

Directrice de publication :

Sylvia Topouzkhanian

Équipe de rédaction :

Rédactrice en chef :

Agnès Witko

agnes.witko@univ-lyon1.fr

*Directrice de production et
administratrice web :*

Lydie Batilly-Gonin

Secrétaires de rédaction :

Florence Baldy-Moulinier

Bénédicte Bordet-Boullet

Marianne Le Floch-Bazin

Mathilde Oudry

e-ISSN : 2117-7155

Site web :

<https://www.glossa.fr>

Licence :

Ce travail est disponible sous licence

[Creative Commons Attribution 4.0
International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**Editorial Glossa 146 : 2026, l'année des 40 ans de la revue
Glossa**

AGNES WITKO & OLIVIER HERAL

**Implémentation d'avatars numériques dans la prise en soin
orthophonique à domicile d'enfants sourds ou présentant
un trouble spécifique du langage ou des apprentissages :
représentations de parents et de fratries**

Implementation of Digital Avatars as Part of Home-Based
Speech and Language Therapy for Deaf Children or Children
With Specific Learning Disorders: Parents and Siblings
Perceptions

AGNÈS PIQUARD-KIPFFER & JÉRÉMY ZYTNIICKI

**Développement d'un outil d'évaluation des compétences
cliniques des étudiants en orthophonie**

Development of an Assessment Tool for Clinical Skills in Speech-
Language Pathology Students

GUILLAUME DUBOISDINDIEN & MURIEL BOT-MORVAN

**Lien entre les profils de production acoustique et les
performances linguistiques d'enfants porteurs d'implants
cochléaires**

Link Between Acoustic Production Profiles and Linguistic
Performance in Children With Cochlear Implants

SOPHIE FAGNIART, VÉRONIQUE DELVAUX, BERNARD
HARMEGNIES, ANNE HUBERLANT, KATHY HUET, MYRIAM
PICCALUGA & BRIGITTE CHARLIER

Editorial Glossa 146 : 2026, l'année des 40 ans de la revue Glossa

Auteurs :

Agnès Witko^{1,2}, Olivier Heral³

Affiliations :

¹ UCBL - Laboratoire DDL, Lyon, France

² Rédactrice en chef de Glossa

³ Premier Rédacteur en Chef de Glossa

Autrice de correspondance :

Agnès Witko

agnes.witko@univ-lyon1.fr

Comment citer cet article :

Witko, A., & Heral, O. (2026). Editorial Glossa 146 : 2026 L'année des 40 ans de la revue Glossa. *Glossa*, 146, 2-6. <https://doi.org/10.61989/qv9v4328>

e-ISSN : 2117-7155

Licence :

© Copyright Agnès Witko, Olivier Heral, 2026
Ce travail est disponible sous licence [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**Agnès WITKO, Rédactrice en chef**

Cet éditorial s'ouvre sur plusieurs évolutions et temps forts pour Glossa : l'introduction d'un nouveau format de publication, l'article conceptuel, la parution de trois contributions originales, ainsi que l'annonce du 40e anniversaire de la revue en décembre 2026.

L'article conceptuel, nouveau format de publication, propose une réflexion argumentée sur une dimension particulière de l'orthophonie : une théorie, un modèle, un concept majeur, une hypothèse de recherche... Afin d'examiner les fondements, les forces et les limites de ce phénomène, l'article vise à stimuler le débat et la controverse, en questionnant les choix théoriques et en ouvrant de nouvelles perspectives de recherche ou de problématisation sur une ou plusieurs thématiques.

Structuré comme une vue d'ensemble synthétique appuyée sur des références majeures, l'article conceptuel articule son contenu sur différents points de vue pour analyser les implications de certaines orientations scientifiques et proposer un cadre d'analyse et de compréhension renouvelé à des fins de recherche ou d'analyse de pratique clinique.

Présenté formellement sous forme de dissertation, l'article conceptuel combine état de l'art, raisonnement cohérent et terminologie explicite dans un format court (environ 4000 mots), accompagné d'un résumé, de mots-clés, de références solides (notamment revues systématiques ou méta-analyses), et, si nécessaire, un choix de supports visuels pertinents sélectionnés pour le propos, le tout au service d'une argumentation claire et structurée.

Plébiscité par des auteurs, ce nouveau format ouvre la porte au débat épistémologique, une prise de recul pour mieux questionner l'objet de l'orthophonie, de manière documentée et collégiale, grâce à la révision par les pairs.

Quant aux articles publiés dans le N° 146, deux d'entre eux relèvent de moyens à mettre en œuvre dans une intervention orthophonique dans le cadre de la surdité, des troubles spécifiques du langage ou des apprentissages, et le troisième article met en avant une démarche pédagogique prometteuse pour évaluer et autoévaluer les compétences cliniques des futurs orthophonistes. Les articles sont résumés ci-dessous dans l'ordre de leur publication au numéro sur la plate-forme Glossa.

Implémentation d'avatars numériques dans la prise en soin orthophonique à domicile d'enfants sourds ou présentant un trouble spécifique du langage ou des apprentissages : représentations de parents et de fratries

Agnès Piquard-Kipffer & Jérémy Zytnicki

Le projet AVI-Corse (AVatar Inclusif en Corse), conduit par Agnès Piquard-Kipffer et Jérémy Zytnicki, évalue l'implémentation de têtes parlantes numériques animées comme supports au langage au domicile familial. Vingt-cinq familles d'enfants âgés de 8 à 15 ans présentant des troubles spécifiques du langage et des apprentissages (TSLA) ou une surdité ont été interrogées via des entretiens parentaux et fraternels. Les parents d'enfants avec TSLA se montrent majoritairement favorables sans réserve, tandis que les parents d'enfants sourds conditionnent leur adhésion à l'avis de l'enfant. Les fratries expriment des positions plus nuancées. Dans un contexte de sous-représentation des orthophonistes en Corse, l'intégration d'avatars en télé-orthophonie constitue une ressource pertinente pour la stimulation langagière, sous réserve des limites liées au temps d'écran, au déficit d'humanité des interfaces et aux difficultés des parents à assurer la continuité thérapeutique à domicile.

Développement d'un outil d'évaluation des compétences cliniques des étudiants en orthophonie

Guillaume Duboisdindien & Muriel Bot-Morvan

En France, le décret n° 2020-579 du 14 mai 2020 impose l'acquisition d'un Certificat de Compétences Cliniques (CCC) en fin de formation en orthophonie. Les modalités d'évaluation actuelles, hétérogènes selon les centres de formation universitaires, manquent de critères explicites, de trajectoires temporelles et de rétroactions structurées, limitant

ainsi le soutien au raisonnement clinique et à l'autonomisation des étudiants. L'outil DÉCLIC (Développement CLinique Certificatif), une grille d'évaluation hétéro-rapportée adossée au référentiel de compétences de 2013, développée par Guillaume Duboisdindien et Muriel Bot-Morvan repose sur trois principes : la hiérarchisation de huit compétences cliniques déclinées en 24 sous-compétences opérationnalisées ; un suivi longitudinal des niveaux d'autonomie attendus à six temps d'évaluation, assorti d'un repère visuel pour l'identification précoce des besoins de soutien ; et l'intégration dans un processus d'évaluation continue articulé autour de cinq activités. Sa version auto-rapportée, J'ME DÉCLIC, reformule les items à la première personne afin de soutenir l'autoévaluation et la planification des ajustements. Sur le plan pédagogique, l'outil vise ainsi à expliciter les repères d'acquisition, à objectiver les écarts d'apprentissage et à renforcer la réflexivité, tout en facilitant le repérage précoce des profils en difficulté ou à haut potentiel.

Lien entre les profils de production acoustique et les performances linguistiques d'enfants porteurs d'implants cochléaires

Sophie Fagniard, Brigitte Charlier, Véronique Delvaux, Bernard Harmegnies, Anne Huberlant, Myriam Piccaluga, & Kathy Huet

Bien que l'implantation cochléaire précoce permette à des enfants présentant une surdité congénitale d'atteindre des niveaux linguistiques proches de ceux des enfants à audition typique (AT), les niveaux phonologique et morphosyntaxique demeurent à risque, avec une variabilité importante des performances. Cette étude menée par Sophie Fagniard et ses collègues examine les liens entre les profils de production de sons susceptibles d'être mal codés par l'implant cochléaire (IC) et les performances linguistiques d'enfants IC et AT. Vingt-trois enfants porteurs d'un IC et 47 enfants AT appariés en âge chronologique ou auditif ont réalisé des tâches de dénomination, de production narrative et de traitement morphémique. Des mesures acoustiques extraites sur trois types de segments (voyelles nasales/orales, fricatives, occlusives) ont permis de caractériser les profils productifs et de les relier à des indices phonologiques, lexicaux et morphosyntaxiques. L'analyse longitudinale d'un sous-groupe de treize enfants IC réévalués à un an distingue trois profils : 1) des performances linguistiques faibles associées à des productions

peu distinctives, 2) des performances élevées avec des productions acoustiquement typiques, et 3) des niveaux intermédiaires avec des stratégies compensatoires d'efficacité variable. Sur le plan clinique, ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte les stratégies de compensation, notamment le recours aux indices articulatoires visuellement accessibles, tout en évaluant le coût cognitif associé.

Pour conclure cet éditorial, une dernière annonce.

En 2026, Glossa célèbre ses 40 ans. Cet anniversaire donnera lieu à un événement le 2 décembre 2026 à Paris, offrant aux orthophonistes une occasion privilégiée de revenir sur le chemin parcouru et d'en esquisser les perspectives d'avenir.

Aujourd'hui, Glossa s'affirme comme une revue scientifique internationale de référence, dédiée à l'étude du langage dans toute sa complexité, à tous les âges de la vie et dans la diversité des situations cliniques et linguistiques. A la croisée des sciences de la santé, des sciences humaines et sociales et des sciences de la vie, la revue incarne une approche, résolument interdisciplinaire, ouverte aux apports des technologies et des innovations contemporaines.

Mais comment cette histoire a-t-elle commencé ? C'est Olivier Heral, premier rédacteur en chef de la revue, qui nous fait l'amitié de partager ses archives sur les deux premiers éditoriaux de Glossa, rédigés en 1986 par Pierre Ferrand, premier président de l'UNADRIO, et Michel Betz, premier secrétaire général.

Editorial : 1986 – 2026

Olivier HERAL, premier Rédacteur en Chef de la revue Glossa

Agnès Witko m'a demandé un co-écrit introductif pour lancer l'anniversaire des 40 ans de la revue Glossa. Quarante ans : déjà ! Telle a été ma première réaction suite à nos échanges récents. Le pari un peu utopique, lancé lors d'une réunion à Paris, fin 1985, d'un bureau national de l'UNADRIO qui n'avait pas encore troqué son « i » pour un « é » plus en conformité avec son objet a été gagné. Gagné grâce au travail acharné des sept rédactrices et rédacteurs en chef, et de toutes les équipes qui ont pris le relais. Il s'est même concrétisé au-delà de toutes nos espérances : une revue de Haut Niveau Scientifique, en Open Acces, Référencée et Indexée, consultable depuis n'importe quel endroit du monde. Difficile honnêtement, même pour le lecteur assidu et quasi exhaustif de Jules Verne, d'avoir pu l'imaginer il y a quarante ans, à une époque où le Minitel était plus en usage que l'ordinateur et le téléphone portable !

Pour donner une coloration et rendre hommage à leurs auteurs pour leur implication, je vais seulement citer deux extraits des deux premiers éditoriaux de Glossa, les Cahiers de l'UNADRIO, son titre complet en ces temps reculés.

Le premier avait été rédigé par Pierre Ferrand (Castres – Toulouse), premier président de l'UNADRIO qui écrivait :

« "L'heure est venue où le savoir faire de l'orthophoniste doit servir de tremplin à son savoir chercher..."

Que se mettent en marche, au cœur de nos creusets universitaires, des équipes de recherche animées par des orthophonistes, maîtres de stage et chargés de cours complémentaires...

Que fleurissent dans chaque département, dans chaque ville, des petits groupes pluridisciplinaires de réflexion et d'échanges... des sortes d'unions locales de Recherche Scientifique en Orthophonie... qui pourraient fonctionner sur le mode associatif, en liaison avec l'UNADRIO..."

Voilà un extrait du message que le 13 octobre 1985, j'ai lancé aux 1 000 orthophonistes, rassemblés à Lyon

à l'occasion du magnifique Congrès Scientifique de la F.N.O. "Plaisir et Langages".

Ce jour-là, chaque professionnel et chaque étudiant ont compris qu'une profession qui ne se donne pas les moyens d'impulser sa propre recherche scientifique est en danger de disparaître...

Bougeons-nous la recherche !

La prise de conscience de Lyon a lancé une dynamique...

Quelques mois après cet appel, je salue avec enthousiasme la naissance de la revue scientifique GLOSSA...

Réalisé par l'Equipe de l'UNADRIO, ce nouvel et indispensable outil permettra d'enrichir nos actions de recherche par l'échange et la diffusion rapides des données scientifiques les plus fiables et les plus originales en matière de communication langagière.

GLOSSA sera le vecteur privilégié de l'Information et de la Recherche Scientifique en Orthophonie francophone.

Et puisque cette recherche devient l'affaire de tous, cette revue est la revue de tous...

Et sa richesse sera celle que vous lui donnerez.

Alors, au travail...

Et tous nos vœux de succès ! »

Le second est de la plume du regretté Michel Betz (Nancy), premier secrétaire général, disparu trop tôt, qui complétait en disant :

« Quand le conseil d'administration de l'UNADRIO a pris la décision de créer une nouvelle revue, certains esprits n'ont pas manqué de faire part de leur scepticisme en évoquant les difficultés financières et rédactionnelles qui ne manqueraient pas de surgir sous nos pas.

Trois mois après l'annonce de la création de GLOSSA le pari engagé est gagné.

En effet, 1 200 abonnements ont été souscrits et ce succès a dépassé largement le premier tirage prévu. Mais au-delà de

ce succès d'estime et de curiosité, la preuve est faite que les orthophonistes attendaient un nouvel instrument de communication et souhaitaient une formation internationale que GLOSSA va tenter d'améliorer. De multiples contacts sont établis avec des chercheurs et thérapeutes du langage étrangers, cette collaboration ne manquera pas d'apporter un renouvellement dans la conception théorique et pratique de notre activité. »

Plus loin, il insistait sur le rôle de coordination, de formation, d'information et sur l'importance d'organiser d'autres Séminaires de méthodologie.

Si les pages des premiers numéros « papier » de Glossa ont un peu jauni, les idées, elles, sont étonnamment tout à fait actuelles : tout ou presque était dit.

Qu'ajouter de plus, alors que l'année 2026 devrait se terminer avec un cent-cinquantième numéro ? C'est ce que va faire l'équipe éditoriale de Glossa.

Implémentation d'avatars numériques dans la prise en soin orthophonique à domicile d'enfants sourds ou présentant un trouble spécifique du langage ou des apprentissages : représentations de parents et de fratries

Auteurs :

Agnès Piquard-Kipffer¹, Jérémie Zytnicki²

Affiliations :

¹INSEI – Grhapes (UR 7287), Suresnes, France

²Laboratoire Éducatifs et Promotion de la Santé (LEPS UR 3412), Université Sorbonne Paris Nord, France

Autrice de correspondance :

Agnès Piquard-Kipffer :

agnes.piquard@insei.fr

Dates :

Soumission : 27 janvier 2025

Acceptation : 22 octobre 2025

Publication : 29 décembre 2025

Comment citer cet article :

Piquard-Kipffer, A., & Zytnicki, J. (2025). Implémentation d'avatars numériques dans la prise en soin orthophonique à domicile d'enfants sourds ou présentant un trouble spécifique du langage ou des apprentissages : représentations de parents et de fratries. *Glossa*, 146, 7-23. <https://doi.org/10.61989/by9s0c98>

e-ISSN : 2117-7155

Licence :

© Copyright Agnès Piquard-Kipffer, Jérémie Zytnicki, 2025. Ce travail est disponible sous licence [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Contexte. Le projet de recherche AVI-Corse, AVatar Inclusif en Corse, teste la possibilité d'implémentation de têtes parlantes numériques animées comme supports au langage au sein du domicile familial. La sous-représentation des orthophonistes sur une partie du territoire corse ainsi que le nombre important de patients en attente de rendez-vous supposent effectivement de trouver des moyens alternatifs. Ce projet est une recherche participative où jeunes, parents, fratries et orthophonistes sont conviés.

Objectif. L'objectif de cette recherche est d'identifier les obstacles et les facilitateurs en vue d'une implémentation future d'avatars numériques dont la technologie a montré son efficacité dans une précédente étude.

Méthode. Vingt-cinq familles d'enfants âgés de 8 à 15 ans, avec troubles spécifiques du langage ou des apprentissages (TSLA) ou sourds ont été rencontrées. Des entretiens ont été menés auprès des parents et de la fratrie s'appuyant sur des méthodologies mixtes à partir d'entretiens semi-directifs pour l'ensemble des participants et de réponses quantitatives sous forme d'échelle de Likert pour la fratrie.

Résultats. Les résultats témoignent d'un accueil favorable des avatars de la part des parents et de la fratrie au sein du domicile. La mise en lumière du point de vue des parents montre que les parents d'enfant sourd conditionnent davantage leurs réponses à l'avis de leur enfant, contrairement aux parents d'enfant avec TSLA qui sont majoritairement favorables sans réserve. Les réponses des fratries d'enfant TSLA et d'enfant sourd montrent des positions plus nuancées, les participants manifestant une attention particulière face aux difficultés rencontrées par leurs frères et sœurs.

Conclusion. Si un avis favorable est globalement formulé quant à l'usage d'avatars dans le cadre de la télé-orthophonie, quelques réserves et recommandations sont à retenir quant à son usage à domicile.

Mots-clés : avatars numériques, prise en soin orthophonique, implémentation, éducation en santé, troubles spécifiques du langage et des apprentissages, surdité

Implementation of Digital Avatars as Part of Home-Based Speech and Language Therapy for Deaf Children or Children With Specific Learning Disorders: Parents and Siblings Perceptions

Context. In their AVI-Corse research project, the authors are testing the possibility of implementing animated digital talking heads as language aids in the family home. The under-representation of speech therapists in part of Corsica, and the large number of patients waiting for appointments, mean that alternative means have to be found. This is a participatory research project involving young people, parents, siblings and speech therapists.

Goal. The aim of this research is to identify the obstacles and facilitators to the future implementation of digital avatars, a technology that has been shown to be effective in a previous study.

Method. The data presented here focus on the opinions of 25 families with children aged 8 to 15, with Specific Learning disorders (SLD) or deafness, articulate mixed methodologies based on semi-structured interviews and quantitative responses in the form of a Likert scale.

Results. The results show that avatars are fairly well received by parents in the home.

The findings show that deaf children parents tend to condition their approval on their child's opinion, unlike children with SLD parents, who are mostly unreservedly favorable. Siblings of children with SLD and of deaf children express more nuanced views, showing particular concern for their brother's or sister's difficulties.

Conclusion. While the overall opinion on the use of avatars in telepractice in speech-language pathology is favorable, there are recommendations to bear in mind regarding their use at home.

Keywords: digital avatars, speech therapy, implementation, health education, specific learning disorder, hearing loss

INTRODUCTION

Cette recherche explore la manière dont parents et fratrie d'enfants présentant des difficultés de langage perçoivent et investissent l'éventuelle implémentation de têtes parlantes numériques (avatars) dans un cadre thérapeutique à domicile, celui du soin orthophonique.

Une recherche d'implémentation évalue la mise en place concrète d'une recherche scientifique, d'une action ou d'un outil, dans un environnement donné (Fixsen et al., 2005). Pour ce faire, elle s'appuie sur l'identification des obstacles et des facilitateurs liés à sa mise en œuvre, afin de comprendre les éléments susceptibles d'influer sur sa réussite. Cette recherche est un préalable à une implémentation future. Il s'agit plus précisément de s'entretenir avec les familles et les fratries en vue d'identifier des facteurs pouvant favoriser ou freiner la mise en œuvre des têtes parlantes numériques en situation écologique, c'est-à-dire au domicile d'enfants sourds ou présentant un trouble spécifique du langage et des apprentissages (TSLA).

Plusieurs travaux ont en effet souligné l'implication importante des fratries, souvent décrites comme une source de soutien, sur les plans développemental et psychologique ou sur celui des compétences sociales (McHale et al., 2012), notamment dans des contextes de stress et/ou auprès d'enfants présentant des besoins éducatifs particuliers (Kadriu et al., 2025).

Notre hypothèse peut donc se formuler ainsi : les familles seraient plutôt favorables à une éventuelle implémentation d'avatars à domicile. Pour tester cette hypothèse, nous proposons d'étudier les représentations des parents, des sœurs et des frères face à la démonstration de prototypes mettant en scène des avatars animés illustrant des situations à visée orthophonique au sein du domicile. Nous entendons par « représentation », la manière dont les individus élaborent des croyances pour comprendre le monde qui les entoure (Moscovici, 1961). Par la suite, Jodelet (2006) s'est intéressée à ce concept dans le champ des innovations médicales, afin de rendre intelligible la manière dont des objets ou des phénomènes nouveaux - dans notre recherche, des avatars à domicile - sont perçus, interprétés et appropriés.

Depuis plusieurs années, l'utilisation du numérique en santé s'est en effet étendue, notamment dans la formation des futurs professionnels de santé grâce à l'usage de différentes plateformes

d'apprentissage interactives (Witko & Trudeau, 2024). Concernant les soins, les médecins, comme les auxiliaires médicaux, ont davantage recours aux téléconsultations, plateformes et applications diverses, la pandémie liée à la Covid-19 ayant accentué ces pratiques (Jaury et al., 2021 ; Williatte, 2023 ; Zytnicki & Lewi-Dumont, 2024).

Dans le champ de l'orthophonie, quelques études antérieures à la Covid-19 ont interrogé des professionnels (Deygas, 2014) ou des patients adultes (Gaumé, 2016) sur la pertinence de la télé-orthophonie, faisant part de réponses mitigées. Plus récemment, la revue de littérature menée par Grognet (2020) dans un contexte international montre que le télé-soin en temps réel, bien qu'en progrès, est loin d'être une pratique courante en France. Dans l'éditorial « *Vers une jumelle numérique de l'orthophoniste* » (Witko & Sicard, 2024), les auteurs évoquent les interrogations de la profession qui oscille entre le désir de préserver des pratiques traditionnelles jugées « raisonnables et sûres » et l'intuition que des approches innovantes pourraient transformer leur exercice. Les auteurs citent des travaux menés aux États-Unis sur près de 200 orthophonistes (Albudoor & Peña, 2021), faisant état d'une réticence, pour un tiers d'entre eux, à utiliser des outils numériques en situation de bilan tandis que cette réticence est partagée par seulement 10 % de ces professionnels en situation de prise en soins. Une étude récente (Lin et al. 2024) synthétise vingt années de recherche internationale répertoriant une cinquantaine de travaux. Elle met en évidence que, parmi les différentes technologies utilisées (comme la réalité virtuelle (RV), la réalité augmentée, l'intelligence artificielle, ou l'usage de robots), beaucoup d'orthophonistes combinent présentiel et distanciel. Les avatars figurent parmi les technologies émergentes pour renforcer les stratégies d'apprentissage. Ils sont principalement utilisés chez les jeunes enfants, jeunes adultes et adultes, tandis que leur usage chez les enfants et adolescents reste peu documenté. Les auteurs soulignent qu'ils sont décrits comme renforçant la motivation et l'engagement du patient, ou stimulant les interactions sociales, dans le cas par exemple de troubles du spectre de l'autisme, ou encore en soutenant la production phonologique et/ou la compréhension chez des enfants présentant un retard ou un trouble développemental du langage (TDL). Cependant, les auteurs pointent un manque de données scientifiques prouvant leur efficacité selon les âges et pathologies. La méta-analyse de Capobianco et al. (2025),

portant sur 62 études consacrées à l'usage de la réalité virtuelle en contexte scolaire ou de rééducation neuropsychologique auprès de jeunes présentant des troubles neurodéveloppementaux, met principalement en évidence des travaux concernant les troubles du spectre de l'autisme et le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Les troubles spécifiques du langage sont peu investigués, avec seulement deux études recensées. Celle de Di Giusto et al. (2023), menée en laboratoire, propose une immersion dans un environnement tridimensionnel interactif, mobilisant des dispositifs sensoriels (par ex. Kinect), pour évaluer l'attention visuelle et certaines fonctions exécutives (inhibition, planification, flexibilité). Celle de Maresca et al. (2022) propose un environnement plus simple avec des exercices en présentiel et en distanciel via une plateforme de soin. L'expérience de l'enfant s'effectue via un écran qui agit comme une fenêtre sur le monde 3D, où des objets et événements sont reproduits pour susciter des interactions, tandis que les exercices eux-mêmes (comme la lecture et l'écriture sous dictée de mots et de pseudo-mots) reposent sur des supports bidimensionnels. L'enfant interagit à l'aide d'un écran tactile ou d'un dispositif magnétique relié à un objet compressible (par exemple une souris). Si l'étude de Di Giusto et al. (2023) met en évidence des effets positifs après six mois d'intervention, Capobianco et al. (2025) soulignent que ces travaux demeurent limités sur le plan méthodologique (déséquilibre de genre marqué chez Di Giusto et al., *ibid.* ; taille restreinte des groupes chez Maresca et al., 2022). Plus largement, les recherches internationales en orthophonie restent encore peu nombreuses, en particulier celles mobilisant des avatars permettant un recours à la lecture labiale.

En France, du côté des enfants, des outils numériques innovants ont été élaborés et testés. C'est le cas du programme Diabolab3 (Menin-Sicard & Sicard, 2019 ; Menin-Sicard et al., 2016) montrant une tête parlante de profil, dans une visée d'amélioration de la parole auprès d'enfants présentant un trouble développemental de la coordination (TDC), ou un TDL, ou une surdité. D'autre part, le projet Handicom (Blonz, 2011 ; Piquard-Kipffer, 2014, 2016) a eu recours à des visages numériques entiers, présentés de face, jouant le rôle de narrateur au sein d'albums spécialement conçus pour des enfants sourds comme, par exemple, une option de tête codeuse en Langue française Parlée Complétée. Depuis

quelques années, la technologie d'animation des avatars numériques s'est considérablement améliorée (Ouni & Gris, 2018). À partir d'une bande son et/ou d'un corpus écrit, une technologie de synchronisation labiale automatique permet d'associer la parole aux mouvements des lèvres et du visage d'un avatar qui peut être ou non de type humanoïde. Cependant, peu d'avatars sont testés auprès d'enfants avec difficultés de langage dans un contexte orthophonique. S'il est admis que la lecture labiale, dans un contexte classique avec un locuteur humain, est utile chez l'enfant sourd et peut l'être chez l'enfant avec TDL (Couvee et al. 2022 ; Leybaert, 2012 ; Tye-Murray et al., 2014), il a également été montré que l'intégration audio-visuelle peut être un soutien chez des enfants présentant un trouble spécifique du langage et des apprentissages (TSLA) ou à risque de développer un tel trouble, particulièrement lorsque les situations d'écoute sont difficiles (Galazka et al., 2021 ; Gijbels et al., 2023 ; Piquard-Kipffer et al., 2021).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre recherche. Celle-ci a été menée auprès d'enfants et d'adolescents sourds et d'enfants et d'adolescents avec TSLA, en comparaison à un groupe contrôle comprenant souvent la fratrie, ainsi que leurs parents. Notre projet AVI-Corse se décline en deux parties distinctes. Le volet 1 est dédié à l'apport audio-visuel d'un avatar sur la compréhension orale comparé à l'apport d'un locuteur humain et à celui d'une situation sans accès à la lecture labiale. L'avatar utilisé était de type humanoïde non réaliste. Son visage est stylisé, comme peut l'être celui d'un personnage de bande-dessinée ou de dessin animé. Il ne vise pas le réalisme mais évoque une figure graphique facilement identifiable : celle d'un adolescent humain (figure 1). Le visionnage de 60 vidéos a été effectué en présentant vingt phrases identiques répétées trois fois selon ces trois modalités. Des entretiens précédaient et suivaient ce visionnage. Le volet 2 est consacré à l'acceptabilité de plusieurs autres avatars et à leur implémentation au sein de la pratique orthophonique et au domicile familial.

Nos premiers résultats concernant le volet 1 ont été présentés dans divers colloques (Piquard-Kipffer, Krilanovic et al., 2024 ; Piquard-Kipffer, Zytnicki et al., 2024). Ils vont dans le sens d'une aide à la compréhension orale apportée par l'avatar bien que généralement inférieure à celle apportée par un locuteur humain.

Figure 1

Tête parlante humanoïde, de type dessin animé, en visionnage aux familles (volet 1)



Note. Source : Dynalips

Figure 2

Exemples de têtes parlantes humanoïdes réalistes animées présentées en visionnage aux familles (volet 2)



Note. Source : Metahuman Creator

Les premiers résultats du volet 1 ayant montré l'efficacité d'un avatar en situation expérimentale, cette présente étude porte sur le volet 2. Dans cette recherche, nous nous sommes entretenus avec des parents et des fratries de jeunes avec TSA ou de jeunes sourds dans le but de recueillir leurs représentations relatives aux éventuels usages d'avatars humanoïdes en situation écologique.

Les avatars que nous avons visionnés avec les familles sont animés par la même technologie de synchronisation labio-faciale que dans nos travaux précédents, cependant, ils sont plus réalistes. Il s'agit de représentations numériques de personnages humains, conçues pour reproduire plus fidèlement les traits du visage (figure 2)¹.

Contexte de la recherche en Corse : présentation générale du projet

Notre étude a été réalisée sous la forme d'un projet participatif : AVI-Corse (2022-2025). Il est logé dans la Chaire Unesco *Handicap, Éducation et Numérique*. Sa finalité est d'accompagner de jeunes enfants ayant peu ou pas accès au soin orthophonique en raison des particularités du territoire corse (Piquard-Kipffer, Martinelli et al., 2024). En effet, celui-ci est relativement pauvre dans ce champ (environ 100 orthophonistes sur tout le territoire, soit 1 professionnel pour 3391 habitants²), avec des zones très sous-dotées. En outre, l'accès à internet est parfois difficile. Cette recherche rassemble plusieurs acteurs de la santé du territoire dans le champ de la surdité et des troubles du langage qui ont facilité les rencontres avec des familles.

1 Vidéos créées sur Metahuman Creator et animées avec [Unreal Engine d'Epic Games](#)

2 Chiffre de l'Union Régionale des Professionnels de Santé (URPS) en avril 2024.

Tableau 1*Participants : parents d'enfant avec TSLA (PE TSLA) et parents d'enfant sourd (PE sourd)*

	Familles	2 parents mariés ou divorcés	Familles monoparentales	Parents rencontrés	Mères	Pères
Total	25 (100 %)	20	5	39	24	15
PE TSLA	13 (52 %)	11	2	22	12	10
PE Sourd	12 (48 %)	9	3	17	12	5

MÉTHODOLOGIE

Dans cette étude, nous avons rencontré 25 familles dans leur milieu de vie, majoritairement à leur domicile, parfois au sein de cabinets orthophoniques ou dans des locaux associatifs. Les familles incluses ont été réparties en trois groupes : deux groupes composés respectivement de parents d'enfant présentant des TSLA (PE TSLA) ou des troubles auditifs - surdité - (PE sourd), ainsi qu'un groupe d'enfants tout-venant (contrôle), comprenant un sous-groupe de frères et sœurs d'un enfant concerné par ces troubles.

Nous exposerons ici essentiellement les échanges concernant l'usage du numérique, en particulier celui d'avatars. Bien que le projet de recherche dans son ensemble ait comporté plusieurs phases d'entretiens auprès d'orthophonistes et auprès d'enfants avec des troubles du langage (TSLA et sourds), la présente étude porte exclusivement sur les entretiens conduits auprès de parents ainsi qu'avec le sous-groupe « fratrie ». En effet, les premiers entretiens ont montré que la fratrie occupe une place centrale, assurant de multiples fonctions : accompagnement aux soins orthophoniques en cabinet, soutien affectif et scolaire, ou encore participation à des activités à visée thérapeutique. Ainsi, parmi les rôles évoqués de la fratrie figurent la répétition ou reformulation de consignes, le fait d'être vecteurs de feedback audio-phonatoire, ou encore médiateurs auprès de la famille et des proches. Les parents ont été associés à ces entretiens, tout d'abord en acceptant la rencontre avec leurs enfants, le dialogue avec notre équipe avant et après les entretiens, également en étant conviés à commenter le visionnage de plusieurs avatars numériques réalistes du volet 2.

Nous rendrons compte de leurs représentations quant à l'usage du numérique en général, ainsi que celles relatives aux avatars, en mettant en évidence les barrières et facilitateurs potentiels à leur éventuelle intégration au domicile.

Participants : recrutement et caractéristiques

L'étude s'est déroulée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, des réunions en visioconférence avec l'Agence Régionale de Santé de Corse et l'Union Régionale des Professionnels de Santé orthophonistes ont permis de poser les bases du projet. Un appel à participation, accompagné d'une lettre d'information élaborée par l'équipe de recherche, a ensuite été diffusé. Le réseau de partenaires s'est progressivement structuré, notamment grâce à l'appui de médias sociaux mobilisés par des associations de familles et de professionnels. Ce processus a favorisé l'engagement de participants volontaires. Les premières rencontres en présentiel ont débuté en octobre 2022 et se sont achevées en juin 2025.

Au total, 25 familles ont été rencontrées, réunissant 39 parents et 8 enfants soit un effectif global de 47 personnes. La majorité des familles est composée des deux parents, qu'ils soient mariés ou séparés (tableau 1). Les familles monoparentales restent minoritaires : on en compte 2 sur 13 chez les PE TSLA et 3 sur 12 chez les PE sourd. Enfin, l'âge des parents interrogés se situe entre 30 et 45 ans. Ces 25 familles ont toutes bénéficié de soins orthophoniques. Un peu plus de la moitié d'entre elles (14/25) poursuivent un suivi hebdomadaire, tandis qu'un peu plus d'un quart (7/25) bénéficient d'un suivi plus irrégulier. Une minorité (4/25) reste éloignée du soin, souvent en raison d'une phase de pause à l'adolescence ou d'une inscription sur liste d'attente (notamment pour les enfants présentant un TSLA).

Le groupe « parents » rassemble 24 mères (61,5 %) et 15 pères (38,5 %). Le groupe de parents d'enfant TSLA (PE TSLA) comprend 22 participants : 12 mères et 10 pères issus de 13 familles différentes. Le groupe de parents d'enfant sourd (PE sourd) comporte 17 participants tous entendants : 12 mères et 5 pères issus de 12 familles différentes.

Les enfants présentant des TSLA étaient tous

Tableau 2

Participants : fratries d'enfant avec TSLA (FE TSLA) ou d'enfant sourd (FE sourd) avec indication des groupes TSLA et Sourd.

	FE TSLA	FE Sourd	Groupe TSLA	Groupe Sourd
Nombre d'enfants	4	4	15	15
Filles	3	2	6	7
Garçons	1	2	9	8
Âge moyen	14;0	10;7	11;3	10;11
Âge Min	12;8	7;11	8;4	8;10
Âge Max	14;11	12;6	14;11	13;4

Note. Âge indiqué en années ; mois.

dyslexiques-dysorthographiques. Les enfants sourds présentaient une surdité de degré moyen-sévère à profond avant appareillage, avec un effectif équivalent d'enfants porteurs d'implants cochléaires et de prothèses auditives classiques. La répartition filles-garçons était équilibrée. Concernant ces deux groupes d'enfants avec difficultés de langage participant à notre étude, nous avons choisi une tranche d'âge de 7 à 14 ans pour laquelle la littérature indique une progression possible des performances en lecture labiale, comme cela a été observé chez des enfants sourds (Tye-Murray et al., 2014). Par cohérence méthodologique, le groupe tout-venant comprenant le sous-groupe « fratrie » a été recruté dans cette même tranche d'âge, afin de constituer des groupes homogènes sur ce critère.

Le groupe « fratrie » a été réparti en deux sous-groupes : le groupe fratrie d'enfants TSLA (FE TSLA) et le groupe fratrie d'enfant sourd (FE sourd), chacun composé de quatre enfants. Le groupe FE TSLA compte trois filles et un garçon, tandis que le groupe FE sourd comprend deux filles et deux garçons (tableau 2). Par ailleurs, le groupe FE TSLA présente une moyenne d'âge un peu plus élevée que le groupe FE sourd, soit 14 ans versus 10 ans et 7 mois.

Il n'existait pas de différence significative entre les groupes concernant les capacités verbales et non verbales, celles-ci ayant été mesurées à l'aide du test ECS-II (Khomsi, 2001).

Déroulé des entretiens

Au total, trois entretiens ont été menés avec les familles. Une note d'information leur a été

transmise en amont. Un premier entretien, réalisé par téléphone ou en présentiel (en cabinet orthophonique ou en milieu associatif), avait pour objectif de présenter la recherche et d'en préciser le cadre réglementaire, conforme au règlement général sur la protection des données (RGPD) et à la convention d'Helsinki. Un formulaire de consentement parental et un formulaire de saisine de la déléguée à la protection des données ont été validés par le comité d'éthique de la recherche (CER) de l'INSEI³. Les familles ont été informées que leurs propos, recueillis sans enregistrement audio et consignés de manière anonyme, viendraient compléter les réponses formelles aux situations expérimentales. Le consentement éclairé des parents et des enfants a été recueilli, parfois en amont des deux autres phases expérimentales. Le deuxième entretien a été dédié au volet 1, c'est-à-dire à l'évaluation de l'apport audiovisuel d'un avatar humanoïde non réaliste à la compréhension orale de l'enfant présentant un trouble du langage (enfants TSLA ou sourd). Le troisième entretien portait sur le volet 2 de notre étude, relatif à l'évaluation de l'implémentation d'avatars réalistes. Ces trois temps d'entretiens ont été menés, au sein d'une même famille, à - au maximum - deux mois d'intervalle.

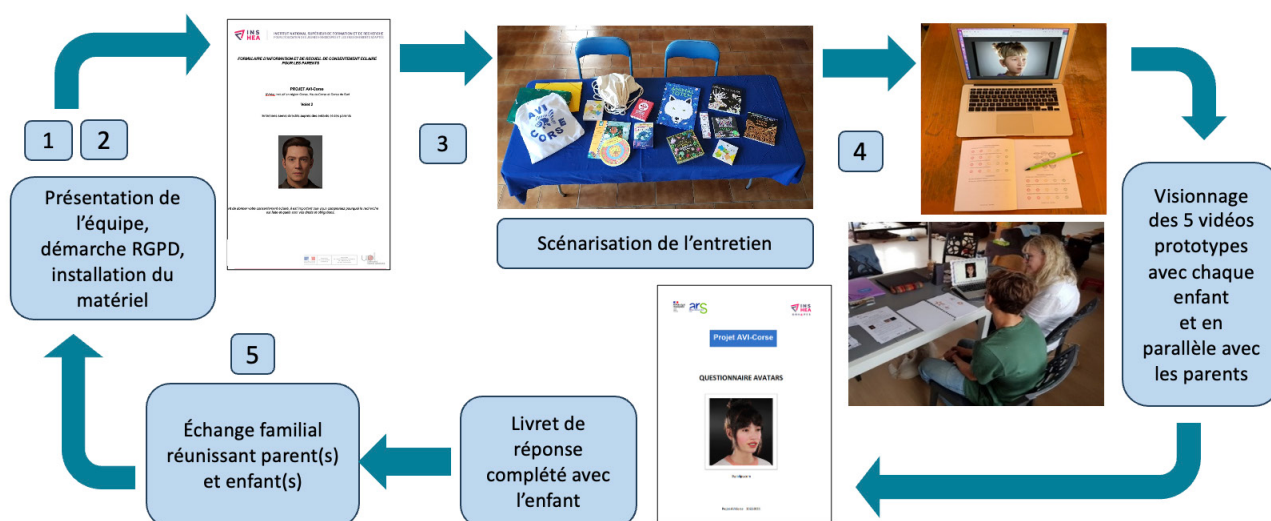
Notre recherche se concentre ici sur les entretiens menés au domicile familial dans le cadre du volet 2 qui se sont déroulés en cinq étapes (figure 3) :

(1) *Présentation de l'équipe et démarche RGPD*. La plupart du temps, deux chercheurs se rendaient au domicile des familles. Il est arrivé cependant, de manière exceptionnelle, qu'il n'y ait qu'un seul chercheur. Un moment était réservé pour poursuivre les échanges avec les participants sur

3 Avis favorable du CER AG11PI04-2025

Figure 3

Méthodologie expérimentale en cinq étapes des entretiens menés avec les 25 familles, 39 parents et 8 enfants (volet 2)



la protection des données (RGPD) et répondre à leurs éventuelles questions.

(2) *Installation du matériel.* Nous avons ensuite vérifié que les familles avaient bien accès à internet et identifié des espaces calmes, propices à l'entretien où le jeune pouvait se focaliser durant 1 heure.

(3) *Scénarisation.* Nous avons installé, dans l'espace dédié à l'entretien, des albums de littérature jeunesse, des affichettes ou des mandalas de manière à favoriser l'imagination et les échanges (figure 4, scénarisation avant entretien : installation d'un décor favorisant l'imagination et les échanges avec les familles). C'est dans cette troisième phase, où les jeunes sont occupés à manipuler les différents objets scénaristiques, que nous avons commencé à échanger avec les parents. Les données anamnestiques ont ainsi été récoltées avec prise de notes.

(4) *Visionnage de 5 vidéos avec les Avatars et entretiens* (a) avec chaque enfant (b) en parallèle avec les parents. Chaque vidéo, d'une durée d'une minute environ, évoquait plusieurs aspects d'une situation de communication. La vidéo 1 (*ce que j'ai dans la tête*) exprimait les ressentis et éventuelles opinions de l'émetteur, à travers la fonction expressive du langage. La vidéo 2 (*articulation*) portait sur des exercices articulatoires et des virelangues dont certains, par leur sonorité, peuvent toucher la fonction poétique du langage. La vidéo 3 (*pause anti-écran*) installait un moment

ritualisé de détente, où l'enfant est invité à mettre en veille les écrans. La vidéo 4 (*présentation de soi*) était centrée sur le récepteur - l'enfant participant - avec des questions lui étant adressées (relatives à son âge, son prénom, son lieu d'habitation, ses goûts) à travers la fonction conative du langage. La vidéo 5, (*animal totem*), à travers une évocation d'émotions rassurantes par un émetteur, vise à redonner confiance en soi à travers la fonction émotive du langage. Après chaque vidéo, enfants et parents étaient amenés à compléter un carnet de questions et à échanger, chacun de leur côté, avec l'expérimentateur afin d'évaluer l'articulation et l'attractivité communicationnelle de l'avatar. À l'issue de cette étape, la question suivante était posée : « êtes-vous favorable à l'utilisation d'un avatar numérique au domicile dans le soin orthophonique ? »

(5) *Échange familial.* Au cours de cet entretien final qui réunissait l'ensemble de la famille, l'enfant était invité à raconter son expérience et à exprimer son point de vue. Une vidéo était ensuite à nouveau présentée, le plus souvent celle que l'enfant appréciait particulièrement, cette fois en présence des parents, afin de prolonger la discussion avec eux.

Chaque entretien a duré environ 45 minutes par enfant auxquelles se sont ajoutées 45 minutes d'échanges avec les parents, suivies de 15 à 20 minutes d'échanges réunissant l'ensemble de la famille. Les entretiens n'ont pas été enregistrés,

Figure 4

Scénarisation avant entretien



les parents et les enfants disposaient d'un carnet sur lequel ils cochaient différentes réponses formalisées à partir d'une échelle de Likert. L'examineur, quant à lui, écrivait ce que disaient le jeune, les parents, les frères et les sœurs et relisait à voix haute en fin d'entretien les notes prises pour synthèse et confirmation (pour plus de détails, voir Piquard-Kipffer, Martinelli et al., 2024).

RÉSULTATS

Nous ferons part ici des données quantitatives et qualitatives obtenues lors des échanges avec les parents et la fratrie.

Données quantitatives

Nous présentons certains résultats sous forme de pourcentages dans une visée descriptive afin de rendre plus lisible la distribution des réponses des participants (figure 5). Il nous a semblé que l'utilisation de statistiques inférentielles n'était pas pertinente, la taille réduite de l'échantillon ne permettant pas de tirer des conclusions générales. Dans une perspective proche de celle défendue par Gros (2017) pour qui « l'émancipation de la représentativité statistique » en ethnographie est parfois à privilégier, nous avons opté pour une quantification descriptive visant à faire émerger les régularités internes aux groupes vus et à valoriser la singularité contextuelle insulaire observée. Si l'ensemble des familles, parents et fratries, est favorable à l'usage du numérique, ces avis sont

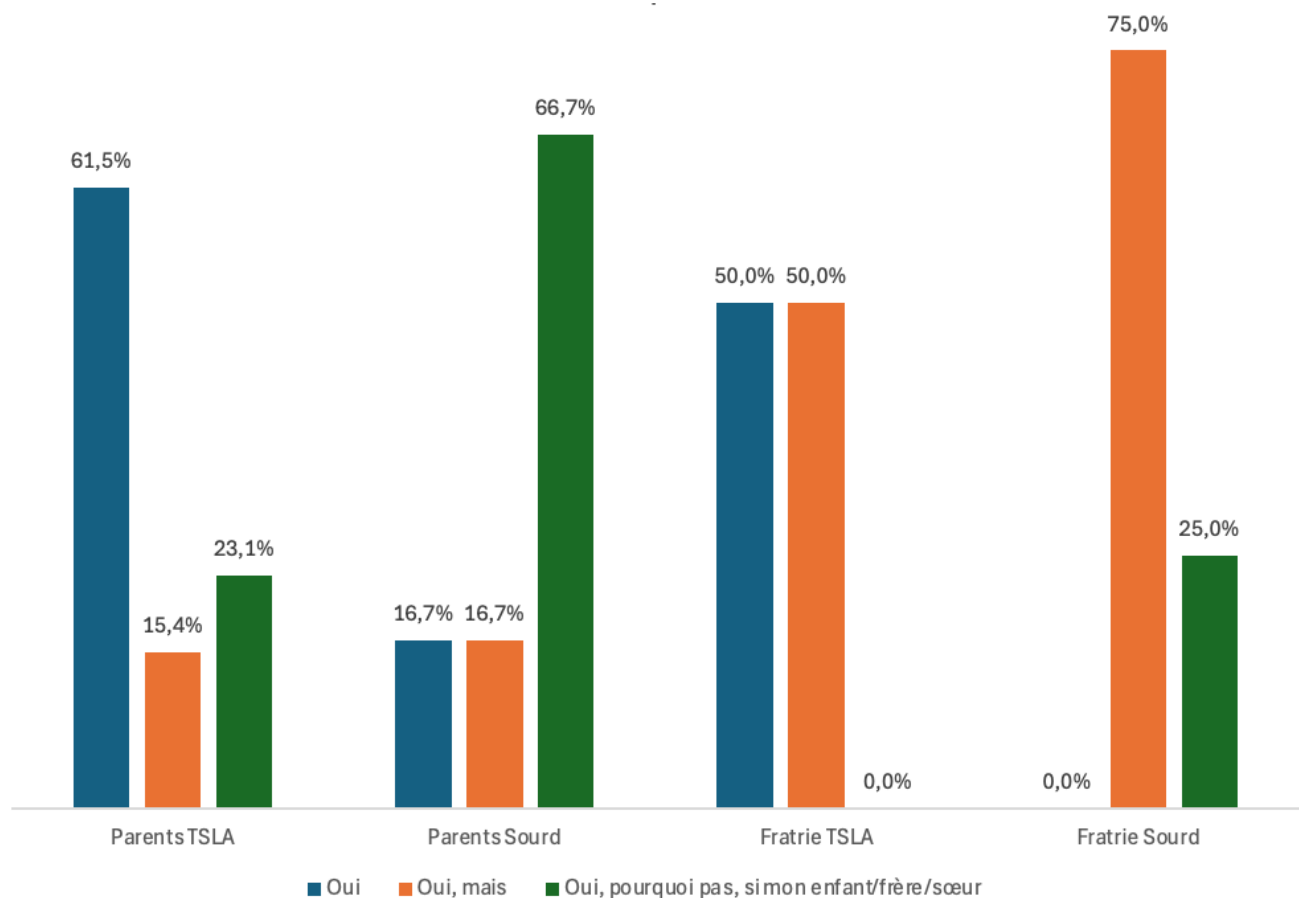
parfois assortis d'une petite réserve « oui, mais » ou d'une condition « oui, pourquoi pas, si ». Ainsi, trois types de réponses ont été collectées : « oui, oui mais, oui si ».

