

BULLETIN
DU CENTRE D'ÉTUDES
&
DE RECHERCHES MÉDICALES
DE LA S.F.E.C.M.A.S.

OCT 1954

SERVICE OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

Docteur TOMATIS

Attaché des Hôpitaux

Directeur-Adjoint du Centre de Consultation et de Recherches
Médicales de la S.F.E.C.M.A.S.

DEFINITION

Nous appellerons "Sélectivité Auditive" la faculté que possède une oreille de percevoir une variation de fréquence à l'intérieur du spectre sonore et de situer le sens de la variation.

LE SPECTRE SONORE

Parmi les ébranlements périodiques que l'air en général ou tout autre milieu peuvent apporter au système auditif, il en est qui sont susceptibles de provoquer une sensation sonore. Pour cela, ils doivent satisfaire à certaines conditions en ce qui concerne leur intensité et leur fréquence.

Nous passerons rapidement sur les conditions relatives à l'intensité qui ne présentent pas un grand intérêt dans l'étude qui nous occupe aujourd'hui. Rappelons que pour chaque fréquence sonore, l'oreille possède un seuil inférieur ou seuil d'acuité auditive et un seuil supérieur ou seuil de sensation douloureuse. Les différences d'intensité de ces deux seuils sont fonctions de la sensibilité de l'oreille à la fréquence considérée.

En ce qui concerne la fréquence, les ébranlements acoustiques, c'est-à-dire qui se propagent par l'intermédiaire d'un support matériel s'étalent sur une bande très étendue.

Au dessous de 16 c/s, dans le domaine des infra-sons, si l'intensité est suffisante, l'oreille transmet au cerveau une sensation de surpression rythmée. Le tympan agit dans ce cas comme un manomètre mais on ne peut pas parler là de sensation sonore.

Entre 16 c/s et 40 c/s, la sensation sonore existe mais, le son capté prend la forme d'un roulement. L'oreille est capable dans cette bande de suivre les variations de pression.

Les connaissances actuelles sur les réactions du système auditif à ces fréquences sont très limitées.

Il nous semble que l'effet de surpression est un phénomène bi-auriculaire. En effet, prenons la fréquence $N = 20$ c/s par exemple. Elle correspond à une longueur d'onde $\lambda = \frac{V}{N}$ où V est la vitesse du son dans le milieu

qui transmet l'ébranlement, soit l'air dans le cas qui nous intéresse :

$$\lambda = \frac{340}{20 \text{ c/s}} = 17 \text{ m}$$

Cette longueur d'onde est énorme par rapport aux dimensions du circuit récepteur de l'oreille.

Il doit exister à l'intérieur du cerveau un phénomène de composition des variations de pressions reçues par chaque oreille.

On peut d'ailleurs s'en rendre compte empiriquement lorsqu'en tournant la tête, on modifie l'orientation de ses oreilles relativement à une source génératrice d'une telle fréquence.

Il y a là toute une étude à entreprendre que nous comptons effectuer prochainement.

A partir de la fréquence 40 c/s, le son apparaît continu. On peut dès lors parler de son musical.

En continuant à augmenter la fréquence, nous parcourons tout le spectre sonore.

Nous passons sur les fréquences correspondant au maximum de sensibilité de l'oreille (de 750 c/s à 5000 c/s) et, en continuant vers les sons aigus nous atteignons la limite supérieure du spectre sonore.

Cette limite varie avec les individus. Elle se situe aux environs de 20.000 c/s pour les enfants et diminue progressivement avec l'âge. Dans le cas normal, elle atteint la fréquence 12.000 c/s chez un vieillard (1).

Si la fréquence monte encore, nous entrons dans le domaine des ultrasons. Il n'y a plus à ce moment de sensation sonore pour l'oreille humaine.

Ainsi nous pouvons situer le spectre sonore à l'intérieur de l'intervalle 40 c/s - 16.000 c/s.

.../...

(1) Il s'agit de limite supérieure de fréquence perceptible c'est-à-dire que l'intensité n'est pas définie et qu'elle peut dépasser le seuil d'acuité normal.

SON COMPLEXE, SON SIMPLE

Pour faire une recherche de sélectivité auditive qui soit valable, il faut utiliser, à l'intérieur du spectre sonore, des sons simples correspondant à des fréquences pures.

En effet, un instrument de musique fournit un son qui ne correspond pas à une seule fréquence. Le son fondamental est associé à toute une série d'harmoniques et les rapports d'intensité entre son fondamental et harmoniques déterminent le timbre de l'instrument.

Si le son fondamental a une fréquence f , le son fourni par l'instrument sera formé par la superposition de plusieurs fréquences pures, à des niveaux d'intensité variables suivant l'instrument. Ces fréquences auront pour valeur $f, 2f, 3f, \dots, nf$. Les multiples de f sont appelés harmoniques.

Les sons que nous utiliserons seront produits par un ébranlement rigoureusement sinusoïdal et correspondant à une fréquence unique.

Il est d'ailleurs assez curieux de constater que les harmoniques n'entraînent pas de modification dans la hauteur apparente d'un son, bien que leur intensité dépasse parfois celle du son fondamental.

Si nous coupons, à l'aide d'un filtre, le son fondamental et les deux premiers harmoniques d'une note riche en harmoniques, l'oreille parvient à reconstituer les fréquences qui ont été éliminées.

