un retour réflexif sur trois recherches collaboratives menées avec des équipes de professionnels dans les domaines de l'enseignement, de la santé et de la formation professionnelle des adultes, Line Numa-Bocage

1. Ébersold S., Armagnague-Roucher M. (2017), « Impertinence scolaire, orchestration de l'accessibilité et inégalités », *Éducation et Sociétés*, vol. 39, n° 1, p. 137-152 (p. 139).

2. Ébersold S. (2017a), *Éducation inclusive : privilège ou droit ? Accessibilité et transition juvénile*, Saint-Martin-d'Hères, PUG.

3. Ébersold S. (2017b), « L'École inclusive, face à l'impératif d'accessibilité », *Éducation et Sociétés*, vol. 40, n° 2, p. 89-103.

(2019⁴) discute les dimensions prospectives dans les transformations des établissements d'enseignement et d'éducation, mais également dans les pratiques pédagogiques.

Ses analyses s'inscrivent dans le champ de la didactique professionnelle (Pastré, Vergnaud, Mayen, 2006⁵). Elles mettent à jour les développements induits par l'usage des média et des outils numériques dans les formes d'apprentissage. Elles soulignent différentes dimensions des médiations didactiques (Weil-Barais, 2011⁶ ; Numa-Bocage, 2019, *op. cit.*) en œuvre, cherchant à favoriser le bien-être des apprenants et une meilleure appropriation des savoirs. Il apparaît ainsi que la prise en considération des propositions des jeunes dans ces approches favorise un rapport positif à l'école et une plus grande confiance dans les enseignants. Line Numa-Bocage considère que l'apprentissage et le développement doivent se faire « avec » les jeunes, et pas seulement « pour » les jeunes.

POINT DE VIGILANCE 1

Pour l'école inclusive, il est primordial de favoriser le transfert des compétences de l'espace personnel vers les apprentissages scolaires.

Le premier exemple est issu d'une recherche collaborative avec un service de cardiopédiatrie de l'hôpital Necker, qui se pose la question de l'éducation des enfants et des familles à l'utilisation d'un appareil de mesure de fluidification du sang (Coagucheck). L'un de ces enfants par exemple, Taieb, 4 ans, joue avec le téléphone portable de ses parents. Il développe un savoir dans son quotidien, à l'extérieur de l'école. Comment faire pour que ces compétences puissent être autorisées à s'exprimer dans le cadre scolaire ? La séance d'ETJP (éducation thérapeutique du jeune patient) consiste à proposer des jeux d'horloge permettant une transposition d'usage de l'appareil, afin d'acquérir les compétences pour programmer la date et l'heure pour effectuer le prélèvement.

POINT DE VIGILANCE 2

L'école inclusive passe par la transformation (positivation) des représentations de l'élève en situation de handicap et du professionnel qui l'accompagne.

Le deuxième exemple provient d'un centre médico-éducatif avec des élèves de primaire très lourdement handicapés (vision, motricité, IMC, etc.). Dans la séquence observée, les jeunes jouent à un jeu vidéo (inspiré de *Tetris*), avec lequel ils essaient de construire des structures géométriques et de faire des figures sur un écran tactile. Lors de l'entretien en autoconfrontation mené avec le psychomotricien, celui-ci décrit très bien le moment où l'élève oublie spontanément ses difficultés oculomotrices, malgré le handicap lourd, pour produire des gestes, au travers du jeu, grâce à la motivation pour résoudre la tâche. Ce que le praticien évalue comme un progrès provoquant un renforcement positif de l'estime de soi chez le jeune.

POINT DE VIGILANCE 3

Les pratiques numériques pédagogiques (ici Internet et la vidéo) dévoilent (Plantard, 2011⁷) des rapports aux savoirs inscrits profondément dans des cultures, des imaginaires et des territoires spécifiques. La notion d'inclusion doit se fonder sur ces rapports aux savoirs « anthropologiques ».

Le dernier exemple de Line Numa-Bocage provient d'une recherche-action menée avec un collège, en Martinique, avec des élèves de milieux plutôt défavorisés. Il s'agit d'un projet pédagogique en histoire, autour de l'esclavage, qui se base sur la découverte du jeu d'Awalé, d'origine africaine, présent aux Antilles. Les élèves ont recherché des informations sur l'origine de ce jeu et découvert des événements et des phénomènes ayant trait à l'esclavage, sur Internet.

