

Penser ensemble la conception d'un robot pour une meilleure prise en charge thérapeutique des enfants TSA

Olivier Duris

Psychologue clinicien, Docteur en Psychopathologie et Psychanalyse, IERHR, Hôpital de Jour pour enfants André-Boulloche (association Cerep-Phymentin), Paris, France.

Charlotte Labossière

Psychologue clinicienne, doctorante à l'ED 450 Recherches en psychanalyse et psychopathologie, Université de Paris, CRPMS, F-75013, IERHR, Hôpital de Jour pour enfants André-Boulloche (association Cerep-Phymentin), Paris, France

Résumé. Entre octobre 2018 et mai 2019, nous avons décidé de comparer les bénéfices thérapeutiques d'un robot humanoïde (Nao) et d'un robot non-humoïde (Cozmo) sur la compréhension et l'imitation des émotions chez les enfants TSA accueillis dans notre Hôpital de Jour. Un groupe contrôle nous a permis, en parallèle, de comparer les effets de la médiation robotique à ceux d'une interaction directe avec un humain. Nous avons pu constater que les robots permettaient une plus grande contenance du cadre thérapeutique, une amélioration des compétences émotionnelles, mais aussi des capacités relationnelles et sociales

Nous avons pu relever que l'allure du robot était à prendre en compte dans la prise en charge thérapeutique des enfants. Ainsi, les enfants en contact avec un robot humanoïde ont amélioré de manière plus importante leurs compétences dans les tâches de reconnaissance émotionnelle sur des visages adultes, tandis que ceux interagissant avec un robot non-humoïde ont plutôt progressé dans les tâches de comparaison de visages d'enfants.

Nous nous proposons ainsi de penser, ici, les différentes caractéristiques qui devraient être prises en compte dans le processus de création d'un robot, afin que celui-ci puisse être le plus adapté possible à la prise en charge thérapeutique des enfants TSA. Notre objectif est de montrer l'importance d'une réflexion pluridisciplinaire (psychologues, ingénieurs, roboticiens, designers, etc.), en amont, lors de la conception de robots compagnons, afin d'offrir aux enfants autistes des outils de médiation thérapeutiques innovants, adaptés et créatifs, ouvrant vers de potentiels horizons thérapeutiques non-encore explorés.

Mots clefs : autisme, TSA, robot, médiation thérapeutique, apparence

1. Utilisation de robot dans la clinique de l'autisme

1.1. Etats de la recherche sur les bénéfices de l'usage d'un robot auprès d'enfants autistes

La thérapie par le robot dans la clinique de l'autisme a été, avec le soin des personnes âgées, l'un des premiers domaines d'application de la robotique d'assistance sociale. Ainsi, de nombreuses études sont aujourd'hui axées sur les différents bénéfices que peuvent apporter les robots humanoïdes et non-humoïdes auprès de patients présentant des Troubles du Spectre Autistique (TSA).

Le premier constat est celui que les enfants autistes ont une affinité avec les robots, et que ceux-ci peuvent être utilisés comme des jouets utiles et programmables

(Dautenhahn & Werry, 2004 ; Robins et al., 2005). Par ailleurs, Le robot aurait une fonction de contenance (Tordo, 2017), inciterait les enfants TSA à l'imiter (Fujimoto et al., 2011 ; Lee et al, 2012 ; Kozima & Nakagawa, 2006) et favoriserait l'attention conjointe (Robbins et al 2005 ; Francois et al 2009). D'autres auteurs ont montré que le robot pouvait être considéré comme un « *agent social modèle* » (Dautenhahn, 2003) ou comme une « *béquille sociale* » (Scassellati, 2007) qui augmenterait le niveau social de base de l'enfant autiste, dans la mesure où celui-ci est capable de suivre et d'imiter les comportements sociaux du robot (Robins et al, 2006 ; Ravindra et al, 2009). Le robot favoriserait également les interactions et la communication (Karakosta et al., 2019 ; Kumazaki et al., 2019 ; Sakka & Gaboriau, 2017) ainsi que la reconnaissance émotionnelle (Nadel et al, 2006 ; Simon et al, 2007). Enfin, les recherches ont montré que l'utilisation de robot comme outil thérapeutique pouvait s'avérer bénéfique sur les compétences émotionnelles, relationnelles et communicationnelles des enfants autistes (Cohen, 2017 ; Duris, 2020 ; François et al, 2009 ; Robins et al, 2006).

