**Mathieu PEYRARD**
Diplôme Professionnel Son 2ème Année
2007-2008

# A L'AUBE DES SONS

## Le son,
## Au croisement de phénomènes physiques, physiologiques, biologiques et sensoriels



Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# SOMMAIRE

PREAMBULE.....Page 3

I / LE SON.....Page 4

1.1 Les ondes.....Page 4
1.1.1 Les ondes transversales Page 4
1.1.2 Les ondes longitudinales Page 4

1.2 Un mouvement sinusoïdal.....Page 5

1.3 Périodicité.....Page 5
1.3.1 Une périodicité spatiale Page 5
1.3.2 Périodicité temporelle Page 5
1.3.3 Rapport entre périodicité spatiale et périodicité temporelle Page 6

1.4 Fréquence.....Page 6

1.5 Célérité d'une onde.....Page 6

1.6 Spectre audible par l'oreille humaine.....Page 7
1.6.1 Les infrasons Page 7
1.6.2 Les ultrasons Page 7

2.1 Ecouter et produire des sons.....Page 8
2.1.1 La propagation des ondes sonores Page 8

2.2. Amplitude.....Page 8

2.3. Intensité sonore.....Page 9

2.4 Mode fondamental et harmoniques.....Page 10

2.5 La hauteur d'un son.....Page 11

2.6 Timbre.....Page 12

2.7 La mesure des sons.....Page 12

2.8 Quelques phénomènes sonores.....Page 14

2.8.1 Le passage du mur du son Page 14
2.8.2 Le tonnerre Page 16
2.8.3 L'effet Doppler Page 16

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

II/ LE SYSTEME AUDITF.....Page 17

1.1 L'oreille.....Page 17
1.1.1 L'oreille externe Page 18
1.1.2 L'oreille moyenne Page 19
1.1.3 L'oreille interne Page 22

2.1 Cerveau et audition.....Page 26

III/ DEVELOPPEMENT, DYSFONCTIONNEMENT ET TROUBLES DU SYSTEME AUDITIF.....Page 29

3.1 Développement du système auditif.....Page 29

3.2 Troubles et dysfonctionnements de l'appareil auditif.....Page 31
3.2.1 Surdité Page 31
3.2.2 La presbyacousie Page 33
3.2.3 Les acouphènes Page 33
3.2.4 L'hyperacousie Page 33
3.2.5 L'otite Page 34
3.2.6 Les substances ototoxiques Page 34

CONCLUSION.....Page 35

SOURCES, BIBLIOGRAPHIE.....Page 36

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# PREAMBULE

L'être humain appartient au règne animal et évolue dans un environnement qu'il a besoin de connaître, de comprendre, et avec lequel il lui est nécessaire d'être en relation.
Ce sont les organes des sens qui permettent à l'homme de discerner les informations et les impressions du monde extérieur et de ce fait d'être en relation avec ce dernier. Ils sont au nombre de cinq et sont tous interdépendant les uns des autres :

- **L'odorat**, les cellules olfactives permettent de sentir et reconnaître les odeurs
- **Le goût**, par l'intermédiaire des papilles gustatives, ce sens permet la reconnaissance des saveurs (sucré, salé, amer, acide)
- **La vue** : faculté de voir, de percevoir la forme, la couleur, le relief des objets.
- **Le toucher** : la peau est pourvu de milliers de capteurs qui permettent de fournir des informations par interaction entre la peau et un objet quelconque.
- **L'ouie** est la faculté qui par l'intermédiaire de l'oreille perçoit des sons.

La particularité de la perception sensorielle et plus particulièrement de la perception des sons est d'être individuelle **et subjective dans le sens qu'elle est propre à chaque** individu et impactée par son expérience et son vécu .Le dysfonctionnement ou la perte d'un sens entraîne une gêne plus ou moins sévère ou un handicap qui affecte la vie et la personnalité d'un être humain.

Le son est un phénomène complexe aux composantes multiples dont l'étude, selon l'approche (physiologique, mécanique, sensorielle) définit une spécialité professionnelle.
La science qui étudie la physique des sons s'appelle l'acoustique. La psycho acoustique combine l'acoustique, la physiologie et la psychologie, pour déterminer la manière dont les sons sont perçus et interprétés par le cerveau. Une spécialité médicale étudiant les pathologies auditives est l'oto-rhino-laryngologie.

Une première définition du son pourrait être celle-ci : onde produite par la vibration mécanique d'un support fluide ou solide, propagée grâce à l'élasticité du milieu environnant sous forme d'ondes longitudinales. Une définition plus précise s'impose à cette étape de ce travail.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# I / LE SON

Comme défini précédemment, le son est une onde mécanique, cette dernière est un phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, sans transport de matière.

## 1.1 Les ondes

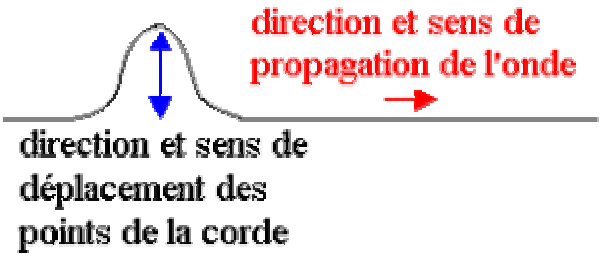
On distingue deux grandes familles d'ondes :

⇒ Les ondes transversales

⇒ Les ondes longitudinales

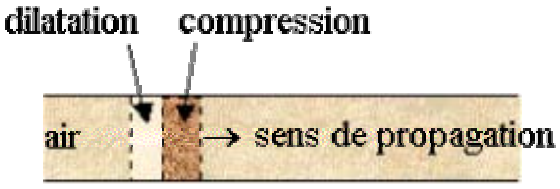
### 1.1.1 Les ondes transversales

Les points du milieu de propagation se déplacent localement perpendiculairement au sens de la perturbation. Exemple : les vagues, les ondes des tremblements de terre.

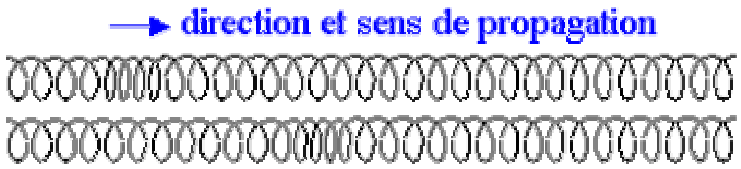



### 1.1.2 Les ondes longitudinales

Les points du milieu de propagation se déplacent localement parallèlement selon la direction de la perturbation.
Exemple : la compression ou la décompression d'un ressort, le son dans l'air…)




Cas du ressort :




Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

## 1.2 Un mouvement sinusoïdal

Une onde mécanique progressive a un mouvement sinusoïdal, son amplitude varie de $-A_{max}$ à $+A_{max}$.
$A_{max}$ étant l'amplitude maximale de l'onde.

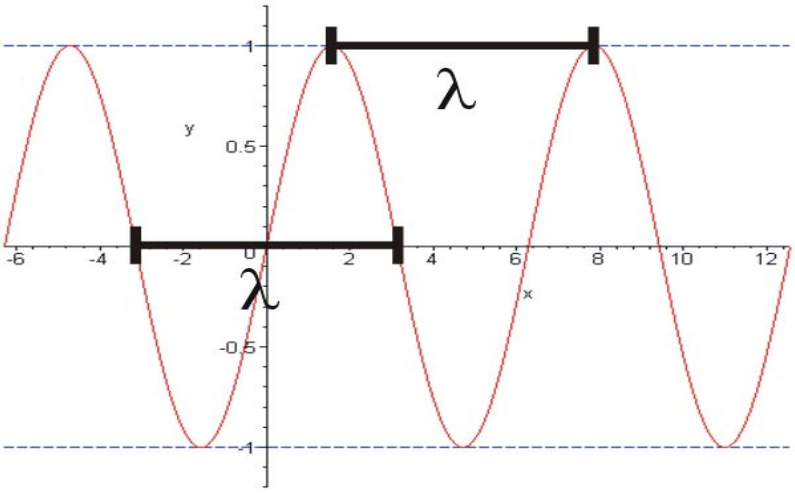
## 1.3 Périodicité

Ce mouvement sinusoïdal induit une périodicité par sa redondance, il y a deux types de périodicité.

### 1.3.1 Une périodicité spatiale

C'est la plus courte distance séparant deux points de l'onde strictement identiques à un instant donné. Elle se mesure en mètres et de nomme lambda « λ ». Cette grandeur est également appelée longueur d'onde.

*Période spatiale*

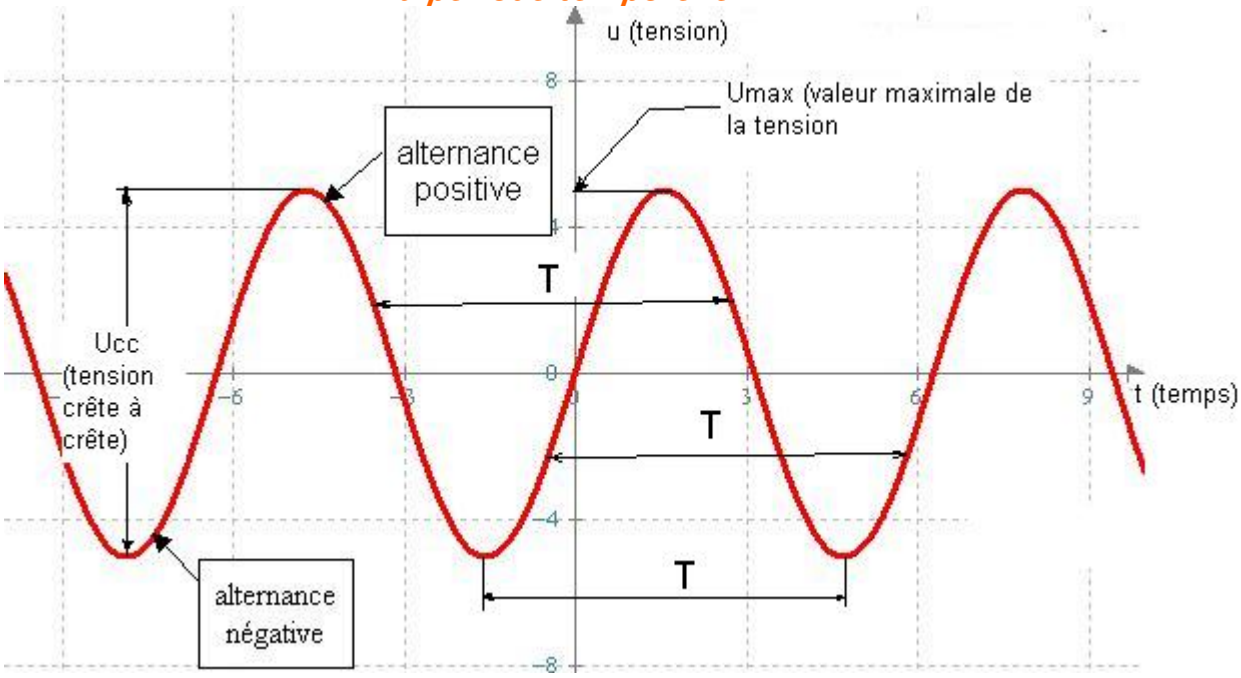



### 1.3.2 Périodicité temporelle

La période « T » d'un phénomène périodique est la durée au bout de laquelle le phénomène se répète identique à lui-même. Le phénomène répété est appelé motif élémentaire.
Elle se mesure en secondes.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

*La période temporelle*




### 1.3.3 Rapport entre périodicité spatiale et périodicité temporelle

La longueur d'onde est l'équivalent spatial de la période temporelle. En effet, la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde au cours d'une période.

## 1.4 Fréquence

La fréquence est le nombre de période par unité de temps. Elle est l'inverse de la période et se mesure en Hertz (Hz)

$$f = \frac{1}{T}$$

## 1.5 Célérité d'une onde

La célérité ou vitesse de phase est la vitesse de propagation d'une perturbation dans un milieu, sans déplacement de matière. Elle est propre à l'onde, ne dépend pas de son amplitude, mais des grandeurs physiques du milieu de propagation. On la nomme « c » et se mesure en mètres par secondes.

Pour une onde matérielle, plus le milieu est rigide, plus la célérité est grande. Sur une corde, la célérité d'une onde est d'autant plus grande que la corde est tendue. La célérité du son est plus grande dans un solide que dans l'air. Par ailleurs, moins la rigidité du milieu est grande, plus la célérité diminue. Sur une corde, la célérité est d'autant plus grande que la masse linéique (masse par unité de longueur) est faible.

