

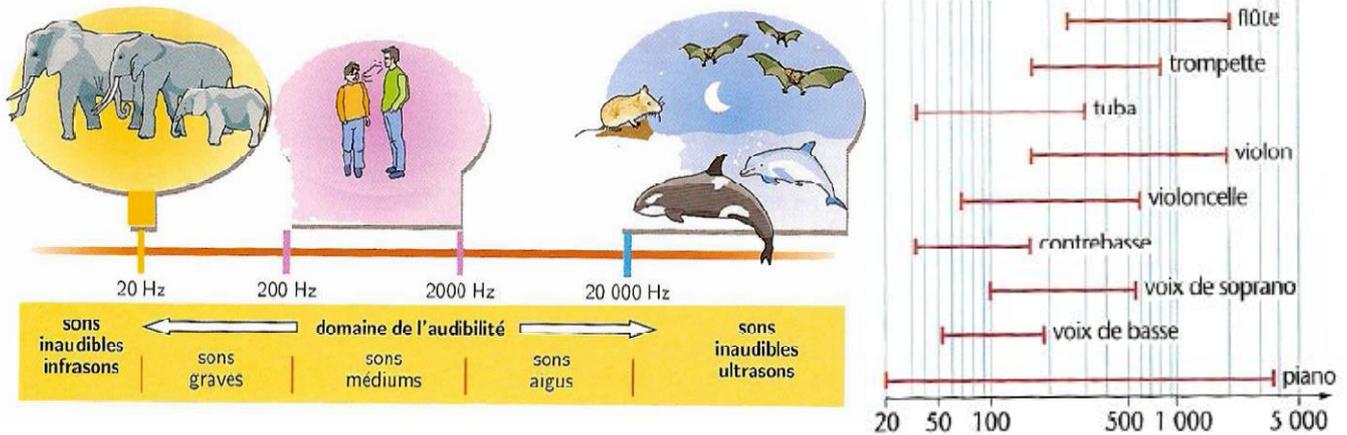
Thème : Emetteurs et récepteurs sonores

Mots clés : Voix ; acoustique physiologique ; microphone ; enceintes acoustiques ; casque audio

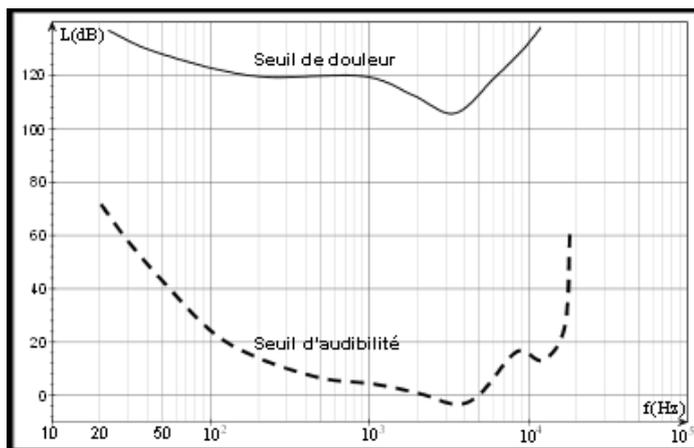
↳ **Partie 1 : étude de l'audition**

a. Etude documentaire (à préparer à la maison)

