

# ORL Mag 97

ORGANE OFFICIEL D'EXPRESSION DES **INSTANCES NATIONALES**  
DE L'ORL ET DE LA CHIRURGIE CERVICO-FACIALE

JUIN 2023

## LA VIE DE LA SFORL

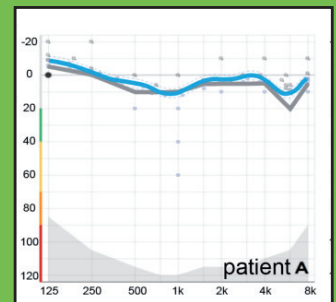
**Nouveautés sur**  
**Congrès de la SFORL 2023.....p 6**



## AUDIOMÉTRIE

**Fiabilité et reproductibilité de**  
**l'audiométrie tonale automatisée par**  
**Intelligence Artificielle iAudiogram.....p 16**

N. WALLAERT, H. JEAN,  
DR G. CREFF, N. PARAOUTY,  
Pr B. GODEY



## CAS CLINIQUE

**Dacryocystorhinostomie transcanalaire**  
**assistée par laser diode :**  
**notre expérience..... p 22**

M. HACHEMI, N. OUKIL, S. BELLAOUAR, Y. AMOURACHE,  
F.Z. TOUARIGT, C. LAMALI, M. RAHMANI, M. HASBELLAOU



## INSCRIPTION

**Forum Pluridisciplinaire**  
**ORL & Chirurgie de la Face et du Cou...p 32**

DU 4 AU 11 DÉCEMBRE 2023

KINGSTONE, JAMAÏQUE



# Fiabilité et reproductibilité de l'audiométrie tonale automatisée par Intelligence Artificielle iAudiogram

Nicolas WALLAERT<sup>1</sup>, Hadrien Jean<sup>1</sup>, Dr Gwenaëlle CREFF<sup>2,3</sup>,

Nihaad PARAOUTY<sup>1</sup>, Pr Benoit GODEY<sup>2,3</sup>

1. iAudiogram, 5 Bis Cours Anatole France, 51100 Reims, France

2. Inserm-LTSI-MediCIS UMR 1099, Rennes, France

3. Service d'ORL, Hôpital Pontchaillou, CHU, Rennes, France

## Résumé

À ce jour, l'audiométrie tonale reste le gold standard des explorations fonctionnelles de l'audition. Cependant, l'audiométrie tonale est relativement chronophage et ne fournit qu'une estimation discrète des capacités auditives du patient. Nous visons ici à remédier à ces deux principaux inconvénients à l'aide d'une approche nouvelle baptisée *iAudiogram*<sup>®</sup>, basée sur de l'intelligence artificielle, et plus spécifiquement sur de l'apprentissage machine (ML). La genèse, le principe de fonctionnement d'*iAudiogram*<sup>®</sup> et ces principales différences qui font de l'audiométrie automatisée par IA une innovation de rupture comparativement aux solutions automatisées existantes ont été détaillées dans les numéros précédents d'ORL Mag (accessible par le QR code en fin d'article). Cet article s'intéresse principalement à la validation clinique et scientifique d'*iAudiogram*<sup>®</sup>. Les performances d'*iAudiogram*<sup>®</sup> comparativement à celles d'une approche audiométrique conventionnelle sont comparées pour 109 patients présentant des pertes auditives diverses, allant d'une audition normale à la surdité profonde. Aucune différence significative n'a été constatée entre les seuils d'audition obtenus manuellement et à l'aide de l'approche automatisée d'*iAudiogram*<sup>®</sup> sur les fréquences audiométriques habituelles.

En termes de reproductibilité (différence test-retest), aucune différence significative n'est observée avec *iAudiogram*<sup>®</sup>, tandis que des différences significatives ont été constatées lors de la comparaison des données obtenues manuellement dans deux cabinets cliniques utilisant des audiomètres conventionnels pour le même sous-ensemble de patients. Pris ensemble, ces résultats montrent qu'*iAudiogram*<sup>®</sup> peut apporter un avantage majeur aux ORL et audioprothésistes, ainsi qu'à leurs patients. Grâce à l'automatisation des examens auditifs, les spécialistes de l'audition bénéficieront d'un gain de temps considérable qui leur permettra de s'occuper d'un plus grand nombre de patients, tout en augmentant le temps réellement passé avec le patient.

