

# Quand utilité effective et perception de l'utilité diffèrent : le cas d'un jeu sérieux pour l'entraînement post-appareillage d'enfants malentendants

Maëlys Le Magadou<sup>1/2</sup>, Bétrancourt Mireille<sup>1</sup>, Perez-Fornos Angélica<sup>2</sup>, Glück Florent<sup>3</sup>, Deriaz Marielle<sup>2</sup>, Valentini Gregory<sup>2</sup>, Baussand Lou<sup>2</sup>, Fritz Matilde<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TECFA, Université de Genève, Genève, Suisse  
prenom.nom@unige.ch

<sup>2</sup> CURIC, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse  
prenom.nom@hug.ch

<sup>3</sup> HEPIA, Genève, Suisse  
prenom.nom@hepia.ch

**Résumé.** Le développement du langage oral constitue un réel défi pour le jeune enfant malentendant appareillé, malgré les bénéfices des aides auditives et du suivi logopédique/orthophonique. L'enfant doit quotidiennement être exposé à des stimulations auditives adéquates et encouragé à l'initiative vocale, nécessitant une forte implication familiale. Pour soutenir les familles, le jeu sérieux *FunSpeech* a été conçu selon une conception centrée humain. Il inclut six activités basées sur un principe d'interaction vocale : l'enfant joue au jeu avec sa voix. Cet article présente le protocole individuel quasi-expérimental évaluant tant l'acceptabilité du jeu auprès des familles que son potentiel pour le développement du langage chez l'enfant appareillé. Après des sessions d'entraînement avec *FunSpeech*, une amélioration qualitative des productions vocales et une meilleure maîtrise de la voix sont observées auprès de plusieurs enfants. Cependant, l'acceptabilité parentale du jeu est compromise par une faible utilité perçue. Des pistes pour contourner cet obstacle sont évoquées.

**Mots-clés :** acceptabilité, langage, surdité, jeu sérieux, réhabilitation.

**Abstract.** The development of oral language is a real challenge for young hearing-impaired children, despite the proven benefits of hearing aids and speech therapy. Newly implanted children need to be frequently exposed to appropriate auditory stimulation and encouraged to produce controlled sounds, which requires strong involvement of their family environment. *FunSpeech* is a serious game with a human-centered design. It includes six activities based on the principle of vocal interaction: the child plays with his/her own voice. This article presents the study with single-case design protocol used to assess both the game's acceptability to families and its potential for language development in hearing-impaired children. After the training sessions with *FunSpeech*, we observed a qualitative improvement in vocal productions and better voice control on specific parameters in several participants. However, the game's acceptability is compromised by the poor perception of parents regarding of its usefulness. Recommendations for circumventing this obstacle are provided.

**Keywords:** acceptance, language, hearing loss, serious games, rehabilitation

## 1 Introduction

Le langage oral se développe de manière spontanée chez le bébé entendant, tant par la mobilisation de ses capacités que par les sollicitations de son environnement. Chez le jeune enfant malentendant, ce développement est entravé par le déficit auditif [1]. Dans plus de 85% des cas, l'enfant malentendant évolue au sein d'une famille entendant, où rapidement une discordance entre ses capacités et son environnement linguistique apparaît : l'enfant ne perçoit pas le son ou le perçoit de manière déformée, l'empêchant de le reproduire correctement. L'ajustement de ses productions vocales est également gêné par un feedback auditif insuffisant. L'acquisition des compétences prélinguistiques et phonologiques est ainsi fragilisée, tout comme les échanges de l'enfant avec ses partenaires de communication. De plus, une surdité survenue dans la petite enfance peut affecter le développement cérébral, le potentiel cognitif ou encore les compétences sociales de l'enfant.

Dans une perspective de réhabilitation, les bénéfices des aides auditives (i.e., prothèse auditive, implant cochléaire, implant à ancrage osseux) font aujourd'hui consensus. Bien que fonctionnelles, les capacités auditives restituées demeurent limitées et la mise en place d'un accompagnement logopédique/orthophonique conséquent est indispensable. Afin d'explicitier le langage, les logopédistes<sup>1</sup> proposent une palette d'activités, de l'éveil sonore à la construction de phrases, articulée autour d'une scénarisation ludique soutenant l'engagement de l'enfant. Parallèlement, ce suivi se construit en étroite collaboration avec les parents, dans une perspective de préservation de leur rôle crucial pour le développement du langage de leur enfant. Bien que déterminante, l'implication parentale peut cependant être fragilisée par le choc du diagnostic de surdité et les parents peuvent rencontrer des difficultés à poursuivre à domicile et de manière adéquate l'entraînement réalisé en logopédie.

Afin d'accompagner les familles, un jeu sérieux a été conçu pour soutenir le développement de la production du langage chez l'enfant malentendant appareillé. *FunSpeech* s'inscrit dans la continuité des travaux de Bozelle [2], ayant souligné tant la pertinence de l'utilisation d'un jeu sérieux pour améliorer la compréhension du langage chez l'enfant appareillé que la nécessité de prendre en compte l'acceptabilité parentale des solutions numériques destinées à l'entraînement post-appareillage.

