CARACTÉRISATION DES FILTRES AUDITIFS CENTRÉS À 250, 500, 1000, 2000,3000 ET 4000 Hz AU MOYEN D'UNE PROCÉDURE DE MESURE ADAPTÉE AUX CONTRAINTES D'EXAMEN CLINIQUE

R. Hétu, H. Tran Quoc

► To cite this version:

R. Hétu, H. Tran Quoc. CARACTÉRISATION DES FILTRES AUDITIFS CENTRÉS À 250, 500, 1000, 2000,3000 ET 4000 Hz AU MOYEN D'UNE PROCÉDURE DE MESURE ADAPTÉE AUX CONTRAINTES D'EXAMEN CLINIQUE. Journal de Physique IV Proceedings, 1992, 02 (C1), pp.C1-269-C1-272. 10.1051/jp4:1992157 . jpa-00251228

HAL Id: jpa-00251228

<https://hal.science/jpa-00251228>

Submitted on 1 Jan 1992

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CARACTÉRISATION DES FILTRES AUDITIFS CENTRÉS À 250, 500, 1000, 2000, 3000 ET 4000 Hz AU MOYEN D'UNE PROCÉDURE DE MESURE ADAPTÉE AUX CONTRAINTES D'EXAMEN CLINIQUE**R. HÉTU et H. TRAN QUOC***Groupe d'Acoustique de l'Université de Montréal, CP. 6128, Succ. A, Montréal, Québec H3C 3J7, Canada*

Résumé - La mesure des filtres auditifs au moyen de la méthode proposée par Patterson et Nimmo-Smith [J.Acoust.Soc.Am. 1980,67,229-245] a été adaptée aux contraintes d'examen en clinique audiolinguistique. Dans une perspective d'utilisation sur une grande échelle, des données normatives ont été recueillies auprès d'un échantillon important d'auditeurs normaux. 96 sujets âgés de 18 à 26 ans ont participé à cette cueillette des données. Les valeurs moyennes de ERB (ERB : 'Equivalent Rectangular Bandwidth') sont estimées à 92, 117, 192, 388, 560, et 695 Hz pour les filtres auditifs centrés respectivement aux fréquences de 250, 500, 1000, 2000, 3000 et 4000 Hz. Les distributions des largeurs de bande des filtres auditifs décrivent des ensembles homogènes de données.

Abstract - A method for measuring frequency selectivity has been adapted to clinical constraints. It was based on the measurement of auditory filters as proposed by Patterson and Nimmo-Smith [J.Acoust.Soc.Am. 1980,67,229-245]. In the perspective of a wide scale use, normative data have been collected with a group of normal listeners. 96 subjects, aged between 18 and 26 years old, participated in this study. The average values of ERB ('Equivalent Rectangular Bandwidth') have been estimated to be 92, 117, 192, 388, 560, and 695 Hz for the filters centred at 250, 500, 1000, 2000, 3000 et 4000 Hz respectively. The distributions of ERB represent homogeneous data sets.

1 - Introduction

Afin de permettre l'intégration au travail ou encore le maintien en l'emploi de personnes atteintes de déficience auditive, il est nécessaire d'adapter les conditions d'utilisation des avertisseurs sonores de danger à leurs capacités auditives particulières. Pour ce faire, on doit disposer d'une mesure clinique qui prédira la capacité de détection de signaux sonores variés en présence de bruits quelconques. Cette capacité est essentiellement gouvernée par la sélectivité fréquentielle du système auditif. Un bilan critique des données disponibles dans la littérature psychoacoustique et audiolinguistique concernant les méthodes de mesure de la sélectivité fréquentielle [1] montre que la mesure des filtres auditifs au moyen de bruits à échancrure constitue la méthode la plus valide et la plus précise en contexte de prédiction des capacités de détection d'un signal sonore dans le bruit.

La méthode de mesure des filtres auditifs proposée par Patterson et Nimmo-Smith [2] a été adaptée aux contraintes d'utilisation en clinique audiolinguistique [3]. Cette adaptation permet la mesure d'un filtre auditif en moins de 5 minutes avec une marge d'erreur inférieure à 15 %. La présente étude visait à recueillir des données normatives de sélectivité associées à cette procédure.

2 - Fondements théoriques

Les caractéristiques d'un filtre auditif peuvent être déterminées au moyen d'expériences de masquage. On suppose que le seuil masqué d'un son pur, P_s , est directement proportionnel à la puissance du bruit masquant qui traverse le filtre auditif centré à la fréquence du son pur. Ce modèle théorique peut être représenté par l'équation suivante :

$$P_s = K \int_0^{\infty} W(f) N(f) df \quad (1)$$

La sélectivité du filtre auditif peut être caractérisée par sa valeur en ERB ('Equivalent Rectangular Bandwidth'). Celle-ci est définie comme étant la largeur de bande d'un filtre rectangulaire qui laisse passer la même puissance acoustique que le filtre auditif en présence d'un bruit blanc.