À partir de là, les élèves ont :

- > écrit un script qu'ils ont joué au théâtre et filmé,
- > effectué la production d'un DVD et d'un livre électronique,
- > et, enfin, fabriqué des jeux d'Awalé en bois.

Voyant leurs enfants se mobiliser, les parents se sont impliqués pour trouver des personnes ressources, afin d'aider les élèves à construire le jeu. Ce projet a réussi à rassembler toute la communauté éducative autour des élèves pour la réalisation de productions numériques ancrées dans la culture locale.

Ces trois points de vigilance posent la question de la « didactisation » en environnement numérique et renvoient à de nouvelles compétences pour les enseignants, que la formation initiale et continue doit prendre en compte.

4. Voir la captation de son intervention lors du séminaire organisé par le Créad, le 7 juin 2019 : « Les dimensions prospectives de l'usage du numérique dans les pratiques enseignantes et éducatives ».

5. Pastré P., Mayen P., Vergnaud G. (2006), « La didactique professionnelle », *Revue française de pédagogie*, n° 154, p. 145-198.

6. Weil-Barais A. (dir.), ([1999]), dern. éd. 2011), *L'Homme cognitif*, Paris, PUF.

7. Plantard P. (dir.), (2011), *Pour en finir avec la fracture numérique*, Limoges, Fyp éditions.

G T N U M 9

C A H I E R

D ' E X P É R I E N C E S

2 0 2 0

Les enseignants et le numérique

Modèles pédagogiques
vs modèles
d'appropriation
des technologies
numériques

Pascal Plantard,
Caroline Le Boucher,
Didier Perret,
Créad-M@rsouin –
Université Rennes 2

Groupes thématiques de la Direction du numérique pour l'Éducation (DNE – TN2)
MARS 2020



Ce cahier d'expériences est rédigé dans le cadre du groupe de travail numérique « GTnum9 », organisé par le Centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique – Créad [EA3875] –, laboratoire de recherches en sciences de l'éducation, et le GIS [groupement d'intérêt scientifique] Marsouin, réseau de recherche sur les usages des technologies numériques, dans le cadre d'un programme national soutenu par la Direction du numérique pour l'Éducation. L'objectif est de décrire une expérimentation d'environnements et d'instruments pédagogiques numériques, au regard du parcours d'appropriation par les enseignants. Ce cahier s'adresse aux enseignants, aux formateurs, aux éducateurs, aux cadres de l'Éducation, aux parents et, enfin, aux chercheurs.

L'ambition de ce portrait n'a pas vocation normative, mais illustrative. La description de l'expérience menée nécessite de replacer des pratiques dans leur contexte d'action ainsi que dans le parcours professionnel des enseignants, en particulier au regard de leurs usages numériques pédagogiques. Elle permet d'illustrer concrètement le cadrage théorique du GTnum9.

La notion d'appropriation prend ses racines à la fois dans la socio-anthropologie des usages et dans la théorie de l'activité¹. Elle a une dimension individuelle mais aussi collective². L'enseignant qui met en place une nouvelle pratique pédagogique n'est pas totalement isolé, il est en interaction avec des collègues, proches et éloignés (collaboration sur projet avec un collègue, échange d'expériences, mobilisations de ressources sur des blogs d'enseignants, interactions avec ses élèves, etc.). L'instrument est le résultat de l'appropriation par l'enseignant, progressivement construit à partir de l'expérience, dans des situations données³. Les potentialités de l'outil sont activées selon les schèmes de l'enseignant, qui font de chaque instrumentalisation un processus personnel.

Ceux qui souhaitent accompagner ou mettre en place des nouvelles pratiques pédagogiques s'appuyant sur des outils numériques trouveront donc dans ce cahier des points d'attention sur l'environnement et les processus personnels qui sont favorables à leur développement. Cette expérience n'a pas de valeur exemplaire, elle illustre une expérience d'enseignante singulière, afin de proposer une matrice pertinente, au regard de l'avancée des recherches et des cadres théoriques de ce champ, pour un recueil plus systématique des pratiques pédagogiques numériques.

1. Voir la captation vidéo de la contribution de Jean-Luc Rinaudo [Cirnef, université de Rouen-Normandie] au séminaire « Les enseignants et le numérique » organisé par le Cread, le 21 décembre 2018 : « [Appropriation du numérique et liens psychiques](#) ».

2. Voir Plantard Pascal (2016), « [Temps numériques et contretemps pédagogiques en Collège Connecté](#) », *Distances et médiations des savoirs*, n° 16 : « Enseignement et formation en régime numérique : nouveaux rythmes, nouvelles temporalités ? » ; voir aussi la vidéo de Didier Perret (Créad, université de Rennes 2, 2018), « [Parcours d'appropriation des instruments numériques par les enseignants du second degré](#) ».