Cet article présente brièvement les approches de l'acceptabilité mobilisées pour l'étude, un aperçu de solutions numériques soutenant la production du langage et le jeu *FunSpeech*. Les premiers résultats d'une étude avec protocole quasi-expérimental seront détaillés, puis l'article se conclura sur une discussion et des perspectives d'amélioration du jeu.

---

<sup>1</sup> La profession de logopédiste en Suisse correspond à celle des orthophonistes en France.

## 2 État de l'art

Les approches de l'acceptabilité s'intéressent essentiellement aux représentations des personnes vis-à-vis d'une technologie *a priori*, dans une perspective de prédiction d'un futur comportement d'usage [3]. Sur la base des recherches portant sur la prédiction du comportement, le *Technology Acceptance Model* (TAM) proposé par Davis [4] postule que le comportement d'usage d'une technologie est déterminé par l'intention comportementale, elle-même déterminée par l'attitude (i.e., favorable ou non) vis-à-vis de la technologie. Cette dernière est influencée par deux variables : (i) d'une part l'*utilité perçue*, c'est-à-dire le degré selon lequel une personne pense que l'utilisation d'une technologie peut améliorer sa performance et (ii) d'autre part la *facilité d'usage perçue*, c'est-à-dire le degré selon lequel une personne pense que l'utilisation de la technologie ne nécessitera pas/peu d'efforts. Cette seconde variable aurait également un effet sur l'utilité perçue, de sorte qu'un système considéré comme simple d'utilisation serait également estimé plus utile (Voir Fig. 1).

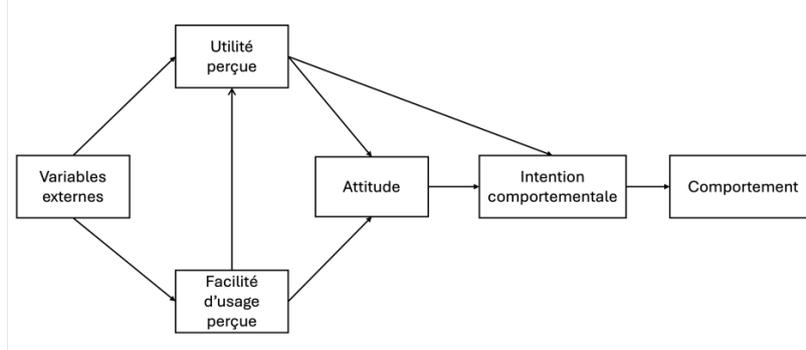


Fig. 1. Modélisation du TAM.

Dans la lignée de ces travaux, Venkatesh et collaborateurs [5] proposent le modèle UTAUT2 (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*), dans lequel le comportement d'usage est également déterminé par l'intention d'usage, influencée elle-même par plusieurs facteurs :

- i. L'*attente de performance*, qui renvoie au degré selon lequel la personne pense que l'utilisation de la technologie va soutenir sa performance ;
- ii. L'*attente d'effort*, qui renvoie au degré selon lequel la personne estime que l'utilisation de la technologie nécessitera peu d'efforts ;
- iii. L'*influence sociale*, qui est définie comme le degré selon lequel une personne perçoit que les personnes importantes pour elle pensent qu'elle devrait utiliser le système ;
- iv. Les *conditions facilitatrices*, qui désignent le degré selon lequel un individu croit qu'une organisation et/ou une infrastructure technique existe comme support à l'utilisation d'une technologie ;
- v. La *motivation hédonique*, qui renvoie au plaisir suscité par l'utilisation d'une technologie ;
- vi. La *valeur pécuniaire*, qui renvoie au rapport coût/bénéfice du système ;

- vii. Les *habitudes*, qui désignent les comportements préalables des individus avec la technologie.

Chaumon [6] propose une approche située de l'acceptabilité, considérant le processus d'adoption d'une technologie selon un continuum, articulé autour de deux perspectives : (i) l'*acceptabilité* d'une part, qui renvoie aux impressions des personnes sur la solution avant usage ou lors des premières utilisations et (ii) l'*acceptation* d'autre part, qui vise l'étude du vécu des personnes après usage ainsi que l'appréciation des écarts entre les attentes initialement formulées et les qualités de la solution retenues. La recherche présentée s'inscrit dans cette approche, puisqu'il est essentiel dans un contexte de réhabilitation auditive de considérer tant les facteurs qui initient l'usage d'une solution numérique en complément du suivi logopédique que ceux qui supportent les efforts d'entraînement jusqu'à l'atteinte d'un objectif de réhabilitation.

