

PSYCHOLOGIE BIOLOGIQUE

[PSYC5891]

 LIÈGE université
Psychologie, Logopédie
& Sciences de l'Éducation

Le système auditif

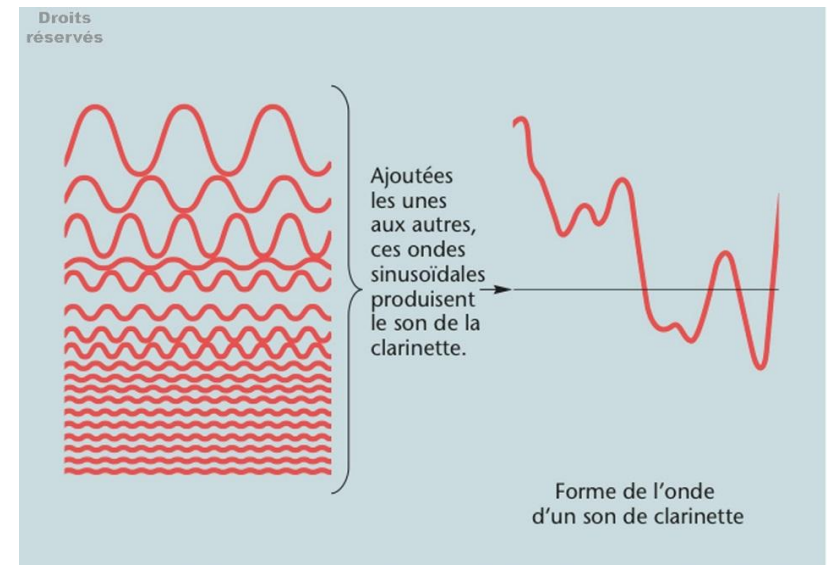
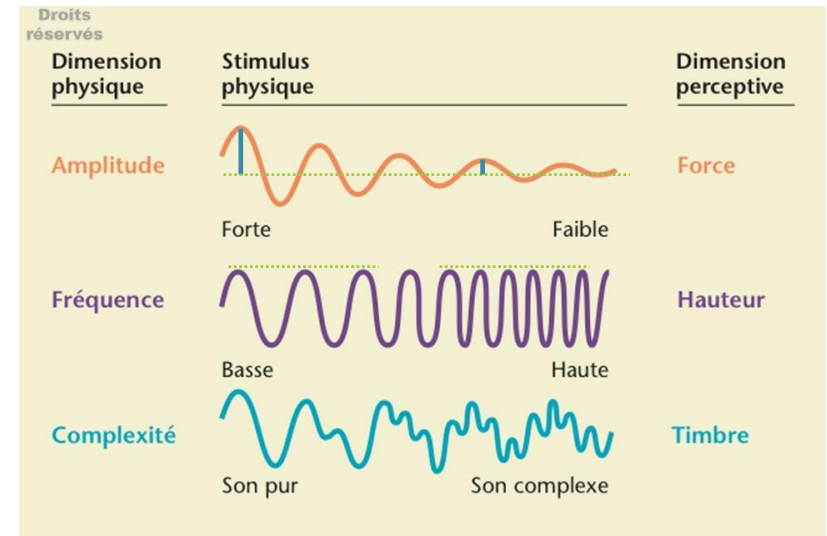
1. INTRODUCTION

Le système auditif traite des signaux sonores (vibrations air 20-20000Hz).
Captation et transduction → inputs alimentant différentes fonctions :

- Compréhension du langage (symbolique).
- Perception de la musique.
- **Identification / localisation** des objets et événements à partir des sons qu'ils produisent.

Comme dans le cas de la vision : distinction **dimension physique** et **dimension psychologique** (perceptive).

- **Son complexe**, réalité acoustique, *signal complexe* (comme la voix) décomposable en un ensemble d'ondes sinusoïdales simples (Transformée de Fourier).
- **Son pur** = son de laboratoire ; *signal sinusoïdal*.
- C'est le job de l'oreille ! (Selon l'une des théories de l'audition ...).



RELATION FRÉQUENCE - HAUTEUR TONALE

Son pur : relation étroite en la fréquence (physique) et la hauteur (perçue).

Son complexe : relation plus complexe entre fréquences et hauteur. La hauteur est liée à la fréquence fondamentale.