3. Voir Rabardel Pierre (1995), *Les Hommes et les technologies. Une approche cognitive des instruments contemporains*, Paris, Armand Colin [mis en ligne sur hal.archives-ouvertes.fr].

CAHIER D'EXPÉRIENCES D'UNE ENSEIGNANTE

Sophie

Présentation succincte de l'expérience

Sophie est une jeune enseignante de sciences et vie de la Terre (SVT), TZR depuis trois ans dans l'académie de Rennes, et depuis deux ans dans son établissement, après une affectation en établissement REP+ en Région parisienne et dans une académie limitrophe, à l'issue de son Capes.

Sophie utilise toute l'année un chariot de tablettes mobiles en classe, lors de ses cours de SVT en collège, comme ressources documentaires et à des fins de différenciation pédagogique. Parmi ses outils pédagogiques numériques, elle développe aussi actuellement l'usage de grilles d'auto-évaluation avec des élèves de sixième et de cinquième, tout au long de leur année scolaire.

Origines des expériences pédagogiques mises en place

DES GRILLES D'AUTO-ÉVALUATION MISES EN PLACE SUITE À UNE FORMATION

Avec un groupe de collègues de son établissement, Sophie a participé à une formation sur « la classe accompagnée » proposée par un formateur expert de l'académie de Rennes ⁴. Par la suite, ces enseignants ont continué à échanger, de manière informelle, sur une mise en place pédagogique de cette méthode d'enseignement. La formation, puis les échanges et partages d'expériences portaient particulièrement sur leurs pratiques évaluatives. Plus spécifiquement, leur problématique professionnelle était de gérer en même temps des états d'avancement hétérogènes entre les élèves, tout en s'attachant à réduire le nombre d'élèves qui ne s'impliquaient pas dans le travail demandé en classe ou à la maison. « *On s'est questionné sur l'évaluation dans ces questions-là, on s'est questionné sur nos élèves qui ne font jamais rien, et qui ne font quand même jamais rien ! [rires] Sur ceux qui vont trop vite et qui, du coup, à qui on redonne à manger. On redonne à manger, et puis y'en a toujours derrière.* » Que des élèves arrivent en classe sans avoir réalisé leurs devoirs, ou en ayant oublié la séance précédente, est perçu comme une difficulté pour le bon déroulement de leurs séances. Pour répondre à ces problèmes, avant la formation, Sophie avait évoqué l'idée de distribuer des exercices qu'elle se proposait d'évaluer, ce qui nécessitait un temps supplémentaire important de préparation et de correction. Depuis, suite à la formation, elle amène régulièrement ses élèves à s'auto-évaluer en classe.

L'USAGE DE PC-TABLETTES DISPONIBLES

L'enseignante n'a pas eu à faire de demande de tablettes numériques, elles étaient déjà présentes dans l'établissement. Elle suppose qu'elles ont été obtenues par le biais du dispositif « Collège numérique ». L'existence de cet équipement, non utilisé dans l'établissement, l'a incitée à les tester en classe, avec l'accompagnement au démarrage d'un étudiant-apprenti en master « Technologies pour l'éducation et la formation » [TEF], animateur d'une Coopérative pédagogique numérique ⁵.

4. Alan Coughlin : <http://letlearn.eu/>

5. Les coopératives pédagogiques numériques bénéficient du soutien d'un étudiant, sous statut d'apprenti, en master TEF de l'université Rennes 2. Les coopératives pédagogiques numériques sont un dispositif expérimental de formation mis en place dans l'académie de Rennes, visant le développement des pratiques pédagogiques des enseignants instrumentées par des outils numériques. Pour plus de détails, voir la vidéo de présentation suivante : www.youtube.com/watch?v=L5j2Srie4B0 et une autre, directement sur le site du projet Interactik : www.interactik.fr/portail/web/cooperatives

Ce choix est aussi issu de la formation sur la classe accompagnée. En effet, l'usage des PC-tablettes de Sophie a une visée de différenciation pédagogique : les élèves ont un ensemble important de ressources à disposition, qu'ils peuvent consulter pendant la séance, au moment de leur choix, en fonction de l'avancement de leur plan de travail. Ces documents sont uniquement accessibles en classe, sur le réseau de l'établissement, ce qui nécessite des adaptations techniques. Depuis leur domicile, les élèves ne peuvent pas accéder aux mêmes ressources. En amont, Sophie a cherché des documents et des vidéos qu'elle a raccourcis pour les mettre à disposition des élèves. Elle se sent moins à l'aise techniquement sur le montage de vidéos et privilégie alors des extraits déjà prêts, d'autant que de nombreux enseignants mettent leurs ressources à disposition sur Internet.

