

# “Check My Fit”, la fonctionnalité qui aide les utilisateurs à mettre leurs aides auditives

Qi Yang, PhD; Michalis Papakostas, PhD; Jack Scott III, PhD; Greg Olsen, MS HCI; Kirill Kondrashov, PhD

## RÉSUMÉ

Mettre des aides auditives est une tâche régulière et essentielle pour tout porteur d'aides auditives. L'insertion correcte des aides auditives peut être difficile pour beaucoup. Check My Fit est un outil conçu pour smartphone via l'application ReSound Smart 3D. Il permet aux utilisateurs de prendre rapidement une photo de leur aide auditive sur l'oreille et de vérifier son bon placement. Pour évaluer la convivialité et les avantages potentiels de Check My Fit, nous avons mené des études en laboratoire et sur le terrain. Nous avons constaté que Check My Fit est généralement facile à prendre en main et à utiliser, et que les insertions d'aides auditives assistées par Check My Fit ont tendance à être de meilleure qualité que les insertions sans cette fonctionnalité. Check My Fit a le potentiel d'offrir des avantages concrets aux nouveaux utilisateurs qui apprennent à insérer leurs aides auditives.

La plupart des audioprothésistes ont vécu ce qui suit : vous avez remarqué un utilisateur d'aides auditives dans un lieu public avec ses aides auditives mal insérées, et vous avez dû contrôler l'envie de tendre la main et de les mettre en place. Les audioprothésistes savent que lorsque les aides auditives ne sont pas portées correctement, elles sont généralement plus visibles et peuvent être moins confortables. Le bénéfice audiolinguistique peut être réduit, car le son amplifié peut ne pas être délivré de manière appropriée au tympan et un Larsen peut se produire. Et il existe également un risque accru de perdre les aides auditives car elles peuvent facilement tomber sans être remarquées. Par conséquent, mettre des aides auditives est une tâche quotidienne essentielle pour les porteurs d'aides auditives et une compétence clé que les professionnels de la santé enseignent. Cependant, l'audioprothésiste n'a pas beaucoup d'options pour aider les utilisateurs avec cet aspect important du port d'aides auditives. Des personnes de l'entourage peuvent être chargées d'aider à s'assurer que l'utilisateur d'aides auditives porte ses aides auditives correctement, et des conseils visuels dans les manuels d'utilisation des aides auditives sont disponibles. De plus, l'utilisation d'un miroir pour aider à mettre les aides auditives est couramment utilisée mais donne une vision incomplète. Des miroirs offrant un angle de vision plus large sont disponibles, mais ils sont difficiles à utiliser et peu pratiques à emporter pour les utilisateurs pendant leur journée.

Même avec une bonne vue de l'oreille et de l'aide auditive, l'utilisateur doit toujours se fier à sa mémoire pour savoir si l'insertion de son aide auditive est idéale pour lui. Se souvenir puis reconnaître une scène visuelle est

plus difficile que de comparer deux scènes visuelles. De plus, la capacité de mémoire de reconnaissance peut diminuer à mesure que les gens vieillissent.<sup>1,2</sup> Ceci est pertinent pour l'apprentissage de l'insertion des aides auditives puisque les utilisateurs sont actuellement chargés de se rappeler à quoi ressemble une insertion personnelle idéale après avoir quitté la séance d'appareillage. ReSound suit la philosophie Organic Hearing™ dans le développement de ces aides auditives. Le principe d'Organic Hearing est de fournir des conseils et créer des solutions qui aident les gens à entendre naturellement, à se sentir naturels et à se connecter naturellement à leur environnement et à d'autres appareils. Le principe de sensation naturelle signifie que nous proposons des solutions qui minimisent l'effort physique et améliorent le confort de l'utilisateur. Conformément à ce principe, ReSound présente Check My Fit pour aider les utilisateurs à mettre leurs aides auditives afin qu'ils puissent les porter confortablement, en toute confiance et en toute sécurité, tout en obtenant les avantages escomptés tout au long de la journée. Check My Fit est une solution automatisée disponible sur smartphone qui permet aux utilisateurs de prendre rapidement une photo du placement de leur aide auditive et de la comparer à une insertion idéale de référence. Cela surmonte le problème de a) ne pas pouvoir voir facilement leur aide auditive spécifique sur leur propre oreille, et b) devoir se rappeler à quoi une bonne insertion est censée ressembler. De plus, Check My Fit est initialement un outil pour les aides auditives avec écouteur déporté (RIE) qui représentent 81 % des aides auditives vendues aux États-Unis.<sup>3</sup> Ce document décrit la technologie derrière Check My Fit, et présente des preuves qu'il est facile et efficace pour les utilisateurs

d'aides auditives à apprendre et à utiliser, et offre des avantages potentiels pour les utilisateurs novices d'aides auditives.