Les parents d'enfant avec trouble spécifique du langage ou des apprentissages (PE TSA) se déclarent majoritairement favorables à l'usage du numérique à domicile sans émettre de réserve particulière (8/13, 61,5 %). À l'inverse, les parents d'enfant sourd (PE sourd), expriment souvent une adhésion conditionnée par l'avis de leur enfant (« oui, pourquoi pas, si mon enfant trouve que c'est bien » ; 8 réponses sur 12, 66,7 %). Dans les deux groupes parentaux, le nombre de réponses nuancées « oui, mais » est comparable, avec respectivement 2 réponses sur 13 (15,4 %) pour les PE TSA et 2 sur 12 (16,7 %) pour les PE sourd.

Les fratries se distinguent par une plus grande fréquence de réponses nuancées : 3 sur 4 des fratries d'enfant sourd (FE Sourd) et la moitié de celles d'enfant avec TSA (FE TSA) optent pour un « oui, mais ». Une dynamique inverse apparaît concernant les réponses sans réserve : la moitié des FE TSA (2 sur 4) y sont favorables, contre aucune chez les FE Sourd. En revanche, une réponse conditionnelle à l'avis du frère ou de la sœur est exprimée par 25 % des FE Sourd (1 sur 4), mais reste absente chez les FE TSA.

Figure 5

Réponses des parents et des fratries à la question : « êtes-vous favorable à l'utilisation d'un avatar numérique au domicile dans le soin orthophonique ? », 3 types de réponses collectées « oui, oui mais, oui si »



Données qualitatives

Nous nous sommes également intéressés à l'ensemble des commentaires des parents portant sur l'implémentation des avatars au sein de la sphère familiale, ainsi qu'à la dynamique familiale instaurée par l'éventuel usage de cet outil numérique.

Nous avons classé les verbatims en cinq catégories relatives à la place actuelle occupée par le numérique en général et à celle de l'éventuelle implémentation de l'avatar. Ainsi, nous présenterons les résultats de notre recherche selon les cinq axes suivants : (a) la perception de la place du numérique en général à domicile, (b) la perception de l'introduction de l'avatar à domicile, (c) la perception du numérique comme moteur vers l'autonomie, (d) le temps du numérique envisagé comme plus favorable à la relation que le temps des devoirs, (e) l'avatar comme créateur ou maintien du lien avec le soin.

a - Perception du numérique en général à domicile

Les parents interrogés apparaissent comme ambivalents face à l'usage du numérique à domicile. Ce dernier inquiète en même temps qu'il rassure. Selon eux, il peut rendre dépendant comme il peut aider à contenir les différents niveaux de tensions corporelles et psychologiques des jeunes. Ainsi, certains parents nous ont fait part de manifestations de « dépendance » de leurs enfants : « C'est un drame quand il casse son téléphone et avec la dyspraxie, ça arrive souvent » (PE TSLA⁴). D'autres parents investissent particulièrement les outils numériques qui, selon eux, ont un effet « apaisant », « régulateur » et « ludique ». « Il a une deuxième vie dans sa main, on ne peut pas lui enlever. ». Ils ont également observé que le numérique était plus souvent utilisé par les jeunes dans un cadre occupationnel que dans un cadre éducatif ou thérapeutique.

4 Parent d'enfant dyslexique, qui présente également un TDC associé

Selon eux, des outils numériques éducatifs seraient donc particulièrement attendus. Cette ambivalence vis-à-vis du numérique participe à la conflictualisation de deux pensées souvent irréconciliables qui envisagent le numérique à la fois comme « *calmant* » et « *problématique* ». « *Il est toujours en train de faire des jeux, ça le calme. Le problème, il ne débranche jamais.* » (PE TSLA⁵).

b - Perception de l'introduction de l'avatar à domicile

L'introduction d'un nouvel outil à la maison, a fortiori numérique, peut apparaître comme une véritable source d'inquiétude pour les parents davantage préoccupés par la charge de travail qui pèse sur eux concernant les devoirs scolaires. Si certains parents ont accepté de participer à la recherche « *par curiosité* », d'autres l'ont fait davantage dans un but de connaître des outils numériques « *utiles* », pouvant contribuer à l'amélioration des capacités langagières, qui seraient une alternative au numérique « *occupationnel* ». « *Au moins le numérique va avoir un intérêt, un intérêt pour faire autre chose que de contenir le stress ou l'hyperactivité, quelque chose de mieux.* » (PE TSLA). D'autres parents encore évoquent l'idée d'un outil de qualité qui pourrait en remplacer d'autres de moins bonne : « *Il tient toute la journée son téléphone à la main, c'est très difficile de lui enlever, si c'était l'occasion de lui proposer autre chose, ce serait bien.* » (PE TSLA). Certains parents d'enfant éloignés du soin évoquent la possibilité « *de se remettre le pied à l'étrier* », « *Il se remettrait à l'orthophonie et comme ça il n'en serait pas coupé pendant trop longtemps, au lycée, comment il va s'en sortir ? Il lui faudra bien de l'aide.* » (PE TSLA).

Les parents d'enfant sourd évoquent en particulier la thématique de l'aide en lecture faciale et labiale dans le sens où l'enfant sourd a besoin de regarder l'interlocuteur. Regarder le visage aide à comprendre et à repérer de nombreux indices labiaux, etc. Les têtes parlantes numériques apparaissent alors comme une innovation très attendue, puisqu'elles n'existent pas encore dans le cadre du soin orthophonique : « *Elle a déjà des outils avec l'orthophoniste, des exercices ou des jeux à faire mais il n'y a pas de visage ou alors c'est très technique, peut-être que ça pourrait être plus facile avec un visage, elle ne peut pas nous regarder tout le temps.* » (PE sourd). Une fratrie évoque la présence d'un avatar à domicile,

comme pour y transférer les conditions d'un cadre thérapeutique : « *(...) à la maison, y'a le stress, il faudrait un avatar avec un décor comme chez l'orthophoniste, c'est beau, c'est bien rangé (...)* » (FE TSLA).

c - Le numérique comme moteur vers l'autonomie

La recherche proposée a été particulièrement appréciée par les parents indiquant être particulièrement sensibles au fait que leur enfant occupe un rôle central. « *Pour une fois, une étude met nos enfants au centre, c'est cela qui nous a plu.* » (PE TSLA). Les parents soulignent que cette recherche AVI-Corse place les jeunes comme acteurs à part entière de leur propre santé, experts de leur trouble et libres de formuler leurs ressentis : « *C'est elle qui saura ! On ne peut pas savoir ce qui lui faut comme aide en lecture labiale, notre enfant est plus expert que nous, elle sait exactement ce qui va et ne va pas quand quelqu'un parle et qu'elle ne comprend pas.* » (PE sourd) ou « *Les enfants vont pouvoir donner leur avis au lieu que ce soient les adultes, profs ou les médecins.* » (PE TSLA). Les parents avaient déjà identifié l'utilisation autonome de certains outils numériques issus de plateformes de soins. « *Il peut avoir l'opportunité de montrer de quoi il est capable.* », ce qui n'est pas toujours le cas lorsqu'il fait ses devoirs à la maison. En effet, enfants et parents ont confirmé un engagement plus marqué et une plus grande autonomie dans l'usage de plateformes numériques thérapeutiques que dans le cadre des devoirs scolaires : « *Le temps passé pour les devoirs thérapeutiques c'est différent parce que c'est plus ludique. C'est plus sympa, même en dehors du numérique.* ». D'autres parents se sont focalisés sur la présence d'un personnage parlant qu'il soit ou non humanoïde. « *La tête parlante pourra faire comme un prof spécialisé mais du côté du soin, plus comme un genre de coach avec qui il pourra faire son programme, pas comme à l'école où c'est imposé.* » (PE TSLA). Les fratries évoquent la dimension exploratoire de l'usage de l'avatar ainsi que l'initiation de la tâche qui faciliteraient l'auto-régulation et l'autonomie de leur sœur ou frère : « *elle (ma sœur) pourrait tester plein de façons de lire ou d'écrire avec l'avatar et voir après ce qui l'aide le mieux quand elle est toute seule.* » (FE TSLA). Un autre enfant dit « *des fois, il (mon frère) sait pas par où commencer. L'avatar pourrait montrer comment faire sans attendre qu'on l'aide.* » (FE sourd).

5 Parent d'enfant présentant plusieurs troubles TSLA : dyslexie et dyscalculie associées

d - Le temps du numérique envisagé comme plus favorable à la relation que le temps des devoirs

L'observation, en début d'étude, selon laquelle le temps consacré à l'aide aux devoirs et à l'accompagnement thérapeutique pouvait être particulièrement chronophage et parfois mal vécu pour les parents et les enfants eux-mêmes : « Ces moments sont décrits comme source de paradoxes, parce qu'à la fois nécessaires pour le soutien à la scolarité et simultanément contreproductifs sur le plan de l'estime de soi des enfants » (Piquard-Kipffer, Martinelli et al., 2024, p.346) est largement corroborée par la majorité des familles rencontrées.

Ainsi, les parents ont encore signalé que la relation parents-enfants souffre de l'atmosphère familiale tendue lors de l'aide aux devoirs à la maison. Pour cette raison, le fait que la recherche ne concerne pas l'aide aux devoirs a été apprécié. « C'est bien si ce n'est pas des devoirs (...) Les devoirs on ne veut plus en faire ou alors vraiment à petite dose. Ça a tellement gâché la vie et pourquoi ? C'est vraiment utile d'apprendre tout ça ? On a passé des soirées pour les conjugaisons, les sciences et vie de la terre (...) » (PE TSLA). Le temps des devoirs est considéré comme pouvant avoir un impact sur le couple et la famille. « On a eu du mal à arrêter les devoirs mais si on avait continué, on aurait divorcé ou alors c'est les deux petits qui auraient divorcé de nous. On passait des heures, on s'acharnait et ça finissait en pleurs. Le pire est qu'il n'avait pas forcément de bonnes notes le lendemain, il était trop stressé ou fatigué, c'est une bonne chose que ce ne soit pas des devoirs, en tout cas, ce ne sera pas nous qui lui imposerons, peut-être qu'il pourra nous montrer ce qu'il fait. » (PE TSLA). Dans ce contexte, certains parents voient dans les activités numériques une occasion de rencontres plus apaisées avec leur enfant : « Elle devient adolescente et elle en a marre de nous regarder tout le temps pour comprendre, donc le numérique pourrait l'aider à ce niveau-là. Est-ce que ce serait aussi précis que l'orthophoniste ? Il faudrait lui demander aussi son avis (...) mais si ça marchait ce serait l'idéal, on se regarderait plus pour se regarder, pas pour mieux parler. » (PE sourd). Certains parents évoquent davantage le côté ludique d'avatars « qui ressembleraient à des jeux vidéo ». Ils pourraient ainsi être utilisés dans le cadre d'une pratique autonome, également dans le cadre d'un moment de partage collectif et ludique (PE TSLA et PE sourd).

Enfin, certaines fratries s'emparent de l'avatar en se projetant dans une mission thérapeutique. « Pour les devoirs, je les fais souvent avec mon frère mais c'est pas toujours facile parce que je ne suis pas prof alors s'il y a une tête ce serait mieux ce serait moi et pas moi quand même, un peu comme les personnages dans les jeux vidéo. » (FE TSLA). Certains jeunes se projettent même comme un orthophoniste « C'est bien, ça m'apprendra à être orthophoniste. C'est ce que je veux faire plus tard. L'avatar me montrera comment faire. » (FE sourd).

e - Le numérique comme maintien ou créateur de lien avec le soin

Les suivis orthophoniques, en raison de l'éloignement géographique du domicile des parents, sont parfois assurés en une séance hebdomadaire d'une heure voire d'une heure et demie. Dans ces circonstances, certains parents envisagent la présence de l'avatar à la maison comme la possibilité d'équilibrer, tout au long de la semaine, le travail à la maison en complémentarité de la prise en soin : « C'est une galère d'aller en soin orthophonique. On est super contents d'avoir une orthophoniste. On n'a pas à se plaindre, elle a sauvé notre enfant, elle a su être à l'écoute et la faire parler. Le problème est que c'est quand même loin, même si on a déménagé. On regroupe les séances en une heure par semaine au lieu de deux fois (.), s'il y avait le numérique à la maison, l'orthophonie serait plus fréquente, ça pourrait être plus efficace. » (PE sourd). De plus, certains d'entre eux expriment de l'empathie pour les familles qui n'ont pas accès au soin : « S'il y avait un lien à la maison, ce serait bien ça gagnerait aussi du temps à l'orthophoniste, peut-être qu'elle pourrait prendre plus d'enfants sur la liste d'attente. ».

Certains parents disent que l'avatar pourrait leur apporter une meilleure lisibilité des objectifs et des moyens thérapeutiques fixés : « On pourrait mieux comprendre ce qu'elle fait, on n'ose pas toujours demander même si l'orthophoniste est très gentille. » (PE TSLA). « On verrait ce qu'il fait en orthophonie, au début quand il était petit on restait quelques séances avec l'orthophoniste ou à la fin pour qu'elle nous montre et qu'elle explique quoi faire. » (PE TSLA).

D'autres parents indiquent qu'ils pourraient utiliser les vidéos auprès des professeurs, à l'école ou au collège, comme exemple de bonnes pratiques. Ils précisent que, si leur enfant dispose d'adaptations pédagogiques, celles-ci sont très inégalement

prises en œuvre par les professeurs. Ainsi, l'avatar pourrait concrètement montrer les bons gestes et les bonnes postures, comme le niveau d'intensité vocale, le rythme de parole ou la qualité articulatoire. « *On pourrait mieux expliquer aux profs ou aux enfants, on aurait des exemples pour montrer comment bien faire, quand on leur dit, ils ne nous croient pas ou ils ne comprennent pas (...) par exemple le rythme de parole, la façon de prononcer.* » (PE sourd). Enfin, une fratrie précise : « *Moi j'aimerais bien que les avatars montrent à mon frère comment faire les réglages avec sa voix, j'suis une fille alors si on lui montre trop, il aura ma voix ou celle de maman, ce serait bien qu'il puisse parler ou même chanter avec sa vraie voix sans copier quelqu'un.* » (FE sourd).

ANALYSE / DISCUSSION

Dans cette partie, nous analyserons et discuterons les propos des familles en fonction de deux critères : les barrières et les facilitateurs à l'implémentation d'avatars dans le soin orthophonique en tenant compte de l'éthique et des bons usages des avatars numériques dans le soin.

Barrières à l'implémentation

Des parents et fratries ont exprimé certaines réticences vis-à-vis des outils numériques qui peuvent apparaître comme des éléments défavorables à la relation.

Premièrement, ils estiment notamment que les jeunes passent déjà suffisamment de temps devant les écrans pour en ajouter davantage. La notion de « *dépendance* » évoquée dans le cadre de plusieurs entretiens est une crainte bien réelle chez ces parents qui ne savent plus comment protéger leurs enfants.

Deuxièmement, les avatars ont pu apparaître comme des supports inanimés en manque d'humanité, ne permettant pas de rassurer tous les parents quant à la dynamique relationnelle. Il est à noter que certaines fratries interrogées ont émis des réticences à travers des réactions de peur en voyant une photo de l'avatar non humanoïde sur les documents RGPD que nous avons adressés aux familles avant les entretiens. La fratrie d'enfant sourd a particulièrement noté que les avatars n'étaient pas assez souriants et que leur frère ou leur sœur avait besoin de « *rigoler* », expliquant cette nécessité par la concentration nécessaire pendant le travail orthophonique. Ces réserves sont cohérentes avec les données de la

littérature montrant que les enfants sourds peuvent rencontrer des difficultés dans la reconnaissance des émotions faciales (Jones et al., 2021), même si les auteurs précisent que les enfants sourds (issus de parents entendants, comme dans notre étude) peuvent produire des expressions jugées plus intenses que leurs pairs entendants. Quoi qu'il en soit, cette attente de certaines familles reflète leur préoccupation quant à la qualité des indices visuels disponibles pour soutenir la compréhension émotionnelle et l'engagement de l'enfant dans l'interaction.

Enfin, les parents ne se sentent pas tous à la hauteur pour accompagner leur enfant via une intervention à domicile par l'outil numérique. Cela est particulièrement le cas des parents les plus éloignés du soin orthophonique (PE TSLA) qui disent avoir d'abord besoin d'un professionnel qui pose un diagnostic, qui assure en personne le suivi thérapeutique pour ensuite envisager le recours à l'avatar. C'est aussi le cas des parents d'enfant sourd qui, plus que les parents d'enfant TSLA, conditionnent leur « *oui* » au numérique à « *si ça convient à mon enfant* », précisant que lui seul saura évaluer la qualité de l'articulation, de la synchronisation labiale et par voie de conséquence de l'intelligibilité et de la compréhensibilité.

Facilitateurs à l'implémentation

À travers les éléments de discours des parents et de la fratrie, nous avons identifié plusieurs facilitateurs à l'implémentation des avatars.

Premièrement, le gain de temps concernant les transports depuis le domicile familial jusqu'au cabinet de l'orthophoniste, ainsi que la diminution du coût que ces trajets représentent ont été évoqués. Deuxièmement, la possibilité d'assurer une continuité du soin à la maison est également l'un des éléments retenus par la majorité des parents. Comme il est, ou a été difficile, pour certains d'entre eux, d'obtenir un rendez-vous pour leur enfant avec l'orthophoniste, l'avatar peut apparaître rassurant. Troisièmement, pour certains parents, le stress face à l'usage du numérique et à la surexposition aux écrans de leurs enfants est apaisé dans le sens où le numérique apparaît alors comme utile plutôt qu'occupationnel. Il pourrait, de plus, dynamiser le pouvoir d'agir du jeune en le rendant autonome face au soin et, par extension, le conduire vers une démarche plus responsable envers le rapport à son propre développement. Quatrièmement, la dimension

ludique des avatars, faisant penser à des têtes de jeux vidéo⁶, a été souvent évoquée, envisagée par les familles comme une valeur ajoutée pour favoriser l'adhésion de l'enfant et l'inscrire dans une démarche de soin.

Cinquièmement, l'utilisation de l'avatar apparaît comme un outil pouvant améliorer les relations intrafamiliales. Tout d'abord parce qu'il remplace le stress occasionné par l'aide aux devoirs, mais également parce qu'il peut être utilisé dans le cadre d'une médiation avec les parents et/ou avec la fratrie et pas uniquement dans le cadre d'un usage individuel de l'enfant. Si peu de travaux ont étudié l'impact émotionnel de l'implication familiale lors des devoirs, la méta-analyse d'Abin et al. (2024), portant sur 11 travaux des 10 dernières années concernant des jeunes avec troubles neuro-développementaux, a reconnu son importance, renforcée depuis la pandémie de Covid-19. Les auteurs soulignent que le numérique pourrait avoir une place de médiateur qui conférerait à l'ensemble de la famille un pouvoir d'agir supplémentaire.

Éthique et bons usages des avatars numériques dans le soin

Si certains résultats supposent que l'implémentation d'avatars numériques pourrait être pertinente au sein du domicile familial, d'autres, au contraire, nous amènent à penser que ces têtes parlantes doivent être utilisées avec une certaine prudence. Plusieurs travaux sur l'usage du numérique vont dans ce sens. Les balises 3, 6, 9, 12 (Tisseron, 2013), que certains parents rencontrés connaissaient, proposent à ces derniers des repères éducatifs leur permettant d'accompagner leurs enfants vers les bons usages des écrans. Ces recommandations ont été reprises dans le rapport national « *Enfants et écrans : à la recherche du temps perdu* » publié en avril 2024 (Commission d'enquête sur l'exposition des enfants aux écrans, 2024). Cela fait écho au concept récent de technoférence, représentant les courtes interruptions répétées liées aux nouvelles technologies qui peuvent perturber la communication et la proximité entre parents et jeunes enfants. Des recherches mettent en effet en évidence l'idée que les écrans peuvent nuire à la relation entre les jeunes enfants et leurs parents (McDaniel & Coyne, 2016 ; McDaniel & Radesky, 2018).

De ce fait, les recherches, rapports et stratégies politiques portant sur les usages du numérique chez les jeunes doivent être encore explorés, de manière à concevoir un accompagnement éthique de l'usage des avatars. De plus, leur recours dans le domaine de la santé, bien qu'avec une volonté de développer le pouvoir d'agir des utilisateurs, devrait être accompagné afin de prévenir les éventuelles dérives ou pertes d'intérêt pour le soin classique en présentiel.

Comme l'évoque Williatte (2023), si l'usage du numérique dans le secteur de la santé peut renforcer le rôle du patient comme acteur de sa propre santé, les professionnels de santé doivent cependant rester vigilants à ne pas tomber dans une forme de séduction de l'outil au détriment de la relation de soin « ... *qui est et doit demeurer une relation humaine* » (ibid., p.24).

Biais de notre recherche

Plusieurs biais ont néanmoins été identifiés dans notre étude. Tout d'abord, bien que le groupe recruté représente déjà un échantillon intéressant compte tenu de la population corse, le faible nombre des participants ne permet pas de déterminer avec certitude l'ensemble des obstacles et des facilitateurs à l'implémentation des avatars. D'autre part, les résultats obtenus étant exclusivement liés au territoire insulaire, il n'est pas possible de les généraliser à d'autres contextes. Toutefois, la méthodologie appliquée étant facilement reproductible, l'étude pourra être réalisée dans d'autres contextes. Par ailleurs, le biais de désirabilité sociale des participants peut se traduire par une modification de leurs réponses en vue d'adhérer à ce qu'ils croient être le désir du chercheur. En d'autres termes, il est probable que parents et fratrie aient témoigné d'un véritable engouement dans leurs réponses du fait que les chercheurs étaient présents au domicile. Pour limiter ce biais, le chercheur principal qui effectuait les entretiens a introduit les échanges en expliquant aux jeunes et aux parents qu'ils étaient totalement libres de donner leur avis. De plus, à la fin des réponses des participants, il cherchait à s'assurer qu'ils avaient répondu librement en leur demandant s'ils étaient sûrs de leur réponse, y compris en citant des points de vue opposés. Enfin, la subjectivité des chercheurs a pu orienter les résultats ou les thématiques de la recherche qualitative. Pour réduire ces biais, les chercheurs se sont réparti les tâches. Le chercheur principal

6 Les têtes parlantes humanoïdes sont issues des jeux vidéos EPIC Games. Aucune famille ne semblait le savoir

réalisait l'enquête de terrain et recueillait les verbatims. Un autre chercheur était chargé de lire les verbatims et de les répartir par thématique. Dans les prochaines études, la tenue d'un journal de recherche réflexif, consignait les impressions des chercheurs et permettant d'identifier les éventuelles interférences subjectives dans l'interprétation des données, pourrait probablement contribuer à réduire davantage ces biais.

CONCLUSION

Pour conclure, les résultats de cette étude montrent qu'il existe des facilitateurs et des obstacles à l'implémentation de ces avatars à domicile. Les facilitateurs concernent notamment le gain de temps, l'utilité des avatars, mais également leur éventuelle possibilité d'améliorer les relations intrafamiliales. Les barrières, quant à elles, portent sur le risque pour les jeunes de passer davantage de temps devant les écrans, le manque d'humanité des avatars ou encore le fait que les parents ne se sentent pas toujours en capacité d'assurer la continuité du soin à la maison. Pour implémenter ces avatars au domicile, nous devons donc tenir compte de ces différents éléments en nous appuyant sur les facilitateurs et en minimisant les barrières. Pour cela, nous avons retravaillé les avatars de manière à les animer davantage et les positionner dans un contexte. De ce fait, les avatars apparaissent dorénavant dans une salle de classe, à la maison, etc. Nous sommes actuellement en train de réaliser un jeu avec des règles permettant de faciliter les échanges au sein de la famille, pour impulser les aspects du soin orthophonique chez les jeunes de manière ludique et pour renforcer le sentiment d'être en capacité d'aider des parents et de la fratrie. Dans cette perspective, nos résultats s'inscrivent dans la continuité des travaux évoqués dans notre revue de littérature (Kadriu et al., 2025 ; McHale et al., 2012).

Cette étude ne retranscrit pas le point de vue des enfants sourds ou présentant un TSA, ni celui des orthophonistes, pourtant explorés dans le cadre d'une autre recherche sur le sujet. Ces résultats seront présentés dans le cadre de futurs articles. Ils seront complémentaires à cette présente étude. Par la suite, il serait intéressant de pouvoir mesurer, à travers un usage de l'avatar dans des situations éducatives et rééducatives, si les performances obtenues à la maison sont plus ou moins importantes que celles réalisées en cabinet en face à face avec un professionnel. C'est ce que préconisent Capobianco et al. (2025), en

soulignant que l'intégration de ces technologies au sein d'approches pluridisciplinaires (orthophonie, psychomotricité, thérapies cognitivo-comportementales) permettrait non seulement de mieux cerner les besoins spécifiques des enfants, mais aussi de construire des protocoles d'intervention plus ciblés et personnalisés.

En toute hypothèse, les résultats présentés dans cette étude seront communiqués aux participants, afin d'amorcer une nouvelle perception de la prise en soin. Ils permettront également d'engager un travail avec les écoles dans le but de développer une éducation inclusive. C'est l'esprit de cette étude participative qui, à ce jour, a permis de faire cohésion entre les différents participants et de porter la parole des familles, comme « *une respiration* », cet espace dialogique n'étant pas toujours facile à conceptualiser dans un contexte marqué par une forte interconnaissance entre acteurs.

DÉCLARATION D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec cet article.

FINANCEMENTS

Cette recherche a été réalisée dans le cadre du projet AVI-Corse financé par l'ARS de Corse, pour un montant de 100K€ réparti sur 3 ans (2022-2025).

REMERCIEMENTS

L'Agence Régionale de Santé de Corse a exercé un rôle moteur et fédérateur auprès des associations départementales des pupilles de l'enseignement public de Corse-du-Sud et de Haute-Corse (les PEP-2a et 2b) avec leurs services de soins à domicile ; la Maison Départementale Pour le Handicap (MDPH) de Corse-du-Sud et de Haute-Corse, le pôle surdité d'Ajaccio, l'Union Régionale Pour la Santé en orthophonie (URPS) ainsi qu'une association de parents : Corsica-Dys-Tdah. Ces trois derniers partenaires ont également joué un rôle déterminant en facilitant les rencontres avec des familles, afin de tester avec elles la pertinence de l'usage de têtes parlantes à domicile et lors des échanges menés avec notre équipe. Nous remercions également Adama Diourté pour le traitement des données.

RÉFÉRENCES

- Abín, A., Pasarín-Lavín, T., Areces, D., Rodríguez, C., & Núñez, J. C. (2024). The emotional impact of family involvement during homework in children with neurodevelopmental disorders: A systematic review. *Children*, 11(6), 713. <https://doi.org/10.3390/children11060713>
- Albudoor, N., & Peña, E. D. (2021). Factors influencing US speech and language therapists' use of technology for clinical practice. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 56(3), 567-582. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12614>
- Blonz C. (2011). "Je peux voir les mots que tu dis !". Prix du meilleur documentaire scientifique au Festival du film pédagogique universitaire de Lyon (17-19 avril 2012). Médiathèque d'Inria. <https://videotheque.inria.fr/videotheque/search.do?q=624&lang=fr>
- Commission d'enquête sur l'exposition des enfants aux écrans. (2024). *Enfants et écrans. À la recherche du temps perdu*. Présidence de la République. [Remise du rapport de la commission d'experts sur l'impact de l'exposition des jeunes aux écrans](https://remise.du.rapport.de.la.commission.dexperts.sur.limpact.de.l'exposition.de.les.jeunes.aux.ecrans.1.elysee). Élysée
- Capobianco, M., Puzzo, C., Di Matteo, C., Costa, A., & Adriani W. (2025). Current virtual reality-based rehabilitation interventions in neuro-developmental disorders at developmental ages. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 18, 1441615. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1441615>
- Couvee, S., Wauters, L., Verhoeven, L., Knoors, H., & Segers, E. (2022). Predicting early literacy: Auditory and visual speech decoding in deaf and hard-of-hearing children. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 27(4), 311-323. <https://doi.org/10.1093/deafed/enac019>
- Deygas, O. (2014). *La téléorthophonie : état des lieux et perspectives*. [Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité en orthophonie]. Université de Caen Basse Normandie.
- Di Giusto, V., Purpura, G., Zorzi, C. F., Blonda, R., Brazzoli, E., Meriggi, P., Reina, T., Rezzonico, S., Sala, R., Olivieri, I., & Cavallini, A. (2023). Virtual reality rehabilitation program on executive functions of children with specific learning disorders: A pilot study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1241860. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1241860>
- Fixsen, D. L., Naoom, S. F., Blase, K. A., Friedman, R. M., & Wallace, F. (2005). *Implementation research: A synthesis of the literature*. University of South Florida, Louis de la Parte Florida Mental Health Institute, National Implementation Research Network. <https://fpg.unc.edu/publications/implementation-research-synthesis-literature/>
- Galazka, M. A., Hadjikhani, N., Sundqvist, M., & Åsberg Johnels, J. (2021). Facial speech processing in children with and without dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 71(3), 501-524. <https://doi.org/10.1007/s11881-021-00231-3>
- Gaumé, M. (2016). *La visiophonie en orthophonie : étude exploratoire auprès de patients suivis en neurologie*. [Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité en orthophonie, Université de Lorraine]. BU de Médecine. https://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUMED_MORT_2016_GAUME_MADELEINE.pdf?
- Gijbels, L., Lee, A. K. C., & Yeatman, J. D. (2023). Children with developmental dyslexia have equivalent audiovisual speech perception performance but their perceptual weights differ. *Developmental Science*, 27(1), e13431. <https://doi.org/10.1111/desc.13431>
- Grognet, M. (2020). *Le télésoin en orthophonie : état des lieux des pratiques dans le monde et en France (revue de littérature)*. [Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité en orthophonie, Université de Picardie Jules Verne]. HAL. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03272229v1>
- Gros, J. (2017). Quantifier en ethnographe Sur les enjeux d'une émancipation de la représentativité statistique. *Genèses*, 108(3), 129-147. <https://doi.org/10.3917/gen.108.0129>
- Jaury, P., Larangot-Rouffet, C., Gay, B., Gonthier, R., Ourabah, R., & Queneau, P. (2021). Rapport 21-08. La téléconsultation en médecine générale : une transformation en profondeur dans la façon de soigner. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. 205(8), 852-856. <https://doi.org/10.1016/j.banm.2021.07.008>
- Jodelet, D. (2006). Place de l'expérience vécue dans le processus de formation des représentations sociales. In V. Hass (dir.), *Les savoirs du quotidien. Transmissions, appropriations, représentations* (p. 235-255). Presses universitaires de Rennes. [Denise JODELET, Place de l'expérience vécue dans le processus de formation des représentations sociales. Valérie Hass, Les savoirs du quotidien. Transmissions, Appropriations, Représentations](https://doi.org/10.1016/j.banm.2021.07.008)
- Jones, A. C., Gutierrez, R., & Ludlow, A. K. (2021). Emotion production of facial expressions: A comparison of deaf and hearing children. *Journal of Communication Disorders*, 92, 106113. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106113>
- Kadriu, E., Agani Destani, N., & Uka, A. (2025). Experiences of siblings in supporting students with special educational needs in inclusive education: A qualitative study. *International Journal of Adolescence and Youth*, 30(1), 2564752. <https://doi.org/10.1080/02673843.2025.2564752>
- Khoms, A. (1997). *Evaluation des compétences scolaires : cycle des apprentissages fondamentaux. ECS II*. Éditions du Centre de Psychologie Appliquée (ECPA).
- Leybaert, J. (dir.) (2012). *La Langue française Parlée Complétée (LPC) : Fondements et perspectives*. De Boeck supérieur.
- Lin, C. J., Mubarak, H., Ramadhana A. B. R., Gasperius, S., Liu, C. Y., Sawettanun, S., Meesomyut, K., & Zheng, L. R. (2024). Trends in technology-enhanced learning strategies in speech-language pathology solutions: A systematic review of journal publications from 2004 to 2023. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 7120-7140. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2300011>
- Maresca, G., Leonardi, S., De Cola, M., Giliberto, S., Di Cara, M., Corallo, F., Quartarone, A., & Pidalà, A., (2022). Use of virtual reality in children with dyslexia. *Children*, 9(11), 1621. <https://dx.doi.org/10.3390/children9111621>
- McDaniel, B. T., & Coyne, S. M. (2016). "Technofence": The interference of technology in couple relationships and implications for women's personal and relational well-being. *Psychology of Popular Media Culture*, 5(1), 85-98. <https://doi.org/10.1037/ppm0000065>
- McDaniel, B. T., & Radesky, J. S. (2018). Technofence: Parent distraction with technology and associations with child behavior problems. *Child Development*, 89(1), 100-109. <https://doi.org/10.1111/cdev.12822>
- McHale, S. M., Updegraff, K. A., & Whiteman, S. D. (2012). Sibling relationships and influences in childhood and adolescence. *Journal of Marriage and Family*, 74(5), 913-930. <https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2012.01011.x>
- Menin-Sicard, A., & Sicard E. (2019). *DIADOLAB 3 - Logiciel d'évaluation et de rééducation de la parole - Manuel d'utilisation*. <https://hal.science/hal-02073314>

- Menin-Sicard, A., Sicard, E., & Bézard, M. (2016). Intérêt de la visualisation de la position et du mouvement des articulateurs pour améliorer l'intelligibilité : plate-forme Diadolab. In N. Joyeux & S. Topouzkhaniian (dir.), *XVes Rencontres Internationales d'Orthophonie : Orthophonie et technologies innovantes* (p. 261-290). Unadréo. <https://hal.science/hal-02408973>
- Moscovici, S. (1961/2004). *La psychanalyse, son image et son public*. PUF.
- Ouni, S. & Gris, G. (2018). Dynamic lip animation from a limited number of control points: Towards an effective audiovisual spoken communication. *Speech Communication*, 96, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2017.11.006>
- Piquard-Kipffer A. (2014). Critères d'évaluation d'un album numérique pour des enfants en difficulté de langage. In M. Frisch (dir.), *Le réseau IDEKI. Objets de recherche, d'éducation et de formation émergents, problématisés, mis en tension, réélaborés* (p.287-309). L'harmattan. <https://hal.science/hal-01097278>
- Piquard-Kipffer A. (2016). Un album numérique pour raconter une histoire avec un avatar narrateur. In N. Joyeux & S. Topouzkhaniian (dir.), *XVes Rencontres Internationales d'Orthophonie : Orthophonie et technologies innovantes* (p.449-469). Unadréo. <https://hal.science/hal-01403204>
- Piquard-Kipffer, A., Cavadini, T., Sprenger-Charolles, L., & Gentaz, E. (2021). Impact of lip-reading on speech perception in french-speaking children at-risk for reading failure assessed from age 5 to 7. *L'Année psychologique*, 121(2), 3-18. <https://doi.org/10.3917/anpsy1.212.0003>.
- Piquard-Kipffer, A., Krilanovic, A., Zytnicki, J., Martinelli, K., Dussere, L., Sancier, A., & Ouni, S. (2024). Assessment of avatar lip-reading technology (AVI-Corse project). Perspectives of young people with and without hearing loss. 36th World Congress of Audiology. Paris, France. <https://hal.science/hal-04839280v1>
- Piquard-Kipffer, A., Martinelli, K., Dussere, L., Sancier, A., Zytnicki, J., Barbot-Bouzit, C., & Ouni, S. (2024). AVI-Corse : méthodologie et enjeux d'un projet participatif. Des avatars numériques au service du langage et de la communication. *La nouvelle revue - Éducation et société inclusives*, 98-99(1), 341-353. <https://hal.science/hal-04314092v1>
- Piquard-Kipffer, A., Zytnicki, J., & Krilanovic, A. (2024). Projet AVI-Corse (AVatar Inclusif) : défis et enjeux d'un projet participatif innovant au service de la santé. *Disability Research for the Real World Louvain, ALTER – European Society for Disability Research*, Leuven, Belgium. <https://hal.science/hal-04895358v1>
- Tisseron, S. (2013). 3-6-9-12. Apprivoiser les écrans et grandir. Éres. <https://doi.org/10.3917/eres.tisse.2013.01>.
- Tye-Murray, N., Hale, S., Spehar, B., Myerson, J., & Sommers, M. S. (2014). Lipreading in school-age children: The roles of age, hearing status, and cognitive ability. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(2), 556-565. https://doi.org/10.1044/2013_JSLHR-H-12-0273
- Williatte, L. (2023). Le numérique en santé : une nouvelle opportunité pour le patient d'être un acteur de santé ? *Journal du Droit de la Santé et de l'Assurance-Maladie (JDSAM)*, 36(1), 18-24. <https://doi.org/10.3917/jdsam.231.0018>
- Witko, A., Sicard, E. (2024). Editorial Glossa 142. *Glossa*, 142, 2-6. <https://doi.org/10.61989/1fj2bm45>
- Witko, A., Trudeau, N. (2024). Editorial Glossa 141. *Glossa*, 141, 2-5. <https://doi.org/10.61989/hnafgq13>
- Zytnicki, J., & Lewi-Dumont, N. (2024). Individualistic and collective shielding approaches. In P. J. Antony & S. M. Shore (dir.), *Teaching and supporting students with disabilities during times of crisis* (p.149-176). Routledge.

Développement d'un outil d'évaluation des compétences cliniques des étudiants en orthophonie

Auteurs :

Guillaume Duboisdindien^{1,2},
Muriel Bot-Morvan³

Affiliations :

¹ Chargé de recherche, Cellule de Recherche et d'Evaluation (CRetE), Office de la Naissance et de l'Enfance, Bruxelles (St Gilles), Belgique

² Collaborateur scientifique, Département de Psychologie et de Neuropsychologie de l'adulte, Université de Liège, Liège, Belgique

³ Université de Bretagne Occidentale, Faculté d'Orthophonie, 29200 Brest, France.

Auteur de correspondance :

Guillaume Duboisdindien :
duboisdindien@hotmail.com

Dates :

Soumission : 20 mars 2025
Acceptation : 28 janvier 2026
Publication : 3 mai 2026

Comment citer cet article :

Duboisdindien, G., & Bot-Morvan, M. (2026). Développement d'un outil d'évaluation des compétences cliniques des étudiants en orthophonie. *Glossa*, 146, 24-55. <https://doi.org/10.61989/qk9m4j97>

e-ISSN : 2117-7155

Licence :

© Copyright Guillaume Duboisdindien, Muriel Bot-Morvan, 2026. Ce travail est disponible sous licence [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Contexte. En France, le Certificat de Compétences Cliniques clôture la formation en orthophonie. Pour l'obtention de ce certificat, les étudiants doivent démontrer l'acquisition de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes conformes au niveau d'autonomie requis pour l'exercice de l'orthophonie. Cependant, les modalités d'évaluation restent hétérogènes selon les centres de formation universitaires. Les pratiques actuelles manquent souvent de critères explicites, d'indicateurs temporels ou encore de rétroactions structurées pour soutenir le raisonnement clinique et l'autonomisation des étudiants. L'évaluation critériée formative, adossée à des situations authentiques, offre un cadre pertinent pour objectiver les attentes, suivre la progression et guider les ajustements pédagogiques.

Objectif. Concevoir un outil d'évaluation critériée, longitudinal et équitable, permettant de suivre l'acquisition des compétences cliniques au second cycle d'orthophonie et de préparer l'obtention du Certificat de Compétences Cliniques.

Méthode. L'outil d'évaluation « DÉveloppement CLinique Certificatif » (DÉCLIC) a été conçu à partir des principes de l'évaluation critériée et de références existantes, en les articulant au référentiel national des compétences. Le développement s'est organisé en trois étapes : (1) la sélection et hiérarchisation des compétences cliniques principales et de leurs sous-compétences ; (2) la conception d'une grille longitudinale (du semestre 7 au semestre 10) précisant les niveaux d'autonomie attendus pour chaque compétence, avec un repère visuel permettant d'identifier rapidement les besoins de soutien des étudiants ; et (3) l'intégration dans un processus d'évaluation continue structuré en six temps et articulé autour de cinq activités d'évaluation.

Résultats. Huit compétences cliniques principales du référentiel ont été retenues et 24 sous-compétences ont été opérationnalisées en critères d'acquisition présentant des trajectoires temporelles. La grille hétéro-rapportée permet de consigner, à chacun des six temps d'évaluation, le niveau atteint pour chaque sous-compétence et d'objectiver les écarts par rapport aux attentes. La grille autorapportée, intitulée « J'ME DÉCLIC », reformule les items à la première personne et propose un guidage pour l'autoévaluation et la planification d'ajustements.

Conclusion. L'outil DÉCLIC explicite les repères d'acquisition, soutient des rétroactions ciblées et renforce la réflexivité des étudiants, tout en facilitant l'identification précoce des profils en difficulté ou à haut potentiel afin d'orienter des prescriptions pédagogiques réalistes.

Mots-clés : éducation clinique, évaluation critériée statique, approche par compétences, orthophonie, outil d'apprentissage, pédagogie

Development of an Assessment Tool for Clinical Skills in Speech-Language Pathology Students

Context. In France, the *Certificat de Compétences Cliniques* (Clinical Competency Certificate) marks the completion of speech and language therapy training. To obtain this certificate, students must demonstrate the acquisition of knowledge, skills, and professional attitudes consistent with the level of autonomy required for clinical practice. However, assessment procedures vary considerably across university training centers. Current practices often lack explicit criteria, temporal indicators, and structured feedback mechanisms to support clinical reasoning and learner autonomy. Criterion-referenced formative assessment, grounded in authentic learning situations, provides a coherent framework to clarify expectations, monitor progress, and guide pedagogical adjustments.

Objective. To design a criterion-referenced, longitudinal, and equitable assessment tool to monitor the development of clinical competencies during the second cycle of speech and language therapy education, and to support the attainment of the Clinical Competency Certificate.

Method. The *DÉveloppement CLinique Certificatif* (DÉCLIC) tool was developed following the principles of criterion-referenced assessment and existing educational frameworks, aligned with the national competency reference framework. The development process comprised three stages: (1) the selection and hierarchical organization of core clinical competencies and their sub-competencies; (2) the design of a longitudinal grid (from semester 7 to semester 10) specifying expected levels of autonomy for each competency, with a visual cue system to identify students requiring additional support; and (3) the integration of this grid into a structured continuous assessment process organized around six evaluation points and five formative learning activities.

Results. Eight core clinical competencies from the national framework were selected, and 24 sub-competencies were operationalized into measurable acquisition criteria with defined developmental trajectories. The hetero-assessment grid enables the documentation, at each of the six evaluation points of the level achieved for each sub-competency and the identification of gaps relative to expectations. The self-assessment grid, entitled *J'ME DÉCLIC*, reformulates items in the first person and provides structured guidance for self-evaluation and pedagogical adjustment.

Conclusion. The DÉCLIC tool makes learning acquisition benchmarks explicit, supports targeted feedback, and enhances students' reflexivity. It also facilitates the early identification of students who are struggling or who demonstrate high potential, thereby informing realistic pedagogical interventions.

Keywords: clinical education, static criterion-referenced assessment, skills-based approach, Speech and Language Pathology/Therapy, learning tool, teaching

INTRODUCTION

En France, le décret n° 2020-579 du 14 mai 2020, qui régit le cadre des études en orthophonie, stipule qu'un Certificat de Compétences Cliniques (CCC) doit être acquis au cours du dernier semestre de la formation. La compétence est définie par le Parlement européen et le Conseil de l'Europe comme « une combinaison de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes appropriées à une situation donnée », cité par Ariza et al. (2022). Pour l'obtention de ce certificat, les étudiants doivent donc démontrer l'acquisition de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes favorisant le développement du raisonnement clinique, conformément au niveau d'autonomie requis pour l'exercice de l'orthophonie. Les recommandations issues de l'éducation basée sur les preuves préconisent une évaluation formative s'appuyant sur des situations d'apprentissage authentiques ou réalistes afin de favoriser une approche d'enseignement fondée sur les compétences (Curran et al., 2012 ; van Someren et al., 1994). À titre d'exemple, Lacasse et al. (2014) ont développé un outil d'évaluation répondant à ces critères pour les résidents en médecine de l'Université Laval : l'Outil Critérié d'Évaluation des Compétences en Médecine de Famille (OCÉC-MF). Celui-ci se fonde sur le cadre de référence de la CanMEDs-médecine familiale à la base des programmes de médecine familiale canadiens. Il offre la possibilité d'ajuster de manière systématique l'approche pédagogique à l'égard des apprenants en cernant précisément leurs besoins, leurs lacunes et leurs perspectives d'amélioration (Lacasse et al., 2014, 2017). Un atout de l'OCÉC-MF est l'adoption d'une échelle temporelle basée sur la durée de formation. Elle facilite le suivi longitudinal et contribue à la transition vers une certification après une période de formation flexible. L'OCÉC-MF permet d'identifier les apprenants en difficulté et d'identifier les résidents compétents, en vue d'enrichir leur expertise.

En orthophonie, le décret n° 2013-798 du 30 août 2013 définit les compétences que les orthophonistes doivent maîtriser pour répondre de manière efficiente aux besoins des personnes qu'ils accompagnent. Ce référentiel, intégré au cadre réglementaire de l'exercice professionnel, précise les compétences exigées pour l'obtention du diplôme d'État et pour l'exercice de la profession. Il énumère 11 compétences cliniques principales (CCP), telles que *concevoir, conduire et évaluer* une séance d'orthophonie. Chacune de ces CCP est

déclinée en sous-compétences opérationnelles, par exemple, *sélectionner et mettre en œuvre des stratégies et compensations adaptées permettant au patient de dépasser sa situation de handicap*.