- *La plus petite fréquence dont les autres sont toutes des multiples.*
 - Son complexe : 100 + 200 + 300 Hz, la fréquence fondamentale est 100 Hz.
 - Dans le cas de 200 + 300 + 400 Hz, la hauteur perçue correspond aussi à 100 Hz ! (fréquence fondamentale manquante, car ne correspond pas à une des fréquences extraites du signal complexe). (Construction perceptive aussi ...)

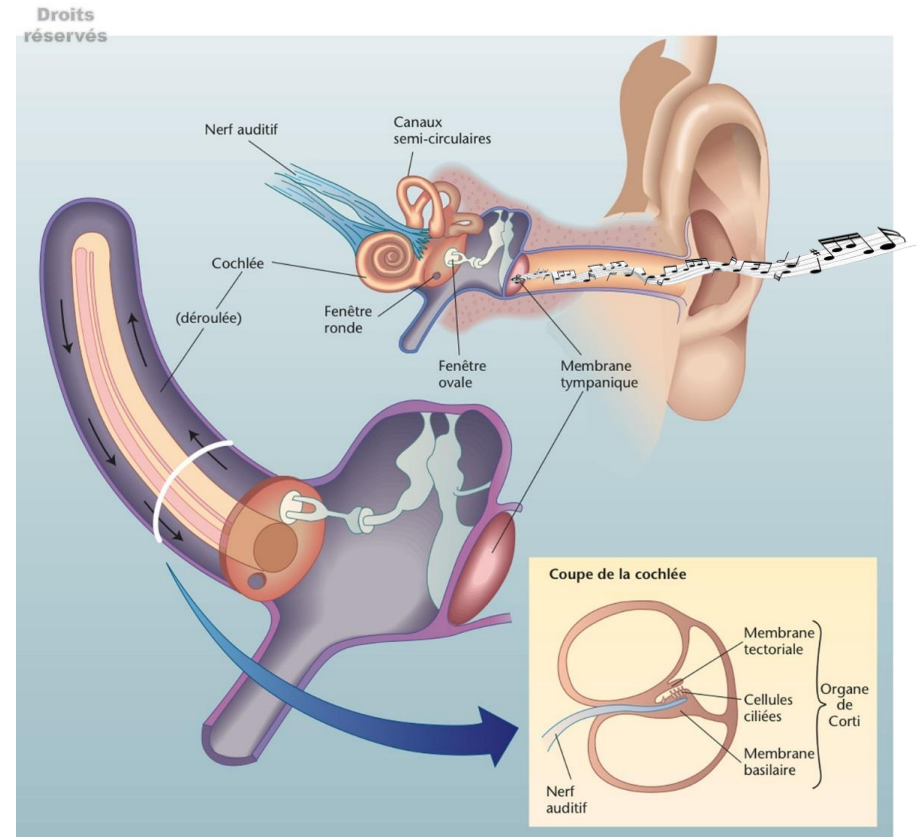
A. ANATOMIE DE L'OREILLE

Onde sonore fait vibrer tympan → marteau / enclume / étrier → fenêtré ovale → déplacement du liquide de la cochlée.