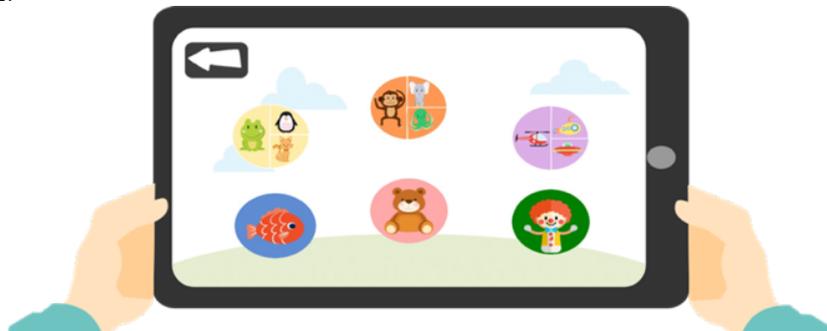
Dès les années 1990, des solutions numériques ont été proposées pour initier la production vocale chez l'enfant présentant des besoins spécifiques (i.e., perte auditive, trouble du spectre autistique, trouble de la parole), dans une perspective de développement du langage oral. Bien qu'aujourd'hui inutilisable faute de mise à jour, *SpeechViewer* proposait des activités basées sur un principe d'interaction vocale, délivrant un feedback visuel immédiat après chaque production de l'enfant (e.g., une grenouille qui saute). Pratt et collaborateurs [7] ont montré qu'un entraînement répété avec *SpeechViewer* sur une période de 4 mois avait amélioré la production de phonèmes chez quatre enfants malentendants appareillés d'âge préscolaire, soulignant l'intérêt de la solution comme complément au suivi logopédique. S'inspirant de ce premier programme, Rodríguez et collaborateurs [8] ont conçu la solution *PreLingua* qui entraîne les premières étapes du développement langagier par la maîtrise des paramètres de la voix (i.e., intensité, souffle, temps de phonation, hauteur). Menant une étude auprès de 27 personnes présentant des troubles de la parole, les chercheurs ont montré qu'un entraînement de 12 semaines avec *PreLingua* permettait d'observer des améliorations de la maîtrise de l'intensité de la voix et de la gestion du souffle chez 15 sujets. Plus récemment, Navarro-Newball et collaborateurs [9] ont proposé le jeu sérieux *Talking to Teo*, qui s'adresse spécifiquement aux enfants malentendants porteurs d'implants cochléaires de 3 à 11 ans. Scénarisé autour d'une histoire à découvrir avec le parent, le jeu propose une série d'exercices entraînant la production de phonèmes utiles en espagnol. Les premiers essais du jeu ont permis de recueillir des retours positifs auprès des enfants.

Bien qu'offrant de nouvelles perspectives pour l'entraînement post-appareillage de l'enfant malentendant, ces initiatives restent limitées à un usage accompagné par le thérapeute, à une langue définie ou à l'entraînement de certains paramètres de la voix. De plus, les éléments de conception sont peu argumentés et les méthodes d'évaluation de leur efficacité et de leur acceptabilité auprès des familles demeurent sommaires. Dans ce contexte, le projet *FunSpeech* a été initié.

### 3 Conception du jeu *FunSpeech*

Disponible sur tablette tactile, *FunSpeech* résulte d'une conception centrée humain impliquant des cliniciens (i.e., logopédistes et ingénieur-e-s<sup>2</sup>), des chercheurs aux compétences et perspectives pluridisciplinaires (i.e., ingénierie clinique, psychologie, ergonomie, informatique) et des familles. Cette démarche itérative prenait en compte tant les enjeux cliniques de la réhabilitation auditive que les compétences des enfants et des familles. Les activités du jeu *FunSpeech* sont conçues selon une approche modulaire du langage, le considérant comme composé de sous-systèmes relativement autonomes. Chaque activité vise ainsi à expliciter un paramètre de la voix à l'enfant (i.e., rythme, intensité et hauteur), par des dynamiques ludiques, des interactions basées sur la production vocale [10] et des feedback visuels immédiats (e.g., disparition d'un animal, apparition d'une récompense). La conception du jeu s'inscrit dans une approche didactique de l'éducation auditive basée sur la répétition d'exercices spécifiques [2] et respecte des principes pédagogiques visant l'engagement de l'enfant (i.e., feedback immédiat, progression visible et mécanique endogène) [11] ainsi que des critères ergonomiques axés sur la facilité d'utilisation et l'expérience positive de jeu [12]. Si les mécaniques de jeu ont été conçues pour de jeunes enfants (i.e., entre 2 à 4 ans), l'usage implique une médiation des parents notamment par l'explicitation des consignes, le guidage vers la compréhension des erreurs ou simplement l'interaction autour des activités.

Concrètement, l'enfant accompagné de son parent choisit son avatar personnel puis accède aux six activités proposées par *FunSpeech* via un menu principal, visible sur la **Fig. 2**.



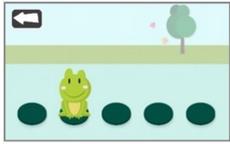
**Fig. 2.** Menu du jeu *FunSpeech*.

Les activités se distinguent en termes de conception visuelle et de niveau de difficulté. La **Fig. 3** présente les modalités de chaque activité.

---

<sup>2</sup> L'ingénieur-e clinique assure le suivi régulier de l'enfant implanté, tant sur un niveau technique (gestion de l'implant cochléaire) que sur un niveau clinique (réalisation de test standardisé de perception de la parole).

**Jeux autour du rythme de la voix**  
*Version simple (i.e., 2D et rythme déterminé par l'enfant) : La grenouille*



Le personnage avance lorsque l'enfant fait un son. Il obtient une récompense à la fin du parcours.

*Version complexe (i.e., éléments en 3D et rythme imposé à l'enfant) : Les poissons*



L'enfant aide le personnage à pêcher en réalisant un son lorsqu'un poisson atteint le panier. Le rythme d'apparition des poissons est modulé par la réussite de l'enfant.