1.2. Etat de la recherche sur les caractéristiques physiques et fonctionnelles des robots utilisés auprès d'enfants autistes

La littérature nous indique que certaines recherches sont axées sur les caractéristiques physiques et fonctionnelles des robots utilisés dans la thérapie auprès d'enfants TSA. En effet, l'apparence physique des robots, leurs capacités de mouvement, d'interactions et la possibilité de les contrôler ne permettent pas les mêmes possibilités de mise en place d'expérience ou de thérapies centrées autour de la relation homme-robot (Grossard et al, 2018).

Caractéristiques physiques

Il semble inévitable de se questionner sur l'apparence physique du robot selon son utilisation, mais également selon le contexte et les objectifs de celle-ci. En effet, l'apparence physique constitue la première rencontre entre l'utilisateur et la machine et constitue la première caractéristique à prendre en compte dans la conception et l'emploi de robot auprès d'enfants autistes (Xavier, 2018). Cependant, l'apparence des robots utilisés dans la clinique de l'autisme varie considérablement et selon un degré d'anthropomorphisme socio-affectif (Aubergé, 2014). Les décisions de conceptions sur l'apparence physique du robot ont inévitablement un impact sur la conception globale de la machine. Par exemple, un robot ne peut pas être socialement simple, si le degré de ressemblance à un modèle (réalisme) est élevé (Scassellati et al, 2012). Trois différentes formes de robots peuvent ainsi se retrouver dans la clinique de l'autisme :

- Les robots humanoïdes sont anthropomorphes et présentent des caractéristiques très proches de l'humain avec un tronc, deux bras, deux jambes et une « sorte de tête » avec un visage identifiable ou non. Nous retrouvons dans cette catégorie les robots Icube, ASIMO, Roméo ou Nao ;

- Les robots animaloïdes sont modelés sur des animaux, leur forme physique est plus facile à interpréter et ils présentent des indices sociaux simplifiés par rapport aux robots anthropomorphes (Scasselatti et al, 2012). Ces robots sont souvent représentés sous la forme d'un compagnon sans autre rôle social, comme le chien Aibo, ou sous la forme de peluche comme le phoque Paro (Aubergé, 2014) ;
- Enfin, d'autres robots ne sont pas créés à partir d'un modèle de forme biologique : ils sont alors mécaniques, biomécanique et non biomimétique. Ils se présentent sous des formes différentes selon l'usage auquel ils sont destinés. Ces robots n'ont pas de caractéristiques sociales particulières, mais ressemblent plutôt à des jouets simples, facile à utiliser et pouvant devenir des médiateurs sociaux entre les enfants et les adultes (Scasselatti et al, 2012).

Il convient également de penser à des éléments importants comme la taille du robot, l'attractivité visuelle et le degré de familiarité (Xavier, 2018) et ses capacités à résister un minimum, aux attaques physiques.

De plus, une donnée à prendre en compte dans les caractéristiques physiques des robots est celle de l'obligation de sécurité (Xavier, 2018). En effet, certains robots peuvent être potentiellement dangereux ou d'un poids non négligeable lorsqu'ils sont utilisés avec des enfants (Cohen, 2017). La conception des robots doit limiter au maximum les accidents liés à leurs utilisations et le thérapeute doit être informé des dangers potentiels. Le robot Nao, par exemple, peut blesser un enfant si celui-ci place son doigt dans la pliure du genou au moment où le robot effectue un mouvement spécifique refermant cette articulation mécanique.

Caractéristiques fonctionnelles

Il est important d'observer les différentes fonctionnalités de ces robots, c'est-à-dire les différentes caractéristiques introduites dans la machine lors de son élaboration et de sa création (Xavier, 2018). Ainsi, nous retrouvons une multitude de fonctionnalités selon les robots utilisés et leurs objectifs : la capacité de mouvement, de se déplacer, de parler, mais également la possibilité pour l'utilisateur de le contrôler.

Les robots utilisés en thérapie auprès d'enfants autistes sont souvent présentés comme des jouets qui attirent l'enfant et qui représentent des stimuli nouveaux. Ils sont animés et simulent une autonomie (Scasselatti et al, 2012, Dautenhahn et Werry, 2004). Ils ont une capacité de mouvements impliquant des parties du corps (tête, mains, bras) en étant fixé sur un support ou une table (Dautenhahn et al, 2009 ; Kozima et al, 2007 ; Miyamoto et al, 2005). Au-delà de leurs capacités de mouvements, il est également possible pour certains robots de se déplacer dans l'espace (Ferrari et al, 2009 ; Michaud et al, 2007).

