

## Microphones et haut-parleurs

Après avoir étudié l'oreille et les cordes vocales, récepteurs et émetteurs de l'organisme vivant, on étudie ici le microphone et le haut-parleur c'est-à-dire un récepteur et un émetteur de signal sonore fabriqués par l'homme. Ce sont des transducteurs électroacoustiques : le microphone transforme un signal sonore en signal ..... tandis que le HP .....

### I Le microphone

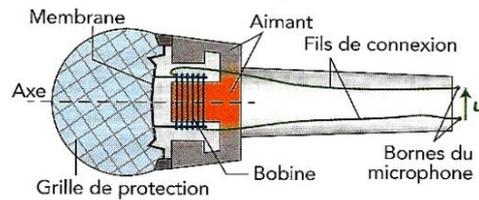
**Document 1**

#### Principe du microphone électrodynamique

TP 1, p. 76

Un microphone électrodynamique comporte deux éléments essentiels : une bobine (enroulement d'un fil conducteur) et un aimant. La bobine mobile, est placée dans le champ magnétique créé par l'aimant fixe.

Une membrane souple, solidaire de la bobine, capte les vibrations de l'air engendrées par une onde sonore. Les déplacements de la bobine, provoqués par ceux de la membrane, dans le champ magnétique de l'aimant créent une tension électrique  $u$  aux bornes de la bobine.



C'est le phénomène d'induction électromagnétique. La fréquence de la tension électrique est égale à celle des vibrations de l'air, donc à celle du son correspondant à ces vibrations. L'amplitude de cette tension est d'autant plus grande que le niveau d'intensité sonore est grand.



Microphone Shure SM58.

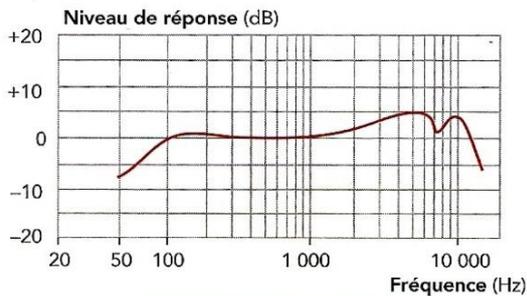
**Document 2**

#### Caractéristiques techniques d'un microphone

Problème 3, p. 83

Les caractéristiques d'un microphone sont indiquées sur la fiche technique du constructeur.

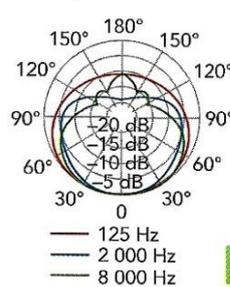
• La **bande passante** est le domaine de fréquences qu'il capte convenablement. Elle se déduit de la courbe de réponse du microphone. Cette courbe est la représentation graphique du niveau de sortie, exprimé en dB, en fonction de la fréquence du son qu'il capte. Par convention, on affecte le niveau 0 dB à la valeur obtenue pour 1 000 Hz.



Courbe de réponse dans le domaine des sons audibles.

• La **directivité** du microphone est son aptitude à réagir suivant la direction de propagation du son. Un micro omnidirectionnel capte les sons provenant de toutes les directions; un microphone directif capte les sons provenant d'une seule direction.

L'axe du microphone est l'axe défini par l'angle  $\theta = 0^\circ$ , la membrane pointant vers la graduation  $0^\circ$ . On déplace la source sonore le long d'un cercle centré sur le microphone. Chaque position de la source est repérée par l'angle  $\theta$ . On compare la réponse du microphone pour cette position à celle obtenue lorsque la position de la source est repérée par  $\theta = 0^\circ$ . Cela permet de calculer un niveau de réponse, exprimé en dB. Une valeur négative traduit un microphone qui capte moins bien les sons que dans la direction de référence ( $0^\circ$ ).



Réponse en fonction de la direction pour trois fréquences.

• La **sensibilité** est son aptitude à fournir une tension élevée pour des sons de faible niveau d'intensité sonore. Un microphone de grande sensibilité captera bien les sons peu intenses, mais sera sensible aux parasites sonores.

Par exemple, le Shure SM58 n'est pas omnidirectionnel pour des sons de fréquences 125, 2 000 ou 8 000 Hz. Cependant, il capte mieux les sons de 125 Hz de fréquence en arrière de lui (de  $150^\circ$  à  $180^\circ$ ) que les sons de 2 000 Hz.

D'après les spécifications techniques du Shure SM58.

### Petite analyse de documents :

- 1) Deux personnes ont décidé d'enregistrer des sons purs *de même intensité sonore* grâce au micro fixe d'un même ordinateur. Les deux signaux électriques enregistrés diffèrent pourtant en intensité. Expliquer pourquoi.
- 2) Si le micro utilisé n'avait pas été le même entre les deux personnes, cela aurait-il apporté une nouvelle cause de la différence des signaux électriques enregistrés ? Expliquer.