**Jeux autour de l'intensité de la voix**  
*Version simple : Le singe*



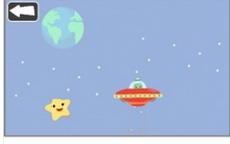
Pour faire disparaître les animaux, l'enfant doit moduler l'intensité de ses productions (i.e., faible, moyenne ou forte). Chaque animal représente une intensité par sa taille et une jauge visuelle guide l'enfant.

*Version complexe : Les ours*



Un ours se balade en forêt et l'enfant doit l'appeler en modulant l'intensité de sa voix : Par exemple, si l'ours est au premier plan (i.e., « près ») l'enfant doit chuchoter pour le saluer, tandis que si l'ours est en arrière-plan (i.e., « loin ») l'enfant doit crier pour l'appeler.

**Jeu autour de la fréquence de voix : Jeu de l'hélicoptère**



Lorsque l'enfant fait un son aigu, l'objet monte. A l'inverse, la production de sons graves permet de faire descendre l'objet. Le but est de découvrir progressivement une image.

**Jeu autour de la répétition de phonèmes : Jeu du clown**



L'enfant doit écouter le son produit par le personnage (i.e., [a], [i], [u]), puis essayer de le reproduire. Si le son produit correspond au son cible, un animal apparaît à l'écran, le clown est heureux et l'enfant-compagnon donne un feedback positif. Dans le cas contraire, le clown est triste et l'enfant-compagnon donne un feedback négatif. Le scénario reprend par un nouveau modèle de l'enfant-compagnon.

Fig. 3. Résumé des jeux et visualisation de l'interface.

Dans le cadre de l'étude clinique, des tablettes tactiles équipées du jeu *FunSpeech* étaient prêtées aux familles après une première démonstration.

## 4 Étude clinique

Sur la base des modèles d'acceptabilité évoqués précédemment, les questions de recherche étaient les suivantes :

- **Q1** : Quels sont les effets de l'utilisation du jeu *FunSpeech* sur la progression langagière de l'enfant malentendant appareillé ?
- **Q2** : Si les modèles d'acceptabilité insistent sur l'importance de l'utilité perçue, dans quelle mesure la perception des parents (i.e., *utilité perçue*) et l'acceptabilité de la solution reflètent-elles les performances effectives de l'enfant (i.e., *utilité effective*) ?

### 4.1 Méthode

Les participants, deux filles et neuf garçons, étaient suivis par le Centre Universitaire Romand d'Implants Cochléaires des Hôpitaux Universitaires de Genève. Les enfants étaient âgés d'un an à 5 ans (Moyenne = 2.6 ans ; Écart-type = 17,6 mois). Tous les participants présentaient un déficit auditif et étaient porteurs d'aide auditive au moment de l'inclusion (durée de port de 1 jour à 36 mois, moyenne 11,4 mois de port). L'étude impliquait également la participation de 14 parents (8 femmes, 6 hommes, âge moyen 39.3 ans, de 20 à 46 ans). Les familles participaient volontairement à l'étude, via une procédure de consentement éclairé. Sept familles disposaient d'une tablette tactile et trois enfants avaient une expérience régulière d'utilisation, avec un accompagnement parental ou en autonomie, pour la réalisation d'activités distrayantes.

### 4.2 Design de l'étude

L'étude a utilisé un protocole individuel quasi-expérimental, permettant d'appliquer une démarche expérimentale à un nombre limité (voire unique) d'individus, en respectant une variation contrôlée de condition expérimentale et la répétition de mesures au cours du temps [13].

Le protocole a été déployé d'août 2020 à juillet 2021<sup>3</sup>. Chaque enfant constituait sa propre mesure témoin, expérimentant successivement deux conditions expérimentales : une session en condition *contrôle*, où il bénéficiait de son suivi logopédique habituel (i.e., A1 et A2), et une session dite *intervention*, où il disposait du jeu *FunSpeech* à domicile en complément des séances de logopédie (i.e., B1 et B2). Des sessions de jeu en co-usage parent-enfant d'environ 15 minutes par jour étaient recommandées pendant la période de prêt. La durée et la fréquence d'utilisation du jeu étaient déterminées à partir d'un système d'enregistrement automatique. S'inspirant d'un plan ABAB, l'alternance des sessions n'était pas randomisée mais un tirage au sort déterminait la première condition expérimentée par l'enfant. La ligne de base du niveau de langage de l'enfant était évaluée en  $t_0$ , puis après chaque session de 45 jours et selon la même méthode, comme illustré sur la Fig. 4.

<sup>3</sup> Le protocole a été approuvé par la Commission Cantonale d'Éthique de la Recherche sur l'être humain de Genève (ID BASEC 2019-02138).