La célérité du son dans l'air pour une température de 20°C est de 344m.s$^{-1}$

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

*Quelques valeurs de célérité pour différents matériaux*

| Matériau | Célérité du son ($m.s^{-1}$) | Matériau | Célérité du son ($m.s^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| Air | 344 | P.V.C. (mou) | 80 |
| Eau | 1480 | P.V.C. (dur) | 1700 |
| Glace | 3200 | Béton | 3100 |
| Verre | 5300 | Hêtre | 3300 |
| Acier | 5200 | Granit | 6200 |
| Plomb | 1200 | **Péridotite** | **7700** |
| Titane | 4950 | **Sable Sec** | **10** à 300 |

Relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence : d'un point de vue mathématique, la longueur d'onde se définie comme étant le rapport de la célérité de l'onde sur sa fréquence.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

## 1.6 Spectre audible par l'oreille humaine

L'oreille humaine entend les sons sur une plage de fréquence allant de 20Hz à 20kHz. Au dessous de cette limite se trouvent les infrasons. Au dessus se trouvent les ultrasons.
Le spectre audible par l'oreille décroît petit à petit en fonction de l'âge du sujet.

### 1.6.1 Les infrasons

Les infrasons sont des sons d'une fréquence inférieure à 20Hz. Ils ne sont pas entendus par l'oreille humaine mais ressentis par le corps, plus précisément la cage thoracique. Ils occupent la fraction du spectre qui véhicule la majeure partie de l'énergie. Ils sont très peu absorbés, de l'ordre de $10^{-5}$ dB/km à 10 Hz au lieu de 10 dB/km à 10 kHz. Avant de s'affaiblir de 5 %, les infrasons d'une explosion nucléaire (fréquence : 0,001 Hz) doivent faire une fois le tour de la terre. Ils se détectent à très grande distance.

Les éléphants utilisent cette caractéristique des infrasons pour communiquer. Grâce à la portée de ces derniers, plusieurs troupeaux peuvent communiquer sur plusieurs kilomètres. D'autres animaux comme la baleine, les alligators ou les girafes utiliseraient ces infrasons pour communiquer.

Pour la santé, les infrasons sont nocifs, même à faible puissance, ils peuvent être à l'origine de troubles visuels, psychiques, avec vertiges, vomissements et maux de tête. Les infrasons semblent agir également sur le système nerveux et le cerveau en altérant le cheminement des influx.

### 1.6.2 Les ultrasons

Ce sont des sons d'une fréquence supérieure à 20kHz, à l'instar des infrasons, ils ne sont pas perçus par l'oreille humaine. Plus connus que les infrasons, ils ont des utilisations dans divers domaines :

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

⇒ Dans le domaine médical : pour un examen appelé : échographie

⇒ En laboratoire : Pour la désinfection du matériel

⇒ En télémétrie : Pour la mesure de distances

⇒ En télédétection : Pour la navigation : le SONAR (SOund NAvigation and Ranging)…

Certains animaux comme le chien les entendent, d'autres s'en servent pour percevoir leur environnement. C'est le cas du dauphin ou de la chauve-souris, ceux-ci émettent des ultrasons qui se répercutent sur un objet et leur revient. Ainsi peuvent ils détecter des obstacles, se déplacer dans la nuit pour la chauve-souris. Ce procédé est appelé écholocalisation ou écholocation.

## 2.1 Ecouter et produire des sons

### 2.1.1 La propagation des ondes sonores

Dans un milieu compressible, le plus souvent dans l'air, le son se propage sous forme d'une variation de pression créée par la source sonore. Un haut-parleur, par exemple, utilise ce mécanisme. Seule la compression se déplace et non les molécules d'air, si ce n'est de quelques micromètres. Lorsque l'on observe des ronds dans l'eau, les vagues se déplacent mais l'eau reste au même endroit, elle ne fait que se déplacer verticalement et non suivre les vagues (un bouchon placé sur l'eau reste à la même position sans se déplacer). Le son se propage également dans les solides sous forme de vibrations des atomes appelées phonons. Là encore, seule la vibration se propage, et non les atomes qui ne font que vibrer très faiblement autour de leur position d'équilibre.

La célérité du son dans un gaz diminue lorsque la densité de celui-ci augmente (effet d'inertie) et lorsque sa compressibilité (son aptitude à changer de volume sous l'effet de la pression) augmente.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\rho\chi}}$$

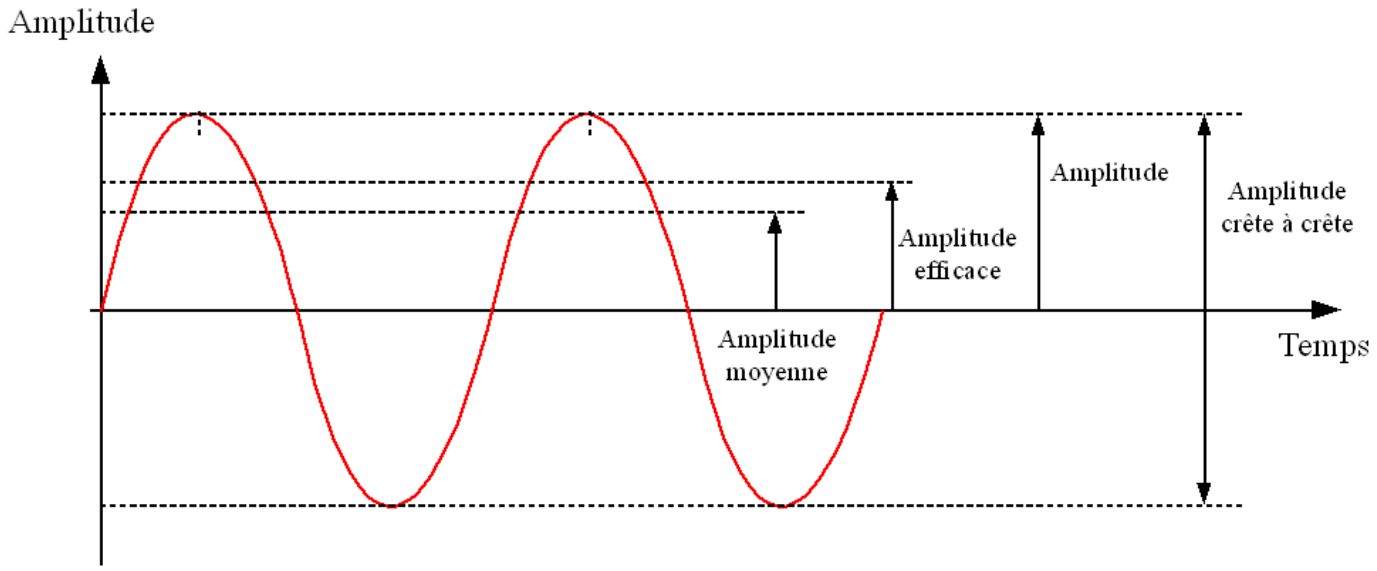
$\rho$ est la masse volumique du gaz et $\chi$ sa compressibilité.

Les ondes sonores sont mécaniques, elles ne se propagent pas dans le vide. La célérité d'une onde dépend de la température

## 2.2. Amplitude

L'amplitude est la mesure scalaire (une coordonnée) d'un nombre positif caractérisant l'ampleur de l'oscillation d'une onde par rapport à sa valeur moyenne.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr




Amplitude moyenne : Valeur arithmétique moyenne.
Amplitude efficace : Amplitude continue équivalente en puissance, appelé aussi valeur efficace, dans le cas d'un courant ou d'une tension.
Amplitude : Amplitude maximale positive.
Amplitude crête à crête : amplitude maximale positive et négative.

L'amplitude d'un son est liée à son intensité sonore.

## 2.3. Intensité sonore

L'intensité d'un son (appelée aussi la force) est la caractéristique permettant de distinguer un son fort d'un son faible. Les musiciens parlent de nuances pour exprimer la dynamique créée par les différents niveaux d'intensité. Il s'agit en termes scientifiques, de l'amplitude de la vibration, qui se mesure en décibels acoustique.

L'amplitude n'est pas la seule valeur qui définit l'intensité. Celle-ci s'évalue également par une unité sans dimension, appelée phone. Cette unité caractérise les niveaux de perception équivalente de l'intensité, ce que l'on dénomme l'isosonie d'un son ou d'un bruit. Cette autre échelle de mesure, subjective, la sonie, est une dimension propre à la perception et à la psychoacoustique.

La sensation d'intensité sonore perçue par l'oreille dépend de la fréquence du son. Elle est faible vers 20 Hz et maximale vers 3 000 Hz puis diminue à nouveau ensuite.

Mathématiquement, l'intensité sonore se définit comme étant la puissance de la vibration sonore reçue par unité de surface.

$$I = \frac{P}{S}$$

Avec I l'intensité sonore en Watts par mètres carré ($W.m^{-2}$), P en Watts (W), et S en mètres carré ($m^2$)

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

## 2.4 Mode fondamental et harmoniques

Le fondamental et les harmoniques sont les composantes d'un son. Par décomposition des signaux sonores par la méthode de Fourier, on obtient une suite de fonctions sinusoïdales.

***Illustration de la méthode de Fourier pour décomposer une fonction sinusoïdale.***

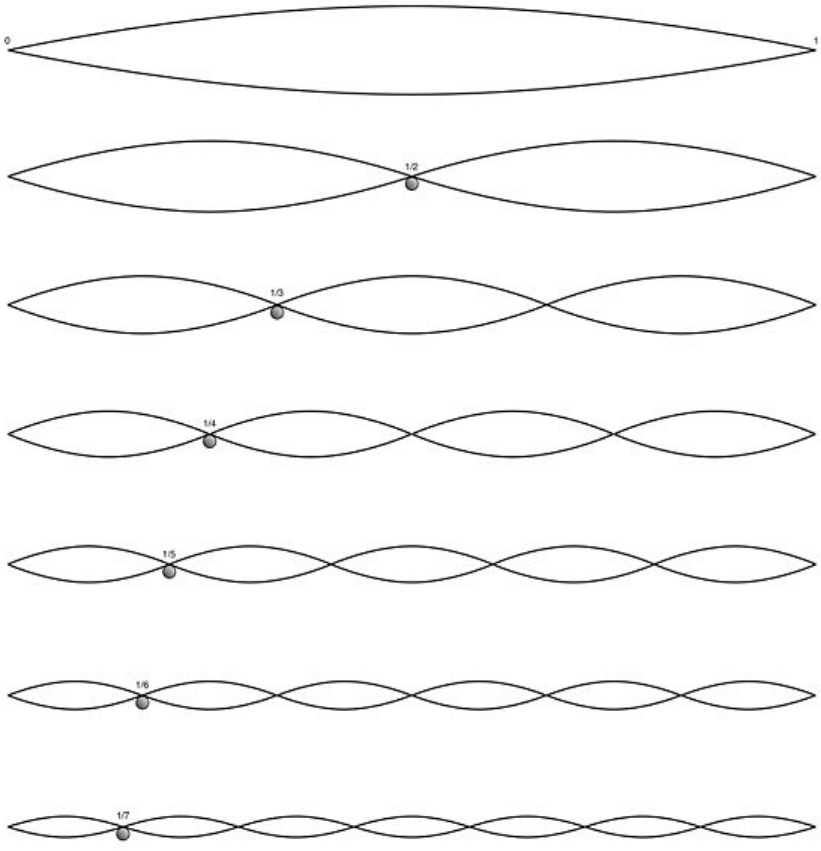


10 harmoniques 5 harmoniques 2 harmoniques

La fréquence fondamentale est la dernière de ces décompositions, la plus simple des formes de la fonction. Elle détermine la hauteur du son : pour un son de basse fréquence, on obtient un son grave.

Les harmoniques sont les décompositions successives de la fonction. Ils sont les multiples entiers du fondamental.
Pour simplifier l'explication, il faut décomposer la fonction de manière inverse, donc en partant du fondamental et en y ajoutant les harmoniques successifs.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr



Fondamental

1er harmonique

2ème harmonique

3ème harmonique

4ème harmonique

5ème harmonique

6ème harmonique

Exemple : Un son dont le fondamental (harmonique de rang 1) est 440Hz (Cette note est le La3)

Le premier harmonique, (de rang 2) est 440x2= 880Hz
Le deuxième harmonique, (de rang 3) est 440x3= 1380Hz
Le troisième harmonique, (de rang 4) est 440x4= 1760Hz

## 2.5 La hauteur d'un son

En acoustique musicale, la hauteur d'un son correspond à sa fréquence. C'est la fréquence du fondamental. Le son donné par cette fréquence est appelé note. Plusieurs instruments jouant la même note sont à l'unisson.

***Un extrait de la gamme tempérée***

| Note | Fréquence (Hertz) |
|---|---|
| Do 3 | 261,63 |
| Do # 3 | 277,18 |
| Ré 3 | 293,66 |
| Ré # 3 | 311,13 |
| Mi 3 | 329,63 |
| Fa 3 | 349,23 |
| Fa # 3 | 369,99 |
| Sol 3 | 392,00 |
| Sol # 3 | 415,30 |
| La 3 | 440,00 |
| La # 3 | 466,16 |
| Si 3 | 493,88 |
| Do 4 | 523,25 |

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

On remarque que la fréquence du Do 3 est égale à la moitié de celle du Do 4. Le Do 4 est donc un harmonique du Do 3. En musique, cet intervalle s'appelle une octave.

## 2.6 Timbre

Le timbre est le nombre d'harmoniques présents dans un son. C'est grâce au timbre que l'on peut distinguer le son de deux instruments de musiques différents.
Exemple : Un violon et une guitare jouant tous les deux la même note, le fondamental est le même pour les deux instruments. Mais le nombre d'harmoniques est différent et spécifie les deux instruments.