## Introduction

*iAudiogram*<sup>®</sup>, est un logiciel permettant de réaliser des audiométries automatisées par IA, basé sur une littérature récente et des preuves de concept multiples (par exemple, Mahomed et al., 2013 ; Cox et de Vries, 2015 ; Song et al., 2015 ; 2017 ; Schlittenlacher et al., 2018 ; Barbour et al., 2019). *iAudiogram*<sup>®</sup> peut facilement être implémenté en pratique clinique, car il permet à la fois de réaliser les tests audiométriques manuellement et automatiquement grâce à l'intelligence artificielle.

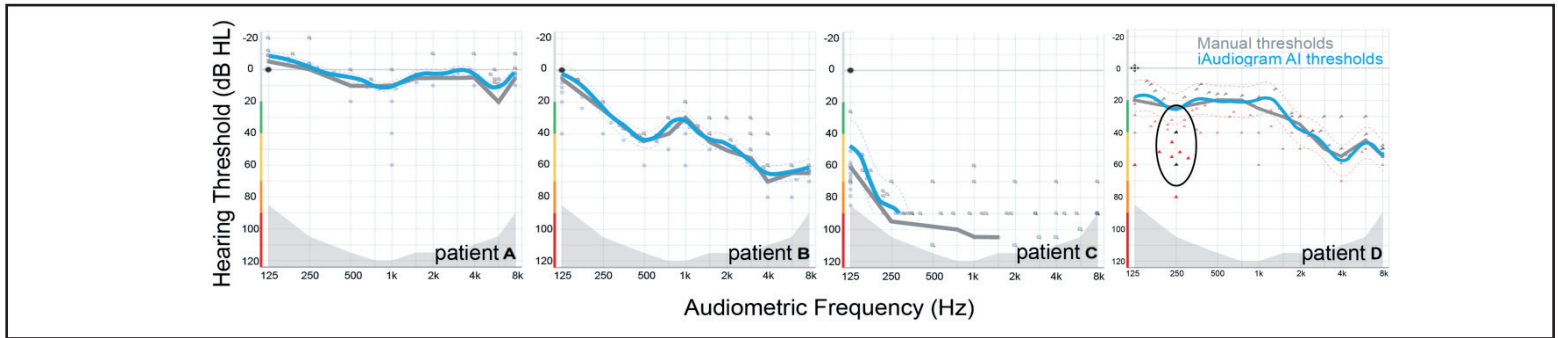
Dans cette étude, les seuils tonaux liminaires en conduction aérienne et en conduction osseuse obtenus manuellement et automatiquement avec *iAudiogram*<sup>®</sup> ont été comparés aux mesures d'audiométries conventionnelles manuelles pour une grande cohorte d'auditeurs normo-entendants et malentendants. Nos résultats montrent que les mesures d'*iAudiogram*<sup>®</sup> sont statistiquement similaires à celles obtenues manuellement par les médecins ORL et Audioprothésistes inclus dans l'étude. Toutefois, dans la mesure où *iAudiogram*<sup>®</sup> fournit une mesure continue des seuils d'audition sur le plan fréquentiel ainsi que des estimations de l'incertitude audiométrique, *iAudiogram*<sup>®</sup> peut donner lieu à des diagnostics plus précis pour l'ensemble des patients éligibles et fournit une information additionnelle pour l'établissement d'un diagnostic ou l'adaptation d'aides auditives. Enfin, *iAudiogram*<sup>®</sup> permet aux praticiens de gagner du temps pour fluidifier la prise en charge des patients.

## Exemples d'audiométries automatisées par IA

Des captures d'écran de l'interface d'*iAudiogram*<sup>®</sup> sont présentées dans la figure 1, avec 4 exemples d'audiométries. Afin de pouvoir utiliser *iAudiogram*<sup>®</sup> pour tous types de pertes auditives, nous avons procédé à plusieurs ajustements clés afin de répondre aux besoins d'une population hétérogène de malentendants (surdité neurosensorielle, de transmission ou mixte, symétrique ou asymétrique, présentant une audition normale jusqu'à la cophose).

