

Mémoire original

« Audio 4 » : un test vocal simple et rapide pour le dépistage des surdités moyennes des enfants à l'âge de quatre ans

“Audio 4”: a simple and quick speech audiometry test for moderate hearing loss screening in four-year-old children

L. Abou Haidar ^a, M.-H. Blond ^b, D. Chautemps ^{c,d}, M.-J. Ployet ^{d,*}, E. Lescanne ^d

^a Faculté des lettres, université F.-Rabelais, Tours, France

^b Service d'information médicale, CHU, 37044 Tours cedex 1, France

^c Services de PMI, conseil général d'Indre-et-Loire, Tours, France

^d Service d'ORL, hôpital pédiatrique Gatién-de-Clocheville, 37044 Tours cedex 1, France

Reçu le 9 mars 2004 ; accepté le 13 octobre 2004

Résumé

La nécessité d'un dépistage auditif répété au cours des premières années de la vie se heurte à un manque de moyens validés.

Objectifs. – Cette étude prospective a eu pour but de créer des listes de mots/images adaptées à l'enfant de quatre ans en les choisissant selon leur nature fréquentielle, non pas en fonction des fréquences acoustiques qui les caractérisent lors de la production, mais de celles prises en compte pour leur reconnaissance. Les réponses devaient alors permettre de prédire la courbe tonale et de rendre le test plus lisible.

Matériel et méthode. – Au cours de la première année, les planches de mots/images, créées au laboratoire de linguistique, ont été testées dans les services d'ORL (66 enfants) et de PMI (500 enfants) et corrigées. L'année suivante, le test a été proposé dans les classes maternelles du département (5088 enfants).

Résultats. – Tous les mots/images ont été reconnus sur les deux sites. Puis, nous avons procédé, dans le service d'ORL, à la validation audiométrique du test en comparant le classement des oreilles bien ou mal entendantes de 360 enfants selon l'audiogramme tonal et selon le test Audio 4 : sensibilité (Se) : 0,81, spécificité (Sp) : 0,96, valeur prédictive positive (VPP) : 0,91, valeur prédictive négative (VPN) : 0,93.

Conclusion. – Audio 4 est un bon test de dépistage de la surdité, il permet aussi de prévoir la courbe tonale. Audio 4, rapide et attractif pour l'enfant, peut facilement être réalisé pendant la consultation pédiatrique chaque fois que nécessaire.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

The need for repeated auditory screening throughout early childhood faces the obstacle of the lack of objective validated material.

Objectives. – The goal of this two-year prospective study was to create and validate frequency-based word/picture lists appropriate for four-year-olds. Words were chosen not on the basis of the acoustic frequency of phoneme production, but on frequencies corresponding to their optimal recognition. Responses thus were to predict pure-tone threshold curves.

Material and methods. – First of all, the linguistics laboratory created lists. Next, we proceeded to validate the form of the test: this involved verifying that the words selected on the basis of their frequency characteristics were common and well-known to children of this age. During the first year of the study, the picture boards were tested in a hospital otolaryngology service (66 children) and in a public health service (500 children) and corrected.

Results. – All of the words and pictures were known during the next year by 5088 children. The second step was the audiometric validation of the test in a paediatric otolaryngology service. We compared classification of normal and impaired ears according to tonal audiograms and according to “Audio 4”: 360 children were tested. Results were the following ones: Se: 0.81, Sp: 0.96, PPV: 0.91, NPV: 0.93. “Audio 4” therefore allows for prediction of pure-tone curves.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : juanetjotte@aol.com (M.-J. Ployet).

Conclusion. – This gives us hope that, directly interpretable by physicians, Audio 4, a rapid test which is attractive to children, will be used in diagnostic paediatric examinations whenever necessary.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Audiométrie vocale ; Dépistage auditif

Keywords: Audiometry; Hearing loss screening; Child

Les pédiatres, les médecins généralistes, voire les ORL « oublient » leur rôle de dépistage des surdités chez le grand enfant. Ils pensent probablement que puisqu'un langage, même de mauvaise qualité, a pu se développer, c'est que tout va bien. C'est compter sans les surdités congénitales moyennes (voire sévères) qui sont actuellement diagnostiquées dans notre région seulement vers six ans, et sans les surdités secondaires survenues après l'apparition du langage (qui ne progresse plus). De plus, il leur semble que c'est affaire de spécialistes et qu'ils n'ont ni la compétence technique, ni le temps, ni le matériel nécessaire pour effectuer ce dépistage. Or, c'est du diagnostic précoce que dépend la qualité du développement ultérieur. Le dépistage systématique est nécessaire puisque la moitié des surdités de l'enfant survient sans qu'on ait pu identifier de facteurs de risques, et tant que le dépistage universel des surdités primaires n'est pas réalisé, le nombre de surdités secondaires n'est pas chiffrable. Ce dépistage doit donc être pratiqué et répété par tous les médecins en charge d'enfants.

Nous avons voulu créer pour eux un outil simple, peu onéreux, sensible, et de réalisation rapide. À l'âge préscolaire, l'audiométrie vocale est le test le plus facilement utilisable et le plus fiable [1]. Ce test, prédictif de la courbe tonale, donc de résultat plus clair à leurs yeux, devrait les intéresser et emporter leur adhésion. Il consiste à réaliser une audiométrie vocale « fréquentielle » par listes de mots équilibrés fréquentiellement, (les phonèmes étant choisis en fonction des champs fréquentiels auxquels ils appartiennent et qui permettent leur reconnaissance optimale) et non pas phonétiquement (mots choisis en fonction de la fréquence d'occurrence des composants phonémiques dans la langue) comme ils le sont dans toutes les listes actuellement utilisées.

