

CHAPITRE 14 ENTENDRE LA MUSIQUE

INTRODUCTION: CHOIX PÉDAGOGIQUES

Ce chapitre a pour objectif de montrer les variations de pression de l'air sont transduites dans nos oreilles et génèrent une excitation électrique du cerveau, nourrissant notre représentation du monde.

Le chapitre débute, dans l'**unité 1**, par quelques découvertes historiques sur la structure et le fonctionnement de nos oreilles. Le doc 1 montre la structure de l'oreille, découverte dès le XVI^e siècle, dont les récepteurs sensoriels ne sont identifiés et localisés qu'au milieu du XIX^e siècle. Les docs 2 et 3 abordent le rôle d'amplification de l'oreille externe. Le doc 4 présente une expérience historique sur la membrane vibratoire du tympan, réalisée au milieu du XIX^e siècle. Le doc 5 montre l'articulation entre les vibrations du tympan et le mouvement des osselets. Enfin, le doc 6 résume les résultats d'une expérience réalisée à la même époque, sur la transduction des mouvements des osselets en variation de pression de liquide dans l'oreille interne. C'est dans l'unité suivante, l'**unité 2**, que l'élève découvre comment les récepteurs sensoriels captent ces variations de pression, grâce à leur cils vibratiles (docs 1 et 2). Le mouvement de ces derniers génère un message nerveux en direction du cerveau (doc 3). Les docs 4 à 6 exposent le danger d'une écoute prolongée d'un son de forte intensité: celui-ci provoque une altération irréversible des cils, sachant que les cellules sensorielles ne se renouvellent pas.

Dans l'**unité 3**, l'élève découvre comment le cerveau interprète les messages sensoriels venant des organes auditifs. Le doc 1 expose une étude de cas clinique mettant en évidence le rôle du cortex temporal supérieur gauche dans la compréhension du langage. Le doc 2 résume le résultat d'expérience de stimulations électriques du cortex temporal supérieur gauche et droit. Les résultats montrent le rôle prépondérant de la partie droite dans l'interprétation des sons. Le doc 3 localise différentes aires cérébrales en lien avec le traitement de mélodies, de chants, de bruits, de phrases. Le doc 4 montre le résultat d'une IRMf d'une personne écoutant une musique sans parole: on constate une stimulation plus importante dans le cortex auditif droit que gauche. Le doc 5 est une IRMf consistant à distinguer le traitement de sons, et du langage: l'hémisphère droit est davantage impliqué dans le traitement de sons/musique et le gauche, dans le traitement du langage.

POUR COMMENCER

1. → c.

2. → b.

UNITÉ 1

Activité guidée

1. Les récepteurs sensoriels sont situés dans l'oreille interne.
2. L'oreille externe amplifie l'intensité sonore.
3. Le tympan est une membrane qui vibre par les variations de pression de l'air. Il convertit donc en mouvement mécanique les variations de pression de l'air. Ses vibrations mettent en mouvement les osselets, qui agissent comme un piston sur l'oreille interne.
4. L'oreille interne contient un liquide. L'action de piston entraîne une variation de la pression du liquide.
5. Le schéma doit faire apparaître les idées clés suivantes:
 - Oreille externe: variation de la pression de l'air et augmentation de l'intensité sonore.
 - Oreille moyenne:
 - tympan: *conversion de la pression de l'air en mouvement mécanique* de la membrane tympanique
 - osselets: transmission des mouvements mécaniques d'os en os
 - Oreille interne: conversion des mouvements mécaniques en variation de la pression de liquide.

UNITÉ 2

DÉMARCHE	Synthèse
	<p>Pertinence: qui répond à la question posée</p> <p>Cohérence: pas de grosse erreur, enchaînement logique des idées, et mise en relation correcte des informations</p>
CONTENU	Éléments scientifiques attendus tirés des documents du livre
	<p>Complétude: l'élève précise que les cellules ciliées, situées dans l'oreille interne, sont les récepteurs sensoriels de l'ouïe (docs 1 et 2). Des variations de pression du liquide dans l'oreille interne mettent en mouvement leurs cils, ce qui produit un message nerveux vers le cerveau (doc 3). Il précise aussi que l'écoute de musique prolongée et de forte intensité altère définitivement les cils et que les cellules ciliées ne se renouvellent pas, c'est pourquoi elles sont précieuses (docs 4 à 6).</p>
COMMUNICATION	Forme de la représentation (affiche)
	<p>Précision: vocabulaire scientifique</p> <p>Clarté: sens, lisibilité et organisation de l'affiche</p> <p>Conformité: la représentation répond aux règles d'usages</p>

DÉMARCHE	Synthèse
	<p>Pertinence: qui répond à la question posée</p> <p>Cohérence: pas de grosse erreur, enchaînement logique des idées, et mise en relation correcte des informations</p>
CONTENU	Éléments scientifiques attendus tirés des documents du livre
	<p>Complétude: L'élève identifie que le cortex auditif primaire et secondaire sont les aires communes au traitement du langage et de la musique (docs 2 à 5). L'élève a déduit de l'étude du cas clinique (doc 1), et de l'IRMf enregistrée lors de l'écoute de mots français et d'une histoire lue en français (doc 5) que le cortex temporal gauche est préférentiellement impliqué dans le traitement du langage. L'élève a déduit de l'expérience de stimulation cérébrale (doc 2) et de l'IRMf enregistrée lors de l'écoute d'une musique sans parole (doc 4) et de sons n'ayant pas de signification langagière (doc 5) que le cortex temporal droit est préférentiellement impliqué dans l'interprétation de la musique.</p>
COMMUNICATION	Forme de la représentation (affiche)
	<p>Précision: vocabulaire scientifique</p> <p>Clarté: sens, lisibilité et organisation de l'affiche</p> <p>Conformité: la représentation répond aux règles d'usages</p>

Tester ses savoirs

1 Vrai/faux

- Faux, les récepteurs sensoriels sont situés dans l'oreille interne.
- Vrai.
- Faux, les vibrations du tympan entraînent les mouvements des osselets.
- Faux, les cellules ciliées ne sont pas capables de se renouveler.
- Vrai.