## Conception de l'interface humaine

Prendre une photo de soi – un selfie – est une utilisation courante des smartphones qui est facile pour la plupart des gens. La simplicité des selfies sur les smartphones nous a incités à explorer comment cela pourrait être appliqué à la vérification de l'ajustement des aides auditives. Alors qu'un selfie est facile, prendre une photo de son oreille est difficile. Un utilisateur tenant un smartphone près de son oreille ne pourra pas voir l'écran et cadrer correctement la photo, ni appuyer facilement sur le déclencheur. La conception de Check My Fit dans l'application ReSound Smart 3D™ étend l'interaction selfie en automatisant le processus de cadrage et de prise de photos d'oreille dans les étapes suivantes (Figure 1) :

- À l'aide de la caméra frontale du smartphone, Check My Fit guide l'utilisateur pour centrer son visage sur l'écran (Figure 1a).
- Un algorithme de suivi du visage est utilisé pour guider de manière interactive l'utilisateur afin qu'il tourne lentement la tête vers la gauche ou la droite tout en maintenant le smartphone stable dans sa position d'origine (Figure 1b).
- Lorsque l'utilisateur tourne la tête, nous utilisons la vision par ordinateur pour localiser son oreille. Lorsqu'une oreille est détectée et stable dans une bonne position, une photo est prise et recadrée automatiquement. L'outil fournit une rétroaction auditive et tactile quasi continue tout au long de ce processus puisque l'utilisateur ne peut pas toujours voir l'écran (Figure 1c).
- Une fois la photo prise, une interface utilisateur côte à côte permet une comparaison rapide de la photo actuelle par rapport à une photo de référence, qui a été capturée lors de la session initiale d'ajustement des aides auditives sous la direction de l'audioprothésiste (Figure 1d).

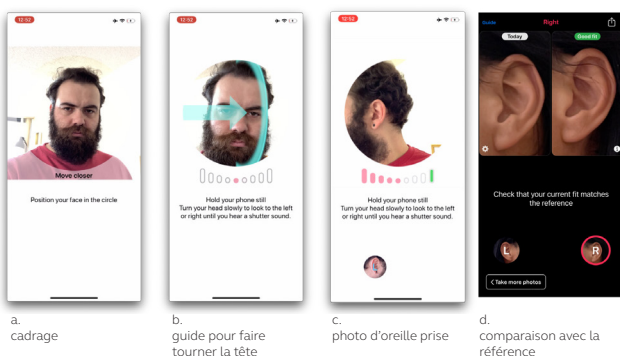


Figure 1. Flux de conception de l'interaction Check My Fit : (a) Guide pour positionner le visage dans le cadre (b, c) Instructions interactives pour prendre des photos d'oreille (d) Comparaison avec la photo de référence.

Check My Fit fournit un retour auditif, visuel et tactile redondant sur le smartphone pour tenir les utilisateurs informés et engagés dans le processus de prise de photos. Plus précisément, lors du cadrage du visage de l'utilisateur, un texte d'assistance et un cadre animé sont fournis. Une fois le visage de l'utilisateur correctement

cadré, une flèche invite l'utilisateur à tourner la tête. Une visualisation dynamique de la progression avec des tonalités audio et un retour haptique, correspondant tous aux degrés de rotation de la tête en temps réel, vise également à guider l'utilisateur pour utiliser intuitivement Check My Fit. La rétroaction continue aide à guider les utilisateurs à travers le geste qui fait tourner la tête, même lorsqu'ils ne peuvent plus voir l'écran. Enfin, des bips d'anticipation et un son d'obturateur sont émis lorsqu'une oreille stable est détectée et que la photo est prise. Ce retour auditif informe l'utilisateur de garder le téléphone stable et d'attendre la prise de vue tant qu'il ne peut plus voir l'écran.

## Architecture logicielle

Le prototype Check My Fit a été conçu pour iPhone sur la plate-forme iOS, bien que cette fonctionnalité soit disponible dans le commerce pour iOS et Android™. Nous avons utilisé ARKit4 pour suivre l'orientation du visage de l'utilisateur en temps réel à l'aide de la caméra et des capteurs orientés vers l'avant. Le suivi du visage ARKit utilise un matériel de détection de profondeur à lumière structurée présent sur les appareils iOS récents. L'orientation du visage est utilisée pour générer un retour audio, visuel et haptique en temps réel mentionné ci-dessus. Lorsque le visage de l'utilisateur est tourné horizontalement à plus de 40 degrés, un modèle de vision par ordinateur de détection d'oreille personnalisé est activé. Une fois qu'une oreille a été détectée dans le flux d'images de la caméra et jugée stable, une image est capturée automatiquement et recadrée autour de l'oreille. Le suivi du visage et la détection des oreilles fonctionnent en temps réel.