Nous avons donc élaboré des listes de mots, adaptés à l'enfant de trois à quatre ans, représentables par des planches d'images correspondantes, qui permettent le dépistage des troubles auditifs de l'enfant de quatre ans qui, s'il ne peut pas répéter le mot, doit pouvoir désigner l'image correspondante. Ce test a été appelé « Audio 4 » par analogie avec « ERTL 4 » [2] qui est proposé aux enfants du même âge pour dépister les troubles du langage.

Cette étude a eu trois objectifs. Après la création du test « Audio 4 », il était nécessaire de :

- valider la forme du test : montrer qu'Audio 4 était adapté au langage habituel d'un enfant de quatre ans.
- valider les qualités audiométriques du test en montrant qu'il peut dépister une surdité moyenne (ou plus) et qu'il peut permettre de prédire la courbe tonale de l'audiogramme (test de référence).

- montrer qu'il est adapté à un dépistage de masse et utilisable couramment par tout médecin.

1. Moyens et méthode

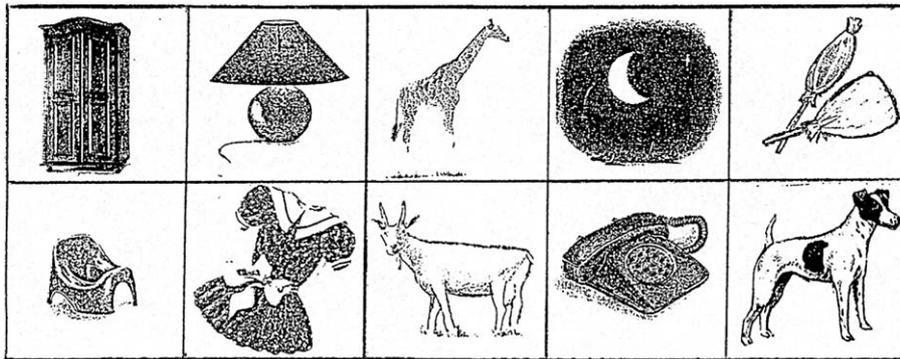
1.1. Élaboration de nouvelles listes « fréquentielles » (mots/images)

L'élaboration de ces listes a obéi à des contraintes d'ordre lexical : les mots devaient appartenir au langage courant d'un enfant de quatre ans ; d'ordre illustratif : les unités lexicales devaient pouvoir être représentées par une image facilement reconnaissable ; d'ordre fréquentiel : les mots contenus dans les listes devaient être répartis en fonction des champs fréquentiels contenus dans la parole humaine. Notre but étant d'avoir un outil d'audiométrie vocale capable de prédire la courbe auditive tonale, les listes devaient être constituées de mots choisis selon les fréquences de perception optimale des phonèmes les composant. Nous nous sommes fondés sur des travaux de phonétique expérimentale de l'école de J.C. Lafon à Besançon qui, utilisant des techniques de filtrage fréquence par fréquence, a pu identifier les fréquences correspondant à la perception optimale des phonèmes du français [3,4] et notamment sur la classification en quatre zones de fréquence, en fonction de la zone fréquentielle la plus favorable à leur reconnaissance. Par exemple, le mot houx est inclus dans la liste « 500 Hz » parce que cette zone fréquentielle de 500 Hz permet la reconnaissance optimale du phonème/u/.

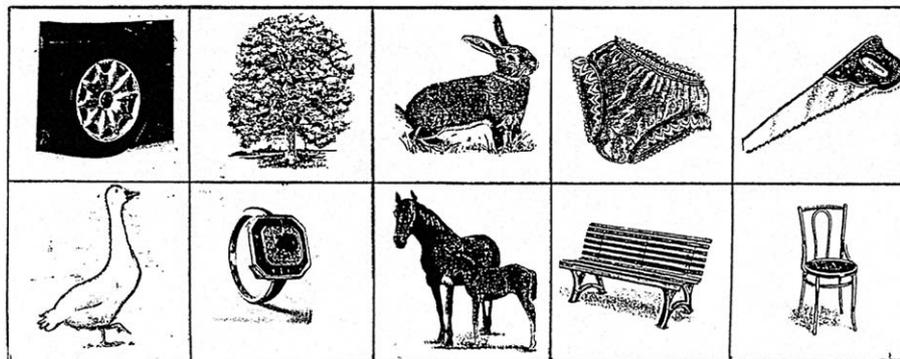
Le choix des mots a été concomitant du choix des illustrations. Les unités lexicales ont été sélectionnées dans des albums destinés aux enfants, d'édition récente, postérieure à 1990 [5]. Neuf listes, de dix mots chacune, sont proposées.

