



HAL
open science

Vers un robot humanoïde à domicile comme outil d'entraînement orthophonique à distance pour les enfants sourds implantés cochléaires

Sabrina Stiti, Olivier Deguine, Loïc Caroux

► To cite this version:

Sabrina Stiti, Olivier Deguine, Loïc Caroux. Vers un robot humanoïde à domicile comme outil d'entraînement orthophonique à distance pour les enfants sourds implantés cochléaires. Doctoriales 2023 du 12e Colloque EPIQUE, Arpège-RJCE, Jul 2023, Paris, France. pp.62-67. hal-04757184

HAL Id: hal-04757184

<https://hal.science/hal-04757184v1>

Submitted on 29 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Vers un robot humanoïde à domicile comme outil d'entraînement orthophonique à distance pour les enfants sourds implantés cochléaires

Sabrina STITI

CerCo (UMR 5549, Université Toulouse Paul Sabatier & CNRS)
& CLLE (UMR 5263, Université Toulouse Jean Jaurès & CNRS)

Sous la direction de Olivier Deguine (CerCo UMR 5549, Université Toulouse Paul Sabatier, CNRS & CHU Toulouse)

et Loïc Caroux (CLLE UMR 5263, Université Toulouse Jean Jaurès & CNRS)

Pavillon Baudot CHU Purpan BP 25202

31052 Toulouse Cedex

sabrina.stiti@univ-tlse3.fr

RÉSUMÉ

Dans un contexte où la désertification médicale est un problème sociétal urgent pour les enfants sourds implantés cochléaires (IC), il existe à ce jour peu de solutions opérationnelles pour y remédier. Or la qualité de la rééducation orthophonique de l'enfant IC faite à l'hôpital ou en cabinet lors de séances régulières est un facteur pronostique majeur de l'amélioration des capacités de communication et d'expression de l'enfant. Ainsi, la motivation de cette thèse est de concevoir et d'évaluer un système opérationnel d'entraînement orthophonique à distance pour les enfants IC à l'aide d'un robot humanoïde en complément du travail des équipes soignantes. Nous avons dans un premier temps évalué l'acceptabilité de ce robot en milieu écologique, tant par l'enfant IC que par ses parents, pendant une durée d'un mois, à domicile, afin de juger de la faisabilité de ce projet. Puis nous avons pour but de concevoir et évaluer avec l'aide des orthophonistes un système opérationnel d'entraînement par le robot. Enfin, une évaluation du système sera effectuée avec des enfants IC sous supervision d'un orthophoniste.

MOTS-CLÉS

Interaction Enfant-Robot – Enfant sourd implanté cochléaire – acceptabilité – Robot humanoïde – déserts médicaux.

6 INTRODUCTION

6.1 Enfant sourd implanté cochléaire

Selon le rapport mondial sur l'audition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), près de 2,5 milliards de personnes dans le monde vivront avec un certain degré de perte auditive d'ici 2050. Dans les pays où la proportion de professionnel de l'audition (médecin O.R.L, orthophoniste, audioprothésiste) est relativement élevée, la répartition des spécialistes reste inégale (World Health Organization, 2021). La difficulté, le manque voire l'absence d'accès à un praticien de santé due à une distribution inégale dans un endroit est défini comme étant un « désert médical ». Les enfants souffrant de déficit auditif sont l'une des populations touchées par la désertification médicale. L'enfant porteur d'un implant cochléaire doit apprendre à identifier les sons, les sources sonores et les corrélations entre les objets. La rééducation est performante avec les enfants implantés, mais une grande partie des parents ont du mal à relayer ce travail de rééducation à la maison. Or, la rééducation orthophonique après chirurgie et l'implication de la famille dans cette rééducation sont des facteurs pronostiques majeurs pour la compréhension et le développement du langage après implantation cochléaire (Fagan et al., 2020; Socher et al., 2019).

Le suivi pour développer leurs capacités cognitives (perception auditive, compréhension et production de la parole, communication et langage), représente une réelle contrainte pour les familles



Les auteurs conservent les droits de leurs publications.

Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International.

en termes de temps, de nombre de trajets et de disponibilités des familles. Ainsi, pour cette thèse nous envisageons la télémédecine comme une solution d'entraînement complémentaire à domicile permettrait de compléter la réhabilitation en milieu naturel, de contribuer à réduire les inégalités liées aux déserts médicaux, de diminuer la charge de travail des familles et permettrait de favoriser les progrès de l'enfant.