De même, la voix du robot représente une caractéristique importante à prendre en compte dans la conception et l'utilisation des robots (Duris, 2021). Celle-ci peut être

utilisée généralement de trois manières différentes selon le robot et l'objectif de son usage :

- La voix robotique en elle-même représente un excellent matériel, dans la mesure où elle est souvent simplifiée, monotone, prévisible et rassurante, facilitant ainsi l'écoute et la compréhension des enfants autistes (Cabibihan et al, 2013) ;
- De même, la fonction de synthèse vocale permet à l'utilisateur de contrôler le discours du robot. Ainsi, le robot devient porteur des mots de l'enfant, en formulant certaines choses trop difficiles à exprimer verbalement pour des enfants autistes (Duris, 2021) ;
- Enfin, l'enregistrement vocal à partir des micros dont dispose le robot. Celui-ci devient alors un « porte-voix » exprimant les pensées, les difficultés de l'enfant sans qu'il ait besoin de s'adresser directement à un interlocuteur humain (Sakka et Garboriau, 2017).

L'autonomie du robot et la capacité de contrôle de la machine par son utilisateur sont aussi souvent évoquées dans les recherches sur le sujet. L'autonomie du robot est l'une des cinq caractéristiques à prendre en compte pour la conception et l'usage de robot dans la clinique de l'autisme (Xavier, 2018). En effet, le robot peut être autonome ou semi-autonome, et permet ainsi de représenter « l'autre » mais également l'enfant lui-même en tant que futur être autonome (Tisseron et Tordo, 2018). Un robot qui peut répondre de manière automatique à des gestes ou à la parole de l'enfant serait considéré comme autonome. A l'inverse, un robot qui doit être contrôlé par un tiers sera dit télé-opéré ou semi-autonome (Huijnen et al, 2016). Cependant, pour qu'un robot soit pleinement considéré comme autonome, un système d'intelligence et de technique complet est nécessaire. Il serait alors autonomisé dans l'ensemble de ses comportements, ce qui est rarement le cas.

La possibilité de contrôler ou télé-opérer le robot est également à prendre en compte selon l'objectif et le contexte de son utilisation. Certains robots peuvent permettre à l'enfant de le contrôler (gestes, paroles, applications) en direct, ce que certains auteurs nomment « l'effet protégé », ou apprentissage par l'enseignement. Dans cette situation, l'enfant prend le rôle d'enseignant qui apprend des comportements au robot, créant un sentiment de responsabilité vis-à-vis de la machine (Duris, 2021). Une autre manière de contrôler le robot est celle de la technique du magicien d'Oz, c'est-à-dire qu'un opérateur contrôle le robot pendant l'interaction enfant-robot, de manière à le dissimuler à l'enfant (Huijnen et al, 2016).

Dans le même ordre d'idées, les caractéristiques de modularité et d'adaptabilité sont également importantes (Xavier, 2018). Certains robots possèdent un programme fixe, mais d'autres sont facilement programmables et accessibles pour praticiens auprès d'enfants autistes. Lorsqu'ils sont facilement programmables, les robots possèdent une qualité de souplesse, de transformation et d'adaptabilité, dans la mesure où ils se

contrôlent et se modifient facilement selon la situation clinique. De ce fait, ils deviennent une source de plasticité (Baddoura, 2017) et de créativité pour le thérapeute et pour l'enfant : le thérapeute peut sélectionner, amplifier ou réduire certains traits ou signaux spécifiques (regard, mouvement, verbalisation) afin d'adapter l'outil au patient, et celui-ci peut également s'exprimer à travers la machine (Duris, 2021).

L'état de la recherche sur l'utilisation de robots dans la clinique de l'autisme, démontre à quel point il est nécessaire de se questionner sur la conception des robots, ainsi que sur leurs caractéristiques en fonction de l'usage pour lequel ils sont destinés. De nombreuses recherches ont vu le jour sur les bénéfices de tels outils thérapeutiques, mais trop peu sur les différences que présentent les différents modèles de robots, qu'ils soient humanoïdes ou non-humoïdes. Cependant, nous pouvons observer que les auteurs s'accordent sur la nécessité de réflexion autour de l'apparence physique et les capacités fonctionnelles des robots, selon l'utilisation qui en est faite, le contexte dans lequel ils sont utilisés, la population à laquelle ils sont destinés et les objectifs thérapeutiques visés.

2. Une expérimentation sur les émotions avec un robot humanoïde et un robot non-humoïde

De nombreuses études montrent que les robots sociaux peuvent s'adapter à la symptomatologie des enfants autistes, réduisant par exemple la complexité des échanges intersubjectifs (Dautenhahn, 1999 ; Cabibihan et al., 2013). C'est en partant de ce constat que nous avons décidé de mettre en place, depuis 2016, dans l'Hôpital de Jour André-Boulloche, divers ateliers à médiation robotique auprès d'enfants TSA. Le robot nous est ainsi apparu comme un excellent support de socialisation et de dynamique groupale (Duris, 2018).