Pour présenter Check My Fit aux nouveaux utilisateurs, nous avons créé un court tutoriel vidéo de 30 secondes montrant une brève utilisation de l'outil (Figure 1a). Cette vidéo a été utilisée dans les études décrites dans cet article.

## DÉTECTION D'OREILLE

Nous avons formé un modèle de vision par ordinateur basé sur l'algorithme de détection d'objets en temps réel You Only Look Once (YOLO) version 25 pour reconnaître les oreilles. Nous avons rassemblé et annoté manuellement 1000 images du domaine public et de notre étude utilisateur préliminaire. Guidé par les travaux existants sur la prévention des biais dans les modèles d'apprentissage automatique<sup>6</sup>, nos images de formation couvraient divers tons de peau, ethnies et âges, ainsi que des perspectives, des conditions d'éclairage et des tailles d'oreille pour tenir compte de la diversité des utilisateurs et de l'utilisation de l'outil dans différentes situations.

## ÉVALUATION QUALITATIVE DE LA DÉTECTION DE L'OREILLE

Le modèle de détection de l'oreille a été évalué qualitativement par les auteurs, dont l'un est un audioprothésiste très expérimenté. Nous avons exécuté le modèle hors ligne sur un ensemble de données de test de 255

images, puis avons étendu la boîte englobante de l'oreille détectée à un carré en fonction de sa plus grande dimension pour montrer plus de contexte à l'utilisateur. Ceci est identique à la façon dont Check My Fit utilise le modèle. Les images recadrées basées sur la zone de délimitation agrandie ont été évaluées qualitativement. Chaque évaluateur a attribué une note de réussite ou d'échec à chaque image de sortie en fonction de la qualité du recadrage. Une image n'a réussi que si une oreille a été détectée et centrée dans l'image recadrée et que les limites du recadrage étaient relativement étroites autour de l'oreille (voir les images de la figure 2). L'évaluation qualitative a montré que la détection a réussi dans 97 % de l'ensemble de données de test et les évaluateurs ont montré un accord élevé sur les images considérées comme réussies, ce qui suggère que le modèle de détection de l'oreille est robuste.

## Études d'utilisateurs

Nous avons mené deux études pour évaluer les performances de Check My Fit : une petite étude en laboratoire axée sur l'ergonomie dans laquelle les participants ont utilisé l'outil au cours d'une session d'une heure, puis une étude sur le terrain de 2 semaines simulant la période d'intégration/d'adaptation d'un nouvel utilisateur d'aides auditives afin d'examiner plus en détail les avantages potentiels de Check My Fit pour favoriser l'auto-insertion.

Dans les deux études, nous avons évalué la qualité d'insertion à l'aide d'une échelle subjective de 0 à 10 visant à correspondre à la profondeur d'insertion visuellement observable de l'aide auditive, 10 étant un ajustement optimal et 0 correspondant à l'écouteur non inséré du tout (voir Figure 2).

### Étude 1 : Étude pilote en laboratoire

Nous avons mené une première étude pour évaluer la facilité d'utilisation de Check My Fit, si les utilisateurs peuvent être formés pour évaluer visuellement la qualité de l'insertion de l'aide auditive comme le ferait un audioprothésiste, et pour quantifier la relation entre la qualité visuelle et la qualité acoustique de l'insertion de l'aide auditive. Check My Fit a été comparé au fait d'auto-insérer l'aide auditive sans utiliser d'outils d'aide et à l'auto-insertion à l'aide d'un miroir pliable à main. Les participants ont été équipés d'aides auditives ReSound RIE couplées à des dômes fermés et programmées avec un gain d'insertion plat de 15 dB. Audioscan Verifit a été utilisé pour mesurer le gain d'insertion dans l'oreille réelle (REIG).

### Étudier le design

Sept employés de ReSound qui ne travaillaient pas dans l'ingénierie ou l'audiologie ont participé. Ils étaient âgés de 41 à 66 ans, dont 4 hommes et 3 femmes. Tous ont déclaré avoir des compétences dans l'utilisation générale des smartphones. Deux participants ont rapporté une expérience antérieure d'aide auditive. Chaque participant a été formé à l'insertion correcte des aides auditives et a pu pratiquer et évaluer visuellement la qualité de l'insertion à l'aide d'un miroir à main. Une photo de l'oreille de référence du placement correct de l'aide auditive du professionnel de la santé a été prise, et les participants ont ensuite été invités à apprendre à utiliser

Check My Fit sans instruction. Ils ont inséré eux-mêmes les aides auditives plusieurs fois au cours d'une seule séance de 90 minutes.