6.2 La télémédecine comme solution contre la désertification médicale

Le rapport de l'OMS sur la télémédecine souligne que la télémédecine a contribué à la qualité et à l'accessibilité des soins de santé (Organization, 2010). La télémédecine peut être définie comme la prestation de soins médicaux et de traitement à distance des patients au moyen de la technologie de télécommunication, pour améliorer la qualité et l'accessibilité aux soins médicaux en permettant à des prestataires éloignés d'évaluer, de diagnostiquer, de traiter et d'assurer le suivi des patients (Chanussot-Deprez & Contreras-Ruiz, 2008 ; Organization, 2010). En augmentant l'accessibilité des soins médicaux, la télémédecine peut permettre aux patients de se faire soigner plus tôt et permettraient aux orthophonistes de suivre régulièrement les enfants porteurs d'implants cochléaires (Bush et al., 2016). Les patients implantés cochléaires (IC) ont besoin de séances de rééducation régulières, en particulier chez les jeunes enfants. Pendant la pandémie de coronavirus (COVID-19), la rééducation des enfants IC a été dégradée (Telmesani et al., 2022). Si les familles pouvaient avoir accès à de la télémédecine en cas de pandémie ou dans les zones où les soins médicaux ne sont pas accessibles, cela permettrait d'améliorer le suivi des enfants IC et d'éviter les répercussions négatives sur leur progression au cours de la rééducation.

6.3 Le robot humanoïde au service de la télémédecine

L'une des solutions possibles pour résoudre le manque d'accessibilité aux soins pour les enfants IC, est l'utilisation d'un robot social humanoïde comme outil de télémédecine qui devrait fournir une solution au manque de praticien et résoudre les limitations de mobilité (Jang et al., 2021; Lima et al., 2021). L'attribution de caractéristiques humanoïdes facilite les interactions enfants-robots et rend leur utilisation plus facile (Tung & Chang, 2013). L'apparence physique du robot peut également influencer son acceptabilité, son efficacité et son utilisation (Mori, 1970).

6.4 Mesure de l'acceptabilité d'un robot humanoïde chez un enfant implanté cochléaire

La mesure de l'acceptabilité d'un robot humanoïde pour les enfants malentendants est basée sur le Modèle d'Acceptation des Technologies (Davis, 1989) postulant que l'intention d'utiliser une technologie dépend de deux facteurs principaux : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue de la technologie. Pour évaluer l'acceptabilité en fonction des compétences de base des enfants, nous nous sommes plus spécifiquement basés sur la méthode d'évaluation de Cano et al. (2018) pour les enfants IC sur les « jeux sérieux ». Cela indique que les mesures peuvent varier en fonction du profil de l'utilisateur (par exemple, le niveau de capacité d'attention et les compétences cognitives) et de l'objectif de l'évaluation (évaluation de l'expérience utilisateur, satisfaction).

7 OBJECTIF GENERAL DE LA THESE

L'objectif est de définir un cadre conceptuel et méthodologique opérationnel pour l'installation d'un robot humanoïde destiné à l'entraînement orthophonique au domicile des patients, en complément des séances de réhabilitations conventionnelles en milieu soignant (hôpital ou cabinet). Pour cela 3 étapes ont été définies : (1) l'évaluation de l'acceptabilité d'un robot humanoïde chez l'enfant IC et les parents ; (2) la conception et validation d'un système opérationnel d'entraînement des capacités de communication et d'expression en identifiant les différentes applications d'exercice recommandées par les orthophonistes pour une utilisation avec un robot humanoïde ; (3) l'évaluation du système avec des enfants IC sous la supervision d'un orthophoniste.

8 1ERE PHASE MENEES : ÉVALUATION DE L'ACCEPTABILITÉ D'UN ROBOT HUMANOÏDE CHEZ L'ENFANT IC ET LES PARENTS

L'étude n°1 consiste à évaluer l'acceptabilité d'un robot humanoïde installé à domicile pendant un mois par des enfants IC et leurs parents, proposant de jouer, danser et parler. Le but était d'évaluer de manière subjective (questionnaires) et objective (données d'utilisation en temps réel du robot) l'interaction entre le robot et l'enfant dans un contexte écologique. Pour mesurer l'acceptabilité, nous avons relevé d'une part, en continu et en temps réel les données d'utilisation du robot (utilisateur, date et temps d'utilisation, nombre de lancements et temps par activité) et d'autre part chaque semaine les retours sur l'interaction avec le robot (utilisabilité, intention d'usage, engagement, émotion). Le processus de recrutement des enfants IC et l'inclusion des familles ont été effectués lors de la 1ère année de thèse. Les premières installations du robot au domicile des familles ont débuté en janvier 2022. La publication de la méthodologie de cette première étude est prévue pour le printemps 2023.