Entre octobre 2018 et mai 2019, nous avons décidé de mettre en place, au sein de notre Hôpital de Jour pour enfants¹, des ateliers thérapeutiques axés sur la reconnaissance des émotions, à travers la narrativité et le mime. Nous avons ainsi créé trois groupes composés de deux enfants et deux psychologues : un groupe dans lequel les émotions étaient rejouées par un robot non-humoïde (Cozmo²), un autre dans lequel elles l'étaient par un robot humanoïde (Nao³), et un groupe dans lequel elles étaient exprimées par un visage humain (celui d'une éducatrice). Nous cherchions ainsi à

¹ Hôpital de Jour pour enfants André Boulloche, Association CEREP-Phymentin, 75010 Paris

² Cozmo est un petit robot éducatif d'apparence non-humoïde développé par la société Anki. Il tient dans la paume d'une main et ressemble à une petite voiture de chantier, notamment du fait de son petit bras élévateur. Il dispose d'une caméra permettant la reconnaissance faciale et la localisation dans l'espace, de capteurs sonores, et d'un écran sur lequel s'affichent des yeux bleus très expressifs inspirés du film d'animation des studios Pixar : Wall-E.

³ Nao est un robot humanoïde de 58 centimètres développé par la société française Aldebaran Robotics depuis 2005. Il se distingue des autres robots humanoïdes par son caractère léger (5,3 kg) et compact, et par sa programmation simplifiée via un logiciel spécifique

identifier d'éventuelles différences d'évolution entre les sujets des groupes avec robots et ceux du groupe sans robot, en ce qui concerne la reconnaissance émotionnelle, l'expression émotionnelle et certaines capacités sociales (théorie de l'esprit, narrativité, communication). Chaque groupe se déroulait de manière hebdomadaire pendant 15 semaines, sur une durée de 30 minutes.

Dans ces ateliers thérapeutiques, l'un des deux psychologues (le même dans les trois groupes) lisait une histoire que nous avons nous-mêmes inventée, en l'introduisant au préalable par une phrase rituelle. Une fois ce temps de récit terminé, il était demandé aux enfants de raconter ce dont ils se souvenaient de l'histoire, tout en nommant les différentes émotions qui avaient pu être citées. Puis, les enfants disposaient d'un temps libre sur le thème des émotions, durant lequel ils étaient invités à exprimer l'émotion qu'ils préféraient, mais également à mimer les émotions de leur choix. Il leur était également possible de demander à ce qu'une ou plusieurs émotions soient mimées par le robot ou par l'éducatrice. Enfin, un temps de production graphique clôturait l'atelier, pour que les enfants puissent dessiner quelque chose en rapport avec l'histoire racontée, ou avec une ou plusieurs émotions, offrant ainsi une nouvelle possibilité de représentation du récit, ou de mise en récit imagée. Dans les deux groupes possédant un robot, le psychologue qui ne racontait pas l'histoire contrôlait la machine *via* un ordinateur (pour le Nao) ou un Smartphone (pour le Cozmo). Il lançait les émotions adéquates aux moments où celles-ci étaient citées par le conteur. Dans le groupe contrôle, ces émotions étaient mimées par l'éducatrice aux mêmes moments précis.

Les observations participantes directes ont eu lieu dans les trois groupes pendant les quinze semaines d'expérimentation, et nous ont montré plusieurs différences entre les groupes « Cozmo », « Nao » et « contrôle ». Nous avons pu constater que les enfants des deux groupes utilisant un robot ont été très volontaires pour assister à leurs ateliers hebdomadaires, et investissaient très fortement leur temps de thérapie. Dans les deux groupes, nous avons pu relever un très grand intérêt pour la machine, qu'elle soit humanoïde ou non-humoïde, tant au niveau de l'observation de ses mouvements que dans son contrôle lors de l'avant-dernier temps de chaque séance. Les deux robots semblent avoir favorisé un travail basé sur l'attention conjointe, thérapeutes et patients regardant tous dans la même direction. Le fait qu'un des psychologues contrôle la machine depuis un ordinateur ou un Smartphone n'a pas semblé déranger un seul des quatre enfants. Au contraire, ces derniers semblaient bien comprendre que la machine en face d'eux n'était pas dotée d'une vie autonome, et que les émotions rejouées étaient lancées par le thérapeute. Dans ces deux groupes, le robot semble avoir joué un rôle important dans la mise en place d'un cadre rassurant, contenant et sécurisant pour les enfants, favorisant ainsi les échanges et interactions entre chaque patient, mais également entre les enfants et les adultes.