Tout d'abord, afin de tester de façon sécurisée les patients présentant des pertes auditives importantes pour lesquelles la présence d'un recrutement de sonie est quasi systématique, le niveau d'intensité des sons tests définis par l'IA ne peut pas dépasser un certain pas au-delà du dernier son déjà testé et pour lequel aucune réponse n'a été obtenue. Cette sécurité permet de s'assurer que les sujets malentendants ne seront pas exposés à des niveaux sonores trop élevés.

Deuxièmement, si pendant la phase d'initialisation, le patient ne fournit aucune réponse pour un sous-ensemble de fréquences en raison de la présence d'une zone inerte cochléaire ou d'un seuil dépassant la plage d'application du transducteur (par exemple, patient 3, figure 1), l'intelligence artificielle n'évaluera l'audiogramme et l'incertitude audiométrique que pour le sous-ensemble particulier de fréquences que le sujet peut encore entendre.



**Figure 1 :** Interface d'*iAudiogram*® et exemples de cas : Audiogrammes tonaux obtenus manuellement et automatiquement par IA en conduction aérienne chez quatre sujets. Les points de couleurs symbolisent les réponses positives du sujet, alors que les points noirs symbolisent les réponses négatives. Contrairement à un audiogramme réalisé manuellement, chaque fréquence n'est pas testée plusieurs fois à différentes intensités. En fait, l'audiométrie automatisée par IA teste un nuage de points (couple intensité/fréquence) à proximité de la zone où le seuil tonal liminaire a de grande chance de se trouver, sans avoir à tester plusieurs fois la même fréquence. Les lignes bleues épaisses correspondent à l'estimation continue du seuil, et les lignes fines en pointillés correspondent à l'incertitude audiométrique. Pour comparaison, les seuils obtenus manuellement pour chacun des sujets sont représentés par des lignes brisées grises.

Troisièmement, nous avons testé *iAudiogram*® avec des patients non coopératifs ou présentant des réponses variables ou incertaines (appui intempestif ou omission de certaines réponses). *iAudiogram*® parvient, dans une certaine mesure, à annuler les réponses aberrantes (patient 4, présences de réponses aberrantes dans la région des basses fréquences, figure 1). Enfin, un masquage controlatéral automatisé a été implémenté pour permettre la réalisation de tests en conduction aérienne et en conduction osseuse, sans intervention humaine extérieure durant le test.

### Validation clinique des seuils liminaires obtenus en conduction aérienne manuellement et avec *iAudiogram*®

Les audiogrammes de 109 sujets (61 femmes ; 218 oreilles ; âge min-max : 11-97 ans, âge moyen  $\pm$  écart-type :  $62,8 \pm 16,7$  ans) avec des profils auditifs variés ont été mesurés successivement en utilisant 3 méthodes différentes :

1. audiogramme conventionnel ou de référence, obtenu avec un audiomètre Otometrics Astera II et un casque THD39 (Natus & Telephonics), réalisé manuellement par un audioprothésiste ou un ORL,
2. audiogramme manuel obtenu sur un audiomètre *iAudiogram*® et un casque DD450 (My Medical Assistant & Radioear) réalisé par un audioprothésiste
3. audiogramme automatisé par IA obtenu avec *iAudiogram*® et un casque DD450 (My Medical Assistant & Radioear).

Les deux audiogrammes manuels ont été obtenus selon la même procédure, mais ils différaient en ce qui concerne : 1. les écouteurs utilisés et donc le couplage acoustique ayant un impact sur les niveaux de sortie, malgré l'étalonnage des deux types d'écouteurs, et 2. les cabines audiométriques utilisées pour les tests, bien qu'il s'agisse dans les deux cas de cabines audiométriques insonorisées à double paroi.