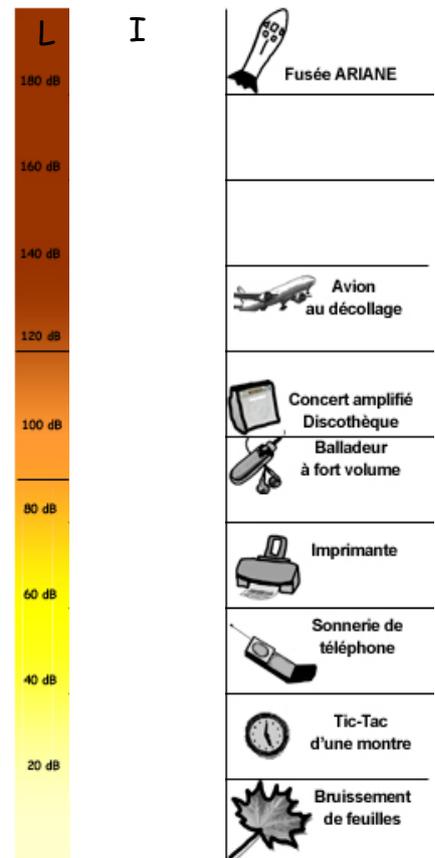
Document 1 : bandes de fréquences



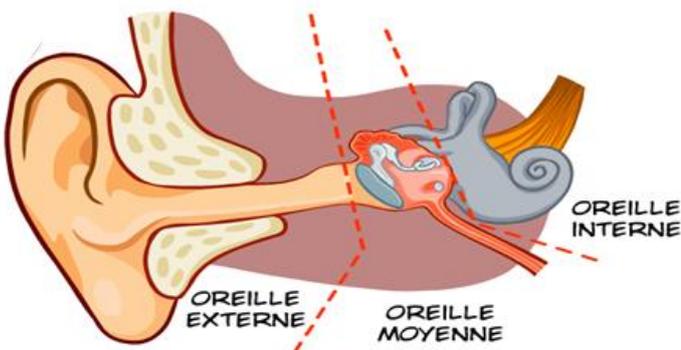
Document 2 : paramètres d'audition



Document 3 : sensations auditives



Document 4a : constitution de l'oreille



Document 4b : fonctionnement de l'oreille

L'oreille comporte 3 parties.

L'oreille externe, constituée d'un pavillon et d'un conduit auditif, conduit les sons vers le tympan.

L'oreille moyenne transmet les vibrations mécaniques du tympan vers le marteau, l'enclume et l'étrier.

L'oreille interne est constituée de quelques milliers de cellules ciliées, situées dans la cochlée, qui convertissent les vibrations mécaniques en signaux électriques.

- ✗ Quelles sont les fréquences limites d'audition pour un Homme ?
- ✗ Quelle est la fréquence à laquelle notre oreille est la plus sensible ?
- ✗ Quels paramètres d'un son harmonique influent sur notre perception auditive ?
- ✗ Rappeler la relation entre intensité sonore  $I$  et niveau sonore  $L$ . Quelles sont les unités de ces deux grandeurs ?
- ✗ Compléter le *doc. 3* en associant les intensités correspondant aux niveaux sonores proposés.
- ✗ A partir de quel niveau sonore notre perception auditive est-elle mise en danger ?
- ✗ A partir de quel niveau sonore notre perception auditive est-elle douloureuse ?
- ✗ Légender le schéma du *doc.4* à l'aide du vocabulaire anatomique (utiliser l'animation proposée ici : [http://lefevre.pc.free.fr/site\\_3/download/videos/oreille-m.swf](http://lefevre.pc.free.fr/site_3/download/videos/oreille-m.swf))

## b. Etude expérimentale n°1 : approche de l'audiogramme

Un examen médical appelé audimétrie tonale consiste à faire écouter, à chaque oreille d'un patient, des sons de fréquences convenablement choisies, c'est-à-dire de plus en plus aigus. Pour chaque fréquence, on augmente progressivement l'intensité du son jusqu'à ce que le patient l'entende (on relève alors la valeur de l'amplitude du son correspondant). L'ensemble des résultats pour les deux oreilles permet de tracer un audiogramme.

Objectif de l'expérience : réaliser une partie d'un audiogramme pour une oreille.

### Matériel disponible :

- un GBF qui affiche la fréquence du signal sinusoïdal produit
- un casque audio qui peut se brancher sur un GBF
- un voltmètre (pour mesurer l'amplitude du signal sinusoïdal à la sortie du GBF)
- une résistance de  $1M\Omega$  (à brancher en série avec le casque pour éventuellement diminuer l'amplitude du signal de sortie du GBF)
- ✗ Proposer et réaliser une expérience permettant de réaliser l'audiogramme d'une de vos oreilles pour des fréquences comprises entre 50 et 500 Hz (on pourra s'aider du tableau ci-dessous).

f (Hz)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

- ✗ Un compte-rendu présentant l'expérience réalisée, les résultats et leur interprétation est attendu.

## ✦ Partie 2 : étude du haut-parleur électrodynamique

### a. Etude documentaire

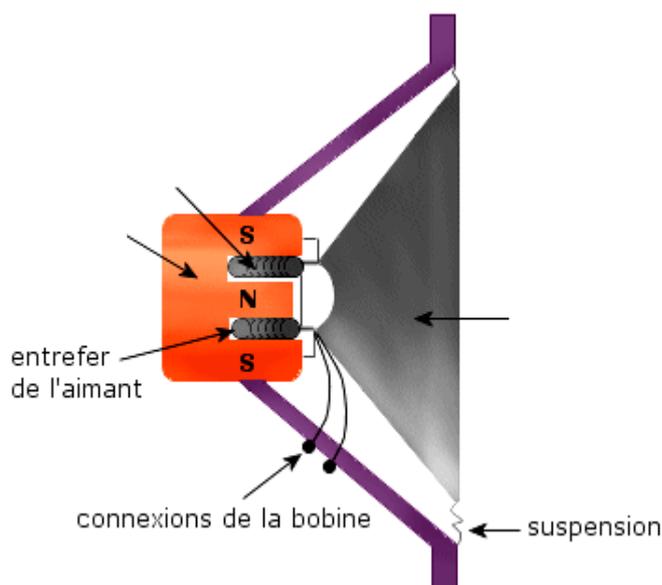
#### *Document 1 : fonctionnement et bande-passante d'un haut-parleur électrodynamique*

Un **haut-parleur** est constitué d'une **bobine mobile** qui peut se déplacer autour d'un **aimant**. La **membrane** est solidaire de la bobine et suit donc ses **vibrations**.

