



CENTRE DE RECHERCHES, D'ETUDES ET DE FORMATION EN AUDIOPROTHESE

Propriétés de l'écouteur ActiveVent de Phonak

**Mémoire de fin d'études du Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste
Présenté le 26 juin 2023 devant le jury d'examen**

par Jeanne PARACHINI

Maître de mémoire : Jérémie MISSEGUE

Remerciements

Je tiens à remercier mon maitre de mémoire Jérémie Missegue et toute l'équipe des centres de Castelnau le Lez et de Manguio pour leur accueil.

Je souhaite aussi remercier audition santé pour m'avoir laissé libre utilisation du matériel des centres de Castelnau le Lez et Manguio pour la réalisation de ce mémoire.

De plus je remercie l'équipe pédagogique de la formation du D.E d'audioprothésiste de Montpellier pour le suivi de ce mémoire et la mise à disposition du matériel nécessaire.

Table des matières

I. Introduction	1
II. Matériel et méthode	3
A. Matériel	3
B. Méthode	4
1. Mesure de l'occlusion	4
2. Mesure du niveau de pression acoustique continu équivalent du « clic » de l'ActiveVent	5
3. Mesure du score de logatomes correctement répétés dans le bruit : le test AViB	6
III. Résultats	9
A. Occlusion	10
B. Niveau de pression acoustique continu équivalent du clic	11
C. Score de logatomes correctement répétés dans le bruit avec l'ActiveVent	13
IV. Discussion	17
A. Occlusion	17
B. Niveau de pression acoustique continu équivalent du clic	18
C. Score de logatomes correctement répétés dans le bruit avec L'ActiveVent	18
D. Limite et Perspective	19
V. Conclusion	20
VI. Bibliographie	21
Liste des annexes	23

Liste des figures

- Figure 1 : Audiogramme tonal moyen des sujets de cette étude. _____ 9
- Figure 2 : REOR du sujet portant une paire d'audéo paradise avec des écouteurs standard avec dômes fermés puis avec des écouteurs ActiveVent FERMÉS et OUVERTS avec embouts Universal Slim tip AV. _____ 11
- Figure 3 : Enregistrement sur le KEMAR d'une succession de clic lors du passage de la position OUVERTE à FERMÉE et de FERMÉE à OUVERTE de l'ActiveVent. _____ 12
- Figure 4 : Niveau moyen du clic pour la position OUVERTE/FERMÉE et pour la position FERMÉE/OUVERTE. _____ 13
- Figure 5 : Pourcentage d'intelligibilité avec l'ActiveVent FERMÉ et avec écouteur standard muni de dôme fermé en fonction du RSB. _____ 14
- Figure 6 : Tableau comparatif des scores d'intelligibilité avec ActiveVent et avec écouteur standard et dôme fermé. _____ 15
- Figure 7 : Différence de logatomes correctement répétés avec ActiveVent VS avec un écouteur classique en fonction du RSB. _____ 15
- Figure 8 : Pourcentage de la différence de logatome mieux répété avec ActiveVent VS avec écouteur standard. _____ 16

Liste des abréviations

AV_iB = Audiométrie Verbo fréquentielle en présence de Bruit calibré

KEMAR = Knowles Electronic Manikin for Acoustical Research

NAL = National acoustic laboratories

PAM = Perte Auditive Moyenne

RSB = Rapport Signal à Bruit

REOR = Real Ear Occluded Response

SRV = Seuil de Reconnaissance Vocale

I. Introduction

La difficulté de l'appareillage d'une personne presbyacousique est de réussir à allier le confort et l'efficacité. En effet si l'on souhaite une restitution sonore avec le moins de déperdition possible il faut envisager un appareillage fermé et donc occlure le conduit auditif. Or l'occlusion engendre un phénomène d'autophonation passive chez le patient et l'ampleur de l'autophonation sur les basses fréquences croît avec le degré d'occlusion (1). Ce phénomène est donc souvent vécu de façon très désagréable par le patient qui a une bonne conservation de ses fréquences graves.

Pour contourner ce problème il existe une solution mécanique qui consiste à agrandir l'évent de l'embout (ou du dôme). L'appareillage sera donc ouvert et par conséquent il sera plus confortable dans les situations calmes et permettra de maximiser l'acceptation des aides auditives par le patient (2). Malheureusement le gain de confort de l'appareillage ouvert est au détriment de l'efficacité des réducteurs de bruit et de la directivité des appareils (3).

Le défi est donc de réussir à conserver le confort dans le calme et maintenir une bonne efficacité dans le bruit. Et c'est dans ce but que Phonak a mis au point en 2021 son écouteur ActiveVent. ActiveVent est un écouteur avec un évent commutable offrant la possibilité d'un appareillage fermé ou ouvert en fonction des situations sonores. Il est compatible à partir de la puce Paradise pour les gammes 90. Et nous pouvons choisir de lui adapter soit un embout sur mesure en titane, soit un embout Universal Slim Tip en silicone (voir Annexe 1). La puissance de cet écouteur se rapproche de celle d'un écouteur standard M.

Son fonctionnement est simple :

Lorsque le gestionnaire de programme automatique AutoSense OS 4.0 de Phonak bascule sur le programme « parole dans le bruit intense », l'ActiveVent va passer d'une position OUVERTE à une position FERMÉE grâce à la translation d'un disque métallique dans l'armature de l'écouteur (voir Annexe 2). Le

même phénomène se produit lors de l'écoute de streaming média (musique, vidéo, ...). L'ActiveVent revient à sa position initiale pour les autres programmes. Pour information, l'Autosense bascule sur le programme « parole dans le bruit intense » avec une vitesse de transition par défaut de 30 secondes lorsqu'un niveau de 63 dB est détecté par les appareils.

Ainsi avec ActiveVent le patient peut conserver du confort dans les environnements calmes grâce à une aération équivalente à un évent de 3,5mm, et avoir l'efficacité d'un embout fermé lorsque l'environnement est bruyant. Selon Phonak, l'écouteur ActiveVent FERMÉ apporterait une amélioration de l'intelligibilité de plus de 10% par rapport à un écouteur muni d'un dôme ou d'un embout standard correspondant à perte auditive des patients (4).

Nous avons donc choisi dans ce mémoire d'étudier quelques propriétés caractérisant l'écouteur ActiveVent. Nous nous poserons la question suivante : en quoi l'écouteur ActiveVent est-il différent d'un écouteur classique ?

Pour répondre à cette question nous allons d'abord nous intéresser à l'effet d'occlusion de l'ActiveVent en position fermée, puis ouverte, par rapport à un écouteur classique. Nous allons également étudier le niveau de pression acoustique continu équivalent du « clic » de l'ActiveVent. Enfin nous verrons l'impact de cet écouteur sur le score de logatomes correctement répétés dans le bruit par rapport à un écouteur classique.

II. Matériel et méthode

A. Matériel

Population testée :

La population testée compte 30 sujets, dont 14 femmes et 16 hommes âgés de 32 ans à 87 ans atteints de surdité rentrant dans la plage d'application optimale recommandée par Phonak. L'âge moyen était de 70,5 ans avec un écart-type de 13. La répartition par tranche d'âge des sujets se trouve en annexe (Annexe 3).

Critères d'inclusion :

Pour la réalisation de cette étude, ont été inclus les sujets :

- Homme et Femme adultes de tout âge.
- Ayant une perte d'audition légère à moyenne qui rentre dans la plage d'application optimale recommandée par Phonak (en majorité surdité de type presbyacousie).
- Ne présentant pas de douleur ou de l'inconfort causé par des sons intenses.
- Présentant une faible sécrétion de cérumen.
- Présentant un tympan normal.
- Parlant la langue française.
- Portant des aides auditives Phonak depuis au moins 1 mois.