D'un point de vue pratique, la mise en œuvre des procédures d'évaluation des aptitudes relatives au cadre commun du CCC, définie par le décret n° 2020-579 du 14 mai 2020 (art. 4), ainsi que la détermination de leur niveau de maîtrise pour l'entrée de l'étudiant dans la profession, ne font pas l'objet d'une réglementation précise. Leur application repose sur le choix et l'interprétation de chaque équipe pédagogique au sein des différents centres de formation universitaire en orthophonie. Les établissements de formation présentent une hétérogénéité notable dans leurs modalités d'évaluation des compétences cliniques. Certains adoptent une approche formative centrée sur un ensemble de compétences clés, visant à soutenir la progression et la réflexivité des étudiants. D'autres, en revanche, ne prennent en compte que tout ou partie des évaluations réalisées en milieu professionnel dans le calcul de la note finale. Par ailleurs, de nombreux départements privilégient un dispositif mixte, combinant l'ensemble des évaluations issues des stages cliniques avec une épreuve certificative finale, organisée en fin de second cycle universitaire. Nous pouvons relever plusieurs inconvénients à ces approches : 1) l'insuffisance de critères pour tirer des interprétations justes et impartiales sur les compétences d'un étudiant ; 2) les limites d'une évaluation prenant aléatoirement un domaine clinique pour donner une entière représentation d'un concept mesuré ; 3) un manque de transparence concernant les habiletés transversales à acquérir durant le stage pour l'étudiant ; et 4) un manque de rétroactions et de recommandations à court, moyen et long termes afin de réajuster les comportements reliés aux compétences professionnelles (Nicol & Mcfarlane-Dick, 2006 ; Ramani & Leinster, 2008 ; Ripp et al., 2017).

Afin d'accompagner les étudiants dans l'acquisition de leurs compétences cliniques, l'évaluation critériée constitue un modèle d'évaluation particulièrement pertinent (Nagai et al., 2020 ; Sadler, 2005). Elle repose sur la comparaison systématique des performances observées aux critères explicites définis par le programme de formation (Black & William, 1998 ; Laveault & Grégoire, 2023). Ce type d'évaluation permet une appréciation rigoureuse et transparente des

compétences et des stratégies mobilisées par l'étudiant, tout en favorisant la régulation des apprentissages et le développement du jugement clinique autonome. Premier avantage, elle présente l'opportunité de placer les connaissances de l'évaluateur et les besoins et demandes de l'étudiant au cœur d'un dispositif de critères d'acquisition. Second avantage, elle permet une approche raisonnée de l'évaluation d'un individu à l'aune de ses ressources et dans la perspective, à long terme, d'adapter les approches pédagogiques face aux situations problématiques (Bates, 2004). Ces considérations invitent à fournir des rétroactions pour ajuster la formation des étudiants, en définissant par exemple les attentes pédagogiques à des étapes significatives d'un cursus.

À notre connaissance, aucune publication scientifique ni démarche formalisée et publiée ne décrit, pour le contexte français, un outil d'évaluation critériée spécifiquement modélisé pour soutenir les étudiants en orthophonie dans l'obtention du CCC.

Cet article propose de modéliser un outil pédagogique d'évaluation formative pour accompagner et soutenir les étudiants et les enseignants en orthophonie en considérant les contraintes environnementales au sein du département universitaire d'orthophonie de l'Université de Bretagne Occidentale. Cet outil, le DÉveloppement CLinique Certificatif (DÉCLIC), se compose d'une grille d'évaluation de compétences cliniques à utiliser lors de la réalisation de cinq activités pédagogiques réalisées au cours du second cycle.

OBJECTIFS

La présente étude vise à concevoir un outil français d'évaluation critériée des compétences cliniques destiné aux étudiants de second cycle en orthophonie. Plus précisément, elle poursuit les objectifs suivants :

- Concevoir une grille d'évaluation critériée permettant d'identifier et de décrire les compétences cliniques principales et sous-compétences attendues entre le semestre 7 et le semestre 10.
- Permettre un suivi longitudinal de l'acquisition des compétences, en proposant des indicateurs de progression utilisables par les équipes pédagogiques et les étudiants.

- Garantir une évaluation équitable, en intégrant l'outil dans des activités pédagogiques structurées sur la base d'expériences authentiques ou réalistes de la pratique clinique.

- Favoriser la réflexivité et l'autodétermination des étudiants, en développant une version autorapportée de l'outil complémentaire à la version destinée aux évaluateurs experts.

MÉTHODES

Fondements théoriques de l'élaboration de l'outil d'évaluation

L'élaboration de l'outil d'évaluation DÉCLIC est fondée sur les stratégies et procédures de l'outil canadien OCÉC-MF et l'adaptation des principes pédagogiques modélisés par Scallon (2004) et Hesketh et al. (2001). Ces principes pédagogiques peuvent être énoncés comme suit :

- Principe 1 : adopter une approche par évaluation critériée formative, fondée sur l'observation de comportements observables.
- Principe 2 : prendre en compte le caractère progressif de l'autonomisation des compétences de l'étudiant, en lien avec ses acquis académiques et cliniques.
- Principe 3 : favoriser l'autoévaluation des objectifs cliniques par l'étudiant, à travers la réflexivité et l'autodétermination.
- Principe 4 : ajuster les compétences à étayer et à évaluer en fonction des objectifs convenus.
- Principe 5 : tenir compte des contraintes environnementales en proposant un corpus d'activités pédagogiques et cliniques adaptées, inscrites dans une démarche longitudinale.

Sur la base de ces principes théoriques, le développement de l'outil DÉCLIC s'est structuré en trois phases complémentaires : 1) la détermination et la hiérarchisation des CCP et des sous-compétences attendues en cycle 2 d'orthophonie ; 2) l'élaboration de la grille d'évaluation DÉCLIC et 3) la conception d'un processus d'évaluation continue. Les phases 1 et 2 ont été réalisées en aveugle par deux juges (GD et MBM) aux profils complémentaires : une orthophoniste hospitalière expérimentée, responsable du département universitaire d'orthophonie, engagée dans la supervision clinique et la formation professionnelle ; et un orthophoniste exerçant en milieu hospitalier et libéral, responsable du cycle 2 et chercheur dans

le domaine des troubles de la communication, disposant d'une solide expérience d'enseignement et d'une bonne connaissance de l'élaboration d'outils d'évaluation critériés statiques à visée clinique. La phase 3 a été conçue en concertation avec les membres de l'équipe pédagogique du département : une orthophoniste libérale, co-responsable du département et titulaire d'un master en réadaptation à visée recherche, et une orthophoniste en institution spécialisée, responsable des stages et formatrice dans le domaine du handicap et de la communication.

Phase 1 – Détermination et hiérarchisation des compétences cliniques principales et des sous-compétences attendues en cycle 2 orthophonie

Le Référentiel de compétences en orthophonie (décret n° 2013-798 du 30 août 2013) propose un ensemble large et exhaustif de compétences professionnelles, couvrant l'ensemble du champ de l'exercice orthophonique. Toutefois, toutes les compétences et sous-compétences qui y sont décrites ne relèvent pas du même niveau d'autonomie ni des mêmes attentes pédagogiques au cours du cycle 2 de la formation.

Afin de déterminer et hiérarchiser les connaissances, aptitudes et attitudes correspondant au niveau d'autonomie requis pour l'exercice de l'orthophonie, et plus spécifiquement pour l'obtention du Certificat de Compétences Cliniques (CCC), les deux juges (GD et MBM) ont sélectionné les compétences cliniques principales (CCP) et les sous-compétences issues du Référentiel de compétences en orthophonie (décret n° 2013-798 du 30 août 2013), en procédant à un choix raisonné et à une hiérarchisation, ajustés aux objectifs académiques et pédagogiques du programme universitaire de cycle 2.

Dans un premier temps, chaque juge a évalué de manière indépendante la pertinence de chaque CCP et les a hiérarchisées par ordre d'importance, au regard des priorités pédagogiques du cycle 2 et du niveau d'autonomie attendu. À l'issue de cette première étape, une phase de consensus a été menée. Ensuite, les deux juges ont sélectionné indépendamment les sous-compétences associées à chaque CCP avant d'aboutir à un consensus final.

Le degré de concordance inter-juges pour la sélection des CCP et des sous-compétences a été mesuré quantitativement à l'aide du kappa de Cohen (1960), tandis que, pour la hiérarchisation

des CCP, l'accord a été mesuré par un coefficient r de Kendall (1938).

Phase 2 – Élaboration de la grille d'évaluation DÉCLIC

Afin de permettre un suivi longitudinal du développement des compétences, il était nécessaire de définir des indicateurs temporels exploitables à la fois par l'équipe pédagogique et par les étudiants tout au long du cycle 2. À cette fin, les deux années de Master ont été découpées en sept segments (c'est-à-dire, quatre au cours du Master 1 et trois au cours du Master 2), permettant ainsi l'établissement de trajectoires temporelles débutant au semestre 7 pour se terminer au semestre 10.

Pour chaque segment de la ligne temporelle, les deux juges ont sélectionné, de manière indépendante, l'un des quatre niveaux d'autonomie attendus (c'est-à-dire, compétence non sollicitée, compétence démontrée au moment attendu, compétence démontrée tardivement, retard d'acquisition de la compétence), et ce, pour chaque sous-compétence afin de définir des critères d'acquisition. De plus, les juges devaient également renseigner un curseur ▼ visant à indiquer un niveau de vigilance destiné aux évaluateurs externes et à l'étudiant. En pratique, l'identification d'une sous-compétence non acquise à ce stade constituait un signal d'alerte pour l'équipe pédagogique, suggérant la mise en place d'un suivi renforcé.

Le degré de consensus inter-juges a été mesuré quantitativement pour 1) le niveau d'autonomie attendu (à une balise et demie près) et 2) la zone de placement du curseur, par coefficient obtenu par κ de Cohen (1960).

Enfin, pour réduire la variabilité interindividuelle, les consignes d'évaluation ont été standardisées et testées auprès de sept cliniciens (c'est-à-dire des orthophonistes et maîtres de stage auprès d'étudiants du département d'orthophonie), en s'appuyant sur la description des comportements observables et les indicateurs par compétence (Carraccio et al., 2002).

Phase 3 – Développement d'un processus d'évaluation continue

Dans le but d'évaluer les étudiants sur la base d'expériences réalistes de la pratique clinique, il était nécessaire d'intégrer la grille d'évaluation

DÉCLIC dans un processus d'évaluation continue. Pour ce faire, le choix des activités pédagogiques a été réalisé en collaboration avec les membres de l'équipe pédagogique du département. Fondamentalement, l'objectif principal était de concevoir des épreuves capables de 1) solliciter tout ou partie des CCP à valider ; 2) développer et matérialiser le raisonnement attendu par l'étudiant et 3) faciliter la réalisation de rétroactions individualisées par l'enseignant.

La planification et la conception des examens tiennent compte d'objectifs d'apprentissage réalistes à travers des situations authentiques issues du terrain clinique (par exemple, les situations cliniques rencontrées en stage) tout en les combinant à d'autres enjeux liés au parcours académique (par exemple, préparation du mémoire de Master). De plus, ces objectifs sont basés sur une adaptation de la taxonomie de Bloom permettant de classer les niveaux d'acquisition des compétences cliniques (figure 1).

En concertation avec l'équipe pédagogique, la planification temporelle des activités a été alignée sur le calendrier universitaire et le référentiel de formation (unités d'enseignement (U.E.) 6.6 semestre 7 et 6.6 à 6.8 semestres 9 et 10 - décret n° 2013-798 du 30 août 2013) lors de six temps d'évaluation.

RÉSULTATS

Cette section présente les principaux résultats relatifs au développement de l'outil d'évaluation DÉCLIC. Elle décrit successivement : 1) les CCP et sous-compétences retenues pour la conception de la grille d'évaluation ; 2) la structure et le fonctionnement de la grille critériée hétéro-rapportée DÉCLIC ; 3) la version autorapportée « J'ME DÉCLIC » élaborée pour favoriser l'autoréflexion et le suivi du développement professionnel des étudiants et 4) le processus d'évaluation continue proposé au cours du cycle 2.

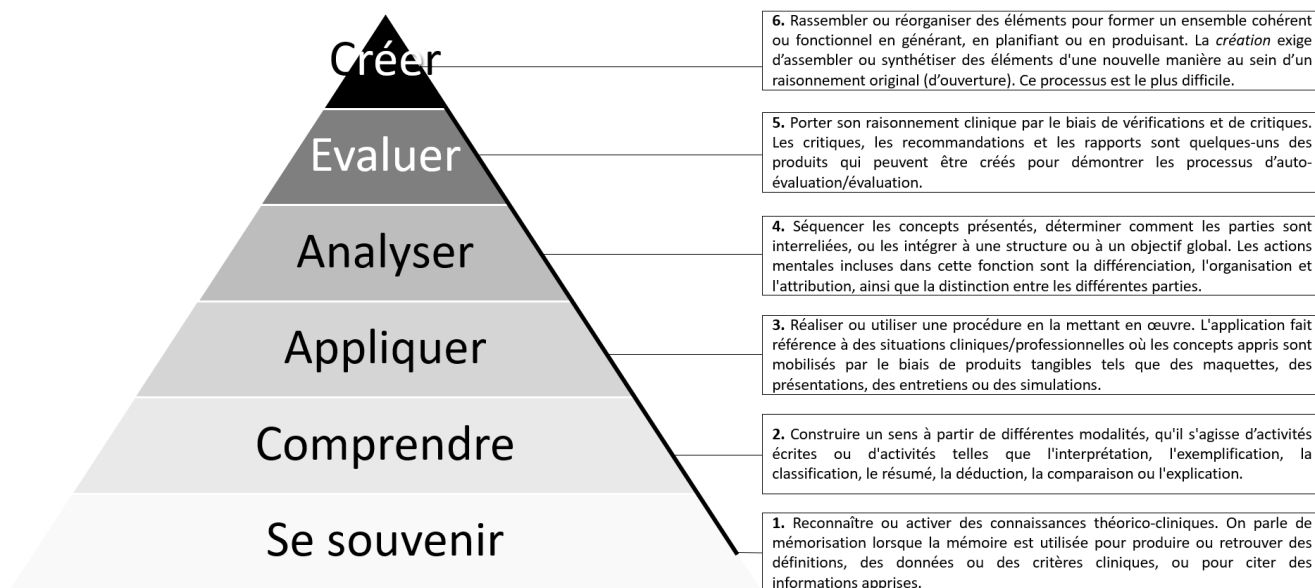
Sélection des compétences cliniques principales et sous-compétences

Huit CCP sur les 11 CPP du référentiel ont été jugées pertinentes pour être intégrées dans la grille d'évaluation DÉCLIC (accord inter-juges modéré ; $\kappa = 0.53$, $p = 0.03$). Lors de la hiérarchisation des CCP par ordre d'importance au regard des priorités pédagogiques, le degré d'accord inter-juges était parfait ($r = 1$, $p < 0.001$). Les deux juges ont proposé la hiérarchisation suivante :

- 1) Analyser, évaluer une situation et élaborer un diagnostic orthophonique
- 2) Élaborer et mettre en œuvre un projet thérapeutique en orthophonie adapté à la situation du patient

Figure 1

Adaptation de la taxonomie d'Anderson & Krathwohl (2001) ajustée de Bloom et al. (1956)



- 3) Concevoir, conduire et évaluer une séance d'orthophonie
- 4) Établir et entretenir une relation thérapeutique dans un contexte d'intervention orthophonique
- 5) Analyser, évaluer et faire évoluer sa pratique professionnelle
- 6) Rechercher, traiter et analyser des données professionnelles et scientifiques
- 7) Organiser les activités et coopérer avec les différents acteurs
- 8) Former et informer des professionnels et des personnes en formation

Les sous-compétences de chaque CCP ont ensuite été sélectionnées par les deux juges. Au total 24 sous-compétences ont été intégrées dans la grille d'évaluation DÉCLIC (accord inter-juges modéré ; $\kappa = 0.52$, $p < 0.001$). La description détaillée des 8 CCP et des 24 sous-compétences ainsi que les définitions des critères d'évaluation sont disponibles en annexe A.

Grille d'évaluation critériée hétéro-rapportée DÉCLIC

Afin de définir des critères d'acquisition pour chaque sous-compétence sélectionnée, les deux juges ont déterminé le niveau de compétence

attendu (c'est-à-dire, compétence non sollicitée, compétence démontrée au moment attendu, compétence démontrée tardivement, retard d'acquisition de la compétence) pour chaque segment ($n = 7$) de la ligne temporelle entre le semestre 7 et le semestre 10. Le degré d'accord inter-juges pour la sélection du niveau d'autonomie par segment est fort ($\kappa = 0.68$, $p < 0.001$). De plus, un curseur ▼ indiquant un niveau de vigilance destiné aux évaluateurs externes et à l'étudiant devait être indiqué en aveugle par les deux juges (accord inter-juges presque parfait ; $\kappa = 0.83$, $p < 0.001$).

En pratique, la grille d'évaluation DÉCLIC a été mise en forme dans un fichier Excel et reprend l'ensemble des CCP et des sous-compétences, accompagné de la progression temporelle des attentes pédagogiques sur base du travail de mise en commun entre les deux juges (figure 2).

Sous la ligne temporelle, des cases à remplir permettent de noter le niveau d'autonomie de l'étudiant à chacun des six temps d'évaluation (voir section « Processus d'évaluation continue » pour davantage d'informations).

Chaque balise de couleur est définie de manière opérationnelle (tableau 1) et sert de critère de référence pour caractériser le niveau de l'étudiant par rapport à celui attendu au cours du parcours

Figure 2

Aperçu de la compétence clinique principale C.11 intégrée à la grille d'évaluation critériée DÉCLIC

Grille d'évaluation DÉCLIC (Développement CLinique Certificatif) - M1 M2						
**** ! Pour envisager d'évaluer, l'annotateur doit prendre connaissance des procédures d'évaluation dans le feuillet notice au préalable !						
Compétences cliniques principales et sous-compétences	MASTER 1			MASTER 2		
	S7 DECLIC 1*2	S8 DECLIC 1*2	SYNTHESE DECLIC 3	S9 J. d'étude	S10 EVAL'CLIC	SYNTHESE M1+M2
C11 Former et informer des professionnels et des personnes en formation						
11.1. Caractériser les besoins et objectifs du public à informer						
11.2. Conduire son action d'information						
TOTAL C11	Total M1			Total M2		

■ Compétence non sollicitée

■ Compétence démontrée au moment attendu *

■ Compétence démontrée tardivement

■ Retard de développement par rapport à la compétence

▼ Curseur de développement

■ Compétence clef – réussite obligatoire

➡ Lecture de l'outil : de la gauche vers la droite

* Compétence précoce si présente en début de ligne développementale

Tableau 1

Description de chacun des niveaux d'autonomie de la grille DÉCLIC

Appréciation	Code couleur	Définition opérationnelle
Compétence non sollicitée		La compétence n'est pas sollicitée à ce stade de la formation et n'est donc pas évaluée (si présente, révèle une compétence précoce).
Compétence démontrée au moment attendu		L'étudiant mobilise des connaissances générales propres à ce champ de compétence en adéquation avec les attendus développementaux de la grille (zone verte, avant le curseur de développement). L'étendue des connaissances, savoir-faire et/ou savoir-être est présente pour assurer la tâche à accomplir en autonomie ou avec l'aide éventuelle d'un confrère (si elle apparaît en début de la trajectoire temporelle bien avant le curseur ▼, cela révèle une compétence précoce).
Compétence démontrée tardivement par rapport aux attentes		L'étudiant mobilise objectivement cette compétence mais de manière tardive ou fragilisée par rapport aux repères d'acquisition de la grille (zone orange, s'approche ou dépasse légèrement le curseur ▼). Les critères de cette compétence sont trop modestement remplis et la moitié des marqueurs de vigilance sont impliqués à ce stade du cursus. Il va être nécessaire de réaliser un temps de concertation avec l'étudiant pour l'aider à développer des objectifs d'amélioration.
Retard d'acquisition par rapport à la compétence		L'étudiant mobilise difficilement et très tardivement cette compétence par rapport aux repères d'acquisition de la grille (zone rouge et dépasse largement le curseur ▼). Les critères de cette compétence sont trop modestement remplis et plus de la moitié des marqueurs de vigilance sont impliqués à ce stade du cursus. Il va être nécessaire d'ajuster fortement les objectifs cliniques de cette compétence avec l'étudiant et de convenir d'un suivi individualisé en partenariat avec le maître de stage.

de formation. Par ailleurs, le curseur ▼ de vigilance permet d'indiquer au superviseur et/ou à l'étudiant que la compétence doit être émergente ou idéalement mobilisée avant lui.

À titre d'exemple, sur base de la figure 2, si un étudiant en 1^{re} année de Master orthophonie lors du premier semestre démontre des compétences pour « *conduire une action d'information* » lors d'un événement de sensibilisation en santé à l'université ou sur son terrain de stage (sous-compétence 11.2, CCP 11 – « *Former et informer des personnes et des professionnels en formation* »), cela représente une capacité précoce (en gris) tandis que cette même compétence est attendue dès le premier semestre de la deuxième année de Master.

Ce raisonnement est également convenu pour des compétences qui émergeraient au début du semestre 7. Par exemple, la sous-compétence 3.1 « *Anticiper et organiser la séance d'orthophonie* » devrait être démontrée de façon autonome avant la fin de la première année de Master. Lors de sa première période de formation de Master, si un étudiant est déjà autonome bien avant le curseur ▼ de vigilance, situé en milieu de semestre 8, alors la compétence est démontrée de façon précoce. En revanche, au-delà de la

période du semestre 8, l'étudiant est considéré comme à risque de développer un retard dans son autonomie (en orange) et il est recommandé de réaliser un temps d'entretien et de coconstruire des objectifs pédagogiques réalistes. Entre autres cas de figure, on considérera un retard d'acquisition de la compétence (en rouge) qui nécessitera un suivi individualisé si l'étudiant ne présente pas ou peu de considération au milieu du deuxième semestre. Entre autres cas de figure, on considérera un retard d'acquisition de la compétence (en rouge), nécessitant un suivi individualisé lorsque, au milieu du deuxième semestre, l'étudiant ne manifeste pas, ou très peu, les indicateurs comportementaux attendus lors des situations cliniques évaluées.

Grille d'évaluation critériée autorapportée J'ME DÉCLIC

Sur la base des descriptions précédentes, une version autorapportée a été conçue. Elle débute à partir de la première année d'études dans l'objectif de permettre à l'étudiant de se situer dans ses apprentissages et d'anticiper les attendus par compétences professionnelles. Les CCP et sous-compétences qui les constituent, sont présentées avec le pronom personnel je afin d'en faciliter l'incarnation pour l'étudiant. Les instructions

d'utilisation ainsi que les pondérations par niveaux sont indiquées de telle manière qu'elles permettent à l'étudiant de remplir lui-même les champs prévus notamment pour envisager des solutions d'ajustement dont il pourrait parler en entretien individuel avec un superviseur ou un enseignant (figure 3).

Processus d'évaluation continue

L'obtention du CCC s'inscrit dans une démarche continue afin de permettre aux étudiants de démontrer l'acquisition de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes nécessaires pour

exercer la profession. L'outil DÉCLIC s'intègre au sein du dispositif traditionnellement proposé en formation universitaire incluant les appréciations longitudinales des maîtres de stage et les carnets de stage (figure 4).

Sur base du travail de collaboration réalisé avec l'équipe pédagogique du département, six temps d'évaluation ont été programmés lors du cycle 2. Cinq activités évaluatives ont été conçues afin de solliciter tout ou partie des CCP, développer le raisonnement clinique et, pour terminer, faciliter la réalisation de rétroactions individualisées.

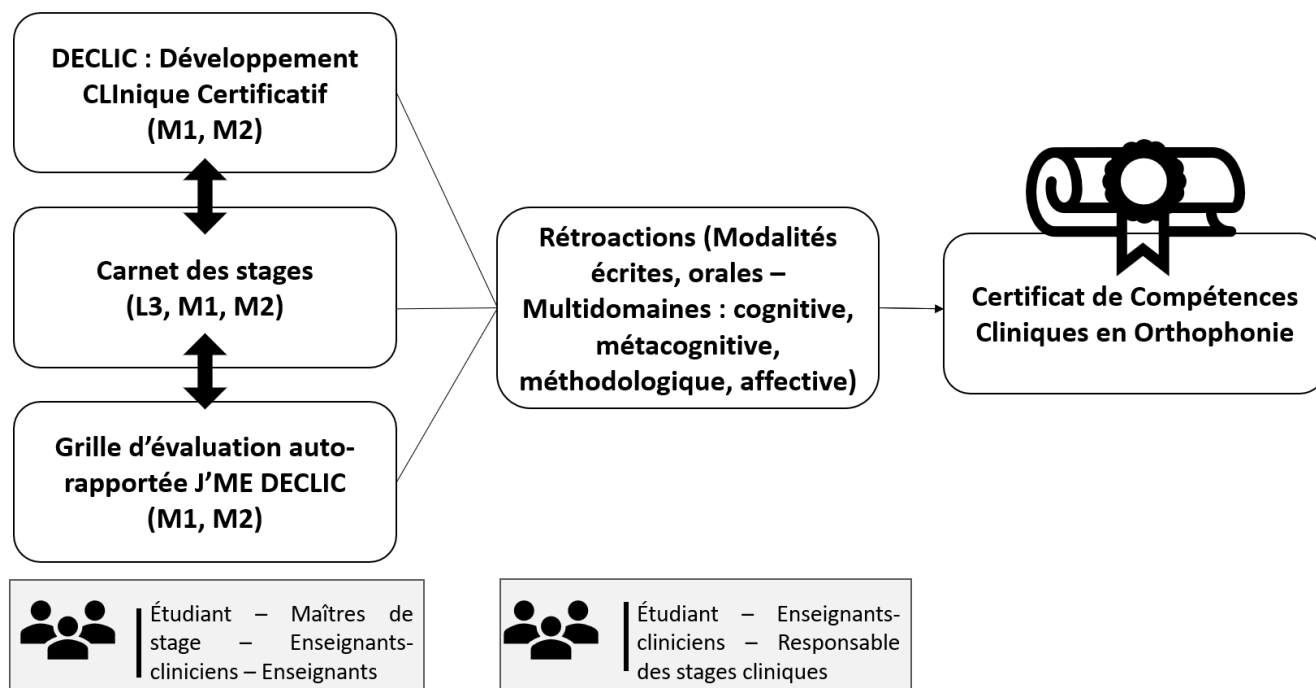
Figure 3

Aperçu de la grille d'évaluation critériée autorapportée J'ME DÉCLIC pour la compétence clinique principale C1

Grille d'autoévaluation J'ME DECLIC (DEveloppement CLinique Certificatif) - L2 L3 M1 M2											
**** ! Pour envisager d'évaluer, l'annotateur doit prendre connaissance des procédures d'évaluation dans le feuillet notice au préalable !											
Compétences et sous-critères		LICENCE 1		LICENCE 2		LICENCE 3		MASTER 1		MASTER 2	
		S2		S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
C1	J'analyse, j'évalue une situation et j'élabore un diagnostic orthophonique										
1.1.	Je recueille les données cliniques sur le patient et son entourage										
		Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0						
1.2.	Je choisis et j'adapte les modalités de recueil de l'information clinique les plus pertinentes.										
		Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0						
1.3.	J'analyse les données et je raisonne dans le but d'élaborer le diagnostic										
		Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0							
1.4.	Je considère la plainte du patient et les retentissements dans sa vie										
		Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0							
1.5.	Je communique les informations cliniques et diagnostiques avec professionnalisme										
		Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0	Niveau 0						
Solutions envisagées pour améliorer la compétence C1		[texte]	[texte]			[texte]		[texte]		[texte]	

Figure 4

Dispositif évaluatif pour l'obtention du Certificat de Compétences Cliniques



Le processus d'évaluation continue se déroule comme suit :

- Semestre 7 ou 8 | Déclit 1 – Évaluer et diagnostiquer : rapport écrit de stage clinique mettant en évidence les processus réflexifs de l'étudiant en intégrant les preuves des quatre piliers d'une démarche d'évaluation basée sur des données probantes (c'est-à-dire les données de la littérature, les préférences du patient, le contexte clinique et l'expérience).
- Semestre 7 ou 8 | Déclit 2 – Intervenir : rapport écrit de stage clinique mettant en évidence les processus réflexifs de l'étudiant en intégrant les preuves des quatre piliers d'une démarche basée sur des données probantes pour la mise en place d'une intervention (c'est-à-dire les données de la littérature, les préférences du patient, le contexte clinique et l'expérience).
- Fin de semestre 8 | Déclit 3 – Entretien oral de mi-parcours avec des pairs et des enseignants en groupe d'analyse permettant de discuter des DÉCLIC 1 et 2.
- Semestre 9 | Déclit 4 – Journée d'étude : présentation orale de données probantes à destination d'un public d'orthophonistes et d'enseignants.
- Semestre 10 | Déclit 5 – Entretien oral final avec des pairs et des enseignants en groupe d'analyse concernant le patient du DÉCLIC 1, du DÉCLIC 2 ou toute autre situation clinique jugée pertinente.
- Fin de semestre 10 | Synthèse – Entretien individuel permettant de réaliser une synthèse du Master 1 et du Master 2 à l'aide des grilles d'évaluation auto et hétérorapportée.

Un descriptif détaillé des cinq activités est disponible en annexe B. Les six temps d'évaluation sont toujours suivis d'une rétroaction auprès de l'étudiant (voir l'annexe C pour consulter un exemple de rétroaction issue du DÉCLIC 1).

DISCUSSION

La présente étude a conduit à la conception d'un outil d'évaluation fondé sur une validité théorique solide, destiné à mesurer de manière précise la progression des compétences des étudiants en orthophonie du second cycle en France. Cet outil comprend deux grilles d'évaluation critériée, l'une hétéro-rapportée et l'autre autorapportée, intégrant des indicateurs d'acquisition spécifiques

aux compétences professionnelles en orthophonie, alignés sur les périodes au cours desquelles ces compétences sont censées se développer. La sélection et la hiérarchisation des compétences reposent sur le référentiel officiel de compétences en orthophonie qui encadre la profession en France. En complément, un ensemble de cinq activités thématiques, réparties sur les deux années de master, a été standardisé afin de soutenir les bonnes pratiques en matière d'évaluation formative. Une attention particulière a été portée à la qualité et à la fréquence des rétroactions adressées aux étudiants, afin de leur permettre des ajustements progressifs et réalistes dans leur apprentissage (Brookhart, 2017 ; Jug et al., 2019). Cet outil présente un caractère novateur en ce qu'il permet d'identifier, de manière individualisée, les indicateurs d'acquisition des compétences et le niveau d'autonomie de chaque étudiant. Il offre également la possibilité de formuler des prescriptions pédagogiques ciblées en cas de difficultés dans la progression des apprentissages.

Afin de définir les critères de qualité, les modalités d'évaluation et les stades de développement des compétences associés à cet outil, plusieurs étapes méthodologiques ont été conduites :

- Dans la première phase, l'identification et la classification des compétences cliniques principales ainsi que des sous-compétences attendues au cours du second cycle en orthophonie ;
- Dans la deuxième phase, l'élaboration des trajectoires temporelles d'acquisition et la formulation des descriptions pour les différents niveaux d'autonomie ;
- Dans la troisième phase, la mise en place de six temps d'évaluation, incluant les cinq épreuves spécifiques du DÉCLIC, leur intégration au programme de formation, en veillant aux contraintes institutionnelles et environnementales propres au département universitaire.

Il en résulte l'outil d'évaluation DÉCLIC qui permet de suivre le développement de 24 compétences réparties sous les huit domaines de compétences principaux (CCP) du référentiel français des compétences en orthophonie, selon trois niveaux d'autonomie : 1) compétence démontrée, 2) compétence tardive, 3) retard avéré dans l'acquisition.

En s'appuyant sur les travaux de Scallon (2004) et sur les principes méthodologiques proposés par

Lacasse et al. (2017), le DÉCLIC et les activités du second cycle ont été conçus pour évaluer la progression des compétences des étudiants à partir de situations authentiques. Dans une perspective issue des sciences de l'éducation, cette approche s'inscrit dans une logique d'évaluation authentique (Gulikers et al., 2004) et de développement progressif de la compétence professionnelle (Tardif, 2006). Les grilles élaborées reposent sur des critères de performance explicites, permettant de situer le niveau de maîtrise de chaque compétence selon des niveaux d'autonomie observables, conformément aux principes de l'approche par compétences (Roegiers, 2019). Cette conception rejoint les propositions récentes de Kassam et al. (2024), qui insistent sur l'importance de considérer la compétence non comme un attribut individuel mais comme une performance située, émergente du contexte de formation et des interactions entre acteurs. L'intégration du contexte micro (situation clinique), méso (institution) et macro (système de santé) apparaît ainsi essentielle pour assurer la validité écologique des dispositifs d'évaluation.

L'objectif n'est pas seulement de mesurer la performance, mais aussi de soutenir l'apprentissage par une évaluation formative centrée sur le processus, la rétroaction et la capacité d'autorégulation de l'étudiant (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006). Dans ce cadre, l'outil favorise le développement de la réflexivité professionnelle, essentielle à la construction du jugement clinique et à la responsabilisation dans la pratique orthophonique. Ainsi, à la suite de la première version de la grille hétéro-rapportée, une grille autorapportée a été élaborée pour les étudiants de master 1 et 2, afin de les engager activement dans l'autoévaluation et l'ajustement continu de leurs apprentissages. Les travaux de Williams (2024) en pédagogie médicale, soulignent à ce titre l'importance de dispositifs d'évaluation qui articulent de manière explicite les dimensions comportementales et réflexives de la compétence clinique, à travers des protocoles standardisés de feedback et d'observation structurée. L'intégration de ces principes dans le DÉCLIC vise à renforcer la cohérence entre l'enseignement, la supervision clinique et la mesure de la performance.

L'outil est actuellement testé auprès des 25 étudiants de la première promotion de niveau master 1 du département universitaire d'orthophonie de Bretagne Occidentale. Son implémentation a nécessité une réflexion approfondie en raison de contraintes structurelles, notamment l'absence de

salles de simulation en santé, d'accès à une unité en capacité de développer une digitalisation de l'outil et le nombre limité de maîtres de stage formés à l'évaluation formative et à la pratique fondée sur les données probantes. Ces contraintes soulignent également la nécessité, mise en avant par Krumm et al. (2024), d'explorer le rôle des technologies numériques dans la collecte et l'analyse des données d'évaluation afin d'améliorer la fiabilité, la traçabilité et la personnalisation du suivi des apprentissages. La digitalisation progressive de l'outil DÉCLIC pourrait à terme permettre d'automatiser certaines fonctions de suivi longitudinal et de partage d'information entre évaluateurs, dans le respect des principes d'équité et de transparence. Par ailleurs, selon l'European Speech and Language therapy Association (ESLA, 2023), une démarche de soins basée sur les données probantes devrait soutenir les décisions cliniques dans les domaines de la prévention, de l'évaluation, du diagnostic, du traitement et de la finalisation de l'accompagnement thérapeutique. Cependant, la mise en œuvre d'une telle approche est soumise à de nombreuses limites et variables (Durieux et al., 2016). Nous relevons quelques exemples d'obstacles pour les étudiants et leurs superviseurs : 1) le sentiment d'illégitimité pour développer une méthodologie d'extraction de preuves pour la pratique professionnelle, 2) le manque de confiance en leur propre raisonnement notamment pour le cas des biais méthodologiques et cognitifs dans l'analyse critique des informations qu'ils ont ou auront en main ; 3) pour les non-anglophones, l'accès à la connaissance est entravé par la rédaction scientifique en anglais ; 4) l'opinion des pairs est difficile à interroger ; 5) l'opinion d'un enseignant est difficile à remettre en question dans la mesure où l'argument d'autorité tend à prévaloir. De plus, la tâche de l'étudiant n'a jamais été aussi difficile qu'aujourd'hui avec l'amplification et la diversification de l'information disponible. À cela s'ajoute la difficulté de cerner des attentes raisonnables de l'étudiant, au regard de son manque d'exposition à des expériences cliniques variées et régulières. Ainsi, face à ces freins multiples qui compromettent l'appropriation d'une démarche basée sur les preuves, il apparaît nécessaire de proposer des dispositifs pédagogiques concrets avec des moyens institutionnels adéquats, favorisant la mise en pratique progressive du raisonnement clinique fondé sur les données probantes dans des contextes authentiques de formation.

En pratique, l'intégration du DÉCLIC dans les environnements professionnels dont les établissements de santé publique où exercent les orthophonistes, se heurte à des contraintes et des lacunes, notamment lorsqu'il s'agit d'appliquer cet outil dans le cadre des stages cliniques. Pour pallier cette difficulté, une solution a été élaborée, consistant en un ensemble de cinq activités clés en évaluation formative. Ces activités ont pour objectif d'amener les étudiants à confronter leur raisonnement clinique à des situations professionnelles réalistes, tout en bénéficiant de rétroactions détaillées de la part d'enseignants-cliniciens formés à une approche fondée sur les données probantes. Elles constituent avant tout un dispositif transitoire, conçu pour compenser certaines limites institutionnelles et humaines actuelles, notamment le manque de ressources en encadrement clinique et en infrastructures de simulation. Leur vocation première n'est donc pas de se substituer durablement à des environnements de formation plus intégrés, mais d'assurer une continuité pédagogique en attendant la mise en place de conditions plus favorables à une évaluation authentique et contextualisée des compétences. Par ailleurs, les enseignants cliniciens sont souvent confrontés à des défis supplémentaires lorsqu'il s'agit de signaler les performances insatisfaisantes des stagiaires. Cette difficulté peut être attribuée en partie au manque de capacité à évaluer objectivement la qualité des soins, ainsi qu'à une méconnaissance des options de remédiation fondées sur des données probantes (Lacasse et al., 2019 ; Yepes-Rios et al., 2016). En conséquence, cette lacune dans le système peut entraver la progression des étudiants en difficulté et compromettre leur capacité à fournir des soins de qualité aux patients. Pour garantir l'excellence dans la formation des orthophonistes et la prestation de soins de santé, il est impératif de développer des stratégies et des outils d'identification précoce des étudiants en difficulté, ainsi que des interventions efficaces basées sur des preuves pour les aider à surmonter ces obstacles et à atteindre leur plein potentiel professionnel.

Actuellement en France, l'absence de directives officielles pour accompagner et évaluer les étudiants en orthophonie dans le cadre du CCC restreint l'accès à des outils d'évaluation valides. Par ailleurs, la réticence observée quant au cadre d'administration de ce certificat dans les Unités de Formation en Santé françaises (Catteau et al.,

2019) et aussi les limites et freins méthodologiques vécus ou perçus par les enseignants quant aux approches par évaluation formative (Andreassen & Mallin, 2019 ; Elwood, 2006), contribuent peut-être à cette lacune. Aucun système d'évaluation similaire à celui produit dans cette étude n'a été identifié dans la littérature. L'OCÉC-MF, développé pour les résidents en Médecine Familiale à l'Université Laval à Québec, présente plusieurs avantages pédagogiques, théoriques et méthodologiques qui ont permis de modéliser l'outil d'évaluation DÉCLIC pour le domaine de l'orthophonie au département universitaire de Bretagne Occidentale.

Limites

L'outil proposé dans cette étude est en phase de développement et doit encore faire l'objet d'études de validation. En premier lieu, il serait pertinent d'éprouver les critères de développement en consultation itérative auprès d'un comité plus important qui serait constitué d'étudiants en orthophonie, de cliniciens expérimentés en supervision de stage, d'enseignants-cliniciens et d'enseignants-chercheurs (c'est-à-dire, méthode Delphi ; Hsu & Sandford, 2007). En second lieu, l'outil est complété sur tableau Excel et reste soumis à des divergences d'arbitrage selon les connaissances et les motivations de l'évaluateur. Idéalement, il serait souhaitable de 1) former un évaluateur maître de stage à l'usage de la grille (étude pilote), 2) modéliser une version informatisée et commune avec l'outil autorapporté de l'étudiant, 3) évaluer la validité de l'outil (par exemple, la validité prédictive, la validité convergente) et 4) évaluer la fidélité inter-juges de l'outil. Pour terminer, l'évaluation est réalisée en combinant des données issues des stages cliniques sur le terrain et des épreuves formatives au sein du programme académique. De fait, cette approche reste artificielle et les modalités méritent d'être transférées vers des approches pédagogiques plus authentiques.

CONCLUSION

Le processus d'évaluation continue est reconnu pour favoriser la progression individuelle dans l'apprentissage de l'étudiant, avec la possibilité d'ajuster la situation d'apprentissage ou son rythme de progression et ainsi apporter des améliorations ou des correctifs nécessaires (Black & Wiliam, 1998 ; Hattie & Donoghue, 2016). En formation universitaire en santé, l'identification des difficultés

et des besoins pédagogiques requiert l'utilisation de critères valides permettant de détecter les caractéristiques problématiques susceptibles de compromettre le développement professionnel des étudiants. Cette démarche vise ultimement à garantir un accompagnement respectueux et éthique des futurs patients.

L'outil d'évaluation critériée DÉCLIC offre une clarification des attentes concernant l'acquisition des compétences cliniques tout au long du cursus de formation en orthophonie en France. La mise en place d'une échelle de repères d'acquisition, résultant de cet outil, se révèle précieuse à des fins d'enseignement et d'évaluation, car elle permet l'identification et l'accompagnement des stagiaires en difficulté ou ceux nécessitant une remédiation à travers l'établissement d'objectifs réalistes.

DÉCLARATION D'INTÉRÊTS

Les auteurs ont déclaré n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec cet article.

FINANCEMENTS

Cette recherche n'a bénéficié d'aucun financement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur sincère gratitude envers Claire Le Gall, co-directrice pédagogique du DUOB, et Marie Voisin-du Buit, Responsable de la formation clinique, pour leur précieux soutien et leur amitié. Nous sommes également reconnaissants envers Miriam Lacasse, professeure titulaire au Département de médecine familiale et de médecine d'urgence à l'Université Laval, pour ses conseils éclairés. Nos pensées chaleureuses et nos remerciements vont également aux étudiantes et étudiants de second cycle du DUOBrest. Nous adressons nos remerciements à Rémi Marianowski, professeur des universités et directeur du DUOB, pour son soutien.

MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE

Les guides d'utilisations de la grille d'évaluation DECLIC et de la grille d'auto-évaluation J'ME DÉCLIC, ainsi que les grilles DECLIC et J'ME DÉCLIC elles-mêmes, sont disponibles au téléchargement sur le site de la revue Glossa, à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.61989/qk9m4j97>

RÉFÉRENCES

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. In P. W. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Raths, & M. C. Wittrock (dir.), *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Andreassen, P., & Malling, B. (2019). How are formative assessment methods used in the clinical setting? A qualitative study. *International Journal of Medical Education*, 10, 208–215. <https://doi.org/10.5116/ijme.5db3.62e3>
- Ariza, M., Lajzerowicz, C., Onaisi, R., Hofferer, A., Macabrey, J., & Rabiaza, A. (2022). Élaboration d'un outil d'évaluation des compétences en fin de troisième cycle de médecine générale. *Exercer*, 33(185), 327–331. <https://doi.org/10.56746/exercer.2022.185.327>
- Bates, R. (2004). A critical analysis of evaluation practice: the Kirkpatrick model and the principle of beneficence. *Evaluation and Program Planning*, 27(3), 341–347. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2004.04.011>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- 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*. David McKay. [Bloom et al -Taxonomy of Educational Objectives.pdf](https://doi.org/10.1080/0969595980050102)
- Brookhart, S. M. (2017). *How to give effective feedback to your students* (2de éd.). ASCD.
- Carraccio, C., Wolfsthal, S. D., Englander, R., Ferentz, K., & Martin, C. (2002). Shifting paradigms: From Flexner to competencies. *Academic Medicine*, 77(5), 361–367. <https://doi.org/10.1097/00001888-200205000-00003>
- Catteau, O., Beyne Rauzy, O., Mayère, A., & Savy, N. (2019). Dispositif d'évaluation pour un certificat d'aptitudes cliniques : quelles mesures pour quelles compétences ? 9e conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2019), 157–168. <https://hal.science/hal-02435357v1>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37–46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Curran, G. M., Bauer, M., Mittman, B., Pyne, J. M., & Stetler, C. (2012). Effectiveness-implementation hybrid designs: combining elements of clinical effectiveness and implementation research to enhance public health impact. *Medical Care*, 50(3), 217–226. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3182408812>
- Décret n° 2013-798 du 30 août 2013 relatif au régime des études en vue du certificat de capacité d'orthophoniste. NOR : ESRS1317552D. JORF n°0203 du 1 septembre 2013. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000027915618>
- Décret n° 2020-579 du 14 mai 2020 modifiant la section 1 du chapitre VI, du titre III du livre VI du code de l'éducation relative aux études d'audioprothèse et la section 2 du chapitre VI, du titre III du livre VI du code de l'éducation relative aux études d'orthophonie. NOR : ESRS2001475D. JORF n°0121 du 17 mai 2020. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000041885587>

- Durieux, N., Pasleau, F., Piazza, A., Donneau, A.-F., Vandenput, S., & Maillart, C. (2016). Information behaviour of French-speaking speech-language therapists in Belgium: Results of a questionnaire survey. *Health Information & Libraries Journal*, 33(1), 61–76. <https://doi.org/10.1111/hir.12118>
- European Speech and Language therapy (ESLA, 2023). Speech and language therapists' roles in critical care and emergency medicine [webinaire]. *European speech-language therapy day*. <https://www.youtube.com/watch?v=XcXVL6fazw4>
- Elwood, J. (2006). Formative assessment: Possibilities, boundaries and limitations. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 13(2), 215–232. <https://doi.org/10.1080/09695940600708653>
- Gulikers, J. T. M., Bastiaens, T. J., & Kirschner, P. A. (2004). A five-dimensional framework for authentic assessment. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 67–86. <https://doi.org/10.1007/BF02504676>
- Hattie, J. A. C., & Donoghue, G. M. (2016). Learning strategies: A synthesis and conceptual model. *npj Science of Learning*, 1, 16013. <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.13>
- Hesketh, E. A., Bagnall, G., Buckley, E. G., Friedman, M., Goodall, E., Harden, R. M., Laidlaw, J. M., Leighton-Beck, L., McKinlay, P., Newton, R., & Oughton, R. (2001). A framework for developing excellence as a clinical educator. *Medical Education*, 35(6), 555–564. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2001.00920.x>
- Hsu, C. & Sandford, B. A., (2007) The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12(1), 10. <https://doi.org/10.7275/pdz9-th90>
- Jug, R., Jiang, X. S., & Bean, S. M. (2019). Giving and receiving effective feedback: A review article and how-to guide. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 143(2), 244–250. <https://doi.org/10.5858/arpa.2018-0058-RA>
- Kassam, A., de Vries, I., Zabar, S., Durning, S. J., Holmboe, E., Hodges, B., Boscardin, C., & Kalet, A. (2024). The next era of assessment within medical education: Exploring intersections of context and implementation. *Perspectives on Medical Education*, 13(1), 496–506. <https://doi.org/10.5334/pme.1128>
- Kendall, M. G. (1938). A new measure of rank correlation. *Biometrika*, 30(1–2), 81–93. <https://doi.org/10.1093/biomet/30.1-2.81>
- Krumm, A. E., Lai, H., Marcotte, K., Ark, T. K., Yaneva, V., Chahine, S. (2024). Proximity to practice: The role of technology in the next era of assessment. *Perspectives on Medical Education*, 13(1), 646–653. <https://doi.org/10.5334/pme.1272>
- Lacasse, M., Audétat, M.-C., Boileau, É., Caire Fon, N., Dufour, M.-H., Laferrière, M.-C., Lafleur, A., La Rue, É., Lee, S., Nendaz, M., Paquette Raynard, E., Simard, C., Steinert, Y., & Théorêt, J. (2019). Interventions for undergraduate and postgraduate medical learners with academic difficulties: A BEME systematic review: BEME Guide No. 56. *Medical Teacher*, 41(9), 981–1001. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2019.1596239>
- Lacasse, M., Rheault, C., Tremblay, I., Renaud, J.-S., Coché, F., St-Pierre, A., Théorêt, J., Tessier, S., Arsenault, L., Simard, M.-L., Simard, C., Savard, I., Castel, J., & Côté, L. (2017). Développement, validation et implantation d'un outil novateur critérié d'évaluation de la progression des compétences des résidents en médecine familiale. *Pédagogie Médicale*, 18(2), 83–100. <https://doi.org/10.1051/pmed/2018007>
- Lacasse, M., Théorêt, J., Tessier, S., & Arsenault, L. (2014). Expectations of clinical teachers and faculty regarding development of the CanMEDS-family medicine competencies: Laval developmental benchmarks scale for family medicine residency training. *Teaching and Learning in Medicine*, 26(3), 244–251. <https://doi.org/10.1080/10401334.2014.914943>
- Laveault, D., & Grégoire, J. (2023). *Introduction aux théories des tests en psychologie et en sciences de l'éducation* (4e éd.). De Boeck Supérieur.
- Nagai, N., Birch, G. C., Bower, J. V., & Schmidt, M. G. (2020). *CEFR-informed learning, teaching and assessment: A practical guide*. Springer Nature Singapore.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Ramani, S., & Leinster, S. (2008). AMEE Guide no. 34: Teaching in the clinical environment. *Medical Teacher*, 30(4), 347–364. <https://doi.org/10.1080/01421590802061613>
- Ripp, J. A., Privitera, M. R., West, C. P., Leiter, R., Logio, L., Shapiro, J., & Bazari, H. (2017). Well-being in graduate medical education: A call for action. *Academic Medicine*, 92(7), 914–917. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000001735>
- Roegiers, X. (2019). Le recours aux compétences dans le Supérieur : mettre l'efficacité au service du sens. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 12(2), 11–28. <https://doi.org/10.15366/riee2019.12.2.001>
- Sadler, D. R. (2005). Interpretations of criteria-based assessment and grading in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30(2), 175–194. <https://doi.org/10.1080/0260293042000264262>
- Scallan, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*. De Boeck.
- Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences : documenter le développement du savoir-agir professionnel*. Chenelière Éducation.
- Van Someren, M., Barnard, Y., & Sandberg, J. (1994). *The Think Aloud method - A practical guide to modelling cognitive processes*. Academic Press.
- Williams, A. (2024). Delivering effective student feedback in higher education: An evaluation of the challenges and best practice. *International Journal of Research in Education and Science*, 10(2), 473–501. <https://doi.org/10.46328/ijres.3404>
- Yepes-Rios, M., Dudek, N., Duboyce, R., Curtis, J., Allard, R. J., & Varpio, L. (2016). The failure to fail underperforming trainees in health professions education: A BEME systematic review: BEME Guide No. 42. *Medical Teacher*, 38(11), 1092–1099. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2016.1215414>

Annexe A

Détail des compétences cliniques principales et des sous-compétences


**Département universitaire
d'Orthophonie de Bretagne**
[C1] COMPETENCE 1. Analyser, évaluer une situation et élaborer un diagnostic orthophonique

Sous-critères désignés	Informations d'aide à l'évaluation
1.1. Pertinence et exhaustivité des données recueillies sur le patient et son entourage	Les informations clés sur le patient et son entourage sont recherchées et identifiées (habitudes de vie, antécédents, facteurs de risque etc.). L'étudiant est en mesure de rechercher l'aide éventuelle d'un tiers en cas de non-maîtrise ou d'incapacité de communication du patient. La nécessité d'investigations complémentaires est évaluée et expliquée au patient. Les fonctions à évaluer pour organiser les différentes parties du bilan sont identifiées par l'étudiant. Les besoins d'informations ou de connaissances complémentaires, notamment sur une pathologie, sont caractérisés avec l'aide éventuelle du superviseur. Les stratégies de compensation employées par le patient sont identifiées. Les informations nouvelles apparaissant au cours du bilan sont repérées et prises en compte par l'étudiant.
1.2. Pertinence des modalités de recueil de l'information	Les outils d'investigation sont choisis et adaptés en fonction de chaque patient, de sa pathologie, de sa demande et de ses réticences. L'étudiant prend le soin d'explicitier sa démarche. Les modalités d'utilisation des outils d'évaluation retenus sont maîtrisées (propriétés métrologiques, procédures d'utilisation, limites). Les modalités de l'entretien et du recueil d'informations sont adaptées à la pathologie et aux besoins du patient. L'examen clinique est réalisé dans le respect des recommandations professionnelles. Les gestes techniques à visée diagnostique réalisés lors de l'examen clinique sont maîtrisés et expliqués. En supervision, le questionnement anamnestique évolue en fonction des données recueillies auprès du patient et des échanges avec l'entourage et d'autres professionnels.

1.3. Qualité de l'analyse des données et du raisonnement clinique dans le but de l'élaboration du diagnostic	Les résultats des évaluations sont analysés de manière qualitative et quantitative. Des corrélations entre les résultats aux différentes épreuves sont recherchées afin de mettre en évidence des facteurs explicatifs. En supervision, un lien est effectué entre le diagnostic, les éléments de dossier portés à la connaissance de l'étudiant, la plainte exprimée et les besoins du patient. L'étudiant est en mesure d'identifier et de hiérarchiser les éléments clés du tableau clinique du patient au travers des différents domaines à explorer. Les éléments clés permettant de valider ou d'infirmer les hypothèses sont identifiés au travers de l'analyse de la démarche d'évaluation normative, descriptive et critériée. Des mises en lien sont établies entre les résultats obtenus, les données scientifiques, les modèles théoriques et les connaissances théoriques et cliniques.
1.4. Prise en considération de la plainte du patient et des retentissements	Les éléments explicites et implicites composant la plainte sont identifiés. En supervision, l'étudiant analyse et hiérarchise ces éléments en fonction des priorités de soin ou du degré d'urgence. L'origine de la demande est identifiée. Les répercussions et le retentissement du trouble sur la vie quotidienne, l'environnement et l'état psychologique du patient sont relevés et l'étudiant en discute avec son superviseur pour affiner sa pensée. La manière dont le patient exprime sa plainte est prise en compte et analysée. L'évolution de l'expression de la plainte par le patient est prise en compte.
1.5. Communication des informations cliniques et diagnostiques	La synthèse du bilan reprend l'ensemble des données objectives et subjectives mesurées en qualité et/ou en quantité, et débouche sur la formulation d'un diagnostic orthophonique clair et cohérent. Le pronostic s'appuie sur l'anamnèse, sur les connaissances de la pathologie ou des troubles identifiés, sur la prévision des effets attendus des différentes prises en charge programmées et sur l'estimation des capacités du patient à s'engager dans une dynamique de progrès. Le vocabulaire technique et professionnel utilisé est adapté. L'étudiant est en mesure de communiquer les informations cliniques et diagnostiques à travers des médias clairs et soignés.

[C2] COMPETENCE 2. Élaborer et mettre en œuvre un projet thérapeutique en orthophonie adapté à la situation du patient

2.1. Pertinence de la définition des objectifs du projet	Les objectifs thérapeutiques sont en adéquation avec les résultats du bilan orthophonique. Les objectifs thérapeutiques sont en adéquation avec le projet de soins global ainsi que les attentes convenues avec le superviseur et l'adhésion du patient. En supervision, l'étudiant est à même de proposer des objectifs thérapeutiques fonctionnels pour le patient, identifiables et inscrits dans un temps raisonnable (exemples : en tenant compte de la pathologie du patient, de la gravité des troubles et des difficultés, des besoins et des attentes du patient, du degré d'adhésion du patient au projet thérapeutique, les capacités physiques et matérielles du patient, de l'environnement du patient et des moyens de la structure d'accueil éventuelle).
2.2. Pertinence du choix des interventions et de leurs modalités de mise en œuvre	Les outils, dispositifs et modalités d'intervention retenus par l'étudiant sont a priori en adéquation avec les objectifs thérapeutiques et les attentes du patient. Les interventions à conduire auprès de l'entourage du patient sont identifiées. Les outils et modalités d'intervention sont correctement ciblés en référence aux priorités de l'intervention. En supervision, les indications et modalités de recours à d'autres professionnels sont identifiées et explicitées. L'étudiant identifie déjà – même globalement – les modalités de financement de certains aménagements et adaptations nécessaires au patient (exemples : dossier MDPH, dispositifs d'appuis financiers, acteurs sociaux du secteur).
2.3. Pertinence de la recherche de l'adéquation du projet thérapeutique	Avec supervision éventuelle, l'étudiant veille à présenter le projet thérapeutique au patient de manière claire et adaptée. L'échéancier et le dosage de la prise en charge, en fréquence de séances et en temps, sont clairement envisagés par l'étudiant. En supervision, l'étudiant témoigne d'un intérêt réel quant à l'adhésion du patient au projet de soins et aux objectifs du traitement.

[C3] COMPETENCE 3. Concevoir, conduire et évaluer une séance d'orthophonie

3.1. Anticiper et organiser la séance d'orthophonie	Les objectifs de la séance individuelle sont déterminés et/ou réajustés en tenant compte des objectifs d'étape de la prise en charge, de l'évolution du patient, de sa plainte, de sa motivation, de ses capacités et des contraintes sociales. Le superviseur est consulté pour ajuster l'organisation de la séance. Les moyens d'atteindre les objectifs de la séance sont identifiés. L'étudiant est en mesure d'identifier l'état et la motivation du patient et de pondérer ou ajuster les activités proposées. Avec l'aide éventuelle du superviseur, les supports et matériels nécessaires à la séance sont identifiés. L'étudiant veille à préparer, anticiper, élaborer et adapter les supports nécessaires à la séance.
--	---

3.2. Conduire la séance avec justesse en cohérence avec le projet thérapeutique	L'étudiant saisit l'opportunité d'explicitier les objectifs de la séance au patient. Le vocabulaire technique et professionnel est utilisé de manière pertinente et compréhensible pour le patient. Les moyens employés découlent du plan de traitement initialement projeté et de ses actualisations afférentes à l'évolution du patient ou de nouvelles connaissances scientifiques sur l'intervention. Le contenu de la séance est synthétisé dans le dossier du superviseur. Le compte-rendu de séance reprend les objectifs initiaux de la séance, les prérequis nécessaires à la conduite de la séance, le matériel utilisé, les résultats quantitatifs et qualitatifs, ainsi que l'état et la motivation du patient. En cas de risque vital, l'étudiant a su mobiliser les gestes de premier secours auprès du patient. Avec l'accord du superviseur, la décision de poursuite ou d'arrêt d'un traitement repose sur les conclusions des évaluations, sur les observations cliniques et sur l'accord du patient ou de son entourage.
3.3. Articuler le contenu de la séance en cohérence avec le déroulement de la séance	Les aptitudes fonctionnelles du patient sont identifiées. L'étudiant accompagne et/ou stimule à travers des situations variées, les fonctions déficitaires du patient. Des recommandations thérapeutiques sont formulées au patient et/ou à son entourage en vue d'un transfert et/ou d'un entraînement entre les séances. Les techniques et méthodes de prise en charge sont expliquées et mises en œuvre dans le respect des recommandations professionnelles. L'état du patient est évalué à son arrivée et pris en compte au cours de la séance : des réajustements sont effectués au besoin. L'étudiant fait preuve de souplesse dans le choix des supports en les adaptant en fonction de l'état du patient, de sa demande et de ses réticences. L'évolution de l'état psychologique et attentionnel du/des patients au cours de la séance est identifiée et prise en compte.
3.4. Analyser l'évolution du patient et les effets de la séance	L'étudiant met en place des stratégies pour mesurer les effets des séances sur la vie quotidienne du patient. La mise en pratique des recommandations préconisées par le superviseur est vérifiée et éventuellement ajustée. En supervision, les données recueillies et les observations réalisées par l'étudiant sont comparées d'une séance à l'autre. Les données transmises par le patient, le superviseur, son entourage et/ou les autres professionnels d'une séance à l'autre, sont prises en compte par l'étudiant. Les ressources et les faiblesses, les acquis et les progrès sont identifiés par l'étudiant.

[C4] COMPETENCE 4. Établir et entretenir une relation thérapeutique dans un contexte d'intervention orthophonique

4.1. Veiller à la dimension relationnelle inhérente à la situation de soin orthophonique	L'étudiant veille à expliciter au patient les modalités de réalisation du bilan, ses résultats et le diagnostic orthophonique. L'étudiant répond avec discernement et justesse aux questions posées par le patient et son entourage. L'étudiant veille régulièrement à poser le cadre déontologique de l'intervention et les droits et devoirs du patient. Les niveaux de réceptivité, de compréhension et d'adhésion, les réactions et comportements du patient ou du groupe de personnes, sont repérés, analysés et pris en compte. L'écoute est attentive, neutre et respectueuse.
---	--

	Au besoin, l'étudiant échange avec son superviseur de manière transparente sur ses difficultés ou prend des renseignements à travers différents médias d'informations cliniques afin de s'ajuster.
4.2. Adopter un comportement et un mode de communication cohérents avec la situation relationnelle	L'étudiant est en mesure de reformuler et de diversifier ses modalités d'échanges selon les besoins du patient et de son entourage. Des explications et des rappels sont réitérés avec discernement au cours de l'intervention orthophonique. L'étudiant adopte déjà une posture professionnelle et bienveillante pour soutenir et encourager le patient. En cas de situations difficiles, l'étudiant fait part à son superviseur des éléments clefs à prendre en compte et des comportements à adopter en cas de situations relationnelles difficiles identifiées.
4.3. Veiller aux relations mises en œuvre dans le contexte d'intervention	L'étudiant cherche à mobiliser des conditions propices à une continuité de la relation avec le patient. En supervision, les étapes de conduite des entretiens sont identifiées par l'étudiant et sont mises en œuvre avec justesse. L'étudiant est disponible et attentif tout au long de la séance. L'étudiant est en mesure de caractériser l'écart entre sa perception du trouble et le ressenti du patient.

[C7] COMPETENCE 7. Analyser, évaluer et faire évoluer sa pratique professionnelle

7.1. Identifier ses besoins complémentaires en matière de pratique professionnelle	L'étudiant confronte aisément sa pratique professionnelle avec des pairs et des enseignants en groupe d'analyse. L'étudiant est en mesure d'identifier des sources d'information permettant de suivre l'évolution du monde de la santé, de la société et des modèles de pratique professionnelle ainsi que des références théoriques. L'étudiant échange avec ses superviseurs et ses enseignants pour ajuster sa future pratique professionnelle.
7.2. Développer une démarche d'analyse critique pour évoluer	Les informations permettant de mener la démarche d'analyse sont repérées et les modalités de mise à jour de ces informations sont identifiées (utilise ses expériences antérieures, les outils du DECLIC, d'anciens écrits, des notes personnelles, contact auprès d'enseignants etc.). L'étudiant est en mesure d'identifier et d'utiliser des données de recherches empiriques (qualitatives et quantitatives) dans le champ de la santé publique et de la prévention. L'étudiant est dans un esprit d'ouverture intellectuelle et il est sensible aux évolutions des théories linguistiques, psychologiques et cognitives dans la formulation des hypothèses qui orientent le travail orthophonique et la recherche. En supervision, l'étudiant s'inscrit dans une démarche d'analyse fondée sur les résultats des travaux de recherche et d'analyse interprofessionnelle, supervisions antérieures et autres situations de problématisation. Pour solutionner des manques ou des besoins, l'étudiant a déjà identifié des axes et des moyens d'évolution : formation personnelle à développer, domaines d'intervention sur lesquels les efforts doivent porter, recherches bibliographiques à effectuer, etc. L'étudiant arrive à distancier son analyse critique au regard de son évolution à travers plusieurs expériences vécues en formation initiale.

[C8] COMPETENCE 8. Rechercher, traiter et analyser des données professionnelles et scientifiques

8.1. Rechercher de l'information probante	Les bases documentaires internationales sont utilisées. Les partenaires institutionnels et associatifs clefs de l'action de recherche sont identifiés. L'étudiant maîtrise les principales approches méthodologiques pour générer une recherche de données externes à des fins cliniques. Les productions ou discours pseudo-scientifiques sont identifiés et évités par l'étudiant.
8.2. Mobiliser une méthode de recherche adaptée pour sa pratique professionnelle	Le questionnement clinique est cohérent avec la plainte et les besoins du patient. Les informations sélectionnées sont adaptées à l'objectif de la recherche pour l'intervention. Les informations collectées sont analysées selon les références théoriques nécessaires et avec systématisme. L'analyse des informations permet d'aboutir à un résultat concret et cohérent avec les objectifs poursuivis (élaboration d'une méthodologie de soins, d'un protocole, formulation de préconisations, création d'une banque de données...) Dans un rapport, un exposé oral ou écrit, l'argumentation de l'étudiant est fondée sur une démarche scientifique rigoureuse et des bases théoriques fondées et en lien avec les recommandations de la communauté scientifique.
8.3. S'impliquer dans l'accès à la connaissance et relayer des informations probantes	Lors d'un exposé, l'étudiant présente le résultat de sa recherche avec clarté et le rend accessible pour son public. La démarche de recherche et ses résultats sont explicités par écrit et par oral. L'étudiant emploie une terminologie standardisée ou faisant clairement consensus au sein de la communauté. L'étudiant participe à l'accès de la connaissance scientifique auprès de ses pairs et de la société civile. L'étudiant présente un raisonnement clinique et scientifique vertueux et ouvert. En situation clinique/professionnelle, face à une situation complexe de discours pseudo-scientifique l'étudiant ne cherche pas à persuader son interlocuteur mais offre un discours argumenté, respectueux et ouvert (cas d'un parent voulant tester des thérapies alternatives ou méthodes « miracles », réseaux sociaux en santé et fake-news, etc.)

[C10] COMPETENCE 10. Organiser les activités et coopérer avec les différents acteurs

10.1. Coopérer et collaborer pour mettre en œuvre une action de santé ou de prévention	Les liens entre les différentes interventions professionnelles sont repérés par l'étudiant. En supervision et sur son lieu de stage, l'étudiant est en mesure d'identifier les ressources existantes et qui peuvent être mobilisées : personnes ressources, structures sanitaires et sociales, modalités de dépistage... L'étudiant s'implique dans l'organisation de la coopération ou de la collaboration sur son terrain de stage. Les informations disponibles sur le patient circulent efficacement entre les différents acteurs concernés dans le respect du lien thérapeutique établi. La nature des informations à transmettre au prescripteur, au patient et aux autres professionnels est bien identifiée. En supervision, les interventions de l'étudiant lors des réunions respectent les règles de déontologie médicale concernant la confidentialité et le respect de la parole qui est adressée. Les rencontres et réunions institutionnelles sont réinvesties dans le travail avec le patient/le superviseur ou l'équipe. Le positionnement lors des échanges au cours desquels il est nécessaire d'écouter et d'argumenter des opinions
---	--

	contradictoire est clair et efficace. Les spécificités de chaque acteur sont repérées et utilisées dans le cadre des actions de prévention conduites par les orthophonistes Les complémentarités dans un domaine de compétence partagé entre plusieurs acteurs professionnels sont clairement formulées
10.2. Identifier et prendre en compte le champ d'intervention des différents acteurs	L'étudiant est en mesure d'identifier les champs d'intervention et les modalités d'interpellation des différents acteurs intervenant auprès des patients. Les outils de transmission permettant de communiquer les éléments de sa pratique professionnelle sont identifiés. L'étudiant sait faire part de ses limites dans ses interventions et ses actions au regard du champ de compétences de l'orthophoniste mais aussi de sa formation.
[C11] COMPETENCE 11. Former et informer des professionnels et des personnes en formation	
11.1. Caractériser les besoins et objectifs du public à informer	L'étudiant identifie le public à qui s'adresse l'information ou la formation. L'étudiant identifie les objectifs de la formation et leur portée à + ou – long terme pour son public. En supervision, les connaissances, savoir-faire, qualité de réflexion et d'analyse devant être acquis par les personnes recevant la formation sont identifiés.
11.2. Conduire son action d'information	L'étudiant s'inscrit dans une démarche d'accueil adaptée à son public. Lors des phases de questionnements du public, l'étudiant offre des réponses factuelles et un discours adapté, respectueux de la diversité des opinions du public. Lors de ses prises de parole, l'étudiant exprime ses lacunes ou méconnaissances avec aisance. Les informations transmises sont étayées par des connaissances scientifiques et cliniques probantes. L'étudiant organise et adapte des démarches d'analyse et de transmissions de savoir-faire et de connaissances au public. Les mises en lien théoriques avec la pratique professionnelle sont analysées et recherchées. Le support choisi est adapté à la situation de formation.

Annexe B

Description des cinq activités DÉCLIC intégrées dans l'évaluation formative de cycle 2 au département universitaire d'orthophonie de Bretagne Occidentale (Brest)

Activité	Objectif(s) de l'étudiant	Critères de compétences évalués	Modalité + Supports Et ressources	Calendrier
DÉCLIC 1 : Évaluer et diagnostiquer	Conduire une évaluation orthophonique initiale auprès d'un patient choisi avec le maître de stage ; Mobiliser des stratégies d'analyse, d'évaluation d'une situation clinique et élaborer un diagnostic ; Pointer des prédicteurs pour le pronostic et la qualité de vie du patient rencontré ; Établir et entretenir de manière effective et constante au cours de l'évaluation, une relation thérapeutique et professionnelle auprès du patient et (éventuellement) son entourage ; Adopter des stratégies diagnostiques basées sur un raisonnement clinique ajusté ; Solliciter l'aide du maître de stage pour l'approche diagnostique ; Mobiliser des connaissances théoriques au regard des données issues du bilan ; Faire preuve de capacités d'analyse critique de mon propre raisonnement clinique ; Initier déjà des réflexions professionnelles pour évoluer dans ma pratique.	1.1. 1.2. 1.3. 1.5. 4.1. 4.2. 7.1. 7.2. 8.1. 8.2.	Modalités : Modalité écrite durant le stage clinique type dossier à rendre. Remplissage de l'outil d'évaluation hétéro-rapportée J'me Déclic sur base des critères de compétences évalués. Ressources : Outil Déclic ; Outil J'me Déclic ; Études accessibles sur le domaine de l'évaluation en orthophonie et en sciences de l'éducation ; Canevas de rédaction avec conseils et recommandations pédagogiques ; Calendrier organisationnel.	Semestre 7 – Master 1

Activité	Objectif(s) de l'étudiant	Critères de compétences évalués	Modalité + Supports Et ressources	Calendrier
DÉCLIC 2 : Intervenir	Conduire une séance auprès d'un patient choisi avec le maître de stage ; Anticiper et organiser la séance d'orthophonie ; Faire preuve de transparence auprès du patient au sujet des activités et des objectifs visés pour la séance ; Être en mesure de faire preuve de flexibilité entre les objectifs du projet thérapeutique et la situation de soin qui se présente le jour de la séance ; Établir et entretenir, de manière effective et constante au cours de la séance, une relation thérapeutique et professionnelle auprès du patient et (éventuellement) de son entourage ; Adopter des stratégies et des modalités d'intervention basées sur un raisonnement clinique ajusté et des données probantes issues de la littérature actualisée ; Consulter le maître de stage pour ajuster l'approche interventionnelle et l'organisation de la séance ; Mobiliser des connaissances théoriques et l'expérience du maître de stage au regard des données issues du bilan et de l'évolution du patient ; Tenter de mettre en place des dispositifs qui permettraient d'évaluer l'efficacité du traitement proposé pour en faire part au patient (optionnel pour l'instant) ; Faire preuve de capacités d'analyse critique de mon approche clinique ; Initier déjà des réflexions professionnelles pour évoluer dans la pratique.	2.1. 2.2. 2.3. 3.1. 3.2. 3.4. 4.1. 4.2. 4.3. 7.1. 7.2. 8.1. 8.2.	Modalités : Modalité écrite durant le stage clinique type dossier à rendre. Remplissage de l'outil d'évaluation hétéro-rapportée J'me Déclic sur base des critères de compétences évalués. Ressources : Outil Déclic ; Outil J'me Déclic ; Études accessibles sur le domaine de l'intervention en orthophonie et en sciences de l'éducation ; Canevas de rédaction avec conseils et recommandations pédagogiques ; Calendrier organisationnel	Semestre 8 – Master 1

Activité	Objectif(s) de l'étudiant	Critères de compétences évalués	Modalité + Supports Et ressources	Calendrier
DÉCLIC 3 : Entretien de mi-parcours en groupe d'analyse	Confronter la pratique pré-professionnelle avec des pairs et des enseignants en groupe d'analyse ; Être en mesure d'identifier des sources d'information permettant de suivre l'évolution du monde de la santé, de la société et des modèles de pratique professionnelle ainsi que des références théoriques ; Adopter une posture d'apprentissage en étant actif dans l'échange avec les collègues du groupe d'analyse pour ajuster ma future pratique professionnelle ; Repérer les informations permettant de mener la démarche d'analyse et identifier les modalités de mise à jour de ces informations (utiliser ses expériences antérieures, les outils du DÉCLIC, d'anciens écrits, des notes personnelles, contact auprès d'enseignants etc.) ; En supervision, s'inscrire dans une démarche d'analyse de ses activités fondée sur les résultats des travaux de recherche et d'analyse interprofessionnelle, supervisions antérieures et autres situations de problématisation ; Pour solutionner des manques ou des besoins, identifier des axes et des moyens d'évolution réalistes : formation personnelle à développer, domaines d'intervention sur lesquels les efforts doivent porter, recherches bibliographiques à effectuer, demande de supervision par un clinicien expert etc.	7.1. I 7.2.	Modalités : Modalité orale individuelle – présentation du cas clinique vu en DÉCLIC 1 ou 2 en groupe d'analyse, sur base du dossier rendu et des rétroactions écrites et individualisées transmises Remplissage en commun de l'outil d'évaluation hétéro-rapportée J'me Déclic sur base des critères de compétences évalués et prise de décision sur des objectifs pédagogiques réalisables pour les 6 prochains mois. Ressources : Outil Déclic ; Outil J'me Déclic ; Études accessibles sur le domaine de l'évaluation/intervention, la pratique professionnelle en orthophonie et en sciences de l'éducation ; Timeline de l'entretien ; Apports personnels de l'étudiant (exemples : matériel, fiches de synthèse, études). Calendrier organisationnel	Semestre 8 – Master 1

Activité	Objectif(s) de l'étudiant	Critères de compétences évalués	Modalité + Supports Et ressources	Calendrier
DÉCLIC 4 : Journée d'études	Identifier le public à qui s'adresse l'information ou la formation ; Identifier les objectifs de la formation et leur portée à + ou – long terme pour le public ; En supervision, les connaissances, savoir-faire, qualité de réflexion et d'analyse devant être acquis par les personnes recevant la formation sont identifiés ; Lors des phases de questionnements du public, j'offre des réponses factuelles et un discours adapté, respectueux de la diversité des opinions du public ; Lors des prises de parole, je n'ai pas de réticence à exprimer mes lacunes ou ma connaissance du sujet ; Les informations transmises sont étayées par des connaissances scientifiques et cliniques probantes ; Je veille à offrir des mises en lien théoriques avec la pratique professionnelle ; Le support que j'ai choisi pour communiquer est adapté à la situation de formation.	11.1 11.2	Modalités : Modalité orale en groupe – présentation thématisée de données probantes issues du projet de mémoire à destination d'un public d'orthophonistes de la région (maîtres de stage, orthophonistes inscrits). Collaboration entre étudiants à travers une thématique commune. Remplissage en commun de l'outil d'évaluation hétéro-rapportée J'me Déclic sur base des critères de compétences évalués. Ressources : Outil Déclic ; Outil J'me Déclic ; Horaires des conférences et objectifs de la programmation ; Apports personnels de l'étudiant (issus de ses travaux). Présence d'un modérateur et d'enseignants experts des thématiques Calendrier organisationnel	Semestre 9 – Master 2

Activité	Objectif(s) de l'étudiant	Critères de compétences évalués	Modalité + Supports Et ressources	Calendrier
DÉCLIC 5 Entretien oral final : Entretien évaluatif et sommatif en groupe d'analyse	Confronter la pratique professionnelle avec des pairs et des enseignants en groupe d'analyse ; Être en mesure d'identifier des sources d'information permettant de suivre l'évolution du monde de la santé, de la société et des modèles de pratique professionnelle ainsi que des références théoriques ; Adopter une posture d'apprentissage en étant actif dans l'échange avec les collègues du groupe d'analyse pour ajuster ma future pratique professionnelle mais aussi questionner des approches ; Repérer les informations permettant de mener la démarche d'analyse et identifier les modalités de mise à jour de ces informations (utiliser ses expériences antérieures, les outils du DÉCLIC, d'anciens écrits, des notes personnelles, contact auprès d'enseignants etc.) ; S'inscrire de manière opérationnelle dans une démarche d'analyse de ses activités fondée sur les résultats des travaux de recherche et d'analyse interprofessionnelle, supervisions antérieures et autres situations de problématisation. Pour solutionner des manques ou des besoins, identifier des axes et des moyens d'évolution réalistes pour la prochaine année post-diplôme : formation personnelle à développer, domaines d'intervention sur lesquels les efforts doivent porter, recherches bibliographiques à effectuer, maintien d'une supervision par un clinicien expérimenté etc.	7.1. 7.2. 10.2. 8.1.	Modalités : Modalité orale individuelle – présentation du cas clinique vu en DÉCLIC 1 ou 2 ou d'une autre situation clinique considérée choisie par l'étudiant en groupe d'analyse, sur base du dossier rendu et des rétroactions écrites et individualisées transmises Remplissage en commun de l'outil d'évaluation hétéro-rapportée J'me Déclic sur base des critères de compétences évalués et prise de décision sur des objectifs réalisables sur 1 an, une fois l'obtention du diplôme Ressources : Outil Déclic ; Outil J'me Déclic ; Études accessibles sur le domaine de l'évaluation/intervention, la pratique professionnelle en orthophonie et en sciences de l'éducation ; Répartition des temps de l'entretien ; Apports personnels de l'étudiant (exemples : matériel, fiches de synthèse, études, diaporama).	Semestre 10 – Master 2

Annexe C*Exemples de deux rétroactions DÉCLIC 1*

Etudiant : XXXXX – DECLIC 1 – Savoir évaluer et diagnostiquer Compétences cliniques évaluées : 1.1. | 1.2. | 1.3. | 1.5. | 4.1. | 4.2. | 7.1. | 7.2. | 8.1. | 8.2.

Rétroaction écrite – étudiant en développement favorable

 Appréciation générale :

Vous avez choisi de réaliser le DECLIC 1 « Je réalise un bilan orthophonique initial, je développe mon raisonnement clinique et une pratique réflexive sur la relation thérapeutique ». Le bilan réalisé est un bilan du langage oral chez un patient ayant présenté un accident vasculaire cérébral ischémique.

Le compte-rendu de bilan réalisé correspond à ce qui est attendu ; votre rédaction est claire et laisse percevoir votre raisonnement clinique. Les éléments qui y sont présentés permettraient à un autre orthophoniste de prendre votre suite sans difficulté. Dans la seconde partie, concernant le raisonnement clinique, vous faites preuve de discernement et évoquez les difficultés rencontrées lors de l'analyse des résultats et de la pose du diagnostic, et des ressources auxquelles vous avez su faire appel, auprès de votre maître de stage, ce qui vous a permis de développer vos compétences pour l'avenir.

Enfin, dans la partie concernant la pratique réflexive sur la relation thérapeutique, vous avez identifié une situation intéressante et avez su développer une réflexion à ce sujet. Au-delà des échanges approfondis que vous avez eus avec votre maître de stage, il aurait certainement été pertinent de chercher des ressources dans la littérature pour éclairer votre réflexion.

Nous vous invitons à consulter à votre rythme les références proposées en ressources, en vue de préparer votre DECLIC3.

 Points forts du DECLIC1 :

À la lecture de votre DECLIC :

- A défaut de réalisation d'une anamnèse par vous-même, vous avez su collecter la majeure partie des données nécessaires en consultant le dossier du patient et en vous référant aux informations collectées par votre maître de stage.
- La rédaction de votre bilan laisse apparaître le raisonnement clinique. L'architecture utilisée est claire et complète (résultats chiffrés de chaque épreuve, interprétation concise, éléments qualitatifs pertinents). Vous vous êtes fait aider par votre maître de stage pour ne pas réaliser d'erreur dans votre diagnostic.
- Vous veillez à la dimension relationnelle inhérente à la situation de soins, en tenant compte des difficultés spécifiques rencontrées par votre patient ; vous vous appuyez, dans votre réflexion, sur l'aide de votre maître de stage.

 Points d'ajustement à déployer :**À court terme :**

Continuez, autant que faire se peut, à consulter des CRBO lors de vos stages, afin de vous imprégner des formulations notamment.

Consultez les ressources disponibles ci-dessous, afin de poursuivre votre réflexion, ainsi que les ressources conseillées par votre maître de stage pour approfondir vos connaissances.

À moyen terme :

Pensez à mobiliser des ressources issues de données externes : lors des stages à venir, il serait pertinent de vous astreindre à effectuer des recherches pour éclairer votre raisonnement.

Il serait également intéressant d'approfondir votre réflexion et de chercher des apports théoriques sur la question de la plainte (la situation telle que vous l'avez vécue ne vous a pas permis d'approfondir suffisamment cette question).

À long terme :

Il serait intéressant que lors de vos stages cliniques à venir, vous ayez la possibilité de réaliser un bilan orthophonique complet, de l'anamnèse jusqu'à la restitution des éléments de diagnostic.

Continuez de vous documenter sur la relation thérapeutique dans le cadre de l'évaluation en santé.

 Ressources pour avancer :**Raisonnement clinique (évaluation) :**

Delage, H., Prat, P., & Kehoe, M. (2021). Évaluation dynamique en orthophonie/logopédie. *Glossa*, 131, 121-142. <https://doi.org/10.61989/cdz05v79>

Denman, D., Kim, J. H., Munro, N., Speyer, R., & Cordier, R. (2019). Describing language assessments for school-aged children: A Delphi study. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 21(6), 602-612. <https://doi.org/10.1080/17549507.2018.1552716>

Friberg, J. C. (2010). Considerations for test selection: How do validity and reliability impact diagnostic decisions? *Child Language Teaching and Therapy*, 26(1), 77-92. <https://doi.org/10.1177/0265659009349972>

Leclercq, A. L., & Veys, E. (2014). Réflexions sur le choix de tests standardisés lors du diagnostic de dysphasie. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant - ANAE*, 26(131), 374-382.

Martinez Perez, T., Dor, O., & Maillart, C. (2015). Préciser, argumenter et évaluer les objectifs thérapeutiques pour améliorer la prise en charge orthophonique. *Rééducation orthophonique*, 261, 63-89. <https://hdl.handle.net/2268/184602>

Monetta, L., Desmarais, C., MacLeod, A. A., St-Pierre, M.-C., Bourgeois-Marcotte, J., & Perron, M. (2016). Recension des outils franco-qubécois pour l'évaluation des troubles du langage et de la parole. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, 40(2), 165-175. [Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie](#)

Piérart, B. (2005). Nature et fonctions des bilans. In F. Estienne, & B. Piérart (dir.), *Les bilans de langage et de voix. Fondements théoriques et pratiques* (p.7-13). Masson

Relation thérapeutique / Pratique réflexive :

- Consulter dans l'ouvrage de Kerlan, M. (2016). Les moments de soin orthophonique (chap. 4) Le bilan orthophonique (chap.4.3) dans *Ethique en orthophonie : le sens de la clinique*. De Boeck Supérieur

- Consulter une synthèse de l'article Hasson, N. & Joffe, V. (2007). The case for dynamic assessment in speech and language therapy. Sur le blog "Tout cuit dans le bec". <https://cuitdanslebec.wordpress.com/2014/08/11/evaluations-dynamiques-en-orthophonie/>

- Consulter Cambier, A.-C., & Deprit, A. (dir.) (2020). Accompagner l'étudiant.e dans le cadre de son stage. Cahiers du LLL, 11. PUL. <https://hdl.handle.net/20.500.12279/792>

Vous êtes invité.e à compléter les recherches documentaires sur la thématique suivante :

- évaluation orthophonique ; anosognosie ; raisonnement clinique ; plainte du patient

Rétroaction écrite – Etudiant en situation de difficulté

Appréciation générale :

Vous avez choisi de réaliser le DECLIC 1 « Je réalise un bilan orthophonique initial, je développe mon raisonnement clinique et une pratique réflexive sur la relation thérapeutique ». Vous avez réalisé le bilan d'un petit garçon de 7 ans scolarisé en CE1 qui consulte pour des confusions en lecture et en écriture.

De manière générale votre travail donne une idée trop relative des aptitudes professionnelles attendues pour évaluer d'une part la plainte du patient et d'autre part récolter des données cliniques avec des stratégies évaluatives diversifiées et opérationnelles pour un diagnostic.

Vous avez veillé à l'instauration d'un climat de confiance et d'une relation thérapeutique de qualité et vous avez mobilisé des compétences relationnelles pertinentes lors de ces deux temps d'évaluation.

Cependant, on note diverses fragilités ; le raisonnement nécessaire à la démarche diagnostique reste encore fragile : choix des épreuves, articulation entre celles-ci, analyse des résultats, pose du diagnostic. La rédaction de votre compte-rendu de bilan orthophonique est trop succincte et manque de précisions cliniques, vous ne faites pas mention des résultats obtenus aux épreuves et votre diagnostic n'est pas suffisamment précis.

Nous vous invitons à consulter à votre rythme, les références proposées en ressources en vue de préparer votre DECLIC3.

Points forts du DECLIC1 :

Les informations clés sur le patient sont recherchées et identifiées dans leur ensemble.

Vous avez su faire appel à votre maître de stage pour vous aider dans vos questionnements au sujet de la plainte du patient et des hypothèses diagnostiques.

Vous avez été vigilante à l'instauration d'une relation thérapeutique de qualité.

Points d'ajustement à déployer :

À court terme :

Échangez avec votre maître de stage sur vos limites et vos perceptions ainsi que sur certains points critiques qu'il vous semblerait juste d'établir (si l'interlocuteur et le contexte s'y prêtent selon vous bien sûr).

Les besoins d'informations ou de connaissances complémentaires, notamment sur une pathologie, la psychométrie du test, la diversification des moyens d'évaluation sont à caractériser rapidement et avec une aide externe éventuelle. Pour ces points, il est conseillé de vous exposer à des CRBO de collègues, de maîtres de stage et de consulter également les ressources présentes dans le document. L'exposition régulière à des CRBO de collègues vous permettra d'en cerner davantage l'architecture attendue, et vous aidera à prendre connaissance des formulations habituelles et ad hoc.

À moyen terme :

Lors des stages cliniques, il serait pertinent de demander l'autorisation d'évaluer un sous-domaine très précis en envisageant toutes les modalités d'évaluation qui pourraient être

mobilisées, et en vous entraînant à la rédaction en suivant un standard qui permettrait de se saisir de ces données cliniques.

Il est primordial que vous appuyiez votre réflexion sur des données externes et des échanges supervisés. Nous vous incitons donc à approfondir vos recherches dans le domaine exploré ici (diagnostic TDL/TSLE)

À long terme :

Prenez le temps d'approfondir votre réflexion sur la relation thérapeutique. Pour ce faire, vous trouverez ci-après des ressources diverses. N'hésitez pas à les compléter par des thématiques plus précises que vous pourriez dégager. Par exemple, vous décrivez puis analysez la situation clinique sous l'angle de la relation thérapeutique en questionnant les comportements et approches que vous avez utilisés lors du bilan avec votre patient. Pour aller plus loin dans votre pratique réflexive, vous pouvez vous documenter - notamment - sur les techniques de communication (développement des compétences communicationnelles du soignant).

Ressources pour avancer :

Diagnostic TDL :

Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T. (2016). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study. Identifying language impairments in children. Synthèse dans "Tout cuit dans le bec".

https://cuitdanslebec.wordpress.com/2017/07/23/catalise_phase2/

Raisonnement clinique :

Delage, H., Prat, P., & Kehoe, M. (2021). Évaluation dynamique en orthophonie/logopédie. *Glossa*, 131, 121-142. <https://doi.org/10.61989/cdz05v79>

Denman, D., Kim, J.-H., Munro, N., Speyer, R., & Cordier, R. (2019). Describing language assessments for school-aged children: A Delphi study. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 21(6), 602-612. <https://doi.org/10.1080/17549507.2018.1552716>

Friberg, J. C. (2010). Considerations for test selection: How do validity and reliability impact diagnostic decisions? *Child Language Teaching and Therapy*, 26(1), 77-92. <https://doi.org/10.1177/0265659009349972>

Leclercq, A. L., & Veys, E. (2014). Réflexions sur le choix de tests standardisés lors du diagnostic de dysphasie. *ANAE : Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*. 131. <https://anae-publication.com/la-revue/anae-n-131-la-dysphasie-chez-lenfant/>

Martinez Perez, T., & Maillart, C. (2015). Préciser, argumenter et évaluer les objectifs thérapeutiques pour améliorer la prise en charge orthophonique. *Rééducation orthophonique*, 261, 63-89. <https://hdl.handle.net/2268/184602>

Monetta, L., Desmarais, C., MacLeod, A. A. N., St-Pierre, M.-C., Bourgeois-Marcotte, J., & Perron, M. (2016). Recension des outils franco-qubécois pour l'évaluation des troubles du langage et de la parole. *Revue canadienne d'orthophonie et d'audiologie*, 40(2), 165-175. <https://www.cjslpa.ca/detail.php?ID=1200&lang=fr>

Piérart, B. (2006). Nature et fonctions des bilans. In F. Estienne, & B. Piérart (dir.), *Les bilans de langage et de voix. Fondements théoriques et pratiques* (p.7–13). Masson.

Relation thérapeutique / Pratique réflexive :

- Consulter dans l'ouvrage de Kerlan, M. (2016). Les moments de soin orthophonique (chap. 4) Le bilan orthophonique (chap. 4.3). Dans *Ethique en orthophonie : le sens de la clinique*. De Boeck Supérieur
- Consulter une synthèse de l'article Hasson, N., & Joffe, V. (2007). The case for dynamic assessment in speech and language therapy, sur le blog "Tout cuit dans le bec". <https://cuitdanslebec.wordpress.com/2014/08/11/evaluations-dynamiques-en-orthophonie/>
- Consulter Cambier, A.-C., & Deprit, A. (dir.) (2020). Accompagner l'étudiant.e dans le cadre de son stage. Cahiers du LLL, 11. PUL. <https://hdl.handle.net/20.500.12279/792>

Vous êtes invitée à compléter les recherches documentaires sur la thématique suivante :

- Diagnostic TDL/TSLE ; plainte du patient ; démarche diagnostique ; preuves externes

Lien entre les profils de production acoustique et les performances linguistiques d'enfants porteurs d'implants cochléaires

Auteurs :

Sophie Fagniard^{1,5}, Véronique Delvaux^{1,2,4,5}, Bernard Harmegnies^{1,2,5}, Anne Huberlant³, Kathy Huet^{1,5}, Myriam Piccaluga^{1,5} & Brigitte Charlier^{2,3}

Affiliations :

¹Service de Métrologie et Sciences du Langage, UMONS, Mons, Belgique

²ULB - Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

³Centre de réhabilitation fonctionnelle « Comprendre et Parler », Bruxelles, Belgique

⁴Fonds pour la Recherche Nationale Scientifique (F.R.S.-FNRS), Belgique

⁵Institut de Recherche en Sciences et Technologies du Langage, UMONS, Mons, Belgique

Autrice de correspondance :

Sophie Fagniard
sophie.fagniard@umons.ac.be

Dates :

Soumission : 28 octobre 2025

Acceptation : 19 avril 2026

Publication : 6 juillet 2026

Comment citer cet article :

Fagniard, S., Charlier, B., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Piccaluga, M., & Huet, K. (2026). Lien entre les profils de production acoustique et les performances linguistiques d'enfants porteurs d'implants cochléaires. *Glossa*, 146, 56-104. <https://doi.org/10.61989/ct6s1342>

e-ISSN : 2117-7155

Licence :

© Copyright Sophie Fagniard, Véronique Delvaux, Bernard Harmegnies, Anne Huberlant, Kathy Huet, Myriam Piccaluga & Brigitte Charlier 2026. Ce travail est disponible sous licence [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Contexte : Bien que l'implantation cochléaire précoce permette à de jeunes enfants présentant une surdité congénitale d'atteindre des niveaux linguistiques proches de ceux d'enfants entendants, certains domaines restent à risque, notamment les niveaux phonologique et morphosyntaxique, avec une variabilité importante des performances. L'un des facteurs explicatifs évoqués est la dégradation spectrale du signal transmis par l'implant, susceptible d'entraîner des représentations phonologiques imprécises et, par conséquent, des faiblesses linguistiques. Toutefois, plusieurs travaux ont montré que certaines stratégies de compensation (par exemple, exploitation d'indices visuellement accessibles) peuvent limiter l'impact de ces limitations perceptives.

Objectifs : La présente étude visait à examiner les liens entre les profils de production de sons de parole susceptibles d'être mal codés par l'implant cochléaire (IC) et les performances linguistiques d'enfants porteurs d'un IC et d'enfants à audition typique (AT), afin de déterminer si des stratégies de compensation des limites perceptives sont associées à de meilleures performances linguistiques.

Méthodes : Vingt-trois enfants âgés de 3 ans et 8 mois à 7 ans et 10 mois présentant une surdité congénitale et porteurs d'un IC, ainsi qu'un groupe de 47 enfants à audition typique appariés en âge chronologique et auditif, ont participé à des tâches de dénomination, de production narrative et de traitement morphémique. Des mesures acoustiques ont été extraites pour trois types de segments (voyelles nasales/orales, fricatives et occlusives) afin de caractériser les profils productifs et de les relier aux indices linguistiques reflétant les niveaux phonologique, lexical et morphosyntaxique. Des analyses en composantes principales (ACP) suivies de classifications hiérarchiques ascendantes ont permis d'identifier des profils de performance. Treize enfants porteurs d'un IC ont été réévalués un an plus tard pour analyser l'évolution longitudinale de leurs performances.

