

Directives pour supporter une conception responsable, par [Magali Marcheschi](#), maître d'enseignement à Polytechnique Montréal et [Véronique Gisondi](#), conseillère en DD au Bureau du Développement Durable et Sociétal de Polytechnique Montréal.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19006995>

Sous licence



À propos de ce document

Ce document est mis à disposition sous licence **Creative Commons CC BY**, afin d'encourager le partage, la collaboration et l'amélioration continue du contenu. Il s'inscrit dans une démarche d'enseignement ouverte, évolutive et inclusive.

Fruit d'un travail collaboratif, il a été enrichi au fil des ans par les auteurs ainsi que par les étudiants·e·s qui l'ont utilisé, questionné et contribué à son évolution. Il propose des pistes de reconception de produits visant à en améliorer la durabilité, tant sur le plan écologique qu'en accord avec les principes EDIA (Équité, Diversité, Inclusion et Accessibilité).

Depuis 2020, ces pistes sont intégrées au projet intégrateur de 2^e année du baccalauréat en génie industriel à Polytechnique Montréal, centré sur la reconception durable, innovante et inclusive de produits du quotidien. Ce projet se déroule en trois phases :

1. Une analyse technique du produit et des défis associés à sa production, réalisée à l'aide de véritables équipements industriels ;
2. Une exploration de solutions durables, enrichie par une confrontation aux parties prenantes et aux clients potentiels, afin d'identifier des options stratégiquement viables ;
3. Le développement d'un argumentaire de mise en production, intégrant les dimensions économiques, sociales et environnementales.

Au-delà du développement de compétences techniques, humaines et analytiques, ce projet fournit aux étudiant·e·s des outils concrets pour agir face aux enjeux environnementaux et sociaux. Il contribue à réduire leur écoanxiété et à raviver l'engagement de celles et ceux qui peuvent se sentir désabusé·e·s ou impuissant·e·s face à l'ampleur des défis à venir. En les reconnectant à leur capacité d'impact, il les prépare à une carrière consciente, alignée et porteuse de sens, au sein d'une industrie en transition.

Un cadre pour soutenir l'éco-engagement des étudiant·e·s

Ce document inclut également un calendrier de réflexion destiné à soutenir le cheminement des étudiant·e·s dans des projets de reconception durable. Ce cadre s'appuie sur les travaux du chercheur finlandais Panu Pihkala, spécialiste des émotions liées aux crises environnementales, et sur les recherches menées par l'équipe de la chercheuse suédoise Elina Eriksson, qui explore les dynamiques pédagogiques dans les projets en développement durable.

L'approche retenue est celle du passage vers l'éco-engagement, qui encourage les étudiant·e·s à s'investir activement dans un projet porteur de sens, en cultivant ce que Pihkala appelle l'espoir actif. Pour soutenir cette transition, trois principes pédagogiques clés sont mis en œuvre tout au long du projet :

1. Créer un espace de collaboration

Les étudiant·e·s sont invité·e·s à prendre le temps de discuter ouvertement des idées, dans un cadre bienveillant et sans jugement. L'objectif est d'amener les équipes à faire émerger des idées hybrides, issues du croisement de points de vue différents. Par exemple, si un·e étudiant·e propose l'usage d'un bois certifié durable et un·e autre souhaite privilégier un approvisionnement local, le groupe est amené à explorer s'il est possible de trouver un bois à la fois labellisé et local. Ce processus stimule la créativité, la coopération et la recherche de compromis éclairés.

2. Favoriser une narration constructive

La collaboration passe par une écoute active et attentive entre les membres de l'équipe. Les idées sont notées, reprises, approfondies, et les décisions se prennent de manière progressive. Le rôle de l'encadrant·e est d'exercer un leadership bienveillant, en guidant doucement les discussions vers des solutions concrètes, sans imposer de direction. Il est utile d'indiquer le temps nécessaire pour réfléchir à chaque piste, et de suggérer de prioriser certaines idées jugées plus porteuses, tout en laissant de la place à l'exploration.