L'USAGE DES PC-TABLETTES EN CLASSE ET SES APPORTS

« Une ressource documentaire qui les fait bosser ! »

Les classes de cette enseignante comprennent de 20 à 25 élèves [sixième, cinquième, quatrième]. Selon les classes, elle dispose d'un PC par élève ou pour deux élèves, ce qui reste une configuration confortable. Bien que les PC-tablettes soient stockées dans un chariot, celui-ci ne peut être déployé à l'étage, faute de place dans l'ascenseur. De fait, Sophie n'utilise pas les PC-tablettes pour l'un de ses cours, qui se situe dans une autre salle. Avec la « bonne » salle, les élèves prennent les PC-tablettes à leur arrivée, avant de s'installer, et travaillent individuellement, mais aussi parfois en sous-groupes de trois élèves maximum. Les élèves ont à leur disposition plusieurs supports, qu'ils peuvent consulter à tout moment du cours, lorsqu'ils le souhaitent : des vidéos, des photos, des animations flash, des prises de vue en 3D. Ils disposent d'un guide imprimé qui présente les différentes tâches à effectuer⁶, qu'ils peuvent réaliser dans l'ordre qu'ils préfèrent. Ils disposent donc de fichiers-ressources et d'activités. L'enseignante perçoit un intérêt de cet usage pour motiver les élèves et les mobiliser dans leurs apprentissages, puisqu'ils peuvent choisir le moment où ils réalisent une activité proposée. Depuis sa mise en place, et en regard des problématiques que le groupe d'enseignants avait formulées à propos du manque de continuité dans l'implication au travail des élèves, elle observe des apports qu'elle n'avait pas pensés initialement, en particulier la diversité des ressources. Ainsi, les élèves disposent de plusieurs supports sur un même sujet : « *Je trouve que ça leur permet peut-être de retrouver quelque chose qui leur parle un peu plus.* » Enfin, elle décrit un intérêt spécifique aux séances qui portent sur la reproduction humaine : la possibilité de travailler individuellement, dans un ordre choisi, qui semble faciliter l'appréhension du sujet par les élèves qui peuvent ressentir une gêne à aborder ce sujet et à poser des questions. Elle juge positifs les effets sur les élèves de cet usage du numérique, à la fois du point de vue de l'implication dans les apprentissages et des comportements en classe. Au démarrage, elle a constaté un temps d'ajustement [nécessaire] avec ses élèves : « *Au début, c'était lent.* » Les élèves demandaient à chaque séance s'ils devaient prendre une tablette. Ils étaient plus lents à réaliser les activités demandées et associaient plus rarement les activités en classe [par exemple, regarder au microscope] et les documents numériques à disposition. Mais après plusieurs séances avec les PC-tablettes, elle trouve qu'ils sont plus habiles et rapides sur ces deux points.

6. Ce que Alan Coughlin appelle un « plan de travail ».

CARACTÉRISATION DU CONTEXTE D'APPROPRIATION PÉDAGOGIQUE DES OUTILS NUMÉRIQUES

Précédentes expériences marquantes liées aux usages numériques pédagogiques : des dynamiques différentes entre l'équipe pédagogique et la direction, et entre les établissements