Matériel :

Tous les tests ont été réalisés en cabine audiométrique avec un volume utile minimum de 15m² et un niveau de bruit inférieur à 40 dB(A) exprimé en niveau constant équivalent sur une durée de mesure d'une heure et un temps de réverbération inférieur à 0,5 seconde à 500 Hz.

Pour la réalisation des tests j'ai eu besoin du matériel suivant :

- KEMAR (Knowles Electronic Manikin for Acoustical Research). Avec un microphone au fond de son « conduit auditif ».
- Mesure In Vivo
- Casque TDH39
- 2 haut-parleurs
- Audiomètre Aurical
- Un ordinateur équipé des logiciels NOAH 4 et Phonak Target avec une interface de programmation Noahlink Wireless
- 4 contours d'oreille à écouteur déporté de Phonak : audéo Paradise P90
- 2 écouteurs ActiveVent
- Embouts Universal Slim Tip AV de forme B pour oreille droite et gauche : embout en silicone semi-rigide sans évent avec une forme statistique calculée du conduit auditif.
- 2 écouteurs standard M
- Dômes M fermés
- Otoscope

B. Méthode

En amont des tests prévus pour ce mémoire, l'ensemble des sujets a été soumis à une otoscopie et une audiométrie tonale.

1. Mesure de l'occlusion

Pour visualiser l'occlusion qu'apporte l'ActiveVent en position fermée par rapport à sa position ouverte ou par rapport à un écouteur classique avec un dôme fermé nous allons utiliser la mesure In Vivo. Le sujet se situe à 1m du haut-parleur de l'Aurical Aud avec haut-parleur. Nous plaçons le collier d'In Vivo sur notre sujet atteint de presbyacousie légère, nous réalisons la calibration des tubes sonde puis nous les positionnons dans ses conduits auditifs à moins de

5mm de ses tympans. Ensuite nous allons réaliser 3 mesures de Real Ear Occluded Response¹ (REOR) :

- Mesure du REOR avec l'écouteur ActiveVent FERMÉ et un embout Universal slim tip AV
- Mesure du REOR avec l'écouteur ActiveVent OUVERT et un embout Universal slim tip AV
- Mesure du REOR avec l'écouteur standard et un dôme fermé

Pour la source sonore, nous avons choisi de délivrer un bruit rose par le haut-parleur à 65dB pendant 10s.

2. Mesure du niveau de pression acoustique continu équivalent du « clic » de l'ActiveVent

Lorsque l'ActiveVent passe de la position ouverte à fermée ou vice versa par le biais d'une pièce métallique, un bruit de « clic » se produit. Pour mesurer ce clic nous avons utilisé le KEMAR. On place une aide auditive sur une oreille du KEMAR avec dans le conduit l'écouteur ActiveVent et l'embout Universal slim tip AV.

Grâce au microphone au fond du conduit de l'oreille du KEMAR nous allons enregistrer 20 passages de l'écouteur ActiveVent de la position FERMÉE/OUVERTE et OUVERT/FERMÉE. Nous avons paramétré l'enregistrement avec une période de 20ms, en pondération dBLin (= pondération dBZ) et nous mesurons des L_{eq}^2 .

Ensuite sur le logiciel de traitement des données du KEMAR nous allons pouvoir séquencer avec une précision de 20ms les différents clics. Nous avons donc

¹ Real Ear Occluded Response (REOR) = Courbe de réponse en fréquence en dB SPL, à proximité du tympan appareil éteint.

² L_{eq} = niveau équivalent correspondant au niveau fictif qui, maintenu constant pendant la durée d'observation T, délivre la même quantité d'énergie acoustique à un moment donné que le niveau de pression acoustique variant dans le temps le fournirait au même point et pendant la même durée d'observation T.

répertorié le niveau de clic en dBSPL de 20 passages FERMÉ/OUVERT et 20 passages OUVERT/FERMÉ, puis nous avons fait une moyenne. Comme la différence entre 2 niveaux de pression acoustique est parfois supérieure à 5dB nous ne pouvons pas faire de moyenne arithmétique donc nous utiliserons la formule :

$$L_{eq,moyen}(dBSPL) = 10\log\left(\frac{\sum_{i=1}^{20} 10^{\frac{Leq,i}{10}}}{20}\right)$$

3. Mesure du score de logatomes correctement répétés dans le bruit : le test AV_fB³

Nous allons utiliser le test AV_fB pour comparer le score de logatomes correctement répétés dans le bruit (5) par les sujets avec l'ActiveVent FERMÉ et avec un écouteur classique avec dôme fermé.

Signal : Les listes Verbo-fréquentielles sont conçues selon le modèle des listes cochléaires de Lafon. Il existe 5 listes pour les tests et 2 listes d'entraînement composées de 18 logatomes de 3 phonèmes de la forme Voyelle-Consonne-Voyelle (voir Annexe 4). Le premier logatome n'a pour but que de fixer l'attention du sujet et n'est pas pris en compte pour l'évaluation. Toutes les listes durent 72s et présentent la même difficulté de compréhension entre elles. Les logatomes enregistrés permettent d'éviter la suppléance mentale et la lecture labiale.

Bruit : Nous avons choisi un bruit du type « cocktail party » qui représente bien le milieu dans lequel le sujet est souvent en difficulté et dans lequel on suppose que l'ActiveVent en position fermée sera le plus efficace. Le signal « cocktail party » est représentatif de la réalité car il est discontinu, représentatif du spectre à long terme de la parole, non reconnaissable, Ecrêté et séparé du signal. Le bruit « cocktail party » qui a été utilisé est un mélange de plusieurs voix non compréhensibles.

³ AV_fB = Audiométrie Verbo-fréquentielle en présence de bruit calibré

Méthode de pré réglage : Nous avons choisi d'utiliser la méthode de pré réglage NAL NL 2 (National Acoustic Laboratories). Pour une question d'uniformité des réglages et des résultats, tous les sujets doivent avoir le même pré réglage. NAL NL 2 est un pré réglage adapté et souvent utilisé pour la correction des pertes auditives tels que les presbyacousies légères. Le pré réglage NAL NL 2 prend en compte des informations personnelles qui sont : l'âge, le sexe, la langue (tonale ou non tonale), l'expérience.

Passation du test AV_fB dans le cadre de ce mémoire :

Il consiste à faire répéter les logatomes que le sujet entend en présence de bruit. Pour chaque liste nous avons 17 logatomes composés de 51 phonèmes, nombre arrondi à 50. Chaque erreur de phonème est notée, pour ensuite nous permettre de calculer le score d'intelligibilité grâce à la formule (6) :

$$\text{Score d'intelligibilité} = 100 - 2 \times \text{nombre de phonèmes incorrects}$$

Les audéos Paradise avec ActiveVent et sans ActiveVent sont réglés à l'identique par rapport à la perte d'audition du sujet. Nous avons mis le réglage NAL NL 2 pour personne expérimentée (car les sujets ont déjà des prothèses auditives depuis au moins 1 mois). Les tests ont été faits avec les appareils en programme « parole dans le bruit intense » et avec l'ActiveVent en position FERMÉ.

L'ordre de présentation des listes était toujours le même lors des comparaisons avec ActiveVent Vs écouteur standard pour un même sujet. Cependant d'un sujet à un autre les listes n'étaient pas présentées dans le même ordre pour qu'il n'y ait pas de biais à l'étude. De même, un sujet sur deux commençait le test d'AV_fB avec l'écouteur ActiveVent ou avec le standard afin qu'il n'y ait pas de biais dans l'étude.

Le test se déroule en champ libre. Le bruit et le signal viennent de 2 sources différentes pour que le sujet puisse utiliser le « démasquage binaural » et les Indices de Localisation Spatiale auditive (ILS).

Les 2 haut-parleurs sont placés à 1m de la tête du sujet.