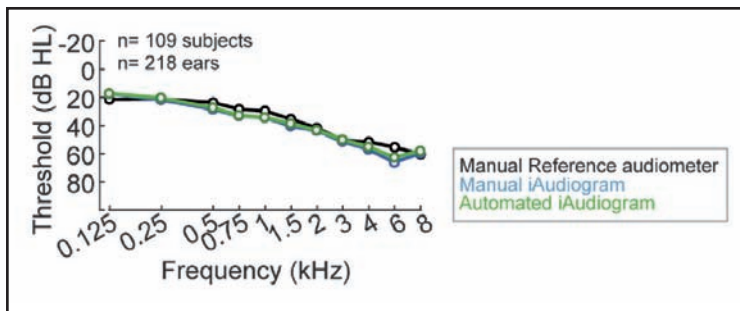
L'estimation des seuils fournis par *iAudiogram*® de façon automatisée différait des deux audiogrammes manuels en ce que les seuils sont estimés de façon continue en fréquence et qu'*iAudiogram*® fournit une estimation de l'incertitude associée à ces seuils.

Pour permettre de comparer les seuils obtenus manuellement et automatiquement par IA, les seuils fournis par *iAudiogram*® automatiquement ont été discrétisés sur les 11 fréquences audiométriques habituellement testées manuellement. Il est important de noter que les mesures manuelles diffèrent des mesures automatisées en ce qui concerne la définition du seuil liminaire. Alors que les deux approches d'audiométrie manuelle mesuraient le niveau le plus bas entendu comme «seuil», l'approche automatisée proposée par *iAudiogram*® définissait le «seuil» comme le contour audible à 50 % (conformément à Schlittenlacher et al., 2018).

La figure 1 montre des exemples d'audiogrammes mesurés pour différents patients (*iAudiogram*® manuel : ligne grise ; *iAudiogram*® automatisé : ligne bleue) : le patient 1 présente des seuils d'audition normaux (figure 1a), le patient 2 a une perte auditive moyenne prédominante dans les hautes fréquences (figure 1b) et le sujet 3 présente une perte auditive sévère (figure 1c).

Les différences moyennes brutes et en valeurs absolues entre les 3 méthodes ont été calculées. Alors que la différence de seuil moyen entre les deux audiogrammes manuels était de  $2,97 \pm 7,92$  dB (moyenne  $\pm$  écart-type ; différence absolue moyenne =  $5,65 \pm 6,30$  dB HL), la différence de seuil moyen entre les deux approches *iAudiogram*® était de  $-1,08 \pm 4,42$  dB (différence absolue moyenne =  $3,18 \pm 3,25$  dB HL). Ces valeurs sont similaires aux données de la littérature qui comparent la répétabilité de deux mesures audiométriques effectuées dans des conditions identiques (voir Margolis et al. 2010 ; écart-type de 5,5 dB en utilisant le même audiomètre, le même lieu et le même expérimentateur ; voir également Gosztonyi Jr. et al. 1971 ; Schmuziger et al. 2004 ; Ishak et al. 2011 ; Mahomed et al. 2013).





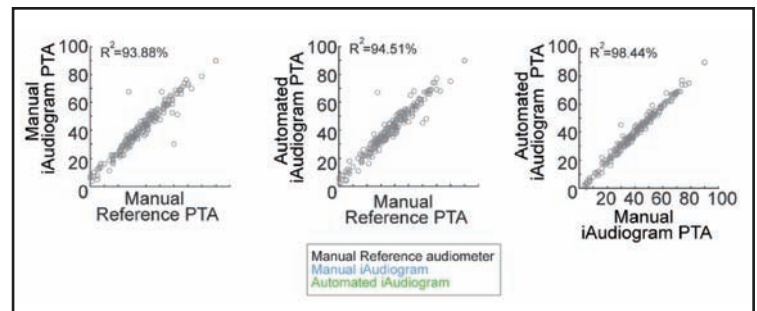
**Figure 2 :** Les mesures conventionnelles d'audiométrie par conduction aérienne ne sont pas statistiquement différentes des mesures manuelles et automatisées d'*iAudiogram*<sup>®</sup>. Cette figure présente la comparaison des moyennes et erreurs standards des audiogrammes de 109 sujets (les deux oreilles testées) utilisant les trois méthodes de tests. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les trois méthodes.