Résultats : Trois dimensions principales ont été extraites de l'ACP : la première, discriminant les deux groupes, était liée aux performances linguistiques, tandis que les deux suivantes rendaient compte des profils acoustiques de production. La classification a mis en évidence quatre classes de performance : la classe 1 (IC uniquement) regroupait les enfants aux performances linguistiques les plus faibles et aux productions les moins distinctives ; la classe 4 (AT uniquement) correspondait aux meilleures performances et à des productions acoustiquement typiques. Les classes 2 et 3, mixtes, présentaient des niveaux

intermédiaires et des stratégies de production efficaces compensant l'impact des difficultés perceptives (exploitation des indices articulatoires visuellement plus accessibles par exemple). L'analyse longitudinale a montré une amélioration générale mais hétérogène, seuls quatre enfants progressant vers une classe associée à un niveau linguistique supérieur.

Conclusion : Les enfants du groupe IC dont les profils de production témoignaient de compensations efficaces face aux limites perceptives ont obtenu de meilleures performances linguistiques. Toutefois, leur progression lors du suivi à un an reste variable, ce qui suggère un possible coût cognitif associé à ces compensations.

Mots-clés : implant cochléaire, surdité, phonétique, phonologie, morphosyntaxe, analyses factorielles

Link Between Acoustic Production Profiles and Linguistic Performance in Children With Cochlear Implants

Background. Although early cochlear implantation allows young children with congenital deafness to reach linguistic levels close to those of typically hearing (TH) peers, certain domains remain at risk, particularly phonology and morphosyntax, with substantial variability in performance. One explanatory factor often mentioned is the degraded spectral quality of the auditory signal transmitted through the cochlear implant (CI), which may lead to imprecise phonological representations and, consequently, weaker linguistic skills. However, several studies have shown that some compensatory strategies can mitigate the impact of these perceptual limitations, such as the use of visually accessible cues.

Objectives. This study aimed to examine the relationship between the production profiles of speech sounds that are likely to be poorly encoded through the CI and the linguistic performance of children with CI and their TH peers, to determine whether compensatory strategies for perceptual limitations are associated with better linguistic outcomes.

Methods. Twenty-three children aged from 3 years and 8 months to 7 years and 10 months with congenital deafness using cochlear implants, and a control group of 47 typically hearing children matched for chronological and hearing age, completed picture-naming, narrative production, and morphological processing tasks. Acoustic measurements were extracted for three types of speech segments (nasal/oral vowels, fricatives, and plosives) to characterize production profiles and relate them to linguistic scores reflecting phonological, lexical, and morphosyntactic levels. A principal components analysis followed by hierarchical clustering made it possible to identify distinct performance profiles. Thirteen CI children were reassessed one year later to analyze longitudinal changes in performance.

Results. Three main dimensions were extracted from the PCA: the first, discriminating between groups, was related to linguistic performance, while the second and third accounted for acoustic production profiles. Hierarchical classification revealed four performance clusters: Cluster 1 (CI participants only) included children with the lowest linguistic performance and the least distinctive productions, while Cluster 4 (TH participants only) included those with the best linguistic and acoustic performance. Clusters 2 and 3, composed of participants from both groups, showed intermediate levels of linguistic performance and effective production strategies that compensated for the impact of perceptual difficulties (for example, by exploiting articulatory cues that are more visually accessible). The longitudinal analysis showed overall but heterogeneous improvement, with only four children moving to a cluster associated with higher linguistic performance.

Conclusion. Children in the CI group whose production profiles indicated effective compensation for perceptual limitations achieved better linguistic performance. However, their progress at the one-year follow-up remained variable, suggesting a possible cognitive cost associated with these compensations.

Keywords: cochlear implant, deafness, phonetics, phonology, morphosyntax, factorial analyses

INTRODUCTION

Les compétences langagières des enfants porteurs d'un implant cochléaire (IC) ont été largement étudiées afin de déterminer si ces derniers parviennent à atteindre le niveau langagier de leurs pairs entendants. Les niveaux de performance varient selon les composantes du langage investiguées : des performances inférieures à celles d'enfants ayant une audition typique sont fréquemment rapportées dans les domaines phonologique (Bouton et al., 2012; Gaul Bouchard et al., 2007) et morphosyntaxique (Bourdin et al., 2016; Caselli et al., 2012; Duchesne et al., 2010; Le Normand & Thai-Van, 2023), même si ces résultats présentent une forte variabilité. Le développement lexical, en revanche, a été plus souvent rapporté comme pouvant montrer des niveaux de développement proches de ceux d'enfants à audition typique (Caselli et al., 2012; Duchesne et al., 2009; Rinaldi et al., 2013).

Ces performances linguistiques hétérogènes peuvent s'expliquer, d'une part, par le retard d'exposition à la langue orale avant l'implantation et d'autre part, par les limitations perceptives liées au traitement du signal sonore par l'IC. Ces limitations perceptives affecteraient davantage certains sons de la parole reposant sur des indices acoustiques fins, tels que la nasalisation vocalique (Borel, 2015; Bouton et al., 2012; Fagniat et al., 2024a) ou les lieux d'articulation des consonnes (Bouton et al., 2012; Cheng & Chen, 2020; Medina et al., 2004; Peng et al., 2019). Les sons dont les corrélats acoustiques dépendent des hautes fréquences semblent également vulnérables, comme observé pour les consonnes fricatives (Grandon, 2016; Mildner et al., 2006; Reidy et al., 2017; Todd et al., 2011; Warner-Czyz & Davis, 2008).

Cependant, malgré ces contraintes perceptives, la majorité des enfants porteurs d'un IC parviennent à se constituer des représentations phonologiques de ces sons de parole davantage « vulnérables ». Lors d'une étude comparant les performances de 13 enfants porteurs d'IC à celles de 25 enfants à audition typique de même âge chronologique à des tâches d'identification et de discrimination de pseudomots contenant des voyelles nasales et orales, les performances des enfants porteurs d'IC, bien qu'en deçà de leurs pairs entendants, se situaient au-dessus du hasard (Fagniat et al., 2024a). On peut supposer que ces enfants, ayant

construit leurs représentations phonologiques à partir d'un signal auditif limité, ont pu s'appuyer davantage sur des indices acoustiques mieux transmis par l'IC, tels que les indices temporels ou les fréquences formantiques, en particulier lorsque ces indices sont accompagnés de gestes articulatoires visibles (arrondissement des lèvres, ouverture buccale). Cette proposition peut être appuyée par l'observation de liens entre les performances des enfants et l'exploitation de ces indices acoustiques davantage accessibles. En effet, les enfants ayant de meilleures performances d'identification/discrimination semblent être ceux ayant tiré davantage profit de très légères distances temporelles entre les voyelles nasales et orales.

Une seconde étude (Fagniat et al., 2025a) a permis d'investiguer les performances en production de voyelles nasales et orales auprès des mêmes enfants, à l'aide d'analyses perceptives (identification, par des juges, de la voyelle produite et du degré de nasalisation) et acoustiques (visant à étudier les caractéristiques formantiques des productions, le degré de nasalisation et la durée des voyelles). Il a pu être constaté que les enfants dont les productions étaient le mieux identifiées par des juges étaient également ceux qui marquaient davantage la distinction entre les voyelles nasales et orales à l'aide de patrons formantiques différenciés et d'allongements vocaliques. Ces stratégies de production s'avéraient donc efficaces pour obtenir une distinction entre les voyelles nasales et orales, distinctes en termes de configuration oro-pharyngée et de longueur segmentale. Ces stratégies étaient principalement retrouvées chez les enfants ayant une exposition intensive et régulière à la Langue française Parlée Complétée (LfPC)¹. Par ailleurs, les analyses acoustiques révèlent significativement moins de distinction entre les voyelles nasales et orales sur la base de la structure de résonance nasale chez les enfants porteurs d'IC par rapport à leurs pairs entendants, semblant témoigner des limites perceptives des enfants porteurs d'IC pour traiter cette information acoustique particulièrement complexe sur le plan spectral (voir Fagniat et al., 2025a) pour plus de détails sur les caractéristiques acoustiques des voyelles nasales).

Dans ce contexte, il n'est guère surprenant d'observer une grande variabilité des performances linguistiques : les limites perceptives de l'IC

¹ Système de codes gestuels accompagnant la langue orale afin de fournir des indices visuels complétant la lecture labiale, rendant ainsi tous les contrastes phonologiques d'une langue parlée visuellement accessibles (Charlier, 2020).

engendrent des difficultés à percevoir certains sons de parole, ce qui a un impact sur la qualité des représentations phonologiques. Or, le développement des composantes lexicales et morphosyntaxiques repose sur la mémorisation et la manipulation de formes phonologiques précises. La plus grande vulnérabilité du domaine morphosyntaxique par rapport au domaine lexical, ainsi que les liens étroits entre phonologie et morphosyntaxe dans les populations présentant des troubles du langage, ont été interprétés comme le reflet d'une faible saillance perceptive des éléments grammaticaux dans la chaîne parlée (i.e., morphophonologie) par rapport aux éléments lexicaux plus saillants, et d'un avantage cognitif des éléments lexicaux, dotés d'un contenu conceptuel concret et plus aisément enseignables (Hage, 2005). Ces propositions fondent les théories phonologiques des troubles morphosyntaxiques chez les enfants présentant un trouble développemental du langage (Chiat, 2001; Joanisse & Seidenberg, 1998; Leonard et al., 1992; Parisse & Maillart, 2008). Des résultats convergents ont été obtenus dans une étude précédente (Fagniat et al., 2025b) portant sur des enfants avec IC, révélant des corrélations spécifiques entre niveaux phonologique et morphosyntaxique, ainsi qu'une corrélation entre l'ensemble des niveaux linguistiques (phonologique, lexical et morphosyntaxique) auprès de pairs à audition typique d'âge chronologique ou auditif équivalent. Forts des constats de possibilité de compensation des limitations perceptives par l'exploitation d'indices acoustiques mieux transmis par l'IC chez certains enfants, il semble raisonnable de se demander si ces compensations sont associées à de meilleures performances sur le plan linguistique, particulièrement pour le traitement et la production morphosyntaxique.

Objectifs de l'étude

Dans ce contexte, cette étude vise à examiner le lien entre les caractéristiques acoustiques des sons de parole vulnérables dans la production des enfants porteurs d'un implant cochléaire et leurs performances langagières dans les domaines phonologique, lexical et morphosyntaxique. En effet, la forte variabilité observée parmi les utilisateurs d'IC quant à leur capacité à traiter certains segments vulnérables pourrait contribuer à expliquer la variabilité constatée dans les performances phonologiques et, par conséquent, dans les compétences morphosyntaxiques — celles-ci reposant sur des représentations

phonologiques précisément spécifiées.

Deux groupes d'enfants ont été recrutés :

- un groupe d'enfants porteurs d'un IC;
- un groupe d'enfants à audition typique, appariés selon l'âge chronologique ou auditif.

Les capacités perceptives ne seront pas directement évaluées, mais inférées à partir d'analyses acoustiques des productions de segments présentant un large éventail de corrélats acoustiques et différents degrés de difficulté pour la transmission via l'IC. Trois catégories de segments ont donc été sélectionnées pour explorer des indices de production présentant des degrés de difficulté perceptive différenciés :

- Voyelles nasales et orales : leur distinction repose sur deux stratégies de production de la nasalisation vocalique qui seront analysées acoustiquement : (1) le degré de résonance nasale, reposant sur des indices acoustiques fins (ratio d'amplitude des premiers harmoniques entre autres) particulièrement vulnérables dans le traitement par l'IC ; (2) la configuration oropharyngée spécifique de la voyelle cible qui sera analysée via des mesures formantiques, ces indices étant plus aisément exploitables lorsque les formants sont distincts et associés à des dimensions articulatoires visibles (ouverture, arrondissement; Fagniat et al., 2025a; Fagniat et al., 2024a).
- Consonnes fricatives : des difficultés spécifiques ont été rapportées tant dans la discrimination des lieux d'articulation (Giezen et al., 2010; Hedrick et al., 2011; Lane et al., 2001; Mildner & Liker, 2008; Reidy et al., 2017) que dans les caractéristiques acoustiques du bruit de friction, se manifestant par une moindre représentation de l'énergie haute fréquence (Fagniat et al., 2024b ; 2024c), reflétant directement les limites du codage des hautes fréquences par l'IC.
- Consonnes occlusives sourdes et sonores : leur distinction repose sur des corrélats temporels (Voice Onset Time) réputés bien codés par l'IC. Toutefois, les résultats de la littérature sont contradictoires (Bouton et al., 2012; Giezen et al., 2010; Grandon et al., 2017; Horga & Liker, 2006; Peng et al., 2019; Uchanski & Geers, 2003), indiquant une variabilité dans la capacité des enfants avec IC à percevoir et produire ces indices de voisement.

Les capacités de production associées à ces différents segments, évaluées par des mesures acoustiques, seront mises en relation avec les performances linguistiques dans les domaines phonologique, lexical et morphosyntaxique.

Les objectifs poursuivis sont les suivants :

- comparer les performances des enfants porteurs d'un IC à celles de leurs pairs entendants ;
- examiner les relations entre variables acoustiques et linguistiques (lexicale et morphosyntaxique) à l'aide d'une analyse factorielle ;
- déterminer si cette analyse permet de dégager des profils de performance différenciés, mettant en évidence des profils perceptivo-productifs manifestant des compensations des limitations acoustiques et associés à de bonnes performances linguistiques.
- observer les profils d'évolution d'un sous-groupe d'enfants par un re-test à un an d'intervalle, afin d'étudier la perspective développementale de l'ensemble des compétences investiguées.

MÉTHODOLOGIE

Participants

Un groupe d'enfants porteurs d'implants cochléaires (groupe IC) et un groupe d'enfants à audition typique (groupe AT) ont été recrutés pour l'étude. Le groupe IC était constitué de 23 enfants francophones (âge moyen : 67 ± 15 mois) avec une surdité bilatérale profonde congénitale. Parmi eux, 22 étaient implantés bilatéralement et un enfant était implanté unilatéralement. Tous les participants du groupe IC ont bénéficié d'une rééducation auditive oraliste, à la fois dans leurs centres de rééducation et au sein de leur famille. Tous les enfants étaient francophones monolingues, à l'exception de quatre issus de milieux familiaux bilingues : deux étaient bilingues français-portugais et deux bilingues français-arabe. Le groupe IC a été subdivisé selon l'exposition à la Langue française Parlée Complétée (LfPC) : 8 enfants sans exposition (LfPC0), 8 enfants exposés à la LfPC lors de séances d'orthophonie (2 à 3 séances/semaine – groupe LfPC-) et 7 également ou en milieu familial (groupe LfPC+). Le groupe a également été catégorisé selon l'âge d'implantation : les enfants ayant reçu un premier implant avant 16 mois ont été classés en implantation précoce et ceux implantés après 16 mois en implantation tardive ($n = 11$). Le seuil de 16 mois a été retenu

en cohérence avec des travaux montrant des bénéfices substantiels d'une implantation avant 18 mois (Sharma et al., 2020) ; au vu de la distribution des âges d'implantation, il a été abaissé à 16 mois pour obtenir des sous-groupes de tailles comparables. Les caractéristiques des enfants du groupe IC sont présentées en tableau 1.

Le groupe AT comprenait 47 enfants francophones monolingues d'un âge moyen de 56 ± 13 mois, ne présentant ni retard d'apprentissage ni trouble auditif. Les enfants de ce groupe ont été sélectionnés de façon à pouvoir être appariés en âge chronologique ou en âge auditif avec les enfants du groupe IC.

Tous les participants ont pris part à une première session de tests (T1). L'ensemble du groupe IC a été recontacté pour un second test un an plus tard ; treize enfants ont pu participer à cette évaluation (T2), permettant une comparaison longitudinale.

Tâches

Quatre tâches ont été administrées à l'ensemble des enfants. Ces tâches ont été sélectionnées de façon à recueillir des productions contrôlées permettant la réalisation d'analyses acoustiques (dénomination d'images) et l'obtention de deux récits narratifs, l'un induit, l'autre libre, afin de collecter des échantillons de parole semi-spontanée permettant des analyses linguistiques sur le plan lexical et morphosyntaxique. Une tâche de traitement morphémique a également été proposée, afin d'examiner la morphosyntaxe sur son versant réceptif, en lien avec certaines difficultés perceptives reconnues chez les utilisateurs d'implant cochléaire (notamment le traitement du trait de nasalité vocalique). Les performances des groupes d'enfants à l'ensemble de ces tâches ont été décrites précisément dans des études auxquelles les auteurs invitent le lecteur à se référer (Fagniat et al., 2024a ; Fagniat et al., 2025a). La présente étude vise à examiner conjointement ces différentes mesures dans une perspective multivariée.

Tâche de dénomination

La tâche de dénomination d'images a d'abord été proposée, afin d'étudier les productions des enfants sur les plans acoustique et phonologique. Quarante-huit mots cibles ont été sélectionnés pour couvrir l'ensemble des phonèmes du français en positions initiale, médiane et finale de syllabe. Les items ont été choisis pour leur âge d'acquisition

Tableau 1*Tableau descriptif des participants du groupe IC*

Participant	Sexe	Âge chronologique (année; mois)	Âge de la première implantation (mois)	Groupe d'âge d'implantation	Type d'implantation	Environnement linguistique	Groupe d'exposition à la LfPC	Retest en T2
CI1	M	4;6	9	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	/
CI2	M	6;5	39	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	/
CI3	F	5;10	15	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	/
CI4	F	6;7	7	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	/
CI5	F	6;6	31	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC+	/
CI6	F	4;7	7	< 16M.	Unilatéral	Monolingue	LfPC+	/
CI7	F	7;3	13	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC-	/
CI8	M	4;7	13	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC-	/
CI9	M	4;9	13	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC+	Oui
CI10	M	4;6	12	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC-	Oui
CI11	F	4;6	18	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC-	Oui
CI12	M	5;6	9	< 16M.	Bilatéral	Bilingue français-portugais	LfPC-	Oui
CI13	F	7;3	24	> 16M.	Bilatéral	Bilingue français-portugais	LfPC-	Oui
CI14	G	7;10	26	> 16M.	Bilatéral	Bilingue français-arabe	LfPC-	Oui
CI15	G	6;11	23	> 16M.	Bilatéral	Bilingue français-arabe	LfPC-	Oui
CI16	F	6;9	20	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC+	Oui
CI17	M	6;0	20	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	/
CI18	F	3;9	23	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	Oui
CI19	F	5;0	12	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC+	/
CI20	F	3;8	32	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC-	Oui
CI21	M	4;11	11	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC0	Oui
CI22	F	6;7	17	> 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC+	Oui
CI23	F	5;0	13	< 16M.	Bilatéral	Monolingue	LfPC+	Oui

précoce (d'après Chalard et al., 2003) afin de faciliter l'évocation (voir Philippart De Foy et al., 2018, pour plus de détails).

Les images cibles étaient présentées une à une dans un livret; l'enfant devait nommer oralement chaque image. En cas d'absence de réponse ou de production non conforme à la cible (p. ex., paraphasie sémantique, réponse aléatoire), des amorces étaient fournies : d'abord des indices sémantiques (p. ex., « on l'utilise quand il pleut » pour /*paʁaplɥi*/ parapluie), puis, si nécessaire, un indice phonologique par la présentation du phonème initial (p. ex., « ça commence par /s/ » pour /*suri*/ souris). Si l'enfant ne produisait toujours pas le mot cible, l'expérimentateur le prononçait et demandait une répétition.

Tâche de traitement morphémique

Une tâche de traitement morphémique a suivi, consistant en un appariement phrase/mot-image. Un mot ou une courte phrase était présenté auditivement (enregistrements audio), puis l'enfant devait désigner l'image correspondante parmi la cible et un distracteur, ce dernier formant une paire minimale avec la cible. La tâche comprenait 28 items au total : 13 marques du nombre (p. ex., « il va » /*il va*/ vs « ils vont » /*il vɔ̃*/), 7 marques du genre (p. ex., « boulanger » /*bulɑ̃ʒe*/ vs « boulangère » /*bulɑ̃ʒɛʁ*/) et 8 paires minimales (p. ex., « bain » /*bɛ̃*/ vs « banc » /*bɑ̃*/). Ces distinctions grammaticales et lexicales s'appuyaient sur divers contrastes phonologiques : substitutions vocaliques oral/nasal (n = 10), oral/oral (n = 3) ou nasal/nasal (n = 3), ainsi que des ajouts phonémiques (n = 12).

Deux images (cible, distracteur) étaient présentées sur tablette. Les stimuli étaient diffusés via haut-parleurs (Bose Soundlink) avec un niveau moyen de 60 dB SPL, contrôlé par décibelmètre. Cinq items d'entraînement précédaient la tâche pour s'assurer de la compréhension des consignes et ajuster le volume.

Tâches de production narrative

Deux tâches de narration étaient proposées de façon à analyser les compétences en production morphosyntaxique : une narration induite et une narration libre. La tâche de narration induite commençait par la présentation d'une histoire animée présentée sur tablette, l'animation fournissant un support visuel tandis qu'un narrateur enregistré racontait l'histoire. Pour éviter que l'enfant ne se focalise exclusivement sur l'un ou

l'autre canal, narration et animation alternaient sans chevauchement. À l'issue de la présentation complète, l'enfant devait raconter l'histoire à partir des images animées. L'histoire présentée visait à introduire des rebondissements sollicitant divers temps et modes verbaux (passé, futur, conditionnel) ainsi que des marques de genre et de nombre, afin de favoriser la production de marqueurs grammaticaux variés. La narration libre consistait en la présentation de l'album sans texte largement utilisé en clinique et en recherche, *Frog, Where Are You?* (Mayer, 1969) pendant laquelle l'enfant devait raconter l'histoire.

Procédure

Les quatre tâches étaient réalisées en environnement calme, en présence de l'expérimentateur et, dans certains cas, de l'orthophoniste. L'ordre était le suivant : dénomination, narration induite, traitement morphémique, puis narration libre. La passation totale durait 35 à 60 minutes, avec des pauses proposées entre les tâches. Toutes les productions étaient enregistrées à l'aide d'un enregistreur audio portable Zoom H5; les réponses à la tâche de traitement morphémique étaient consignées en séance. Les tests répétés à un an d'intervalle (sous-groupe de 13 enfants) ont été conduits de manière identique.

Mesures

Diverses mesures ont été recueillies pour décrire les profils de production selon des dimensions acoustiques et linguistiques (phonologie, morphologie, lexique, morphosyntaxe). Les mesures, détaillées ci-dessous, ont été moyennées par enfant afin d'alimenter des analyses factorielles représentant chaque enfant sur les dimensions extraites.

Mesures acoustiques

Les mesures acoustiques ont été réalisées uniquement sur les productions collectées lors de la tâche de dénomination d'images. La description complète des mesures et de la procédure d'analyse semi-automatique du signal est fournie dans des études précédemment menées (Fagniat et al., 2025a; Fagniat et al., 2024b ; 2024c); seuls des éléments essentiels sont repris ici.

- Voyelles : l'objectif était de documenter (i) la configuration oropharyngée spécifique de la voyelle cible via les mesures formantiques, ces indices étant plus aisément exploitables

lorsque les formants sont distincts et associés à des dimensions articulatoires visibles (ouverture, arrondissement) et (ii) le degré de résonance nasale, la distinction oro-nasale/orale reposant sur des indices acoustiques fins (i.e. ratio d'amplitude des premiers harmoniques) particulièrement vulnérables dans le traitement par l'IC. Les formants ont été examinés pour la configuration oro-pharyngée ; la résonance nasale a été indexée par la Nasalization from Acoustic Features (NAF, Carignan et al., 2023). Au total, 6605 voyelles ont été analysées. Pour étudier les stratégies de mise en œuvre phonétique du contraste phonologique nasal/oral, des comparaisons par paires ont été réalisées, en s'appuyant sur la proximité phonétique (*/ā/-ɔ/, /ā/-o/, /ɔ/-o/, /ɔ/-ɔ/, /ɔ/-u/, /ē/-a/*) et phonologique (*/ā/-a/, /ɔ/-ɔ/, /ē/-ē/*) des voyelles en français (Borel, 2015). Pour chaque enfant, chaque voyelle nasale produite a été appariée avec toutes les voyelles orales phonétiquement ou phonologiquement proches, générant 30402 paires et permettant de comparer les indices acoustiques au sein de chaque paire. Les distances euclidiennes dans le plan F1-F2-F3 (Bark) et les différences de NAF ont été calculées pour chaque paire. Deux mesures ont été retenues pour l'analyse factorielle :

- o distances euclidiennes F1-F2-F3 entre paires nasal/oral phonologiques et phonétiques ;
- o différences de NAF entre paires nasal/oral phonologiques et phonétiques.
- Fricatives : la caractérisation acoustique s'est appuyée sur des mesures récentes (Shadle et al., 2023) pour identifier les pics spectraux liés au lieu d'articulation (siège de l'obstruction) et la qualité du bruit de friction via des rapports d'intensité dans les bandes basses, médianes et hautes fréquences. 1917 fricatives ont été analysées. Trois mesures ont été retenues :
 - o différences de pics spectraux entre fricatives antérieures (*/f/-v/*) et médianes (*/s/-z/*), et entre médianes (*/s/-z/*) et postérieures (*/ʃ/-ʒ/*) (SP_1_2, SP_2_3) ;
 - o AmpDiff : rapport d'énergie médianes vs basses fréquences du bruit de friction ;
 - o LevelD : rapport d'énergie hautes vs médianes fréquences. Un bon bruit de friction présente une part importante d'énergie dans les médianes et surtout hautes fréquences : on attend donc des valeurs AmpDiff élevées (médianes > basses) et des valeurs LevelD

faibles (forte proportion d'énergie en hautes fréquences).

- Occlusives (voisement) : le Délai d'Établissement du Voisement (DEV) a été mesuré sur 3012 occlusives. Une mesure composite a été calculée : différence entre le DEV moyen des sonores et celui des sourdes.

Mesures linguistiques

Les résultats complets obtenus par les deux groupes d'enfants aux différentes tâches linguistiques sont décrits dans les études précédemment réalisées (Fagniat et al., 2024a ; 2024b ; Fagniat et al., 2025a ; 2025b). Les sections qui suivent visent à préciser les mesures employées pour les analyses factorielles.

Score phonologique

Les productions de la tâche de dénomination ont été annotées par un examinateur puis vérifiées par la première autrice dans Phon 3.1 (Hedlung & Rose, 2020). Le logiciel compare la forme cible et la production annotée, et extrait divers indices d'exactitude phonologique. Nous retenons ici un score global : le pourcentage de phonèmes corrects (PPC).

Scores à la tâche de traitement morphémique

Des scores *d'* ont été calculés pour toutes les catégories de marqueurs (genre, nombre) ainsi que pour les paires minimales, en tenant compte des mécanismes phonologiques sous-jacents (contrastes oral/nasal, oral/oral, nasal/nasal, ajout phonémique). Les *d'* ont été obtenus en soustrayant les valeurs normalisées, centrées et standardisées du taux d'atteinte (détectations correctes) et du taux de fausses alarmes (détectations incorrectes), selon la théorie de la détection du signal (MacMillan & Creelman, 1991). Les valeurs extrêmes 0 et 1 ont été ajustées à 0,01 et 0,99 pour permettre la transformation en Z-scores. Pour les analyses factorielles, ont été utilisés le score total (TM_tot) et le score restreint aux items contrastés par alternance morphophonologique oral/nasal (TM_or_nas).

Scores de production narrative et types d'erreurs

Les narrations (audios) ont été transcrites dans PHON (Hedlund & Rose, 2020), puis exportées vers CLAN (MacWhinney, 2000) pour une annotation morphosyntaxique via MOR et POST (Parijsse & Le Normand, 2000). Le programme KidEval a

servi à extraire divers indices de développement morphosyntaxique et à catégoriser mots-outils et temps verbaux.

Pour l'analyse factorielle, les indices suivants ont été retenus :

- Longueur moyenne des énoncés en morphèmes (MLUm), indice fréquemment employé pour refléter le développement morphosyntaxique
- Nombre de pronoms réfléchis (Refl_pro)
- Fréquence d'emploi de l'imparfait parmi les verbes (Simple_past)

Le choix de ces indices a été fait sur base des constats réalisés dans une étude précédente (Fagniat et al., 2025b), montrant significativement plus de vulnérabilité de ces indices parmi les enfants porteurs d'IC en comparaison à leurs pairs entendants du même âge.

Les erreurs de production sur le plan morphosyntaxique ont été identifiées et catégorisées par la première autrice (Fagniat et al., 2025b). Seules les omissions de déterminant avant noms monosyllabiques (om_det_1syll) vs bisyllabiques (om_det_2syll) ont été retenues pour l'analyse factorielle, car plus fréquentes dans le groupe IC et modulées par l'âge d'implantation et l'exposition à la LfPC. Enfin, un indice de diversité lexicale, l'indice D, a été calculé via la procédure VOCD de CLAN (Durán et al., 2004), fournissant une probabilité d'introduction d'un nouveau mot indépendamment de la taille du corpus.

Analyse statistique

L'objectif de la présente étude étant de caractériser les performances langagières des enfants à partir de l'ensemble des mesures réalisées, les analyses ont été conduites dans une perspective multivariée, à l'aide d'analyses factorielles. Ce type d'analyse permet, à partir de l'examen des corrélations entre les variables, de réduire les variables étudiées en dimensions, ou composantes, qui synthétisent le jeu de données. Cette procédure permet de positionner l'ensemble des enfants selon leurs performances exprimées dans un nombre réduit de dimensions et ainsi d'observer des tendances dans les profils en tenant compte de l'ensemble des variables considérées. Les analyses factorielles en composantes principales (ACP) ont été réalisées avec FactoMineR (Husson et al., 2024) et des représentations graphiques produites avec Factoextra (Kassambara & Mundt, 2020). Les

analyses ont porté sur un jeu de données moyenné par enfant, comprenant des mesures acoustiques agrégées (moyennes) et converties en z-scores, incluant :

- Variables acoustiques liées à la distinction entre voyelles nasales et orales : moyennes des différences (paires phonologiques et phonétiques) pour la résonance nasale (NAF) (NAF_phono, NAF_phone) et pour les distances euclidiennes F1-F2-F3 (F123_phono, F123_phone).
- Variables acoustiques liées à la production de fricatives : différences de pics spectraux moyens entre /f-v/ et /s-z/ (SP_1_2), et entre /s-z/ et /ʃ-ʒ/ (SP_2_3) et valeurs moyennes des rapports AmpDiff et LevelD.
- Variable acoustique liée à la production des occlusives voisées et non voisées : différence dans la Durée d'Établissement du Voisement (DEV) : VOT_UV_V.
- Variables liées à la tâche de traitement morphémique : score total (TM_tot) et score oral/nasal (TM_or_nas).
- Variables liées à la tâche de dénomination : PPC en dénomination et pourcentage d'évocation au premier essai (Naming).
- Variables liées aux tâches de narration : MLUm, indice D, fréquence d'emploi de l'imparfait (Simple_past), nombre de pronoms réfléchis (Refl_pro), omissions de déterminant avant mots monosyllabiques (Det_del_1syll) et bisyllabiques (Det_del_2syll).

L'ensemble des variables collectées au sein de chaque tâche, ainsi que leur objectif et la composante langagière évaluée associée sont synthétisés en tableau 2.

Les caractéristiques des enfants ont été introduites comme variables supplémentaires (sans contribution à la construction des axes) afin d'examiner leur distribution le long des dimensions. Après extraction des dimensions, des classifications hiérarchiques ascendantes (Husson et al., 2024) ont été menées pour former des classes de performance résumant les axes retenus. La méthode repose sur des indices de dissimilarité entre individus et un indice d'agrégation entre classes, aboutissant à un dendrogramme. Cette approche a été choisie pour typologiser les profils indépendamment du statut auditif. La classification s'est appuyée sur les trois premières dimensions

de l'analyse factorielle, représentant 52,9 % de la variance expliquée. Le dendrogramme a servi à fixer un seuil de coupe optimal, afin d'obtenir une partition suffisamment discriminante sans être sur-simplificatrice, selon la procédure décrite par Cornillon et al. (2018).

Pour identifier les profils des classes, des analyses comparatives ont été réalisées via des modèles linéaires mixtes généralisés, contrôlant l'effet aléatoire sujet, avec lme4 (v. 1.1-34; Bates et al., 2015) et emmeans (Lenth et al., 2023) sous R (R Core Team, 2022).

Tableau 2

Description des variables linguistiques et acoustiques utilisées dans l'analyse en composantes principales

Variable	Description	Compétence langagière évaluée	Tâche
PPC	Pourcentage de phonèmes corrects	Phonologie (production)	
Naming	Nombre d'évocations spontanées correctes	Lexique	
NAF_phone	Indice acoustique de nasalité mesurant la présence de résonance nasale dans les voyelles (paires phonétiques - phonologiques)	Phonétique - voyelles nasales/orales	
NAF_phono		Phonétique - voyelles nasales/orales	
F1_F2_F3_phone	Distance euclidienne calculée à partir des formants F1-F2-F3 entre voyelles orales et nasales (paires phonétiques - phonologiques)	Phonétique - voyelles nasales/orales	
F1_F2_F3_phono		Phonétique - voyelles nasales/orales	
AmpDiff	Ratio d'énergie entre fréquences moyennes et basses dans le bruit des fricatives	Phonétique - consonnes fricatives	Tâche 1 : dénomination d'images
LevelD	Ratio d'énergie entre fréquences hautes et moyennes dans le bruit des fricatives	Phonétique - consonnes fricatives	
SP_1_2	Différence de pics spectraux distinguant les lieux d'articulation : Entre les fricatives antérieures //-// et médianes //-// (_1_2) Entre les fricatives médianes //-// et postérieures //-// (_2_3)	Phonétique - consonnes fricatives	
SP2_3		Phonétique - consonnes fricatives	
VOT_UV_V	Différence de Délai d'Établissement du Voisement ou DEV (Voice Onset Time ou VOT) entre consonnes occlusives non voisées et voisées	Phonétique - consonnes occlusives	
TM_tot	Score total à la tâche de traitement morphémique	Traitement morphophonologique	Tâche 2 : traitement morphémique
TM_or_nas	Score spécifique aux items impliquant l'opposition oral/nasal		
MLUm	Longueur moyenne des énoncés en morphèmes	Morphosyntaxe (production)	Tâches 3-4 : narrations
D	Indice de diversité lexicale		
Simple_past	Fréquence d'utilisation de l'imparfait		
Refl_pro	Nombre de pronoms réfléchis utilisés		
Det_del_1syll	Omissions de déterminant avant mots monosyllabiques		
Det_del_2syll	Omissions de déterminant avant mots bisyllabiques		

RÉSULTATS

Résultats à T1

Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse factorielle a extrait 19 dimensions, correspondant au nombre de variables intégrées au modèle (voir tableau 2). Seules les trois premières dimensions, qui cumulent 52,9 % de la variance expliquée, sont décrites ici. La figure 1 illustre la contribution des différentes variables aux trois dimensions.

La Dimension 1 (30,7 % de variance expliquée) apparaît directement liée aux performances linguistiques. Contribuent le plus aux valeurs positives de l'axe : Longueurs Moyennes des Énoncés morphémiques (MLUm : 0,8), Pourcentage de Phonèmes Corrects (PPC : 0,8), nombre d'évocations spontanées en dénomination (0,8) et score à la tâche d'appariement phrase/mot-image spécifique aux voyelles nasales et orales (0,73). Des corrélations fortes avec la Dimension 1 sont aussi observées pour l'indice de diversité lexicale D (0,61) et l'emploi de l'imparfait (0,62). Du côté négatif de l'axe, les omissions d'articles devant les mots monosyllabiques (-0,64) et bisyllabiques (-0,75) sont les contributeurs majeurs. Cela signifie que les valeurs positives sur la dimension 1 sont associées à des compétences linguistiques plus élevées, tandis que les valeurs négatives sont associées à des compétences plus faibles et à un plus grand nombre d'erreurs morphosyntaxiques.

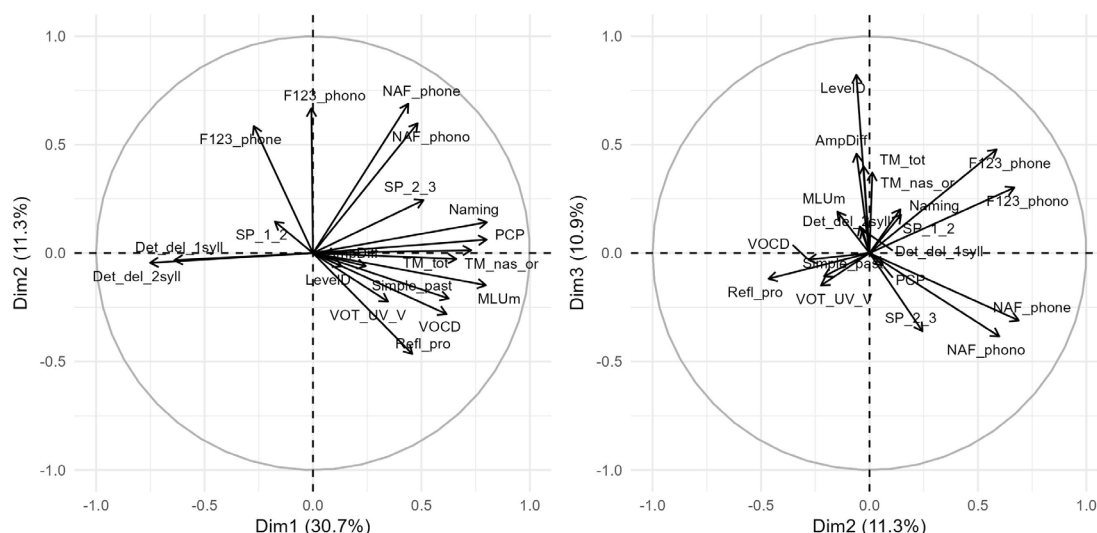
La Dimension 2 (11,3 % de variance expliquée) est directement associée au marquage acoustique

de la distinction oral/nasal. Les variables les plus contributives du côté positif sont celles liées aux valeurs NAF (NAF_phono : 0,59; NAF_phone : 0,69) et aux distances euclidiennes F1-F2-F3 (F123_phono : 0,67; F123_phone : 0,59). Cette dimension reflète une distinction acoustique plus nette entre les voyelles orales et nasales, indépendamment de la stratégie acoustique spécifique utilisée pour l'encoder, qu'elle repose sur des indices de résonance nasale ou sur des différences sur le plan formantique.

La dimension 3 (10,9 % de la variance expliquée) semble refléter des différences dans les indices acoustiques utilisés pour encoder les contrastes phonétiques. Les valeurs positives sont principalement associées à des valeurs plus élevées du ratio LevelD (0,82), indiquant des productions de fricatives dans lesquelles l'énergie est relativement plus concentrée dans la bande de fréquences moyennes que dans les hautes fréquences, ainsi qu'à une distinction plus marquée entre voyelles orales et nasales fondée sur la structure formantique (F123_phono : 0,3; F123_phone : 0,47). À l'inverse, les valeurs négatives sont associées à un marquage plus fort de la nasalité via la résonance nasale (NAF_phono : -0,38; NAF_phone : -0,31) et à une distinction plus nette entre lieux d'articulation médians et postérieurs pour les fricatives (SP2_3 : -0,36). Dans l'ensemble, cet axe semble opposer des productions reposant davantage sur la distribution spectrale de l'énergie et la structure formantique à des productions s'appuyant davantage sur des indices de nasalité et des contrastes de lieu d'articulation.

Figure 1

Cercle des corrélations des variables initiales pour les dimensions 1 et 2 (à gauche) et 2 et 3 (à droite), selon leur degré de contribution à la construction des axes (indiqué par la longueur des flèches)



La figure 2 montre une tendance nette du groupe IC à se placer du côté négatif de la Dimension 1 par rapport au groupe AT (côté positif), indiquant des valeurs plus faibles aux scores linguistiques. La Dimension 2 ne discrimine pas les groupes, ceux-ci se situant plutôt près de zéro. La répartition sur les Dimensions 2 et 3 met en évidence une tendance

sur la Dimension 3 : le groupe IC se positionne davantage du côté positif en comparaison au groupe AT. Ceci traduit un marquage plus fort de l'opposition oral/nasal via les distances F1-F2-F3 et des valeurs plus élevées de levelD et ampDiff. On note toutefois une forte variabilité intra-groupe chez les enfants IC.

Figure 2

Représentation des participants selon les dimensions 1 et 2 (à gauche) et 2 et 3 (à droite), pour les groupes IC et AT, avec ellipses d'intervalle de confiance à 95 %

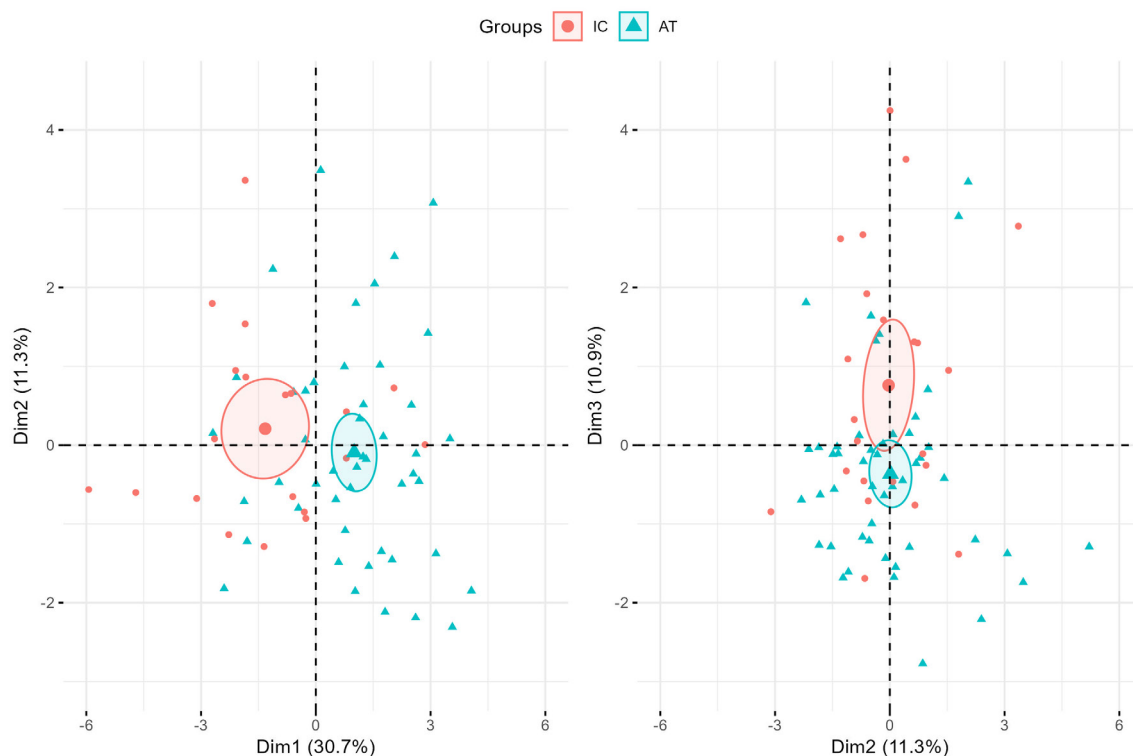
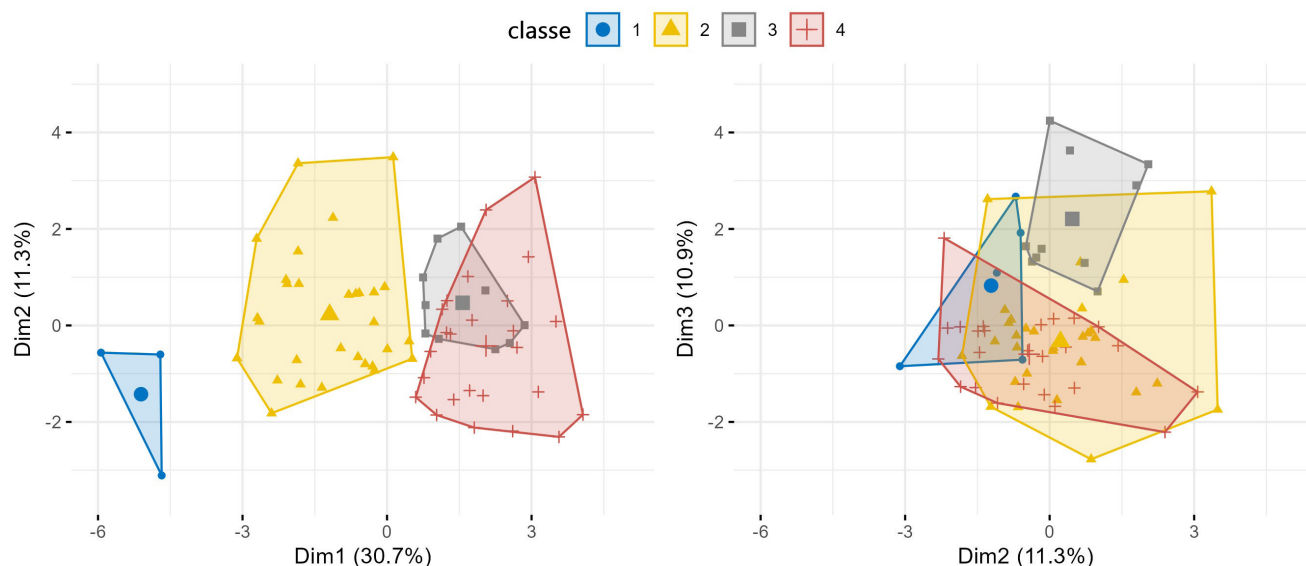


Figure 3

Répartition des quatre classes de participants le long des dimensions 1 et 2 de l'ACP (à gauche) et des dimensions 2 et 3 (à droite)



Classification hiérarchique ascendante (CHA)

Afin de catégoriser finement les profils de performance (acoustique et linguistique), des analyses non supervisées par classification hiérarchique ont été menées à partir des trois dimensions de l'ACP. L'analyse a permis de mettre en évidence 4 classes de performances (voir figure 3 ci-avant).

La classe 1 se distingue nettement sur la Dimension 1 et correspond aux performances linguistiques les plus faibles; la classe 2 occupe une position intermédiaire; les classes 3 et 4 se situent clairement du côté droit de l'axe de la Dimension 1, de manière similaire. La classe 1 se différencie aussi par des valeurs négatives sur la Dimension 2, les autres classes étant proches de zéro. Sur la Dimension 3, les tendances divergent: classes 1 et 3 en positif (davantage pour la 3), classe 4 en négatif et classe 2 avec une variabilité importante.

Pour caractériser les classes, diverses variables ont été analysées. Le tableau 3 présente les effectifs selon le statut auditif et les âges moyens de chaque classe, ainsi que les p-valeurs des tests du χ^2 (indépendance) ou Kruskal-Wallis.

On observe que la classe 1 ne comprend que des enfants IC ($n = 5$), tandis que la classe 4 ne comprend que des enfants AT ($n = 25$). Les classes 2 et 3 présentent des proportions équivalentes d'enfants IC et AT. Pour l'âge chronologique, les enfants AT sont plus jeunes en classe 2 que dans les classes 3 et 4, alors que les enfants de la classe 1 sont les plus âgés parmi les IC. Pour l'âge auditif, les IC sont équivalents statistiquement entre les trois

classes. Notons qu'en classe 2, les âges auditifs des enfants IC et AT sont équivalents. Les tests du chi carré n'ont révélé aucune association significative entre les classes et les groupes d'exposition à la LfPC ($\chi^2(4) = 5,24, p = .30$), ni entre les classes et les groupes d'âge à l'implantation ($\chi^2(2) = 1,44, p = .50$), ce qui suggère que ces variables sont réparties de manière similaire entre les classes.