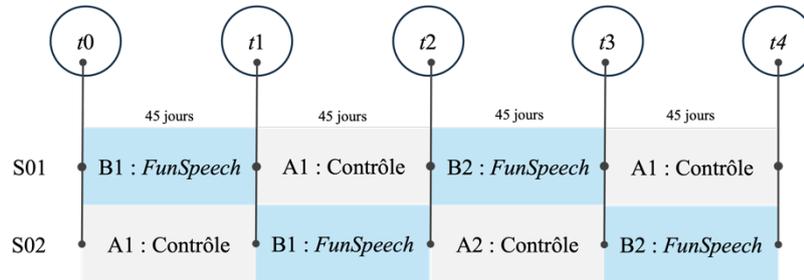


Fig. 4. Évaluations et alternance des conditions

L'organisation conventionnelle du suivi clinique a déterminé la durée des sessions et la fréquence des évaluations, visant tant l'appréhension de tout effet du jeu sur le développement langagier que l'adhésion des familles au protocole. Chaque évaluation était menée lors d'une séance de logopédie filmée d'environ 30 minutes au déroulement standardisé, incluant deux méthodes (voir Fig. 5) :

1. **Une séance de jeu libre**, via laquelle les productions spontanées de l'enfant et ses interactions avec son parent étaient relevées à partir d'un matériel standardisé (i.e., ferme, animaux et personnages) [14] ;
2. **Une session avec FunSpeech**, où l'enfant jouait avec une version alternative conservant les dynamiques de jeu de la version prêtée mais avec de nouveaux graphismes.



Jeu libre



Jeu avec FunSpeech

Fig. 5. Configuration des deux méthodes d'évaluation

Dans cet article, l'effet de *FunSpeech* a été évalué sur la base de deux indicateurs :

- (i) L'inventaire phonétique relevé via la méthode « *Jeu libre* », c'est-à-dire le nombre de phonèmes différents maîtrisés par l'enfant sur un répertoire défini de 31 phonèmes ;
- (ii) Les réussites aux objectifs ludiques de chaque activité lors des cinq « *Séances avec FunSpeech* » (i.e., faire avancer l'animal, faire disparaître un animal, faire voler l'avion).

L'acceptabilité parentale du jeu était évaluée à partir d'un questionnaire de 14 items, distribué aux parents à deux reprises, avant l'utilisation du jeu et après les périodes d'essai de *FunSpeech*. Présentés dans le Tableau 1, les items étaient conçus afin d'évaluer cinq dimensions d'influence de l'acceptabilité selon le modèle UTAUT2 (i.e., précédemment détaillé), l'attitude et l'intention d'usage. La dimension « *Valeur pécuniaire* » était exclue en raison de la gratuité du jeu et le facteur « *Habitudes* » était

décliné sous un format de cases à cocher, de sorte que les parents renseignaient la possession d'une tablette tactile familiale, sa fréquence d'utilisation par l'enfant et les modalités d'utilisation en termes d'accompagnement (e.g., seul ou accompagné) et d'activités réalisées. Ces éléments sont résumés dans la section précédente.

**Tableau 1.** Résumé des items du questionnaire d'acceptabilité

Dimensions	Items
<i>Attente de performance</i>	Le jeu <i>FunSpeech</i> va aider mon enfant à produire des sons. <i>FunSpeech</i> permettra à mon enfant de développer son langage.
<i>Attente d'effort</i>	Le jeu me semble facile à utiliser. Ce jeu me semble difficile à utiliser. (i.e., item inversé)
<i>Influence sociale</i>	Je pense qu'il est déconseillé d'utiliser une tablette tactile avec mon enfant. Mon entourage pense qu'il est bien d'utiliser ce jeu pour aider mon enfant.
<i>Conditions facilitatrices</i>	Je sais qui contacter si je rencontre des difficultés avec le jeu. Je pense disposer des compétences nécessaires pour utiliser le jeu avec mon enfant à domicile
<i>Motivation hédonique</i>	Utiliser <i>FunSpeech</i> sera une activité amusante pour mon enfant. Ce jeu va motiver mon enfant
<i>Attitude</i>	Je suis favorable à l'utilisation de jeu comme <i>FunSpeech</i> pour les enfants. <i>FunSpeech</i> est une bonne idée.
<i>Intention d'usage</i>	J'ai l'intention d'utiliser le jeu avec mon enfant après l'étude clinique. Après l'étude clinique, je pense chercher un jeu équivalent à <i>FunSpeech</i> pour mon enfant.

Le parent devait déclarer son degré d'accord avec chaque item sur une échelle de Likert en sept points, allant de 1 « *Pas du tout d'accord* » à 7 « *Tout à fait d'accord* », comme présenté ci-dessous.

1. Le jeu <i>FunSpeech</i> va aider mon enfant à produire des sons.								
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Pas du tout d'accord</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Tout à fait d'accord</i>						

**Fig. 6.** Exemple d'une affirmation pour l'*Attente de performance*

Un score moyen était déterminé à partir des réponses données aux deux items associés à chaque facteur, à l'attitude et à l'intention d'usage. Ces deux dernières dimensions ne

seront pas détaillées dans cet article. Le questionnaire délivré en post-usage comprenait des encarts complémentaires sous chaque item, permettant de collecter des données qualitatives additionnelles sous la forme de commentaires.

### 4.3 Résultats

#### Utilisation du jeu *FunSpeech* lors des sessions d'essai

Les données exposées dans le Tableau 2 permettent d'observer, sur une période de 42 jours, une utilisation faible à modérée du jeu *FunSpeech* lors de la première session d'essai, puis une diminution de celle-ci lors de la seconde session. L'étendue indique également une très grande variabilité de l'utilisation entre les familles.