Les quatre premières listes (Listes 1–4), dites « de balayage », sont fréquentiellement équilibrées, dans la mesure où chacune comprend des mots constitués de sons appartenant à l'ensemble des champs délimités ci-dessous :

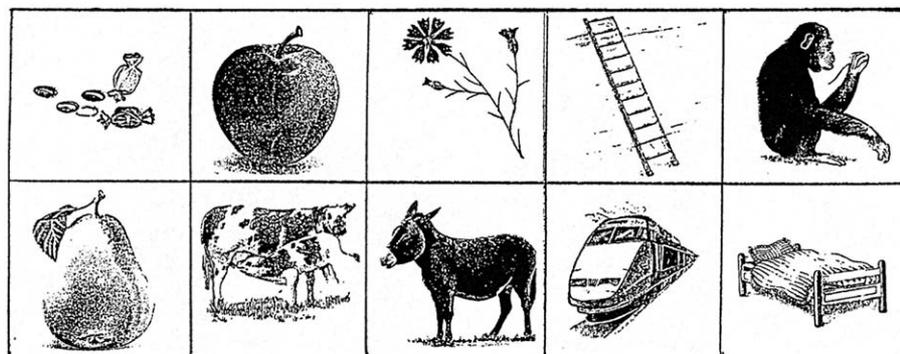
- deux mots appartenant au champ fréquentiel étroit 1000 Hz : un « exclusif » (tous les sons constituant l'unité lexicale appartiennent à ce champ fréquentiel) (noté ci-dessous 1 kHz-e) ; un « dominant » (la majorité des sons constituant l'unité appartient à ce champ fréquentiel) (1 kHz-d) ;
- deux mots appartenant au champ fréquentiel étroit 2000 Hz : 1 exclusif (2 kHz-e) et 1 dominant (2 kHz-d) ;
- deux mots appartenant au champ fréquentiel « large » 500–1000 Hz (0,5–1 kHz) ;
- deux mots appartenant au champ fréquentiel « large » 1000–2000 Hz (1–2 kHz) ;



Liste 1.



Liste 2.



Liste 3.

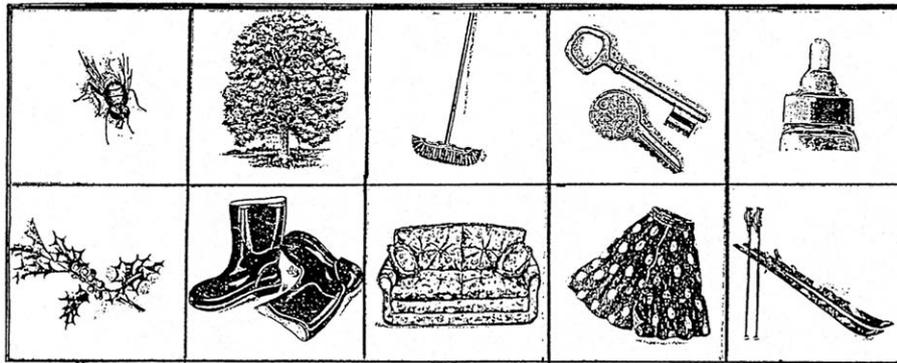
- deux mots appartenant au champ fréquentiel « large » 2000–4000 Hz (2–4 kHz).

Si un mot de ces listes devait être changé au cours de l'évaluation, il devait être remplacé par un autre mieux adapté, mais de même structure fréquentielle.

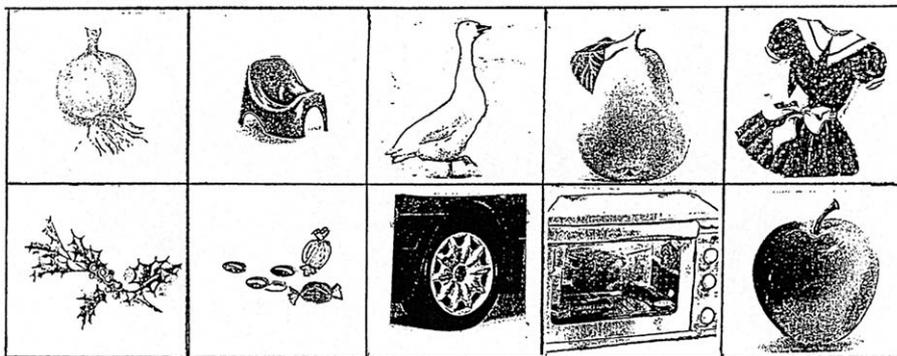
Les Listes 5, 6 et 7 sont constituées de mots appartenant à un champ fréquentiel large, c'est-à-dire comprenant à chaque fois deux bandes de fréquence proche. Ainsi la Liste 5 contient exclusivement des mots dont les sons couvrent le champ fréquentiel 500–1000 Hz, la Liste 6 couvre le champ fréquentiel 1000–2000 Hz, la Liste 7 couvre le champ fréquentiel 2000–4000 Hz.

Dans la Liste 8, dite à unités « multifréquentielles », chaque mot est composé de sons appartenant aux quatre champs fréquentiels délimités ci-dessus. Elle apprécie d'éventuels phénomènes de compensation chez des enfants dont l'audition d'une ou plusieurs bandes de fréquence serait perturbée. Aucune procédure concernant la présence effective du phénomène de compensation et sa mesure n'a été élaborée.

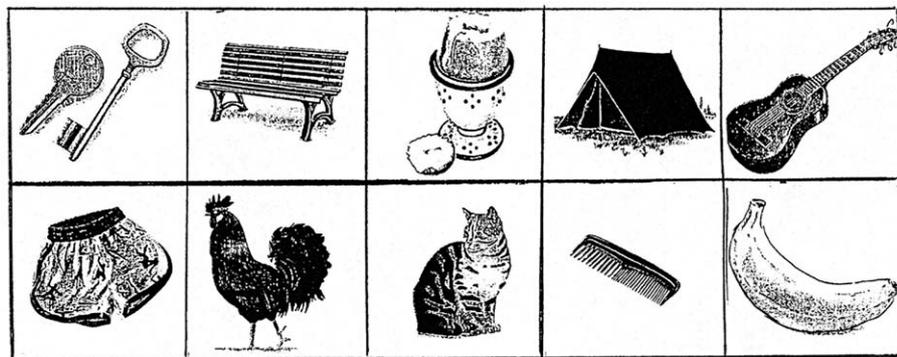
La Liste 9 est constituée de « sosies », c'est-à-dire de mots proches au point de vue phonétique, et qui ne sont différenciés que par un seul son. Les sons différents peuvent appartenir au même champ fréquentiel (c'est le cas des sosies : « mouton-bouton » [1000 Hz] « boule-poule » [1000 Hz]) ou



Liste 4.