3. Garder prise sur le réel

Il est essentiel de relier les idées au concret. Les étudiant·e·s sont amené·e·s à évaluer l'impact réel de leurs choix, notamment en considérant l'effet qu'une solution aurait sur une production à grande échelle. En parallèle, ils/elles sont encouragé·e·s à mesurer l'effort requis pour la mise en œuvre, afin de préserver l'équilibre dans l'équipe. Le maintien de l'harmonie du groupe et de l'engagement de chacun·e est une priorité. Les éventuelles tensions sont discutées de manière ouverte, et l'encadrement veille à éviter les surcharges afin que les autres cours ne soient pas négligés.

En intégrant ces principes, le projet ne se limite pas à une simple résolution de problème technique : il devient un espace d'apprentissage transformationnel, où les étudiant·e·s développent à la fois leurs compétences, leur engagement et leur résilience face aux défis environnementaux. Ce cadre soutient non seulement la créativité et la rigueur, mais aussi le bien-être émotionnel, en redonnant aux futur·e·s ingénieur·e·s un sentiment de pouvoir d'agir.

Voici le détail du calendrier des rencontres utilisé pour votre information :

Dates/périodes	Descriptifs
Mi-janvier	Version 0 : les premières idées que l'équipe doit rassembler dans un fichier. → Cela donne une idée du niveau de réflexion (PERTINENCE)
Début février	1ère rencontre : Sur les parties prenantes → Qui sonder ? Comment les rejoindre ?
Mi-Février	2è rencontre : sur l'expression de ces 1ères idées « séparées » : 7-10 idées → Lesquelles rejoignent des pistes (EFFORT)
Fin février	3è rencontre : sur les solutions « hybrides » → Quelles solutions marchent ensemble ? On en cherche 5-7 (1ère SELECTION)
Relâche	Période de sondage et/ou de co-construction avec des client.e.s potentiel.le.s Compréhension de l'expérience utilisateur.
Retour post-relâche	4è rencontre : sur les solutions conservées et abandonnées (consignées) → Quelles solutions vont être analysées ? On en cherche 2-4 (2è SELECTION)
Oral	5è rencontre : présentation des solutions (conception, fabrication et commercialisation) → Rétroaction pour le rapport final sur les besoins d'informations complémentaires.

Figure 1 : Calendrier des rencontres dans le cadre du projet intégrateur 2 de GI (Polytechnique Montréal)

La liste des pistes de conception responsable (Écoresponsabilité)

Voici une liste de pistes d'évolution de conception. Les 7 sous-catégories présentées ci-dessous rejoignent une migration vers une approche d'écoconception. Une 8^e sous-catégorie concerne les valeurs EDIA.

En gris, ce qui est plus difficile pour l'étudiant.e de Génie industriel de rejoindre (Plus adapté pour génie chimique ou génie mécanique).

1. Utilisation de matériaux écoresponsables

- 1) Éliminer les matériaux dangereux ou nocifs pour l'environnement et la santé humaine
- 2) Privilégier des matériaux renouvelables (ex. le bois)
- 3) Choisir des matériaux à faible impact environnemental (donc des matériaux naturels et durables)
- 4) Maximiser l'utilisation de matériaux recyclés
- 5) Viser un accroissement significatif de l'utilisation de matériaux recyclables
- 6) Viser un accroissement significatif de l'utilisation de matériaux compostables
- 7) Maximiser les lots d'achats ou les lots de production (une démonstration précise avant-après doit être faite)
- 8) Vérifier les labels, avec un œil critique en choisissant des matériaux issus de distributeurs certifiés et s'assurer que les labels sont fiables. Cela peut permettre de :
 - Favoriser des matériaux et composants issus du [commerce équitable](#) ou d'une production juste et équitable en termes de rémunération et de conditions de travail des producteurs.
 - Ou Prioriser les matériaux et composants provenant d'entreprises/producteurs/partenaires ayant des exigences sociétales et environnementales, de gouvernance ainsi que de transparence envers le public (voir la certification [B-corp](#)).
 - Ou Prioriser les matériaux et composants provenant d'entreprises/producteurs/partenaires ayant des pratiques d'équité-diversité-inclusion (ÉDI) ou de [responsabilité sociale des entreprises \(RSE\)](#).