**Tableau 2.** Utilisation du jeu en jour et en session selon les sessions B1 et B2

	Nombre de jours d'utilisation		Nombre de sessions réalisées	
	B1	B2	B1	B2
Moyenne	14.5	9.1	18.2	9.7
Étendue	5 - 26	2 - 18	5 - 44	2 - 18

Le temps de jeu moyen est cohérent avec les observations précédentes, comme résumé dans le Tableau 3.

**Tableau 3.** Temps de jeu moyen et étendue en fonction des sessions B1 et B2 (Format en heure:minute)

	Temps de jeu	
	B1	B2
Moyenne	03:40	02:27
Étendue	01:24 – 09:23	00:41 – 06:07

#### Q1 : Quels sont les effets de l'utilisation du jeu *FunSpeech* sur la progression langagière de l'enfant malentendant appareillé ?

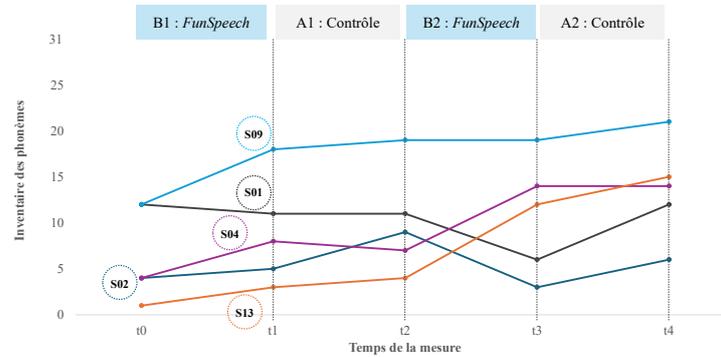
Afin de faciliter la lecture des données en lien avec l'acquisition du langage, deux groupes d'enfants ont été déterminés selon l'ordre des conditions expérimentées au cours du protocole.

##### *Inventaire phonétique durant les séances de jeu libre*

Au sein du groupe BABA ayant disposé du jeu *FunSpeech* entre les mesures  $t_0$  et  $t_1$  et les mesures  $t_2$  et  $t_3$ , l'analyse descriptive de l'inventaire phonétique maîtrisé par chaque enfant (Voir Fig. 7) permet de relever une extension du répertoire au fil de l'étude pour trois enfants :

- pour S04, plus spécifiquement après les périodes d'essai du jeu *FunSpeech* ;
- pour S09, surtout après la première période d'essai du jeu ;
- pour S13, surtout après la seconde session d'essai du jeu *FunSpeech*.

Il n'y a pas de progression régulière pour les enfants S01 et S02 : d'importantes variations du nombre de phonèmes maîtrisés sont relevées au fil des évaluations.

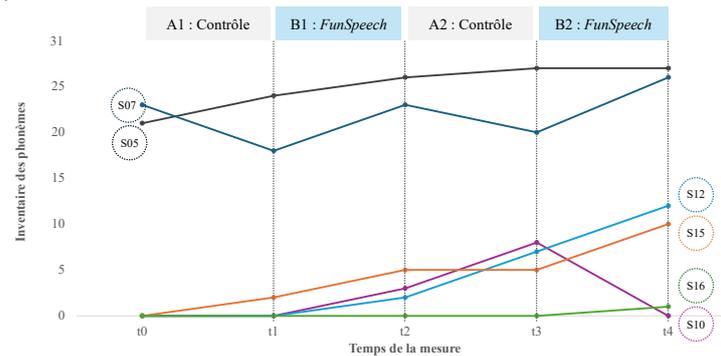


**Fig. 7.** Représentation visuelle du répertoire de phonèmes maîtrisés par l'enfant selon les conditions expérimentales.

Au sein du groupe ABAB ayant disposé du jeu *FunSpeech* entre les mesures  $t1$  et  $t2$  et les mesures  $t3$  et  $t4$ , une extension des répertoires phonétiques est également observée (Voir **Fig. 8**) pour quatre enfants du début de l'étude à la fin de l'étude :

- Le répertoire des phonèmes de l'enfant S05 est quasi-complet à la fin de l'étude (i.e., 27/31 phonèmes) ;
- Une modeste extension de l'inventaire maîtrisé par l'enfant S07 est relevée, malgré une importante variabilité au fil des évaluations ;
- Chez les enfants S12 et S15, deux importantes évolutions sont visibles après les sessions d'utilisation du jeu *FunSpeech* à domicile ;

Pour les enfants S10 et S16, d'importantes variations sont observées selon les sessions.



**Fig. 8.** Représentation visuelle du répertoire de phonèmes maîtrisés par l'enfant selon les conditions expérimentales.



