

## Analyse et synthèse de documents scientifiques : environ 45 min

### Document 1 :

Le professeur va vous montrer une publicité pour le microphone Shure SM58.

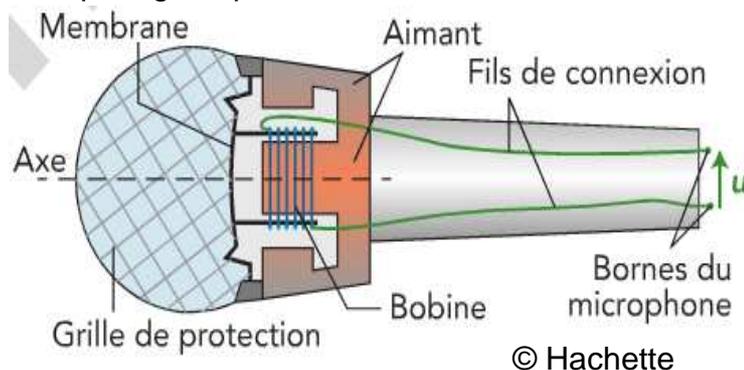


Microphone  
ShureSM58

### Document 2 : Principe du microphone électrodynamique

Un microphone électrodynamique est constitué de deux éléments principaux : une bobine (formée à partir d'un enroulement d'un fil conducteur) et un aimant. La bobine est mobile, elle est placée dans le champ magnétique créé par l'aimant qui lui est 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 obtenue 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.

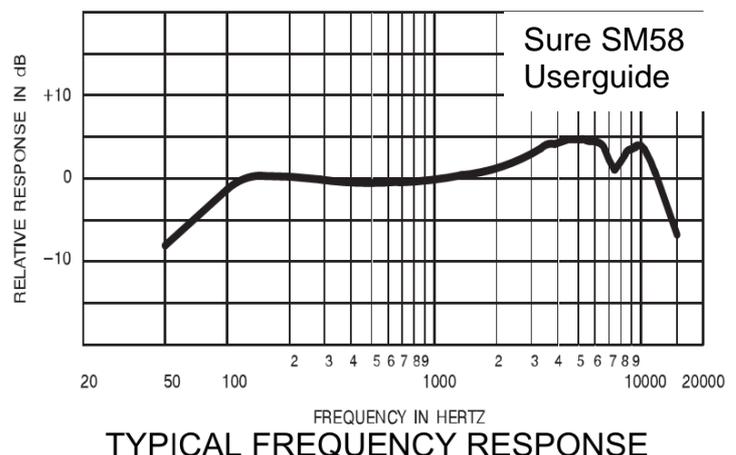
### Document 3 :

Ouvrir le fichier « Spe1-Micro.swf », situé dans le dossier C:\Spé

### Document 4 : Caractéristiques techniques d'un microphone

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 1000 Hz.



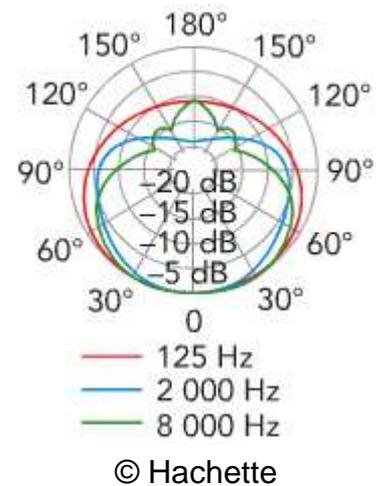
- La **sensibilité** est son aptitude à fournir une tension élevée pour des sons de faible niveau d'intensité sonore. Un microphone de grande sensibilité captera bien les sons peu intenses, mais sera sensible aux parasites sonores.
- La **directivité** est une caractéristique essentielle du microphone, elle caractérise sa sensibilité en fonction de la provenance du son, selon son axe central.

Un micro omnidirectionnel capte les sons provenant de toutes les directions ; un microphone directif capte les sons provenant d'une seule direction.

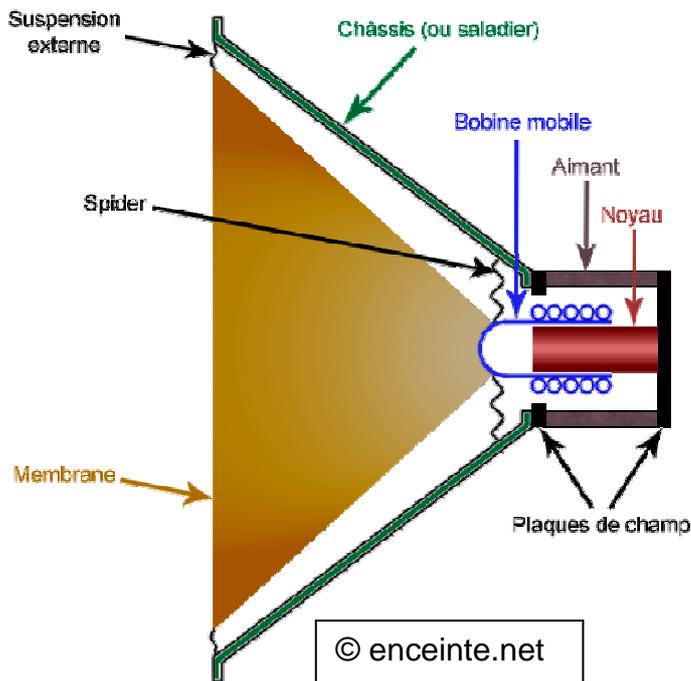
L'axe du microphone est l'axe défini par l'angle  $\theta = 0^\circ$ , la membrane pointant vers la graduation  $0^\circ$ . On déplace la source sonore le long d'un cercle centré sur le microphone.