Le bruit venait du haut-parleur de derrière et le signal du haut-parleur de devant. Le bruit fut fixé à 65 dB, niveau pour lequel l'ActiveVent passe sur le programme automatique parole dans le bruit intense et enclenche la position fermée de l'évent. C'est le signal qui va varier. Tout d'abord une liste d'entraînement est présentée avec un RSB de +12 dB aux sujets pour qu'ils se familiarisent avec le test. Puis le signal va diminuer par pas de 3dB en partant d'un RSB de +9 dB. Nous arrêterons le test pour un RSB de -9 dB ou parfois -12 dB en fonction des résultats des sujets.

III. Résultats

La figure 1 représente l'audiogramme tonal moyen au casque pour les deux oreilles des 30 sujets testés en fonction de la fréquence, avec des sons purs. Une octave correspond à 20 dB HL.

D'après cet audiogramme tonal moyen nous avons pu calculer les pertes auditives moyennes (PAM⁴) droite et gauche. La PAM de l'oreille droite vaut 36,5 dB HL et la PAM de l'oreille gauche est de 39,5 dB HL.

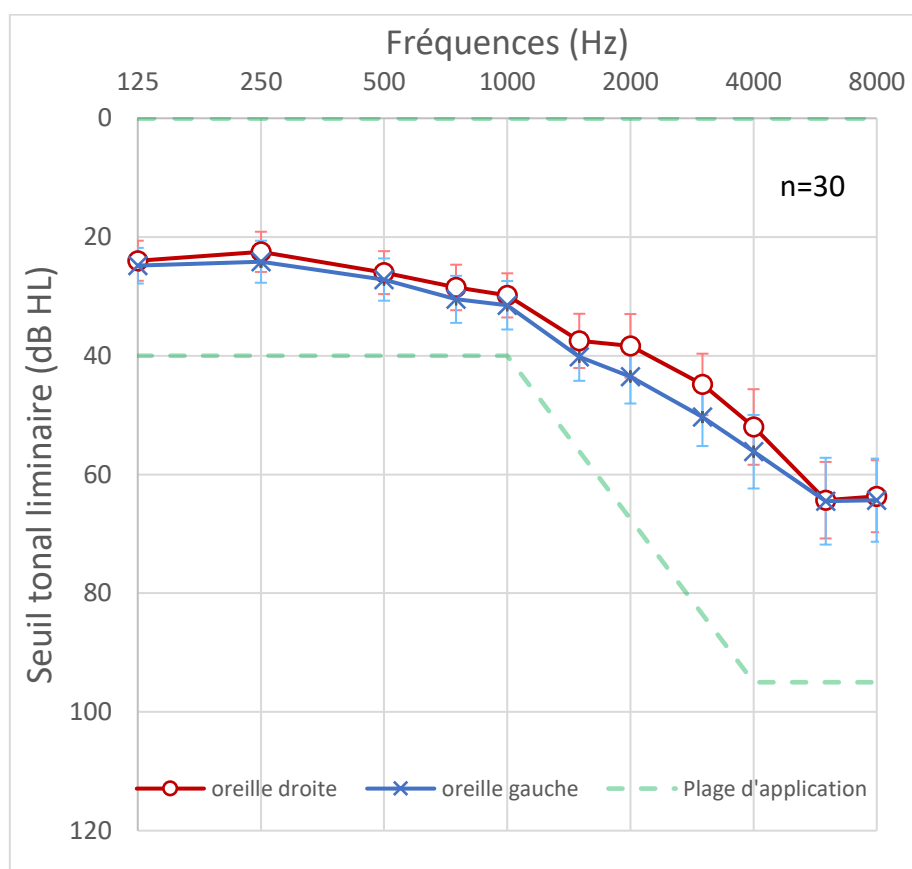


Figure 1 : Audiogramme tonal moyen des sujets de cette étude. La courbe rouge représente l'audiogramme tonal moyen des oreilles droites des sujets et la courbe bleue représente l'audiogramme tonal moyen des oreilles gauches. Les audiogrammes tonals ont été réalisés au casque TDH39. Les 2 courbes en pointillé vertes délimitent la plage d'application recommandée par Phonak pour l'utilisation d'écouteur ActiveVent.

⁴ PAM = moyenne des seuils à 500, 1000, 2000 et 4000 Hz

A. Occlusion

La mesure In Vivo nous a permis de tracer les courbes de réponse en fréquence à proximité du tympan avec appareil éteint (REOR) du sujet testé . Les REOR sont représentés, figure 2, avec en abscisse les fréquences en Hz et en ordonnée le niveau de pression acoustique, à proximité du tympan, en dB SPL.

Nous avons représenté le REOR en orange pour l'ActiveVent en position FERMÉE et en bleu pour la position OUVERTE. En violet, est représenté le REOR correspondant à l'écouteur standard avec un dôme fermé.

On observe que la plus grande occlusion est obtenue avec l'écouteur ActiveVent FERMÉ (courbe orange). La différence d'occlusion entre l'ActiveVent FERMÉ et l'écouteur standard avec dôme fermé (courbe violette) apparait du 500 Hz jusqu'au 8000 Hz, avec un pic de différence sur le 1500 Hz et le 4000 Hz.

Quant aux courbes bleue (ActiveVent OUVERT) et violette, nous observons une quasi-similarité d'occlusion.

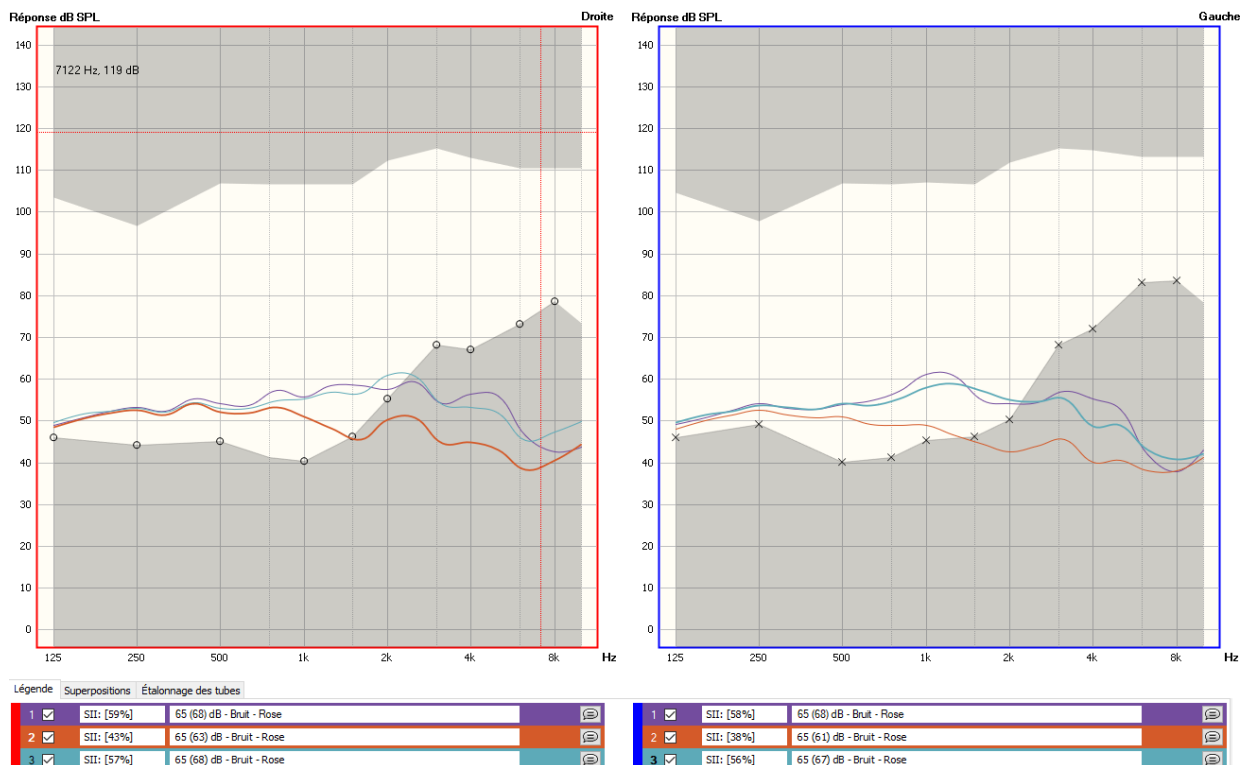


Figure 2 : REOR du sujet portant une paire d'audéo paradise avec des écouteurs standard avec dômes fermés puis avec des écouteurs ActiveVent FERMÉS et OUVERTS avec embouts Universal Slim tip AV. L'oreille droite correspond à l'encadrement rouge et l'oreille gauche à l'encadrement bleu. La courbe en orange représente le REOR de l'écouteur ActiveVent en position FERMÉE et en bleu le REOR pour la position OUVERTE. La courbe violette correspond au REOR de l'écouteur standard avec un dôme fermé. Le bruit rose de référence est envoyé à 65dB.