L'enseignante évoque l'ancien établissement où elle travaillait, dans une académie limitrophe, comme très développé du point de vue des usages numériques. Elle le décrit très positivement. Ce passage dans cet établissement semble l'avoir beaucoup stimulée pour utiliser des outils numériques dans ses pratiques enseignantes. Elle en décrit l'équipe de direction comme très utilisatrice : « *Ils faisaient tout en numérique [...] ils utilisaient le numérique tout le temps.* » Elle voit l'établissement comme un facteur qui, sans montrer l'exemple, peut stimuler l'utilisation des enseignants. Elle a le souvenir d'une équipe d'enseignants très actifs dans les usages numériques. « *C'était la guerre pour le matériel ! Il n'y en avait pas assez quoi ! Les enseignants, ils avaient pris... Ils avaient pris ça et ils s'en servaient, vraiment. [...]* Les enseignants étaient très volontaires là-dedans. Donc c'était cool ! » Elle ne mentionne pas d'usages numériques pédagogiques personnels spécifiques à cette période, mais cette expérience semble la rendre enthousiaste et favoriser son envie de se lancer, dès ses débuts comme enseignante. À son arrivée dans l'établissement où elle est aujourd'hui depuis deux ans, elle est très enthousiaste puisqu'il s'agit à nouveau d'un collège numérique. Elle s'attend à retrouver la même dynamique. « *Je me suis dit : Coooooool ! [exclamation]. Ça va bouger à fond !* » Elle imaginait des échanges informels qui auraient été motivants et aurait permis de « *donner des idées* ». Cette première impression est rapidement estompée. Au fil de ses relations avec les enseignants et les personnels de direction, elle se rend compte, que « *ce n'est pas très numérique ici* ». À part situation exceptionnelle, elle est la seule à utiliser le chariot des PC-tablettes dans sa classe. Elle peut donc disposer largement de ce matériel pour l'ensemble de ses cours. Selon elle, la plupart des enseignants de son établissement refusent d'utiliser des outils numériques en argumentant qu'ils ne fonctionnent pas. Dans ses cours, la connexion à Internet limite en effet particulièrement ce qu'elle souhaiterait mettre en œuvre. Par exemple, elle a abandonné l'usage d'une application de prise de notes collaboratives en classe. De surcroît, les longues mises à jour à effectuer l'amènent à utiliser uniquement le réseau de l'établissement. « *Les premières fois avec les tablettes c'était problématique parce que, moi, je ne comprenais pas non plus. Parce que la tablette s'allumait et puis on n'avait accès à rien. À chaque fois qu'on voulait avoir accès à quelque chose, il fallait s'identifier mais ça n'aboutissait à rien. Et, du coup, ils [les élèves] n'avaient pas accès au réseau de l'établissement, parce qu'ils n'étaient pas encore connectés.* »

Elle abandonne alors pendant un trimestre l'usage de ce matériel. Mais cette expérience la conforte dans l'idée d'utiliser prioritairement le réseau de l'établissement et des PC. Une tentative d'utiliser les PC-tablettes dans une autre salle n'a pas été renouvelée, suite à un imprévu matériel. Elle n'avait pas anticipé qu'une seule prise réseau fonctionnait dans cette salle : « *C'est épuisant mais ça s'est bien passé.* »

CARACTÉRISATION DES ÉLÈVES PAR L'ENSEIGNANTE

Cette enseignante compare ses élèves actuels à ceux qu'elle avait dans un collège REP+ de la Région parisienne, même si ces anciens élèves lui apparaissent comme plus « *frontaux* » et plus « *violents* » que ceux qu'elle a aujourd'hui. Dans son établissement suivant, elle décrit les élèves comme étant « *très, très calmes* » et « *aux bonnes conditions de travail* ». Aujourd'hui, elle situe le comportement de ses élèves entre ces deux expériences : plus difficiles que dans son établissement précédent. Ce contexte pourrait justifier, selon elle, moins de volonté pour innover, à la fois en raison d'une fatigue accumulée et de réactions « *projetées* » des élèves. En effet, toute transformation pédagogique dans ce contexte implique pour elle beaucoup de temps de préparation : « *Ça demande à chacun de faire un effort, sur son temps, dit personnel.* » Elle limite alors l'empan de la transformation de ses pratiques et ses usages. « *Je peux avoir des envies d'innover sur certains trucs mais... ben, ben non ! Stop.* » De plus, elle estime que

ce type d'élèves ne donne pas le droit à l'erreur. Un problème technique aurait pour conséquence directe de perdre leur attention. Or, dans cet établissement, les ordinateurs, peu utilisés, se lancent au démarrage dans de longues mises à jour. En cas de difficultés techniques, être interpellée constamment par les élèves est, selon ses mots, une « horreur ». « Avec un groupe d'élèves très remuant, donc on n'a pas le droit d'avoir le matériel qui ne fonctionne pas, sinon je les perds. Complètement. Je dois être à 100 %. » Adopter ces mêmes pratiques hors de sa salle habituelle de classe lui semble alors d'autant plus difficile.

FORMATION DE L'ENSEIGNANTE AUX USAGES NUMÉRIQUES

Pour son développement professionnel, cette enseignante suit ponctuellement des formations et se forme aussi de manière plus informelle. En début de carrière, en Région parisienne, Sophie suit peu de formations. Depuis, elle privilégie les formations internes à son établissement, dont certaines sont proposées par les animateurs de la Coopérative pédagogique numérique. Elle a également participé à une « rencontre du numérique » et à des formations sur l'usage des tablettes numériques qui ont eu lieu dans son établissement.