On compare la réponse du microphone pour une position  $\theta$  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 dans la direction  $\theta$  que dans la direction de référence ( $0^\circ$ ).

Par exemple le Shure SM58 n'est pas omnidirectionnel pour des sons de fréquences 125, 2000 ou 8000 Hz. Cependant, il capte mieux les sons de 125 Hz en arrière de lui (de  $150^\circ$  à  $180^\circ$ ) que les sons de 2000 Hz. (voir doc. en coul eur sur le PC : Spe1-Documents.pptx)



### Document 5 : 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 :

Premièrement il reçoit le signal audio, qui est une énergie électrique, qu'il va transformer en une énergie mécanique. En effet, certaines parties du haut-parleur (la bobine mobile) vont se mettre en mouvement lorsqu'un signal audio est reçu.

Deuxièmement il transforme cette énergie mécanique en une énergie acoustique, grâce à sa membrane. Celle-ci est reliée à la bobine mobile, et aura donc les mêmes mouvements que cette dernière. Et c'est en se déplaçant sous l'action de la bobine mobile que la membrane créera une pression acoustique, qui n'est autre chose que le son produit. »



## Document 6 : Caractéristiques techniques d'un haut-parleur

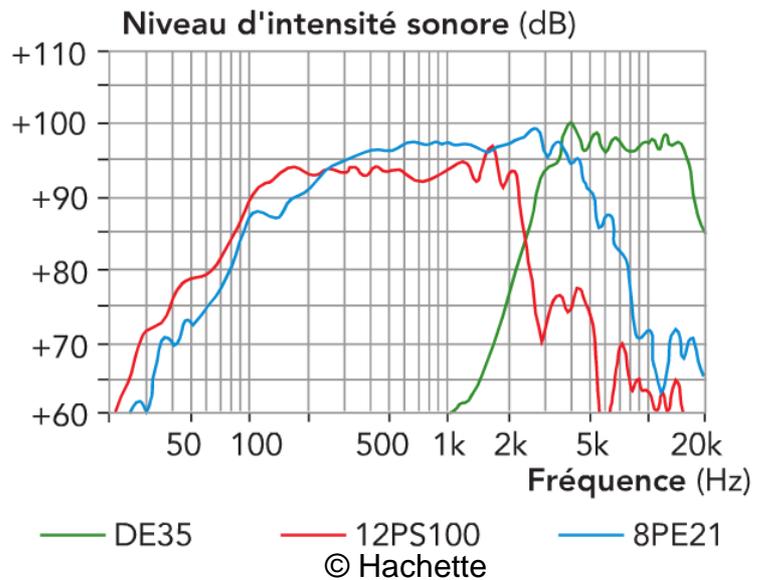
Les caractéristiques d'un haut-parleur sont indiquées sur la fiche technique du constructeur.

- La **bande passante** d'un haut-parleur est le domaine de fréquences des 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 haut-parleur 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.

- La **couverture angulaire** d'un haut parleur est son aptitude à diffuser des sons dans le plan horizontal et dans le plan vertical.
- La **puissance admissible** d'un haut-parleur est la puissance électrique maximale qu'il peut supporter sans dégâts. Au-delà de cette valeur, le haut-parleur sera endommagé.
- Le **rendement** d'un haut-parleur mesure sa faculté à transformer la puissance électrique reçue en puissance mécanique.



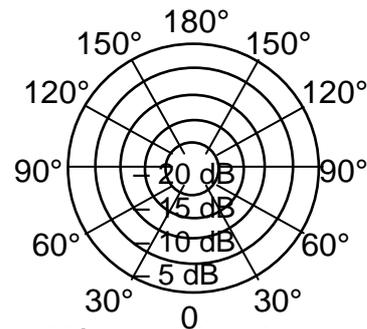
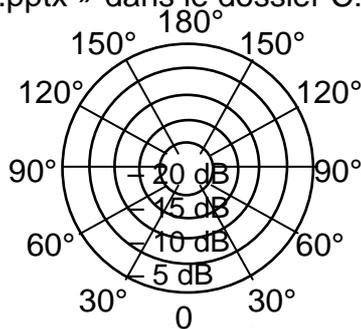
 Woofer	Constructeur : AURA SOUND Référence : NS12-513-4A Diamètre : 30,5 cm Plage de fréquence optimale : 23 Hz à 3 kHz Site du constructeur : <a href="http://www.aurasound.com">www.aurasound.com</a>
 Médium	Constructeur : DAVIS ACOUSTICS Référence : 13 MRP Diamètre : 13 cm Plage de fréquence optimale : 100 Hz à 10 kHz Site du constructeur : <a href="http://www.davis-acoustics.com">www.davis-acoustics.com</a>
 Tweeter	Constructeur : CIARE Référence : HT 200 Diamètre : 20 mm Plage de fréquence optimale : 1 kHz à 20 kHz Site du constructeur : <a href="http://www.ciare.com">www.ciare.com</a>