Liste 5.



Liste 6.

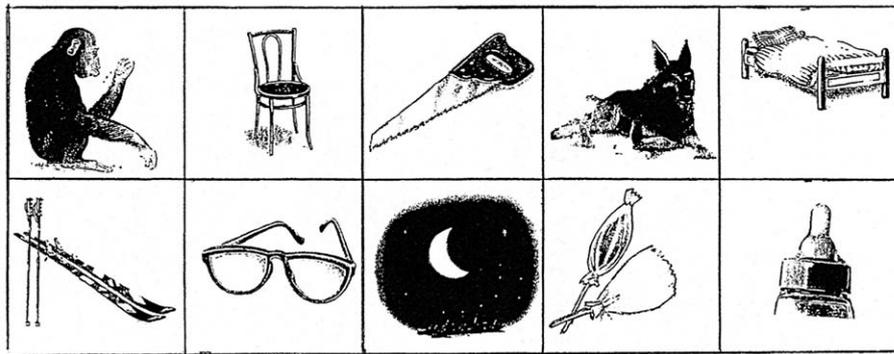
à deux champs fréquentiels différents (exemples : « château-chapeau », respectivement [2000 Hz] et [1000 Hz], ou « lit-scie », respectivement [2000 Hz] et [4000 Hz]).

Parallèlement, nous avons constitué des planches d'images reconnaissables à l'âge de quatre ans. L'identification d'images est une technique largement employée pour la description du vocabulaire connu des enfants [6]. Cette technique, à partir des images représentant les objets dont on s'assure pendant le prétest qu'ils sont connus de l'enfant, permet de déceler les difficultés auditives si l'enfant n'a pas entendu le mot et hésite à désigner l'objet correspondant. Les contraintes étaient la représentabilité : excluant tous les mots abstraits, et la simplicité d'identification : il fallait que les images n'aient qu'une dénomination courante.

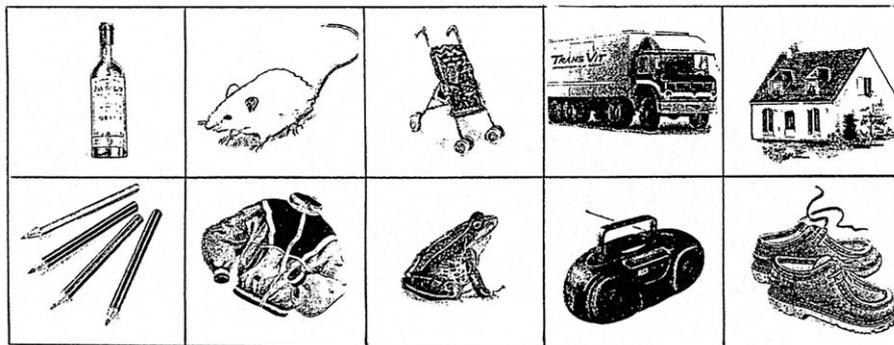
1.2. Validation de la forme du test : est-il adapté à l'enfant de quatre ans ?

1.2.1. Validation dans les classes maternelles (validation à effectif partiel)

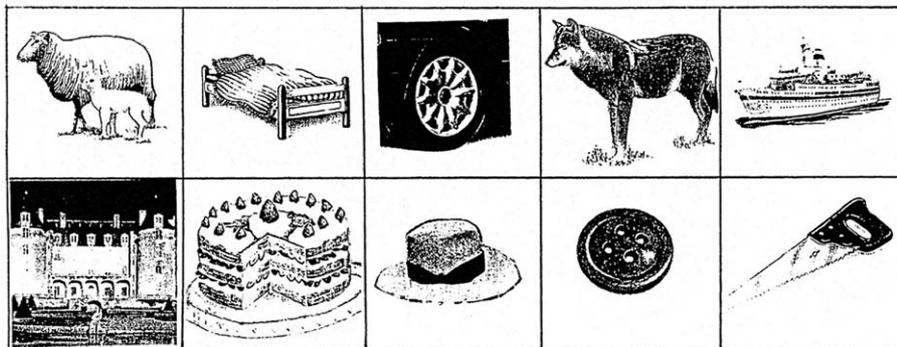
Tous les enfants des 27 classes maternelles visitées par deux médecins de PMI volontaires devaient être inclus (un secteur rural et un secteur citadin). L'étude s'est déroulée pendant l'année scolaire 2000–2001. Au cours de l'examen des enfants âgés de trois ans et neuf mois à cinq ans et cinq mois, les médecins proposaient aux enfants les listes de mots/images 1,2,3,4 et 9. Le test était réalisé dans une pièce calme, mise à disposition par l'école. Le testeur avait d'abord appris à connaître l'intensité de sa propre voix chuchotée (sonomètre).



Liste 7.



Liste 8.



Liste 9.

Le Prétest à voix haute : avant le test, les images étaient montrées aux enfants auxquels il était demandé soit de nommer les images, soit d'écouter la liste d'images et de répéter et/ou de désigner les images après le testeur, cela permettant d'identifier les mots connus de l'enfant. En cas d'image inconnue, l'enfant marquait toujours un temps d'hésitation pour la désigner et/ou s'abstenait de toute réponse. L'image en question était répertoriée pour éventuelle future correction.