À l'inverse, les enfants du groupe « contrôle » ont montré beaucoup moins d'intérêt pour participer à leurs séances hebdomadaires. Le cadre de l'atelier ne nous a pas paru suffisamment contenant pour faire baisser les angoisses de chaque enfant ainsi que

leurs défenses autistiques : nous relevons ainsi de très fortes stéréotypies et écholalies, mais également de l'agitation, du refus, voire de l'opposition chez les deux enfants du groupe. Suivre le protocole leur demandait beaucoup trop d'efforts, et très peu des histoires qui leur ont été racontées ont pu être écoutées jusqu'à la fin. De nombreuses attaques du cadre ont aussi été relevées, l'un des deux jeunes s'amusait régulièrement à solliciter l'autre pour provoquer en lui une forte agitation, empêchant la bonne continuité de l'atelier. Même si certaines interactions étaient possibles entre les enfants et les adultes, les sollicitations verbales de la thérapeute étaient souvent noyées dans un bain d'écholalies incompréhensibles.

Nous avons également pu observer que la présence d'un robot permettait une amélioration des compétences émotionnelles des enfants interagissant avec lui. Le robot permet en effet de diminuer le nombre de signaux de communication, offrant une meilleure compréhension des interactions et des émotions. Dans cette optique, puisque le robot exprime les émotions de manière identique et stéréotypée d'une semaine sur l'autre, il encourage les enfants à l'imitation. Les enfants des deux groupes utilisant un robot comme outil de médiation ont, de fait, progressé dans l'imitation et le mime des expressions émotionnelles, ce qui constitue pour eux non seulement un élément primordial dans le développement social (François et al., 2009), mais également un accès à un nouvel outil de communication (Boucenna et al., 2010). À l'inverse, les enfants du groupe contrôle ont éprouvé beaucoup plus de difficultés pour mimer spontanément ou imiter les émotions exprimées par un adulte.

Enfin, au vu de nos résultats, nous pouvons également affirmer que la présence d'un robot en atelier a pu favoriser les interactions entre les enfants, mais également entre les enfants et les thérapeutes. Dans les groupes robots, la fonction contenant du cadre, ainsi que la diminution des signaux de communication, semblent avoir soutenu l'initiative d'un échange verbal. Nous avons notamment pu observer que les enfants étaient à même de développer des stratégies d'adaptation de leurs comportements symptomatiques (écholalies, crises de colère) afin de les transformer en outils de communication (communiquer ses émotions et ressentis par l'intermédiaire de la machine, par exemple). Pour être plus précis, nous avons pu constater que les jeunes composant le groupe avec le robot Nao se servaient de la machine essentiellement pour communiquer avec nous des éléments de langage, à travers la fonction *text-to-speech* disponible depuis le logiciel qui la contrôlait (Duris, 2021). Pour les enfants du groupe « Cozmo », le robot était beaucoup plus utilisé dans sa fonction de simulation des émotions, les enfants ressentant une grosse colère pouvant par exemple contrôler le Cozmo afin que celui-ci joue plusieurs fois d'affilée la colère, tout en le dirigeant vers la personne envers qui s'adressait cette émotion.

En nous appuyant sur les résultats obtenus par les groupes « Cozmo » et « Nao » aux différents tests que nous avons effectués⁴, il apparaît que les enfants du groupe avec

⁴ Et plus particulièrement le test de reconnaissance des émotions faciales (TREF) qui évalue la capacité des sujets à identifier l'expression émotionnelle présentée sur 60 photographies de visages adultes, ainsi

robot humanoïde ont augmenté de façon plus importante leurs compétences dans les tâches de reconnaissance d'émotion sur des visages adultes, tandis que ceux du groupe avec robot non-humoïde ont plus progressé dans des tâches de comparaison de visages d'enfants. Bien évidemment, nos échantillons sont bien trop petits (2 enfants par groupe) pour que nous puissions en tirer des conclusions significatives. Néanmoins, nos différentes observations ainsi que les résultats relevés nous permettent ici de proposer l'hypothèse qu'un robot non-humoïde permettrait davantage de distinguer une émotion lorsque celle-ci doit être comparée à d'autres, du fait de l'importance donnée à un élément précis du visage sur le Cozmo (l'expressivité très « *cartoonesque* » de ses yeux). Le robot Nao, humanoïde, permettrait quant à lui une meilleure intégration des émotions, et offrirait aux enfants la possibilité d'améliorer les compétences des enfants dans la reconnaissance émotionnelle lorsqu'un seul stimulus est présenté, ce qui va dans le sens de l'hypothèse de Ricks et Colton (2010) selon laquelle les robots humanoïdes ont plus de potentiel pour généraliser les compétences. De plus, nos observations nous amènent à émettre l'hypothèse qu'un robot humanoïde doté d'une fonction de synthèse vocale pourra plutôt être utilisé comme porteur de la parole et des mots de l'enfant TSA, tandis qu'un robot non-humoïde suffisamment expressif jouera un rôle de support d'expression émotionnelle, favorisant les échanges verbaux entre les patients. Le choix de la forme du robot dépendra donc du travail que voudra mettre en place le thérapeute.