## Document 7 :

Ouvrir le fichier « Spe1-Haut-parleur.swf », situé dans le dossier C:\Spé

## Questions :

**Q1.** Représenter ci-dessous des exemples de diagrammes de directivité pour un micro très directionnel et pour un micro omnidirectionnel. (Voir document en couleur sur le PC « Spe1-Documents.pptx » dans le dossier C:\Spé).



**Q2.** Pourquoi le choix d'un microphone est-il notamment guidé par sa bande passante ?

**Q3.** Les haut-parleurs B&C de référence DE35, 8PE21 et 12PS100 sont-ils des boomers, des médiums ou des tweeters ? (document en couleur sur le PC « Spe1-Documents.pptx » dans le dossier C:\Spé).

**Q4.** Comparer les rôles d'un microphone et d'un haut-parleur à ceux de l'appareil vocal et de l'oreille humaine.

**Q5.** Résumer le principe de fonctionnement d'un microphone et d'un haut-parleur électrodynamiques en précisant les éléments constitutifs communs. Identifier les transferts d'énergie qui ont lieu.

## Pratique expérimentale

Environ 1h

### I. Le haut-parleur électrodynamique

Un matériau conducteur, parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique, est soumis à une force électromagnétique. Cette force est appelée force de Laplace (Pierre-Simon de Laplace, 1749-1827, est un mathématicien, astronome et physicien français).

**Q6.** En vous aidant de la photographie, située dans le fichier « Spe1-Documents.pptx » dans le dossier C:\Spé, schématiser l'expérience permettant de mettre en évidence la force de Laplace.

**Q7.** De quels paramètres dépend le sens de la force de Laplace ?

Répondre à cette question en utilisant des observations expérimentales.

**Q8.** Remplacer le générateur de tension continue par un GBF (générateur de tension alternative). Qu'observe-t-on ?

### II. Le microphone électrodynamique

Un aimant déplacé devant une bobine provoque l'apparition d'une tension électrique aux bornes de la bobine. On parle de tension induite ; elle est créée par le phénomène d'induction électromagnétique.

**Q9.** Comment peut-on mettre en évidence expérimentalement la tension induite ? Réaliser l'expérience avec le matériel à votre disposition.

**Q10.** Quels paramètres ont une influence :

- sur le signe de cette tension ?
- sur l'amplitude de cette tension ?

**Q11.** Quels éléments d'un microphone électrodynamique sont modélisés par le dispositif de cette expérience ?

Spécialité séance 1.1.1.

### **III. Réversibilité d'un transducteur électro-acoustique :**

#### Expérience 1 :

Brancher le microphone sur la prise casque de l'ordinateur et lancer le fichier «Spe1-AXMusique.mp3 » situé dans le dossier C:\Spé.

**Q12.** Que constate-t-on ?

#### Expérience 2 :

Brancher le haut-parleur Jeulin sur la prise micro de l'ordinateur et parler en enregistrant dans Audacity.

Écouter le son enregistré.

**Q13.** Conclure quant à la réversibilité du transducteur.

### **IV. Pour aller plus loin**

Établir le protocole d'une expérience permettant de trouver la relation entre la fréquence de la tension alternative sinusoïdale  $u$  qui alimente un haut-parleur et la fréquence des vibrations de cette membrane. On pourra utiliser la stroboscopie.

## **LA STROBOSCOPIE**

Un stroboscope est une source lumineuse qui émet de brefs éclairs lumineux à des intervalles de temps réguliers.

On peut régler la fréquence des éclairs.

Il permet :

- d'observer des mouvements trop rapides pour l'œil nu ;
- de mesurer la fréquence d'une vibration périodique.

Pour mesurer la fréquence  $f$  d'une vibration périodique, il faut éclairer le système vibratoire avec le stroboscope en partant de la plus grande fréquence possible pour les éclairs. Ensuite il faut lentement diminuer la fréquence  $f_E$  des éclairs jusqu'à observer une immobilité apparente du système vibratoire on a lors  $f = f_E$ .

#### **Caractéristiques du stroboscope tachymètre:**

Alimentation : 230 V - 50 Hz

Masse : 1 kg

Dimensions : 210 x 120 x 120 mm

Équipé d'une lampe Xénon

Affichage électroluminescent du nombre d'éclairs/min  
(afficheur 4 chiffres)

Deux gammes : 100 à 1 000 éclairs/min et 1 000 à 10 000 éclairs/min

Précision :  $\pm 1$  éclair/min de 100 à 5 000 éclairs/min ;  $\pm 0,05$  % au-delà de 5 000 éclairs/min

Durée de l'éclair : 60 à 100  $\mu$ s



Spécialité séance 1.1.1.