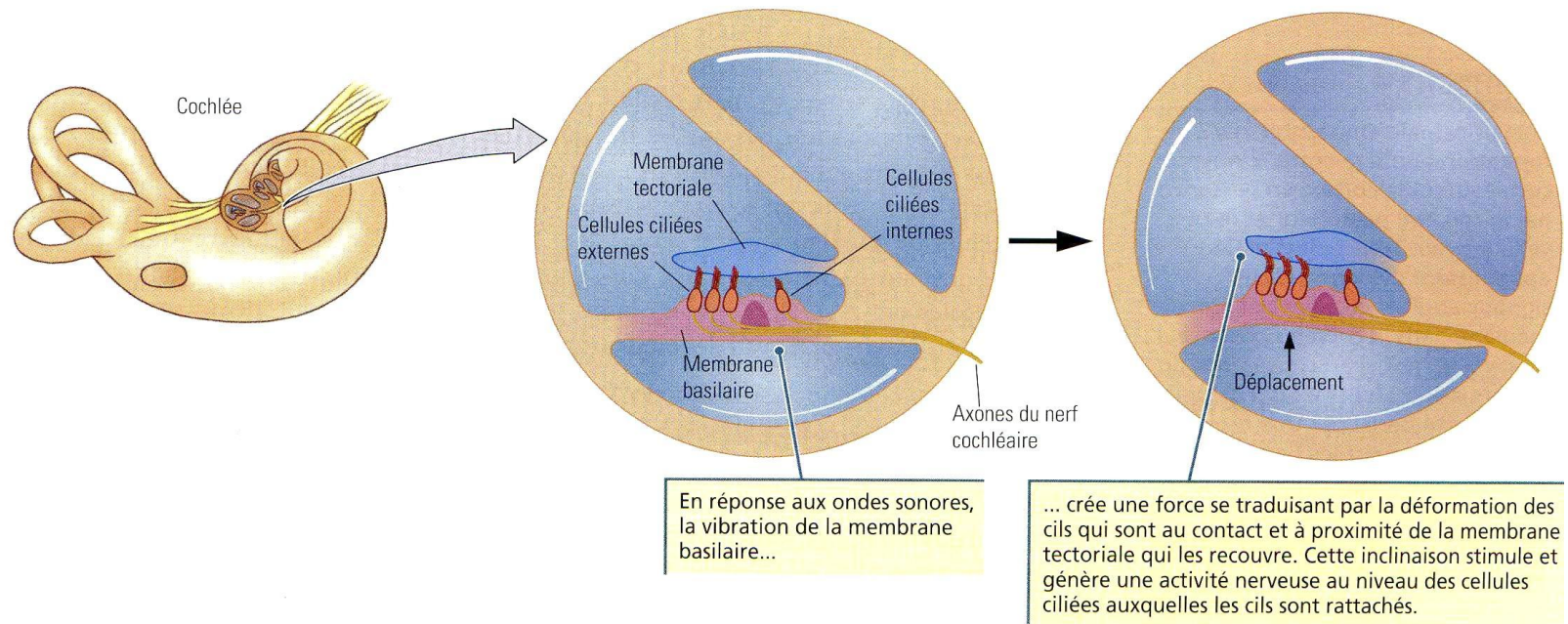
Fenêtré ronde : dissipation de l'onde véhiculée par le liquide cochléaire.

Cochlée comprend l'organe de Corti :

- membrane basilaire intégrant les cellules ciliées (récepteurs sensoriels - mécanorécepteurs).
- membrane tectoriale reposant sur les cellules ciliées.
- La stimulation des cellules ciliées → potentiels d'actions via axones du nerf auditif.