Le test à voix chuchotée (Fig. 1) : L'enfant était placé devant les planches affichées au mur ou assis devant une table où étaient posées les listes. Il tournait le dos au testeur. L'oreille non concernée par le test était bouchée par la main du testeur placé derrière l'enfant, à environ un mètre (longueur d'un bras). Il disait les mots dans n'importe quel ordre à voix chuchotée (30 dB). L'enfant montrait avec le doigt l'image correspondante et/ou répétait. Les dix images étaient

demandées pour chaque oreille. Une planche différente était utilisée pour chaque oreille. Les images donnant plusieurs fois lieu à des réponses hésitantes ou erronées étaient pointées, et soumises au groupe de travail pour correction. Le test était poursuivi pour apprécier plus finement la cause de l'erreur : manque de vocabulaire, inattention, défaut de l'image ou déficit auditif.

1.2.2. Validation dans le service d'ORL

Tous les enfants de quatre ans reçus à la consultation d'ORL au centre de pédiatrie de Clocheville pour des tests auditifs programmés au cours de l'hiver 2000–2001, capables de répondre à un test vocal, quelle que soit leur courbe auditive, étaient testés si la concentration de l'enfant était encore suffisante après l'examen standard : cette méthodologie laissait prévoir qu'il y aurait beaucoup moins d'enfants

LISTES de MOTS : AUDIO 4

	liste 1	liste 2	liste 3	liste 4
0,5-1kHz	armoires	roue	bonbon	mouche
0,5-1kHz	pot	oie	poire	houx
1 kHz-e	robe	arbre	pomme	arbre
1 kHz-d	lampe	bague	vache	botte
1-2kHz	girafe	lapin	fleur	balai
1-2kHz	chèvre	cheval	âne	canapé
2kHz-e	lune	banc	échelle	clef
2kHz-d	téléphone	culotte	train	jupe
2-4kHz	chien	chaise	lit	tétine
2-4 kHz	sucette	scie	singe	skis

liste 5	liste 6	liste 7	liste 8	liste 9
0,5-1kHz	1-2 kHz	2-4kHz	0,5-4 kHz	Sosies
oignon	clef	singe	bouteille	château(2kHz)
houx	short	skis	crayon	mouton(1kHz)
pot	banc	chaise	souris	bateau(1kHz)
bonbon	coq	lunettes	blouson	lit (2kHz)
oie	œuf	scie	poussette	gâteau(2kHz)
roue	chat	lune	grenouille	roue(1kHz)
poire	tente	chien	camion	chapeau(1kHz)
four	peigne	sucettes	radio	scie (4kHz)
robe	guitare	lit	maison	bouton(1kHz)
pomme	banane	tétine	chaussure	loup(2kHz)

Fig. 1.

testés par cette équipe que par l'équipe de PMI où le seul test auditif pratiqué était la liste vocale « Audio 4 ».

Une courbe tonale, puis la courbe vocale habituelle, enfin le test vocal Audio 4 étaient réalisés. Les Listes 1–9 étaient utilisées. Pour que l'enfant puisse répondre correctement malgré un éventuel déficit auditif, le test était proposé avec une voix d'intensité correspondant au dernier 100 % de mots entendus sur la courbe vocale précédemment obtenue. Lorsque l'enfant se trompait en désignation, le mot était répété avec lui. Puis le test était recommencé : si l'erreur n'était pas répétée, l'enfant entendait bien, mais l'image n'était pas assez évocatrice et soumise à discussion avec le groupe.

1.2.3. Notation des résultats du test

Les résultats obtenus, aussi bien en classe qu'en cabine, étaient cotés de la même façon que les anciennes listes vocales en considérant comme réponse erronée une réponse au cours de laquelle l'image montrée n'était pas celle qui représentait le mot énoncé. Lorsqu'il y avait hésitation, d'autres mots du même champ fréquentiel étaient testés. N'étaient acceptées que moins de deux erreurs dans les listes de balayage. Au-delà de deux erreurs, l'enfant devait être testé en liste complémentaire : liste de sosies ou champ étroit correspondant à l'erreur. Si l'erreur persistait, l'enfant devait alors être adressé à un médecin ORL pour diagnostic.

1.3. Validation audiométrique des listes « Audio 4 »

Cette validation a eu lieu dans l'unité d'explorations fonctionnelles du service d'ORL pédiatrique de l'hôpital Cloche-

ville à Tours de septembre 2000 à novembre 2001 pour déterminer la sensibilité et la spécificité d'Audio 4 par rapport à la technique de référence, l'audiogramme tonal.

1.3.1. Populations testées

Tous les enfants (de trois à 17 ans) reçus en ORL pour réaliser des tests auditifs entre septembre 2000 et novembre 2001 ont été inclus (les différences d'âge ne jouent pas sur les capacités auditives, seule l'expression diffère et s'affine avec l'âge). Pour chacun un fichier contenant les caractéristiques démographiques de l'enfant et le résultat détaillé de l'audiométrie tonale était constitué. Les enfants porteurs d'un handicap intellectuel ou visuel grave étaient exclus. Tous les autres, y compris les enfants ayant un retard de langage, étaient inclus.