8.1 Méthodologie

8.1.1 Population

Les participants sélectionnés sont 10 familles composées d'un enfant porteur d'un implant cochléaire âgé entre 8 et 12 ans (moyenne d'âge de 10,5) et des parents ou tuteurs légaux. Les 10 familles sélectionnées pour cette étude présentent un environnement familial favorable et se sont engagées dans la rééducation de l'enfant (moyenne de 4,9 sur 5 à l'échelle de participation familiale précoce (Moeller, 2000)). Les enfants ne présentaient pas de trouble cognitif ou psychologique associé. L'étude se déroule sur deux lieux : le CHU et le domicile des familles.

8.1.2 Déclaration éthique

Les participants ont donné leur consentement éclairé écrit pour participer à cette étude. Cette recherche a reçu l'avis favorable du Comité de Protection des Personnes (CPP). (Le promoteur est le CHU de Toulouse : RC31/20-0250)

8.1.3 Matériel

Pour cette étude, nous avons choisi le robot humanoïde « Pepper » (SoftBank Robotics, 2014). Le robot est capable de parler, d'entendre et d'avoir une identification faciale et vocale. Il possède une tablette tactile au niveau du torse et propose des activités comme jouer, danser et discuter.

8.1.4 Procédure

L'étude s'est déroulée en plusieurs étapes. Lors de la pré-inclusion, l'orthophoniste du service ORL a présenté l'étude à la famille et a vérifié l'éligibilité des participants et expliqué le but de l'étude. A l'inclusion, chaque parent et l'enfant ont signé un formulaire de consentement avant de débiter l'étude. L'étape suivante a été l'installation du robot au domicile des participants de manière autonome pour une période de 30 jours. Durant cette période, 4 visites hebdomadaires au domicile de la famille ont été effectuées, afin de vérifier le bon déroulement de l'étude, de récupérer les données d'interaction avec le robot et de récupérer les questionnaires papier remplis par la famille, ainsi que les remarques/observations de la famille. La désinstallation du robot a marqué le dernier jour de la passation pour les participants avec la désinstallation du robot et l'évaluation finale avec les questionnaires.

8.1.5 Mesure de l'acceptabilité et de l'utilisation du robot chez les enfants IC et les parents

8.1.5.1 Questionnaires enfant

Les questionnaires ont été choisis afin d'évaluer les différents aspects de l'interaction perçue pour avoir des dimensions détaillées de l'acceptabilité du robot par les enfants IC et l'évolution des résultats chaque semaine pendant le séjour d'un mois en prenant compte de l'âge, le niveau de vocabulaire et les difficultés avec la communication orale. Ont été évalués, l'utilisabilité avec l'échelle d'utilisabilité

du système (SUS) adapté pour l'étude (Sánchez-Morales et al., 2020), l'intention d'utilisation (Moon & Kim, 2001), l'humeur, l'engagement et l'amusement (« Funomètre » (Read et al., 2002)).

8.1.5.2 Questionnaires parent

Les questionnaires destinés aux parents ont été choisis afin d'évaluer les différents aspects de l'interaction perçue pour avoir des dimensions détaillées de l'acceptabilité du robot par les enfants IC et l'évolution des résultats chaque semaine pendant le séjour d'un mois. Ont été évalués, les comportements innovants (Agarwal & Karahanna, 2000), l'attrait à la technologie (Lallemant et al., 2015), le modèle Almere (Heerink et al., 2010) qui mesure l'acceptation d'un agent social d'assistance et l'expérience utilisateur parentale (Lallemant & Koenig, 2017).

8.1.5.3 Interaction avec le robot

Les données qui ont été extraites du robot sont la transcription en temps réel des interactions (discussion, activité, inactivité) effectuées avec le robot. Les données qui ont été extraites sont le nom de l'utilisateur, les dates et durée d'utilisation d'une activité lancée ainsi que le nom de l'activité initiée. Les données vont permettre d'observer l'évolution du temps et de la fréquence d'utilisation par utilisateur. Ont été identifiées également les activités les moins ou les plus utilisées et seront corrélés avec les questionnaires.