## II Le haut-parleur électrodynamique

### Document 1

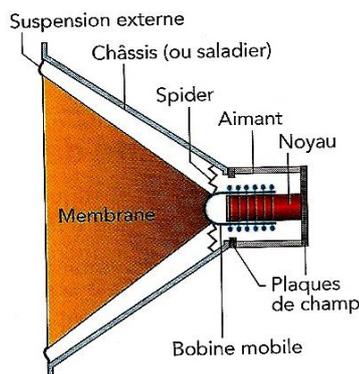
#### Principe du haut-parleur électrodynamique

« Le haut-parleur le plus largement utilisé (à 99 %) est le haut-parleur électrodynamique.

Sa fonction dans une enceinte est d'agir comme un double transformateur d'énergie. Il reçoit



le signal audio, une énergie électrique, qu'il transforme en une énergie mécanique. En effet, la bobine mobile du haut-parleur se met en mouvement lorsqu'un signal audio est reçu. Puis le haut-parleur transforme cette énergie mécanique en énergie acoustique, grâce à sa membrane. Celle-ci est reliée à la bobine mobile et reproduit donc les mêmes mouvements que cette dernière. C'est en se déplaçant sous l'action de la bobine mobile que la membrane crée une pression acoustique, le son. »



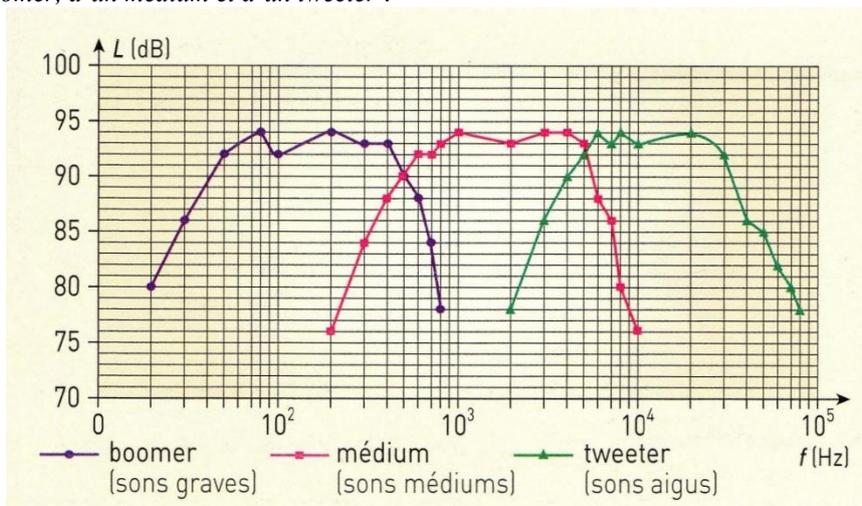
Extrait du site [www.enceinte.net](http://www.enceinte.net)

### Document 2 : bande passante d'un HP

La bande passante d'un HP est le domaine de fréquence de sons qu'il est capable de restituer. La bande passante se déduit de la courbe de réponse du haut-parleur. Cette courbe est la représentation graphique du niveau d'intensité sonore obtenu, exprimé en dB, en fonction de la fréquence de la tension qui l'alimente, exprimée en Hz.

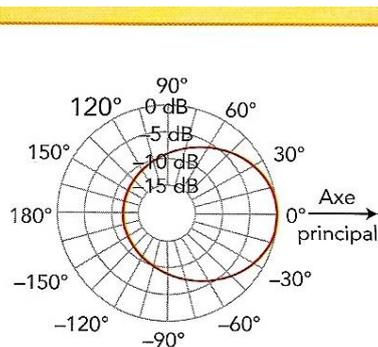
Un boomer (ou woofer) est un HP dont la bande passante est située dans les basses fréquences. Il restitue essentiellement les sons graves. Un médium restitue les sons de fréquences moyennes. Un tweeter restitue les sons aigus.

*Bande passante d'un boomer, d'un médium et d'un tweeter :*



### Document 3 : directivité d'un HP

On considère un haut-parleur émettant une onde sonore qui se propage librement. Le niveau d'intensité sonore mesuré à 1 mètre du haut-parleur, sur son axe principal, est  $L_1 = 110$  dB. Le diagramme d'émission du haut-parleur est reproduit ci-contre. On le suppose utilisable pour toutes les fréquences audibles. En un lieu donné, le niveau d'intensité sonore du son émis par le haut-parleur dépend de la distance entre ce lieu et le haut-parleur mais aussi de la direction sous laquelle ce lieu est vu depuis le haut-parleur. Cette direction est repérée par un angle exprimé en degré. Pour une distance donnée, ce diagramme permet de connaître la perte relative du niveau d'intensité sonore en fonction de l'angle par rapport à l'axe principal du haut-parleur. Le niveau d'intensité sonore mesuré sur cet axe ( $\theta = 0^\circ$ ) constitue la valeur de référence (perte nulle).



## Document 4 : rappels et compléments sur les notions mathématiques d'acoustique et d'électronique

- Intensité sonore de référence :  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .
- L'intensité sonore  $I$  à une distance  $d$  d'une source émettant dans toutes les directions est liée à la puissance sonore  $\mathcal{P}$  de cette source par  $I = \frac{\mathcal{P}}{S}$  avec  $S$ , la surface de la sphère de rayon  $d$  :  $S = 4\pi \cdot d^2$ .