Plus récemment, elle a suivi une formation sur la classe accompagnée. Depuis, elle poursuit sa formation sur ces sujets lors de rencontres informelles, sous forme d'échanges de pratiques. Ce sont ces échanges qui ont servi de support pour utiliser les PC-tablettes en classe. Elle participe régulièrement à un cercle d'apprenants autour de l'évaluation par compétences et sur lequel elle s'appuie pour les grilles d'évaluation.

Elle s'appuie également, de manière plus informelle et autodidaxique, sur des ressources numériques. Elle utilise un moteur de recherche et explore les sites de collègues afin de trouver des séquences, des activités et des ressources vidéo pour ses cours.

Elle utilise plus rarement les forums ou les réseaux professionnels. Lorsque c'est le cas, les discussions se font par mails avec ses amis et pairs, enseignants de sciences de la vie et de la Terre. Cette enseignante semble donc être attachée aux liens de proximité avec les personnes qui participent à la même démarche de formation et de développement personnel : au sein de son établissement, à travers ses échanges avec des collègues, avec un autre collègue qui a assuré une formation à laquelle elle a assisté, et avec des apprentis des Coopératives pédagogiques numériques qu'elle a l'occasion de croiser. Par exemple, le premier jour où elle a utilisé les PC-tablettes en classe, l'enseignante a sollicité l'animatrice de la Coopérative pédagogique numérique de son établissement pour être accompagnée dans la mise en place de son activité avec les élèves, notamment par crainte de problèmes techniques. De plus, dans son projet de classe accompagnée, elle déclare bénéficier d'un « interlocuteur privilégié » à proximité, un enseignant à fort degré d'expertise sur ce sujet dans l'académie, « qui nous parle et qui nous relance ». Elle privilégie ainsi l'approfondissement de ce sujet à l'exploration d'autres modalités ou d'autres outils.

Aujourd'hui, elle a envie de se former principalement au sein de communautés de pratiques, avec des partages d'expériences. Son usage des PC-tablettes s'est développé jusqu'à pouvoir l'utiliser en toute autonomie aujourd'hui, même « lorsque ce n'est pas trop prévu ». Elle déclare : « C'est mon outil numérique. » Et ceci d'autant plus qu'elle est presque la seule à l'utiliser dans son établissement.

Elle est aujourd'hui identifiée comme personne-ressource sur l'usage pédagogique de cet outil. L'an passé, elle a été sollicitée par une collègue dans le cadre d'activités de formation continue des enseignants, sous forme de « café pédagogique » et « goûters numériques ». Actuellement, elle se forme moins sur les usages de cet outil en classe : « Je suis restée un peu dans ma zone de confort par rapport à mon utilisation. »

Dans son établissement, les enseignants semblent développer moins d'usages numériques en classe que Sophie. Par comparaison avec son ancien établissement, elle ressent un manque d'« *émulation* » autour du numérique pour l'encourager à renouveler ses pratiques. Elle déclare qu'elle se sentirait plus à l'aise si elle intégrait de nouveaux outils avec d'autres enseignants de l'établissement, afin de « *rester dans quelque chose où on est sûrs. Enfin, où notre partie, on la maîtrise pour ne pas créer d'inattendus* ». Ce qui est aujourd'hui le cas, en ce qui concerne la classe accompagnée et le « plan de travail » mis en place avec les PC-tablettes. Suite à une formation, Sophie a un réseau de ressources élargi sur le sujet, constitué d'un enseignant expert et de quatre à cinq collègues du même établissement qui l'expérimentent. Ils en discutent ensemble lors de temps informels ou sur le temps de midi. Sophie apprécie particulièrement ces temps. Un de ses collègues, qui fait partie de ce groupe, est aussi venu dans sa classe, une fois, observer comment elle le mettait en place.