## 2.7 La mesure des sons

La mesure des sons se fait de façon relative, sur une échelle logarithmique. On utilise une unité hors du système international appelé le Bel, du nom du fondateur du laboratoire ayant inventé cette mesure : Alexander Graham Bell.
A l'origine, le bel a été crée pour mesurer les pertes de signal audio sur une distance de 1 mile (1,6km). Le bel est utilisé dans les domaines des télécommunications, de la physique, de l'acoustique, de l'électronique.

Dans le domaine de l'acoustique, on utilise un sous multiple du bel, le décibel (1bel = 10 décibel). Deux types de décibel sont utilisés :

⇒ Le décibel SL (Sound Level) qui est un rapport d'intensité sonore.

⇒ Le décibel SPL (Sound Pressure Level) qui est un rapport de pression.

Le $dB_{SL}$ : C'est la rapport entre intensité sonore d'un son et le seuil d'audibilité.

$$I_1 = \frac{I}{Io}$$

$I_1$ est la valeur du rapport, I l'intensité sonore à mesurer, et $I_0$ la valeur du seuil d'audition soit $10^{-12} W.m^{-2}$

Puis pour passer cette mesure en bel, on lui applique une fonction logarithme.
Soit :

$$\log_{10}(I_1) = \log_{10}(I/I_0)$$

Pour avoir une mesure en décibel, il y a un facteur 10.
Soit :

$$10\log_{10}(\frac{I}{I_0})$$

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

Exemple : Pour un son de puissance sonore de 1W.m$^2$

$$10\log_{10}\frac{1}{10^{-12}} = 10\log_{10}(10^{12}) = 10x12 = 120\ dB_{SL}$$

0dB est le seuil d'audition, 120dB est le seuil de douleur.

Le $dB_{SPL}$ :

$$10\log_{10}\frac{I}{I_0} = 10\log\left(\frac{\left(\frac{P}{S}\right)}{\left(\frac{P}{S}\right)ref}\right)$$

Or :

$$\frac{P}{S} = \frac{1}{\rho.c}p^2$$

- ρ : Masse volumique du milieu (kg.m$^{-3}$)
- c : Célérité su son (m.s$^{-1}$)
- p : Pression (Pa)

Donc :

$$10\log_{10}\frac{p^2}{p_0^2} = 20\log_{10}\frac{p}{p_0}$$

$P_0$= 2.10$^{-5}$Pa

**$1dB_{SL} \approx 1dB_{SPL}$**

***Quelques exemples de sons sur l'échelle du bruit :***

⇒ 0 dB : seuil d'audibilité
⇒ De 0 à 10 dB : désert
⇒ De 10 à 20 dB : cabine de prise de son
⇒ De 20 à 30 dB : conversation à voix basses, chuchotement
⇒ De 30 à 40 dB : forêt
⇒ De 40 à 50 dB : bibliothèque, lave-vaisselle
⇒ De 50 à 60 dB : lave-linge
⇒ De 60 à 70 dB : sèche-linge, sonnerie de téléphone, téléviseur, conversation courante
⇒ De 70 à 80 dB : aspirateur, restaurant bruyant
⇒ De 80 à 90 dB : tondeuse à gazon, klaxon de voiture
⇒ De 90 à 100 dB : route à circulation dense, tronçonneuse, atelier de forgeage

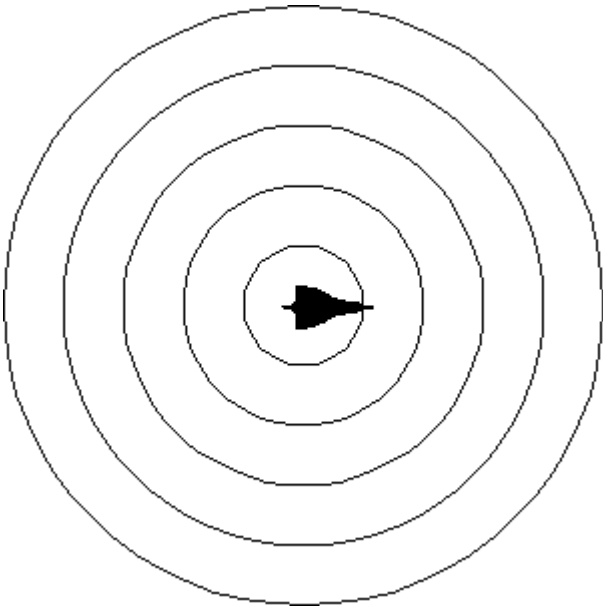
Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

⇒ De 100 à 110 dB : marteau-piqueur à moins de 5 mètres dans une rue, discothèque
⇒ De 110 à 120 dB : tonnerre, atelier de chaudronnerie
⇒ 120 dB : seuil de la douleur
⇒ De 120 à 130 dB : sirène d'un véhicule de pompier, avion au décollage (à 300 mètres), concert de rock ou techno
⇒ 180 dB : décollage de la fusée Ariane, lancement d'une roquette.

## 2.8 Quelques phénomènes sonores

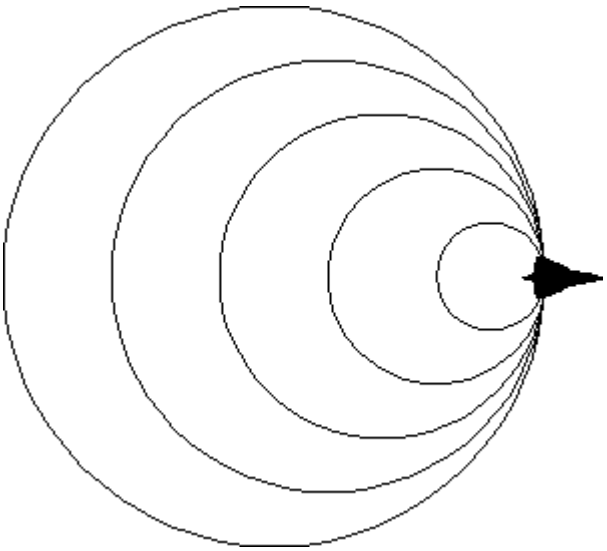
### 2.8.1 Le passage du mur du son :

Quand un mobile atteint la vitesse du son dans un fluide (comme un avion dans l'air par exemple), il se produit un phénomène de concentration de l'onde de surpression qui provoque une onde de choc (qui peut être entendue dans l'air). Ainsi, quand, à proximité, un avion s'est déplacé à une vitesse supérieure (ou égale) à celle du son dans l'air, on entend une sorte d'explosion ou bang supersonique, parfois un double bang. Ce phénomène accompagne l'objet tant qu'il dépasse la vitesse du son ; c'est pourquoi le bang que l'on entend ne correspond pas au franchissement du mur du son, contrairement à ce que l'on croit souvent.

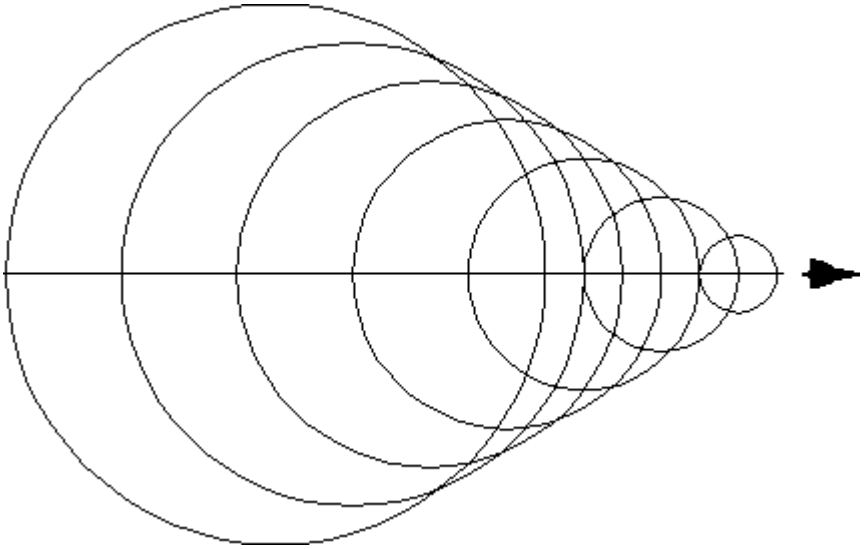


L'avion est ici immobile sur la piste. Nous le regardons du dessus. Les ondes sonores s'éloignent de lui à vitesse constante, de façon concentrique. L'onde sonore étant une onde de pression, les cercles sombres représentent ici les zones de haute pression.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr



L'avion vole maintenant exactement à la vitesse du son. Il se déplace donc en "surfant" sur les ondes qu'il a émises précédemment, il va aussi vite qu'elles. Les zones de haute pression sont très serrées sur la droite, c'est là que la pression est la plus forte, une grosse onde sonore progresse en même temps que l'avion. On entend une forte détonation quand l'avion passe près de nous, ou peu de temps après si l'on est plus loin de sa trajectoire. Après le "Bang", le bruit des réacteurs nous parvient normalement.



Cette fois-ci, l'avion va deux fois plus vite que le son. Il traîne derrière lui un cône de pression (appelé cône de Mach), d'autant plus étroit qu'il va vite (sin angle = célérité onde / vitesse avion...). Le mur du son est perforé.



Là où la pression est la plus forte, la vapeur d'eau présente dans l'air peut parfois condenser brutalement et donner alors ce curieux phénomène. Remarquez l'onde de choc juste derrière la verrière. Il y a en effet souvent une deuxième onde de compression sur l'avant de l'avion, nous percevons alors un double bang supersonique.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

### 2.8.2 Le tonnerre

C'est le bruit de la foudre, la décharge électrique dont l'éclair est la manifestation lumineuse. Lors d'un coup de foudre, l'air au niveau du passage du courant électrique est chauffé (30 000 °C) brutalement ; cette variation brutale de la température entraîne une dilatation de l'air et donc une brusque expansion de ce dernier. C'est ce phénomène qui génère le bruit important du tonnerre.

### 2.8.3 L'effet Doppler

C'est un décalage de la fréquence des vibrations ou des rayonnements électromagnétiques entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps.
L'effet Doppler se manifeste par exemple pour les ondes sonores dans la perception de la hauteur du son au passage d'un moteur de voiture, ou de la sirène d'un véhicule d'urgence. Lorsque la voiture se rapproche d'une personne immobile, le son devient plus aigu, et lorsqu'il s'éloigne le son devient plus grave.

Au terme de ce chapitre, apparaissent nettement les caractéristiques multiples d'une onde sonore. Dans la partie suivante, sera mis en évidence la complexité du traitement de cette onde par l'organe sensoriel auditif pour la transformer en un message audible et compréhensible pour l'être humain.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# II/ LE SYSTEME AUDITF

Le système auditif est le système sensoriel pour le sens de l'ouïe, il permet l'audition. Deux parties le compose :

⇒ L'oreille

⇒ Les voies nerveuses auditives

Deux étapes sont nécessaires à l'analyse d'un son :

⇒ La captation est la première.

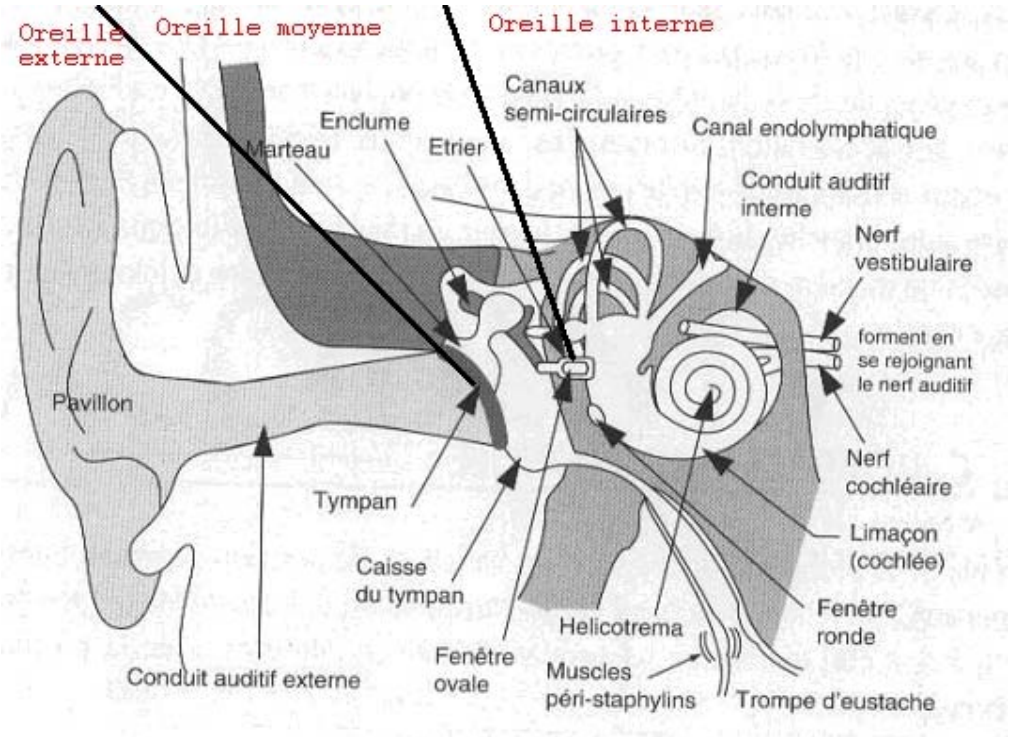
⇒ La seconde est la transformation de la vibration perçue en un signal électrique appelé potentiel d'action, et son acheminement jusqu'au cerveau.