B. Niveau de pression acoustique continu équivalent du clic

Une fois que l'enregistrement sonore réalisé sur le KEMAR est récupéré, Le logiciel de traitement de données du KEMAR nous permet d'afficher l'évolution du niveau de pression acoustique de l'enregistrement sonore dans le temps. Nous retrouvons donc en abscisse le temps en seconde et en ordonnée le niveau de pression acoustique en dB SPL (cf. figure 3)

Pour exemple, dans la figure 3, nous avons 13 valeurs de clic OUVERT/FERMÉ et 13 valeurs de clic FERMÉ/OUVERT. Nous remarquons que les niveaux des clics du passage de la position OUVÈTE à FERMÉE sont bien plus importants que les niveaux des clics du passage de la position FERMÉE à OUVÈTE. Le bruit de fond de l'écouteur ActiveVent mesuré avec le KEMAR est d'environ 57 dB.

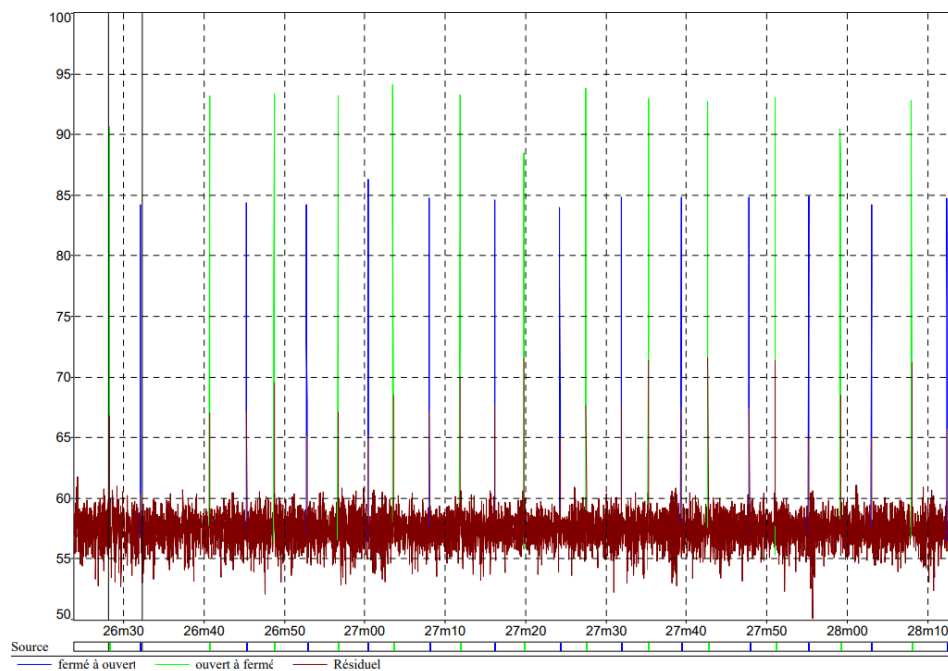


Figure 3 : Enregistrement sur le KEMAR d'une succession de clic lors du passage de la position OUVÈTE à FERMÉE et de FERMÉE à OUVÈTE de l'ActiveVent. En abscisse nous avons le temps (s) et en ordonnée le niveau de pression acoustique (dB SPL). Les segments verts représentent les clics du passage de la position OUVÈTE à FERMÉE et les segments bleus les clics du passage de la position FERMÉE à OUVÈTE. En rouge nous avons le bruit de fond de l'écouteur dans l'oreille du KEMAR.

Grâce aux mesures des niveaux de pression acoustique de 20 « clics » OUVÈTE/FERMÉ et FERMÉ/OUVERT nous obtenons un niveau de pression acoustique moyen pour les 2 types de « clic ». Ces 2 résultats seront affichés dans un histogramme avec en ordonnée le niveau de pression acoustique continu équivalent en dB SPL (cf. figure 4)

Nous pouvons voir sur la figure 4 que le niveau moyen de l'ActiveVent OUVÈTE/FERMÉ est de 93,3 dB SPL et que celui de l'ActiveVent FERMÉ/OUVERT est de 84,4 dB SPL.

De ce fait, le niveau moyen du clic lors du passage de la position OUVERTE à FERMÉE est supérieure de 8,9 dB par rapport au niveau du clic du passage de la position FERMÉE à OUVERTE.

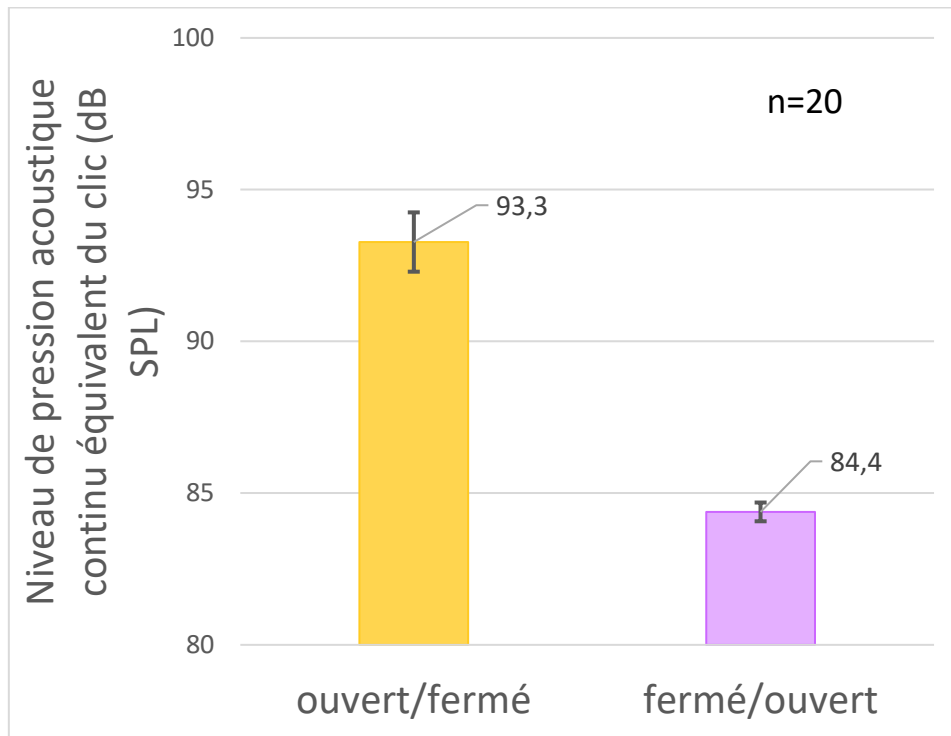


Figure 4 : Niveau moyen du clic pour la position OUVERTE/FERMÉE et pour la position FERMÉE/OUVERTE. L'histogramme jaune correspond au niveau moyen de 20 clics lors du passage de la position OUVERTE à FERMÉE et en bleu nous avons le niveau moyen de 20 clics lors du passage de la position FERMÉE à OUVERTE.