3. Penser ensemble la conception d'un robot pour une meilleure prise en charge thérapeutique des enfants TSA

Au vu des recherches actuelles précédemment citées, ainsi que de notre expérience clinique quotidienne de médiation robotique auprès d'enfants TSA en Hôpital de Jour, il nous paraît indispensable, à l'avenir, que la programmation et le contrôle des robots soit simplifiés afin de permettre aux professionnels de santé et aux familles de se saisir plus facilement de ces outils. En effet, nombreux sont les chercheurs et professionnels de terrain attirés par l'utilisation des outils robotiques, mais beaucoup d'entre eux redoutent de s'y essayer par peur de se retrouver face à une trop grande complexité du matériel. D'un autre côté, les solutions « toutes faites » proposées par les entreprises vendant des robots s'avèrent très souvent inefficaces, car les personnes créant ces applications n'ont généralement aucune connaissance théorique ou aucune expérience clinique suffisante pour proposer un outil véritablement adapté à la prise en charge des patients. Pour notre part, nous avons passé plusieurs centaines d'heures à programmer le robot dans l'optique de nous en servir auprès de nos patients : nous ne pouvons attendre cela de professionnels de santé qui n'ont pas suffisamment de temps libre à consacrer à cette tâche fastidieuse. Il nous semble alors essentiel que s'instaure, dans les années à venir, un véritable travail pluridisciplinaire entre les thérapeutes, les roboticiens et les ingénieurs, afin que les machines puissent être pensées, en amont, pour un usage optimisé dans une pratique clinique quotidienne. Pour les professionnels

que le subtest de reconnaissance d'affects de la NEPSY II, qui demande au patient de comparer des expressions faciales de visages d'enfants présentés sur des photographies.

de santé travaillant sur la question des médiations robotique, il nous semble également important de mettre en place des moyens de communication d'observations et de partage de programmes, afin que chacun puisse échanger ses hypothèses et conceptions théoriques à d'autres collègues intéressés, pour faire avancer au mieux la recherche dans ce domaine.

Ainsi, pour travailler en amont la conception du robot, outre les aspects *techniques* souvent cités (fonctionnalités telles que la marche, l'autonomie, la sécurité, etc.), nous considérons que trois points clefs devraient être toujours pensés et travaillés :

- L'apparence des robots : un robot trop « réaliste » ne paraît pas pertinent, la simplicité de son visage et de son corps est en effet un élément essentiel dans la clinique des TSA. Pour ce qui est de l'aspect humanoïde ou non-humoïde, tout dépendra de l'usage que compte en faire le thérapeute ;
- Une voix robotisée, moins intrusive qu'une voix trop réaliste. La fonction de synthèse vocale à partir d'un texte écrit nous semble également essentielle pour que le thérapeute et l'enfant TSA puissent communiquer via la machine. La possibilité d'intégrer ses propres enregistrements vocaux au robot peut également être un plus ;
- Une prise en main simplifiée pour l'utilisateur, ainsi qu'une possibilité de programmation simple, afin que tout thérapeute puisse lui-même créer ce qu'il désire, et l'adapter aux patients qu'il connaît et suit depuis longtemps.