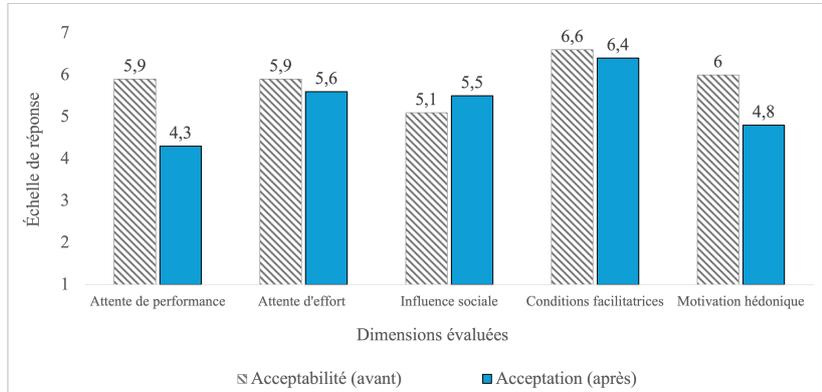
Pour l'ensemble des enfants, ces résultats indiquent tant une acquisition des principes d'interaction du jeu au fil de l'étude qu'une meilleure maîtrise de leurs productions vocales.

**Q2 : Si les modèles d'acceptabilité insistent sur l'importance de l'utilité perçue, dans quelle mesure la perception des parents (i.e., utilité perçue) et l'acceptabilité de la solution reflètent-elles les performances effectives de l'enfant (i.e., utilité effective) ?**

Avant usage, les scores moyens relevés pour chaque dimension indiquaient une acceptabilité satisfaisante du jeu auprès des familles (Voir Fig. 9) : *a priori* les parents estimaient que le jeu *FunSpeech* pourrait bénéficier à leur enfant au niveau langagier, qu'il serait facile d'utilisation et source de motivation. Ils considéraient également disposer des compétences nécessaires pour utiliser la solution. En revanche, ils exprimaient plus de modération concernant l'utilisation d'un écran avec un jeune enfant.

La comparaison des scores moyens obtenus avant et après usage du jeu pour chaque dimension de l'acceptabilité permet de relever que :

- i. Le score moyen pour le facteur *Influence sociale* augmente après l'utilisation du jeu (+ 0.4) ;
- ii. Les scores moyens obtenus pour les dimensions *Attente d'effort* (- 0.3) et *Conditions facilitatrices* (- 0.2) baissent légèrement ;
- iii. Les scores moyens pour les dimensions *Attente de performance* (- 1.6) et *Motivation* (- 1.7) connaissent une forte baisse.



**Fig. 9.** Scores moyens par dimension de l'acceptabilité avant et après utilisation de *FunSpeech*

Après les essais du jeu *FunSpeech*, la forte diminution des scores moyens obtenus pour les dimensions *Attente de performance* et *Motivation hédonique* indique, selon les représentations des parents, que le jeu n'apporte pas (ou pas suffisamment) de bénéfice pour le développement du langage et qu'il n'est pas (ou pas suffisamment) motivant pour l'enfant. L'analyse des commentaires additionnels confirme cette interprétation :

« Je ne vois pas de lien direct avec la formation de mots. »

« L'amusement était top mais [mon enfant] se lassait rapidement, il changeait de jeu très souvent ».

## 5 Discussion

Dans une perspective d'intégration du jeu *FunSpeech* au processus de prise en charge post-appareillage, cette recherche s'intéressait à l'évaluation de son potentiel pour le développement langagier du jeune enfant malentendant appareillé et aux facteurs influençant son acceptabilité auprès des parents. Les résultats obtenus révèlent deux informations importantes.

En premier lieu, l'évaluation descriptive des répertoires phonétiques et l'analyse de la réussite aux objectifs ludiques révèlent une progression sensible du niveau langagier pour 7/11 enfants, notamment après les périodes d'entraînement avec le jeu à domicile et ce, malgré une utilisation faible à modérée par les familles. Toutefois, cette progression est particulièrement hétérogène selon les enfants, et s'observe également après des périodes dites « *contrôle* ». Il n'est ainsi pas possible d'affirmer que la tendance à la progression soit liée à l'utilisation du jeu lors des sessions d'essai.

En second lieu, les tendances à la progression n'ont pas été perçues par les parents ou n'ont pas été attribuées aux séances de jeu avec *FunSpeech*. Le recueil de l'acceptation parentale après l'utilisation du jeu à domicile révèle effectivement que les parents déclaraient que le jeu *FunSpeech* ne soutenait pas le développement du langage chez leur enfant (*Attente de performance*) et qu'il n'était pas suffisamment source de motivation pour leur enfant (*Motivation*). En d'autres termes, on observe un écart entre l'utilité effective et l'utilité perçue. De plus, on note une diminution de l'utilisation moyenne de *FunSpeech* entre les deux sessions de prêt, ce qui conforte l'hypothèse d'un lien entre les perceptions parentales et l'utilisation du jeu par les familles.

Dans une perspective de poursuite du suivi logopédique à domicile, il est pourtant essentiel que *FunSpeech* soit perçu comme « *utile* » par les parents puisqu'ils sont à l'initiative des sessions d'entraînement. Les bénéfices potentiels des sessions avec le jeu sur le développement du langage de l'enfant appareillé sont ainsi déterminés par une perception continue de l'utilité du jeu, en cohérence avec les résultats de Bozelle [2]. Une solution possible serait de proposer des outils de suivi des actions de l'enfant au sein du jeu de type tableau de bord, afin que ses parents visualisent son évolution au fil des sessions. Cette amélioration s'accompagne d'une multitude de défis à explorer dans de futures études.