Le son fondamental de fréquence f est reconstitué comme différentiel des harmoniques $(5f \text{ et } 4f)$ ou $5f - 4f = f$.
 $(6f \text{ et } 5f)$

Les harmoniques $2f$ et $3f$ sont également reconstitués comme différentiels de $(6f \text{ et } 4f)$ et $(7f \text{ et } 4f)$.

La coupure modifie par conséquent le timbre car les différentiels ont une intensité plus faible que les fréquences correspondantes avant coupure mais la hauteur apparente reste inchangée.

INTENSITE ET FREQUENCE

Un écueil à éviter, dans la recherche de la sélectivité auditive d'un individu, réside dans le fait que bien des gens, connaissant parfaitement la différence entre un son grave et un son aigu, ont une sensation de déplacement de fréquence vers les aigus lorsqu'on augmente l'intensité d'un son aigu.

Ce phénomène est analogue à celui qui nous fait voir une plage colorée d'une façon d'autant plus vive qu'elle est plus violemment éclairée en lumière blanche.

Pour éviter ce risque d'erreur, il est bon de tracer un audiogramme avant la recherche de sélectivité. Ensuite, en tenant compte des

résultats portés sur l'audiogramme, on effectue la recherche en émettant à chaque son avec une intensité de 25 dba par exemple supérieure au seuil d'acuité pour chaque fréquence. De cette façon, l'individu a une sensation d'intensité constante.

Lors de précédents articles, nous avons déjà établi une série de comparaisons entre la vision et l'audition. Nous pouvons en établir une nouvelle en ce qui concerne la sélectivité.

L'œil normal est sélectif, c'est-à-dire qu'il fournit une sensation de couleur différente suivant la fréquence qui l'impressionne. S'il n'en est pas ainsi, nous avons affaire à un défaut de sélectivité.

C'est la dyschromatopsie si le sujet n'est capable de percevoir que certaines couleurs (Daltonisme; Dalton ne voyait pas la couleur rouge), défaut partiel de sélectivité ou l'achromatopsie, absence totale de sélectivité (les personnes atteintes d'achromatopsie ne perçoivent que des variétés plus ou moins sombres du gris).

Ces formes d'affection sont plus fréquentes chez les hommes que chez les femmes.

Dans le domaine de l'audition, les cas de sélectivité dans tout le spectre sonore sont assez rares. En général, la sélectivité est bonne dans les fréquences graves, le médium et les aigus jusqu'à la fréquence 3.000 c/s.

Ensuite et suivant les individus, elle disparaît. Nous avons pu ainsi établir que l'oreille ténorale n'était pas sélective au-dessus de la fréquence 3.000 c/s. Par contre, une oreille barytonale est sélective jusqu'à 6.000 c/s (voire 8.000 et 12.000 c/s).

Il faut noter d'ailleurs que les défauts de sélectivité n'intéressent pas les sons fondamentaux mais leurs harmoniques (la note la plus élevée d'un piano a un fondamental de fréquence 3.480 c/s : la₆).

Le manque partiel de sélectivité auditive ou "dystonacousie" est plus fréquent chez l'homme et l'enfant que chez la femme.

En général, la sélectivité est plus forte, à l'intérieur de la bande sélective (petits intervalles) pour l'oreille ténorale que pour l'oreille barytonale.

Les musiciens ont une sélectivité très grande dans la bande des fréquences fondamentales. C'est ainsi qu'un violoniste exercé (oreille ténorale en général alors qu'un violoncelliste aura plutôt une oreille barytonale) qui accorde son violon fait, dans la quinte, une erreur de 0,5 savart⁽¹⁾ dans le cas d'un accord soutenu. S'il réalise l'accord en jouant une note d'abord et l'autre ensuite, l'erreur pour la quinte atteint 1 comma (2).

.../...

(1) La quinte vaut $1.000 \log \frac{3}{2} = 176$ savarts

(2) Le comma correspond à 5 savarts. C'est le rapport qui existe entre le ton majeur et le ton mineur.

L'oreille est donc plus sélective lorsque deux sons lui sont transmis en harmonie que lorsqu'ils lui parviennent en mélodie. Dans le premier cas, l'oreille seule est en jeu; le second fait intervenir la mémoire.

Il existe d'ailleurs diverses catégories parmi les oreilles très musicales. Certains individus sont capables de définir instantanément n'importe quel intervalle. C'est l'oreille musicale relative. D'autres sont capables, non seulement de définir un intervalle ou un accord mais encore de situer chacune des notes qui le composent dans le spectre sonore. C'est l'oreille musicale absolue. Ce dernier cas est excessivement rare et la sélectivité des individus qui en sont dotés est très au-dessus de la moyenne.

Ainsi, nous avons pu voir que la sélectivité auditive présentait un grand intérêt au point de vue musical. Pour le phoniatre ou le professeur de chant, la connaissance de l'état de sélectivité de l'audition de la personne dont il a à s'occuper peut le guider dans le choix d'une méthode, tant pour l'éducation que pour la rééducation.

Plus tard, on pourra établir des lois statistiques pour la sélectivité comme on l'a fait pour l'audiométrie et la sélectivité trouvera alors son utilisation dans la technique du diagnostic audionatatoire.