C. Score de logatomes correctement répétés dans le bruit avec l'ActiveVent

Le test AViB de Dodelé nous a permis d'évaluer le score de logatomes correctement répétés avec les appareils dans un milieu bruyant. Ainsi nous allons présenter nos résultats sous forme de graphique avec en abscisses le Rapport Signal à Bruit (en dB), et en ordonnées à gauche le pourcentage équivalent d'intelligibilité vocale et en ordonnée à droite le nombre de phonèmes déformés (cf. figure 5). Le nombre d'échantillons est de 1 500.

Au travers de cette figure 5 nous constatons que la courbe de pourcentage d'intelligibilité avec l'ActiveVent FERMÉ est au-dessus de celle de l'écouteur standard avec dôme fermé. Les courbes se rejoignent sur deux RSB : à +6 et +9 dB. De plus les intervalles de confiance des résultats aux RSB -12 et 0 dB se recouvrent. Le seuil de reconnaissance vocal⁵ (SRV) est de -9 dB avec ActiveVent FERMÉ et de -7,33 dB avec l'écouteur classique.

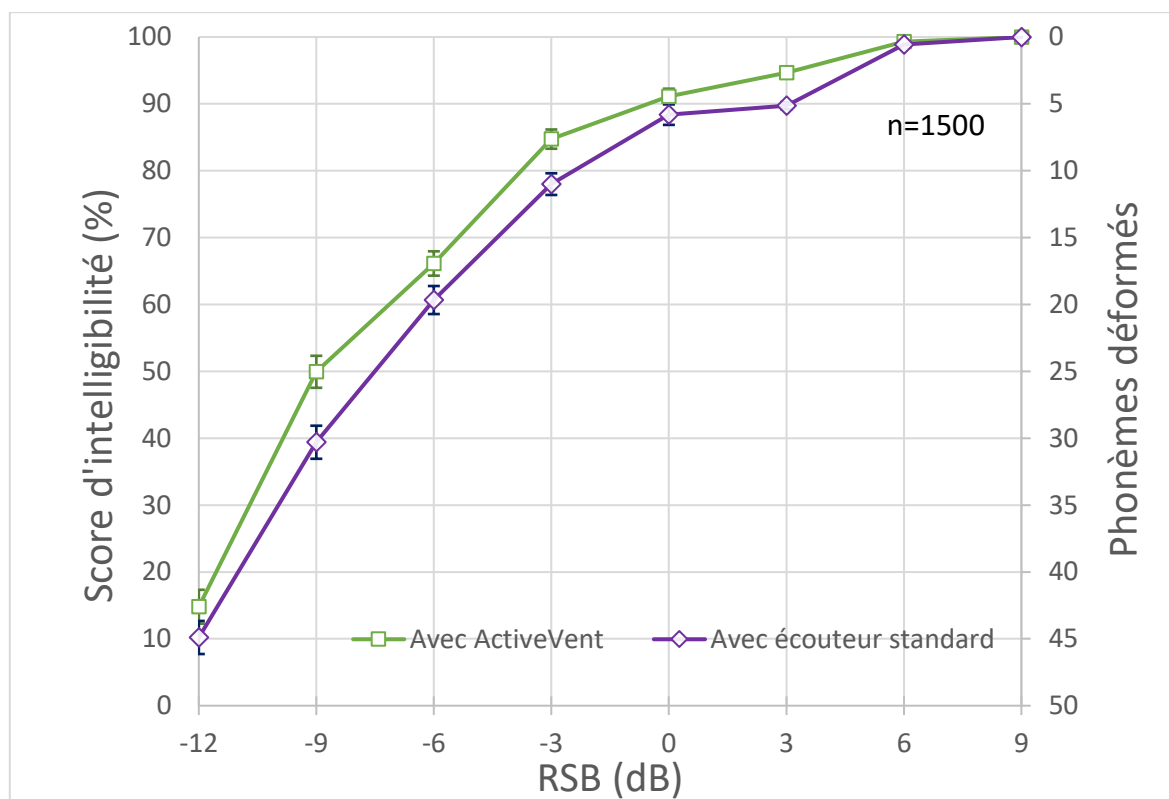


Figure 5 : Pourcentage d'intelligibilité avec l'ActiveVent FERMÉ et avec écouteur standard muni de dôme fermé en fonction du RSB. La courbe violette représente le pourcentage d'intelligibilité de 30 sujets avec des écouteurs standard munis de dômes fermés et la courbe verte correspond au pourcentage d'intelligibilité de ces mêmes 30 sujets mais avec l'ActiveVent.

Pour une meilleure lecture des résultats de la figure 5 nous avons retranscrit les scores d'intelligibilité avec ActiveVent et avec écouteur classique dans un tableau (cf. figure 6).

⁵ Seuil de Reconnaissance Vocal = Rapport signal à bruit qui permet d'obtenir un score d'intelligibilité vocal de 50 %

RSB (dB)	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9
Score d'intelligibilité avec ActiveVent FERMÉ (%)	15	50	66	85	91	95	99	100
Score d'intelligibilité avec écouteur standard et dôme fermé (%)	10	39	61	78	88	90	99	100

Figure 6 : Tableau comparatif des scores d'intelligibilité avec ActiveVent et avec écouteur standard et dôme fermé.

De plus lors de ces tests, les sujets étant leur propre contrôle nous avons traité les données de façon paires. Ainsi nous avons effectué une soustraction des résultats des scores de logatomes correctement répétés avec ActiveVent à ceux avec écouteur classique et dôme fermé pour chaque sujet et ensuite faire une moyenne de ces résultats (cf. figure 7). En annexe 4 on retrouve l'ensemble des résultats sous forme de tableau.

Nous pouvons voir que, pour tous les RSB les valeurs obtenues sont au-dessus de l'axe des abscisses. Pour le RSB de -9dB, on trouve une moyenne de 5,27 logatomes correctement répétés en plus avec l'ActiveVent par rapport à l'écouteur classique. À partir du RSB de -9dB, plus le RSB est grand, plus les valeurs décroissent, jusqu'à obtenir 0 sur le RSB +9 dB.

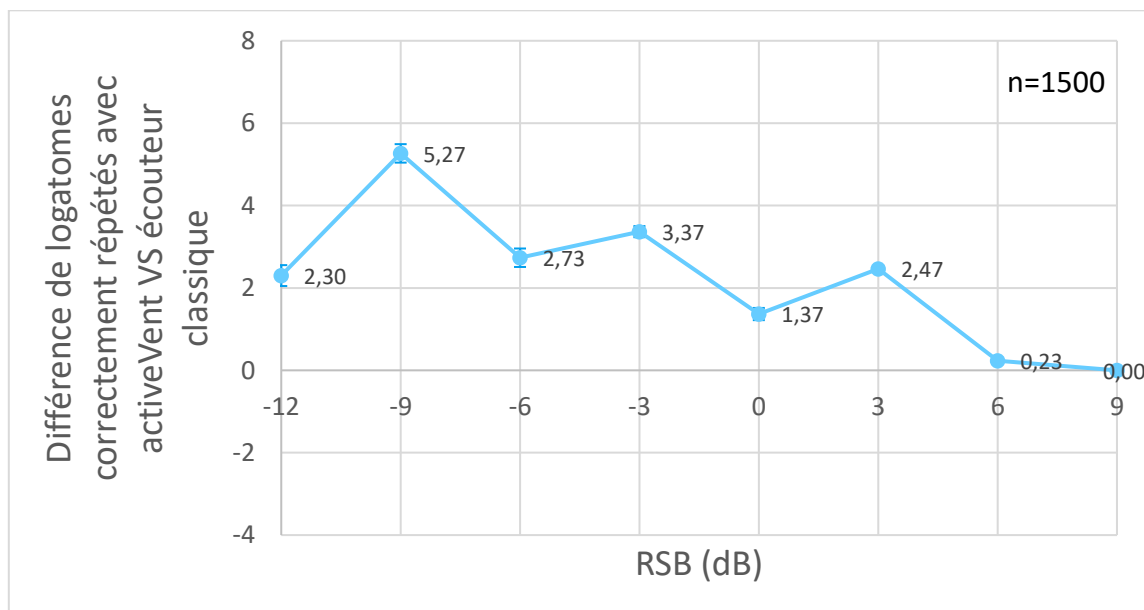


Figure 7 : Différence de logatomes correctement répétés avec ActiveVent VS avec un écouteur classique en fonction du RSB.