1.3.2. Le test « audio 4 » en cabine

Après avoir pratiqué comme d'habitude la courbe tonale et vocale, le test « Audio 4 » était proposé. Il était alors utilisé en test diagnostique dont les résultats étaient comparés à ceux des tests précédents. Une liste de balayage (1,2,3 ou 4) était d'abord proposée à l'enfant (une par oreille) et il n'était proposé de liste spécifique qu'en cas d'erreur : la liste spécifique (5,6 ou 7) devait être choisie en fonction de l'erreur pour la confirmer ou l'infirmer. Toutes les listes n'étaient donc pas pratiquées systématiquement pour tous les enfants : le test aurait été trop long et fastidieux, perdant par-là même sa pertinence.

1.3.3. Les définitions

Au terme de chacun des trois tests, chaque enfant était classé selon les définitions suivantes :

- **audiométrie vocale « audio 4 »** : enfant normalement entendant : si le nombre d'erreurs est < 2 par liste ; enfant malentendant : si le nombre d'erreurs est ≥ 2 par liste en précisant dans quels champs fréquentiels (listes précisées) ;
- **audiométrie tonale** : (technique de référence) : oreille normalement entendante : ayant un seuil de 0 à 20 db ; surdité légère : seuil [21 – 40] db ; surdité moyenne : seuil [41 – 70] db ; surdité sévère : seuil [71 – 90] db ; surdité profonde : seuil > 91 db.

1.3.4. Recueil des données et analyse

Une fiche a été remplie pour chaque enfant comportant les caractéristiques démographiques et les résultats de l'audiométrie tonale et vocale. La saisie a eu lieu dans le logiciel Excel et l'analyse dans les logiciels Excel et Épi Info 6.0.

Première question : les listes de mots « audio 4 » sont-elles un bon outil de dépistage global de la surdité ? Nous avons comparé le classement des oreilles entendant bien ou malentendantes selon l'audiogramme tonal et selon le test à valider ; les VPP, VPN, Se et Sp ont été calculées.

Deuxième question : « Audio 4 » peut-il permettre de prédire la courbe tonale ? Une liste fréquentielle spécifique (sosies ou champ fréquentiel étroit) est-elle un bon outil

diagnostique des surdités dans les sons aigus, médium, et graves ? Les comparaisons suivantes ont été effectuées avec pour chacune d'elles le calcul de Se et Spe, VPP, VPN : pour les sons graves : croisement des données de la liste Audio 4 n° 5 avec celles de l'audiogramme tonal en fréquences graves ; pour les sons médiums : croisement des données de la liste Audio 4 n° 6 avec celles de l'audiogramme tonal en fréquences médium ; pour les sons aigus : croisement des données de la liste Audio 4 n° 7 avec celles de l'audiogramme tonal en fréquences aiguës 2000 Hz et 4000 Hz .

1.4. Validation des listes comme test de dépistage de masse

Après validation de la qualité des listes de mots/images au cours de l'année 2001–2002, il était prévu, l'année suivante, de soumettre tous les enfants de quatre ans du département au test préalablement validé.

Devaient être inclus tous les enfants scolarisés pendant l'année scolaire 2001–2002, dans les classes de moyenne section de maternelle du département (de trois ans + trois mois à cinq ans + cinq mois), connus comme malentendants ou non ; ayant un langage normalement développé ou non et vus à la visite médicale systématique à quatre ans.

Seuls les enfants ayant un handicap intellectuel sévère ont été exclus. Le handicap visuel isolé n'était pas un critère d'exclusion.

Les 23 médecins des services de PMI, préalablement informés de la technique, ont réalisé les tests pendant la visite médicale systématique effectuée en moyenne section des écoles maternelles du département. Ils ont noté les résultats sur le dossier médical de liaison avec, en première page, les données administratives de l'enfant. Lorsqu'il y avait doute auditif, un courrier était confié à la famille (convoquée pour l'examen) pour le médecin ORL de leur choix.

2. Résultats

2.1. Le test est-il adapté à l'enfant de quatre ans ?

2.1.1. Résultats qualitatifs

Dans les deux équipes de testeurs (PMI et ORL), les images et les mots difficiles à identifier pour les enfants ont été repérés dès les premières semaines de tests. Lors de la confrontation des résultats entre les deux équipes, il a été constaté que les difficultés d'identification portaient sur les mêmes images : soit le mot était peu connu de l'enfant (quatre fois) mais une fois identifié lors du prétest, l'enfant le reconnaissait ; soit l'image n'était pas assez évocatrice et l'enfant hésitait ou se trompait (12 fois).

Les modifications nécessaires ont été : la précision de l'image, conduisant à remplacer le placard moderne par une armoire ancienne et les smarties par des bonbons enveloppés ; la simplification de l'image, conduisant à enlever la niche derrière le chien, la tête sous le chapeau ou à améliorer l'envi-

ronnement du sujet principal (poser l'échelle sur un mur, poser la lune sur un ciel, mettre la roue sous une aile de voiture) ; l'augmentation de la taille du sujet principal (la tétine, les boules) ; l'amélioration de la netteté du sujet (les contours de l'oie et la chèvre).

Après ces corrections, le test a été proposé sans difficulté lors de la deuxième année dans toutes les écoles du département.

2.1.2. Résultats quantitatifs

En PMI, 501 enfants ont été inclus ; 59 enfants ont eu des résultats les situant dans le groupe : « suspect de déficit auditif » (11,7 %). Pendant la même année, 3093 enfants ont été testés avec les anciennes listes (origine inconnue) : 337 enfants ont été déclarés suspects (soit 10,9 %).

En ORL, 66 enfants de quatre ans, nés en 1996, se présentant pour un audiogramme, ont été testés avec les listes « audio 4 » après examen standard : tonal et vocal : 20 ont été considérés comme porteurs d'un déficit auditif : les résultats concordant toujours entre audio 4 et le test vocal classique (100 % de concordance).