A. ÉTAPE DE TRANSDUCTION

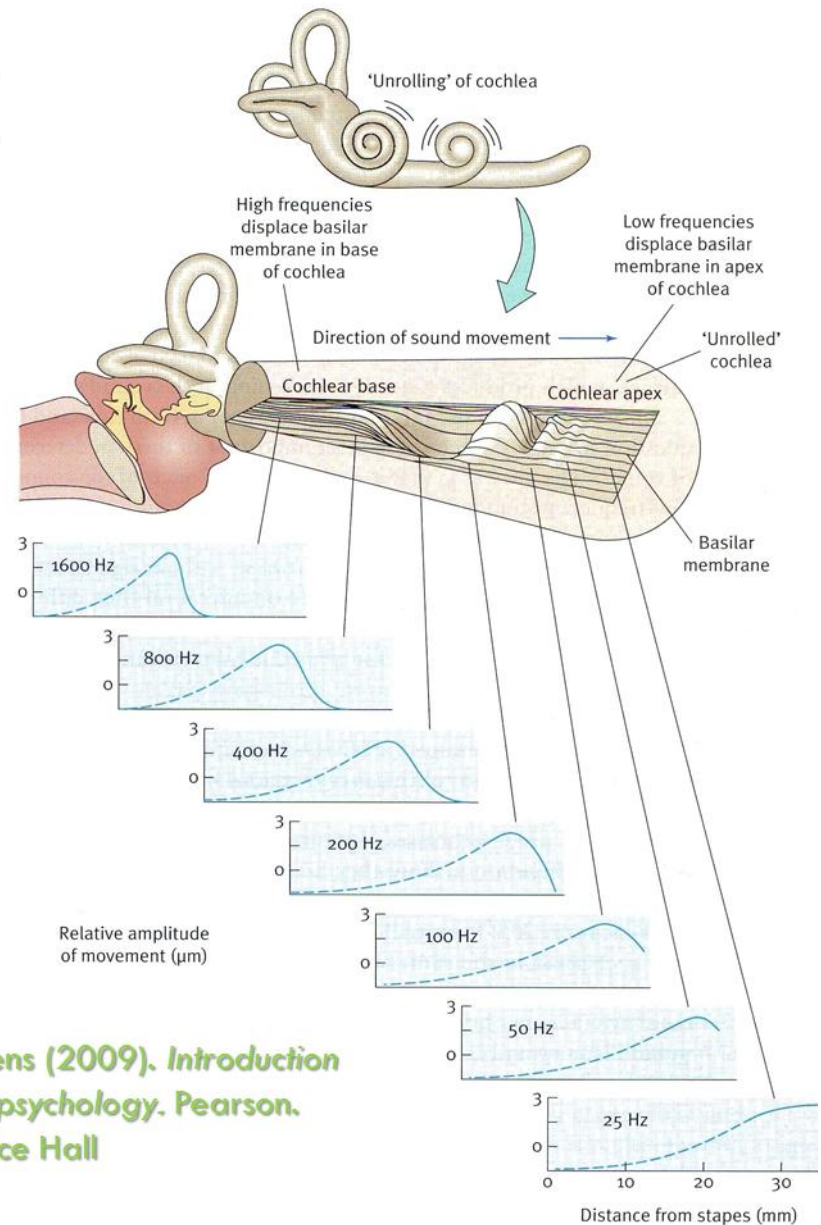


Kolb & Wishaw (2002). Cerveau & comportement. De Boeck.

A. CODAGE COCHLÉAIRE TONOTOPIE

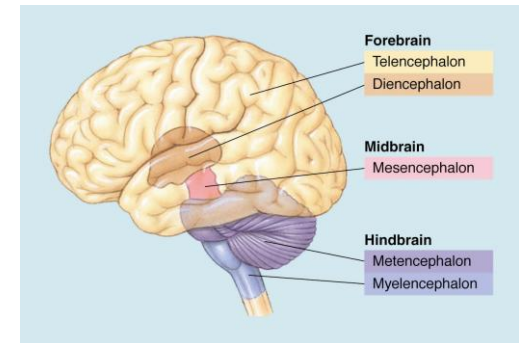
Codage cochléaire :
chaque fréquence stimule
maximalement un endroit
spécifique de la membrane
basilaire.

- Fréquences aiguës : des zones
proches des fenêtres / Fréquences
graves : des zones éloignées des
fenêtres.
- La cochlée est donc organisée en
fonction de la fréquence sonore
(hauteur tonale). Les autres
structures du système auditif
également.
 - Principe de la tonotopie (// rétinotopie).



**Wickens (2009). Introduction
to biopsychology. Pearson.
Prentice Hall**

B. DE L'OREILLE INTERNE AU CORTEX AUDITIF PRIMAIRE



Réseau de voies auditives (une partie représentée ici).

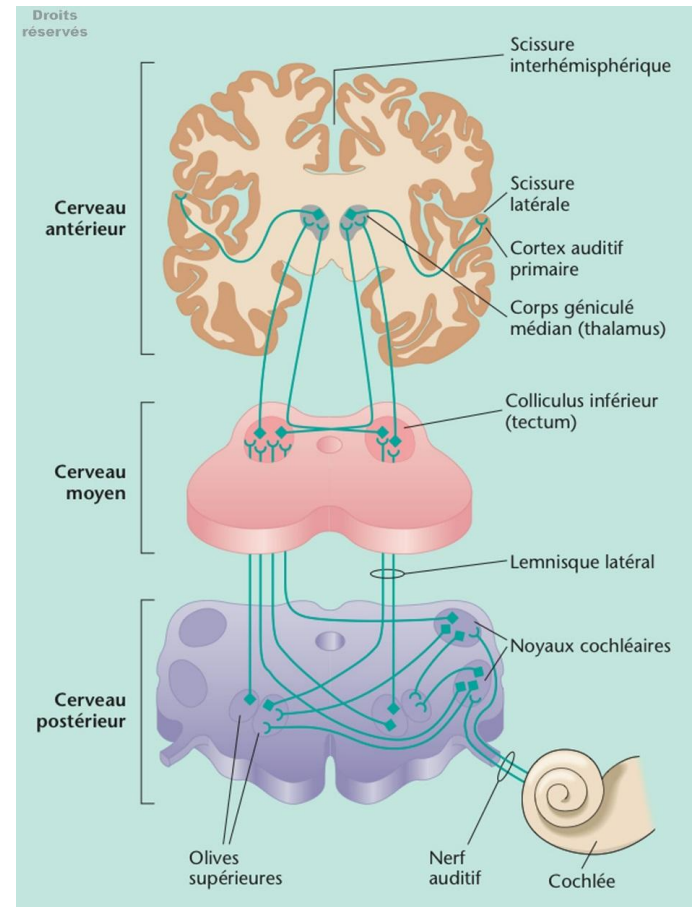
Oreille → cellules ciliées → **nerf auditif** → **noyaux cochléaires ipsilatéraux** → **olives supérieures ipsilatérales et contralatérales**.