Il y avait 5 conditions d'insertion :

1. Insertion sans aucun outil
2. Insertion à l'aide de Check My Fit
3. Insertion à l'aide d'un miroir pliable
4. Erreur forcée évaluée avec Check My Fit
5. Erreur forcée évaluée avec un miroir pliable

Pour évaluer la qualité acoustique de différentes qualités d'insertion visuelle, le professionnel de santé a ensuite inséré les aides auditives à différentes cotes d'insertion, comme illustré à la figure 2. Une mesure REIG a été effectuée pour chaque cote.

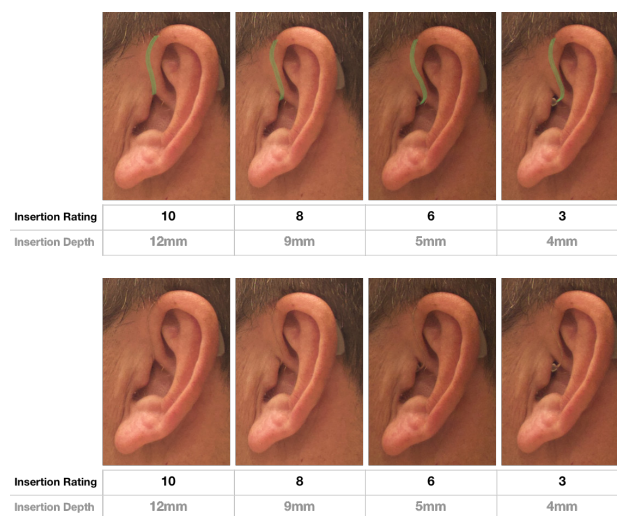


Figure 2. Exemple d'évaluations de la qualité d'insertion, le score correspond à la profondeur d'insertion mesurée du méat auditif externe à la partie la plus latérale de l'écouteur. Le fil de l'écouteur est mis en surbrillance dans le panneau supérieur pour mieux illustrer les insertions.

Pour les tâches d'erreur forcée, le professionnel de santé a d'abord inséré l'aide auditive avec une qualité d'insertion intentionnellement médiocre de 3. Les participants ont été chargés d'évaluer la qualité d'insertion à l'aide de Check My Fit ou du miroir pliable et ont été invités à ajuster l'insertion si nécessaire. Nous voulions observer comment ces deux outils les aidaient à évaluer et à améliorer la qualité d'insertion à partir d'un point de départ commun.

Après chaque tâche d'insertion, le professionnel de la santé a mesuré la profondeur d'insertion et évalué la qualité de l'insertion. L'ordre des paires de tâches 2, 3 et 4, 5 a été équilibré pour éviter les effets d'amorçage. À la fin de la session, une enquête démographique et une courte entrevue ont été administrées.

## Résultats

### ERGONOMIE

Check My Fit s'est avéré facile à apprendre et à utiliser, permettant aux participants de prendre rapidement une photo de leur oreille. Avec juste la vidéo du didacticiel, tous les participants ont pu apprendre à utiliser Check My Fit, la plupart d'entre eux apprenant immédiatement l'utilisation correcte. Cela suggère que le didacticiel vidéo à lui seul était efficace à cet égard.

À la fin de l'étude, 5 des 7 participants ont préféré utiliser

Check My Fit et deux ont préféré le miroir pliable comme outil d'aide à l'insertion des aides auditives. Les participants qui ont préféré Check My Fit ont aimé pouvoir comparer leur photo d'insertion à la photo de référence, ce qui souligne l'avantage cognitif de la comparaison visuelle sans se fier à sa mémoire. De plus, ils ont apprécié le fait que l'application puisse être disponible sur leur téléphone et ne nécessite pas de transporter un outil supplémentaire. Un participant qui préférait le miroir a déclaré qu'un miroir permet de visualiser l'oreille en temps réel pendant les insertions, alors que prendre une photo n'est pas en temps réel.

### PROFONDEUR ET QUALITÉ D'INSERTION

Les participants ont pu réaliser une auto-insertion de haute qualité, qu'ils aient utilisé Check My Fit ou le miroir. Comme les compétences initiales des participants étaient déjà élevées, nous n'avons constaté aucune amélioration de l'utilisation des deux outils. De plus, dans les essais à erreur forcée, tous les participants ont pu corriger une insertion de mauvaise qualité en une insertion de haute qualité (score moyen de 8-9) en utilisant à la fois Check My Fit et le miroir. Le degré élevé de compétence est probablement dû au fait que les participants ont effectué des insertions immédiatement après l'instruction ainsi qu'à la familiarité que certains avaient déjà avec les aides auditives.