Pour approfondir les constats généraux issus de l'ACP, des comparaisons des valeurs brutes des différentes variables ont été réalisées et sont résumées dans la figure 4, permettant une caractérisation détaillée des quatre classes.

- Classe 1 (enfants IC uniquement): les enfants de la classe 1 présentent globalement les performances linguistiques les plus faibles, avec des valeurs plus basses de longueurs moyennes des énoncés en morphèmes (MLUM), de pourcentages de phonèmes corrects (PPC) et de scores d'évocations spontanées que dans les autres classes. Pour la diversité lexicale (D) et la tâche de traitement morphémique (score total et items oral-nasal), leurs performances sont similaires à celles de la classe 2 mais restent inférieures à celles des classes 3 et 4. Du point de vue acoustique, le marquage oral-nasal via l'indice NAF est plus faible que dans les autres classes, bien que les distances formantiques (F1–F2–F3) soient comparables. Pour les fricatives, la distinction entre lieux d'articulation médians et postérieurs est moins nettement marquée que dans les autres classes. Pour les occlusives, le contraste de VOT entre consonnes voisées et non voisées est également moins marqué que dans la classe 4.

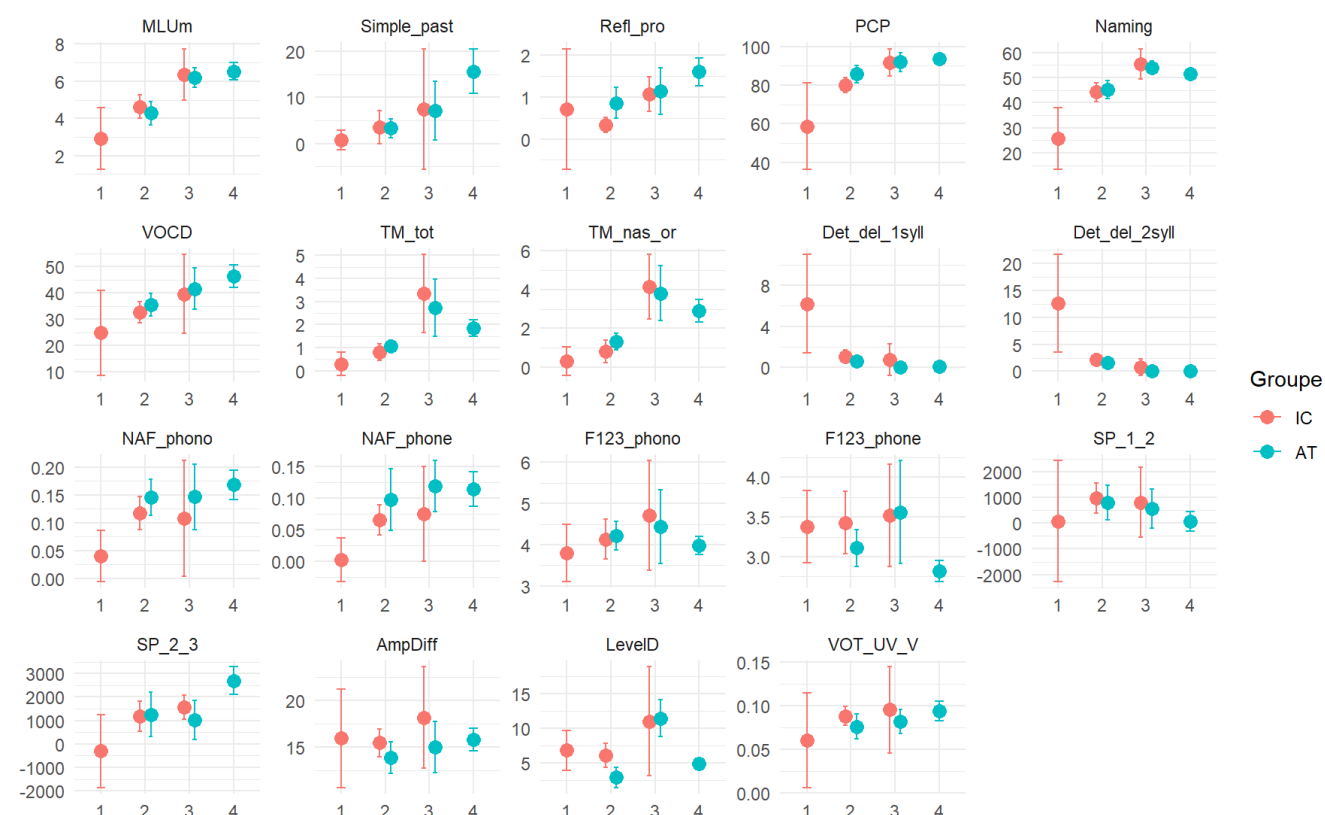
Tableau 3

Effectifs ou moyennes des différentes classes selon le statut auditif, l'âge chronologique et auditif, avec les tests de comparaison intergroupes associés (χ^2 ou Kruskal-Wallis)

Variable	Groupe	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	p-valeurs
Statut auditif (N)	IC	5	14	4	0	<.001
	AT	0	17	6	25	
	Total	5	31	10	25	
Âge chronologique (mois)	IC	71,6	64,3	72,7	NA	NS
	AT	NA	47,7	54,1	63,5	<.001
	Total	71,6	55,1	61,6	63,5	<.001
Âge auditif (mois)	IC	49,8	47,4	54,5	NA	NS
	AT	NA	47,7	54,1	63,5	<.001
	Total	49,8	47,4	54,3	63,5	<.001

Figure 4

Valeurs moyennes avec intervalle de confiance à 95 % des variables initiales de l'ACP, regroupées par classe (axe des abscisses) et différenciées selon le statut auditif (couleur)



- Classe 2 (proportions équivalentes d'enfants IC et AT) : les enfants de la classe 2 présentent des performances linguistiques intermédiaires. Les scores de MLUm, de PCP et d'évocations spontanées sont supérieurs à ceux de la classe 1 mais restent inférieurs à ceux des classes 3 et 4, et la diversité lexicale (D) est plus faible que dans la classe 4. Sur le plan acoustique, le marquage oral-nasal via l'indice NAF est plus marqué que dans la classe 1. De plus, les distances formantiques pour les contrastes oral-nasal (paires phonétiques) sont plus élevées que dans la classe 4. La distinction entre fricatives médianes et postérieures est plus nette que dans la classe 1 mais moins marquée que dans la classe 4, tandis que les valeurs de LevelD sont comparables à celles des classes 1 et 4. Aucune différence inter-classes n'est observée pour le contraste de VOT entre consonnes voisées et non voisées.

- Classe 3 : la classe 3 présente des performances linguistiques élevées, avec des scores de MLUm, de PCP, de diversité lexicale (D) et d'évocations spontanées supérieurs à ceux des classes 1 et

2 et comparables à ceux de la classe 4. Pour le marquage oral-nasal basé sur l'indice NAF, les valeurs sont similaires à celles observées dans les classes 2 et 4. En revanche, les distances formantiques (pour les paires phonologiques) sont plus élevées que dans la classe 4. Pour les fricatives, la distinction entre lieux d'articulation médians et postérieurs est moins marquée que dans la classe 4, et cette classe présente les valeurs de LevelD les plus élevées.

- Classe 4 (enfants AT uniquement) : la classe 4 présente globalement les meilleures performances linguistiques, souvent comparables à celles de la classe 3, mais caractérisées par un usage plus fréquent du passé simple et des pronoms réfléchis. Sur le plan phonétique, les distances formantiques pour les contrastes oral-nasal sont plus faibles que dans certaines autres classes. En revanche, les enfants de cette classe montrent la distinction la plus nette entre fricatives médianes et postérieures, indiquant un marquage particulièrement robuste du lieu d'articulation.

Les différences moyennes entre classes pour

les distances F1-F2-F3 (paires phonologiques), les pics spectraux (fricatives antérieures vs médianes) et l'indice ampDiff ne sont pas statistiquement différents. Pour les classes 2 et 3 (avec une proportion d'enfants des groupes IC/AT équivalente), des tests ont examiné l'effet du statut auditif, de la classe et de leur interaction. Des valeurs plus élevées chez AT, quelle que soit la classe, sont observées pour PPC ($\chi^2(1) = 3,5$; $p = .05$) et pour le score des items oral/nasal ($\chi^2(1) = 3,4$; $p = .06$). Sur le plan acoustique, un effet de groupe en faveur des AT apparaît pour NAF (paires phonologiques : $\chi^2(1) = 4,39$; $p = .03$; phonétiques : $\chi^2(1) = 3,42$; $p = .05$). Des valeurs plus élevées des ratios ampDiff ($\chi^2(1) = 4,44$; $p = .03$) et levelD ($\chi^2(1) = 3,41$; $p = .05$) sont notées chez les IC.

Résultats à T2

Un sous-groupe de 13 enfants IC issus de l'échantillon total a repassé l'ensemble des tâches un an après T1 (T2).

Comparaisons T1-T2

Les analyses à mesures répétées montrent des progrès significatifs pour différentes mesures liées au domaine linguistique :

- MLUm ($\beta = 1,26$; SE = 0,25; $t(12) = 5,04$; $p < .001$)
- Pronoms réfléchis ($\beta = 4,5$; SE = 1,15; $t(12) = 3,95$; $p = .001$)
- PPC ($\beta = 5$; SE = 1,4; $t(12) = 2,55$; $p = .003$)
- Nombre d'évocations spontanées en dénomination ($\beta = 7$; SE = 2,02; $t(12) = 3,46$; $p = .004$)
- Indice de diversité lexicale D ($\beta = 11,4$; SE = 7,07; $t(12) = 2,81$; $p = .01$).

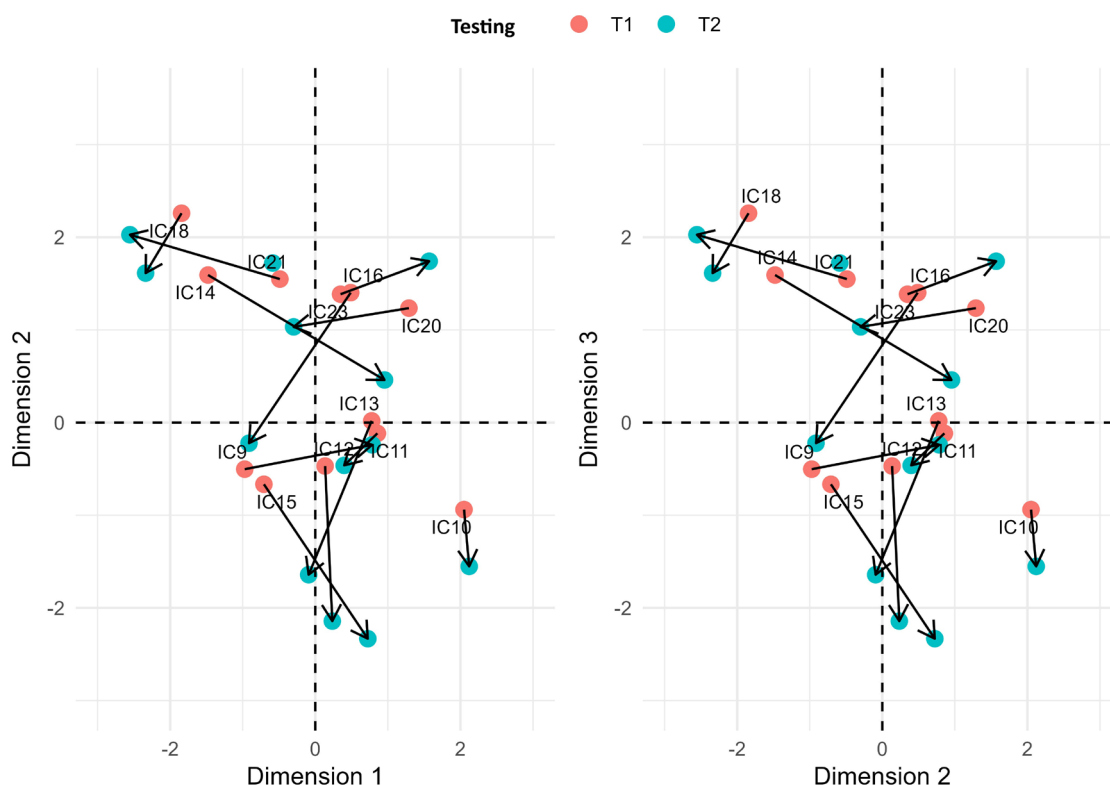
Sur le plan acoustique, des évolutions sont observées pour les fricatives : meilleure distinction médiane/postérieure ($\beta = 1\,203$; SE = 276; $t(12) = 4,36$; $p < .001$) et augmentation d'ampDiff ($\beta = 1,57$; SE = 0,75; $t(12) = 2,1$; $p = .05$). À noter : pour la plupart des mesures, la variabilité diminue à T2.

Analyse factorielle et classification hiérarchique

Les données du sous-groupe ont été projetées sur le plan factoriel initial (coordonnées prédites sur les dimensions obtenues à T1), permettant de comparer les positions T1 vs T2 (figure 5).

Figure 5

Représentation des enfants aux temps T1 et T2 sur les dimensions 1 et 2 (à gauche) et sur les dimensions 2 et 3 (à droite). Les flèches relient les coordonnées entre les deux évaluations



Sur la Dimension 1, on observe, selon les participants, un déplacement vers les valeurs positives, signe d'une amélioration sur le plan linguistique. Sur la Dimension 2, les déplacements sont partagés (vers le positif : $N = 7$; vers le négatif : $N = 6$). Sur la Dimension 3, on note une tendance plus générale vers le négatif ($N = 10$), pouvant indiquer une meilleure exploitation des indices de résonance nasale pour l'opposition oral/nasal et/ou une réalisation phonétique plus adéquate des fricatives (meilleure distinction des lieux ; meilleur bruit de friction). Certains participants (p. ex., IC10, IC12) présentent des déplacements très faibles entre T1 et T2.

À partir des coordonnées T2 projetées, il a été possible de situer les performances T2 au regard des classes définies à T1. Le tableau 4 indique l'affectation aux classes à T1 et T2, ainsi que les âges chronologiques (AC) et auditifs (AA).

Quatre enfants (30,7%) changent de classe : IC14 passe de la classe 1 à la classe 2, IC18 et IC23 passent de la classe 2 à la classe 3, et IC16 passe de la classe 3 à la classe 4. Neuf enfants (69,3%) restent dans la même classe qu'à T1.

Pour IC16 (qui rejoint la classe 4 à T2), les changements concernent surtout : hausse du PPC et des évocations spontanées, diminution

des omissions de déterminant devant les mots monosyllabiques (avec augmentation devant bisyllabiques), augmentation du marquage oral/nasal via la configuration oropharyngée et meilleure distinction des lieux d'articulation des fricatives. Chez les autres enfants, les améliorations portent davantage sur les scores linguistiques globaux : hausse de MLUm, de l'emploi de l'imparfait et des pronoms personnels dans les récits, ainsi que de la diversité lexicale. IC18 montre aussi un meilleur marquage de la configuration oropharyngée pour les voyelles oral/nasal, une meilleure distinction des lieux des fricatives et des valeurs ampDiff plus élevées.

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'examiner conjointement les profils de production des enfants porteurs d'un implant cochléaire (IC) et des enfants à audition typique (AT) pour trois types de segments dont les corrélats acoustiques posent des défis différenciés à l'implant (voyelles nasales/orales, consonnes fricatives et occlusives), en lien avec leurs compétences linguistiques phonologiques, lexicales et morphosyntaxiques. Pour ce faire, des analyses factorielles ont été conduites, puis des classes ont été constituées par classification hiérarchique. Divers facteurs

Tableau 4

Âges chronologiques (AC) et auditifs (AA), ainsi qu'appartenance aux classes lors des passations 1 et 2, pour le sous-groupe d'enfants porteurs d'un implant cochléaire (IC)

Sujet	AC - T1	AA - T1	Classe - T1	AC - T2	AA - T2	Classe - T2
IC9	57	44	2	69	56	2
IC10	54	42	2	66	54	2
IC11	54	36	2	66	48	2
IC12	66	42	2	71	57	2
IC13	87	61	2	99	73	2
IC14	94	71	1	106	83	2
IC15	83	63	2	95	75	2
IC16	81	61	3	96	76	4
IC18	45	33	2	60	48	3
IC20	44	33	2	58	47	2
IC21	59	42	3	74	57	3
IC22	79	66	3	61	48	3
IC23	60	39	2	75	54	3

Note. Les changements de classe entre T1 et T2 sont mis en évidence en gras dans la dernière colonne.

d'influence ont été pris en compte : âge chronologique / auditif, exposition à la LfPC et âge de première implantation. Un sous-groupe d'enfants IC a également été ré-évalué au travers des différentes tâches précédemment administrées un an après la première session, permettant une comparaison longitudinale des performances.

L'analyse factorielle a mis en évidence trois dimensions expliquant environ 50 % de la variance totale. La première dimension était directement reliée à l'ensemble des performances linguistiques : scores phonologiques, nombre d'évocations spontanées en dénomination, indice de diversité lexicale, scores à la tâche d'appariement phrase/mot-image, ainsi qu'aux indices de développement morphosyntaxique. Cette dimension discriminait clairement les enfants selon leur statut auditif, les enfants IC présentant généralement des performances linguistiques plus faibles. L'association des différentes compétences, phonologiques, lexicales et morphosyntaxiques, suggère un développement conjoint relativement homogène dans notre échantillon. Cela peut sembler contraster avec certaines études qui attribuent un statut particulier au lexique, potentiellement mieux préservé en raison d'une saillance perceptive et conceptuelle plus forte des unités lexicales (Caselli et al., 2012 ; Duchesne et al., 2009 ; Le Normand & Moreno-Torres, 2014 ; Rinaldi et al., 2013). Toutefois, ce constat n'est pas universellement confirmé, d'autres travaux (Cambra et al., 2021 ; Le Normand & Moreno-Torres, 2014) soulignant également une vulnérabilité accrue des enfants IC sur le plan lexical, surtout dans des tâches narratives. Ces divergences pourraient s'expliquer par des différences méthodologiques : les études concluant à une préservation du lexique reposent le plus souvent sur des tests formels (dénomination ou identification d'images), tandis que la production narrative mobilise des processus linguistiques plus complexes et plus proches des situations de communication naturelles. Nos résultats suggèrent ainsi que le développement lexical peut également constituer un point de fragilité chez certains enfants porteurs d'implant cochléaire, en particulier dans des tâches de production langagière plus écologiques.

Les Dimensions 2 et 3 de l'ACP étaient liées à des profils de production sur le plan acoustique : des valeurs élevées sur l'axe 2 témoignaient de la capacité à distinguer l'opposition oral/nasal quelle que soit la stratégie de production (résonance oro-nasale vs configuration oropharyngée spécifique) ;

la dimension 3 différenciait précisément ces deux stratégies. Sur cette dimension, les groupes d'enfants étaient à nouveau bien séparés : les enfants IC montrant une tendance à marquer l'opposition oral/nasal par la configuration oropharyngée, à la différence des enfants AT, recourant plus souvent à la résonance orale vs nasale. Ce résultat était attendu, car il corrobore des observations issues de répétitions de pseudo-mots contenant des voyelles nasales et orales (Fagniat et al., 2025a). Ce profil de performance semble directement lié aux limitations perceptives associées à l'IC, qui se répercutent sur les stratégies de production : tandis que les corrélats acoustiques portant la différence de timbre nasal/oral liée à la résonance sont très complexes et davantage susceptibles d'être mal codés par l'IC, les patterns formantiques associés aux configurations oropharyngées semblent être mieux codés. Ces types d'indices ont par ailleurs l'avantage d'être au moins partiellement accessibles visuellement, dans le cas des voyelles, à travers des degrés d'ouverture et d'arrondissement distincts. À noter que la dimension 3 était également associée à la qualité de production des fricatives (valeurs de LevelD) ainsi qu'à la distinction entre lieux d'articulation médians et postérieurs. Les enfants IC étaient davantage associés à un mode de production des fricatives caractérisé par une énergie plus concentrée dans les fréquences moyennes (plutôt que dans les hautes fréquences) et par une distinction moins marquée des consonnes fricatives reposant sur des pics spectraux de haute fréquence. Ce profil de performance semble également lié aux limitations perceptives de l'implant cochléaire, notamment aux difficultés technologiques de codage des fréquences supérieures à 8 kHz (Loizou, 2006) et est cohérent avec des observations précédemment faites auprès d'utilisateurs d'IC (Grandon & Vilain, 2020 ; Reidy et al., 2017 ; Yang & Xu, 2023).

Les classifications hiérarchiques établies à partir des dimensions factorielles ont scindé l'échantillon en quatre classes. Ces classes étaient très distinctes sur la Dimension 1 (performance linguistique) et sur la Dimension 3 (distinction oral/nasal par résonance nasale vs configuration oropharyngée). Deux profils très contrastés ressortaient particulièrement : alors que la classe 4, composée exclusivement d'enfants AT, présentait les meilleures performances linguistiques, la classe 1, constituée uniquement d'enfants IC, affichait les performances les plus faibles. Ces différences ne semblaient pas attribuables à l'âge : bien que les

enfants de la classe 1 aient un âge auditif inférieur à celui des enfants de la classe 4, leur âge auditif moyen était équivalent à celui des enfants IC des classes 2 et 3, et même à celui des enfants AT de la classe 2, sans atteindre pourtant des niveaux de performance comparables. Ces enfants, dont les performances demeuraient nettement inférieures à celles de pairs de même âge auditif, pourraient refléter des profils développementaux atypiques évoqués dans la littérature (Benassi et al., 2021 ; Majorano et al., 2024) et/ou contribuer à la variabilité inter-individuelle souvent rapportée et difficile à expliquer. Les profils de production différaient également : les enfants de la classe 4 marquaient l'opposition nasal/oral à l'aide de mécanismes typiques (résonance orale vs oro-nasale ; configuration orale spécifique), distinguaient clairement les lieux d'articulation des fricatives avec un bruit de friction riche en médianes et hautes fréquences et opposaient nettement les occlusives sonores/sourdes en DEV. À l'inverse, les enfants de la classe 1 marquaient faiblement l'opposition nasal/oral sur la base d'indices de résonance nasale, sans compensation par un sur-marquage de la configuration oropharyngée ; les lieux d'articulation fricatifs (pics spectraux haute fréquence) étaient peu distingués, avec un bruit de friction surtout médian, et la distinction DEV des occlusives était moins marquée. Ce profil productif reflète pleinement les limitations de transmission propres à l'IC : faiblesse de la résolution spectrale fine en basses fréquences (affectant la distinction nasal/oral) et faiblesse du codage des hautes fréquences (lieux fricatifs, bruit de friction – Shadle et al., 2023). Or, les enfants de la classe 1 ne semblaient pas compenser par une meilleure exploitation d'indices mieux codés par l'IC, tels que les indices temporels (DEV) ou ceux liés à la configuration oropharyngée (fréquences formantiques). Ces difficultés perceptives marquées et peu compensées, entraînant des représentations phonologiques sous-spécifiées, sont susceptibles de rejaillir sur les compétences linguistiques globales, comme observé ici — un lien cohérent avec les modèles reliant phonologie et développement linguistique dans les troubles développementaux du langage (Chiat, 2001 ; Joanisse & Seidenberg, 1998 ; Leonard et al., 1992), appliqué ici aux limitations perceptives associées à l'IC.

Les classes 2 et 3, comprenant des proportions équivalentes d'enfants IC et AT, présentaient des profils intermédiaires en performance linguistique.

La classe 2 se montrait supérieure à la classe 1 sur l'ensemble des mesures linguistiques, tandis que la classe 3 ne différait de la classe 4 que sur les marqueurs grammaticaux plus complexes (pronoms réfléchis, utilisation de l'imparfait). Sur le plan acoustique, les classes 2 et 3 divergeaient légèrement : les enfants des deux groupes affichaient un marquage relativement équilibré de l'opposition oral/nasal entre résonance nasale et configuration oropharyngée ; ils distinguaient également les lieux fricatifs, mais les enfants de la classe 3 avaient les valeurs levelD les plus élevées, indiquant une moindre concentration d'énergie en très hautes fréquences dans le bruit de friction. Un effet de statut auditif similaire apparaissait dans les deux classes : chez les IC, le marquage par résonance nasale était plus faible que chez les AT, mais le marquage par configuration oropharyngée était plus fort ; par ailleurs, les valeurs levelD étaient systématiquement plus basses (moins d'énergie en hautes fréquences) que chez les AT. Ainsi, les sous-groupes d'enfants IC des classes 2 et 3 semblent produire une parole influencée par les limitations spécifiques de l'IC (réduction des indices mal codés : résonance nasale, hautes fréquences), mais, à la différence de la classe 1, ils ont mis en place des stratégies compensatoires efficaces. En effet, le sur-marquage de l'opposition nasal/oral par la configuration oropharyngée a été associé à une intelligibilité accrue (Fagniard et al., 2025a). De plus, la distinction DEV sonore/sourde témoigne d'une bonne exploitation des indices temporels réputés mieux codés par l'IC. Plus généralement, une exploitation efficace des indices temporels chez les enfants IC est reliée à une meilleure résolution spectrale (Landsberger et al., 2019) et à de meilleures performances d'identification/discrimination des voyelles nasales et orales (Fagniard et al., 2024a), ce qui pourrait expliquer leurs performances supérieures à celles de la classe 1.

Nous avons tenté d'examiner si les caractéristiques des participants pouvaient expliquer leur répartition dans les classes. Un effet d'âge chronologique est apparu chez les AT : l'âge moyen augmente progressivement des classes 2 → 3 → 4, reflétant une maturation des compétences linguistiques et des mécanismes phonétiques. Le profil de production des AT de la classe 3 était plus surprenant : les plus âgés montraient une représentation plus faible des hautes fréquences dans le bruit de friction et un sur-marquage de la configuration oropharyngée pour l'opposition

nasal/oral. La présence d'un tel profil chez des enfants entendants illustre une forte variabilité interindividuelle des habiletés productives dans la population générale, sans impact majeur sur le développement linguistique, comme l'atteste le haut niveau de ce groupe. Chez les IC, les différences inter-classes ne s'expliquaient ni par l'âge chronologique ni par l'âge auditif (moyennes équivalentes). Néanmoins, l'écart d'âge entre IC et AT variait selon les classes et selon que l'on considère l'âge chronologique ou l'âge auditif. Par exemple, les IC étaient en moyenne plus âgés chronologiquement que les AT dans les classes 2 et 3, mais présentaient des âges auditifs moyens équivalents à l'âge chronologique des AT en classe 2. Les performances intermédiaires des IC de cette classe pourraient donc s'expliquer par un retard d'exposition au signal auditif via l'IC, en cohérence avec des travaux rapportant des performances équivalentes entre AT et IC lorsqu'appariés en âge auditif (Guo & Spencer, 2017). Dans ce sens, les IC de la classe 3 pourraient représenter un profil plus favorable : malgré un âge auditif moyen inférieur à l'âge chronologique des AT du même groupe, ils présentent des mécanismes productifs avancés (compensations efficaces) conduisant à un haut niveau linguistique.

Les différentes caractéristiques individuelles (et, pour les IC, implantation précoce / exposition à la LPC) n'ont pas montré de lien statistique avec la répartition en classes. Il apparaît donc, dans notre échantillon, que la mise en place de stratégies compensatoires face aux difficultés perceptives peut (ou non) se faire indépendamment d'une stimulation multimodale via la LfPC ou d'un profil d'implantation précoce. Ces résultats contrastent avec des travaux soulignant l'impact positif d'une implantation précoce (Karlton et al., 2020; Kral et al., 2019) ou de l'exposition à la LfPC (Leybaert et al., 2016; Machart et al., 2024; Van Bogaert et al., 2023). Il est toutefois possible que nos analyses, combinant performances de production acoustique et mesures linguistiques diverses, captent une variabilité interindividuelle plus grande que des études ciblant un seul aspect. La conjonction de ces dimensions révèle des profils ne permettant pas d'identifier clairement des facteurs favorables/défavorables sur le plan statistique. Toutefois, bien que les analyses statistiques n'aient pas mis en évidence de lien significatif entre les variables individuelles et la répartition dans les classes, l'examen descriptif des enfants composant la classe 1 apporte quelques éléments de contexte.

Parmi eux, trois ont été implantés après l'âge de deux ans, condition souvent considérée comme moins favorable au développement langagier dans la littérature (Karlton et al., 2020; Kral et al., 2019; Sharma et al., 2020). L'exposition à la LfPC apparaît également limitée dans ce groupe : deux enfants n'y sont pas exposés et deux autres ne bénéficient que d'une exposition occasionnelle. Enfin, certaines caractéristiques individuelles pourraient également jouer un rôle, comme la présence d'un environnement bilingue pour un enfant ou une implantation unilatérale pour un autre. Bien que ces éléments ne puissent être interprétés comme des facteurs explicatifs au sens statistique, ils suggèrent que plusieurs conditions potentiellement moins favorables peuvent se cumuler chez certains enfants présentant les profils linguistiques les plus fragiles.

La comparaison à un an du sous-groupe IC a révélé une tendance générale à l'amélioration linguistique (MLU, pronoms réfléchis, % de phonèmes corrects, dénomination, diversité lexicale) et une amélioration de la qualité des fricatives (meilleure distinction médian/postérieur, ampDiff plus élevé). Ces évolutions pourraient expliquer les déplacements observés sur les dimensions factorielles lors de la projection sur le modèle initial : vers le positif sur D1 (meilleures compétences linguistiques) et vers le négatif sur D3, vraisemblablement en lien avec la qualité accrue des fricatives, les indices liés aux voyelles nasales n'ayant pas évolué. Le fait que les enfants progressent sur la distinction des lieux fricatifs mais non sur la résonance nasale des voyelles éclaire le rôle différencié des contraintes spectrales et articulatoires : la résolution spectrale fine en basses fréquences, critique pour l'oral/nasal, est souvent imprécise avec l'IC (Başkent & Shannon, 2005), ce qui pourrait expliquer des niveaux initiaux variables sans amélioration nette. À l'inverse, les limites de hautes fréquences pour les fricatives peuvent être partiellement compensées par l'expérience linguistique, via l'exploitation de corrélats somatosensoriels et d'indices visuels (différences labiales visibles selon le lieu d'articulation). Le développement multimodal (maturation + expérience) peut ainsi favoriser la maîtrise productive de ces contrastes malgré les limites perceptives. Le fait que seul ampDiff (énergie médianes fréquences) et non levelD (énergie très hautes fréquences) s'améliore, étaye la persistance des limites de très hautes fréquences.

La nouvelle classification hiérarchique a entraîné peu de changements (4/13 enfants). Il est encourageant qu'un enfant de la classe 1 ait rejoint une classe intermédiaire. Cet enfant est parmi les plus âgés (en âge auditif et chronologique) et vit en milieu bilingue. Le bilinguisme familial est parfois évoqué comme facteur de risque chez les enfants sourds (Vukkadala et al., 2018), bien que les résultats soient nuancés chez les IC (Deriaz et al., 2014 ; van der Straten Waillet et al., 2023) et fortement modulés par le niveau socio-économique, l'implication parentale et la stimulation orale dans les deux langues. Son passage en classe 2 suggère toutefois un profil non atypique, susceptible d'évoluer positivement avec la maturation et l'expérience. Chez les trois autres enfants ayant changé de classes, on note des facteurs favorables : implantation < 16 mois et exposition précoce et soutenue à la LfPC pour deux d'entre eux. Le participant IC16 a même atteint un niveau lui permettant d'intégrer la classe 4, initialement composée d'enfants à AT et au plus haut niveau linguistique. Néanmoins, 9/13 enfants sont restés dans la même classe, traduisant une progression qui ne suffit pas à rejoindre les niveaux des classes 3 et 4, malgré la hausse des âges. Ce sous-groupe demeure en classe 2, avec désormais un décalage entre leur âge auditif moyen et l'âge chronologique moyen des AT de cette classe à T1. Ce résultat soutient l'idée d'un rythme d'acquisition plus lent chez les enfants IC (Chilosi et al., 2013; Moreno-Torres et al., 2016), possiblement lié au coût cognitif des stratégies compensatoires perceptivo-productives, rapprochant leur développement de celui d'AT plus jeunes (chronologiquement et auditivement).

L'ensemble de ces résultats suggère plusieurs pistes pour la pratique clinique. Il apparaît notamment important de s'intéresser très précocement à la qualité de la perception de certains contrastes phonologiques particulièrement vulnérables à travers l'implant, tels que l'opposition entre voyelles nasales et orales, ainsi qu'à l'impact que ces difficultés peuvent avoir sur le développement des compétences linguistiques, en particulier sur le plan morphémique. Par ailleurs, le soutien de stratégies visuo-perceptives efficaces susceptibles de compenser partiellement les limitations perceptives liées à l'implant, semble particulièrement pertinent, ces stratégies paraissant associées à des profils linguistiques plus proches de ceux d'enfants à audition typique. Enfin, une vigilance accrue dans le suivi apparaît nécessaire :

bien que l'acquisition du langage oral puisse se rapprocher de celle observée chez les pairs à audition typique, elle peut néanmoins demeurer plus lente. Cet aspect est d'autant plus crucial avec l'avancée en âge, qui s'accompagne d'une complexification des apprentissages et d'une augmentation du coût cognitif des traitements linguistiques.

Cette étude ouvre de nombreuses perspectives, mais comporte également d'importantes limites qu'il convient de souligner : taille modeste de l'échantillon et difficultés d'équilibrage (âges chronologique et auditif, âge d'implantation, etc.), imposant une certaine prudence dans l'interprétation des résultats. De plus, la dimension longitudinale reste partielle : seule une fraction du sous-groupe IC a été retestée, ce qui ne permet pas d'évaluer la progression globale ni celle de chaque classe dans son ensemble et limite l'analyse des facteurs d'influence. Par ailleurs, des données supplémentaires et une approche longitudinale chez les enfants du groupe AT auraient également été souhaitables. Les effets d'âge observés dans ce groupe doivent être interprétés avec prudence, car ils reposent sur des échantillons d'âges distincts. Enfin, il convient de noter que le protocole d'évaluation de la présente étude a été conçu de manière à pouvoir être administré en une seule séance, tout en restant exploitable auprès d'enfants d'âges variés (3 à 7 ans). Il n'a donc pas permis d'évaluer l'ensemble des compétences langagières, notamment au travers de tâches perceptives et/ou d'une plus grande variété de tâches de production. Une tâche de répétition de pseudo-mots pourrait par exemple s'avérer particulièrement pertinente, car elle permet d'évaluer les capacités de production phonologique sans s'appuyer sur des représentations lexicales internes ; ce type de tâche a par ailleurs montré une bonne sensibilité pour discriminer différents profils de performances chez les enfants porteurs d'IC (David et al., 2021). Dans cette perspective, la réplication d'études multivariées intégrant à la fois des mesures acoustiques objectivant les stratégies de production et des mesures plus larges des compétences linguistiques, dans une approche longitudinale et en documentant davantage l'environnement linguistique des enfants (notamment, précision dans l'exposition à la LfPC et contrôle des compétences en décodage, durée de port quotidien des implants, etc.), permettrait de consolider ces résultats et d'en approfondir

l'interprétation, tout en fournissant des pistes d'amélioration des méthodes diagnostiques et du suivi des enfants porteurs d'IC.

CONCLUSION

L'examen global des performances phonologiques, lexicales et morphosyntaxiques, ainsi que l'analyse acoustique de la production de différents segments phonétiques, mettent en évidence une hétérogénéité marquée des profils linguistiques chez les enfants porteurs d'IC comparés à leurs pairs à AT. Un premier groupe d'enfants présente des difficultés dans l'ensemble des compétences linguistiques évaluées, associées à des profils de production compatibles avec des limitations perceptives importantes et faiblement compensées. Deux autres groupes montrent des performances linguistiques comparables à celles d'enfants AT appariés en âge auditif. Chez ces enfants, les profils de production suggèrent le recours à différentes stratégies compensatoires permettant de pallier, au moins partiellement, les contraintes perceptives liées à l'implant. Enfin, l'évolution des performances observée sur un intervalle d'un an révèle des trajectoires développementales hétérogènes, soulignant l'importance d'un suivi longitudinal des compétences linguistiques chez les enfants porteurs d'IC.

DÉCLARATION D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt en relation avec cet article.

FINANCEMENTS

Aucun financement n'a été sollicité pour la réalisation de cette recherche.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient chaleureusement les enfants et leurs parents pour leur participation à l'étude, ainsi que les équipes de logopèdes et d'enseignants ayant permis la réalisation des testings.

RÉFÉRENCES

- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Başkent, D., & Shannon, R. V. (2005). Interactions between cochlear implant electrode insertion depth and frequency-place mapping. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(3), 1405-1416. <https://doi.org/10.1121/1.1856273>
- Benassi, E., Boria, S., Berghenti, M. T., Camia, M., Scorza, M., & Cossu, G. (2021). Morpho-syntactic deficit in children with cochlear implant: Consequence of hearing loss or concomitant impairment to the language system? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9475. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189475>
- Borel, S. (2015). *Perception auditive, visuelle et audiovisuelle des voyelles nasales par les adultes devenus sourds. Lecture labiale, implant cochléaire, implant du tronc cérébral*. [Thèse de doctorat, Université Sorbonne Paris Cité]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-01162201v1>
- Bourdin, B., Ibernnon, L., Le Driant, B., Levrez, C., & Vandromme, L. (2016). Troubles morphosyntaxiques chez l'enfant sourd et chez l'enfant dysphasique : similarités et spécificités. *Revue de Neuropsychologie*, 8(3), 161-172. <https://doi.org/10.1684/nrp.2016.0386>
- Bouton, S., Serniclaes, W., Bertoncini, J., & Colé, P. (2012). Perception of speech features by French-speaking children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(1), 139-153. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0330\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0330))
- Cambra, C., Losilla, J. M., Mena, N., & Pérez, E. (2021). Differences in picture naming between children with cochlear implants and children with typical hearing. *Heliyon*, 7(12), e08507. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08507>
- Carignan, C., Chen, J., Harvey, M., Stockigt, C., Simpson, J., & Strangways, S. (2023). An investigation of the dynamics of vowel nasalization in Arabana using machine learning of acoustic features. *Laboratory Phonology*, 14(1). <https://doi.org/10.16995/labphon.9152>
- Caselli, M. C., Rinaldi, P., Varuzza, C., Giuliani, A., & Burdo, S. (2012). Cochlear implant in the second year of life: Lexical and grammatical outcomes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(2), 382-394. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0248\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0248))
- Chalard, M., Bonin, P., Méot, A., Boyer, B., & Fayol, M. (2003). Objective age-of-acquisition (AoA) norms for a set of 230 object names in French: Relationships with psycholinguistic variables, the English data from Morrison et al. (1997), and naming latencies. *European Journal of Cognitive Psychology*, 15(2), 209-245. <https://doi.org/10.1080/09541440244000076>
- Charlier, B. (2020). Communication, ressenti psychologique et qualité de vie. In J. Leybaert & S. Borel (dir.), *Surdités de l'enfant et de l'adulte. Bilans et interventions orthophoniques* (p.223-231). De Boeck Supérieur.
- Cheng, K., & Chen, X. (2020). The effects of intrinsic acoustic cues on categorical perception in children with cochlear implants. *International Journal of English Linguistics*, 10(5), 110-124. <https://doi.org/10.5539/ijel.v10n5p110>
- Chiat, S. (2001). Mapping theories of developmental language impairment: Premises, predictions and evidence. *Language and Cognitive Processes*, 16(2-3), 113-142. <https://doi.org/10.1080/01690960042000012>
- Chilosi, A. M., Comparini, A., Scusa, M. F., Orazini, L., Forli, F., Cipriani, P., & Berrettini, S. (2013). A longitudinal study of lexical and grammar development in deaf Italian children provided with early cochlear implantation. *Ear & Hearing*, 34(3), e28-e37. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31827ad687>
- Cornillon, P.-A., Guyader, A., Husson, F., Jégou, N., Josse, J., Klutchnikoff, N., Le Pennec, E., Matzner-Løber, E., Rouvière, L., & Thieurmél, B. (2018). Classification non supervisée. In F. Husson (dir.), *R pour la statistique et la science des données* (p.243-262) Saic Edition. <https://hal.science/hal-02321839v1>

- David, C., Tuller, L., Schweitzer, E., Lescanne, E., Bonnet-Brilhault, F., Gomot, M., & Ferré, S. (2021). Does phonological complexity provide a good index of language disorder in children with cochlear implants? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(11), 4271-4286. https://doi.org/10.1044/2021_JSLHR-20-00642
- Deriaz, M., Pelizzone, M., & Fornos, A. P. (2014). Simultaneous development of 2 oral languages by child cochlear implant recipients. *Otology & Neurotology*, 35(9), 1541-1544. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000497>
- Duchesne, L., Sutton, A., & Bergeron, F. (2009). Language achievement in children who received cochlear implants between 1 and 2 years of age: Group trends and individual patterns. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(4), 465-485. <https://doi.org/10.1093/deafed/enp010>
- Duchesne, L., Sutton, A., Bergeron, F., & Trudeau, N. (2010). Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 34(2), 132-145. https://cjslpa.ca/files/2010_CJSLPA_Vol_34/No_02_81-152/Duchesne_sutton_bergeron_trudeau_CJSLPA_2010.pdf
- Durán, P., Malvern, D., Richards, B., & Chipere, N. (2004). Developmental trends in lexical diversity. *Applied Linguistics*, 25(2), 220-242. <https://doi.org/10.1093/applin/25.2.220>
- Fagniat, S., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Huet, K., Piccaluga, M., Watterman I., & Charlier, B. (2024a). Nasal/oral vowel perception in French-speaking children with cochlear implants and children with typical hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(4), 1243-1267. https://doi.org/10.1044/2024_JSLHR-23-00274
- Fagniat, S., Charlier, B., Delvaux, V., Huberlant, A., Harmegnies, B. G., Piccaluga, M., & Huet, K. (2024b). Consonant and vowel production in children with cochlear implants: Acoustic measures and multiple factor analysis. *Frontiers in Audiology and Otology*, 2, 1425959. <https://doi.org/10.3389/fauot.2024.1425959>
- Fagniat, S., Charlier, B., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Piccaluga, M., & Huet, K. (2024c). Production of fricative consonants in French-speaking children with cochlear implants and typical hearing: Acoustic and phonological analyses. *Proceedings Interspeech 2024* (p. 877-881). <https://doi.org/10.21437/interspeech.2024-871>
- Fagniat, S., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Huet, K., Piccaluga, M., Watterman I., & Charlier, B. (2025a). Producing nasal vowels without nasalization? Perceptual judgments and acoustic measurements of nasal/oral vowels produced by children with cochlear implants and typically hearing peers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 68(1), 301-322. https://doi.org/10.1044/2024_JSLHR-24-00083
- Fagniat, S., Charlier, B., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Piccaluga, M., & Huet, K. (2025b). Morphosyntactic production and processing skills in relation to age effects and lexical-phonological levels among children with cochlear implants and typically hearing peers: A focus on vowel nasality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19, 1528388. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1528388>
- Gaul Bouchard, M.-E., Le Normand, M.-T., & Cohen, H. (2007). Production of consonants by prelinguistically deaf children with cochlear implants. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21(11-12), 875-884. <https://doi.org/10.1080/02699200701653634>
- Giezen, M. R., Escudero, P., & Baker, A. (2010). Use of acoustic cues by children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(6), 1440-1457. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010\)09-0252](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010)09-0252)
- Grandon, B. (2016). *Développement typique et atypique de la production de parole : caractéristiques segmentales et intelligibilité de la parole d'enfants porteurs d'un implant cochléaire et d'enfants normo-entendants de 5 à 11 ans*. [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-01690615v1>
- Grandon, B., Vilain, A., Lœvenbruck, H., Schmerber, S., & Truy, E. (2017). Realisation of voicing by French-speaking CI children after long-term implant use: An acoustic study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 31(7-9), 598-611. <https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1302511>
- Grandon, B., & Vilain, A. (2020). Development of fricative production in French-speaking school-aged children using cochlear implants and children with normal hearing. *Journal of Communication Disorders*, 86, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2020.105996>
- Guo, L.-Y., & Spencer, L. J. (2017). Development of grammatical accuracy in English-Speaking children with cochlear implants: A longitudinal study. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 60(4), 1062-1075. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-H-16-0182
- Hage, C. (2005). De la communication au langage : développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde. In C. Transler, J. Leybaert, & J. E. Gombert (dir.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd. Les signes, l'oral et l'écrit* (p. 121-146). Solal.
- Hedlung, G., & Rose, Y. (2020). *Phon* (version 3.1) [Logiciel]. <https://phon.ca>
- Hedrick, M., Bahng, J., von Hapsburg, D., & Younger, M. S. (2011). Weighting of cues for fricative place of articulation perception by children wearing cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 50(8), 540-547. <https://doi.org/10.3109/14992027.2010.549515>
- Horga, D., & Liker, M. (2006). Voice and pronunciation of cochlear implant speakers. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2-3), 211-217. <https://doi.org/10.1080/02699200400027015>
- Husson, F., Josse, J., Lê, S., & Mazet, J. (2024). *FactoMineR: Multivariate exploratory data analysis and data mining* (version 2.11) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/index.html>
- Joanisse, M. F., & Seidenberg, M. S. (1998). Specific language impairment: A deficit in grammar or processing? *Trends in Cognitive Sciences*, 2(7), 240-247. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01186-3](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01186-3)
- Karltorp, E., Eklöf, M., Östlund, E., Asp, F., Tideholm, B., & Löfkvist, U. (2020). Cochlear implants before 9 months of age led to more natural spoken language development without increased surgical risks. *Acta Paediatrica*, 109(2), 332-341. <https://doi.org/10.1111/apa.14954>
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses* (version 1.0.7) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/index.html>
- Kral, A., Dorman, M. F., & Wilson, B. S. (2019). Neuronal development of hearing and language: Cochlear implants and critical periods. *Annual Review of Neuroscience*, 42(1), 47-65. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-080317-061513>
- Landsberger, D. M., Stupak, N., Green, J., Tona, K., Padilla, M., Martinez, A. S., Eisenberg, L. S., & Waltzman, S. (2019). Temporal modulation detection in children and adults with cochlear implants: Initial results. *Otology & Neurotology*, 40(3), e311-e315. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002122>