Les résultats représentés dans la figure 7 nous ont permis de calculer le pourcentage de logatomes correctement répétés avec l'ActiveVent FERMÉ par rapport à un écouteur standard avec dôme fermé (figure 8).

Ainsi nous pouvons voir que le résultat le plus grand est mesuré sur le RSB de -9 dB. C'est à dire qu'à ce RSB et avec l'activevent, les sujets répètent correctement 10,53% de logatomes de plus qu'avec un écouteur classique dans le bruit. Tandis que pour les autres RSB les résultats sont inférieurs à 10%. Néanmoins toutes les valeurs sont positives et aucun des intervalles de confiance ne coupe l'axe des abscisses.

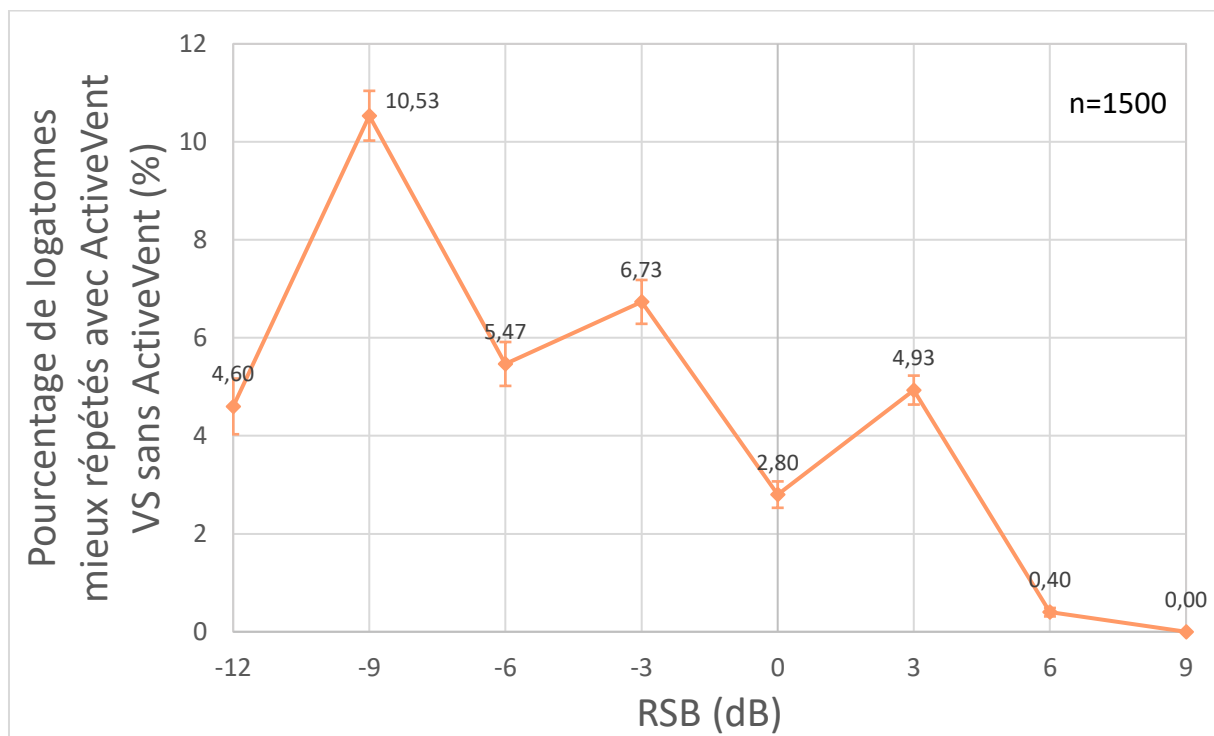


Figure 8 : Pourcentage de la différence de logatomes mieux répétés avec ActiveVent VS avec écouteur standard. La courbe orange représente le pourcentage de logatome correctement répété avec l'ActiveVent FERMÉ par rapport à un écouteur standard avec dôme fermé.

IV. Discussion

À la suite de l'audiogramme tonal de la population testée (cf. figure 1) nous pouvons affirmer que nos sujets ont une surdité légère de type presbyacousie. De plus les intervalles de confiance des audiogrammes tonals de l'oreille droite et gauche se recouvrent sur toutes les fréquences, nous pouvons donc conclure que la surdité est bilatérale et symétrique.

A. Occlusion

D'après nos résultats (cf. figure 2) nous avons bien une différence d'occlusion entre les deux positions de l'ActiveVent : en position FERMÉE l'occlusion est plus grande qu'en position OUVERTE. Ce constat nous permet d'envisager 2 résultats :

- La réduction de l'autophonation passive en position OUVERTE par rapport à la position FERMÉE, puisque nous savons qu'une des solutions pour atténuer l'effet d'occlusion est d'agrandir l'évent (7)
- L'amélioration de la compréhension dans le bruit en position FERMÉE par rapport à la position OUVERTE, puisque les algorithmes de traitement du bruit fonctionnent mieux lorsque l'occlusion est plus grande. (8)

De plus, l'écouteur ActiveVent en position OUVERTE avec un embout Universal Slim tip AV a une occlusion quasi similaire à un celle d'un écouteur standard muni d'un dôme fermé.

Et nous remarquons que la différence d'occlusion entre l'écouteur ActiveVent FERMÉ et l'écouteur classique avec dôme fermé est présente surtout dans les fréquences médiums/aigues.

B. Niveau de pression acoustique continu équivalent du clic

Lorsque l'ActiveVent passe d'une position à une autre le bruit de déplacement du disque métallique est non négligeable puisque nous le mesurons à un niveau de 93,3 dB SPL pour la position OUVERTE à FERMÉE et de 84,4 dB SPL pour la position FERMÉE à OUVERTE. De plus les intervalles de confiance de ces 2 mesures ne se recouvrent pas, la différence de niveau entre les 2 positions de l'ActiveVent est donc bien significative (cf. figure 4).

Lorsque nous discutons avec nos sujets nous avons pu remarquer que pour la grande majorité, le niveau du bruit de « clic » de l'ActiveVent est ressenti comme surprenant et dérangeant.

Phonak nous a informé qu'il mesure en moyenne un clic à un niveau de 101 dB, en sachant que la norme la plus contraignante leur étant imposée était de ne pas dépasser 135 dB.

C. Score de logatomes correctement répétés dans le bruit avec L'ActiveVent

Les scores d'intelligibilité dans le bruit avec l'ActiveVent sont supérieurs de façon significative sur l'ensemble des RSB hormis pour les RSB à -12 et 0 dB pour lesquels les intervalles de confiance se recouvrent. La plus grande amélioration du score d'intelligibilité est sur le RSB de -9 dB (cf. figure 5). La différence entre les 2 SRV montre que la faculté de discrimination des phonèmes est meilleure avec l'ActiveVent FERMÉ (cf. figure 5).