### GAIN D'INSERTION

Nous avons constaté qu'un petit changement dans la profondeur d'insertion de l'écouteur de l'aide auditive peut avoir un impact marqué sur le gain délivré à l'oreille. Il y avait une réduction mesurable du REIG (Gain d'insertion) lorsque l'écouteur de l'aide auditive était placé à un endroit moins profond dans le conduit auditif que celui initialement défini et prescrit par l'audioprothésiste.

Presque tous les participants avaient un écart maximal supérieur à 6 dB et un écart moyen supérieur à 2,5 dB sur toutes les fréquences lorsque la qualité d'insertion (profondeur) était à une cote de 3. Même à une qualité d'insertion plus élevée de 8, l'écart maximal est encore plus grand et supérieur à 5 dB pour presque tous les participants (Figure 3), dépassant ainsi la marge d'erreur recommandée de 5 dB dans le processus d'adaptation des aides auditives.<sup>7</sup>

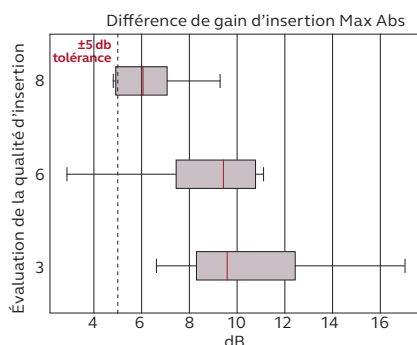


Figure 3. Écart absolu maximal des gains d'insertion pour différentes qualités d'insertion (note de 8, 6, 3 par rapport à une note « idéale » de 10). Dans la plupart des cas, l'écart est supérieur à 5 dB.

### POTENTIEL LARSEN ACOUSTIQUE

Sans surprise, nous avons constaté que des insertions de mauvaise qualité et moins profondes entraînent une plus grande probabilité de Larsen de l'aide auditive. Nous avons utilisé le gain stable maximal (MSG) comme mesure ; un MSG inférieur implique une plus grande probabilité de Larsen. Lorsque la qualité d'insertion est réduite à une note de 3, nous avons constaté une réduction minimale médiane du MSG de 11,6 dB.

### Étude 2 : Étude de terrain sur les nouveaux porteurs

Une étude sur le terrain a également été menée pour évaluer les avantages potentiels de Check My Fit dans un environnement réel et non supervisé. De plus, l'étude sur le terrain a inclus une population plus diversifiée pour s'assurer que le détecteur d'oreille fonctionne sur des personnes avec des tons de peau différents.

Dix-sept personnes qui n'avaient pas d'expérience avec les aides auditives ont participé. L'état auditif n'a pas été évalué car le but de l'étude était d'évaluer l'utilisation quotidienne de Check My Fit et des aides auditives factices ont été utilisées. L'âge moyen des participants était de 62 ans (fourchette de 48 à 79 ans), répartis entre 9 femmes et 8 hommes. Tous les participants étaient des utilisateurs réguliers de smartphones, avec plus de 90 % d'entre eux utilisant un iPhone. Nous avons tenté d'inclure une variété de couleurs de peau et d'origines ethniques pour nous assurer que le modèle de détection d'oreille formé est robuste. Plus précisément, nous avons recruté 7 participants de teint foncé/brun (Type V et VI sur l'échelle de Fitzpatrick), 3 de teint moyen (Type II, III) et 7 de teint clair (Type I).<sup>8</sup> Bien que ce ne soit pas un critère de recrutement, tous les participants étaient droitiers.

Les participants ont reçu un iPhone sur lequel Check My Fit était installé et des aides auditives RIE factices. Chaque participant a assisté à trois séances et effectué une tâche quotidienne d'insertion d'aides auditives sur une période de deux semaines (voir Figure 4). Aux fins de l'étude, une fonctionnalité de synchronisation dans le cloud a été implémentée dans l'application afin que les photos puissent être examinées à distance par le facilitateur de l'étude.

Nous avons demandé aux participants d'utiliser Check My Fit pour l'insertion uniquement du côté non dominant de leur main, dans l'idée qu'il pourrait naturellement être plus difficile de placer l'aide auditive. À titre de contrôle, ils n'ont pas utilisé Check My Fit pour placer les aides auditives du côté de leur main dominante.