- Ou Vérifier les labels, avec un œil critique en choisissant des matériaux issus de distributeurs certifiés et s'assurer que les labels sont fiables en consultant cette ressource : <https://www.protegez-vous.ca/outils-et-services/le-decodeur>

2. Réduction des matériaux

- 1) Réduire le poids du produit en utilisant moins de matériaux ou des matériaux plus légers
- 2) Opter pour une conception plus « minimaliste » (ex. parties allégées, réduction d'épaisseur...) rejoignant néanmoins les fonctions du produit
- 3) Minimiser le volume du produit pour optimiser son transport
- 4) Réduire l'utilisation de nombreux matériaux différents

3. Optimisation des moyens de production et de stockage en cours de production

- 1) Opter pour des moyens de production minimisant les rejets dans l'eau, l'air et le sol
- 2) Réduire le nombre d'étapes de production
- 3) Réduire le nombre ou le volume d'encours en cours de production
- 4) Réutiliser les déchets ou consommables de production comme matière première pour faire un gabarit ou porte pièce (consommable : matériaux ou pièces utilisés lors de la production d'un produit qui devra être jetés et ne fait pas partie du produit lui-même, par exemple un carton, un chiffon...)
- 5) Utiliser des énergies propres et des moyens de production ayant la meilleure efficacité énergétique
- 6) Éliminer l'utilisation d'un équipement de production dans le cycle de fabrication (Par exemple, vous utilisiez deux machines et votre idée est de changer l'ordre des phases de votre gamme de fabrication pour n'en utiliser plus qu'une seule)
- 7) Viser le « Zéro Déchet » (Il ne s'agit pas de réduire de 0.5% les pertes mais bel et bien d'avoir une réduction qui a un impact financier ou écologique pertinent)
- 8) Minimiser l'utilisation de consommables en cours de production du produit
- 9) Favoriser la réutilisation des rejets de production avec de possibles synergies de valorisation avec un.e autre entreprise/producteur/partenaire qui les utilisent comme ressource. Il pourrait y avoir différents types de synergies :

- Entre équipes : les étudiant.e.s utilisent les rejets d'une autre équipe comme ressource pour leur projet (par ex. des retailles de bois d'une équipe deviennent des copeaux de bois dans l'emballage d'un autre produit pour le protéger)
- Entre une équipe et un partenaire externe : comme au point précédent, mais avec une entreprise et l'équipe (par ex. les rejets d'une entreprise sont utilisés par l'équipe comme ressource et probablement à faible coût. Mais attention à ce que la ressource soit de la qualité souhaitée et non d'une qualité bien inférieure)
- L'équipe achète un matériau ou composant d'une entreprise qui fait de l'écologie industrielle (par ex. le matériau acheté est fait de résidus de polystyrène ou de résidus de végétaux issu d'un partenariat entre deux entreprises). Voir des exemples ici au besoin : <https://synergiequebec.ca/>

4. Conception d'un système de distribution efficient

- 1) Opter pour une conception qui permet de réduire le nombre de parties du produit emballées
- 2) Utiliser des fournisseurs de matériaux plus locaux pour réduire l'impact environnemental lié au transport (Il est possible d'utiliser des calculateurs comparatifs comme ceux de l'ADEME : <https://agirpoulatransition.ademe.fr/particuliers/bureau/deplacements/calculer-emissions-carbone-trajets>)
- 3) Optimiser la conception afin de réduire les manipulations en vue d'un stockage ou d'un transport
- 4) Réduire le suremballage tout en offrant une solution d'emballage épurée qui soit viable (observez bien l'emballage du produit qui vous a été livré. Il ne s'agit pas d'acheter des petits sacs en tissus à Dollarama mais bel et bien de développer un emballage plus écologique tout en demeurant protecteur et efficace)

5. Réduction des impacts environnementaux pendant l'utilisation du produit

- 1) Diminuer la consommation énergétique du produit
- 2) Utiliser des sources d'énergie propre

- 3) Réduire les consommables requis pendant l'utilisation du produit
- 4) Éliminer les consommables dangereux ou nocifs pour l'environnement et la santé humaine pendant l'utilisation du produit