Pour examiner si les 3 méthodes différaient de manière significative, nous avons utilisé des tests statistiques non paramétriques. Les trois audiogrammes (référence manuelle, et *iAudiogram*<sup>®</sup> manuel et *iAudiogram*<sup>®</sup> automatisé) ne diffèrent pas significativement (test de Wilcoxon sur toutes les valeurs brutes des seuils,  $X^2(2) = 3,95$ ,  $p = 0,139$ ). En outre, les deux approches *iAudiogram*<sup>®</sup> (manuelle vs. automatisée) ne diffèrent pas significativement pour toutes les 11 fréquences audiométriques (toutes les comparaisons Steel-Dwass,  $p > 0,05$ ).

Pour comparer l'audiogramme manuel de référence avec les deux mesures réalisées avec *iAudiogram*<sup>®</sup>, nous avons normalisé les ensembles de données obtenues avec *iAudiogram*<sup>®</sup> par rapport à l'audiogramme manuel, en soustrayant de chaque mesure individuelle la moyenne de l'audiogramme manuel à chaque fréquence. Cette correction en fonction de la fréquence permet de compenser la présence de toute différence systématique entre les audiomètres utilisés. Les trois approches ne différaient pas significativement les unes des autres ( $X^2(2) = 0,03$ ,  $p = 0,986$ ) et toutes les comparaisons par paire entre les 3 mesures d'audiogramme pour chacune des 11 fréquences audiométriques étaient également non significatives ( $p > 0,05$ ).

### Comparaison des pertes auditives moyennes

Dans la pratique clinique, le résultat de l'audiométrie est souvent synthétisé par la perte auditive moyenne (PTA) calculée pour chaque oreille à partir de la moyenne arithmétique des seuils tonaux obtenus sur les fréquences 0,5, 1, 2 et 4 kHz (BIAP). Les mesures de PTA utilisant les deux approches manuelles ont montré une corrélation significative (test de Pearson,  $p < 0,0001$ ), avec 93,88% de variance partagée (Figure 3, gauche). Les mesures de PTA effectuées à l'aide de l'audiomètre de référence manuel et avec *iAudiogram*<sup>®</sup> automatiquement présentaient également une corrélation significative



**Figure 3 :** Les pertes auditives moyennes (PTA) correspondant à la moyenne arithmétique des seuils liminaires à 0,5, 1, 2 et 4 kHz sont indiquées pour tous les sujets. Une corrélation significative (voir le texte pour les statistiques) et la variance partagée sont élevées entre les PTA calculées à partir des différentes méthodes.

( $p < 0,0001$ ), avec 94,51 % de variance partagée (figure 3, milieu). En utilisant le même audiomètre, les mesures PTA obtenues manuellement et automatiquement avec *iAudiogram*<sup>®</sup> partagent 98,44 % de la variance (Figure 3, droite), ce qui suggère que l'automatisation par IA n'a pas d'impact sur les mesures PTA. L'ensemble de ces résultats confirme que l'automatisation d'*iAudiogram*<sup>®</sup> basée sur une intelligence artificielle génère des informations cliniquement fiables par rapport à l'audiométrie manuelle de référence.

### Comparaison de la fiabilité test-retest

Ensuite, afin d'examiner la fiabilité test-retest de l'audiométrie automatisée *iAudiogram*<sup>®</sup>, nous avons évalué les audiogrammes d'un sous-ensemble de sujets ( $n=50$  sujets, 100 oreilles testées ; Figure 4a) à deux reprises, en utilisant strictement les mêmes procédures. La différence moyenne entre les deux mesures était de  $0,31 \pm 4,38$  dB et la différence moyenne en valeur absolue était de  $2,92 \pm 3,27$  dB HL. La fiabilité test-retest de l'audiométrie automatisée par IA est élevée, aucune différence significative n'ayant été observée entre les deux mesures (test H de Kruskal-Wallis,  $X^2(1) = 0,025$ ,  $p = 0,874$  ; toutes les différences post-hoc par chacune des fréquences audiométriques  $> 0,05$ ). En outre, 99,1% de la variance partagée était partagée lors de la comparaison des pertes auditives moyennes obtenues dans les deux conditions (figure 4c).