### Niveau d'intensité sonore $L$ d'un son d'intensité sonore $I$ (tronc commun à savoir par cœur)

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

### Variation de niveau d'intensité sonore à partir des amplitudes des sons (tronc commun à savoir par cœur)

La variation de niveau d'intensité sonore d'un son d'amplitude  $A$  par rapport à un son de référence d'amplitude  $A_0$  peut s'exprimer par la relation :

$$\Delta L = 20 \log \left( \frac{A}{A_0} \right)$$

(Le facteur 20 au lieu de 10 comme dans le cours vient du fait qu'on utilise ici l'amplitude et non l'intensité du son).

### Enregistrement d'un son

Sur un oscilloscope relié à un récepteur sonore, on enregistre et on visualise une tension dont l'amplitude traduit directement (proportionnalité) l'amplitude du signal sonore à l'endroit où se trouve le récepteur.

## 1) Mini étude de document

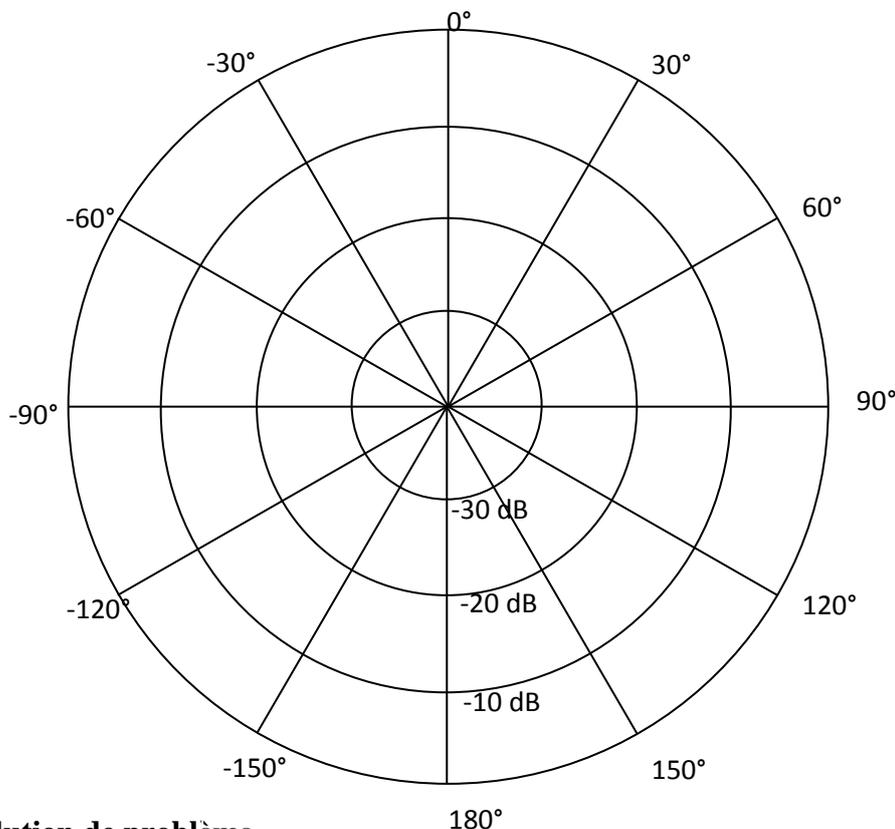
Expliquer pourquoi, dans une enceinte de qualité, il y a la présence en général de trois HP.

## 2) Démarche expérimentale

On souhaite tracer le diagramme d'émission de l'émetteur d'ultrasons disponible sur votre paillasse avec le matériel se trouvant sur votre paillasse. On rappelle que l'émetteur émet des sons à une fréquence de 40 kHz avec une amplitude reçue par le récepteur, dans cette expérience aux alentours de 0,5 V environ, en moyenne.

a) Proposer un protocole. *Il est nécessaire, dans ce TP de très bien savoir se servir de l'émetteur à ultrason, du récepteur à ultrason et de l'oscilloscope (courbes CH1, CH2, positions verticales des courbes, calibre vertical, calibre horizontal (ou balayage) et utilisation des curseurs verticalement et horizontalement).*

b) Après validation par le professeur, réaliser ce protocole et tracer le diagramme d'émission sur le gabarit qui suit uniquement pour le secteur angulaire à l'avant de l'émetteur (entre  $-90^\circ$  et  $+90^\circ$ )



## 3) Mini résolution de problème

Quel est le niveau d'intensité sonore mesuré à 50 m du haut-parleur mentionné au document 3 dans une direction faisant un angle de  $60^\circ$  avec l'axe principal du haut-parleur ? On rappelle (attention, cela n'est pas rappelé au baccalauréat) que si  $b = \log(a)$  alors  $a = 10^b$ ,  $b$  n'étant pas forcément un entier (taper sur sa calculatrice  $10^1$ ,  $10^{1.3}$ ,  $10^{1.5}$ ,  $10^{1.7}$ ,  $10^2$  pour s'en convaincre), et  $a$  et  $b$  pouvant être des expressions (quotients etc.).