On peut faire une analogie du système auditif avec un microphone, l'oreille serait la membrane qui capte les sons. Le câble du microphone serait les voies nerveuses auditives.

## 1.1 L'oreille

C'est un organe qui permet la captation des sons, mais qui joue également un rôle essentiel dans le sens de l'équilibre.
Dans le langage courant, on assimile souvent par métonymie, l'oreille à la partie extérieure, en réalité l'oreille se compose de trois parties.

***Anatomie de l'oreille***

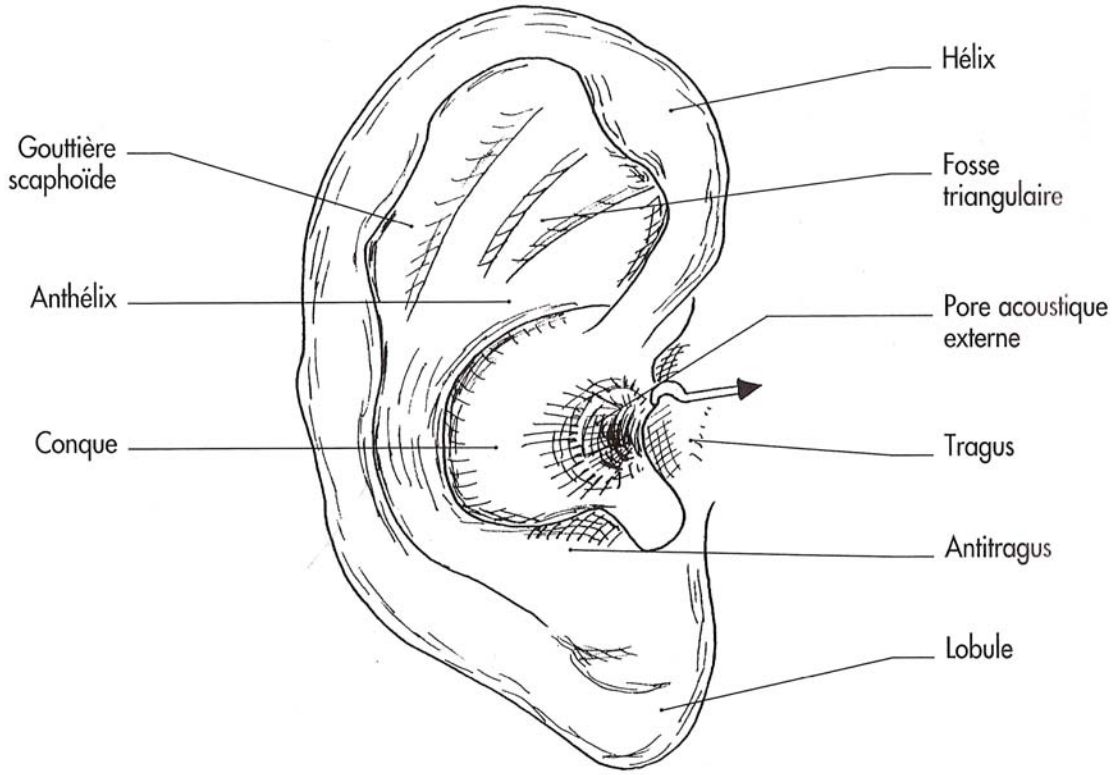



Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

### 1.1.1 L'oreille externe

L'oreille externe, est le point de départ du mécanisme physiologique de l'audition, elle comporte l'auricule et le méat acoustique externe.
L'auricule appelée aussi pavillon auriculaire, voit sa forme varier selon les individus. On distingue divers reliefs qui permettent une amplification des sons sur une bande de fréquence.
Certains mammifères peuvent bouger le pavillon pour diriger leur ouïe, les êtres humains eux n'ont pas cette capacité.

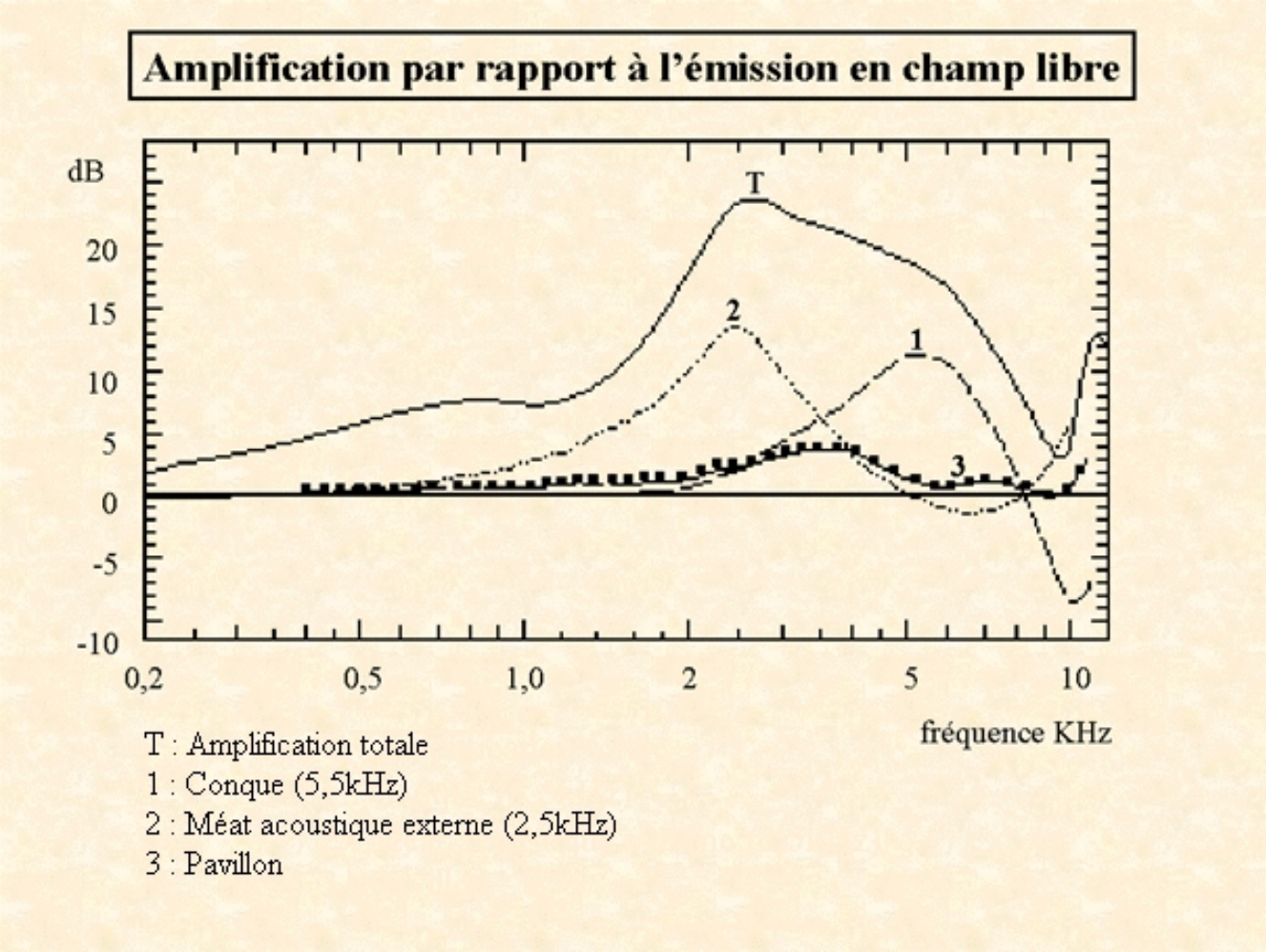
***La configuration de l'auricule***




Le méat acoustique externe, appelé également conduit auditif externe, est un canal creusé dans l'os temporal qui fait suite à la conque de l'auricule est s'étend jusqu'à la membrane du tympan (située dans l'oreille moyenne).
Il est constitué de nombreuses cellules appelées glandes cérumineuses qui sécrètent le cérumen. Celui-ci sert à la lubrification et au nettoyage du conduit auditif.

Le méat acoustique externe est également un amplificateur pour les ondes sonores.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr



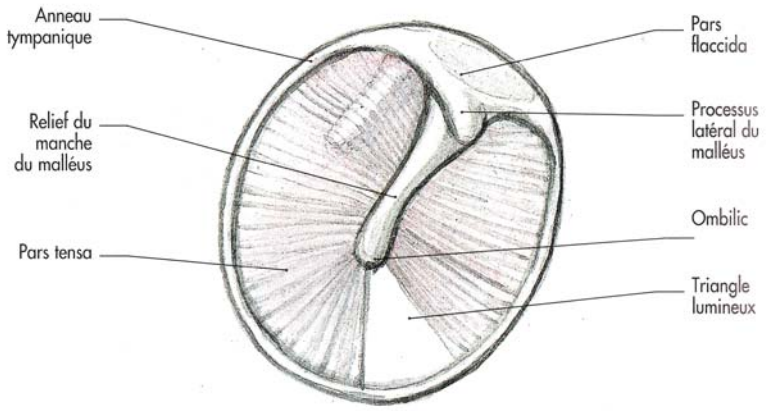

### 1.1.2 L'oreille moyenne

Elle est située dans une cavité osseuse du crâne et précède l'oreille interne. Elle comprend trois parties anatomiques essentielles dans l'audition : la caisse du tympan, les cavités mastoïdiennes (qui contiennent les osselets) et la trompe auditive (ou trompe d'Eustache).

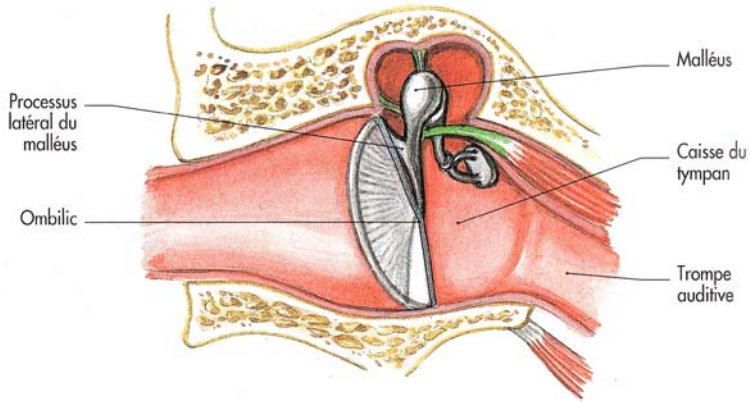
Le tympan est une membrane fibreuse séparant l'oreille externe et l'oreille moyenne. Il est chargé de récolter les vibrations dues aux sons arrivant par le conduit auditif externe, et de les transmettre à la chaîne ossiculaire.
Le tympan est constitué de 3 couches différentes qui lui offrent ses caractéristiques de plasticité et d'élasticité permettant aux sons de le faire entrer en vibration.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

## *Vue latérale, coupe frontale du tympan*

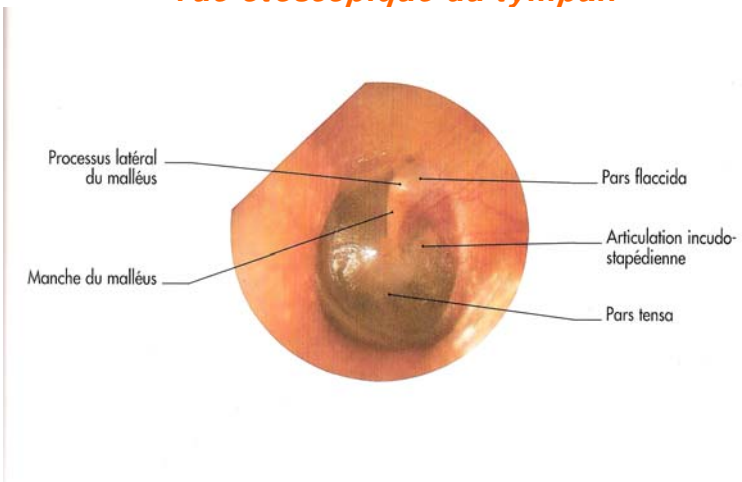



A. Vue latérale.




B. Coupe frontale.

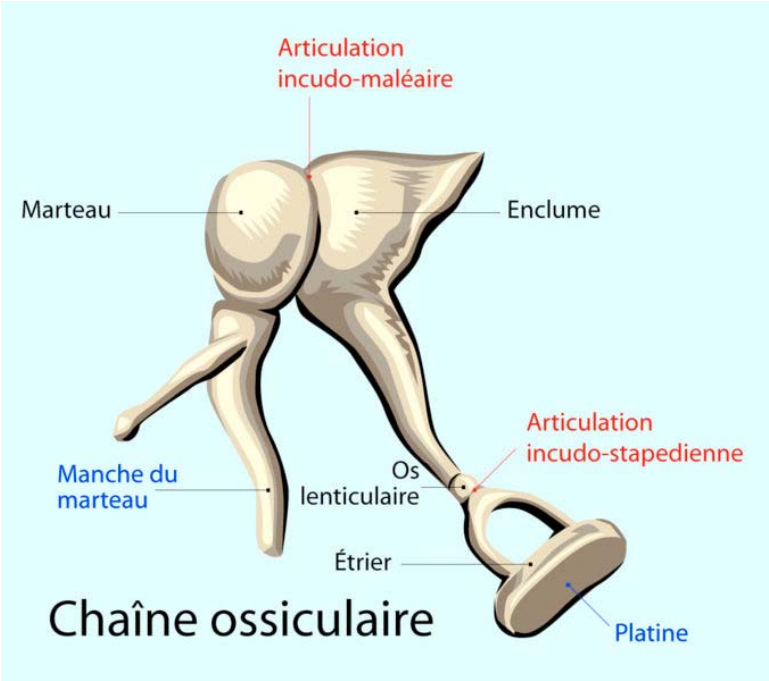
## *Vue otoscopique du tympan*




La chaîne d'ossiculaire contient trois osselets appelés respectivement le malléus (marteau), l'incus (enclume), et le stapes (étrier) en raison de leur forme caractéristique.
Le manche du marteau est relié sur toute sa longueur à la membrane tympanique.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

## *La chaîne ossiculaire*




La trompe auditive est un conduit osseux et fibro-cartilagineux reliant la paroi antérieure de l'oreille moyenne au rhinopharynx, c'est-à-dire l'arrière du nez. Elle mesure environ trois centimètres, et exerce plusieurs fonctions :

⇒ Une fonction mécanique, sa fermeture empêche l'introduction d'agents pathogènes, de sécrétions nasales dans l'oreille moyenne, mais également l'arrivée de sons vocaux directement dans cette cavité.