2 Légender un schéma

- Mouvements des cils (dus aux variations de pression du liquide de l'oreille interne).
- Sécrétion de neuromédiateurs.
- Fixation des neuromédiateurs à la surface des neurones.
- Production d'un message nerveux vers le cerveau.

3 QCM

- Vrai.
 - Faux, la cochlée est dans l'oreille interne.
 - Faux, le conduit auditif est dans l'oreille externe.
 - Faux, les nerfs auditifs relient l'oreille interne au cerveau.
- Faux, les structures rouges et jaunes sont des cellules ciliées.
 - Vrai.
 - Faux.
 - Vrai.

b. Faux, les cils des cellules ciliées sont directement mis en mouvement par des variations de pression de liquide dans l'oreille interne.

c. Faux, les cils des cellules ciliées sont directement mis en mouvement par des variations de pression de liquide dans l'oreille interne (le lien avec les vibrations du tympan est indirect).

4. a. Faux, une altération des cellules ciliées entraîne une perte auditive car elle perturbe la genèse d'un message nerveux auditif.

b. Faux.

c. Vrai.

d. Faux.

5. a. Faux, l'hémisphère gauche du cerveau est davantage impliqué dans l'interprétation du langage.

b. Faux.

c. Vrai.

4 Question de synthèse

L'oreille est organisée en trois parties. L'oreille externe, constituée du pavillon et du conduit auditif, transmet à l'oreille moyenne les ondes sonores, en amplifiant l'intensité des ondes dont la fréquence est située dans la zone conversationnelle. Au niveau de l'oreille moyenne, ces variations de pression entraînent des vibrations d'une membrane: le tympan. Celui-ci est relié à une chaîne d'osselets, qui se mettent en mouvement lorsque le tympan vibre. Cette chaîne est reliée, à son autre extrémité, à la cochlée. Celle-ci est située dans l'oreille interne. Les mouvements de la chaîne d'osselets exercent des variations de pression du liquide contenu dans la cochlée. Ces variations entraînent des mouvements des cils vibratiles des récepteurs sensoriels, nommés cellules ciliées. La stimulation de ces récepteurs génère des messages nerveux auditifs qui s'acheminent vers les lobes temporaux du cerveau, où ils seront interprétés en son, musique, langage, etc.

Objectif BAC

5

- Plusieurs causes possibles au niveau de son oreille droite:
 - vibrations insuffisantes du tympan
 - mouvements défaillants des osselets
 - cellules ciliées ou neurones altérés

2. Son rôle est similaire au pavillon et au conduit auditif de l'oreille externe, dont le rôle est entre autre d'amplifier l'intensité des ondes dont la fréquence est située dans la zone conversationnelle.

6

1. On constate une perte auditive lorsque le son perçu provient de la voie aérienne uniquement.

2. Il n'y a pas de perte auditive lorsque le son perçu provient de la voie osseuse. Or, les vibrations émises par voie osseuse passent par l'oreille interne directement, sans passer par l'oreille moyenne et externe. Donc, le problème ne vient pas de l'oreille interne, mais plus en amont.

7

On constate que les vibrations du tympan sont drastiquement ralenties, ou bloquées, selon les fréquences sonores. Or, les vibrations mettent en mouvement les osselets, qui entraînent des variations de pression dans l'oreille interne, captés par les récepteurs sensoriels. La baisse auditive temporaire s'explique donc par une absence de stimulation des récepteurs sensoriels de l'oreille.

8

On constate que la lobectomie altère la capacité des patients à juger de la hauteur, la durée et la mémorisation de sons. Cela s'explique par le fait que le lobe temporal droit, qui a été supprimé, est impliqué dans le traitement du son.

ÇA VOUS CONCERNE

- Écouter pour voir

Les sonars permettent de situer des objets dans l'eau, grâce aux propriétés de propagation du son dans l'eau. Voici quelques domaines d'application du sonar :

- marine de guerre : détecter les sous-marins et guider les torpilles;
- archéologie : rechercher des épaves;
- pêche : détecter les bancs de poissons;
- navigation maritime : établir des cartes bathymétriques.

- L'homme qui entend les couleurs

L'eyeborg capte les couleurs et les transpose en fréquences sonores qu'entend Neil Harbisson. Chaque nuance de couleur a donc un son, qui lui est propre. Il appréhende ainsi les nuances de couleurs qui l'entourent, grâce aux sons.

Artiste, il réalise « sounds portraits » (« portraits sonores »), musique écrite en écoutant le son émis par son eyeborg, à partir de visages de personnalités. Pour cela, il se tient devant une personne et pointe son eyeborg sur les différentes parties du visage. Chaque visage crée un accord sonore différent en fonction de ses couleurs. En associant les accords de différentes personnalités, il crée une musique : <https://www.youtube.com/watch?v=JDqL-PUZ148>