8.2 Résultats préliminaires de l'étude n°1 : l'utilisabilité du robot par l'enfant IC

A ce jour, 10 familles ont été incluses. Six d'entre elles ont fait l'objet d'une passation complète et d'une analyse avancée des données.

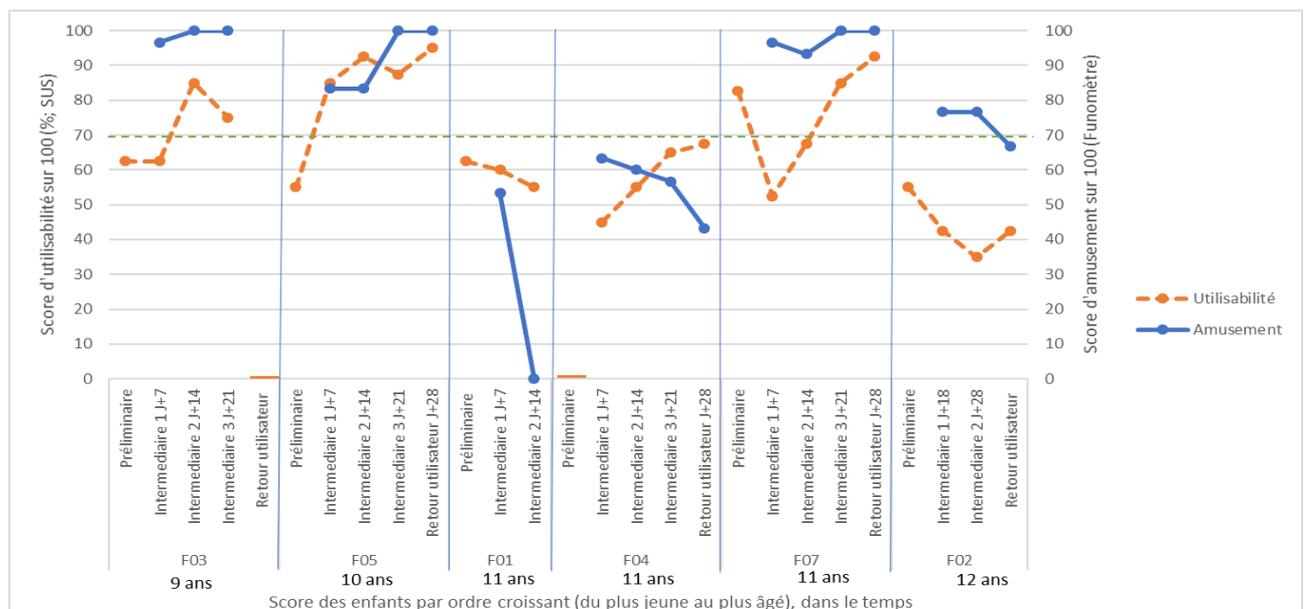


Figure 1: Amusement et utilisabilité chez les enfants implantés cochléaires ont été classés par âge croissant (du plus jeune au plus âgé)

La figure 1 montre les analyses préliminaires sur l'amusement et l'utilisabilité par enfant IC allant du plus jeune (9 ans) au plus âgé (12 ans). Relativement, la majorité des enfants ont déclaré s'être amusés avec le robot (jouer, parler et l'avoir à la maison) à l'exception de l'enfant de la famille 1. On a pu remarquer que le niveau d'amusement ressenti et d'utilisabilité (SUS) a fluctué dans le temps. L'amusement n'est pas resté stable, mais a augmenté dans le temps comme chez les familles 3, 5 et 7. Pour le SUS adapté par Sánchez-Morales, Durand-Rivera & Martínez-González (2020) nous avons utilisé l'échelle de cotation des scores des auteurs. Ainsi, le score à l'échelle d'utilisabilité du système pour les enfants est considéré comme moyennement acceptable entre 50 et 70% et à partir de 70% jusqu'à 100% le robot est considéré comme utilisable. En dessous de 50%, on peut considérer le robot comme non-utilisable puisque l'enfant n'a pas trouvé le robot facile à utiliser (l'enfant de la famille 2 âgé de 12 ans a jugé le robot comme n'étant pas facile à utiliser). Les scores au SUS ont tendance à

augmenter dans le temps sauf pour la famille 1 et 2. Les familles 3 et 4 ont présenté des données manquantes. Enfin, d'autres résultats seront présentés lors des Doctoriales, en particulier ceux des parents.