⇒ Une fonction de « nettoyage » : clairance muco-ciliaire, chargée d'évacuer les corps gênants de l'oreille moyenne.

⇒ Une fonction d'équilibre de pression : la pression est égalisée des deux côtés du tympan pour éviter sa rupture en cas de grande différence de pression entre le milieu extérieur et l'oreille moyenne.

Les cellules qui tapissent la caisse du tympan tendent à résorber l'air en permanence et à faire ainsi chuter la pression. Mais, à chaque mouvement de déglutition du pharynx, la trompe d'Eustache s'ouvre et l'air extérieur pénètre dans la caisse du tympan. Celui-ci, soumis à la même pression (égale à la pression atmosphérique) sur ses deux faces, peut alors continuer à vibrer parfaitement.

L'obstruction ou le blocage de la trompe d'Eustache va entraîner par résorption de l'air une baisse de pression dans l'oreille moyenne, avec rétraction du tympan. Chez l'adulte, ceci se traduit par une sensation de tension, d'oreille pleine, d'inconfort, de baisse auditive et de bourdonnement.

Les sons sont le résultat de vibrations de l'air dans le conduit auditif qui ont pour effet de faire vibrer le tympan et donc le marteau. Puis ce dernier transmet son énergie à l'enclume qui, en

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

second lieu réalise une démultiplication des mouvements qui seront appliqués à l'étrier, par l'intermédiaire de l'os lenticulaire. La base de l'étrier ou platine est reliée via la fenêtre ovale (ou fenêtre vestibulaire) à l'oreille interne.

L'oreille moyenne a la capacité de limiter au besoin (par le biais du réflexe stapédien) l'intensité des signaux sonores y transitant, grâce à des muscles bridant les déplacements du marteau ainsi que ceux de l'étrier ; l'atténuation reste relativement faible (environ 10dB, variable selon les fréquences) et intervient en quelques dizaines de millisecondes.

### 1.1.3 L'oreille interne

Le labyrinthe osseux désigne la cavité située dans le rocher de l'os temporal (région de la tempe). Le labyrinthe membraneux est l'ensemble des parois qui tapissent le labyrinthe osseux. Les cavités du labyrinthe membraneux sont remplies d'un liquide lymphatique appelé endolymphe, alors que les espaces compris entre le labyrinthe osseux et le labyrinthe membraneux sont remplis de périlymphe.

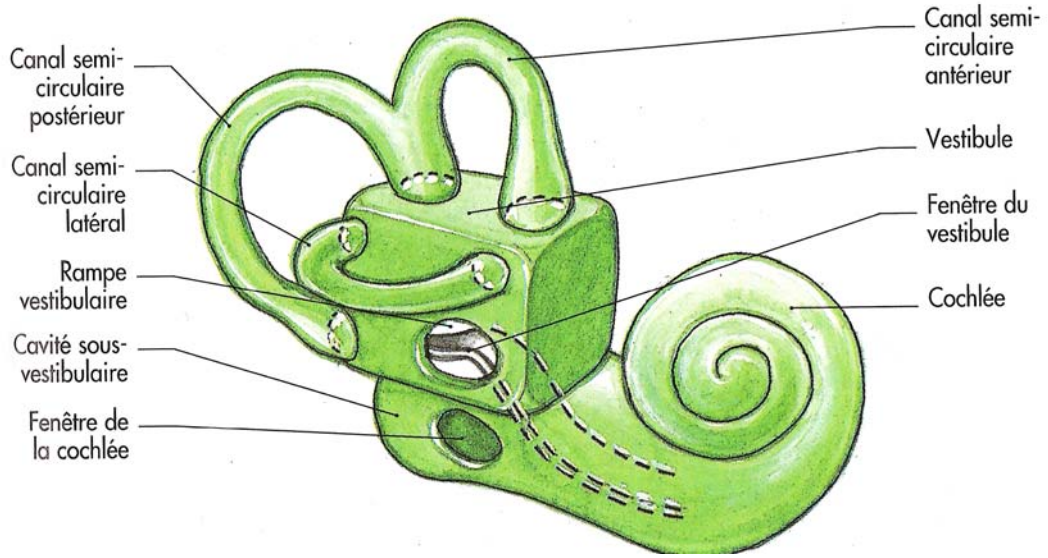
Au niveau de l'oreille moyenne, les vibrations qui entrent ont lieu dans l'air. Au niveau de l'oreille interne, les vibrations ont lieu dans la lymphe (liquide de l'organisme contenu dans les canaux du système lymphatique, jouant un rôle de complément de la circulation sanguine et nécessaire au fonctionnement du système immunitaire.)

Le labyrinthe se décompose de deux parties :

⇒ La partie postérieure appelée le vestibule.

⇒ La partie antérieure appelée la cochlée.

***Le labyrinthe osseux***




Le système vestibulaire est le système sensoriel principal de la perception du mouvement et de l'orientation par rapport à la verticale. Il est donc à la base du sens de l'équilibre et a priori n'intervient pas dans l'audition.

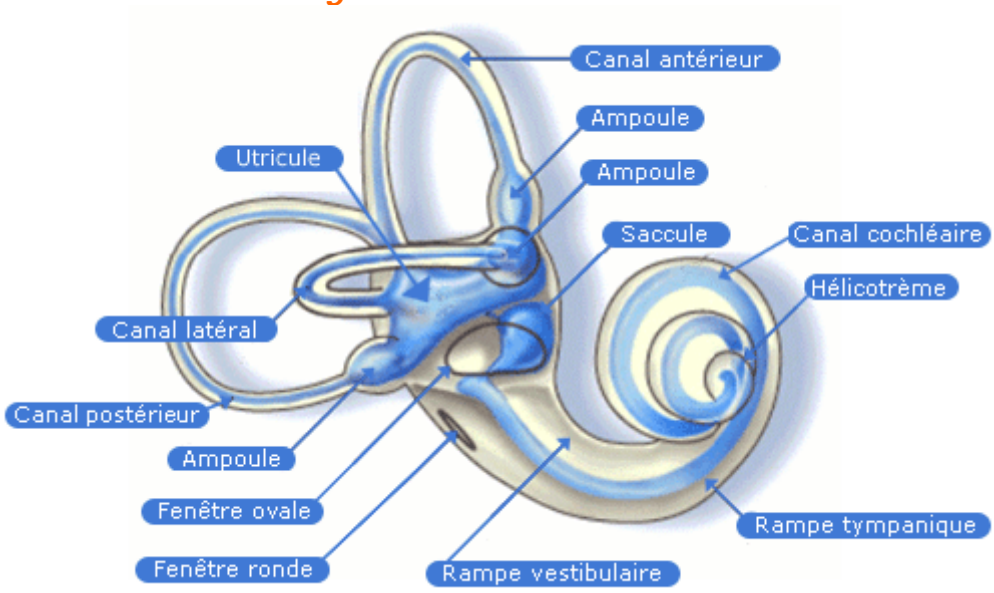
Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

Il se compose du labyrinthe postérieur (canaux semi-circulaires, utricule, et saccule), du nerf vestibulo-cochléaire et de ses noyaux encéphaliques.

La cochlée (ou limaçon) est l'organe de l'audition. Le limaçon est un long cône enroulé en spirale et divisé en trois parties dans l'axe de sa longueur : la rampe vestibulaire, la rampe tympanique, et le canal cochléaire.

Le nerf vestibulaire et le nerf cochléaire se rejoignent pour former le nerf vestibulo-cochléaire.

***Configuration de l'oreille interne***



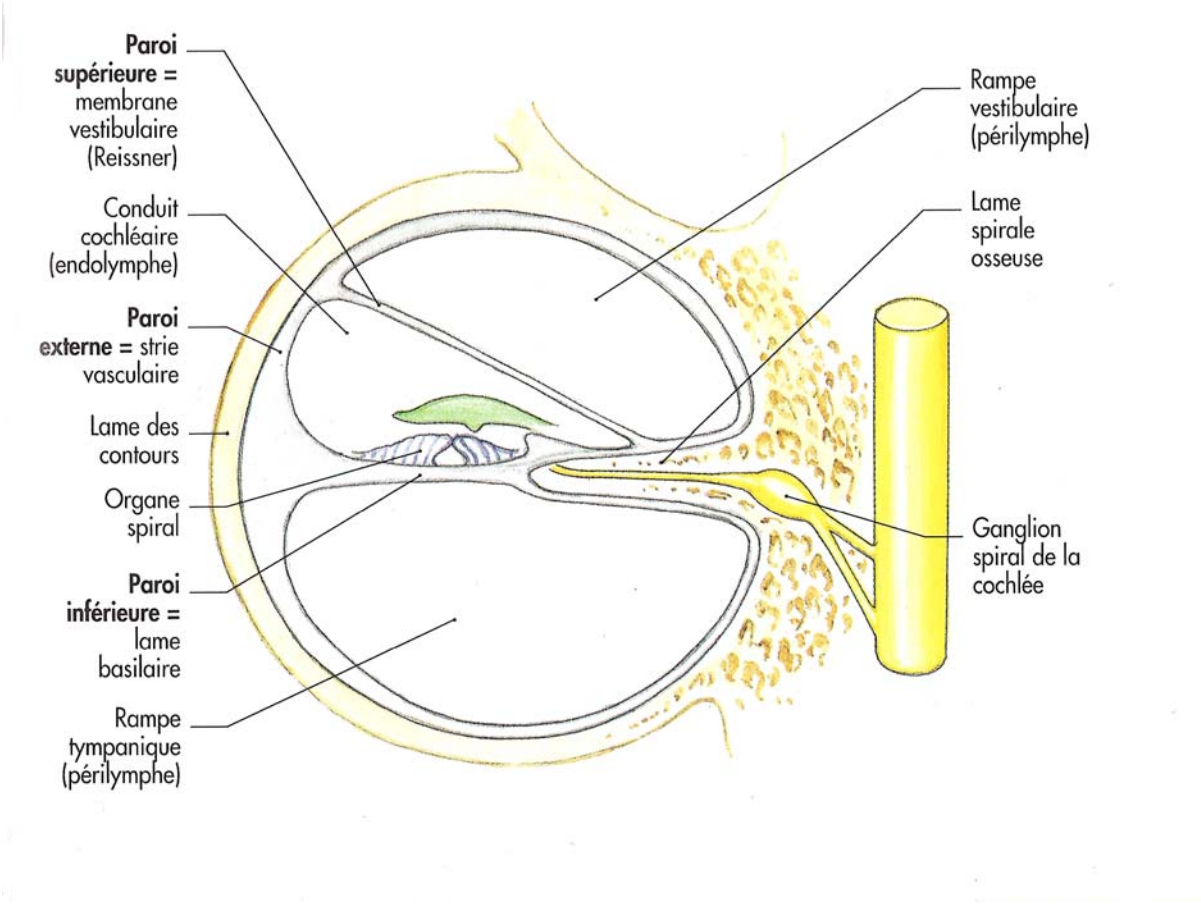

La rampe vestibulaire est séparée du canal cochléaire par la membrane de Reissner. On trouve à sa base la fenêtre ovale sur laquelle est appliquée la platine de l'étrier. C'est par cette mince paroi souple qu'entrent les vibrations de l'étrier dans la périlymphe, se propageant de la base (le vestibule) vers le sommet (apex).