Afin de comparer ces résultats avec la pratique clinique actuelle, nous avons comparé les audiogrammes obtenus par deux praticiens différents (ORL et audioprothésistes), utilisant des audiomètres différents ( $n=134$  sujets ; 268 oreilles testées ; figure 4b). Les deux audiométries étaient espacées de 3 mois au maximum, et aucun antécédent ou incident otologique ne devait avoir été identifié durant cette période. La différence moyenne entre les deux mesures était de  $4,87 \pm 10,33$  dB et la différence moyenne en valeur absolue entre les deux mesures était de  $8,13 \pm 8,02$  dB

HL. Les deux mesures différaient de manière significative, suggérant une fiabilité limitée au test-retest entre les deux mesures (test H de Kruskal-Wallis,  $X^2(1) = 17,65$ ,  $p = <0,0001$  ; différences post-hoc significatives à 500, 1000, 4000 et 8000 Hz). La variance partagée était égale à 83,67 % lors de la comparaison des PTA obtenues dans les deux conditions (figure 4d).

## Durée de l'audiométrie tonale automatisée par IA

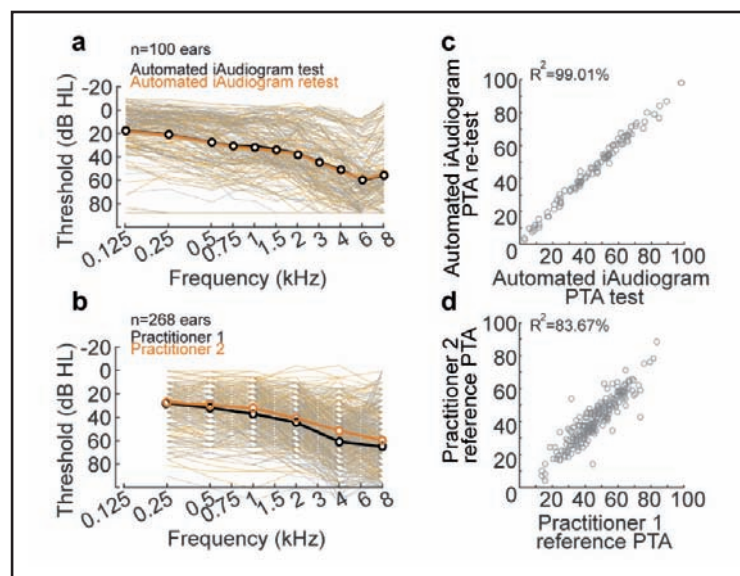
La précision de mesure peut être réglée sur *iAudiogram*®, de façon à obtenir un seuil plus ou moins fiable (e.g. précision à 1dB ou 5dB près). Ainsi, l'examen s'arrête automatiquement dès lors que l'incertitude audiométrique devient inférieure au seuil choisi par le praticien. La précision de mesure et la durée des examens pour deux (normal et diagnostic) des trois modes proposés par *iAudiogram*® ont été comparés.

Les analyses ci-dessus se sont concentrées sur les mesures automatisées réalisées avec *iAudiogram*® dans le mode diagnostique (précision à 1dB). Ce choix a été réalisé pour garantir :

1. la plus grande fiabilité possible, c'est-à-dire que le test s'arrête dès lors que les informations supplémentaires apportées par des mesures complémentaires ne deviennent que faiblement informatives (Schlittenlacher et al., 2018 ; Barbour et al., 2019) ;
2. la compatibilité avec la pratique clinique quotidienne, et pour éviter l'impact de facteurs de haut niveau induit par une durée de test trop longue. Dans ce mode, l'audiométrie automatisée en conduction aérienne dure en moyenne  $13,73 \pm 2,80$  minutes pour tester les deux oreilles (durée min - max = 9,10 - 19,90)

Pour un sous-ensemble de 43 sujets testés (86 oreilles ; âge min-max : 11-97 ans), la durée du test dans le mode « normal » (précision à 5dB près) fut en moyenne de  $9,85 \pm 2,36$  minutes pour les deux oreilles ( $n=76$  sujets ; 4,33-14,90 minutes). En termes de précision, les différences moyennes brutes et en valeurs absolues entre l'audiométrie manuelle et automatisée par IA étaient respectivement de  $-4,17 \pm 7,02$  dB et de  $6,46 \pm 4,99$  dB HL. En outre, les seuils obtenus manuellement et automatiquement ne différaient pas de manière significative (test de Wilcoxon sur les valeurs brutes,  $X^2(2) = 3,57$ ,  $p = 0,059$ ).