Via le **lemnisque latéral**, on va dans le **colliculus inférieur (tectum, cf. fig. 3.22 Pinel)**.

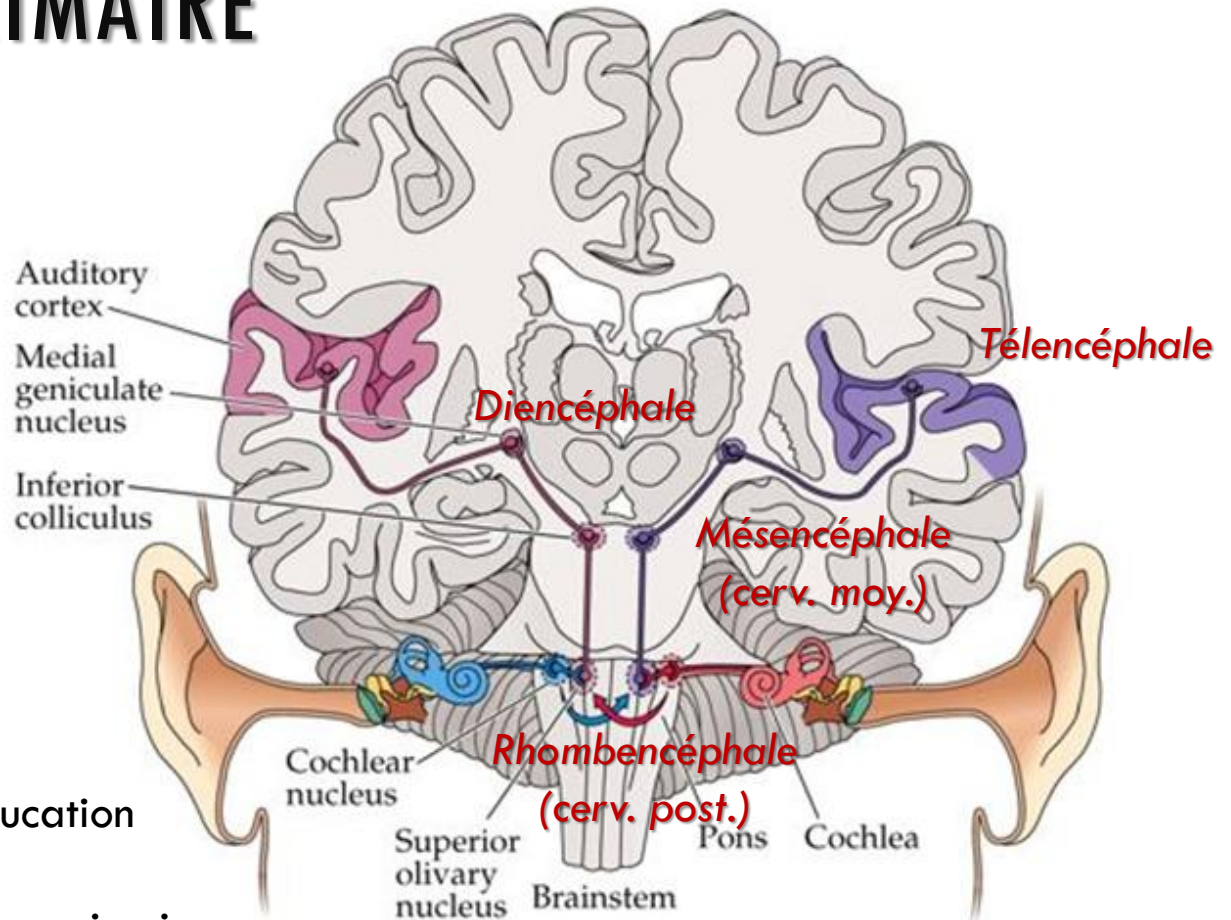
Puis vers le **corps géniculé médian (ipsilatéral et contralatéral du thalamus)**.