2.2. Validation audiométrique de « Audio 4 »

Première question : « les listes de mots « audio 4 » sont-elles un bon outil de dépistage global de la surdité ? »

De septembre 2000 à novembre 2001, 360 enfants ont été testés : 208 garçons (57,8 %), 152 filles (42,2 %), âge moyen 7,4 ans, médiane 6 ans. Sept cent vingt oreilles ont été testées en audiométrie tonale et audio 4 :

- en audiométrie tonale, 520 oreilles (72,2 %) avaient un seuil < 20 dB ; 185 (25,7 %) un déficit léger, 13 (1,8 %) un déficit moyen, et deux (0,3 %) un déficit profond ;
- avec Audio 4 (au casque), 542 oreilles (75,3 %) avaient moins de deux erreurs ; et 178 (24,7 %) deux erreurs ou plus.

Soixante-cinq oreilles ont été testées en Liste 8 : cinq avaient moins de deux erreurs et 60 (92,3 %) deux erreurs ou plus ; 101 oreilles ont été testées en Liste 5 : sept avaient moins de deux erreurs et 94 (93,1 %) deux erreurs ou plus ; 93 oreilles ont été testées en Liste 6 : 14 avaient moins de deux erreurs et 79 (84,9 %) deux erreurs ou plus ; 99 oreilles ont été testées en Liste 7 : dix avaient moins de deux erreurs et 89 (89,9 %) deux erreurs ou plus.

Toutes les oreilles classées en déficit moyen, sévère ou profond par l'audiogramme tonal avaient deux erreurs ou plus en audiogramme vocal Audio 4 ; et 38 oreilles ayant un déficit léger avaient moins de deux erreurs (Tableau 1). Audio

Tableau 1
Réponses globales en audiogramme tonal et en vocal Audio 4

Audiogramme tonal	< 2 erreurs à Audio 4	2 erreurs ou plus à Audio 4
Pas de surdité	504	16
Surdité légère	38	147
Surdité moyenne	0	13
Surdité profonde	0	2

Tableau 2
Qualités diagnostiques des différentes listes Audio 4 d'un déficit auditif comparé à l'audiogramme tonal de même fréquence

Méthode	n	Se	VPP
Audio 4	720	0,81	0,91
Audio 4 Grave	101	0,94	0,96
Audio4 Médium	93	0,90	0,89
Audio 4 Aigus			
2000 Hz	99	0,93	0,74
4000 Hz	99	0,93	0,85

4 ne dépistait pas toutes les surdités légères, mais il dépistait toutes les surdités moyennes (celles qui nécessitent une prise en charge).

En classant les oreilles en normalement entendantes et mal entendantes pour les deux tests, on obtenait une Se de 0,810, une Sp de 0,969, un indice de Youden de 0,779 ; la VPP est 0,910 et la VPN de 0,930.

Deuxième question : « Audio 4 » peut-il prédire l'audiogramme tonal ?

En comparant les résultats de l'audiogramme tonal, et ceux d'Audio 4, fréquences par fréquences, nous obtenons les résultats présentés au [Tableau 2](#).

2.3. Validation pour un dépistage de masse (à l'échelle d'un département)

2.3.1. La nature des mots et des images

Testées auprès de 5088 enfants répartis dans 268 écoles, aucune image de ces nouvelles listes n'a présenté pour les testeurs la moindre difficulté en termes de connaissance ou de reconnaissance. Cinq cent quatre-vingt-huit enfants (11,55 %) ont été considérés comme suspects de déficit auditif (10,9 % l'année précédente avec les anciennes listes). Si l'on compare les résultats quantitatifs des deux méthodes, la différence n'est pas significative, $p = 0,36$.

Parmi les 5088 enfants testés, 814 (16 %) avaient un trouble du langage dont 171 étaient considérés comme déficients auditifs (soit 21 % des enfants ayant un retard de langage et 3,38 % des enfants examinés), 66 enfants (1,29 %) ont refusé le test.

2.3.2. La faisabilité

L'acquisition de la méthode par chaque praticien de PMI, a été rapide, puisqu'ils utilisaient auparavant des listes de mots/images. Le temps nécessaire à la réalisation du test variait de quatre à huit minutes en fonction de la coopération de l'enfant. Le test était coloré et ludique, les consignes étaient rapidement comprises.

Les troubles du langage ont été facilement repérés par les médecins de PMI qui pratiquaient en même temps ERTL 4 [2]. Les troubles visuels qui permettent une scolarité normale ont permis aussi la passation de ce test. Les troubles psychologiques simples (refus de participer) étaient contournés en proposant le test ultérieurement. Le retard intellectuel était la seule vraie barrière.

3. Discussion

3.1. L'intérêt d'un dépistage systématique de la surdité

Il doit être poursuivi jusqu'à la fin du développement du langage. Le regroupement de tous les enfants dans les classes maternelles favorise le dépistage secondaire. Mais ce dépistage incombe aussi au pédiatre en exercice libéral, qui, dès que l'enfant est censé comprendre un langage parlé simple, peut utiliser la répétition du mot ou la désignation d'une image pour évaluer son audition. Audio 4 s'est révélé être un indicateur validé, facilement manipulable et réalisable par tous les médecins en peu de temps (cinq à huit minutes selon la compliance de l'enfant). Il est donc adapté au dépistage de masse. Il permet aussi de faire le point à chaque fois que le besoin est ressenti : maman inquiète, survenue d'un facteur de risque auditif, retard de langage, trouble du comportement. Le rapprochement avec une courbe tonale qu'ils connaissent mieux doit leur permettre d'anticiper sur le diagnostic final, et les intéresser davantage au dépistage auditif qu'ils doivent s'approprier. Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de tests francophones similaires, validés, adaptés au très jeune enfant. Cependant, il est établi que le test vocal peut être utilisé en audiométrie dès trois ans en monosyllabique [7] et que le renforcement visuel améliore l'efficacité.