La rampe tympanique est séparée du canal cochléaire par la membrane basilaire. Elle se termine par la fenêtre ronde. La rampe tympanique contient également de la périlymphe, et se trouve reliée à la rampe vestibulaire par l'helicotréma à l'apex de la cochlée. Les vibrations provenant de la rampe vestibulaire passent dans la rampe tympanique par l'hélicotréma puis se propagent jusqu'à la base de la cochlée, où elles stimulent la fenêtre ronde, qui subit des déformations opposées à celles imposées par l'étrier à la fenêtre ovale.

Le canal cochléaire est la rampe centrale de la cochlée, comprise entre les rampes tympanique et vestibulaire. Le canal cochléaire est rempli d'endolymphe, et séparé des rampes vestibulaire et tympanique respectivement par la membrane de Reissner et la membrane basilaire. Le canal cochléaire contient l'organe de Corti, l'élément sensoriel de l'audition, qui est stimulé mécaniquement par les vibrations se propageant à l'intérieur des rampes cochléaires. (Plus précisément ce sont les différences de pression entre les rampes vestibulaire et tympanique qui agissent sur l'organe de Corti.)

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

## *Coupe de la cochlée*




L'organe spiral (de Corti)

Il baigne dans l'endolymphe et s'entend sur toute la longueur du canal cochléaire. Il est composé de milliers de cellules sensorielles ciliées de deux types. Toutes deux reliée au nerf vestibulo-cochléaire.

⇒ Les cellules ciliées internes

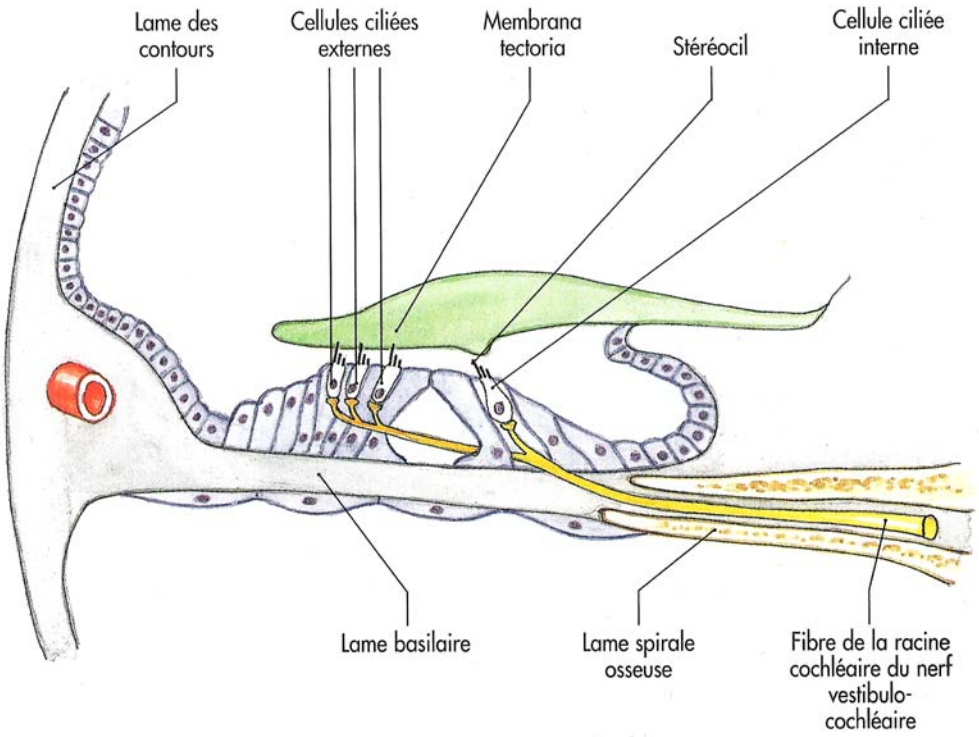
⇒ Les cellules ciliées externes

Les cellules ciliées internes (environ 3500 chez l'homme) forment une rangée unique. Les cellules ciliées externe (environ 12500 chez l'homme) sont environ trois fois plus nombreuses. Elles sont implantées sur trois rangées.
Chaque cellule ciliée supporte à son extrémité une centaine de stéréocils, rangés en taille décroissante. Les cellules internes sont implantées selon la forme d'un « V » et les cellules externes selon un « W ».

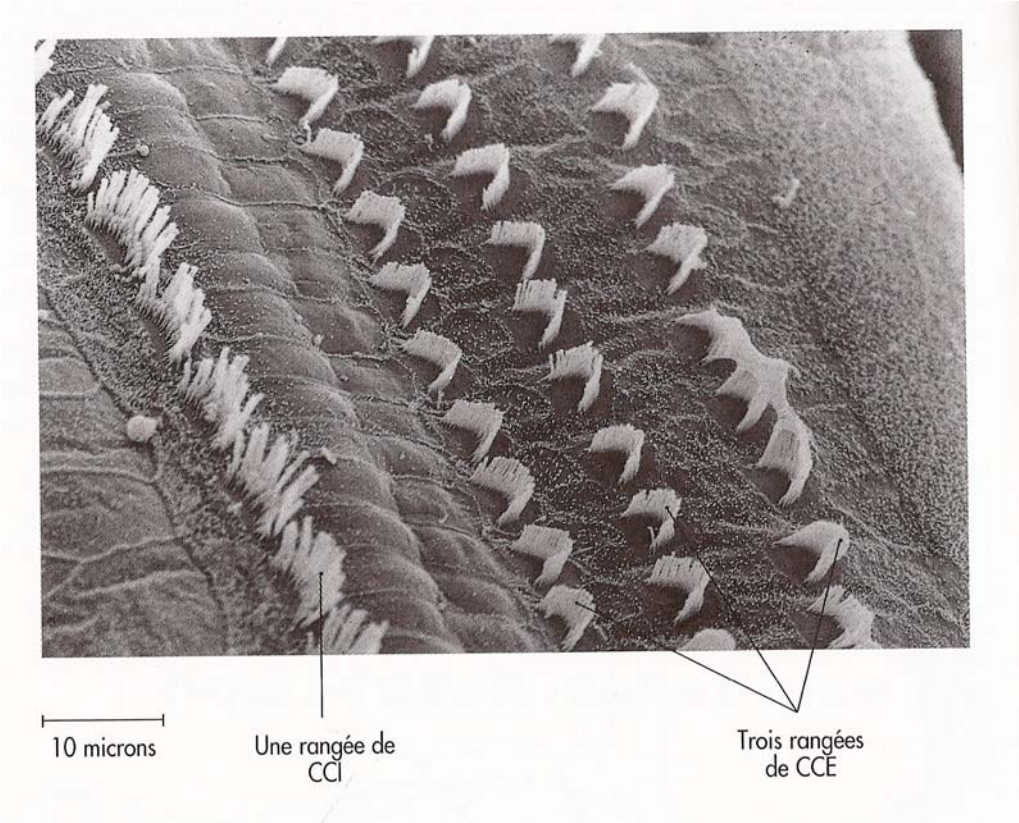
Les vibrations de l'endolymphe entraînent les vibrations des stéréocils et donc la perception des sons. En effet, les cellules internes sont transductrices. Elles transforment les vibrations (variation de pression) en messages nerveux (variations de potentiel) qui seront exploités par le cerveau.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

## L'organe de Corti



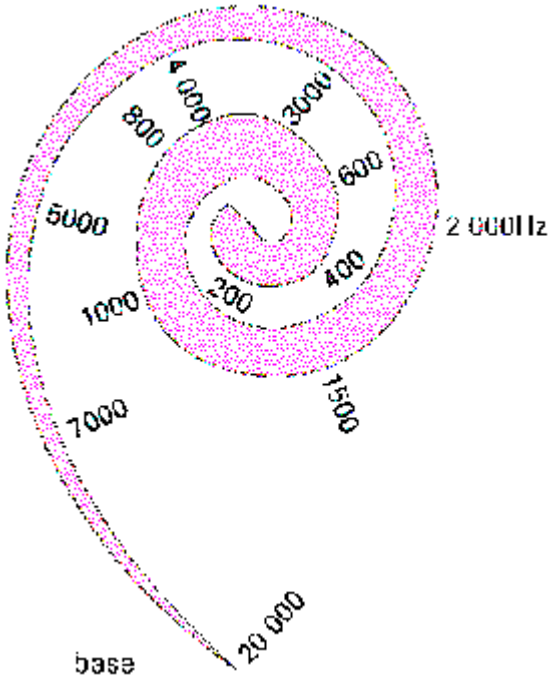

## Les stéréocils




Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

La cochlée est divisée en plusieurs zones qui correspondent à une bande de fréquence. En réponse à une fréquence donnée, les différentes portions de l'organe de Corti le long de la cochlée vibrent avec des amplitudes différentes. Les régions basales répondent aux fréquences élevées (dans les aigus), tandis que les régions proches de l'apex répondent aux basses fréquences (dans les graves). Il y a une gradation continue de la fréquence de réponse de la base vers l'apex; c'est ainsi la position d'une cellule ciliée le long de la cochlée qui détermine la fréquence à laquelle cette cellule montre une sensibilité maximale. On parle de l'« organisation tonotopique » de la cochlée.

***Localisation des récepteurs fréquentiels de la cochlée***




## 2.1 Cerveau et audition.

Le système nerveux central (ou névraxe) est la partie du système nerveux entourée par une membrane : les méninges et isolée biochimiquement du reste de l'organisme par la barrière hémato-encéphalique.

Chez l'humain, il est constitué :

⇒ De l'encéphale situé dans la boîte crânienne et constituée elle-même :

- → Du cerveau
- → Du tronc cérébral
- → Du cervelet

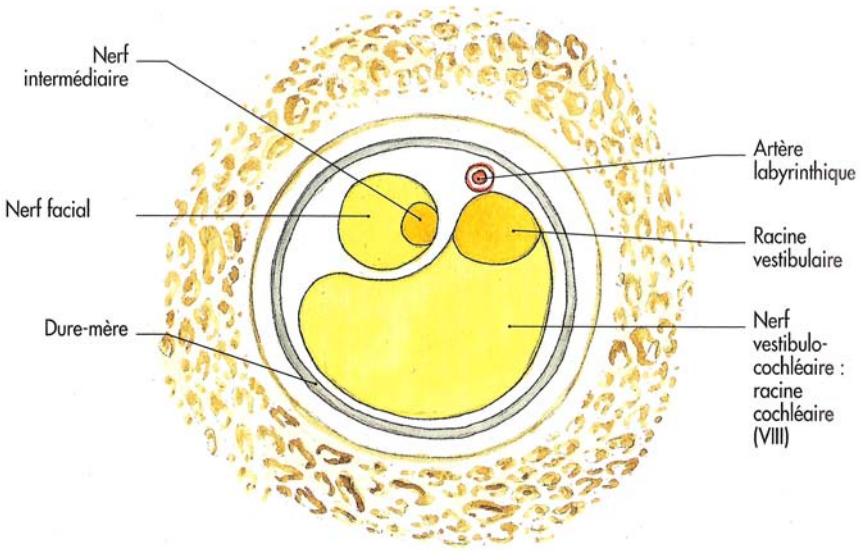
⇒ De la moelle épinière située dans la colonne vertébrale.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

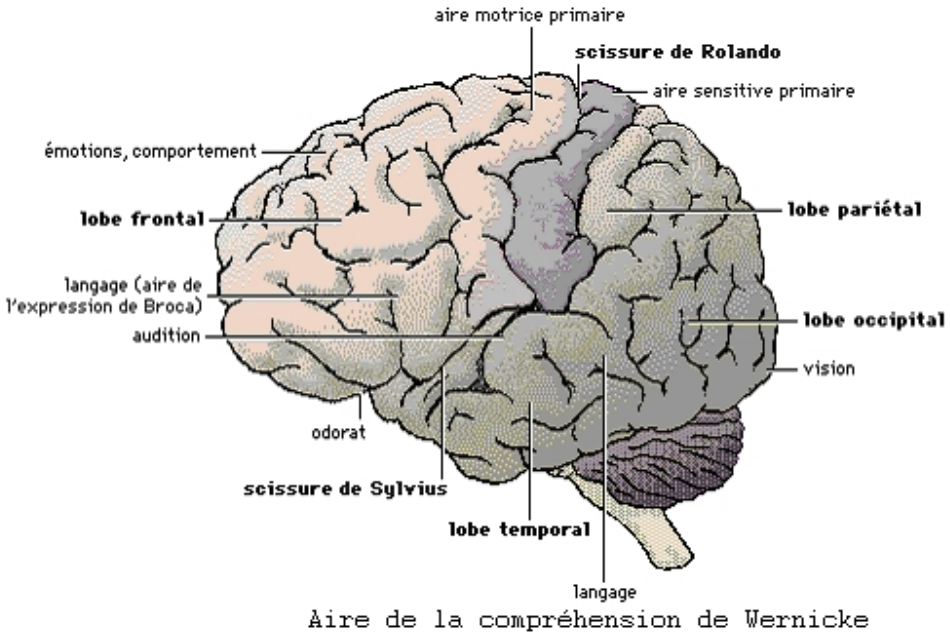
Il analyse, traite, véhicule et transmet l'ensemble des influx sensitifs et moteurs par les voies nerveuses via la moelle épinière.
Le névraxe orchestre donc l'ensemble des perceptions, et des réponses aux stimuli.