9 PERSPECTIVES FUTURES ET PHASES À MENER

9.1 2ème phase de la thèse : Conception et validation d'un système opérationnel d'entraînement orthophonique sur un robot humanoïde avec des orthophonistes

Lors de cette phase, notre but est d'identifier avec des orthophonistes des exercices d'entraînement, « serious game » et logiciels pour concevoir un entraînement spécifique des capacités de communication et d'expression de l'enfant IC. L'étape consiste à identifier et classer les choix et justifications dans l'ordre de première nécessité pour les enfants IC. Une classification en fonction de la tranche d'âge et du niveau de vocabulaire de l'enfant IC par les orthophonistes sera nécessaire pour élargir l'utilisation du robot sur plusieurs tranches d'âge. Le but final est de valider la possibilité d'utiliser des applications et exercices opérationnels sur un robot humanoïde pour les enfants IC.

9.2 3ème phase de la thèse : Evaluation du système opérationnel d'entraînement orthophonique sur un robot humanoïde avec les enfants IC sous la supervision d'un orthophoniste

L'objectif de la troisième et dernière phase de la thèse est d'évaluer le système d'entraînement (robot humanoïde proposant des exercices d'entraînements ciblés pour les enfants IC) conçu et validé lors de la précédente étape. La méthode envisagée, consiste à évaluer l'utilisation du système avec des enfants IC sous la supervision d'un orthophoniste au CHU, lors de la mise en situation d'une séance d'entraînement orthophonique (production et compréhension orales). Nous évaluerons l'utilisabilité du système, l'engagement de l'enfant IC, la compréhension des exercices et le bon usage du système dans le cadre d'un entraînement orthophonique au CHU. Les données recueillies de manière subjective (questionnaires) et objective (données d'utilisation du robot et score aux exercices) permettront d'avoir un retour de l'orthophoniste et de l'enfant IC sur la faisabilité et l'apport de l'utilisation d'un robot humanoïde dans le cadre d'un entraînement orthophonique complémentaire par rapport à l'absence de robot.

10 CONCLUSION ET VEROUS À LEVER

La mise en place de ce projet qui a débuté en 2018 a impliqué une équipe pluridisciplinaire composée de médecins O.R.L., orthophonistes, chercheurs en ergonomie et psychologie cognitive, spécialistes en psycho-acoustique, ingénieurs d'étude en technique expérimentales et ingénieurs de recherche en robotique, afin de pouvoir être opérationnel pour les enfants IC.

A ce stade de la thèse, il n'est pas encore possible d'évaluer un robot à visée d'entraînement orthophonique avec des fonctionnalités spécifiques à de l'entraînement, par des professionnels de la santé, car nous sommes encore au stade de l'étude de l'acceptabilité d'un robot humanoïde ne proposant pour l'instant pas d'entraînement. C'est une prospective à long terme dans laquelle l'équipe pluridisciplinaire est en étroite et constante collaboration avec des orthophonistes, audioprothésistes et médecins O.R.L. intégrés au projet de recherche et spécialisés en implant cochléaire chez l'enfant. L'objectif final du robot est de servir de complément au travail des praticiens, et non de le remplacer.

À ce jour, l'un des plus grands verrous de cette thèse est d'identifier la méthode qui permet de capter et de garder l'attention et l'intérêt des enfants IC sur le robot en autonomie sur le long terme. La première piste serait d'adapter les interactions à l'âge de l'enfant et de rendre le robot attrayant par des fonctionnalités indispensables comme une ouverture sur internet par exemple. Le deuxième verrou est d'identifier comment les orthophonistes perçoivent le rôle du robot (assistant, accompagnateur, distracteur, rival, etc.) dans ce projet d'entraînement orthophonique à distance.

Pour conclure, la première phase de la thèse a été marquée par les passations des 10 familles et sera accompagnée par l'analyse complète et détaillée des résultats obtenus. Une publication de l'analyse des résultats de l'étude n°1 est prévue pour l'été 2023. En parallèle, la deuxième phase sera lancée et marquera la conception et validation d'un système opérationnel d'entraînement basé sur

les recommandations des orthophonistes. Les deux phases nous permettront d'avancer dans la future mise en place d'entraînement orthophonique à distance, au domicile des enfants IC à l'aide d'un robot humanoïde.