3.2. La validité audiométrique

En comparant les résultats de chaque oreille en normalement entendant et mal entendant pour audiogramme tonal et Audio 4, on obtient une Se de 0,810, une Sp de 0,969. Ces résultats en font un bon test de dépistage de la surdité. En les comparant fréquences par fréquences, nous obtenons aussi de très bons scores pour la Se et la VPP : Audio 4 permet de prévoir les résultats de l'audiogramme tonal, et donc d'être plus lisible par tous les médecins.

3.3. Le test vocal a beaucoup d'avantages

Il ne nécessite pas un matériel compliqué, il est réalisable partout et par tous, il étudie et non seulement l'organe périphérique mais aussi la fonction de communication par l'audition. Il a été établi que certaines fréquences (500 et 1000 Hz) avaient un poids prépondérant dans la compréhension des mots [8], cette particularité n'a aucune conséquence sur les résultats du test puisque les mots sont classés par groupes de fréquences. Cela devrait permettre, au contraire, une meilleure définition des troubles auditifs quand l'enfant ne peut être conditionné pour une courbe tonale.

3.4. La faisabilité du test

Elle est constante puisqu'il nécessite seulement une pièce calme. La compétence du testeur est rapidement acquise. Il lui suffit de s'intéresser au problème, de passer dans un service d'ORL pour étalonner sa voix chuchotée et contrôler ses

qualités articulatoires ; il apprend ensuite facilement au contact de l'enfant quelles attitudes adopter et les façons de procéder les plus rapides. Le matériel est un ensemble mots/images comprenant dix feuilles plastifiées, facile à ranger (format A4), léger, facile à transporter, et peu onéreux.

3.5. Les résultats de ce dépistage secondaire

Ils ont permis dans notre étude, la mise en évidence d'un déficit auditif responsable d'un trouble de langage pour 3,38 % des enfants examinés. Les prises en charge médicales et orthophoniques ont pu être mises en place pour ces 171 enfants. Par ailleurs, 66 enfants ont refusé le test lors du premier examen (1,29 %). Il faut dans ce cas, selon l'interrogatoire des parents, temporiser pour le refaire, ou demander tout de suite des tests en cabine audiométrique.

3.6. Les troubles du langage ne sont pas une contre-indication au passage du test (au contraire)

Le testeur contourne le problème en expliquant à l'enfant ce qu'on va lui demander : le versant compréhension est donc testé d'abord. Si la compréhension est impossible, ce qui est exceptionnel dans une classe de maternelle normale, mais peut l'être moins dans un cabinet médical, le test ne peut être réalisé. Si la compréhension est obtenue, l'enfant va désigner l'image sans rien dire, ou en répétant le mot. Si le mot est mal répété, mais que l'image est bien désignée, l'image est considérée comme bien reconnue. Le retard d'expression n'est donc pas pénalisant.

4. Conclusion

Ce travail a permis de valider une liste de mots et une liste d'images pour enfants de quatre ans, ce qui, à notre connaissance, n'existe pas en France.

Le test audiométrique vocal fréquentiel « Audio 4 » est un test simple, rapide, peu onéreux, adapté au dépistage systématique des déficits auditifs de l'enfant de trois à quatre ans. Il donne au testeur une approche de la courbe tonale, et devrait donc être plus facilement utilisé, puisque plus directement « lisible ».

En attendant que le dépistage néonatal systématique des surdités ait porté ses fruits, il faut continuer et étendre au maximum notre dépistage secondaire pour que les surdités moyennes congénitales et toutes les surdités d'apparition secondaire soient diagnostiquées avant que n'apparaissent les complications à type de retard de langage ou de troubles, même minimes, des acquisitions ou du comportement.

Remerciements

Nous remercions M.C. Piau, A. Beblo, C. Besse, I. Lecuyer, L. Tuller, B. Crépeau et tous les médecins et infirmières de PMi de leur participation rigoureuse à ce travail pour lequel elles se sont impliquées de façon constante pendant trois ans...

Références

- [1] Hamill B. Comparing two methods of preschool and kindergarten hearing screening. *J Sch Health* 1988;58:95–7.
- [2] E.R.T.L.4., Roy B, Maeder C. L'ORTHO édition. 1993.
- [3] Landercy A, Renard R. Éléments de phonétique. In: Centre de Phonétique appliquée. Bruxelles: Didier; 1977. p. 166–79.
- [4] Lefèvre F. Étude comparative des tests phonétiques de J.C. Lafon et de J.P. Dupret. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'audioprothèse. Université Paris 7, 1982.
- [5] Beaumont E. La nouvelle imagerie des enfants. Paris: Fleurus; 1990.
- [6] Khomsi A. Comprendre un énoncé. In: Travaux de psycholinguistique n° 1. Département de Psychologie. Université de Nantes; 1985.
- [7] Mackie K, Dermody P. Use of a monosyllabic adaptive speech test (MAST) with young children. *J Speech Hear Res* 1986;29:275–81.
- [8] Elliot LL, Clifton LA, Servi DG. Word frequency effects for a closed-set word identification task. *Audiology* 1983;22:229–40.