### Procédure

#### TÂCHE QUOTIDIENNE

Les participants ont effectué une tâche en deux parties quotidiennement pendant deux semaines, sauf pendant trois jours où on leur a demandé de faire une pause (comme indiqué dans les cercles gris de la figure 4). La première tâche était l'insertion; les participants ont été invités à mettre les aides auditives et à utiliser Check My Fit sur leur oreille latérale non dominante pour vérifier la

qualité de l'insertion, en les réinsérant s'ils le jugeaient nécessaire. Les participants ont été invités à utiliser d'autres outils tels qu'un miroir pour vérifier l'insertion du côté dominant s'ils le souhaitaient. Une fois que le participant était convaincu qu'il avait correctement inséré les aides auditives, il passait à la deuxième tâche.

Les données ont été collectées dans la deuxième partie de la tâche, où les participants ont pris des photos des deux oreilles à l'aide de Check My Fit. Les photos de cette étape n'étaient affichées par l'application que sous forme de petites vignettes pour empêcher le participant de les utiliser pour évaluer la qualité d'insertion. Après la tâche, les participants ont retiré les aides auditives factices et ne les ont pas portées pendant le reste de la journée.

**Jour 0 - Première session :** La session initiale comprenait l'obtention du consentement, des instructions sur l'insertion de l'aide auditive et la tâche quotidienne.

**Semaine 1 :** Les participants ont été invités à effectuer la tâche quotidienne chaque jour (Figure 4, cercles bleus).

**Jour 7 - Appel d'enregistrement :** Un appel vidéo a été effectué avec le participant pour s'enregistrer. Les participants ont été invités à prendre des photos de l'oreille à l'aide de Check My Fit, puis ils ont été invités à insérer leurs prothèses auditives factices et à prendre une autre série de photos. Les photos d'insertion ont été examinées pour évaluer leur qualité d'insertion. Si la qualité de l'insertion était jugée médiocre par le professionnel de santé, les participants étaient encouragés à réinsérer les dispositifs. Les participants ont été encouragés à fournir des commentaires sur la tâche quotidienne et à exprimer toute préoccupation ou tout problème de confort qu'ils rencontraient. Ils ont ensuite été informés des tâches de la semaine 2.

**Semaine 2 :** Chaque participant a effectué la tâche d'insertion quotidienne pendant 2 jours après l'appel d'enregistrement. Ils ont ensuite pris une pause de 3 jours, puis ont de nouveau effectué la tâche d'insertion quotidienne pendant les 2 derniers jours de l'étude.

**Jour 14 - Session de fin d'étude :** Au cours de la dernière session, les participants ont été invités à prendre des photos de l'oreille avec Check My Fit, puis à insérer leurs aides auditives et à prendre une autre série de photos de l'oreille. Les participants ont ensuite été invités à évaluer leur confiance dans l'insertion de leur aide auditive avant de voir les photos de l'oreille. On leur a ensuite demandé d'évaluer la qualité de leur insertion sur la base d'une comparaison visuelle avec la photo de référence, et on leur a demandé s'ils réinséreraient leurs aides auditives en fonction de leur évaluation. Les participants ont répondu à une autre courte enquête en ligne dans les 24 heures, concluant leur participation de 2 semaines.

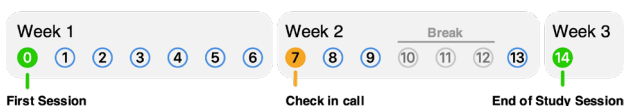


Figure 4. Calendrier des études sur le terrain.

## Résultats

Dans l'ensemble, nous avons collecté un total de 1428 photos d'oreille au cours de 234 sessions individuelles, couvrant environ 17 heures de temps d'interaction.

### ÉVALUATION DE LA QUALITÉ D'INSERTION

Un audioprothésiste ainsi que deux étudiants diplômés en audiologie ont inspecté visuellement chacune des 1428 photos prises par les participants et les ont notées de 0-insertion inacceptable (par exemple, écouteur non inséré dans l'oreille) à 10-insertion optimale (Figure 2). Pour évaluer la cohérence entre les évaluateurs, nous avons effectué une ANOVA à mesures répétées avec l'évaluateur et la méthode (Check My Fit and Control) comme facteurs intra-sujets. L'ANOVA a montré un effet principal significatif de l'évaluateur [ $F(2, 32) = 5,7, P = 0,008, \eta^2 = 0,262$ ] et de la méthode [ $F(1, 16) = 5,0, P = 0,039, \eta^2 = 0,239$ ] mais aucune interaction entre évaluateur et méthode [ $F(2, 32) = 1,7, P = 0,206, \eta^2 = 0,094$ ]. Cela indique que les insertions sont cohérentes. L'effet significatif de la méthode indique des notes globales plus élevées pour Check My Fit, en moyenne.