- Lane, H., Matthies, M., Perkell, J., Vick, J., & Zandipour, M. (2001). The effects of changes in hearing status in cochlear implant users on the acoustic vowel space and CV coarticulation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(3), 552-563. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/043\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/043))
- Le Normand, M.-T., & Moreno-Torres, I. (2014). The role of linguistic and environmental factors on grammatical development in French children with cochlear implants. *Lingua*, 139, 26-38. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2013.02.012>
- Le Normand, M.-T., & Thai-Van, H. (2023). Early grammar-building in French-speaking deaf children with cochlear implants: A follow-up corpus study. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 58(4), 1204-1222. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12854>
- Lenth, R. V., Piastowski, J., Banfai, B., Bolker, B., Buerkner, P., Giné-Vázquez, I., Herve, M., Jung, M., Love, J., Miguez, F., Riebl, H., & Singmann, H. (2023). *emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means* (version 1.8.8) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/index.html>
- Leonard, L. B., McGregor, K. K., & Allen, G. D. (1992). Grammatical morphology and speech perception in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 35(5), 1076-1085. <https://doi.org/10.1044/jsr.3505.1076>
- Leybaert, J., Bayard, C., Colin, C., & LaSasso, C. J. (2016). Cued speech and cochlear implants: A powerful combination for natural spoken language acquisition and the development of reading. In M. Marschark & P. E. Spencer (dir.), *The Oxford handbook of deaf studies in language* (p.359-376). Oxford University Press.
- Loizou, P. C. (2006). Speech processing in vocoder-centric cochlear implants. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 64, 109-143. <https://doi.org/10.1159/000094648>
- Machart, L., Vilain, A., Løevenbruck, H., Tiede, M., & Ménart, L. (2024). Exposure to Canadian French cued speech improves consonant articulation in children with cochlear implants: Acoustic and articulatory data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(10S), 4069-4095. https://doi.org/10.1044/2023_JSLHR-23-00078
- Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (1991). *Detection theory. A user's guide*. Cambridge University Press.
- MacWhinney, B. (2000, 3rd ed.). *The CHILDES Project: Tools for analyzing talk*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Majorano, M., Persici, V., Santangelo, M., Ferrari, R., Bertelli, B., Florit, E., Lavelli, M., Bastianello, T., Guerzoni, L., & Cuda, D. (2024). Narrative skills and language comprehension in preschool children with cochlear implants: A comparison with children with developmental language disorder or typical development. *Journal of Communication Disorders*, 109, 106424. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2024.106424>
- Mayer, M. (1969). *Frog, where are you?* Dial Press.
- Medina, V., Loundon, N., Busquet, D., Petroff, N., & Serniclaes, W. (2004). *Perception catégorielle des sons de parole chez des enfants avec implants cochléaires*. 25es Journées d'Etude sur la Parole (JEP-TALN-RECITAL 2004). Fès, Maroc. https://www.afcp-parole.org/doc/Archives_JEP/2004_XXVe_JEP_Fes/actes/jep2004/Medina.pdf
- Mildner, V., & Liker, M. (2008). Fricatives, affricates, and vowels in Croatian children with cochlear implants. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(10-11), 845-856. <https://doi.org/10.1080/02699200802130557>
- Mildner, V., Šindija, B., & Vrban Zrinski, K. (2006). Speech perception of children with cochlear implants and children with traditional hearing aids. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2-3), 219-229. <https://doi.org/10.1080/02699200400027031>
- Moreno-Torres, I., Madrid-Cánovas, S., & Blanco-Montañez, G. (2016). Sensitive periods and language in cochlear implant users. *Journal of Child Language*, 43(3), 479-504. <https://doi.org/10.1017/S0305000915000823>
- Parisse, C., & Le Normand, M.-T. (2000). Automatic disambiguation of morphosyntax in spoken language corpora. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32(3), 468-481. <https://doi.org/10.3758/BF03200818>
- Parisse, C., & Maillart, C. (2008). Interplay between phonology and syntax in French-speaking children with specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43(4), 448-472. <https://doi.org/10.1080/13682820701608209>
- Peng, Z. E., Hess, C., Saffran, J. R., Edwards, J. R., & Litovsky, R. Y. (2019). Assessing fine-grained speech discrimination in young children with bilateral cochlear implants. *Otology and Neurotology*, 40(3), e191-e197. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002115>
- Philippart De Foy, M., Delvaux, V., Huet, K., Monnier, M., Piccaluga, M., & Harmegnies, B. (2018, juin 7). *Un protocole de recueil de productions orales chez l'enfant préscolaire : Une étude préliminaire auprès d'enfants bilingues*. Actes des 32es Journées d'étude de la Parole (p.639-647). Aix-en-Provence, France. <https://jep2018.sciencesconf.org/resource/page/id/19.html>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. [Logiciel]. <https://www.R-project.org/>
- Reidy, P. F., Kristensen, K., Winn, M. B., Litovsky, R. Y., & Edwards, J. R. (2017). The acoustics of word-initial fricatives and their effect on word-level intelligibility in children with bilateral cochlear implants. *Ear and Hearing*, 38(1), 42-56. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000349>
- Rinaldi, P., Baruffaldi, F., Burdo, S., & Caselli, M. C. (2013). Linguistic and pragmatic skills in toddlers with cochlear implant. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(6), 715-725. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12046>
- Shadle, C. H., Chen, W. R., Koenig, L. L., Preston, J. L. (2023). Refining and extending measures for fricative spectra, with special attention to the high-frequency range. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 154, 1932-1944. <https://doi.org/10.1121/10.0021075>
- Sharma, S. D., Cushing, S. L., Papsin, B. C., & Gordon, K. A. (2020). Hearing and speech benefits of cochlear implantation in children: A review of the literature. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 133, 109984. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.109984>
- Todd, A. E., Edwards, J. R., & Litovsky, R. Y. (2011). Production of contrast between sibilant fricatives by children with cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(6), 3969-3979. <https://doi.org/10.1121/1.3652852>
- Uchanski, R. M., & Geers, A. E. (2003). Acoustic characteristics of the speech of young cochlear implant users: A comparison with normal-hearing age-mates. *Ear and Hearing*, 24(1), 90S-105S. <https://doi.org/10.1097/01.AUD.0000051744.24290.C1>

- Van Bogaert, L., Machart, L., Gerber, S., Løevenbruck, H., Vilain, A., & Consortium EULALIES. (2023). Speech rehabilitation in children with cochlear implants using a multisensory (French Cued Speech) or a hearing-focused (Auditory Verbal Therapy) approach. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, 1152516. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1152516>
- Van der Straten Waillet, P., Crowe, K., Charlier, B., & Colin, C. (2025). Speech production skills of bilingual children using cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 30(2), 182-194. <https://doi.org/10.1093/jdsade/enae038Fagniat>
- Vukkadala, N., Perez, D., Cabala, S., Kapur, C., & Chan, D. K. (2018). Linguistic and behavioral performance of bilingual children with hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 112, 34-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.06.020>
- Warner-Czyz, A. D., & Davis, B. L. (2008). The emergence of segmental accuracy in young cochlear implant recipients. *Cochlear Implants International*, 9(3), 143-166. <https://doi.org/10.1179/cim.2008.9.3.143>
- Yang, J., & Xu, L. (2023). Acoustic characteristics of sibilant fricatives and affricates in Mandarin-speaking children with cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 153(6), 3501-3512. <https://doi.org/10.1121/10.0019803>

Link Between Acoustic Production Profiles and Linguistic Performance in Children With Cochlear Implants

Authors :

Sophie Fagniard^{1,5}, Véronique Delvaux^{1,2,4,5}, Bernard Harmegnies^{1,2,5}, Anne Huberlant³, Kathy Huet^{1,5}, Myriam Piccaluga^{1,5} & Brigitte Charlier^{2,3}

Affiliations :

¹Language Sciences and Metrology Unit, UMONS, Mons, Belgium

²ULB - Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium

³Functional Rehabilitation Center « Comprendre et Parler », Brussels, Belgium

⁴Fund for Scientific Research (F.R.S.-FNRS), Belgium

⁵Research Institute for Language Science and Technology, UMONS, Mons, Belgium

Corresponding author:

Sophie Fagniard
sophie.fagniard@umons.ac.be

Dates :

Submission : 28 October 2025

Acceptation : 19 April 2026

Publication : 6 July 2026

How to cite this article :

Fagniard, S., Charlier, B., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Piccaluga, M., & Huet, K. (2026). Link Between Acoustic Production Profiles and Linguistic Performance in Children With Cochlear Implants. *Glossa*, 146, 56-104. <https://doi.org/10.61989/ct6s1342>

e-ISSN : 2117-7155

Licence :

© Copyright Sophie Fagniard, Véronique Delvaux, Bernard Harmegnies, Anne Huberlant, Kathy Huet, Myriam Piccaluga & Brigitte Charlier 2026. This work is available under a [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) licence.



Background. Although early cochlear implantation allows young children with congenital deafness to reach linguistic levels close to those of typically hearing (TH) peers, certain domains remain at risk, particularly phonology and morphosyntax, with substantial variability in performance. One explanatory factor often mentioned is the degraded spectral quality of the auditory signal transmitted through the cochlear implant (CI), which may lead to imprecise phonological representations and, consequently, weaker linguistic skills. However, several studies have shown that some compensatory strategies can mitigate the impact of these perceptual limitations, such as the use of visually accessible cues.

Objectives. This study aimed to examine the relationship between the production profiles of speech sounds that are likely to be poorly encoded through the CI and the linguistic performance of children with CI and their TH peers, to determine whether compensatory strategies for perceptual limitations are associated with better linguistic outcomes.

Methods. Twenty-three children aged from 3 years and 8 months to 7 years and 10 months with congenital deafness using cochlear implants, and a control group of 47 typically hearing children matched for chronological and hearing age, completed picture-naming, narrative production, and morphological processing tasks. Acoustic measurements were extracted for three types of speech segments (nasal/oral vowels, fricatives, and plosives) to characterize production profiles and relate them to linguistic scores reflecting phonological, lexical, and morphosyntactic levels. A principal components analysis followed by hierarchical clustering made it possible to identify distinct performance profiles. Thirteen CI children were reassessed one year later to analyze longitudinal changes in performance.

Results. Three main dimensions were extracted from the PCA: the first, discriminating between groups, was related to linguistic performance, while the second and third accounted for acoustic production profiles. Hierarchical classification revealed four performance clusters: Cluster 1 (CI participants only) included children with the lowest linguistic performance and the least distinctive productions, while Cluster 4 (TH participants only) included those with the best linguistic and acoustic performance. Clusters 2 and 3, composed of participants from both groups, showed intermediate levels of linguistic performance and effective production strategies that compensated for the impact of perceptual difficulties (for example, by exploiting articulatory cues that are more visually accessible). The longitudinal analysis

showed overall but heterogeneous improvement, with only four children moving to a cluster associated with higher linguistic performance.

Conclusion. Children in the CI group whose production profiles indicated effective compensation for perceptual limitations achieved better linguistic performance. However, their progress at the one-year follow-up remained variable, suggesting a possible cognitive cost associated with these compensations.

Keywords: cochlear implant, deafness, phonetics, phonology, morphosyntax, factorial analyses

Lien entre les profils de production acoustique et les performances linguistiques d'enfants porteurs d'implants cochléaires

Contexte : Bien que l'implantation cochléaire précoce permette à de jeunes enfants présentant une surdité congénitale d'atteindre des niveaux linguistiques proches de ceux d'enfants entendants, certains domaines restent à risque, notamment les niveaux phonologique et morphosyntaxique, avec une variabilité importante des performances. L'un des facteurs explicatifs évoqués est la dégradation spectrale du signal transmis par l'implant, susceptible d'entraîner des représentations phonologiques imprécises et, par conséquent, des faiblesses linguistiques. Toutefois, plusieurs travaux ont montré que certaines stratégies de compensation (par exemple, exploitation d'indices visuellement accessibles) peuvent limiter l'impact de ces limitations perceptives.

Objectifs : La présente étude visait à examiner les liens entre les profils de production de sons de parole susceptibles d'être mal codés par l'implant cochléaire (IC) et les performances linguistiques d'enfants porteurs d'un IC et d'enfants à audition typique (AT), afin de déterminer si des stratégies de compensation des limites perceptives sont associées à de meilleures performances linguistiques.

Méthodes : Vingt-trois enfants âgés de 3 ans et 8 mois à 7 ans et 10 mois présentant une surdité congénitale et porteurs d'un IC, ainsi qu'un groupe de 47 enfants à audition typique appariés en âge chronologique et auditif, ont participé à des tâches de dénomination, de production narrative et de traitement morphémique. Des mesures acoustiques ont été extraites pour trois types de segments (voyelles nasales/orales, fricatives et occlusives) afin de caractériser les profils productifs et de les relier aux indices linguistiques reflétant les niveaux phonologique, lexical et morphosyntaxique. Des analyses en composantes principales (ACP) suivies de classifications hiérarchiques ascendantes ont permis d'identifier des profils de performance. Treize enfants porteurs d'un IC ont été réévalués un an plus tard pour analyser l'évolution longitudinale de leurs performances.

Résultats : Trois dimensions principales ont été extraites de l'ACP : la première, discriminant les deux groupes, était liée aux performances linguistiques, tandis que les deux suivantes rendaient compte des profils acoustiques de production. La classification a mis en évidence quatre classes de performance : la classe 1 (IC uniquement) regroupait les enfants aux performances linguistiques les plus faibles et aux productions les moins distinctives ; la classe 4 (AT uniquement) correspondait aux meilleures performances et à des productions acoustiquement typiques. Les classes 2 et 3, mixtes, présentaient des niveaux intermédiaires et des stratégies de production efficaces compensant l'impact des difficultés perceptives (exploitation des indices articulatoires visuellement plus accessibles par exemple). L'analyse longitudinale a montré une amélioration générale mais hétérogène, seuls quatre enfants progressant vers une classe associée à un niveau linguistique supérieur.

Conclusion : Les enfants du groupe IC dont les profils de production témoignaient de compensations efficaces face aux limites perceptives ont obtenu de meilleures performances linguistiques. Toutefois, leur progression lors du suivi à un an reste variable, ce qui suggère un possible coût cognitif associé à ces compensations.

Mots-clés : implant cochléaire, surdité, phonétique, phonologie, morphosyntaxe, analyses factorielles

INTRODUCTION

The language skills of children with cochlear implants (CI) have been extensively studied to determine whether they are able to achieve the same level of language proficiency as their typically hearing (TH) peers. Performance levels vary depending on the language components investigated: lower performance compared to TH children is frequently reported in the phonological (Bouton et al., 2012; Gaul Bouchard et al., 2007) and morphosyntactic domains (Bourdin et al., 2016; Caselli et al., 2012; Duchesne et al., 2010; Le Normand & Thai-Van, 2023), although these results show considerable variability. Lexical development has been more often reported as showing levels of development close to those of TH children (Caselli et al., 2012; Duchesne et al., 2009; Rinaldi et al., 2013). These heterogeneous linguistic performances can be explained, on the one hand, by delayed exposure to spoken language prior to implantation and, on the other hand, by perceptual limitations related to the processing of sound signals through the CI. These perceptual limitations would have a greater impact on speech sounds that rely on fine-grained acoustic cues, such as vowel nasalization (Borel, 2015; Bouton et al., 2012; Fagniat et al., 2024a) or consonant articulation places (Bouton et al., 2012; Cheng & Chen, 2020; Medina et al., 2004; Peng et al., 2019). Speech sounds whose acoustic correlates depend on high frequencies also appear to be vulnerable, as observed for fricative consonants (Grandon, 2016; Mildner et al., 2006; Reidy et al., 2017; Todd et al., 2011; Warner-Czyz & Davis, 2008).

However, despite these perceptual constraints, most children with CI manage to construct phonological representations of these more “vulnerable” speech sounds. The performance of 13 children with CI in tasks involving the identification and discrimination of pseudowords containing nasal and oral vowels was above chance, although below that of their 25 TH children matched on chronological age (Fagniat et al., 2024a). It can be assumed that these children, having constructed their phonological representations from a limited auditory signal, were able to rely more on acoustic cues that are better transmitted by the CI, such as temporal cues or formant frequencies, particularly when these cues are concomitant to visible articulatory movements (rounding of the lips, mouth opening).

This can be supported by the observation of links between the children's performance and the use of these more accessible acoustic cues: children with better identification/discrimination performance appear to be those who have benefited most from very slight temporal distances between nasal and oral vowels.

A second study (Fagniat et al., 2025a) investigated the performance of nasal and oral vowel production in the same group of participants, using perceptual analyses (identification of the vowel produced and the degree of nasalization by judges) and acoustic analyses (aimed at studying the formant characteristics of the productions, the degree of nasalization, and the duration of vowels). Children whose productions were best identified by judges were also those who made a greater distinction between nasal and oral vowels using differentiated formant patterns, reflecting distinct oropharyngeal configurations, as well as vowel lengthening of nasal vowels. These production strategies were found in children with intensive and regular exposure to Cued Speech (CS)¹. Moreover, acoustic analyses reveal significantly less distinction between nasal and oral vowels based on nasal resonance structure in children with CI compared to their hearing peers. This seems to demonstrate the perceptual limitations of children with CI in processing this particularly complex spectral acoustic information (see Fagniat et al., 2025a, for more details on the acoustic characteristics of nasal vowels).

In this context, it is hardly surprising to observe wide variability in linguistic performance: the perceptual limitations of CI make it difficult to perceive certain speech sounds, which has an impact on the quality of phonological representations. However, the development of lexical and morphosyntactic components relies on the memorization and manipulation of precise phonological forms. The greater vulnerability of the morphosyntactic domain compared to the lexical domain, as well as the close links between phonology and morphosyntax in populations with language disorders, have been interpreted as reflecting the low perceptual salience of grammatical elements in the spoken chain (i.e., morphophonology) compared to more salient lexical elements, and a cognitive advantage of lexical elements, which have concrete conceptual content and are easier to teach (Hage, 2005).

1 System of gestural codes accompanying spoken language to provide visual cues that complement lip reading, thus making all the phonological contrasts of a spoken language visually accessible (Charlier, 2020)

These proposals form the basis of phonological theories of morphosyntactic disorders in children with developmental language disorder (Chiat, 2001; Joanisse & Seidenberg, 1998; Leonard et al., 1992; Parisse & Maillart, 2008). Convergent results were obtained in a previous study on children with CI (Fagniard et al., 2025b), which revealed specific correlations between phonological and morphosyntactic levels, as well as correlations across all linguistic levels (phonological, lexical, and morphosyntactic) in typically hearing children matched for chronological and hearing age. Given the findings that perceptual limitations can be compensated for by exploiting acoustic cues that are better transmitted by CI in some children, it seems reasonable to ask whether these compensations are associated with better linguistic performance, particularly in terms of morphosyntactic processing and production.

Aims of the study

In this context, this study aims to examine the link between acoustic features of the vulnerable speech sounds in the production of children with CI and their linguistic performance in the phonological, lexical, and morphosyntactic domains. Indeed, the high variability observed among CI users in their ability to process certain vulnerable speech sounds could help explain the variability observed in phonological performance and, consequently, in morphosyntactic skills, the latter being based on precisely specified phonological and lexical representations.

Two groups of children were recruited: a group of children with CI and a group of children with typical hearing, matched according to chronological or auditory age. Perceptual abilities were not directly assessed, but inferred from acoustic analyses of segment productions presenting a wide range of acoustic correlates and varying degrees of difficulty for transmission via the CI. Three categories of segments were therefore selected to explore production indices presenting different degrees of perceptual difficulty via the CI:

- Nasal and oral vowels: their distinction relies on two strategies for producing vowel nasalization, which were analyzed acoustically: (1) the degree of nasal resonance, based on subtle acoustic cues (e.g., the amplitude ratio of the first harmonics), which are particularly vulnerable to processing by cochlear implants; (2) the specific oropharyngeal configuration of the target vowel, analyzed through

formant measurements. These acoustic cues are more easily exploitable when formants are clearly distinct and associated with visible articulatory dimensions (e.g., vowel height and lip rounding) (Fagniard et al., 2025a; Fagniard et al., 2024a).

- Fricative consonants: specific difficulties have been reported both in the discrimination of places of articulation (Giezen et al., 2010; Hedrick et al., 2011; Lane et al., 2001; Mildner & Liker, 2008; Reidy et al., 2017) and in the acoustic characteristics of frication noise, reflected in a reduced representation of high-frequency energy (Fagniard et al., 2024b; 2024c), directly mirroring the limitations of high-frequency encoding by CI.

- Voiced and voiceless plosive consonants: their distinction is based on temporal correlates (Voice Onset Time) known to be well encoded by the CI. However, the evidence in the literature is contradictory (Bouton et al., 2012; Giezen et al., 2010; Grandon et al., 2017; Horga & Liker, 2006; Peng et al., 2019; Uchanski & Geers, 2003), indicating variability in the ability of children with CI to perceive and produce these voicing cues.

The production capacities associated with these different segments, assessed by acoustic measurements, have been correlated with linguistic performance in the phonological, lexical, and morphosyntactic domains.

The objectives were as follows:

- to compare the performance of children with CI to that of their hearing peers;
- to examine the relationships between acoustic and linguistic (lexical and morphosyntactic) variables using factorial analysis;
- to determine whether this analysis can be used to identify differentiated performance profiles, highlighting perceptual-productive profiles that compensate for acoustic limitations and are associated with good linguistic performance.
- to observe the developmental profiles of a subgroup of children through a re-test conducted one year later, to examine the developmental trajectory of all the skills investigated.

Based on previous research (Fagniard et al., 2024a; Fagniard et al., 2025a; Fagniard et al., 2025b), we expect children with CI to show lower acoustic differentiation on the vulnerable phonological contrasts than TH children. We also hypothesised

that reduced acoustic differentiation would be associated with lower linguistic performance.

METHODS

Participants

A group of typically hearing children (TH group) and a group of children with cochlear implants (CI group) were recruited for the study. The CI group consisted of 23 French-speaking children (mean age: 67 ± 15 months) with profound congenital bilateral deafness. Of these, 22 had bilateral implants and one child had a unilateral implant. All participants in the CI group received oralist auditory rehabilitation, both at rehabilitation centers and within their families. Nineteen children with CI were monolingual French speakers. Four children with CI were bilingual, speaking French and a family language different from French: Arabic ($n = 2$), Portuguese ($n = 2$).

The CI group was subdivided according to exposure to French Cued Speech (CS): 8 children with no exposure (CS0), 8 children exposed to CS during speech therapy sessions (2–3 sessions per week – CS– group), and 7 children exposed both in therapy and in the family environment (CS+ group). The group was also categorized according to age at implantation: children who received their first implant before 16 months were classified as early implanted, whereas those implanted after 16 months were classified as late implanted ($n = 11$). The 16-month threshold was selected in line with studies showing substantial benefits of implantation before 18 months (Sharma et al., 2020); given the distribution of implantation ages in the sample, it was lowered to 16 months to obtain subgroups of comparable size. The characteristics of the children in the CI group are presented in [table 1](#).

The TH group included 47 monolingual French-speaking children with a mean age of 56 ± 13 months, with no learning delays or hearing impairments. The children in this group were selected so that they could be matched with the children in the CI group either for chronological age or for hearing age. All participants took part in an initial testing session (T1). The entire CI group was contacted again for a second test one year later; thirteen children were able to participate in this assessment (T2), allowing for a longitudinal comparison.

Tasks

Four tasks were administered to all children. These tasks were selected to obtain controlled productions suitable for acoustic analyses (picture naming) as well as narrative productions, one elicited and one free, to obtain semi-spontaneous speech samples suitable for lexical and morphosyntactic analyses. A morphemic processing task was also administered to examine morphosyntax on its receptive side, in connection with certain perceptual difficulties reported in CI users (notably the processing of the vowel nasality feature). The performance of the groups of children across all these tasks has been described in detail in previous studies to which the reader is referred (Fagniat et al., 2024b; Fagniat et al., 2025b). The present study aims to examine these different measures jointly within a multivariate framework.

Word picture naming task

A picture-naming task was first proposed to study children's productions from an acoustic and phonological perspective. Forty-eight target words were selected to cover all French phonemes in initial, medial, and final syllable positions. The items were chosen for their early age of acquisition (according to Chalard et al., 2003) to facilitate recall (see Philippart De Foy et al., 2018, for more details).

The target images were presented one by one in a booklet; the child had to name each image orally. In the case of no response or a response that did not match the target (e.g., semantic paraphasia, random response), prompts were provided: first semantic clues (e.g., "we use it when it is raining" for "parapluie" /*paʁaplɥi*/ umbrella), then, if necessary, a phonological cue by presenting the initial phoneme (e.g., "it starts with /s/" for "souris" /*suri*/ mouse). If the child still did not produce the target word, the experimenter pronounced it and asked for a repetition.

Sentence/word-picture matching task

In a morpheme processing task consisting of sentence/word-picture matching, a word or short sentence was presented auditorily (audio recordings), and the child had to choose between two pictures, the target and a distractor, the latter forming a minimal pair with the target. The task comprised a total of 28 items: 13 number markers (e.g., "il va" /*il va*/ he goes vs. "ils vont" /*il vā*/ they go), 7 gender markers (e.g., "boulangier" /*bulāʒe*/ male baker vs. "boulangère" /*bulāʒɛʁ*/ female baker) and 8 minimal pairs (e.g., "bain" /*bē*/ bath vs.

Table 1*Descriptive table of participants in the CI group*

Subject	Sex	Chronological age (years; months)	Age at first implantation (months)	Implantation age group	Implantation type	Linguistic environment	CS exposure group	T2 retest
CI1	M	4;6	9	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	/
CI2	M	6;5	39	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	/
CI3	F	5;10	15	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	/
CI4	F	6;7	7	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	/
CI5	F	6;6	31	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS+	/
CI6	F	4;7	7	< 16M.	Unilateral	Monolingual	CS+	/
CI7	F	7;3	13	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS-	/
CI8	M	4;7	13	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS-	/
CI9	M	4;9	13	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS+	Yes
CI10	M	4;6	12	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS-	Yes
CI11	F	4;6	18	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS-	Yes
CI12	M	5;6	9	< 16M.	Bilateral	Bilingual French-Portuguese	CS-	Yes
CI13	F	7;3	24	> 16M.	Bilateral	Bilingual French-Portuguese	CS-	Yes
CI14	G	7;10	26	> 16M.	Bilateral	Bilingual French-Arabic	CS-	Yes
CI15	G	6;11	23	> 16M.	Bilateral	Bilingual French-Arabic	CS-	Yes
CI16	F	6;9	20	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS+	Yes
CI17	M	6;0	20	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	/
CI18	F	3;9	23	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	Yes
CI19	F	5;0	12	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS+	/
CI20	F	3;8	32	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS-	Yes
CI21	M	4;11	11	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS0	Yes
CI22	F	6;7	17	> 16M.	Bilateral	Monolingual	CS+	Yes
CI23	F	5;0	13	< 16M.	Bilateral	Monolingual	CS+	Yes

"banc" /bā/bench). These grammatical and lexical distinctions were based on various phonological contrasts: oral/nasal (n = 10), oral/oral (n = 3) or nasal/nasal (n = 3) vowel substitutions, as well as phonemic additions (n = 12).

Two images (target, distractor) were presented on a tablet. The stimuli were played through speakers (Bose Soundlink) at a controlled average level of 60 dB controlled with a Decibel Meter. Five training items preceded the task to ensure understanding of the instructions and adjust the volume.

Narrative production tasks

Two storytelling tasks were proposed to analyze morphosyntactic production skills: a guided and a free narration. The guided storytelling task began with the presentation of an animated story on a tablet, with the animation providing visual support while a recorded narrator told the story. To prevent the child from focusing exclusively on one channel or the other, narration and animation alternated without overlapping. At the end of the presentation, the child was asked to retell the story based on the animated images. The story presented was designed to introduce plot twists requiring various tenses and verb forms (past, future, conditional) as well as gender and number markers, to encourage the production of a variety of grammatical markers. Free narration consisted of presenting the widely used clinical and research picture book "Frog, Where Are You?" (Mayer, 1969) without text, during which the child had to tell the story.

Procedure

The four tasks were performed in a quiet environment, in the presence of the experimenter and, in some cases, the speech therapist of each child. The order was as follows: naming, guided narration, sentence/word-picture matching task, then free narration. The entire test lasted 35 to 60 minutes, with breaks between tasks. All productions were recorded using a Zoom H5 portable audio recorder; responses to the morpheme processing task were recorded during the session. The tests were repeated one year later (subgroup of 13 children) in exactly the same manner.

Measures

Various measures were collected to describe production profiles according to acoustic and linguistic dimensions (phonology, morphology,

lexicon, morphosyntax). The measures, detailed below, were averaged per child to feed factor analyses representing each child on the extracted dimensions.

Acoustic measurements

Acoustic measurements were conducted only on the productions collected during the picture-naming task. A complete description of the measurements and the semi-automatic signal analysis procedure is provided in previous studies (Fagniard et al., 2025a; Fagniard et al., 2024b); only the essential elements are included here.

- Vowels: the objective was to document (i) the specific oropharyngeal configuration of the target vowel via formant measurements, as these indices are more easily exploitable when the formants are distinct and associated with visible articulatory dimensions (opening, rounding), and (ii) the degree of nasal resonance, as the oro-nasal/oral distinction is based on subtle acoustic indices (i.e., the amplitude ratio of the first harmonics) that are particularly vulnerable to processing by the CI. The formants were examined for the oropharyngeal configuration; nasal resonance was indexed by Nasalization from Acoustic Features (NAF, Carignan et al., 2023). A total of 6605 vowels were analyzed. To study the phonetic implementation strategies of the nasal/oral phonological contrast, pairwise comparisons were made, based on phonetic proximity (/ā/-/ɔ/, /ā/-/o/, /ɔ/-/o/, /ɔ/-/ɔ/, /ɔ/-/u/, /ē/-/a/) and phonological proximity (/ā/-/a/, /ɔ/-/ɔ/, /ē/-/ē/) of French vowels (Borel, 2015). For each child, each nasal vowel produced was paired with all phonetically or phonologically similar oral vowels, generating 30,402 pairs and allowing acoustic indices to be compared within each pair. Euclidean distances in the F1-F2-F3 (Bark) plane and NAF differences were calculated for each pair. Two measures were selected for factor analysis:

- o F1-F2-F3 Euclidean distances between phonological and phonetic nasal/oral pairs;
- o NAF differences between phonological and phonetic nasal/oral pairs.

- Fricatives: acoustic characterization was based on recent measurements (Shadle et al., 2023) to identify spectral peaks related to the place of articulation (location of obstruction) and the quality of friction noise via intensity ratios in the low, mid, and high frequency bands. 1,917 fricatives were analyzed. Three measurements were selected:

- o differences in spectral peaks between front fricatives (/f/-v/) and mid fricatives (/s/-z/), and between mid (/s/-z/) and back fricatives (/ʃ/-ʒ/) (SP_1_2, SP_2_3);
- o AmpDiff: ratio of mid-range vs. low-frequency energy in fricative noise;
- o LevelD: ratio of high vs. mid-frequency energy. Good fricative noise has a significant amount of energy in the mid and especially high frequencies: we therefore expect high AmpDiff values (mid > low) and low LevelD values (high proportion of energy in high frequencies).
- Plosives (voicing): the Voice Onset Time (VOT) was measured on 3,012 occlusives. A composite measurement was calculated: the difference between the average VOT of voiced sounds and that of unvoiced sounds.

Linguistic measures

The complete results obtained by the two groups of children in the various language tasks are described in previous studies (Fagniat et al., 2024b; Fagniat et al., 2025b). The following sections aim to clarify the measures used for factorial analyses.

Phonological score

The productions from the naming task were annotated by an examiner and then verified by the first author in Phon 3.1 (Hedlung & Rose, 2020). The software compares the target form and the annotated production and extracts various indices of phonological accuracy. Here, we use an overall score: the percentage of correct phonemes (PCP).

Sentence/word-picture matching task scores

Scores were calculated for all marker categories (gender, number) as well as for minimal pairs, taking into account underlying phonological mechanisms (oral/nasal, oral/oral, nasal/nasal contrasts, phonemic addition). The scores were obtained by subtracting the normalized, centered, and standardized values of the hit rate (correct detections) and false alarm rate (incorrect detections), according to signal detection theory (MacMillan & Creelman, 1991). The extreme values 0 and 1 were adjusted to 0.01 and 0.99 to allow transformation into Z-scores. For factorial analyses, the total score (SWPMT_tot) and the score restricted to items contrasting oral/nasal morphophonological alternations (SWPMT_or_nas) were used.

Narrative production scores and error types

The narrative productions (audio recordings) were transcribed in PHON (Hedlund & Rose, 2020), then exported to CLAN (MacWhinney, 2000) for morphosyntactic annotation using MOR and POST (Parisse & Le Normand, 2000). The KidEval program was used to extract various indices of morphosyntactic development and to categorize function words and verb tenses.

The following indices were selected for factor analysis:

- Mean length of utterances in morphemes (MLUm), an index frequently used to reflect morphosyntactic development
- Number of reflexive pronouns (Refl_pro)
- Frequency of use of the imperfect tense among verbs (Simple_past)

These indices were chosen based on findings from a previous study (Fagniat et al., 2025b), which showed significantly greater vulnerability of these indices among children with CI compared to their hearing peers of the same age.

Morphosyntactic production errors were identified and categorized by the first author (Fagniat et al., 2025b). Only omissions of determiners before monosyllabic nouns (om_det_1syll) vs. bisyllabic nouns (om_det_2syll) were retained for factor analysis, as they were more frequent in the CI group and modulated by age of implantation and CS exposure. Finally, a lexical diversity index, the D index, was calculated using the CLAN VOCD procedure (Duran et al., 2004), providing a probability of introducing a new word regardless of the size of the corpus.

Statistical analysis

As the aim of the present study was to characterize the children's language performance based on all the measures collected, the analyses were conducted from a multivariate perspective using factor analyses. This type of analysis makes it possible, by examining the correlations between variables, to reduce the set of variables into dimensions, or components, that summarize the dataset. This procedure allows all children to be positioned according to their performance across a reduced number of dimensions, thereby making it possible to observe trends in performance profiles while taking into account all the variables

considered. A principal components analysis (PCA) was performed using FactoMineR (Husson et al., 2024) and graphical representations were produced using factoextra (Kassambara & Mundt, 2020). The analyses focused on a dataset averaged by child, comprising aggregated (mean) acoustic measurements converted into z-scores, including:

- Acoustic variables related to the distinction between nasal and oral vowels: averages of differences (phonological and phonetic pairs) for nasal resonance (NAF) (NAF_phono, NAF_phone) and for Euclidean distances F1-F2-F3 (F123_phono, F123_phone).
- Acoustic variables related to the production of fricatives: differences in mean spectral peaks

between /f-v/ and /s-z/ (SP_1_2), and between /s-z/ and /ʃ-ʒ/ (SP_2_3) and mean values of AmpDiff and LevelD ratios.

- Acoustic variable related to the production of voiced and unvoiced stops: difference in voice onset time values between voiceless and voiced stops (VOT_UV_V).
- Variables related to the morpheme processing task: total score (TM_tot) and oral/nasal score (TM_or_nas).
- Variables related to the naming task: PCP in naming and percentage of recall on the first attempt (Naming).

Table 2

Description of the linguistic and acoustic variables used in the principal component analysis

Variable	Description	Linguistic skill assessed	Task
PPC	Percentage of correct phonemes	Phonology (production)	
Naming	Number of correct spontaneous naming responses	Lexicon	
NAF_phone	Acoustic cues of nasality measuring the presence of nasal resonance in vowels (phonetic and phonological pairs)	Phonetics – oral/nasal vowels	
NAF_phono		Phonetics – oral/nasal vowels	
F1_F2_F3_phone	Euclidean distance calculated from the formants F1–F2–F3 between oral and nasal vowels (phonetic and phonological pairs)	Phonetics – oral/nasal vowels	
F1_F2_F3_phono		Phonetics – oral/nasal vowels	Task 1: picture naming
AmpDiff	Energy ratio between mid- and low-frequency ranges in fricative noise	Phonetics – fricative consonants	
LevelD	Energy ratio between high- and mid-frequency ranges in fricative noise	Phonetics – fricative consonants	
SP_1_2	Difference in spectral peaks distinguishing places of articulation: – between anterior and medial fricatives (_1_2) – between medial and posterior fricatives (_2_3)	Phonetics – fricative consonants	
SP2_3		Phonetics – fricative consonants	
VOT_UV_V	Difference in Voice Onset Time (VOT) between voiceless and voiced plosive consonants	Phonetics – plosive consonants	
TM_tot	Total score on the morpheme processing task	Morphophonological processing	Task 2: morpheme processing
TM_or_nas	Score for items involving the oral–nasal contrast		
D	Lexical diversity index	Lexicon	
MLUm	Mean Length of Utterances in morphemes		
Simple_past	Frequency of use of the imperfect tense	Morphosyntax	Tasks 3–4: narratives
Refl_pro	Number of reflexive pronouns used		
Det_del_1syll	Determiner omissions before monosyllabic words		
Det_del_2syll	Determiner omissions before bisyllabic words		

- Variables related to narration tasks: MLUm, D index, frequency of use of the imperfect tense (Simple_past), number of reflexive pronouns (Refl_pro), omissions of determiners before monosyllabic words (Det_del_1syll) and bisyllabic words (Det_del_2syll).

All the variables collected in each task, together with their objective and the associated linguistic component assessed, are summarized in table 2.

The characteristics of the children were introduced as additional variables (without contributing to the construction of the axes) to examine their distribution along the dimensions. After extracting the dimensions, ascending hierarchical classifications (Husson et al., 2024) were carried out to form performance clusters summarizing the selected axes. The method is based on dissimilarity indices between individuals and an aggregation index between clusters, resulting in a dendrogram. This approach was chosen to typologize profiles independently of hearing status. The classification was based on the first three dimensions of the factor analysis, representing 52.9% of the explained variance. The dendrogram was used to set an optimal cut-off point to obtain a sufficiently discriminating partition without oversimplifying, according to the procedure described by Cornillon et al. (2018).

To identify cluster profiles, comparative analyses were performed using generalized linear mixed models, controlling for the random subject effect, with lme4 (v. 1.1-34; Bates et al., 2015) and emmeans (Lenth et al., 2023) under R (R Core Team, 2022).

RESULTS

Results at T1

Principal components analysis (PCA)

Factor analysis extracted 19 dimensions, corresponding to the number of variables included in the model (see table 2). Only the first three dimensions, which account for 52.9% of the explained variance, are described here. Figure 1 illustrates the contribution of the different variables to the three dimensions.

Dimension 1 (30.7% of variance explained) appears to be directly related to linguistic performance. The following variables contribute most to the positive values on this axis: Mean Length of Utterances in morphemes (MLUm: 0.8), Percentage of Correct Phonemes (PCP: 0.8), number of spontaneous evocations in naming (0.8), and score on the sentence/word-picture matching task specific to nasal and oral vowels (0.73). Strong correlations with Dimension 1 are also observed for the lexical diversity index D (0.61) and the use of the imperfect tense in narratives (0.62). On the negative side of the axis, the omission of articles before monosyllabic (-0.64) and disyllabic (-0.75) words are the major contributors. This means that positive values on Dimension 1 are associated with higher linguistic skills, whereas negative values are associated with lower skills and a greater number of morphosyntactic errors.

Dimension 2 (11.3% of explained variance) is directly associated with the acoustic marking of

Figure 1

Circle of correlations between initial variables for dimensions 1 and 2 (left) and 2 and 3 (right), according to their degree of contribution to the construction of the axes (indicated by the length of the arrows)

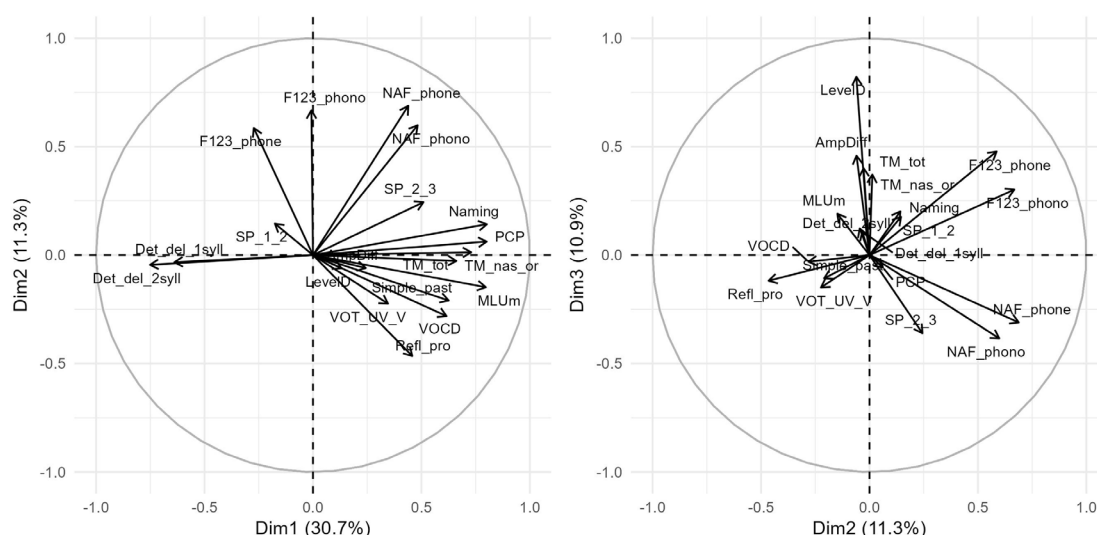


Figure 2

Representation of participants according to dimensions 1 and 2 (left) and 2 and 3 (right), for the CI and TH groups, with 95% confidence interval ellipses



the oral–nasal distinction. Positive values on this axis are mainly driven by variables reflecting nasal resonance cues (NAF_phono: 0.59; NAF_phone: 0.69) as well as by the Euclidean distances between vowels based on the F1–F2–F3 formant structure (F123_phono: 0.67; F123_phone: 0.59). This dimension reflects a clearer acoustic distinction between oral and nasal vowels, independently of the specific acoustic strategy used to encode it, whether through nasal resonance cues or formant-based differences.

Dimension 3 (10.9% of explained variance) appears to reflect differences in the acoustic cues used to encode phonetic contrasts. Positive values are mainly associated with higher LevelD values (0.82), indicating fricative productions in which energy is relatively more concentrated in the mid-frequency range than in the high frequencies, as well as greater formant-based distinction between oral and nasal vowels (F123_phono: 0.3; F123_phone: 0.47). In contrast, negative values are associated with stronger marking of nasality through nasal resonance (NAF_phono: -0.38; NAF_phone: -0.31) and with clearer distinctions between medial and posterior places of articulation for fricatives (SP2_3: -0.36). Overall, this axis appears to oppose

productions relying more on spectral energy distribution and formant structure to those relying more on nasality cues and place-of-articulation contrasts.

Figure 2 shows a clear tendency for the CI group to be on the negative side of Dimension 1 compared to the TH group (positive side), indicating lower values on language scores. Dimension 2 does not discriminate between the groups, which are located close to zero. The distribution on Dimension 2 and 3 highlights a trend on Dimension 3: the CI group is positioned more on the positive side compared to the TH group. This reflects a stronger marking of the oral/nasal opposition via the F1–F2–F3 distances and higher values of levelD and ampDiff. However, there is significant intra-group variability among CI children.

Hierarchical Ascendant Classification (HAC)

To categorize performance profiles (acoustic and linguistic) in detail, unsupervised analyses using hierarchical classification were conducted based on the three dimensions of PCA. The analysis identified four performance Clusters (see figure 3).

Cluster 1 stands out clearly on Dimension 1 and

Figure 3
Distribution of the four clusters of participants along dimensions 1 and 2 of the PCA (left) and dimensions 2 and 3 (right)

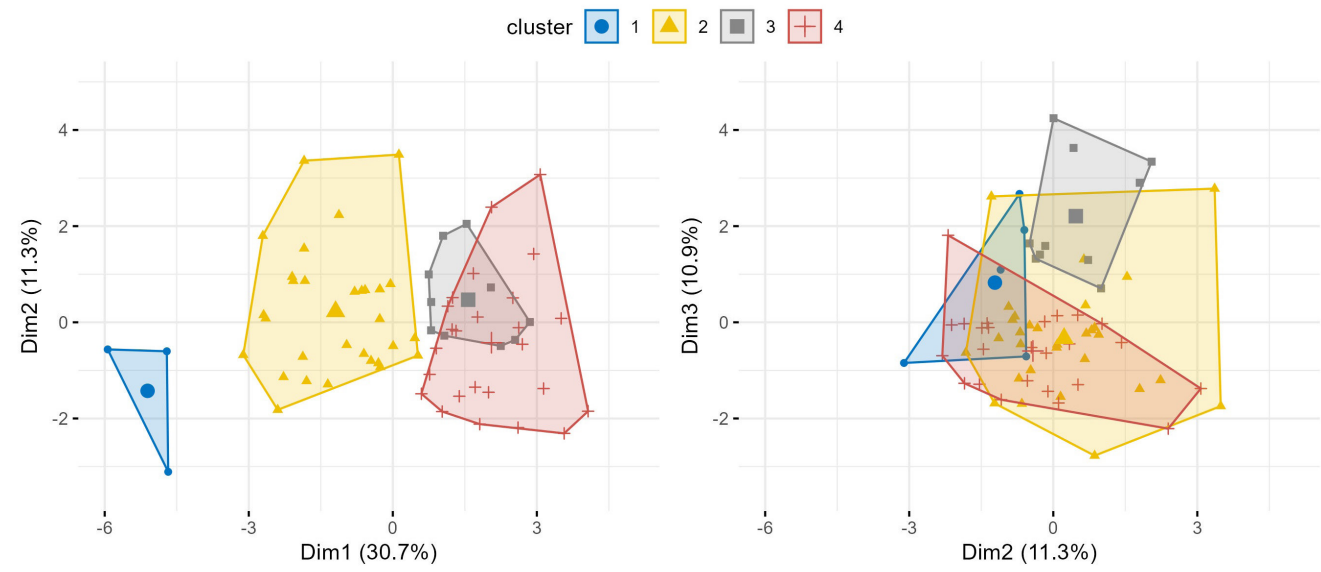


Table 3
Numbers or averages of the different clusters according to hearing status, chronological and hearing age, with associated intergroup comparison tests (χ^2 or Kruskal-Wallis)

Variable	Groups	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	p-values
Auditory status (N)	CI	5	14	4	0	<.001
	TH	0	17	6	25	
	Total	5	31	10	25	
Chronological age (months)	CI	71.6	64.3	72.7	NA	NS
	TH	NA	47.7	54.1	63.5	<.001
	Total	71.6	55.1	61.6	63.5	<.001
Auditory age (months)	CI	49.8	47.4	54.5	NA	NS
	TH	NA	47.7	54.1	63.5	<.001
	Total	49.8	47.4	54.3	63.5	<.001

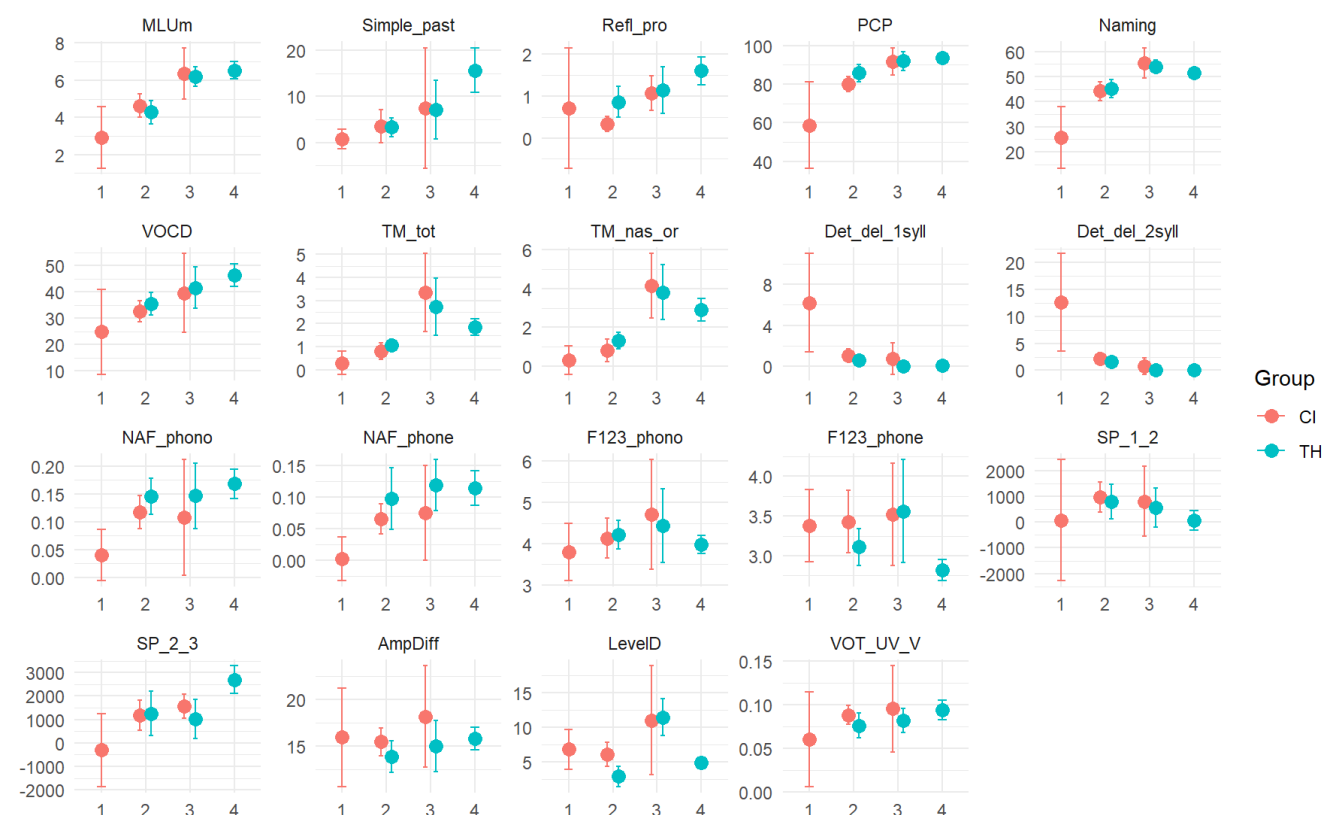
corresponds to the lowest linguistic performance; Cluster 2 is placed in an intermediate position; Clusters 3 and 4 are clearly on the right side of the Dimension 1 axis. Cluster 1 also differs in its negative values on Dimension 2, with the other clusters being close to zero. On Dimension 3, the trends are diverging: Clusters 1 and 3 are positive (especially for Cluster 3), Cluster 4 is negative, and Cluster 2 shows significant variability.