Si la machine robotisée suscite, dans la société contemporaine marquée par les nouvelles technologies, une sorte de curiosité et de désirabilité, elle reste un outil limité, encore trop peu étudié et demandant aux thérapeutes de faire preuve de suffisamment de créativité et d'inventivité pour le rendre intéressant. Il est essentiel de nuancer les discours de ceux qui craignent que la machine puisse un jour remplacer l'humain, voire même remplacer les éléments déjà mis à disposition dans la clinique des TSA : le robot n'est qu'un outil, un médium de plus, avec ses intérêts et ses limites propres, dont l'utilité sera d'accompagner l'humain dans sa pratique clinique quotidienne et d'aider le thérapeute à entrer en relation avec son patient. Ce constat est d'autant plus important aujourd'hui, alors que nous voyons certains professionnels prôner des protocoles de prises en charge des enfants TSA dans lesquels un thérapeute, humain, doit adopter un comportement totalement « robotique » devant l'enfant dans le but de limiter les informations envoyées aux patients. Nous pensons au contraire qu'il est essentiel que le thérapeute propose toujours une relation transférentielle « humaine » à son patient, qu'il exprime ses émotions et ses ressentis tout en mettant du sens sur ce qu'il observe, afin d'accompagner le sujet vers une possibilité d'interaction subjective (Duris, 2021). La machine aura bien évidemment pour intérêt de simplifier la relation à l'autre et de la rendre plus facilement accessible, mais si nous voulons que l'enfant puisse profiter d'une relation intersubjective avec son thérapeute, il est essentiel que celui-ci puisse toujours préserver un lien humain qui s'entretiendra et s'améliorera au fil des séances, d'abord

par la relation que l'enfant aura avec la machine, puis petit à petit par celle qu'il découvrira avec son thérapeute, grâce aux capacités narratives de ce dernier.

Il convient enfin de rappeler aux ingénieurs et roboticiens qu'il n'est pas attendu que les robots de demain soient des robots plus « humanisés », soit des machines d'apparence encore plus humaine qui simuleraient toujours plus de capacités sociales et interactives, mais que soient proposés à l'avenir des robots « humanisants ». De ce fait, militons pour que les machines soient construites pour faciliter les interactions et les relations entre les humains, et pour offrir de nouvelles possibilités de prise en charge thérapeutiques auprès des jeunes patients présentant des Troubles du Spectre Autistique.

Références

- Aubergé, V., Sasa, Y., Bonnefond, N., Meillon, B., Robert, T., Rey-Gorrez, J., Schwartz, A., Antunes, L., De Biasi, G., Caffiau, S., & Nebout, F. (2014). *The EEE corpus: Socio-affective "glue" cues in elderly-robot interactions in a Smart Home with the Emoz platform*. 5th International Workshop ES3LOD 2014, Reykjavik, Iceland.
- Baddoura, R. (2017). Le robot social médiateur : un outil thérapeutique prometteur encore à explorer. *Le journal des psychologues* n°350(8), 33-37
- Boucena, S., Gaussier, P., Andry, P., & Hafemeister, L. (2010). Imitation as a communication tool for online facial expression learning and recognition. 5323 5328.
- Cabibihan, J., Javed, H., Ang, M., & Aljunied, S. (2013). Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism. *International Journal Of Social Robotics*, 5(4), 593-618.
- Cohen, D., Grossard, C., Grynszpan, O., Anzalone, S., Boucenna, S., Xavier, J., Chetouani, M. & Chaby, L. (2017) Autisme, jeux sérieux et robotique : réalité tangible ou abus de langage ? *Annales Médico- psychologique, revue psychiatrique*, vol 175, issue 5, p438-445
- Dautenhahn, K. (1999). Robots as social actors: Aurora and the case of autism. *Proc. CT99*, 359 374.
- Dautenhahn K. (2003). Roles and functions of robots in human society: Implications from research in autism therapy. *Robotica*. 21:443–452.
- Dautenhahn K, Nehaniv C, Walters ML, Robins B, Kose-Bagci H, et al. 2009. KASPAR—a minimally expressive humanoid robot for human-robot interaction research. *Appl. Bionics Biomech*. 6(3–4):369–97
- Dautenhahn, K., & Werry, I. (2004). Towards interactive robots in autism therapy: Background, motivation and challenges. *Pragmatics And Cognition*, 12(1), 1-35.