Puis vers le **cortex auditif primaire**.

- L'information qui provient d'une oreille atteint les deux cortex auditifs primaires (ipsi/contralatéral).



B. DE L'OREILLE INTERNE AU CORTEX AUDITIF PRIMAIRE



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

Institut français de l'éducation
Plateforme accés
Voies auditives et cortex primaire

C. CORTEX AUDITIF PRIMAIRE

CAP dans lobe temporal (« le cœur », dans la scissure latérale). Tout près, le CAS (« la ceinture »).

- 3 aires fonctionnelles dans le CAP; environ une vingtaine dans le CAS.

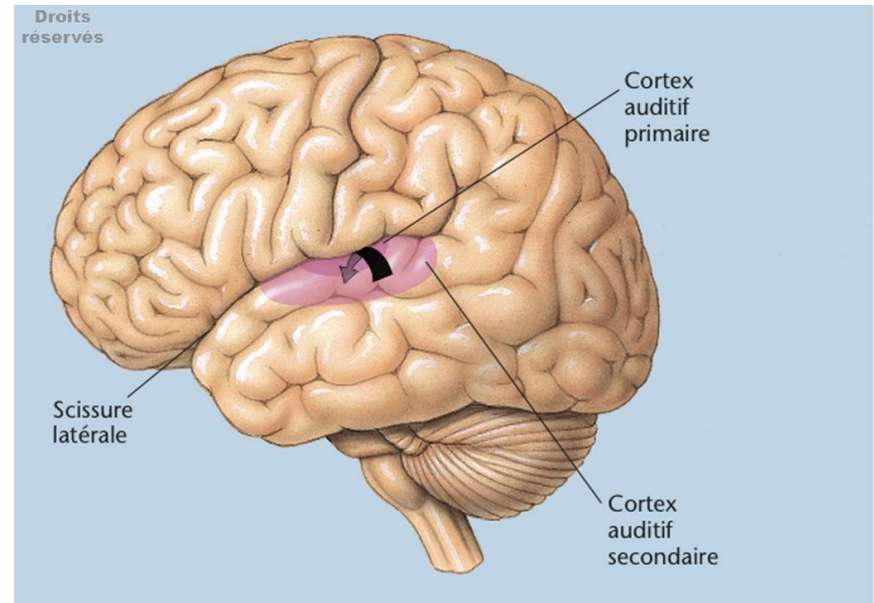
Organisation en colonnes fonctionnelles du CAP et du CAS.

- Électrode orthogonale au CAP → neurones répondant optimalement à une gamme spécifique de fréquences (ou à des sons plus complexes ou à la durée ou le rythme).
- Électrode orthogonale au CAS → neurones répondant optimalement à : reconnaissance de motifs sonores, de la cp. du lgg. ou prosodie du langage ou tonalité ou reconnaissance des voix.

Principe de la tonotopie aussi à ce niveau.

- Régions postérieures du CAP plus sensibles aux sons aigus ...

Organisation hiérarchique. CAS : neurones répondent davantage aux stimulations sonores complexes (ex. cris d'autres singes).