Various variables were analyzed to characterize the clusters. Table 3 shows the numbers of subjects according to hearing status and the mean ages of each cluster, as well as the p-values of the χ^2 (independence) or Kruskal-Wallis tests.

We observe that Cluster 1 includes only CI children ($n = 5$), while Cluster 4 includes only TH children ($n = 25$). Clusters 2 and 3 have equivalent proportions of CI and TH children. In terms of chronological age, TH children are younger in Clusters 2 than in Clusters 3 and 4, while children in Cluster 1 are the oldest among the CI children. In terms of hearing age, the CI children are statistically equivalent across the three Clusters. It should be noted that in Cluster 2, the auditory ages of CI and TH children are equivalent. The chi-square tests indicated no significant association between clusters and CS exposure groups ($\chi^2(4) = 5.24$, $p = .30$) or age at implantation groups ($\chi^2(2) = 1.44$,

Figure 4

Mean values with 95% confidence intervals for the initial PCA variables, grouped by clusters (x-axis) and differentiated according to hearing status (color)



$p = .50$), suggesting that these variables are similarly distributed across clusters.

To further explore the general findings from the PCA, comparisons of the raw values of the different variables were made and are summarized in figure 4, allowing for a detailed characterization of the four Clusters.

- Cluster 1 (CI children only): Children in Cluster 1 show the lowest linguistic performance overall, with lower Mean Lengths of Utterances in morphemes (MLUm), Percentage of Correct Phonemes (PCP), and spontaneous naming scores than the other clusters. For lexical diversity (D) and the morpheme processing task (total and oral–nasal items), their performance is similar to Cluster 2 but remains lower than that of Clusters 3 and 4. From an acoustic perspective, oral–nasal marking through the NAF index is weaker than in the other clusters, although formant-based distances for oral–nasal contrasts (phonetic pairs) are greater than in Cluster 4. The distinction between medial and posterior fricatives is clearer than in Cluster 1 but less marked than in Cluster 4, while LevelD values are comparable to those of Clusters 1 and 4. No differences between clusters are observed for the voiced–voiceless VOT contrast.

voiceless VOT is also less pronounced than in Cluster 4.

- Cluster 2 (equivalent CI / TH proportions): Cluster 2 shows intermediate linguistic performance. Scores for MLUm, PCP, and spontaneous naming are higher than in Cluster 1 but remain lower than in Clusters 3 and 4, and lexical diversity (D) is lower than in Cluster 4. Acoustically, oral–nasal marking through NAF is stronger than in Cluster 1. In addition, formant-based distances for oral–nasal contrasts (phonetic pairs) are greater than in Cluster 4. The distinction between medial and posterior fricatives is clearer than in Cluster 1 but less marked than in Cluster 4, while LevelD values are comparable to those of Clusters 1 and 4. No differences between clusters are observed for the voiced–voiceless VOT contrast.
- Cluster 3 displays high linguistic performance, with MLUm, PCP, lexical diversity (D), and spontaneous naming scores higher than those of Clusters 1 and 2 and comparable to those of Cluster 4. For oral–nasal marking based on the NAF index, values are similar to those observed

in Clusters 2 and 4. However, formant-based distances (for phonological pairs) are higher than in Cluster 4. For fricatives, the distinction between medial and posterior places of articulation is weaker than in Cluster 4, and this cluster shows the highest LevelD values.

- Cluster 4 (TH children only): Cluster 4 shows the strongest overall linguistic performance, often comparable to Cluster 3 but characterized by more frequent use of the simple past tense and reflexive pronouns. Phonetically, formant-based distances for oral–nasal contrasts are lower than in some other clusters. In contrast, this cluster shows the clearest distinction between medial and posterior fricatives, indicating a particularly robust marking of place of articulation.

The average differences between Clusters for F1-F2-F3 distances (phonological pairs), spectral peaks (front fricatives vs. mid fricatives), and the ampDiff index are statistically equivalent. For Clusters 2 and 3 (equivalent CI/TH proportions), tests examined the effect of hearing status, cluster, and their interaction. Higher values in TH, regardless of cluster, are observed for PCP ($\chi^2(1) = 3.5$; $p = .05$) and for the oral/nasal item score ($\chi^2(1) = 3.4$; $p = .06$). Acoustically, a group effect in favor of THs appears for NAF (phonological pairs: $\chi^2(1) = 4.39$; $p = .03$; phonetic: $\chi^2(1) = 3.42$; $p = .05$). Higher values for the ampDiff ($\chi^2(1) = 4.44$; $p = .03$) and levelD ($\chi^2(1) = 3.41$; $p = .05$) ratios were noted in the CIs.

Results at T2

A subgroup of 13 children with CI from the total sample repeated all the tasks one year after T1 (T2).

T1–T2 comparisons

Repeated measures analyses show significant progress for various measures related to language skills:

- MLUm ($\beta = 1.26$; SE = 0.25; $t(12) = 5.04$; $p < .001$)
- Reflexive pronouns ($\beta = 4.5$; SE = 1.15; $t(12) = 3.95$; $p = .001$)
- PCP ($\beta = 5$; SE = 1.4; $t(12) = 2.55$; $p = .003$)
- Number of spontaneous evocations in the naming task ($\beta = 7$; SE = 2.02; $t(12) = 3.46$; $p = .004$)
- Lexical diversity index D ($\beta = 11.4$; SE = 7.07; $t(12) = 2.81$; $p = .01$).

Acoustically, changes were observed for fricatives: improved median/posterior distinction ($\beta = 1203$; SE = 276; $t(12) = 4.36$; $p < .001$) and increase in ampDiff ($\beta = 1.57$; SE = 0.75; $t(12) = 2.1$; $p = .05$). For most measurements, variability decreases at T2.

Principal components analysis and hierarchical ascendant classification

The subgroup data were projected onto the initial factorial plane (predicted coordinates on the dimensions obtained at T1), allowing for a comparison of the T1 vs. T2 positions (figure 5).

On Dimension 1, according to the participants, there is a shift towards positive values, indicating linguistic improvement. On Dimension 2, the shifts are mixed (towards positive: N = 7; towards negative: N = 6). On Dimension 3, there is a more general trend towards negative (N = 10), which may indicate better use of nasal resonance cues for oral/nasal opposition and/or more adequate phonetic realization of fricatives (better distinction of places; better friction noise). Some participants (e.g., CI10, CI12) show very small shifts between T1 and T2.

Based on the projected T2 coordinates, it was possible to locate T2 performances in relation to the clusters defined at T1. Table 4 shows the assignment to clusters at T1 and T2, as well as chronological age (CA) and hearing age (HA).

Four children (30.7%) changed clusters: CI14 moved from cluster 1 to cluster 2, CI18 and CI23 moved from cluster 2 to cluster 3, and CI16 moved from cluster 3 to cluster 4. Nine children (69.3%) remained in the same cluster as at T1.

For CI16 (who joins Cluster 4 at T2), the changes mainly concern: an increase in PCP and spontaneous evocations, a decrease in determiner omissions before monosyllabic words (with an increase before disyllabic words), an increase in oral/nasal marking via the oropharyngeal configuration, and better distinction of the places of articulation of fricatives. In the other subjects, the improvements are more related to overall linguistic scores: an increase in MLUm, the use of the imperfect tense and personal pronouns in narratives, and lexical diversity. CI18 also shows better marking of the oropharyngeal configuration for oral/nasal vowels, better distinction of the places of articulation of fricatives, and higher ampDiff values.

Figure 5
Representation of children at times T1 and T2 on dimensions 1 and 2 (left) and on dimensions 2 and 3 (right). The arrows connect the coordinates between the two assessments

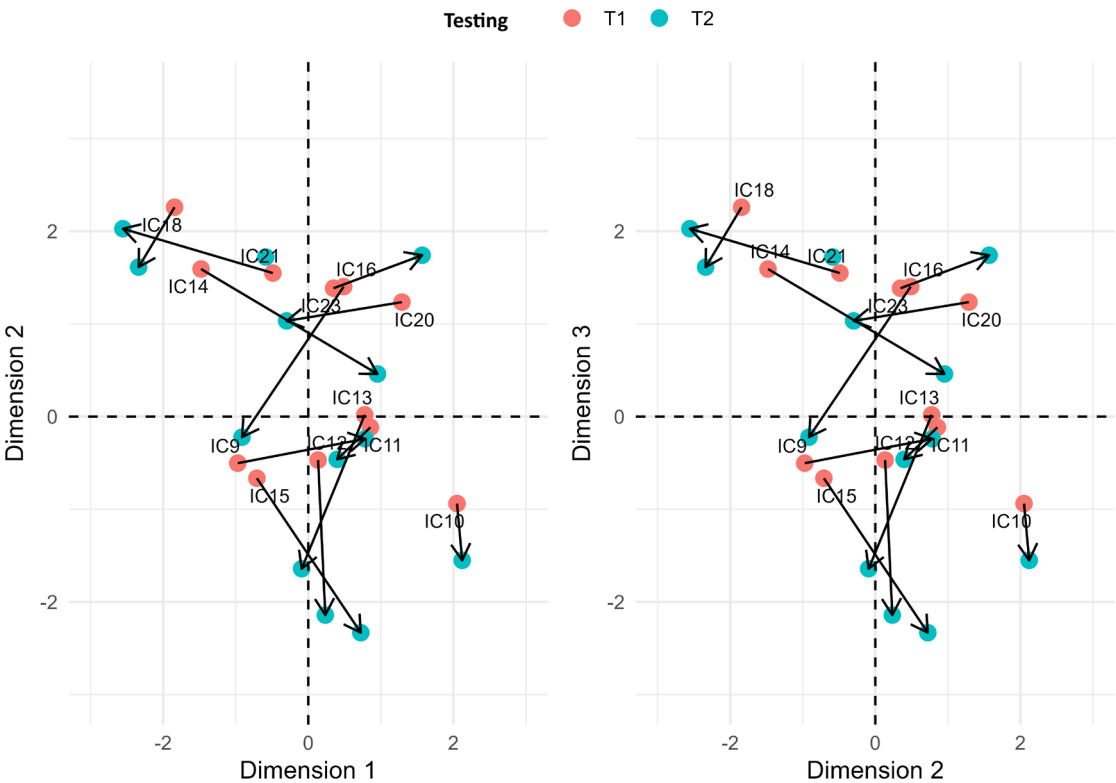


Table 4
Chronological age (CA) and hearing age (HA), as well as cluster membership during tests 1 and 2, for the subgroup of children with cochlear implants (CI).

Subjects	CA - T1	HA - T1	Cluster - T1	CA - T2	HA - T2	Cluster - T2
CI9	57	44	2	69	56	2
CI10	54	42	2	66	54	2
CI11	54	36	2	66	48	2
CI12	66	42	2	71	57	2
CI13	87	61	2	99	73	2
CI14	94	71	1	106	83	2
CI15	83	63	2	95	75	2
CI16	81	61	3	96	76	4
CI18	45	33	2	60	48	3
CI20	44	33	2	58	47	2
CI21	59	42	3	74	57	3
CI22	79	66	3	61	48	3
CI23	60	39	2	75	54	3

Note. Changes in cluster membership between T1 and T2 are highlighted in bold in the last column.

DISCUSSION

The objective of this study was to examine the production profiles of children with cochlear implants (CI) and children with typical hearing (TH) for three types of speech sounds whose acoustic correlates pose different challenges for the CI (nasal/oral vowels, fricative and occlusive consonants), in relation to their phonological, lexical, and morphosyntactic language skills. To do this, factor analyses were conducted, and then clusters were formed using hierarchical classification. Various influencing factors were considered: chronological/auditory age, exposure to Cued Speech, and age at first implantation. A subgroup of CI children also repeated the tasks one year after the first session, allowing for a longitudinal comparison of performance.

Factor analysis revealed three dimensions explaining approximately 50% of the total variance. The first dimension was directly related to overall linguistic performance: phonological scores, number of spontaneous evocations in naming, lexical diversity index, scores on the sentence/word-picture matching task, and indices of morphosyntactic development. This dimension clearly discriminated between children according to their hearing status, with CI children generally showing lower linguistic performance. The combination of different skills, phonological, lexical, and morphosyntactic, suggests relatively homogeneous joint development in our sample. This may seem to contrast with some studies that attribute a special status to the lexicon, which may be better preserved due to the greater perceptual and conceptual salience of lexical units (Caselli et al., 2012; Duchesne et al., 2009; Le Normand & Moreno-Torres, 2014; Rinaldi et al., 2013). However, this finding is not universally confirmed, with other studies (Camba et al., 2021; Le Normand & Moreno-Torres, 2014) also highlighting an increased vulnerability of CI children in terms of lexical skills, especially in narrative tasks. These discrepancies may be explained by methodological differences: studies concluding that lexical abilities are preserved most often rely on formal tests (picture naming or pointing tasks), whereas narrative production involves more complex linguistic processes that are closer to natural communication situations. Our results therefore suggest that lexical development may also represent a point of vulnerability in some children with cochlear implants, particularly in more ecological language production tasks.

Dimensions 2 and 3 of the PCA were linked to acoustic production profiles: high values on axis 2 indicated the ability to distinguish between oral and nasal sounds regardless of the production strategy (oronasal resonance vs. specific oropharyngeal configuration); dimension 3 specifically differentiated between these two strategies. On this dimension, the groups of children were again clearly separated: CI children tended to mark the oral/nasal opposition with the oropharyngeal configuration, unlike TH children, who used oral resonance more often than nasal resonance. This result was expected, as it corroborates observations from repetitions of pseudo-words containing nasal and oral vowels (Fagniat et al., 2025a). This performance profile appears to be directly related to the perceptual limitations associated with cochlear implants, which in turn influence production strategies. While the acoustic correlates underlying the nasal–oral contrast related to resonance are highly complex and therefore more likely to be poorly encoded by the implant, the formant patterns associated with oropharyngeal configurations appear to be better encoded. These types of cues also have the advantage of being at least partially visually accessible in the case of vowels, through distinct degrees of openness and lip rounding. It should also be noted that Dimension 3 was associated with the quality of fricative production (LevelD values) as well as with the distinction between medial and posterior places of articulation. Children with CI were more strongly associated with a mode of fricative production characterized by energy concentrated in the mid frequencies (rather than in the high frequencies) and by a less marked distinction between fricative consonants relying on high-frequency spectral peaks. This performance profile also appears to be linked to the perceptual limitations of cochlear implants, particularly the technological difficulties in encoding frequencies above 8 kHz (Loizou, 2006), and is consistent with previous observations reported in CI users (Grandon & Vilain, 2020; Reidy et al., 2017; Yang & Xu, 2023).

Hierarchical classifications based on the factorial dimensions divided the sample into four distinct clusters. These clusters were clearly differentiated along Dimension 1 (linguistic performance) and Dimension 3 (oral/nasal contrast based on nasal resonance versus oropharyngeal configuration). Two sharply contrasting profiles were particularly salient: while Cluster 4, composed exclusively

of TH children, displayed the highest linguistic performance, while Cluster 1, composed solely of children with CI, showed the lowest scores. These differences did not appear to be attributable to age: although children in Cluster 1 had a lower auditory age than those in Cluster 4, their mean auditory age was not statistically different from that of the CI children in Clusters 2 and 3, and even to that of the TH children in Cluster 2, yet without achieving comparable performance levels. These children, whose linguistic abilities remained markedly below those of peers with the same auditory age, may reflect atypical developmental profiles previously described in the literature (Benassi et al., 2021; Majorano et al., 2024) and/or contribute to the often-reported and difficult-to-explain variability observed among CI users.

Production profiles also differed markedly. The children in Cluster 4 clearly distinguished the oral/nasal contrast using typical mechanisms (oral vs. oro-nasal resonance; specific oral configuration), differentiated fricative places of articulation with rich spectral energy in mid- and high-frequency ranges, and produced a clear voiced/voiceless stop contrast in voice onset time (VOT). In contrast, the children in Cluster 1 displayed only weak marking of the oral/nasal opposition based on nasal resonance cues, without compensatory enhancement of the oropharyngeal configuration; the fricative places of articulation (high-frequency spectral peaks) were poorly differentiated, with friction noise predominantly concentrated in the mid-frequency range, and the VOT distinction between voiced and voiceless stops was reduced. This production profile directly reflects the transmission limitations inherent to cochlear implants, namely, the reduced spectral resolution in low frequencies (affecting the oral/nasal distinction) and degraded encoding of high frequencies (impacting fricative place and friction noise – Shadle et al., 2023).

Moreover, the children in Cluster 1 did not seem to compensate by relying more effectively on cues better encoded by the CI, such as temporal cues (VOT) or those related to oropharyngeal configuration (formant frequencies). These pronounced and weakly compensated perceptual difficulties, leading to underspecified phonological representations, are likely to cascade into broader linguistic weaknesses, as observed here, a link consistent with models connecting phonological representations to language development in developmental language disorders (Chiat, 2001; Joanisse & Seidenberg, 1998; Leonard et al.,

1992), applied here to the perceptual limitations associated with CI use. Clusters 2 and 3, which included similar proportions of CI and TH children, presented intermediate profiles in linguistic performance. Cluster 2 outperformed Cluster 1 on all linguistic measures, whereas Cluster 3 differed from Cluster 4 only on more complex grammatical markers (reflexive pronouns, use of the imperfect tense). Acoustically, Clusters 2 and 3 diverged slightly: children in both groups showed a relatively balanced marking of the oral/nasal contrast between nasal resonance and oropharyngeal configuration. They also distinguished fricative places of articulation, but children in Cluster 3 displayed the highest levelD values, indicating lower energy concentration in the very high-frequency range of the friction noise.

A similar effect of auditory status was observed in both clusters: among CI children, marking through nasal resonance was weaker than in TH children, but marking through oropharyngeal configuration was stronger; moreover, levelD values were consistently lower (less high-frequency energy) among CI children. Thus, the CI subgroups in Clusters 2 and 3 appear to produce speech influenced by the implant's specific limitations (reduction in poorly transmitted cues: nasal resonance, high frequencies) but, unlike Cluster 1, they have developed effective compensatory strategies. Indeed, the over-marking of the oral/nasal contrast through oropharyngeal configuration has been associated with increased intelligibility (Fagniat et al., 2025a). Furthermore, the clear VOT distinction between voiced and voiceless stops reflects efficient use of temporal cues, which are known to be more reliably encoded by CIs. More broadly, efficient use of temporal cues among CI children has been linked to better spectral resolution (Landsberger et al., 2019) and improved identification/discrimination of oral and nasal vowels (Fagniat et al., 2024a), which could explain their superior performance compared to children in Cluster 1.

We sought to determine whether participant characteristics could account for their distribution across clusters. A chronological age effect emerged among the TH group: mean age increased progressively from Clusters 2 → 3 → 4, reflecting a maturation of linguistic abilities and phonetic mechanisms. The production profile of TH children in Cluster 3 was more unexpected: the older children in this group exhibited a lower representation of high-frequency energy in fricative

noise and an over-marking of oropharyngeal configuration for the oral/nasal opposition. The presence of such a profile among TH children illustrates the high interindividual variability of productive abilities in the general population, without a major impact on linguistic development, as attested by the high-performance level of this group.

Among CI children, inter-cluster differences were not explained by either chronological or auditory age, which showed equivalent means. However, the age gap between CI and TH children varied across clusters, depending on whether chronological or auditory age was considered. For instance, in Clusters 2 and 3, CI children were chronologically older on average than their TH peers, but their mean auditory ages were equivalent to the chronological ages of TH children in Cluster 2. The intermediate performance of CI children in this Cluster could therefore be explained by a delayed exposure to the auditory signal through the CI, consistent with studies reporting equivalent performance between TH and CI children when matched for auditory age (Guo & Spencer, 2017). In this sense, CI children in Cluster 3 may represent a more favorable profile: despite having a mean auditory age lower than the chronological age of their TH peers in the same group, they exhibited advanced productive mechanisms (effective compensations) leading to high linguistic performance.

The various individual characteristics, and, for CI children, early implantation and exposure to CS, showed no statistical association with cluster distribution. Within our sample, it therefore appears that the development of compensatory strategies in response to perceptual difficulties may, or may not, emerge independently of multimodal stimulation via CS or of an early implantation profile. These findings contrast with studies highlighting the positive effects of early implantation (Karlton et al., 2020; Kral et al., 2019) or exposure to CS (Leybaert et al., 2016; Machart et al., 2024; Van Bogaert et al., 2023). However, it is possible that our analyses—combining acoustic production data with diverse linguistic measures—capture greater interindividual variability than studies focusing on a single aspect. The combination of these dimensions reveals profiles that do not allow clear identification of favorable or unfavorable factors from a statistical perspective. However, although the statistical analyses did not reveal any significant association between individual

variables and class membership, a descriptive examination of the children composing Cluster 1 provides some contextual elements. Among them, three were implanted after the age of two years, a condition often considered less favorable for language development in the literature (Karlton et al., 2020; Kral et al., 2019; Sharma et al., 2020). Exposure to CS also appears limited in this group: two children are not exposed to CS and two others receive only occasional exposure. Finally, certain individual characteristics may also play a role, such as the presence of a bilingual environment for one child or unilateral implantation for another. Although these elements cannot be interpreted as explanatory factors in a statistical sense, they suggest that several potentially less favorable conditions may accumulate in some children presenting the most fragile linguistic profiles.

The one-year comparison within the CI subgroup revealed a general trend toward linguistic improvement (MLU_m, reflexive pronouns, percentage of correct phonemes, naming, lexical diversity) and an enhancement in fricative quality (better mid/posterior distinction, higher ampDiff values). These developments may explain the shifts observed along the factorial dimensions when projected onto the initial model: toward positive values on D1 (improved linguistic skills) and toward negative values on D3, likely linked to the increased quality of fricatives, since cues related to nasal vowels did not change.

The fact that children progressed in distinguishing fricative places of articulation but not in nasal vowel resonance sheds light on the differential roles of spectral and articulatory constraints. Fine spectral resolution in the low-frequency range, critical for the oral/nasal distinction, is often imprecise with CIs (Başkent & Shannon, 2005), which could explain the initially variable levels and lack of consistent improvement. In contrast, the limitations in high frequencies for fricatives can be partially compensated through linguistic experience, via the use of somatosensory correlates and visual cues (e.g., visible labial differences depending on place of articulation). Multimodal development (maturation + experience) may therefore promote productive mastery of these contrasts despite perceptual limitations. The fact that only ampDiff (mid-frequency energy) and not levelD (very high-frequency energy) improved supports the persistence of constraints in the highest frequency ranges.

The new hierarchical classification resulted in few changes (4 out of 13 children). It is encouraging that one child from Cluster 1 moved to an intermediate cluster. This child was among the oldest in both auditory and chronological age (respectively 71 and 94 months old at T1) and lived in a bilingual environment (family language = Arabic). Family bilingualism is sometimes mentioned as a potential risk factor in deaf children (Vukkadala et al., 2018), although findings in CI populations remain nuanced (Deriaz et al., 2014; Van der Straten Waillet et al., 2023) and are strongly modulated by socioeconomic status, parental involvement, and the amount of oral stimulation in both languages. The transition of this child to Cluster 2, however, suggests a non-atypical developmental profile, likely to continue improving with maturation and experience.

Among the three other children who changed clusters, several favorable factors were observed: implantation before 16 months of age and early, sustained exposure to CS in two of them. Participant CI16 even reached a level allowing inclusion in Cluster 4, which initially consisted only of TH children with the highest linguistic proficiency. Nevertheless, 9 out of 13 children remained in the same cluster, reflecting progress that was insufficient to reach the levels of Clusters 3 and 4, despite increases in both chronological and auditory ages. This subgroup remained in Cluster 2, with a growing gap between their mean auditory age and the chronological mean of TH children in that same cluster at T1. This result supports the idea of a slower acquisition rate in CI children (Chilosi et al., 2013; Moreno-Torres et al., 2016), possibly linked to the cognitive cost of perceptuo-productive compensatory strategies, which may align their developmental trajectory with that of younger TH children (in both chronological and auditory terms).

All these results suggest several implications for clinical practice. In particular, it appears important to focus very early on the quality of the perception of certain phonological contrasts that are especially vulnerable when transmitted through the CI, such as the opposition between nasal and oral vowels, as well as on the impact that these difficulties may have on the development of linguistic skills, particularly at the morphemic level. Moreover, supporting effective visuo-perceptual strategies (e.g., CS) that may partially compensate for the perceptual limitations associated with the implant appears particularly relevant, as these strategies

seem to be associated with linguistic profiles closer to those of typically hearing children. Finally, increased vigilance in follow-up appears necessary: although the acquisition of spoken language may approach that observed in typically hearing peers, it may nevertheless remain slower. This aspect becomes even more critical with increasing age, which is marked by greater learning complexity and an increased cognitive cost of linguistic processing.

This study opens many perspectives but also presents several important limitations that should be acknowledged: the modest sample size and the difficulties in achieving balanced groups (chronological and hearing age, age at implantation, etc.), which require caution in the interpretation of the results. In addition, the longitudinal dimension remains partial: only a fraction of the CI subgroup was retested, which does not allow the overall progression or that of each class as a whole to be evaluated and limits the analysis of influencing factors. Furthermore, additional data and a longitudinal approach for children in the TH group would also have been desirable. The age effects observed in this group should be interpreted with caution, as they rely on distinct age samples. Finally, it should be noted that the assessment protocol used in the present study was designed to be administered in a single session while remaining suitable for children across a broad age range (3–7 years). It therefore did not allow the evaluation of all linguistic abilities, particularly through perceptual tasks and/or a wider variety of production tasks. A nonword repetition task, for example, could be particularly relevant, as it allows the assessment of phonological production abilities without relying on internal lexical representations; such tasks have also shown good sensitivity in discriminating different performance profiles among children with cochlear implants (David et al., 2021). From this perspective, the replication of multivariate studies integrating both acoustic measures that objectify production strategies and broader measures of linguistic abilities, within a longitudinal framework and with more detailed documentation of the children's linguistic environment (notably, more precise characterization of exposure to Cued Speech and control of decoding skills, daily duration of implant use, etc.), would help consolidate these findings and deepen their interpretation, while also providing directions for improving diagnostic methods and the follow-up of children with cochlear implants.

CONCLUSION

The overall examination of phonological, lexical, and morphosyntactic performance, together with the acoustic analysis of the production of different phonetic segments, highlights a marked heterogeneity in the linguistic profiles of children with cochlear implants compared with their typically hearing peers. A first group of children shows difficulties across all the linguistic skills assessed, associated with production profiles consistent with significant perceptual limitations that are only weakly compensated. Two other groups display linguistic performance comparable to that of typically hearing children matched for hearing age. In these children, production profiles suggest the use of different compensatory strategies that help to partially overcome the perceptual constraints associated with the implant. Finally, the evolution of performance observed over a one-year interval reveals heterogeneous developmental trajectories, underscoring the importance of longitudinal monitoring of linguistic abilities in children with cochlear implants.

DECLARATION OF INTERESTS

The authors declare that they have no conflicts of interest related to this article.

FUNDING

No funding was sought for this research.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors extend their warmest thanks to the children and their parents for participating in the study, as well as to the teams of speech-language pathologists and teachers who facilitated the testing.

REFERENCES

- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Başkent, D., & Shannon, R. V. (2005). Interactions between cochlear implant electrode insertion depth and frequency-place mapping. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(3), 1405-1416. <https://doi.org/10.1121/1.1856273>
- Benassi, E., Boria, S., Berghenti, M. T., Camia, M., Scorza, M., & Cossu, G. (2021). Morpho-syntactic deficit in children with cochlear implant: Consequence of hearing loss or concomitant impairment to the language system? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9475. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189475>
- Borel, S. (2015). *Perception auditive, visuelle et audiovisuelle des voyelles nasales par les adultes devenus sourds. Lecture labiale, implant cochléaire, implant du tronc cérébral*. [Thèse de doctorat, Université Sorbonne Paris Cité]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-01162201v1>
- Bourdin, B., Ibernou, L., Le Driant, B., Levrez, C., & Vandromme, L. (2016). Troubles morphosyntaxiques chez l'enfant sourd et chez l'enfant dysphasique : similarités et spécificités. *Revue de Neuropsychologie*, 8(3), 161-172. <https://doi.org/10.1684/nrp.2016.0386>
- Bouton, S., Serniclaes, W., Bertoncini, J., & Colé, P. (2012). Perception of speech features by French-speaking children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(1), 139-153. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0330\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0330))
- Cambra, C., Losilla, J. M., Mena, N., & Pérez, E. (2021). Differences in picture naming between children with cochlear implants and children with typical hearing. *Heliyon*, 7(12), e08507. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08507>
- Carignan, C., Chen, J., Harvey, M., Stockigt, C., Simpson, J., & Strangways, S. (2023). An investigation of the dynamics of vowel nasalization in Arabana using machine learning of acoustic features. *Laboratory Phonology*, 14(1). <https://doi.org/10.16995/labphon.9152>
- Caselli, M. C., Rinaldi, P., Varuzza, C., Giuliani, A., & Burdo, S. (2012). Cochlear implant in the second year of life: Lexical and grammatical outcomes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(2), 382-394. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0248\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0248))
- Chalard, M., Bonin, P., Méot, A., Boyer, B., & Fayol, M. (2003). Objective age-of-acquisition (AoA) norms for a set of 230 object names in French: Relationships with psycholinguistic variables, the English data from Morrison et al. (1997), and naming latencies. *European Journal of Cognitive Psychology*, 15(2), 209-245. <https://doi.org/10.1080/09541440244000076>
- Charlier, B. (2020). Communication, ressenti psychologique et qualité de vie. In J. Leybaert & S. Borel (dir.), *Surdités de l'enfant et de l'adulte. Bilans et interventions orthophoniques* (p.223-231). De Boeck Supérieur.
- Cheng, K., & Chen, X. (2020). The effects of intrinsic acoustic cues on categorical perception in children with cochlear implants. *International Journal of English Linguistics*, 10(5), 110-124. <https://doi.org/10.5539/ijel.v10n5p110>
- Chiat, S. (2001). Mapping theories of developmental language impairment: Premises, predictions and evidence. *Language and Cognitive Processes*, 16(2-3), 113-142. <https://doi.org/10.1080/01690960042000012>
- Chilosi, A. M., Comparini, A., Scusa, M. F., Orazini, L., Forli, F., Cipriani, P., & Berrettini, S. (2013). A longitudinal study of lexical and grammar development in deaf Italian children provided with early cochlear implantation. *Ear & Hearing*, 34(3), e28-e37. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31827ad687>
- Cornillon, P.-A., Guyader, A., Husson, F., Jégou, N., Josse, J., Klutchnikoff, N., Le Pennec, E., Matzner-Løber, E., Rouvière, L., & Thieurmél, B. (2018). Classification non supervisée. In F. Husson (dir.), *R pour la statistique et la science des données* (p.243-262) Saic Edition. <https://hal.science/hal-02321839v1>
- David, C., Tuller, L., Schweitzer, E., Lescanne, E., Bonnet-Brilhault, F., Gomot, M., & Ferré, S. (2021). Does phonological complexity provide a good index of language disorder in children with cochlear implants? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(11), 4271-4286. <https://doi.org/10.1044/2021.JSLHR-20-00642>

- Deriaz, M., Pelizzone, M., & Fornos, A. P. (2014). Simultaneous development of 2 oral languages by child cochlear implant recipients. *Otology & Neurotology*, 35(9), 1541-1544. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000497>
- Duchesne, L., Sutton, A., & Bergeron, F. (2009). Language achievement in children who received cochlear implants between 1 and 2 years of age: Group trends and individual patterns. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(4), 465-485. <https://doi.org/10.1093/deafed/enp010>
- Duchesne, L., Sutton, A., Bergeron, F., & Trudeau, N. (2010.). Le développement lexical précoce des enfants porteurs d'un implant cochléaire. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology*, 34(2), 132-145. https://cjslpa.ca/files/2010_CJSLPA_Vol_34/No_02_81-152/Duchesne_sutton_bergeron_trudeau_CJSLPA_2010.pdf
- Durán, P., Malvern, D., Richards, B., & Chipere, N. (2004). Developmental trends in lexical diversity. *Applied Linguistics*, 25(2), 220-242. <https://doi.org/10.1093/applin/25.2.220>
- Fagniat, S., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Huet, K., Piccaluga, M., Watterman I., & Charlier, B. (2024a). Nasal/oral vowel perception in French-speaking children with cochlear implants and children with typical hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(4), 1243-1267. https://doi.org/10.1044/2024_JSLHR-23-00274
- Fagniat, S., Charlier, B., Delvaux, V., Huberlant, A., Harmegnies, B. G., Piccaluga, M., & Huet, K. (2024b). Consonant and vowel production in children with cochlear implants: Acoustic measures and multiple factor analysis. *Frontiers in Audiology and Otology*, 2, 1425959. <https://doi.org/10.3389/fauot.2024.1425959>
- Fagniat, S., Charlier, B., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Piccaluga, M., & Huet, K. (2024c). Production of fricative consonants in French-speaking children with cochlear implants and typical hearing: Acoustic and phonological analyses. *Proceedings Interspeech 2024* (p.877-881). <https://doi.org/10.21437/interspeech.2024-871>
- Fagniat, S., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Huet, K., Piccaluga, M., Watterman I., & Charlier, B. (2025a). Producing nasal vowels without nasalization? Perceptual judgments and acoustic measurements of nasal/oral vowels produced by children with cochlear implants and typically hearing peers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 68(1), 301-322. https://doi.org/10.1044/2024_JSLHR-24-00083
- Fagniat, S., Charlier, B., Delvaux, V., Harmegnies, B., Huberlant, A., Piccaluga, M., & Huet, K. (2025b). Morphosyntactic production and processing skills in relation to age effects and lexical-phonological levels among children with cochlear implants and typically hearing peers: A focus on vowel nasality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19, 1528388. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1528388>
- Gaul Bouchard, M.-E., Le Normand, M.-T., & Cohen, H. (2007). Production of consonants by prelinguistically deaf children with cochlear implants. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 21(11-12), 875-884. <https://doi.org/10.1080/02699200701653634>
- Giezen, M. R., Escudero, P., & Baker, A. (2010). Use of acoustic cues by children with cochlear implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(6), 1440-1457. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0252](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0252)
- Grandon, B. (2016). *Développement typique et atypique de la production de parole : caractéristiques segmentales et intelligibilité de la parole d'enfants porteurs d'un implant cochléaire et d'enfants normo-entendants de 5 à 11 ans*. [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-01690615v1>
- Grandon, B., Vilain, A., Løevenbruck, H., Schmerber, S., & Truy, E. (2017). Realisation of voicing by French-speaking CI children after long-term implant use: An acoustic study. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 31(7-9), 598-611. <https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1302511>
- Grandon, B., & Vilain, A. (2020). Development of fricative production in French-speaking school-aged children using cochlear implants and children with normal hearing. *Journal of Communication Disorders*, 86, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2020.105996>
- Guo, L.-Y., & Spencer, L. J. (2017). Development of grammatical accuracy in English-Speaking children with cochlear implants: A longitudinal study. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 60(4), 1062-1075. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-H-16-0182
- Hage, C. (2005). De la communication au langage : développement du langage oral chez l'enfant atteint de déficience auditive profonde. In C. Transler, J. Leybaert, & J. E. Gombert (dir.), *L'acquisition du langage par l'enfant sourd. Les signes, l'oral et l'écrit* (p.121-146). Solal.
- Hedlung, G., & Rose, Y. (2020). *Phon* (version 3.1) [Logiciel]. <https://phon.ca>
- Hedrick, M., Bahng, J., von Hapsburg, D., & Younger, M. S. (2011). Weighting of cues for fricative place of articulation perception by children wearing cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 50(8), 540-547. <https://doi.org/10.3109/14992027.2010.549515>
- Horga, D., & Liker, M. (2006). Voice and pronunciation of cochlear implant speakers. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2-3), 211-217. <https://doi.org/10.1080/02699200400027015>
- Husson, F., Josse, J., Lê, S., & Mazet, J. (2024). *FactoMineR: Multivariate exploratory data analysis and data mining* (version 2.11) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/index.html>
- Joanisse, M. F., & Seidenberg, M. S. (1998). Specific language impairment: A deficit in grammar or processing? *Trends in Cognitive Sciences*, 2(7), 240-247. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01186-3](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01186-3)
- Karltorp, E., Eklöf, M., Östlund, E., Asp, F., Tideholm, B., & Löfkvist, U. (2020). Cochlear implants before 9 months of age led to more natural spoken language development without increased surgical risks. *Acta Paediatrica*, 109(2), 332-341. <https://doi.org/10.1111/apa.14954>
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and visualize the results of multivariate data analyses* (version 1.0.7) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/index.html>
- Kral, A., Dorman, M. F., & Wilson, B. S. (2019). Neuronal development of hearing and language: Cochlear implants and critical periods. *Annual Review of Neuroscience*, 42(1), 47-65. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-080317-061513>
- Landsberger, D. M., Stupak, N., Green, J., Tona, K., Padilla, M., Martinez, A. S., Eisenberg, L. S., & Waltzman, S. (2019). Temporal modulation detection in children and adults with cochlear implants: Initial results. *Otology & Neurotology*, 40(3), e311-e315. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002122>
- Lane, H., Matthies, M., Perkell, J., Vick, J., & Zandipour, M. (2001). The effects of changes in hearing status in cochlear implant users on the acoustic vowel space and CV coarticulation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(3), 552-563. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2001/043\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2001/043))

- Le Normand, M.-T., & Moreno-Torres, I. (2014). The role of linguistic and environmental factors on grammatical development in French children with cochlear implants. *Lingua*, 139, 26-38. <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2013.02.012>
- Le Normand, M.-T., & Thai-Van, H. (2023). Early grammar-building in French-speaking deaf children with cochlear implants: A follow-up corpus study. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 58(4), 1204-1222. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12854>
- Lenth, R. V., Piastowski, J., Banfai, B., Bolker, B., Buerkner, P., Giné-Vázquez, I., Herve, M., Jung, M., Love, J., Miguez, F., Riebl, H., & Singmann, H. (2023). *emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means* (version 1.8.8) [Logiciel]. <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/index.html>
- Leonard, L. B., McGregor, K. K., & Allen, G. D. (1992). Grammatical morphology and speech perception in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 35(5), 1076-1085. <https://doi.org/10.1044/jshr.3505.1076>
- Leybaert, J., Bayard, C., Colin, C., & LaSasso, C. J. (2016). Cued speech and cochlear implants: A powerful combination for natural spoken language acquisition and the development of reading. In M. Marschark & P. E. Spencer (dir.), *The Oxford handbook of deaf studies in language* (p.359-376). Oxford University Press.
- Loizou, P. C. (2006). Speech processing in vocoder-centric cochlear implants. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 64, 109-143. <https://doi.org/10.1159/000094648>
- Machart, L., Vilain, A., Løevenbruck, H., Tiede, M., & Ménart, L. (2024). Exposure to Canadian French cued speech improves consonant articulation in children with cochlear implants: Acoustic and articulatory data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 67(10S), 4069-4095. https://doi.org/10.1044/2023_JSLHR-23-00078
- Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (1991). *Detection theory. A user's guide*. Cambridge University Press.
- MacWhinney, B. (2000, 3rd ed.). *The CHILDES Project: Tools for analyzing talk*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Majorano, M., Persici, V., Santangelo, M., Ferrari, R., Bertelli, B., Florit, E., Lavelli, M., Bastianello, T., Guerzoni, L., & Cuda, D. (2024). Narrative skills and language comprehension in preschool children with cochlear implants: A comparison with children with developmental language disorder or typical development. *Journal of Communication Disorders*, 109, 106424. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2024.106424>
- Mayer, M. (1969). *Frog, where are you?* Dial Press.
- Medina, V., Loundon, N., Busquet, D., Petroff, N., & Serniclaes, W. (2004). *Perception catégorielle des sons de parole chez des enfants avec implants cochléaires*. 25es Journées d'Etude sur la Parole (JEP-TALN-RECITAL 2004). Fès, Maroc. https://www.afcp-parole.org/doc/Archives_JEP/2004_XXVe_JEP_Fes/actes/jep2004/Medina.pdf
- Mildner, V., & Liker, M. (2008). Fricatives, affricates, and vowels in Croatian children with cochlear implants. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(10-11), 845-856. <https://doi.org/10.1080/02699200802130557>
- Mildner, V., Šindija, B., & Vrban Zrinski, K. (2006). Speech perception of children with cochlear implants and children with traditional hearing aids. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2-3), 219-229. <https://doi.org/10.1080/02699200400027031>
- Moreno-Torres, I., Madrid-Cánovas, S., & Blanco-Montañez, G. (2016). Sensitive periods and language in cochlear implant users. *Journal of Child Language*, 43(3), 479-504. <https://doi.org/10.1017/S0305000915000823>
- Parisse, C., & Le Normand, M.-T. (2000). Automatic disambiguation of morphosyntax in spoken language corpora. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32(3), 468-481. <https://doi.org/10.3758/BF03200818>
- Parisse, C., & Maillart, C. (2008). Interplay between phonology and syntax in French-speaking children with specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43(4), 448-472. <https://doi.org/10.1080/13682820701608209>
- Peng, Z. E., Hess, C., Saffran, J. R., Edwards, J. R., & Litovsky, R. Y. (2019). Assessing fine-grained speech discrimination in young children with bilateral cochlear implants. *Otology and Neurotology*, 40(3), e191-e197. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002115>
- Philippart De Foy, M., Delvaux, V., Huet, K., Monnier, M., Piccaluga, M., & Harmegnies, B. (2018, juin 7). *Un protocole de recueil de productions orales chez l'enfant préscolaire : Une étude préliminaire auprès d'enfants bilingues*. Actes des 32es Journées d'étude de la Parole (p.639-647). Aix-en-Provence, France. <https://jep2018.sciencesconf.org/resource/page/id/19.html>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. [Logiciel]. <https://www.R-project.org/>
- Reidy, P. F., Kristensen, K., Winn, M. B., Litovsky, R. Y., & Edwards, J. R. (2017). The acoustics of word-initial fricatives and their effect on word-level intelligibility in children with bilateral cochlear implants. *Ear and Hearing*, 38(1), 42-56. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000349>
- Rinaldi, P., Baruffaldi, F., Burdo, S., & Caselli, M. C. (2013). Linguistic and pragmatic skills in toddlers with cochlear implant. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(6), 715-725. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12046>
- Shadle, C. H., Chen, W. R., Koenig, L. L., Preston, J. L. (2023). Refining and extending measures for fricative spectra, with special attention to the high-frequency range. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 154, 1932-1944. <https://doi.org/10.1121/10.0021075>
- Sharma, S. D., Cushing, S. L., Papsin, B. C., & Gordon, K. A. (2020). Hearing and speech benefits of cochlear implantation in children: A review of the literature. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 133, 109984. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.109984>
- Todd, A. E., Edwards, J. R., & Litovsky, R. Y. (2011). Production of contrast between sibilant fricatives by children with cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(6), 3969-3979. <https://doi.org/10.1121/1.3652852>
- Uchanski, R. M., & Geers, A. E. (2003). Acoustic characteristics of the speech of young cochlear implant users: A comparison with normal-hearing age-mates. *Ear and Hearing*, 24(1), 90S-105S. <https://doi.org/10.1097/01.AUD.0000051744.24290.C1>
- Van Bogaert, L., Machart, L., Gerber, S., Løevenbruck, H., Vilain, A., & Consortium EULALIES. (2023). Speech rehabilitation in children with cochlear implants using a multisensory (French Cued Speech) or a hearing-focused (Auditory Verbal Therapy) approach. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, 1152516. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1152516>

- Van der Straten Waillet, P., Crowe, K., Charlier, B., & Colin, C. (2025). Speech production skills of bilingual children using cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 30(2), 182-194. <https://doi.org/10.1093/jdsade/enae038Fagniart>
- Vukkadala, N., Perez, D., Cabala, S., Kapur, C., & Chan, D. K. (2018). Linguistic and behavioral performance of bilingual children with hearing loss. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 112, 34-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.06.020>
- Warner-Czyz, A. D., & Davis, B. L. (2008). The emergence of segmental accuracy in young cochlear implant recipients. *Cochlear Implants International*, 9(3), 143-166. <https://doi.org/10.1179/cim.2008.9.3.143>
- Yang, J., & Xu, L. (2023). Acoustic characteristics of sibilant fricatives and affricates in Mandarin-speaking children with cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 153(6), 3501-3512. <https://doi.org/10.1121/10.0019803>