- Duris, O. (2018). Le robot nao comme support relationnel et de dynamique groupale auprès d'enfants porteurs de troubles du spectre autistique. In *Et si Alzheimer(s) et Autisme(s) avaient un lien?* (p. 225-232). ERES
- Duris O. (2020) Le robot dans la clinique de l'autisme Intérêts et enjeux futurs. *Techniques de l'Ingénieur*. (ag119).
- Duris, O. (2021). Le robot comme « support de parole » pour l'enfant autiste. Sur l'intérêt de l'outil robotique dans la relation intersubjective enfant TSA/thérapeute. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*.
- Ferrari E, Robins B, Dautenhahn K. 2009. Therapeutic and educational objectives in robot assisted play for children with autism. *Proc. 18th IEEE Int. Symp. Robot Hum. Interact. Commun. (RO-MAN 2009)*, Sept. 27–Oct. 2, Toyama, Jpn., pp. 108–14. Piscataway, NJ: IEEE
- François D, Powell S, Dautenhahn K. A long-term study of children with autism playing with a robotic pet: Taking inspirations from non-directive play therapy to encourage children's proactivity and initiative-taking. *Interaction Studies*. 2009; 10:324–373.
- Fujimoto, I., Matsumoto, T., De Silva, P. R. S., Kobayashi, M., & Higashi, M. (2011). Mimicking and Evaluating Human Motion to Improve the Imitation Skill of Children with Autism Through a Robot. *International Journal of Social Robotics*, 3(4), 349- 357
- Grossard, C., Palestra, G., Xavier, J., Chetouani, M., Grynszpan, O., & Cohen, D. (2018). ICT and autism care: state of the art. *Current opinion in psychiatry*, 31(6), 474–483
- Huijnen, C., Lexis, M., Jansens, R., & de Witte, L. P. (2016). Mapping Robots to Therapy and Educational Objectives for Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of autism and developmental disorders*, 46(6), 2100–2114.
- Karakosta, E., Dautenhahn, K., Syrdal, D. S., Wood, L. J., & Robins, B. (2019). Using the humanoid robot Kaspar in a Greek school environment to support children with Autism Spectrum Condition. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 10(1), 298– 317.
- Kozima H, Nakagawa C, Yasuda Y. 2007. Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy. *Prog. Brain Res*. 164:385–400
- Kumazaki, H., Muramatsu, T., Yoshikawa, Y., Matsumoto, Y., Ishiguro, H., Sumiyoshi, T., Mimura, M., & Kikuchi, M. (2019a). Comedic experience with two robots aided a child with autism spectrum disorder to realize the importance of nonverbal communication. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 73(7), 423-423.
- Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G., & Stefanov, D. (2012). Which Robot Features Can Stimulate Better Responses from Children with Autism in Robot-Assisted Therapy? *International Journal of Advanced Robotic Systems*.

- Michaud F, Salter T, Duquette A, Mercier H, Lauria M, et al. 2007. *Assistive technologies and child-robot interaction*. Presented at AAAI Spring Symp. on Multidisciplinary Collaboration for Socially Assistive Robotics, March 26–28, Stanford, Calif.
- Miyamoto E, Lee M, Fujii H, Okada M. 2005. How can robots facilitate social interaction of children with autism?: Possible implications for educational environments. *Proc. Fifth Int. Workshop Epigenet. Robot., July 22–24, Nara, Jpn.*, pp. 145–46. Lund, Swed.: LUCS
- Nadel, J., Simon, M., Canet, P., Soussignan, R., Blanchard, P., Canamero, L., & Gaussier, P. (2006). Human responses to an expressive robot. In *Procs of the Sixth International Workshop on Epigenetic Robotics*. Lund University.
- Ravindra, P., De Silva, S., Tadano, K., Saito, A., Lambacher, S., & Higashi, M. (2009). Therapeutic-assisted robot for children with autism. In *Intelligent Robots and Systems, 2009. IROS 2009. IEEE/RSJ International Conference on*, pages 3561–3567. IEEE
- Ricks, D. J., & Colton, M. B. (2010). Trends and considerations in robot-assisted autism therapy. *2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 4354-4359.
- Robins B, Dautenhahn K, & Dubowski J. (2006). Does appearance matter in the interaction of children with autism with a humanoid robot? *Interaction Studies*. 7: 509–512.
- Robins, B., Dautenhahn, K., te-Boekhorst, R., & Billard, A. (2005). Robotic assistants in therapy and education of children with autism: Can a small humanoid robot help encourage social interaction skills? *Universal Access in the Information Society*, 4, 2, 105-120
- Sakka S., & Gaboriau R., (2017) un robot comme médiateur thérapeutique : une expérience auprès de jeunes autistes. *Tétralogiques*, n°22, p249-261
- Scassellati B. (2007). How social robots will help us diagnose, treat, and understand autism. *Robotics Research*. 28:552–563.
- Scassellati, B., Admoni, H., & Matarić, M. (2012). Robots for use in autism research. *Annual review of biomedical engineering*, 14, 275-294
- Simon, M. et al. (2007). L'enfant face à des expressions robotiques et humaines. *Enfance*, 59(1) 59–70.
- Tisseron, S. & Tordo, F. (2018). *Robots, de nouveaux partenaires de soins psychiques*. Toulouse, France: ERES.

Tordo, F. (2017). La médiation robotique en thérapie analytique. *Le Journal des psychologues*, 350(8), 28-32.

Xavier, J. (2018). Autisme, jeux sérieux et robotique : réalité tangible ou abus de langage ?. In T.Tisseron, & F.Tordo (sous la direction de) *Robots, de nouveaux partenaires de soins psychique*. Toulouse : Érès