Comparativement, la réalisation de l'audiométrie manuellement par le praticien en conduction aérienne sur les 11 fréquences audiométriques dure en moyenne  $7,67 \pm 1,89$  minutes ( $n=142$  sujets ; 3,50-16,73 minutes). Bien que les mesures manuelles prennent moins de temps que les mesures automatisées (7,67 minutes contre 9,85 minutes/rapide ou 13,73 minutes/diagnostic), il est important de noter que les mesures automatisées libèrent environ 8 minutes de temps médical par patient pour le praticien. Ce gain, multiplié par le nombre de patients traités quotidiennement par les professionnels de la santé, s'accroît rapidement. Le patient gagne également du temps, car le nombre de tests d'audiométrie peut être réduit à un seul si celui-ci est



**Figure 4 :** Fiabilité test-retest de l'audiométrie automatisée *iAudiogram*® en conduction aérienne.

- a. Répétabilité des mesures lors du test automatisé (lignes noires) et du retest automatisé (lignes orange) avec *iAudiogram*®. Aucune différence significative n'est observée entre les mesures.
- b. Pour le même sous-ensemble de sujets, deux spécialistes différents ont effectué une audiométrie tonale manuelle. La différence moyenne en valeur absolue était de 8,13 dB HL, et les comparaisons par paire des seuils obtenus sur les fréquences audiométriques ont révélé des différences significatives.
- c. Comparaisons des pertes moyennes (PTA) obtenues lors d'un test-retest avec une audiométrie automatisée *iAudiogram*®.
- d. Comparaisons des pertes moyennes (PTA) entre les audiométries obtenues manuellement par des deux spécialistes différents.

réalisé en mode diagnostique, au lieu de multiplier les tests (e.g. ORL puis re-test par l'audioprothésiste, comme c'est le cas par exemple lorsque les fréquences audiométriques intermédiaires n'ont pas été testées).

## Comparaison des seuils liminaires obtenus en conduction aérienne manuellement et avec *iAudiogram*®

Alors que l'audiométrie par conduction aérienne teste l'ensemble de l'oreille, l'audiométrie par conduction osseuse est utilisée pour stimuler directement l'oreille interne et les voies auditives centrales à l'aide d'un ossi-vibrateur placé soit sur la mastoïde, soit sur le front (American National Standards Institute, 1996).

En pratique clinique, l'audiométrie en conduction osseuse est généralement réalisée après l'audiométrie en conduction aérienne afin de caractériser précisément la nature de la perte auditive : perte de transmission, neurosensorielle ou mixte.

Dans notre étude, nous avons choisi la position frontale pour obtenir des mesures de conduction osseuse plus reproductibles (Studebaker, 1962 ; Dirks, 1964).



De façon analogue aux tests de validation clinique utilisés pour la conduction aérienne, les audiogrammes en conduction osseuse de 49 sujets (23 femmes ; 98 oreilles ; âge min-max : 17-88 ans, âge moyen  $\pm$  écart-type :  $53,55 \pm 22,12$  ans) présentant des profils auditifs variés allant de l'audition normale à la perte auditive sévère ont été mesurés en utilisant les 3 méthodes décrites ci-dessus :

1. audiogramme *conventionnel* ou de *référence*, obtenu avec un audiomètre Otometrics Astera II, un ossivibrateur B71 et un casque TDH 39 pour l'assourdissement controlatéral (Natus, Radioear & Telephonics), réalisé manuellement par un audioprothésiste ou un ORL,
2. audiogramme manuel obtenu sur un audiomètre *iAudiogram*<sup>®</sup>, un vibrateur BC-2 et un casque DD450 pour l'assourdissement controlatéral (My Medical Assistant, BHM & Radioear) réalisé par un audioprothésiste
3. audiogramme automatisé par IA obtenu avec *iAudiogram*<sup>®</sup>, un vibrateur BC-2 et un casque DD450 pour l'assourdissement controlatéral (My Medical Assistant, BHM & Radioear)