Elle poursuit aujourd'hui dans cette dynamique en développant deux projets à venir d'usages pédagogiques de nouveaux outils en classe, avec deux collègues enseignants en co-animation. Le premier projet se rapproche de la réalisation d'un journal sur Internet et le second concerne l'utilisation du logiciel Scratch en cours de mathématiques, un logiciel d'apprentissage de la programmation qu'elle « *ne maîtrise pas du tout* » actuellement : « *Justement, je veux bien apprendre parce que les élèves apprennent.* »

**POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE**



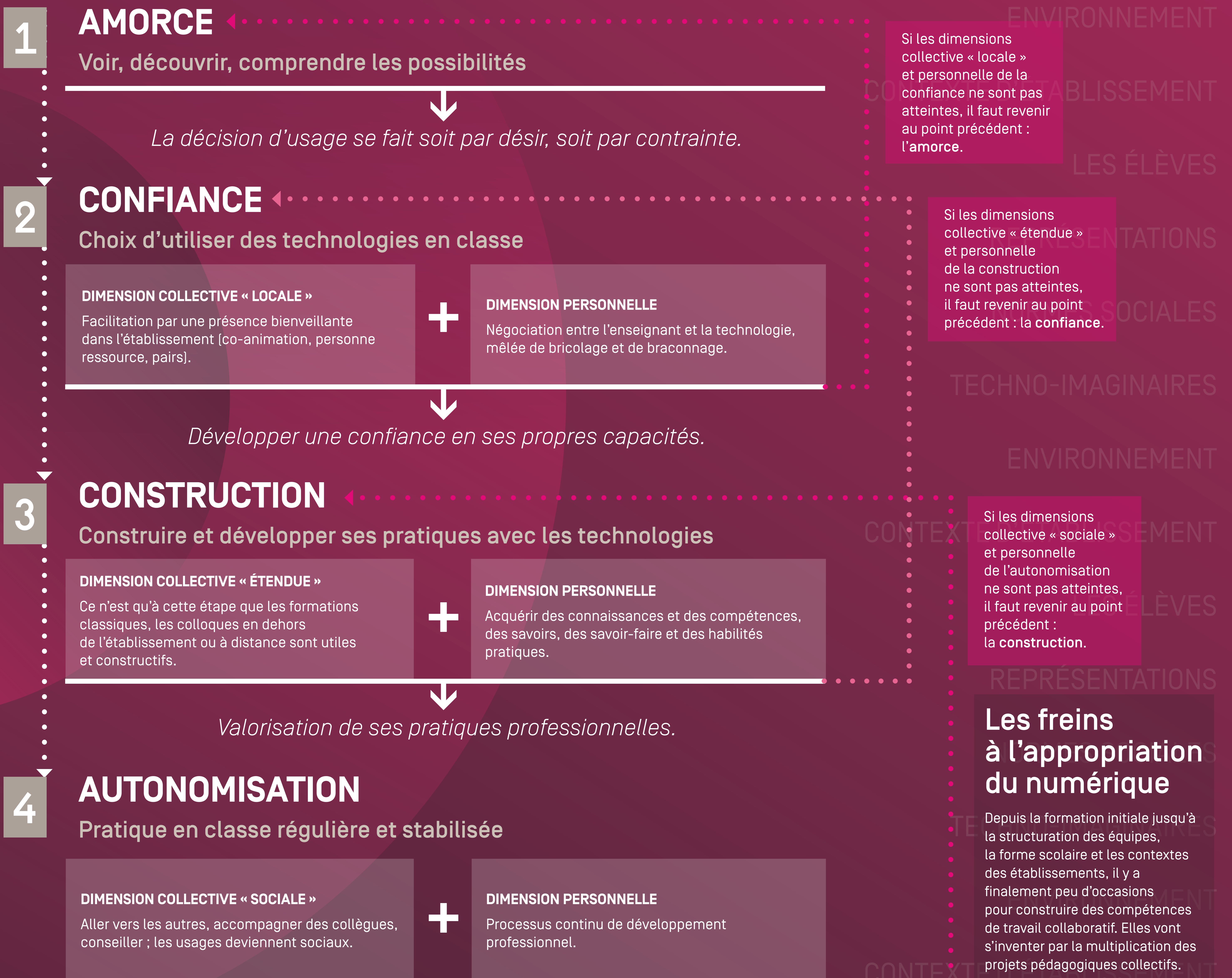
MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE



USAGES NUMÉRIQUES DES ENSEIGNANTS

Parcours d'appropriation

L'appropriation du numérique met autant en jeu l'identité professionnelle que l'identité personnelle de l'enseignant