3 - Méthodologie

Un groupe de 96 sujets âgés de 18 à 26 ans ont été sélectionnés pour participer à la cueillette des données. Le groupe comprenait 12 hommes et 83 femmes. Leurs seuils d'audition étaient inférieurs à 15 dB HL (re: ANSI-S3.9, 1969) [4] entre 250 et 6000 Hz. Leur tympanogramme était normal. Ils ne représentent aucun histoire d'exposition au bruit et n'avaient préalablement participé à aucune expérience en psychoacoustique.

La procédure de mesure simplifiée et développée par le Groupe d'Acoustique de l'université de Montréal [3] a été utilisée pour mesurer les filtres auditifs centrés aux fréquences suivantes : 250, 500, 1000, 2000, 3000 et 4000 Hz. Le niveau de densité spectrale du bruit à échancrure a été fixé à 40 dB SPL.

Le calcul des caractéristiques des filtres auditifs a été réalisé en supposant qu'ils ont une forme correspondant à celle qui définie par l'équation suivante :

$$W(g) = (1-r)(1+pg)e^{-Pg+r} \quad (2)$$

Les ERB ont été calculés selon la procédure proposée par Glasberg et Moore [5].

4 - Résultats et discussion

D'une manière générale, le modèle théorique du filtre auditif décrit par l'équation 2 rend fidèlement compte des résultats obtenus. L'écart-type des différences entre valeurs prédites et observées est de l'ordre de 2 dB.

La figure 1 représente les distributions statistiques des ERB obtenues. Elles sont généralement symétriques par rapport à la moyenne, comme l'ont confirmé les résultats d'épreuves statistiques de normalité ($p > 0,05$).

Figure 1 : Distributions statistiques des ERB obtenues aux fréquences 250, 500, 1000, 2000, 3000 et 4000 Hz.

Les valeurs moyennes, ainsi que les 90 et 95ième percentiles de ces distributions sont reproduits au tableau 1. Tel que prévu, les valeurs de ERB augmentent en fonction de la fréquence centre du filtre auditif.

Tableau 1 : Moyenne, 90ième et 95ième percentile de la distribution des ERB en fonction de la fréquence centre du filtre auditif.

		Fréquence centre des filtres auditifs - Hz					
		250	500	1000	2000	3000	4000
Moyenne	EBR-Hz	91.9	116.6	192.3	388.5	559.6	695.2
90e	ERB-Hz	115.3	131.1	213.9	451.2	644.6	782.7
95e	ERB-Hz	123.3	137.2	218.8	465.3	669.6	820.9

Nous avons comparé nos résultats à ceux que Moore [6] a obtenus avec une procédure de laboratoire auprès de 95 auditeurs normaux pour le filtre auditif centré à 2000 Hz. Alors que les écarts-types sont pratiquement identiques, les valeurs moyennes diffèrent: Moore a rapporté une valeur moyenne de ERB de 308 Hz alors que nous obtenons 388 Hz à cette même fréquence. Cette différence est principalement explicable du fait que notre procédure simplifiée est moins précise; mais il faut ajouter, d'une part, que la fonction mathématique que nous avons utilisé prend davantage en compte les effets de masquage voisins du seuil absolu d'audition. D'autre part, nous avons eu recours à un bruit à échancrure alors que Moore a employé deux bruits de bande étroite de fréquences.

5 - Conclusion

Au moyen d'une procédure de mesure adaptée aux contraintes d'utilisation clinique, des données normatives de sélectivité fréquentielle ont été obtenues avec un groupe homogène d'auditeurs normaux. Nous escomptons poursuivre ce travail par une analyse de facteurs pouvant rendre compte de la variabilité inter-individuelle associée aux indices de sélectivité fréquentielle mesurés. Cependant, les données recueillies peuvent déjà permettre d'identifier les personnes présentant une perte significative de sélectivité en référence à une population de jeunes auditeurs normaux. Cette information peut contribuer au diagnostic d'atteintes neuro-sensorielles et au pronostic de problèmes d'intelligibilité verbale dans le bruit. Il nous apparaît en outre que la mesure de la sélectivité fréquentielle, telle que proposée, peut fournir un indice très précoce d'atteinte à l'audition consécutive à des expositions excessives au bruit.

REFERENCES

- [1] Tran Quoc, H. and Hétu, R., J.Speech-Language Pathol.Audiol.15,no 2(1991) 21.
- [2] Patterson, R.D and Nimmo-Smith, I., J.Acoust.Soc.Am. 67(1980) 229.
- [3] Hétu, R. and Tran Quoc, H., (soumis pour publication).
- [4] ANSI-S3.6. Specifications for Audiometers, R1979, American National Standard Institute, New York (1969).
- [5] Moore, C.J.B. and Glasberg, B.R., Hearing Research. 28(1987) 209.
- [6] Moore, C.J.B., J.Acoust.Soc.Am. 81(1987) 1633.