Sous l'action du **champ magnétique**  $B$  créé par l'aimant, la bobine, parcourue par un courant  $I$ , subit une **force électromagnétique de Laplace** qui provoque son déplacement. Si le courant est **alternatif**, la bobine et la membrane sont animées d'un **mouvement vibratoire** assurant la **production d'un son**.

La **bande passante** d'un haut-parleur est le domaine de fréquences des sons harmoniques qu'il est capable de restituer. Elle se déduit de la courbe de réponse du haut-parleur, c'est-à-dire de la représentation graphique du niveau sonore obtenu en fonction de la fréquence. On distingue trois types de haut-parleurs : les **boomers** qui restituent les basses fréquences, les **médiums** qui restituent les harmoniques de fréquences moyennes et les **tweeters** qui restituent les harmoniques aigües.

#### *Document 2 : constitution d'un haut-parleur électrodynamique*



- ✗ Légèder le *doc.2* en ajoutant les termes « aimant », « bobine » et membrane ».
- ✗ Pourquoi parle-t-on de « vibration » de la membrane d'un haut-parleur électrodynamique ?
- ✗ Quelle est le nom de la force responsable de la vibration de la membrane d'un haut-parleur électrodynamique ?
- ✗ Comment pourrait-on mettre en évidence expérimentalement le fait que la fréquence de vibration de la membrane est la même que la fréquence du courant alternatif parcourant la bobine ? Proposer un protocole.
- ✗ Etablir la chaîne de conversions énergétiques régissant le fonctionnement d'un haut-parleur.

b. Etude expérimentale n°2 : mise en évidence de la force de Laplace

Protocole :

- ☞ Si ce n'est pas déjà installé, suspendre une bobine sur une potence, à l'aide d'une ficelle.
  - ☞ Connecter cette bobine en série avec un générateur de courant continu, un ampèremètre et un rhéostat.
  - ☞ Régler, à l'aide du rhéostat, l'intensité du courant dans la bobine à 0,5 A.
  - ☞ Approcher un aimant droit de cette bobine, par son pôle nord (rouge), puis par son pôle sud.
  - ☞ Eloigner l'aimant et remplacer le générateur de courant continu par un GTBF (Très Basse Fréquence) réglé sur un signal sinusoïdal de fréquence de 1 Hz et d'amplitude la plus grande possible.
  - ☞ Approcher à nouveau l'aimant de la bobine par son pôle nord.
  - ☞ Augmenter très lentement la fréquence du GTBF jusqu'à 2 Hz.
  - ☞ A la fin de la manipulation, remettre l'ensemble du dispositif dans l'état initial.
- ✗ Un compte-rendu de cette expérience présentant au minimum les observations et une interprétation définissant la **force électromagnétique de Laplace** (utiliser le *doc. 1* également) est attendu.

c. Etude expérimentale n°3 : mesure de la force de Laplace dans un haut-parleur électrodynamique

Protocole :

- ☞ Si ce n'est pas déjà fait, connecter en série un générateur de tension continue de 12 V, deux rhéostats de 33 Ω, un ampèremètre et le haut-parleur électrodynamique.
  - ☞ Fixer le haut-parleur sur deux potences, de sorte à le positionner membrane vers le bas.
  - ☞ Placer sous lui une balance électronique positionnée sur un élévateur.
  - ☞ Poser un pot de yaourt en verre sur la balance et tarer.
  - ☞ Elever le boy jusqu'à ce que le pot effleure de tout son contour la membrane du haut-parleur (la balance affiche alors une masse très faible). Ajuster la position du pot, continuer à élever le boy jusqu'à ce que la balance affiche 50 g environ. Le pot doit être alors calé. Tarer une nouvelle fois la balance.
  - ☞ Allumer le générateur et régler, grâce aux résistances des deux rhéostats, l'intensité du courant dans le haut-parleur pour obtenir des intensités variant entre 200 mA et 500 mA (en aucun cas dépasser 600 mA).
  - ☞ Relever au moins 5 mesures de la masse dans cet intervalle de valeurs d'intensité.
- ✗ Un compte-rendu de cette expérience présentant au minimum le schéma expérimental, les mesures expérimentales sous forme d'un tableau et une interprétation fondée sur un graphique pertinent (montrant la proportionnalité entre la force de Laplace F et l'intensité I du courant) est attendu.