Dans le cas d'un stimulus auditif, la vibration est transformée en potentiel d'action (impulsions nerveuses) par les cellules ciliées internes et envoyées au cerveau par la racine cochléaire du nerf vestibulo-cochléaire. Cette racine chemine dans le méat acoustique interne où elle est en rapport avec la racine vestibulaire du nerf vestibulo-cochléaire.
L'intensité du son perçu est fonction de la vitesse de répétitions des impulsions, tandis que sa fréquence implique l'identification des fibres nerveuses qui transmettent les impulsions.

***Coupe du méat acoustique interne.***




***Le cerveau est divisé en plusieurs zones qui correspondent chacune certaines fonctions.***

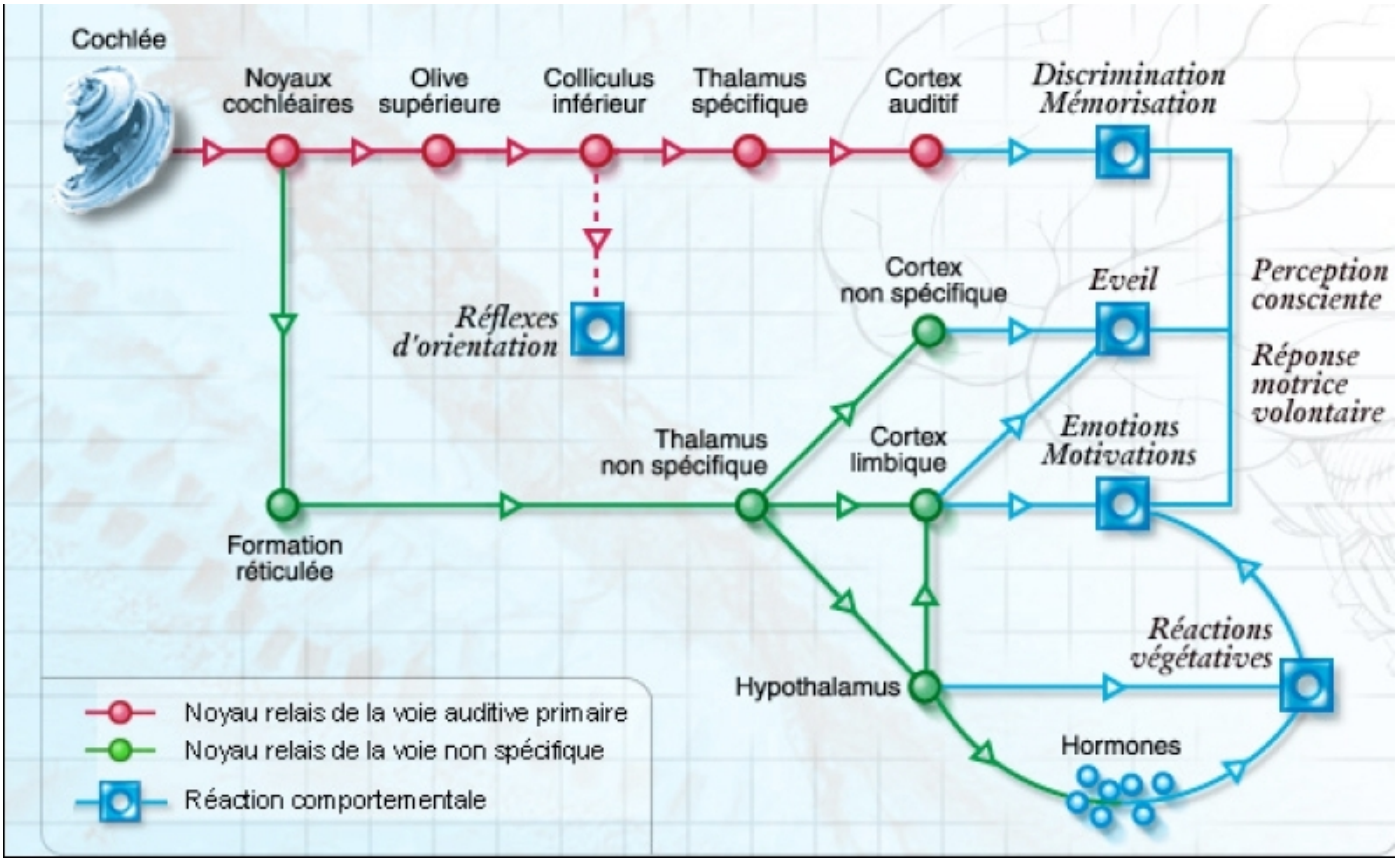


Aire de la compréhension de Wernicke

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

Le cortex auditif se situe dans le lobe temporal, enfoui dans la profondeur du sillon latéral (scissure de Sylvius).
Il comprend une aire auditive primaire qui identifie les fréquences, perçoit la sonorité (volume) et la qualité du son et une aire auditive secondaire qui reconstitue les sons et joue un rôle dans l'interprétation de ce qui est entendu.

### *Cheminement d'un influx nerveux auditif*




L'ensemble de cette étude a permis de mettre en évidence combien le système auditif est sophistiqué et performant. Et également, l'extrême complexité du traitement de l'information sonore.
Un dysfonctionnement, une malformation ou une atteinte partielle ou totale entraîne un trouble temporaire ou définitive qui peut affecter le comportement et la personnalité de l'individu.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# III/ DEVELOPPEMENT, DYSFONCTIONNEMENT ET TROUBLES DU SYSTEME AUDITIF

## 3.1 Développement du système auditif

Chez l'homme, l'embryon prend le nom de fœtus à la 8ème semaine de la grossesse, quand tous ses organes sont en place. Il mesure 3,5 centimètres de long et pèse en moyenne 13 grammes et est composé de millions de cellules, déjà programmées pour leurs tâches respectives (cellules des os, sang, muscles...). Le fœtus garde ce nom jusqu'à la naissance qui survient environ après 40 semaines de gestation.

Il apparaît que le fœtus est doué de capacités perceptives et sensorielles insoupçonnées, et qu'il a une mémoire qui fait de la naissance, non pas le début de la vie mais le tournant dans un trajet complexe.

A trois semaines, le cœur de l'embryon commence à battre, à 4 semaines, s'esquisse l'ébauche du cerveau et de la colonne vertébrale. Enfin à 8 semaines, tous les organes sont en place sauf le cerveau.

Chez tous les mammifères, la mise en place du système sensoriel s'effectue toujours dans le même ordre :

⇒ Toucher

⇒ Olfaction

⇒ Gustation

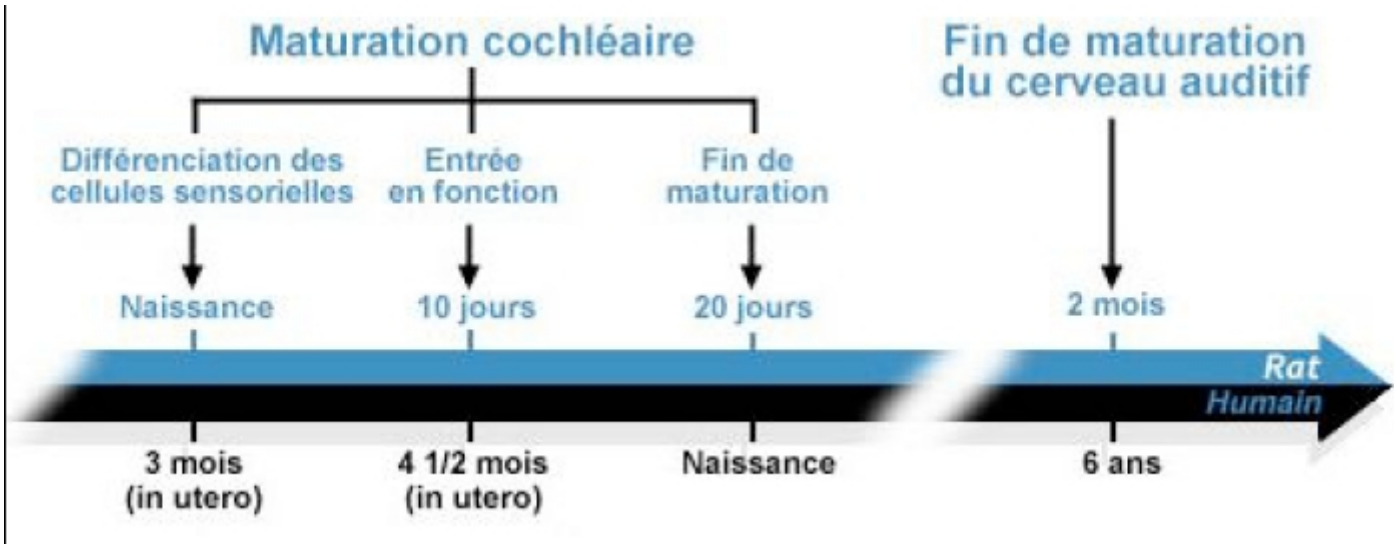
⇒ Audition

⇒ Vision

Autour de cinq à six semaines d'âge gestationnel, le système cochléaire et le vestibule se différencient. C'est autour de la septième semaine que les osselets commencent à croître. La cochlée humaine entre en fonction autour de la dix-huitième semaine (quatre mois et demi environ). Mais son développement s'achève à la naissance. Après le cinquième mois de la grossesse, la mise en place du système auditif est terminée. On peut alors parler de perception auditive fœtale.

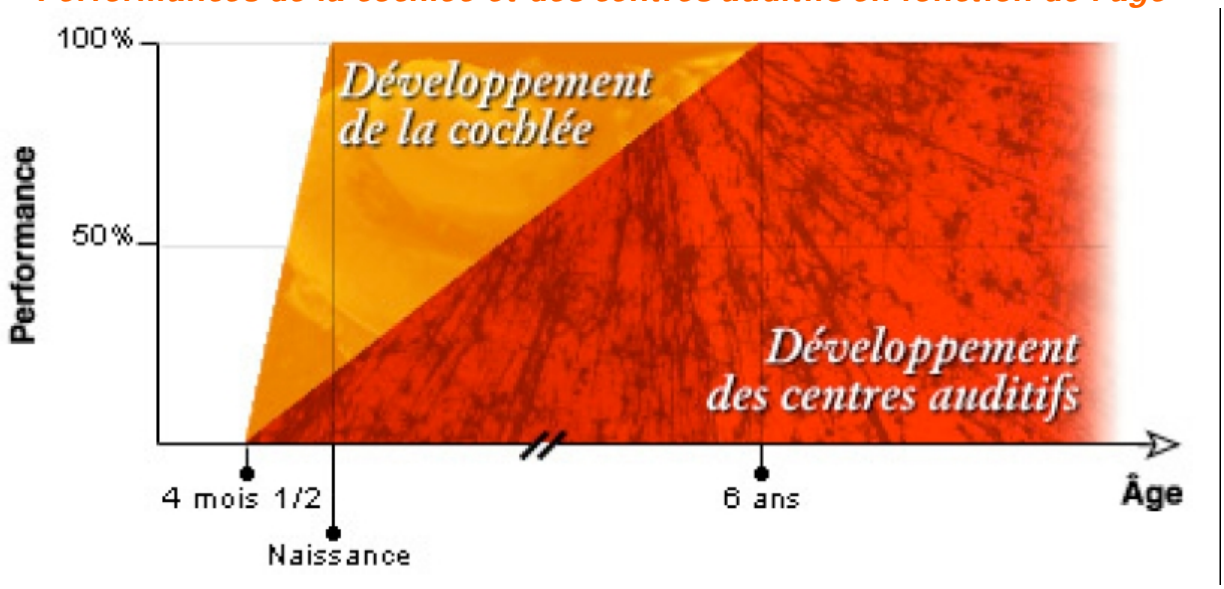
Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

*Développement de la cochlée et du cerveau auditif*




**Le cerveau auditif lui se développe après la naissance du nourrisson et se poursuit pendant six ans environ.**

*Performances de la cochlée et des centres auditifs en fonction de l'âge*




Pour se développer normalement, le nouveau né a besoin d'une cochlée parfaitement fonctionnelle. Toute anomalie de celle-ci survenant pendant les six premières années va se traduire par un développement partiel des neurones du cortex auditif, et générer des troubles de l'audition.

Le fœtus se met à réagir à des sons vers la 16° semaine, alors même que la construction anatomique de son oreille n'est pas terminée. L'échographie montre que des sons émis à proximité de l'abdomen de la mère entraînent des mouvements du fœtus et des modifications de son rythme cardiaque, qui représentent une réponse fœtale à un stimulus sonore.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

Celui ci perçoit de nombreux bruits : les bruits des organes maternels, la voix de la mère. Il la perçoit de façon privilégiée. Elle lui parvient de l'extérieur, mais aussi de l'intérieur du corps conduite par les tissus et les os (notamment la colonne vertébrale) jusqu'à l'utérus. C'est pourquoi dès la naissance, il reconnaît la voix de sa mère, ses intonations et son rythme. Il est capable de la discriminer entre plusieurs voix.
Il également de nombreux bruits de la vie quotidienne (musique, appareils domestiques...)