11 BIBLIOGRAPHIE

- Agarwal, R., & Karahanna, E. (2000). Time Flies When You're Having Fun : Cognitive Absorption and Beliefs about Information Technology Usage. *MIS Quarterly*, 24(4), 665-694.
- Bush, M. L., Thompson, R., Irungu, C., & Ayugi, J. (2016). The Role of Telemedicine in Auditory Rehabilitation : A Systematic Review. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 37(10), 1466-1474.
- Cano, S., Collazos, C. A., Aristizábal, L. F., Gonzalez, C. S., & Moreira, F. (2018). Towards a methodology for user experience assessment of serious games with children with cochlear implants. *Telematics and Informatics*, 35(4), 993-1004.
- Chanussot-Deprez, C., & Contreras-Ruiz, J. (2008). Telemedicine in wound care. *International Wound Journal*, 5(5), 651-654.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319.
- Fagan, M. K., Eisenberg, L., & Johnson, K. C. (2020). *Investigating Early Pre-implant Predictors of Language and Cognitive Development in Children with Cochlear Implants*.
- Heerink, M., Kröse, B., Evers, V., & Wielinga, B. (2010). Assessing Acceptance of Assistive Social Agent Technology by Older Adults : The Almere Model. *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 361-375.
- Jang, S. M., Hong, Y.-J., Lee, K., Kim, S., Chiён, B. V., & Kim, J. (2021). Assessment of User Needs for Telemedicine Robots in a Developing Nation Hospital Setting. *Telemedicine and E-Health*, 27(6), 670-678.
- Lallemant, C., & Koenig, V. (2017). How Could an Intranet be Like a Friend to Me? Why Standardized UX Scales Don't Always Fit. *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017*, 9-16.
- Lallemant, C., Koenig, V., Gronier, G., & Martin, R. (2015). Création et validation d'une version française du questionnaire AttrakDiff pour l'évaluation de l'expérience utilisateur des systèmes interactifs. *European Review of Applied Psychology*, 65(5), 239-252.
- Lima, M. R., Wairagkar, M., Natarajan, N., Vaitheswaran, S., & Vaidyanathan, R. (2021). Robotic Telemedicine for Mental Health : A Multimodal Approach to Improve Human-Robot Engagement. *Frontiers in Robotics and AI*, 8.
- Moeller, M. P. (2000). Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*, 106(3), E43.
- Moon, J.-W., & Kim, Y.-G. (2001). Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information & Management*, 38(4), 217-230.
- Mori, M. (1970). Bukimi no tani [the uncanny valley]. *Energy*, 7, 33-35.
- Organization, W. H. (2010). Telemedicine : Opportunities and developments in member states. Report on the second global survey on eHealth. *Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States. Report on the Second Global Survey on EHealth*.
- Read, J. C., MacFarlane, S., & Casey, C. (2002). Endurability, engagement and expectations : Measuring children's fun. *Interaction design and children*, 2(2002), 1-23.
- Sánchez-Morales, A., Durand-Rivera, J. A., & Martínez-González, C. L. (2020). Usability evaluation of a tangible user interface and serious game for identification of cognitive deficiencies in preschool children. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(6), 486-493.
- Socher, M., Lyxell, B., Ellis, R., Gärskog, M., Hedström, I., & Wass, M. (2019). Pragmatic Language Skills : A Comparison of Children With Cochlear Implants and Children Without Hearing Loss. *Frontiers in Psychology*, 10.
- Telmesani, L. M., Said, N. M., Mahrous, M. M., & Alrusayyis, D. F. (2022). The Difficulties Encountered by Pediatric Cochlear Implant Patients and Their Parents during the COVID-19 Pandemic. *Audiology and Neurotology*, 27(1), 48-55. <https://doi.org/10.1159/000517148>
- Tung, F.-W., & Chang, T.-Y. (2013). Exploring Children's Attitudes towards Static and Moving Humanoid Robots. In M. Kurosu (Éd.), *Human-Computer Interaction. Users and Contexts of Use* (p. 237-245). Springer.
- World Health Organization. (2021). *World report on hearing*. World Health Organization.