d. Etude expérimentale n°4 : mesure de la bande-passante d'un haut-parleur électrodynamique

Protocole :

- ☞ Si ce n'est pas déjà fait, placer un haut-parleur et un sonomètre dans le caisson phonique mis à disposition, à 10 cm l'un de l'autre, connecter le haut-parleur à un GBF.
- ☞ Brancher également un voltmètre à la sortie du GBF et régler la valeur efficace de la tension de sortie du GBF à 0,20 V.
- ☞ Faire varier la fréquence de la tension de 20 Hz à 20 kHz, et relever le niveau sonore pour les fréquences suivantes du tableau : **ATTENTION A TOUJOURS MAINTENIR LA VALEUR DE LA TENSION A 0,20 V !**

f( kHz)	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,70	1,0	1,5	2,0	4,0	5,0	7,0	10,0	12,0	15,0
L (dB)																	

- ✗ Tracer la courbe représentant le niveau sonore L en fonction de la fréquence f sur papier semi-logarithmique (en annexe). Expliciter la **bande passante à -10 dB**, c'est-à-dire la largeur de la bande fréquence où le niveau sonore est supérieur au niveau sonore maximum moins 10 dB.

### Partie 3 : étude du microphone électrodynamique

#### a. Etude documentaire

##### Document 1 : fonctionnement et caractéristiques d'un microphone électrodynamique

Un microphone électrodynamique comporte trois éléments essentiels : une **membrane**, une **bobine** et un **aimant**. La bobine mobile, puisque liée à la membrane, est placée dans le **champ magnétique** de l'aimant.

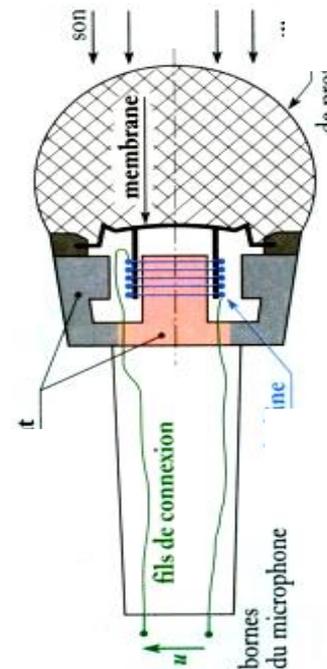
Une **onde sonore incidente** à la membrane provoque sa vibration et celui de la bobine. Le mouvement relatif de la bobine par rapport à l'aimant crée un courant électrique dans la bobine ; c'est le phénomène d'**induction électromagnétique**. La vibration de la membrane et la tension induite entre les bornes de la bobine « reproduisent » alors les oscillations de l'onde sonore.

La **bande passante** d'un microphone représente le domaine des fréquences pour lesquels les amplitudes des sons harmoniques produisent une tension dont l'amplitude est sensible.

La **sensibilité** est son aptitude à fournir une tension élevée malgré la faible intensité d'un son. Notons qu'un microphone très sensible ne **filtre** pas les sons parasites.

La **directivité** représente la faculté d'un microphone à réagir à un grand nombre de directions d'ondes sonores. Il peut être **omnidirectionnel** (capte des sons provenant de plusieurs directions) ou **directif** (capte les sons provenant d'une seule direction).

##### Document 2 : constitution d'un microphone électrodynamique



- ☒ Légender le schéma du doc.2 avec les termes « grille de protection », « bobine », « aimant ».
- ☒ Expliquer pourquoi le microphone électrodynamique et le haut-parleur électrodynamique sont tous les deux des transducteurs électromécaniques.
- ☒ Présenter les analogies et les différences entre le microphone électrodynamique et l'oreille.

#### b. Etude expérimentale n°5 : mise en évidence de l'induction électromagnétique

##### Protocole :

- ☞ Connecter la voie 1 d'un oscilloscope à la bobine posée sur la table.
- ☞ Fixer un aimant sur le support d'un ressort, lui-même accroché à une potence.
- ☞ Exciter verticalement le ressort au-dessus de la bobine.
- ☞ Régler l'oscilloscope pour visualiser un signal. Mesurer sa période et sa fréquence.
- ☒ Un compte-rendu de cette expérience présentant au minimum les observations et une interprétation définissant l'**induction électromagnétique** (utiliser le doc.1 également) est attendu.

### Conclusions

- ☞ Rédiger avec le professeur une conclusion.

Niveau d'intensité  
acoustique  
(dB)

### BANDE PASSANTE D'UN HAUT-PARLEUR

110

100

90

80

70

60

50

200

500

1000

2000

5000

10000

20000

fréquence (Hz)