6. Maximisation de la durée de vie du produit

- 1) Améliorer la qualité et donc la durée de vie du produit (Ex. Pouvez-vous trouver des moyens d'améliorer la qualité du produit ? Pour qu'il soit mieux assemblé, que les matériaux initiaux soient de meilleure qualité à un coût concurrentiel)
- 2) Faciliter la maintenance et les mises à jour par le client à des fins d'autonomisation ou par un tiers (un professionnel) (Ex. : Support d'entretien en ligne comme HP pour les imprimantes. Il ne s'agit pas juste de mettre en ligne une vidéo d'entretien mais de réfléchir à un mode d'entretien avec des instructions, vidéos et listes de « trouble shooting ».)
- 3) Utiliser des composants standards pour les réparations par le client à des fins d'autonomisation ou par un tiers (un professionnel) (Ex. Éviter d'avoir 3 vis différentes mais les standardiser)
- 4) Éviter toute forme d'obsolescence programmée (Cela s'oppose à la stratégie dite « d'obsolescence programmée ». Cette stratégie de conception et de fabrication consiste à limiter la durée de vie utile d'un bien afin d'en augmenter le taux de remplacement. Il peut s'agir d'une technique où la conception de produit rend difficile sa réparation, voire impossible. L'obsolescence programmée est, depuis 2023, prise en compte dans la Loi sur la protection du consommateur (article 227.0.4))
- 5) Encourager la remise en état de marche ou à neuf du produit pour prolonger sa vie par l'utilisateur pour des fins d'autonomisation ou par un tiers (Ex. Cela passe par une analyse des plaintes des clients car il faut comprendre ce qui est plus fragile dans le produit. Le support à la clientèle peut être via un site internet, une série de vidéos YouTube ou des pamphlets. Un exemple connu sont les ciseaux de coiffeur ou les couteaux de cuisiniers qui sont prévus pour être réaffûtés régulièrement par des sociétés de service spécialisées)

7. Optimisation de la fin de vie du produit

- 1) Développer des opportunités de seconde vie du produit afin de pouvoir en réutiliser au moins une partie pour d'autres utilisations (Ex. Le produit pourrait être déconstruit en plusieurs parties et une des parties pourrait devenir utile pour une application particulière.)
- 2) Faciliter le démontage du produit par l'utilisateur ou un tiers pour maximiser son recyclage ou compostage (Le support peut être via un site internet, une série de vidéos YouTube ou des pamphlets.)
- 3) Minimiser les déchets et les rejets dans l'air, l'eau et le sol lors de l'élimination du produit (ex. L'exemple bien connu concerne les batteries au lithium qui sont très polluantes si elles sont mal mises au recyclage.)

Exemples en lien avec l'écoconception

La marque européenne SEB spécialisée en fabrication de produits ménagers a mis en point une série de concours en interne visant à réduire son empreinte écologique.

<https://www.groupeseb.com/fr/eco-production>

Et voici un certain nombre d'adresses de fournisseurs écoresponsables :

<https://www.aciercentury-vente.com/>

<https://lespagesvertes.ca/>

<https://ca.fsc.org/fr-ca/marketplace/find-products-suppliers>

<https://fibecycle.com/>

Les principes EDIA en conception

Une autre exigence du projet consiste à intégrer au moins une solution technique répondant aux principes EDIA : Équité, Diversité, Inclusion et Accessibilité dont les définitions sont les suivantes (source : [Formation en équité, diversité et inclusion \(ÉDI\) - CFSG \(usherbrooke.ca\)](https://usherbrooke.ca/cfsg/formation-en-equite-diversite-et-inclusion-edi/) et Polytechnique) :

- **Équité** : Une approche visant à traiter chaque individu, chaque groupe de façon juste, en tenant compte de leurs caractéristiques particulières afin de les placer sur un plan d'égalité. Elle s'oppose à l'uniformité dans l'application systématique d'une norme sans tenir compte des différences et de la diversité de la société. Elle vise à s'assurer que tous obtiennent les mêmes résultats et ait droit aux mêmes avantages (égalité des chances).
- **Diversité** : L'éventail des conditions de vie, modes d'expressions et vécus de différentes populations en fonction de facteurs tels que l'âge, la culture, l'origine ethnique, la scolarité, le genre, le handicap, l'orientation sexuelle, la variabilité neurologique, le statut d'immigration, le lieu de résidence, la langue et la religion.
- **Inclusion** : Une action visant à mettre en place un environnement respectueux de la diversité qui intègre pleinement tous les membres de sa communauté, qui les accompagne et leur offre des mesures de soutien pour favoriser leur bien-être et leur accomplissement. C'est un engagement soutenu visant l'accueil, l'intégration, l'accompagnement et le cheminement.
- **Accessibilité** : La possibilité pour chaque membre d'une communauté de contribuer à la vie collective à la hauteur de ses capacités. Elle vise une utilisation de l'environnement de vie, d'études et de travail sans barrières (architecturales, organisationnelles, technologiques ou autres), permettant aux personnes de bénéficier d'une expérience de qualité de manière autonome.