Concernant les limites, le recrutement de parents volontaires pour l'étude clinique pourrait induire un biais dans l'échantillonnage, avec des parents possiblement plus favorables à une solution numérique que l'aurait été un échantillon de parents tout-venant. Néanmoins, plusieurs parents-participants ont mentionné leur crainte concernant l'exposition aux écrans de leur jeune enfant, ce qui suggère qu'il ne s'agissait pas d'une population particulièrement favorable à l'utilisation de *FunSpeech*. D'autre part, il serait risqué de généraliser les résultats obtenus auprès de cet échantillon, d'autant plus dans le cadre de la réhabilitation auditive où les progrès de l'enfant sont influencés

par une pluralité d'autres facteurs. Les résultats soulignent effectivement d'importantes différences inter-individuelles, dont les facteurs d'influence n'ont pas été déterminés.

## 6 Conclusion et perspectives

Cette recherche souligne le potentiel des protocoles individuels quasi-expérimentaux pour l'évaluation de solutions numériques comme *FunSpeech*. S'intégrant dans un contexte global de prise en charge, comme la réhabilitation auditive d'enfants malentendants, ces protocoles offrent tant un cadre méthodologique rigoureux qu'adapté aux contraintes des expérimentations dans un milieu clinique. Néanmoins, il s'agit également d'en mentionner les limites, d'autant plus marquées dans cette étude que les participants présentaient des profils hétérogènes : les tendances observées sont ainsi relativement faibles et non-généralisables. Les protocoles ABAB présupposent également des « ruptures » de progression entre les périodes « intervention » et « contrôle », comme lors d'un traitement médicamenteux, qui n'étaient pas recherchées dans cette étude sur le développement langagier de l'enfant. Les prochaines recherches s'orientent d'une part, sur la conception d'outils de suivi pour améliorer la perception « juste » de l'utilité effective et d'autre part, sur les possibles effets de ces améliorations sur l'acceptabilité et l'utilisation du jeu *FunSpeech*.

### Remerciements

Les auteurs remercient les familles qui ont participé à cette étude.

### Références

1. Nicholas, J.G., and Geers, A.E.: Spoken Language Benefits of Extending Cochlear Implant Candidacy Below 12 Months of Age, *Otology & Neurotology* 34(3), (2013).
2. Bozelle, C.: Evaluation d'un environnement informatisé pour la réhabilitation d'enfants porteurs d'implants cochléaires: utilisation du jeu comme outil d'apprentissage, (2014).
3. Terrade, F., Pasquier, H., Reerinck-Boulanger, J., Guingouain, G., and Somat, A.: L'acceptabilité sociale : la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques, *Le travail humain* Vol. 72(4), pp. 383-395 (2009).
4. Davis, F.D.: Technology acceptance model: TAM, Al-Suqri, MN, Al-Aufi, AS: *Information Seeking Behavior and Technology Adoption* 205, pp. 219 (1989).
5. Venkatesh, V., Thong, J.Y., and Xu, X.: Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology, *MIS quarterly*, pp. 157-178 (2012).
6. Chaumon, M.-E.B.: L'acceptation située des technologies dans et par l'activité: premiers étayages pour une clinique de l'usage, *Psychologie du Travail et des Organisations* 22(1), pp. 4-21 (2016).
7. Pratt, S.R., Heintzelman, A.T., and Deming, S.E.: The Efficacy of Using the IBM Speech Viewer Vowel Accuracy Module to Treat Young Children With Hearing Impairment, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 36(5), pp. 1063-1074, (1993).

8. Rodríguez, W.R., Saz, O., and Lleida, E.: A prelingual tool for the education of altered voices 54(5), pp. 583-600, *Speech Communication* (2012).
9. Navarro-Newball, A.A., Loaiza, D., Oviedo, C., Castillo, A., Portilla, A., Linares, D., and Álvarez, G.: Talking to Teo: Video game supported speech therapy, *Entertainment Computing* 5(4), pp. 401-412 (2014).
10. Gluck, F., Chassot, S., Liatti, S., Domingos, A., Polla, M., Valentini, G., Deriaz, M., Bétrancourt, M., and Perez, A.: FunSpeech: promoting speech production in young children with hearing disabilities', HE-Arc, HES-SO, (2019).
11. Hirsh-Pasek, K., Zosh, J.M., Golinkoff, R.M., Gray, J.H., Robb, M.B., and Kaufman, J.: Putting education in "educational" apps: Lessons from the science of learning, *Psychological science in the public interest* 16(1), pp. 3-34 (2015).
12. Shoukry, L., Sturm, C., and Galal-Edeen, G.H.: Pre-MEGa: A proposed framework for the design and evaluation of preschoolers' mobile educational games, in *Book Pre-MEGa: A proposed framework for the design and evaluation of preschoolers' mobile educational games'*, pp. 385-390, (2015).
13. Robert, C.: L'utilisation de protocoles individuels expérimentaux et quasi-expérimentaux en psychologie: aspects théoriques et méthodologiques, *L'Année psychologique* 119, (1), pp. 55-96, (2019).
14. Parisse, C., and Le Normand, M.-T.: Une méthode pour évaluer la production du langage spontané chez l'enfant de 2 à 4 ans, *Glossa* (97), pp. 20-41, (2006).