USAGES

NUMÉRIQUES

DES ENSEIGNANTS

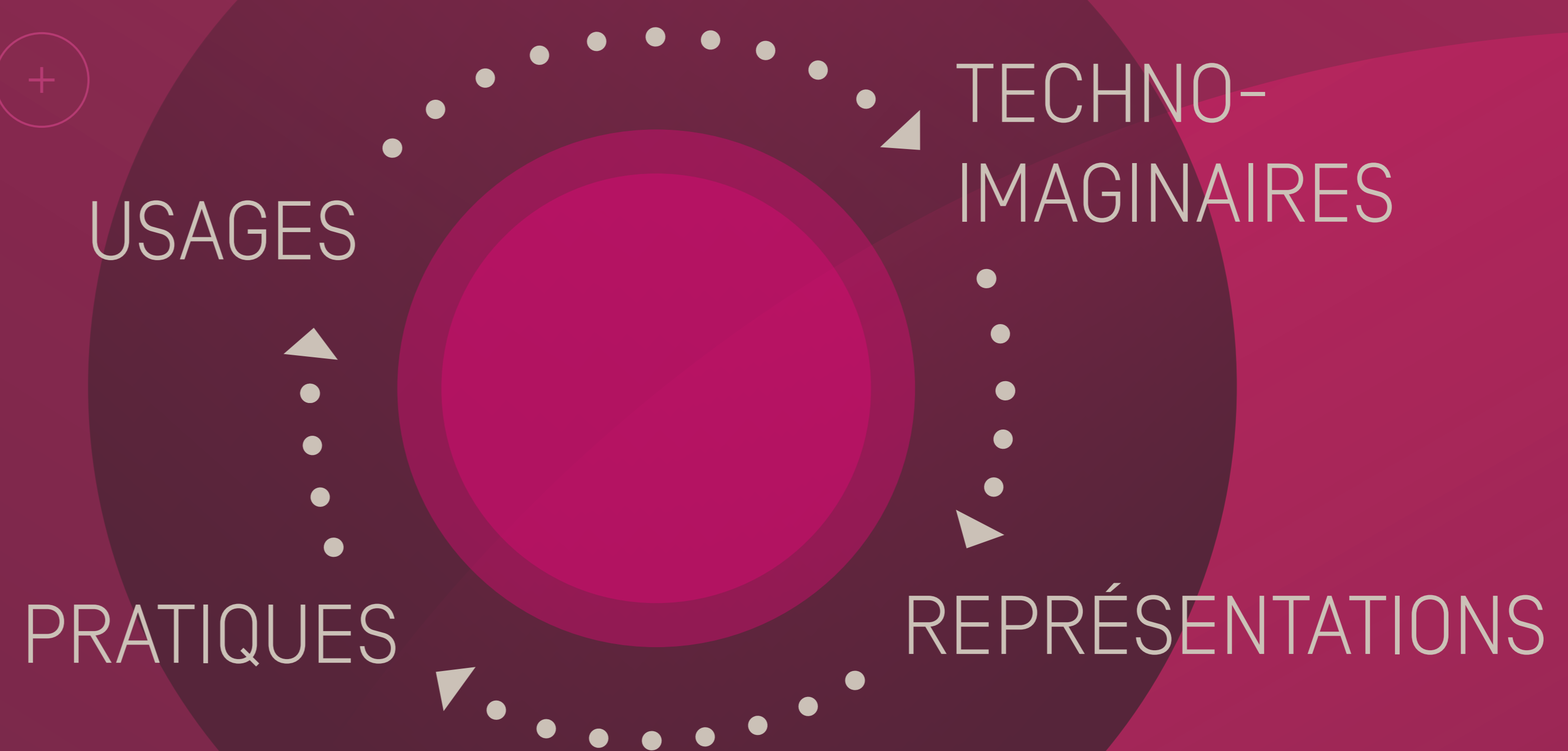
POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE

L'école inclusive face aux techno-imaginaires

Les techno-imaginaires
sont fondés sur des mythes
et se cristallisent
en représentations.

Processus de socialisation des technologies numériques

Les pratiques se construisent
à partir des représentations partagées
par les usagers ; elles se socialisent
ensuite en usages, qui fondent eux-mêmes
de nouvelles normes sociales.



Pour que le numérique éducatif devienne
un instrument d'inclusion, il est nécessaire
de prendre en compte l'influence
de ces techno-imaginaires.

LES 3 POINTS DE VIGILANCE POUR UNE L'ÉCOLE INCLUSIVE AVEC LE NUMÉRIQUE

- 1 Favoriser le transfert des compétences numériques personnelles des élèves vers les apprentissages scolaires.
- 2 Valoriser les pratiques numériques et, donc, positiver les représentations des élèves en situation de handicap.
- 3 Prendre en compte les différents rapports aux savoirs inscrits dans l'histoire des territoires.



© Mars 2020