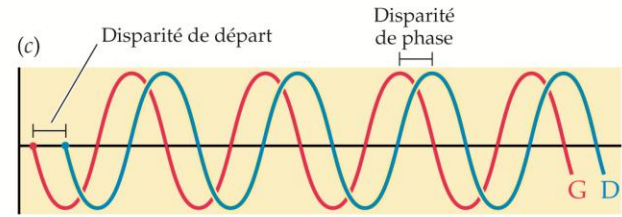
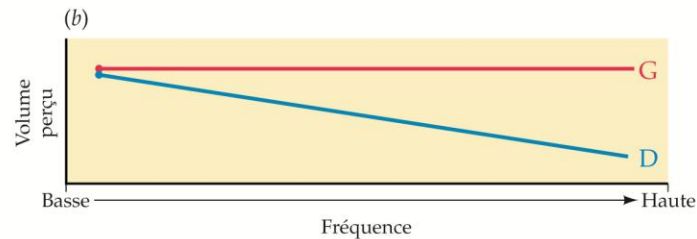
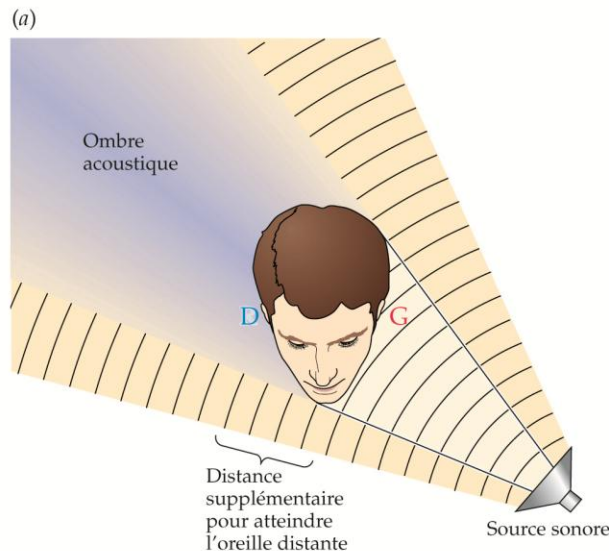
DÉMÊLER LES DIFFÉRENTES SOURCES SONORES 13/11

Une source sonore → un son complexe active les cellules ciliées en différents endroits de la membrane basilaire → un *pattern spécifique de potentiels d'action* à travers le nerf auditif.

Chaque source sonore génère son signal complexe → activation simultanée de très nombreux sites. Et pourtant « l'oreille » peut séparer les différentes sources ! « *Il y a bien une voix au sein d'un tumulte !* » (Alors qu'il y a des fréquences sonores communes à la voix et à l'ambiance sonore ...).

- Comment ?

LOCALISATION SPATIALE - DÉTECTION BIAURALE



© Psychobiologie, De Boeck, 2012.
© Biological Psychology, Sinauer Associates, Inc., 2010.

Un son venant de la gauche, touche d'abord et plus fortement l'oreille gauche → **Décalage temporel et différence d'amplitude ...**

Théorie du duplex : la localisation des sons (sources sonores) implique le traitement simultané des différences entre les intensités et les latences des deux signaux sonores G et D.

D. LOCALISATION DES SONS

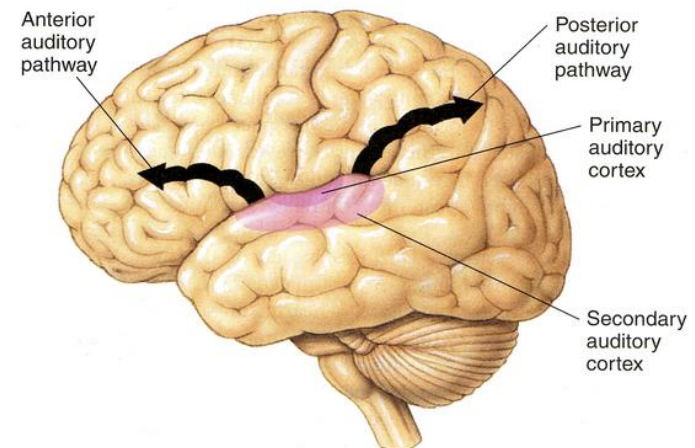
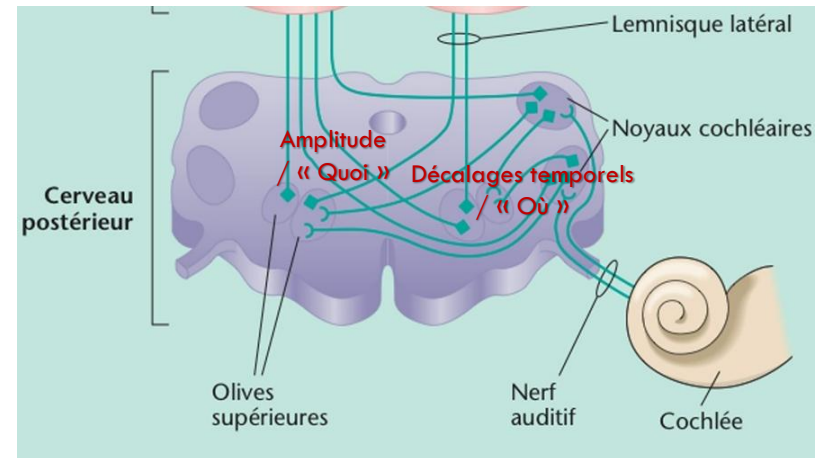
Les perceptions de ces différences sont sous-tendues par les **olives supérieures** ...