L'efficacité de l'ActiveVent est accrue lorsque le sujet est en difficulté (RSB de -9 dB). Si la difficulté diminue alors l'écart de performance entre l'ActiveVent FERMÉ et l'écouteur classique se réduit. Donc plus le RSB est grand, plus l'amélioration de l'ActiveVent par rapport à un écouteur classique est faible. Jusqu'à ce qu'il n'y ait aucune différence pour le RSB de +9 dB. (cf. figures 5, 6 et 7).

Phonak annonçait une amélioration de l'intelligibilité de 10% avec l'ActiveVent FERMÉ par rapport à un écouteur classique (4), étant donné que leur protocole pour obtenir ce résultat est très différent du nôtre nous ne pouvons pas réellement comparer nos résultats aux leurs.

Pour les RSB de +6 et +9 dB, aucune difficulté n'était rencontrée par les sujets avec la configuration signal devant et bruit derrière. Il n'y a donc pas de différence de discrimination entre les 2 types d'écouteurs dans ces conditions (cf. figures 7 et 8).

De plus nous pouvons dire que le nombre de logatome correctement répété est significativement meilleur dans le bruit avec l'ActiveVent FERMÉ qu'avec un écouteur standard puisqu'aucun des intervalles de confiance ne coupent l'axe des abscisses (cf. figures 7 et 8). Ce résultat est en corrélation avec le fait qu'une meilleure occlusion permet un meilleur fonctionnement des réducteurs de bruit et des meilleurs résultats d'intelligibilité en présence de bruit (3).

D. Limite et Perspective

Au cours de ce mémoire j'ai pu observer certains points qui mériteraient d'être améliorés pour une étude encore plus rigoureuse. Nos résultats auraient pu être plus précis si nous avions utilisé des embouts sur mesure pour chaque sujet. De plus les embouts Universal Slim Tip AV existent en quatre formes différentes mais pas en tailles différentes, limitant ainsi l'inclusion de certains sujets.

Il serait intéressant de mettre les sujets dans des conditions plus écologiques, c'est-à-dire plus proches des situations rencontrées dans la vie quotidienne. Car la position devant et derrière des haut-parleurs est peu compliquée pour les réducteurs de bruit des appareils et peu représentative du quotidien.

V. Conclusion

Il est important de connaître les nouvelles technologies qui voient le jour afin de proposer ce qu'il y a de mieux adapté pour chaque patient. Ainsi ce mémoire m'a permis de découvrir les particularités de cet écouteur innovant qu'est l'ActiveVent.

Cet écouteur dernière génération proposé par Phonak ouvre la possibilité de compromis entre le confort et l'efficacité. Dans ce mémoire, nous avons surtout mis en évidence son efficacité en constatant 2 types d'améliorations : l'amélioration de l'occlusion et l'amélioration du score de logatomes correctement répétés dans le bruit (qui est variable en fonction du RSB). Ces améliorations apparaissent lorsque l'ActiveVent est en position FERMÉE par rapport à la position OUVERTE ou bien par rapport à un écouteur classique avec dôme fermé.

Une des contraintes du mécanisme de l'ActiveVent est le niveau de pression acoustique continu équivalent du bruit de « clic » non négligeable de l'écouteur lors du changement de position.

Nous pourrions par la suite nous pencher sur l'aspect du confort entre la position OUVERTE ou FERMÉE, avec la mesure de l'autophonation passive sur chaque individu. D'autre part, il serait judicieux d'étudier l'impact de cet écouteur sur la localisation, puisqu'un embout fermé serait délétère à la localisation dans le plan vertical par rapport à un embout ouvert (9).

VI. Bibliographie

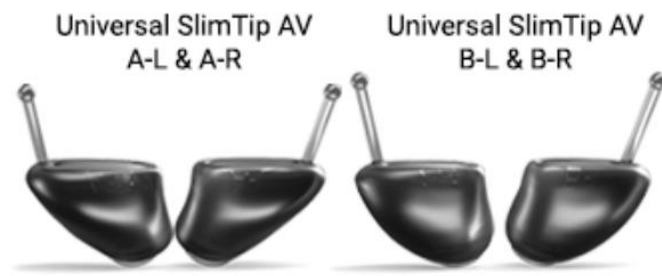
1. Stone M, Paul A, Axon P, Moore B. A Technique for Estimating the Occlusion Effect for Frequencies Below 125 Hz. *Ear Hear.* 2014;35(1):49-55.
2. Kuk K. Perceptual consequence of vents in hearing aids. *British Journal of Audiology.* 1 janv 1991;25(3):163-9.
3. Winkler A, Latzel M, Holube I. Open Versus Closed Hearing-Aid Fittings: A Literature Review of Both Fitting Approaches. *Trends Hear.* 12 févr 2016;20:2331216516631741.
4. Latzel M, Mejia J, Young T, Hobi S. ActiveVent™ Receiver provides benefit of open and closed acoustics for better speech understanding in noise and naturalness of own voice perception. *avr* 2022;6.
5. Dodelé L, Dodelé D. L'audiométrie vocale en présence de bruit et le test AVfB. *Les Cahiers de L'audition.* 2000;13(6):15.
6. Joly C-A, Reynard P, Mezzi K, et al. Recommandations de la société française d'audiologie (sfa) et de la société française d'orl et de chirurgie cervico-faciale (sforl) pour la pratique de l'audiométrie vocale dans le bruit chez l'adulte. *Les Cahiers de L'audition [Internet].* oct 2020;33(5). Disponible sur: <https://www.sfaudiologie.fr/post/recommandations-sfa-sforl-sur-l-audiométrie-vocale-dans-le-bruit>
7. Denk F, Hieke T, Roberz M, Husstedt H. Occlusion and coupling effects with different earmold designs – all a matter of opening the ear canal? *International Journal of Audiology.* 1 mars 2023;62(3):227-37.
8. Magnusson L, Claesson A, Persson M, et al. Speech recognition in noise using bilateral open-fit hearing aids : The limited benefit of directional microphones and noise reduction. *International Journal of Audiology.* janv 2013;52(1):29-36.

9. Byrne D, Sinclair S, Noble W. Open Earmold Fittings for Improving Aided Auditory Localization for Sensorineural Hearing Losses with Good High-Frequency Hearing. *Ear & Hearing*. févr 1998;19:62-71.