Toute malformation, pathologie, lésion, médicaments, sont susceptibles d'avoir des répercutions sur le développement du système et du cerveau auditif.
Quelques aspects vont être développés ici permettant d'avoir une vue synthétique des différents troubles ou pathologies perturbant la perception des sons.

## 3.2 Troubles et dysfonctionnements de l'appareil auditif

### 3.2.1 Surdité

L'hypoacousie état pathologique caractérisé par une perte partielle ou totale (on parle alors d'anacousie) du sens de l'ouïe. Dans son acception générale, la surdité renvoie le plus souvent à une abolition complète de l'audition. Elle se mesure par le biais d'un examen : L'audiogramme.
On distingue :

⇒ Les surdités de transmission sont une atteinte de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne, donc de l'appareil de transmission.

⇒ Les surdités de perception sont une atteinte de la cochlée, du nerf vestibulo-cochléaire, ou des voies auditives centrales, donc de l'appareil de perception.

La surdité est appelée mixte si elle relève d'un problème de transmission et de perception.

Pour déterminer le niveau de surdité, on fait alors la moyenne des pertes pour les fréquences de 500, 1000 et 2000 Hertz. En dessous de 20dB de perte, l'audition est considérée comme normale.
Ces mesures sont faites sur l'oreille qui a le moins de pertes.
Suivant la perte (en décibels), on distingue différents degrés de surdité.

**La surdité de transmission.**

La perte d'audition dans le cas d'une surdité de transmission n'est jamais totale. Dans la plupart des cas, l'audition peut-être récupérée (en totalité, ou en partie) grâce à des médicaments (dans le cas d'une otite) ou une opération chirurgicale (dans les cas d'une otosclérose et d'une otospongiose).

Les causes sont multiples :

⇒ Les ruptures de la chaîne des osselets après un traumatisme

⇒ Les malformations des osselets

⇒ Le bouchon de cérumen est évidemment une cause très facilement curable des surdités de transmission...

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

⇒ Les otites

⇒ Dans les traumatismes crâniens

⇒ Les corps étrangers dans le conduit auditif externe (perforation du tympan, luxation des osselets).

⇒ Les barotraumatismes (Changement de pression des gaz dans le corps. Arrivent souvent en plongée sous marine, ou en avion.)

La surdité de transmission est caractérisée par une perte des sons graves. Elle peut être améliorée par un traitement médical.

### La surdité de perception

Les surdités de perception sont caractérisées par une atteinte soit de la cochlée soit des voies nerveuses situées en arrière de la cochlée.

Les causes sont diverses :

⇒ Atteinte de l'appareil de Corti : cellules ciliées absentes ou disparues.

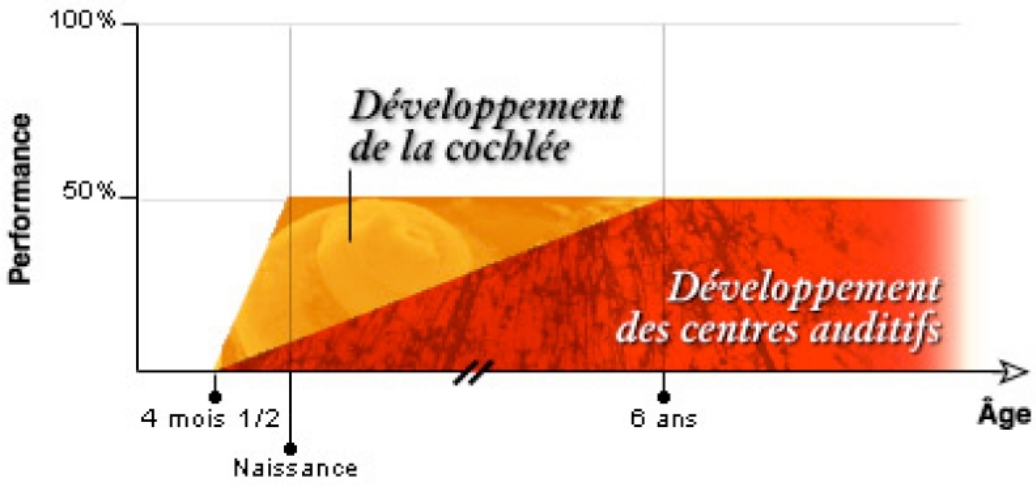
⇒ Atteinte du nerf auditif

⇒ Atteinte des voies centrales

⇒ Vieillissement de l'oreille interne

Dans les cas de surdité de perception, l'oreille moyenne et l'oreille externe sont saines. Ces surdités sont souvent accompagnées d'acouphènes.
Si le développement cochléaire est inachevé, le développement des voies nerveuses auditives sera inachevé entraînant ainsi une surdité de perception.

***Développement cochléaire incomplet***




Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

### 3.2.2 La presbyacousie

C'est un phénomène plus ou moins marqué selon les individus qui résulte du vieillissement. Ces signes apparaissent en général après cinquante ans, et évoluent progressivement et symétriquement (touchant les deux oreilles de manière égale).

Elle semble conditionnée par des facteurs génétiques (il existe des familles où la presbyacousie se manifeste plus tôt et plus intensément), ou encore par le mode de vie : l'usage de toxiques (médicaments ou stupéfiants), l'exposition au bruit.
Enfin, une différence marquée existerait entre hommes et femmes dans l'évolution des seuils d'audition avec l'âge (hommes plus fortement touchés, en terme de niveau de pertes).
La presbyacousie affecte en général d'abord les hautes fréquences, au-dessus de 1000 Hz (elle peut toucher toutes les fréquences selon ses origines, mais la perception des basses fréquences reste globalement moins affectée).

Elle correspond à une perte de souplesse des petits muscles qui gèrent le dispositif des osselets, et une perte progressive des cellules ciliées externes de la cochlée.

### 3.2.3 Les acouphènes

C'est une impression auditive correspondant à la perception d'un son. Il s'agit de sensations sonores qui ne sont pas liées à une onde acoustique extérieure, c'est-à-dire qui sont seulement perçues par le sujet. Le son perçu ressemble à un bourdonnement, un sifflement ou même à un tintement ressenti dans le crâne ou dans l'oreille interne, d'un seul ou des deux côtés.

Ils peuvent être permanents, intermittents ou temporaires et ne s'accompagnent généralement pas de lésions du tympan.

Les acouphènes sont imputables à toute une série de facteurs : sons ou vibrations produits dans la tête ou les tissus avoisinant l'oreille, anomalies du système auditif, malformations vasculaires de la tête ou du cou, contractions des muscles de l'oreille moyenne ou de la mâchoire.
Certains types d'acouphènes sont créés par des stimuli produits dans le système nerveux auditif en l'absence de tout bruit. Ils peuvent toucher des personnes de tout âge et sont en général persistants.
Ils peuvent aussi survenir à n'importe quel âge après un traumatisme auditif, un choc infectieux ou viral.

### 3.2.4 L'hyperacousie

C'est un dysfonctionnement des cellules de la cochlée. L'individu n'a pas l'ouïe plus fine, mais perçoit les sons plus intensément, ce qui oblige parfois ces personnes à s'isoler pour fuir le bruit.
C'est une affection rare, les personnes atteintes ont une audition parfaitement normale, mais leur niveau de tolérance aux sons est réduite. L'exposition à ces derniers provoque chez les hyperacousiques des douleurs ou des acouphènes qui peuvent être intolérables et dont la durée est variable.

L'hyperacousie génère de l'anxiété, perturbe les conditions de travail et la vie privée. Son impact est donc important sur le plan social.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

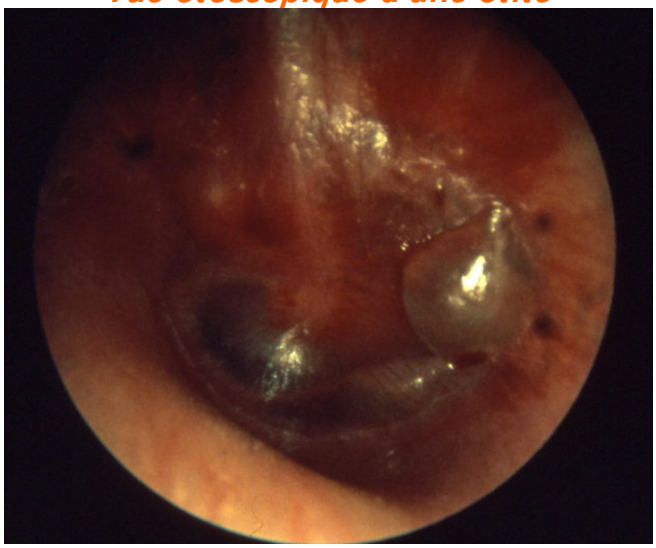
### 3.2.5 L'otite

Les **otites** sont des inflammations des muqueuses de l'oreille. En fonction de la situation et des caractéristiques de l'inflammation, l'otite sera caractérisée :

⇒ D'externe lorsqu'elle affecte le méat acoustique externe

⇒ De moyenne lorsqu'elle touche la caisse du tympan.

*Vue otoscopique d'une otite*



L'évolution des otites est bénigne et n'affecte pas la perception des sons. Toutefois, une otite mal soignée peut entraîner une forme particulière de la pathologie dénommée otite séreuse. Cette dernière, mal soignée et fréquente chez l'enfant est responsable d'une perte significative de l'acuité auditive pouvant perturber le développement cognitif de l'enfant et ses apprentissages.

### 3.2.6 Les substances ototoxiques

Il s'agit de toute substance ou médicament qui, à partir d'une certaine dose peut léser les structures de l'oreille interne (atteinte cochléaire ou vestibulaire) ou du nerf vestibulo-cochléaire. Ils peuvent provoquer une surdité de perception, des vertiges ou des acouphènes.

En 2006, plus de 130 médicaments sont répertoriés comme ototoxiques, dont certains antibiotiques, diurétiques, et anti-cancéreux.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# CONCLUSI ON

Au terme de ce travail, le son a été étudié comme un phénomène aux composantes multiples. Il se situe au carrefour de plusieurs sciences. Son approche et son utilisation peuvent être diverses et variées.

C'est un phénomène physique, de part sa nature : le son est une onde. Il possède les mêmes caractéristiques que toutes les ondes mécaniques, mais son originalité réside dans le fait qu'il peut être capté par notre système sensoriel : l'ouie.
Cette nature physique du son va intéresser une personne dont le métier utilise ces particularités. Le technicien du son utilise ces caractéristiques pour améliorer le rendu sonore. Avoir un son le plus pur possible. Il travaille **sur le son.**

Parallèlement, un professionnel travaillant dans le domaine médical utilisera les particularités du système auditif pour palier à un éventuel trouble. Le chirurgien va utiliser les propriétés de plasticité de l'organisme pour réaliser des implants cochléaires chez un patient atteinte d'anacousie. Il travaille **pour le son.**

Un musicien s'empare des sons pour en faire son œuvre. Il les lie, trouve les harmonies, les associations qui les rendront unique. Il les travaille, les modifie au moyen d'effets pour séduire son public. Il travaille **avec le son.**

Le métabolisme du système auditif en fait un phénomène biologique. La réception et l'analyse des sons passent par des cellules spécialisées qui transmettent un message nerveux traité et analysé par le cerveau.

Enfin, un phénomène sensoriel, il nous met en relation avec le monde, et nous lie aux autres.
Un trouble de la perception entraîne des graves perturbations dans le comportement : isolement, retards des apprentissages, troubles de la communication, agitations psychomotrices…
Globalement, il impacte la socialisation de l'individu. On peut parler du son comme d'un régulateur et d'un synchronisateur du comportement humain.
Le système auditif participe au développement intellectuel car il permet la compréhension du monde extérieur.

Le vingtième siècle fut le siècle ou l'on vit de nombreuses innovations dans le domaine des sons, autant dans sa domestication (invention du téléphone), dans sa captation (technologie des microphones), dans les découvertes médicales (technique de l'échographie), dans son support d'enregistrement (passage du disque à microsillons au CD puis au MP3), dans sa restitution (avancée technologique des haut parleurs et des enceintes), en musique (invention de la guitare électrique, des effets.)
Aujourd'hui le son est exploré de différentes manières et peut être y a-t-il à prévoir pour demain encore de nombreuses innovations.

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr

# SOURCES, BIBLIOGRAPHIE

**Internet :**

Wikipédia :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil
http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

Sites divers :

http://montblancsciences.free.fr/terms/terms0.htm
http://exam2ham.free.fr/donnees/tension_alternative.html.
http://villemin.gerard.free.fr/Wwwgvmm/Analyse/Fourier.htm
http://pagesperso-orange.fr/philippe.boeuf/robert/physique/murduson.htm
http://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_960_surdite_adulte.htm

**Livres :**

Dictionnaire encyclopédique : le petit Larousse illustré. Ed Larousse
ORL Médecine Sciences Ed Flammarion
Encyclopédie Microsoft Encarta 2003
Document PDF « Cerveau et Audition »

Copyright - Enseignement des Métiers de la Communication
Malakoff 92240 - Tous droits réservés.
Site web : http://www.emc.fr