- **Médianes** : répondent aux décalages temporels.
- **Latérales** : répondent aux différences d'amplitude.

Projections dans les colliculus supérieurs (cartographie de l'espace auditif, non illustrés sur la figure p. 7).

- Fonction du colliculus supérieur : localiser les sources de stimulations dans l'espace.
- Également inputs visuels.

La voie du « *quoi* » et la voie du « *où* » (Cloutman, 2013 ; Du et al., 2015) ...



AIRE ASSOCIATIVE DU CORTEX PARIÉTAL POSTÉRIEUR

Études invasives chez l'animal : les systèmes sensoriels interagissent au niveau des aires associatives.

- Certains neurones ont un champ récepteur visuel.
- D'autres, un champ récepteur auditif.
- Des neurones répondent à la fois à des stimulations visuelles et auditives de stimuli qui proviennent de la même région spatiale.

L'imagerie cérébrale fonctionnelle chez l'homme confirme :

1. non seulement que l'interaction entre systèmes sensoriels se produit dans le cortex associatif,
2. mais aussi à des *niveaux inférieurs du système sensoriel « hiérarchique »* (notamment au niveau du cortex primaire).

Ceci bouleverse quelque peu la conception qui veut que l'intégration se produit au plus haut niveau (associatif) après que chaque système sensoriel a complètement terminé sa propre analyse ...

E. LÉSIONS DU CORTEX AUDITIF

Chez l'homme. Obstacle à l'étude des effets de lésions : la position enfouie dans la scissure latérale fait qu'il est rarement totalement détruit.

Chez l'animal. La lésion complète (bilatérale) du CAP :

- n'entraîne pas la perte de la détection des sons.
- trouble la localisation des sons brefs et la reconnaissance des séquences complexes et rapides.

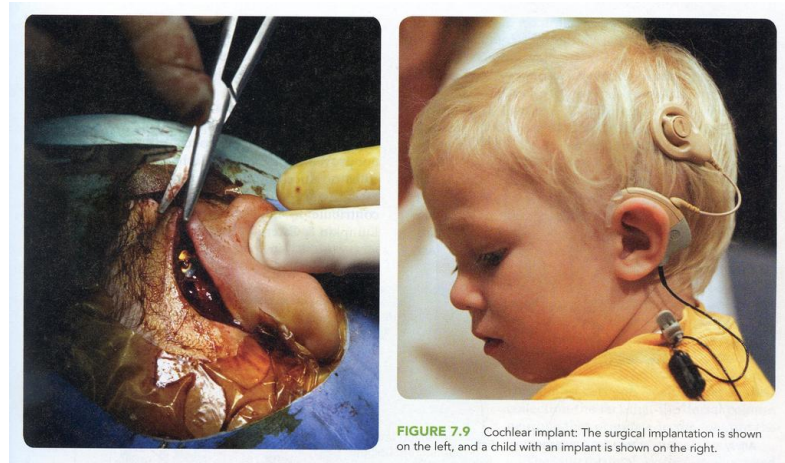


FIGURE 7.9 Cochlear implant: The surgical implantation is shown on the left, and a child with an implant is shown on the right.

L'implant cochléaire stimule des fibres nerveuses issues de différents segments de la membrane basilaire (tonotopie)

...

Nouveaux implants auditifs du tronc cérébral (stimulent les noyaux cochléaires).

TROIS PRINCIPALES CAUSES DE SURDITÉ

Surdité de conduction : oreille externe / interne (osselets).

Surdité neurosensorielle : ex. *détérioration* des cellules ciliées (bruit, effets secondaires de certains médicaments) ; *anomalies* des cellules ciliées (génétique : le gène *GjB2* est impliqué dans la structure et le fonctionnement anormal de ces cellules ciliées).

Surdité centrale : AVC → perte neuronale dans le cortex auditif.

- **Surdité verbale** : entendent les sons simples mais ne reconnaissent pas les mots prononcés ... (parlent normalement).
- **Surdité corticale** : difficulté à reconnaître des stimulations verbales et non verbales.