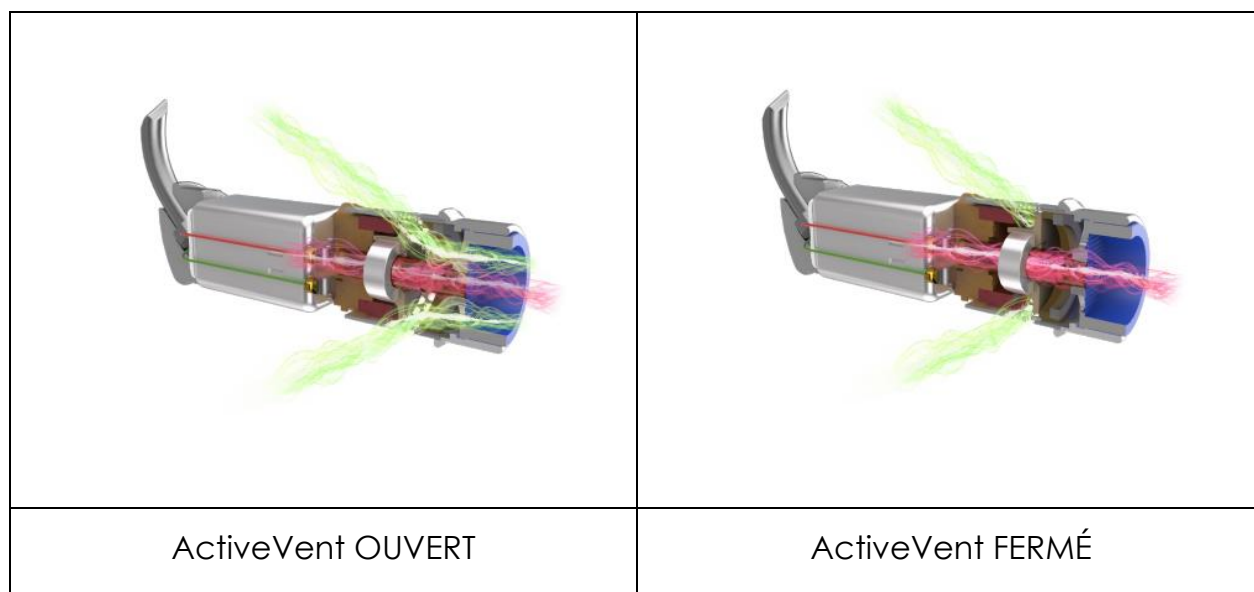
Liste des annexes

<i>Annexe 1 : Embout Universal Slim Tip AV</i>	<u>24</u>
<i>Annexe 2 : Fonctionnement de l'ActiveVent</i>	<u>25</u>
<i>Annexe 3 : Répartition des sujets par tranche d'âge</i>	<u>26</u>
<i>Annexe 4 : Listes de logatomes de Dodelé</i>	<u>27</u>
<i>Annexe 5 : Valeurs pour la moyenne de la différence de logatome mieux répété avec ActiveVent Vs écouteur classique</i>	<u>28</u>

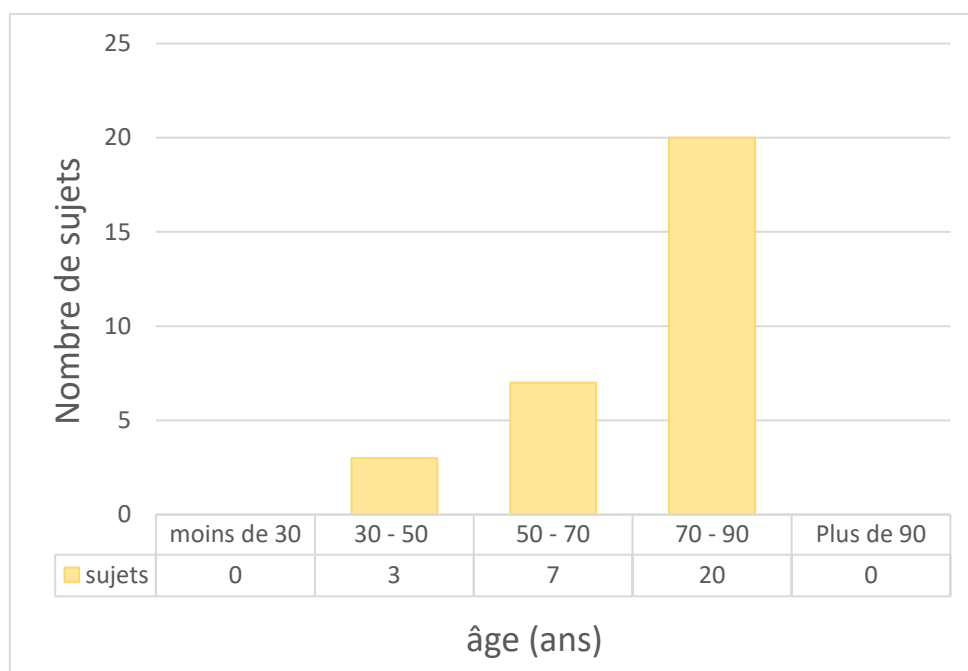
Annexe 1 : Embout Universal Slim Tip AV



Annexe 2 : Fonctionnement de l'ActiveVent



Annexe 3 : Répartition des sujets par tranche d'âge



Annexe 4 : Listes de logatomes de Dodelé

E	36	1	37 42	2	38 43	3	39 44	4	40 45	5	41 46
o d un		a d un		ai d eu		an tr oi		o k a		a s s ain	
ai f a		eu f an		ai f a		eu fé		au fai		é f au	
eu s s a		u s s ai		eu s s a		i s s eu		ai s s i		ai s s a	
an ch é		eu ch é		an ch é		a ch ou		é ch a		i ch an	
i v é		ain v a		a v au		i v é		a v on		on v a	
i z a		ai z au		ou z eu		on z a		i z ain		ou z é	
a j on		a j on		u j ai		u j é		é j o		eu j i	
é p a		i p a		é p a		au p eu		eu p é		eu p ain	
a t o		ai t é		i t eu		a t o		i t a		ai t i	
ou k an		eu k é		i k a		ou k an		an k ou		u k a	
a b ain		i b an		ai b eu		eu b a		a b ain		eu b an	
a d é		eu d a		ain d eu		ain d an		an d eu		a d é	
an g o		eu g ain		é g an		ai gu eu		eu g ai		an g o	
a m ai		o m an		i m ain		a m ai		i m é		eu m ai	
é n a		ai n ou		é n an		é n a		ou n eu		eu n ain	
ai w a		é w a		on w ai		ai n w i		ai w a		a w é	
a r i		a r é		o r i		ai r ai		an r a		a r i	
a l ou		i l ou		a l ou		i l an		u l ou		ai l on	
	/ 50		/ 50		/ 50		/ 50		/ 50		/ 50

Annexe 5 : Valeurs pour la moyenne de la différence de logatome correctement répété avec ActiveVent Vs écouteur classique

sujets	RSB (dB)							
	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9
1	0	9	3	2	0	0	-2	0
2	0	8	5	1	3	-2	0	0
3	0	10	7	11	6	5	0	0
4	0	7	-3	1	3	11	1	0
5	-2	2	-2	2	-1	0	0	0
6	5	13	1	12	3	7	0	0
7	3	6	2	6	5	2	0	0
8	5	-1	4	4	-1	1	3	0
9	7	7	4	0	1	5	0	0
10	10	10	10	1	4	3	0	0
11	3	7	-2	0	-1	1	0	0
12	0	3	1	1	0	1	0	0
13	1	0	1	1	0	0	0	0
14	2	7	3	5	2	2	0	0
15	0	10	13	2	0	3	0	0
16	9	3	5	2	2	0	0	0
17	-15	-6	-6	-1	3	3	0	0
18	0	2	1	0	1	1	0	0
19	7	12	6	1	1	3	0	0
20	0	10	2	9	7	4	0	0
21	0	0	0	4	2	2	3	0
22	0	5	1	-4	-2	2	0	0
23	5	9	6	4	3	7	0	0
24	0	-1	-4	2	0	1	0	0
25	0	4	9	15	3	7	1	0
26	2	6	-2	5	2	3	0	0
27	10	0	4	-2	-1	0	0	0
28	0	9	1	3	3	1	0	0
29	0	-3	6	8	-6	-1	0	0
30	17	10	6	6	0	2	0	0
RSB (dB)	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9
Moyenne	2,30	5,27	2,73	3,37	1,40	2,47	0,20	0,00

Résumé :

La difficulté de l'appareillage d'une personne presbycusique est de réussir à allier le confort et l'efficacité. Confort et efficacité sont deux notions antagonistes lorsque l'on touche au paramètre de l'événement. Pour réussir à trouver un compromis Phonak a développé un écouteur particulier : l'ActiveVent, qui offre la possibilité d'un appareillage fermé ou ouvert en fonction des situations sonores.

Nous avons donc mené une étude comparative entre l'ActiveVent (position ouverte et position fermée) et un écouteur classique avec dôme fermé. Nous nous sommes intéressés, en particulier, à l'occlusion, au score de logatome dans le bruit et au niveau sonore du « clic » que fait l'ActiveVent en passant d'une position FERMÉE à OUVERTE et vice-versa. Une amélioration, statistiquement significative, du score de phonèmes correctement répétés dans le bruit avec l'ActiveVent FERMÉ a été montrée.

Mots clés : audioprothèse, ActiveVent, occlusion, Discrimination dans le bruit.