

Thème 4 – Son et Musique, porteurs d'informations

Chapitre 14 - Entendre la musique

Les principales sources de notre représentation du monde sont les images perçues par la vision et les sons perçus par l'ouïe. Dans l'audition, l'énergie acoustique chemine et se transforme jusqu'à devenir une excitation électrique dans le cerveau. Nous allons décrire ce processus, puis montrer que l'appareil acoustique humain est un système fragile, avant d'aborder le traitement par le cerveau des informations nerveuses issue des oreilles.

1. Le son, du pavillon au nerf auditif

Notre oreille comporte trois parties: **l'oreille externe**, **l'oreille moyenne** et **l'oreille interne**, qui jouent des rôles complémentaires.

- L'oreille externe canalise les sons du milieu extérieur vers le tympan. Elle contribue à localiser la source du son et à filtrer les fréquences (elle amplifie une partie des fréquences, notamment autour de 2000 Hz). Le **tympan** est une membrane vibrante qui transmet les vibrations du son aux **osselets** de l'oreille moyenne.
- Ces osselets répercutent mécaniquement les vibrations jusqu'à l'oreille interne qui est remplie d'un liquide (la **pérylymphe**). Lors du passage du milieu aérien à ce milieu liquide, le son devrait être fortement atténué mais le tympan et les osselets compensent en grande partie cette atténuation (ce phénomène est appelé **l'adaptation d'impédance** de l'oreille moyenne).
- Les vibrations du liquide de l'oreille interne se transmettent dans la **cochlée**, partie spiralée de l'oreille interne. Dans la cochlée se trouve la **lame basilaire** dont chaque partie vibre en résonance avec une hauteur de son bien précise : ce phénomène est appelé la **tonotopie cochléaire**. Pour un son grave, la vibration maximale sera vers l'extrémité de la cochlée, pour un son aigu, la vibration maximale sera à la base de la cochlée. La gamme de **fréquence de vibrations** de cette membrane permet de percevoir des sons dont les fréquences sont comprises entre 20 et 20 000 Hz (les conversations humaines correspondent à des fréquences entre 100 et 5000 Hz environ).

Les vibrations de la lame basilaire mettent en contact des cellules nerveuses spécialisées de la cochlée, les CCI (**cellules ciliées internes**) avec la membrane qui les coiffe (membrane tectoriale). Ce contact déclenche l'entrée d'ions K^+ dans ces CCI qui émettent alors des messages nerveux dans leurs fibres nerveuses ou **axones**. Les fibres de toutes les CCI se rejoignent dans le **nerf optique** qui conduit les messages vers le cerveau via différents relais. Plus l'amplitude des vibrations de la lame basilaire est grande, plus les CCI seront stimulées et plus elles émettront de signaux nerveux. Cela permet de percevoir des **rapports d'intensité** entre les sons pouvant atteindre 10^{12} soit de 0 à 120 dB.

2. Les risques auditifs

Les cils vibratiles des cellules ciliées de la cochlée sont fragiles et facilement endommagés par les sons trop intenses ; chez l'Homme ces dégâts sont irréversibles et provoquent une **surdité** plus ou moins importante. Le **réflexe stapédien** permet d'atténuer l'exposition aux **sons graves** et prolongés supérieurs à 85 dB : les muscles de l'oreille interne se contractent et atténuent la transmission de ces sons. Mais ce réflexe est inefficace pour les sons aigus ou intermittents.

Le risque de dégâts sur les cellules ciliées (**risque auditif**) dépend à la fois de l'intensité des sons auxquels elles sont exposées et de la durée d'exposition. En France, environ 7 millions de personnes sont atteintes d'une perte d'audition ou presbycusie, seules 15% sont appareillées. Diverses réglementations existent pour limiter ces risques, mais au niveau individuel, il est important d'éviter l'exposition prolongée à des sons supérieurs à 85 dB.

3. L'interprétation des messages auditifs dans le cerveau

Les messages nerveux auditifs issus des CCI de la cochlée transitent par différents relais et parviennent à des zones précises du cortex cérébral : les **aires auditives primaires**, située dans le **cortex temporal** dans le **sillon latéral**. Dans ces aires, le traitement des messages est **tonotopique**, c'est à dire que l'aire auditive primaire est divisée en segments classés dans l'ordre des fréquences des sons traités.

Les aires auditives primaires sont entourées d'une **aire auditive secondaire** située immédiatement sous le sillon temporal qui échange des informations avec d'autres zones cérébrales et permet d'identifier les types de sons et leur provenance.

La reconnaissance des mots (séquences de syllabes) et des mélodies (séquences de tons) est effectuée notamment dans une zone située immédiatement à l'arrière de l'aire auditive secondaire, uniquement dans l'hémisphère gauche : **l'aire auditive associative**. La compréhension du langage (séquences de mots avec une grammaire) implique d'autres aires cérébrales, notamment **l'aire de Wernicke** et une zone du **cortex frontal** située à proximité de l'aire de Broca (impliquée dans la production du langage parlé). Dans l'hémisphère droit, la zone symétrique de l'aire de Wernicke associe des émotions aux sons, notamment à la musique, au timbre et au rythme de la voix (prosodie) et reconnaît les voix.

Ces zones nous permettent donc d'interpréter notre univers sonore (parole, voix, musique, etc...). Leur travail nécessite un apprentissage.

Mots clés du chapitre

Oreille externe, oreille moyenne, oreille interne, tympan, osselets, adaptation d'impédance, cochlée, périlymphe, lame basilaire, cellules ciliées internes, axones, rapports d'intensité en décibels, surdité, risque auditif, réflexe stapédien, aires auditives primaires, traitement tonotopique, aires auditives secondaires, aires de Wernicke (gauche/droite), aire de Broca.