### PERFORMANCE D'INSERTION

Nous avons sélectionné les dernières paires de photos d'oreille de chaque session de tâche de chaque participant pour évaluer la qualité des insertions en utilisant Check My Fit par rapport au côté contrôle, totalisant 471 photos. Nous avons sélectionné uniquement les photos finales, car les participants prennent généralement plusieurs photos pendant le processus d'insertion, probablement pendant qu'ils ajustent leurs insertions. Ainsi, les dernières photos sont après qu'ils aient terminé l'insertion et qu'ils l'ont considérée comme bonne. Nous avons effectué une ANOVA sur mesures répétées sur la note moyenne de chaque participant par méthode avant et après la pause de trois jours et avons trouvé un effet principal significatif de la méthode [ $F(1, 15) = 6,2, P = 0,025, \eta^2 = 0,293$ ]. Le temps (performance d'insertion avant ou après la pause) n'était pas un facteur significatif [ $F(1, 15) = 0,009, P = 0,927, \eta^2 = 0,001$ ], et nous n'avons trouvé aucune interaction entre le temps et la méthode [ $F(1, 15) = 0,7, P = 0,410, \eta^2 = 0,046$ ]. Cela suggère que les participants effectuent de meilleures insertions avec Check My Fit que sans. Dans l'ensemble, la qualité d'insertion de Check My Fit a été notée de 0,3 à 0,5 unité supérieure à celle du contrôle et la pause de la deuxième semaine n'a pas affecté les performances d'insertion.

En traçant la note moyenne de Check My Fit par rapport à Control pour chaque participant (Figure 5), nous constatons que 70 % des participants avaient des insertions jugées meilleures pour Check My Fit que Control. Certains d'entre eux étaient largement meilleurs, tandis que pour les 5 participants où Control était meilleur que Check My Fit, la marge était plus petite.

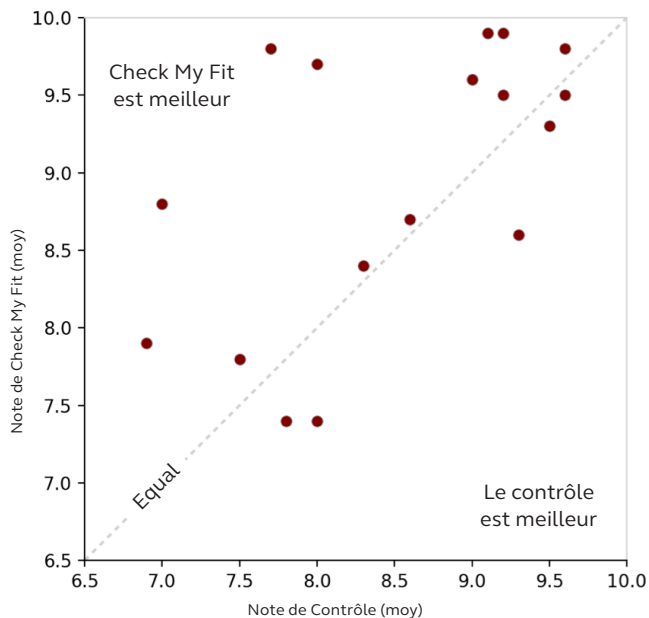


Figure 5. La note Check My Fit moyenne d'un participant par rapport à la note Contrôle montre que beaucoup réussissent mieux avec Check My Fit que sans (Contrôle). Les points de données au-dessus de la ligne diagonale indiquent une meilleure note avec Check My Fit, et les points en dessous de la ligne diagonale indiquent une meilleure note avec Contrôle.

Il y avait également une corrélation significative entre les méthodes d'insertion ( $r = 0,580$ ,  $P = 0,015$ ), ce qui pourrait signifier que les participants étaient généralement bons dans les deux méthodes, ou pas très bons dans l'une ou l'autre. Plusieurs participants maîtrisaient les deux méthodes, comme le montre le groupe de points de données dans le coin supérieur droit de la figure 5.

## DISCUSSION

L'étude 1 a montré que Check My Fit est hautement apprenable et utilisable, et a vérifié que la qualité d'insertion visuellement observable (profondeur d'insertion) est fortement liée à l'amplification délivrée à l'oreille ainsi qu'au risque de Larsen. Un petit écart (par exemple, une note de qualité de 8) par rapport à l'insertion idéale a entraîné une détérioration significative des gains précis et du MSG, soulignant l'importance audiologique pour les utilisateurs d'aides auditives de pouvoir mettre leurs aides auditives correctement.