Ces dimensions peuvent être envisagées sous deux angles complémentaires :

- Du point de vue des utilisateurs ou consommateurs du produit ;
- Ou du point de vue des opérateurs et opératrices impliqué-e-s dans sa fabrication, son assemblage ou sa distribution.

Pour soutenir cette réflexion, vous trouverez ci-après plusieurs pistes de conception permettant d'aborder ces valeurs de manière concrète. Chaque proposition est liée à l'un des principes de type « Équité », de type « Diversité », de type « Inclusion » ou de type « Accessibilité » en cohérence avec les définitions précédemment présentées. Ces suggestions visent à stimuler la créativité, à élargir le champ des possibles et à favoriser une conception plus inclusive, équitable et accessible.

8. Développement de nouveaux concepts

1) Faciliter l'utilisation voire l'assemblage du produit par plusieurs types d'utilisateurs :

L'idée est d'accroître la population pouvant utiliser le produit (ex. des enfants ou des personnes ayant certaines limitations, etc.), tout en s'assurant que l'utilisation va être sécuritaire pour ces parties prenantes.

Plusieurs variantes de ce principe sont possibles :

- Un produit pour droitier peut être repensé pour devenir accessible à un droitier et un gaucher : cela accroît sa maniabilité et le rendre ambidextre (Équité et Inclusion)
- Un montage qui demandait 2 personnes n'en demande plus qu'une. Solution qui serait appréciée des célibataires ou des parents monoparentaux qui montent de meubles IKEA. (Équité et Diversité)
- Un jouet pour enfant est testé par les frères et sœurs de certain-e-s étudiant-e-s, est dès lors considérablement amélioré. L'analyse ayant révélé que son utilisation était en réalité trop complexe ou mal adaptée aux petites mains. Les ajustements apportés permettant de faciliter la prise en main, ce qui peut renforcer chez l'enfant un sentiment de réussite durable, bénéfique pour son estime de soi. (Inclusion et Accessibilité). Ex. d'un moule à gâteau avec certaines empreintes difficilement démoulables par les enfants est repensé avec moins d'empreintes complexes.

2) Favoriser l'évolution et l'adaptabilité du produit : Il s'agit de concevoir le produit de manière modulaire ou interchangeable, afin qu'il puisse évoluer en fonction des besoins changeants de l'utilisateur. Par exemple, un vêtement ou un jouet pourrait être conçu pour s'adapter à la croissance de l'enfant ou à l'évolution de sa force

physique. Des options ou modules additionnels peuvent ainsi être proposés, permettant au produit de rester pertinent et fonctionnel sur une plus longue période. (Équité voire Accessibilité)

- 3) Opter pour une conception qui n'est plus limitée à une culture mais propose des variantes culturelles. Le produit pourrait être repensé par exemple s'il fait référence au Noël chrétien pour une ou plusieurs versions orientées vers d'autres cultures, voire l'initiation à d'autres cultures. (Diversité)
- 4) Développer une conception adaptée aux marqueurs anatomiques. Le produit pourrait être décliné en différentes versions selon la taille de la main, de l'avant-bras...que le consommateur mesurerait avant la commande (Équité voire Inclusion et Accessibilité).
- 5) Valoriser la diversité via l'utilisation du produit. Le produit pourrait être l'opportunité de susciter des discussions autour de la diversité. Par exemple, dans le passé une équipe ayant un jeu aux couleurs de la « fierté » avait proposé un combo avec des activités pour expliquer aux enfants les principes LGBTQ+ (Diversité)

Pour nous citer :

Marcheschi, M., & Gisondi, V. (2026). Directives pour supporter une conception responsable. Polytechnique Montréal. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19006995>

Vous voulez collaborer !

Si vous avez le souhait de collaborer à un projet sur ce sujet, n'hésitez pas à écrire à magali.marcheschi@polymtl.ca