Alors que la différence moyenne de seuils entre les deux audiogrammes manuels était de  $0,50 \pm 6,49$  dB (différence absolue moyenne =  $4,94 \pm 4,24$  dB HL), la différence de seuil moyenne entre les deux approches *iAudiogram*<sup>®</sup> était de  $1,86 \pm 4,70$  dB (différence absolue moyenne =  $3,85 \pm 3,27$  dB HL). Sur le plan statistique, les seuils obtenus selon trois approches en conduction osseuse ne différaient pas de manière significative (test de Wilcoxon sur toutes les valeurs brutes des seuils,  $X^2(2) = 1,58$ ,  $p = 0,454$  ; toutes les comparaisons Steel-Dwass à des fréquences audiométriques,  $p > 0,05$ ).

## Comparaison de la fiabilité test-retest

Tous les sujets ( $n=49$  sujets, 98 oreilles testées ; figure 4a) ont été testés deux fois manuellement et automatiquement avec *iAudiogram*<sup>®</sup>. La différence moyenne entre les deux mesures manuelles en conduction osseuse était de  $-0,50 \pm 4,08$  dB et la différence absolue moyenne était de  $2,36 \pm 3,36$  dB HL. La différence signée moyenne entre les deux mesures automatisées par IA en conduction osseuse était de  $-0,29 \pm 5,19$  dB et la différence absolue moyenne était de  $3,55 \pm 3,80$  dB HL. En outre, aucune différence test-retest significative n'a été observée entre les mesures manuelles et automatisées (test H de Kruskal-Wallis, manuel :  $X^2(1) = 1,74$ ,  $p = 0,188$  ; automatisé :  $X^2(1) = 1,28$ ,  $p = 0,258$  ; toutes les différences post-hoc aux fréquences audiométriques  $> 0,05$ ).

## Conclusion

Au cours de la dernière décennie, les approches d'audiométrie automatisée ont fait l'objet d'un nombre croissant de publications (voir Wasmann et al., 2022 pour une revue). Plusieurs auteurs (Mahomed et al., 2013 ; Cox et de Vries, 2015 ; Song et al., 2015 ; 2017 ; Schlittenlacher et al., 2018 ; Barbour et al., 2019) ont développé et testé des approches variées pour estimer les seuils liminaires en utilisant des algorithmes variés, dont certaines utilisent l'intelligence artificielle. L'approche proposée par *iAudiogram*<sup>®</sup> s'appuie sur ces travaux récents, qui ont été étendus dans le but de répondre à une problématique clé: améliorer la prise en charge des patients malentendants en augmentant la précision des bilans audiométriques et en libérant du temps médical grâce à l'automatisation.

*iAudiogram*<sup>®</sup> a été développé et dispose d'une interface informatique simple d'utilisation. Les seuils audiométriques mesurés par *iAudiogram*<sup>®</sup> sont précis et robustes tant pour l'audiométrie en conduction aérienne que pour l'audiométrie en conduction osseuse. Ceux-ci sont statistiquement similaires à ceux obtenus manuellement avec des audiomètres conventionnels sur des sujets présentant des configurations audiométriques variées et tous les types de perte auditive possibles, y compris chez des patients présentant une perte auditive sévère et/ou asymétrique avec un Rinne important.

Enfin, la précision audiométrique dans l'estimation des seuils audiométriques peut atteindre le dB sur l'ensemble des fréquences, ce qui pourra permettre un suivi plus ciblé des patients, et une amélioration dans l'adaptation des aides auditives.

Pour revoir les précédents numéros d'ORL Mag relatif à l'audiométrie automatisée par intelligence artificielle, n'hésitez pas à consulter notre site internet: [www.iaudiogram.com](http://www.iaudiogram.com), ou à vous rendre sur <https://iaudiogram.com/support/#Academy>



Flashez-moi pour retrouver l'ensemble des articles relatifs à l'intelligence artificielle en Audiologie.