Dans l'étude 2, nous avons constaté que les insertions assistées par Check My Fit étaient de meilleure qualité que la condition de contrôle. L'effet était significatif, a persisté tout au long des 2 semaines de l'étude et s'est maintenu après une courte pause. Si Check My Fit n'avait aucun effet sur la qualité d'insertion, nous nous attendrions à ce que le côté Check My Fit soit de qualité inférieure car il s'agit du côté non dominant. Cependant, nous avons observé que le côté Check My Fit avait une qualité légèrement supérieure. Cela peut suggérer que l'avantage de qualité de Check My Fit est plus important que ce que nous avons mesuré.

Notamment, alors qu'un petit nombre de participants ont exprimé une incertitude sur la façon d'évaluer leur qualité d'insertion ou l'objectif de la tâche d'insertion (par exemple, "Je ne sais pas quoi chercher"), les mêmes participants ont quand même montré une amélioration

de l'insertion avec Check My Fit versus Contrôle.

Cela suggère que le simple fait d'avoir une référence visuelle peut être bénéfique pour les utilisateurs pour évaluer intuitivement leur insertion plutôt que de se fier à la mémoire, même s'ils n'ont pas exprimé comment ils font de telles évaluations. En général, nous avons vu que la plupart des participants effectuaient bien leurs auto-insertions, obtenant une note supérieure à 7 chaque jour. Fait intéressant, nous n'avons pas observé d'amélioration significative de la qualité d'insertion au fil du temps.

Les deux études ont indiqué que Check My Fit est facile à apprendre et très utilisable. Presque tous les participants ont pu l'apprendre et l'utiliser après avoir visionné une courte vidéo sans instructions. Ils ont conservé la compétence tout en utilisant Check My Fit indépendamment à la maison. Les participants ont pu prendre une photo d'oreille utilisable avec succès et rapidement (souvent en quelques secondes) et avec très peu de tentatives (avec un taux d'échec d'environ 9 % lorsqu'une photo a dû être reprise).

## RÉSUMÉ

Check My Fit répond à un problème largement reconnu d'apprentissage de l'utilisation des aides auditives et s'inspire du principe d'audition organique de ReSound d'une sensation naturelle. Check My Fit est une solution automatisée basée sur smartphone via l'application ReSound Smart 3D permettant aux utilisateurs de prendre rapidement une photo du placement de leur aide auditive et de la comparer à une insertion idéale de référence. Nous l'avons conçu pour aider les porteurs à insérer leurs aides auditives, une tâche quotidienne importante qui peut être difficile. Son design s'inspire et prolonge l'interaction typique de la prise d'un selfie. Nous avons mené une étude en laboratoire et une étude sur le terrain de deux semaines pour évaluer l'ergonomie et les avantages pour l'utilisateur de Check My Fit. Dans l'ensemble, nous avons constaté que Check My Fit est facile à apprendre et à utiliser, robuste dans l'utilisation indépendante par les nouveaux utilisateurs d'aides auditives, et son utilisation est corrélée à une meilleure qualité d'insertion.

## Références

1. Glisky EL. Changes in cognitive function in human aging. *Brain aging: Models, methods, and mechanisms*. 2007 Apr 19;1.
2. Rhodes S, Greene NR, Naveh-Benjamin M. Age-related differences in recall and recognition: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2019 Oct;26(5):1529-47.
3. Strom K. Hearing Aid Sales Increase by 37% in 2021. *Hearing Review*. <https://hearingreview.com/practice-building/marketing/surveys-statistics/hearing-aid-sales-increase-by-37-in-2021-and-by-12-over-2019>. Accessed 2022/05/09.
4. [https://developer.apple.com/documentation/arkit/content\\_anchors/tracking\\_and\\_visualizing\\_faces](https://developer.apple.com/documentation/arkit/content_anchors/tracking_and_visualizing_faces). Accessed 2022/05/09.
5. Redmon J, Farhadi A. YOLO9000: better, faster, stronger. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition 2017* (pp. 7263-7271).
6. Buolamwini J, Gebru T. Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In *Conference on fairness, accountability and transparency 2018* Jan 21 (pp. 77-91). PMLR.
7. Gatehouse S, Stephens SD, Davis AC, Bamford JM. Good practice guidance for adult hearing aid fittings and services. *British Association of Audiological Scientists Newsletter*. 2001;36.
8. Roberts WE. Skin type classification systems old and new. *Dermatologic clinics*. 2009 Oct 1;27(4):529-33.

GN Hearing A/S  
19, rue d'Arcueil  
94150 RUNGIS  
France  
resound.com

CVR no. 55082715