

CHAP 07-ACT EXP Courbe de réponse et bande passante d'un haut parleur

Mots clés : Haut-parleur**Objectifs :** Tracer la courbe de réponse en fréquence d'un haut-parleur.

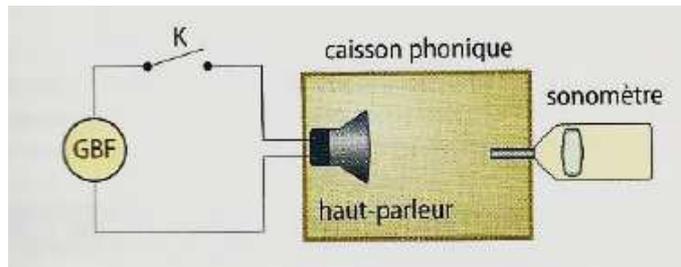
Un haut parleur permet de convertir en sons les signaux électriques qu'il reçoit. C'est un transducteur électro-acoustique. Un haut parleur de qualité doit être capable de reproduire les sons des diverses fréquences audibles, entre 20 et 20 000 Hz avec une intensité convenable.

La bande passante d'un haut-parleur est la gamme de fréquences pour laquelle le niveau d'intensité sonore est supérieur à une valeur choisie. Pour la déterminer, il faut tracer sa courbe de réponse en fréquences.

1. PRINCIPE

Pour tracer la courbe de réponse, on alimente un haut-parleur avec un générateur (GBF) délivrant une tension sinusoïdale de fréquence f réglable.

Un sonomètre, placé face au haut-parleur, fournit le niveau d'intensité sonore L correspondant à chaque fréquence.

2. MONTAGE EXPERIMENTAL

- Placer sur le schéma ci-dessus un voltmètre qui permet de mesurer la tension aux bornes du GBF.

3. MESURES

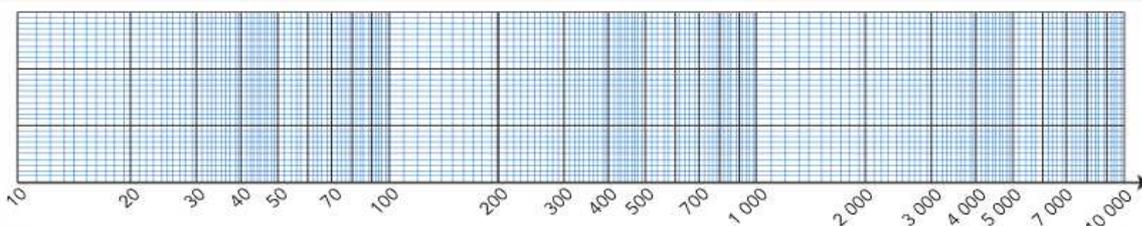
- Faire varier la fréquence f du GBF en veillant à maintenir la tension à 0,5 V et, pour chaque fréquence, mesurer le niveau d'intensité sonore L :

f(Hz)	40	60	80	100	300	600	1000
L (dB)							

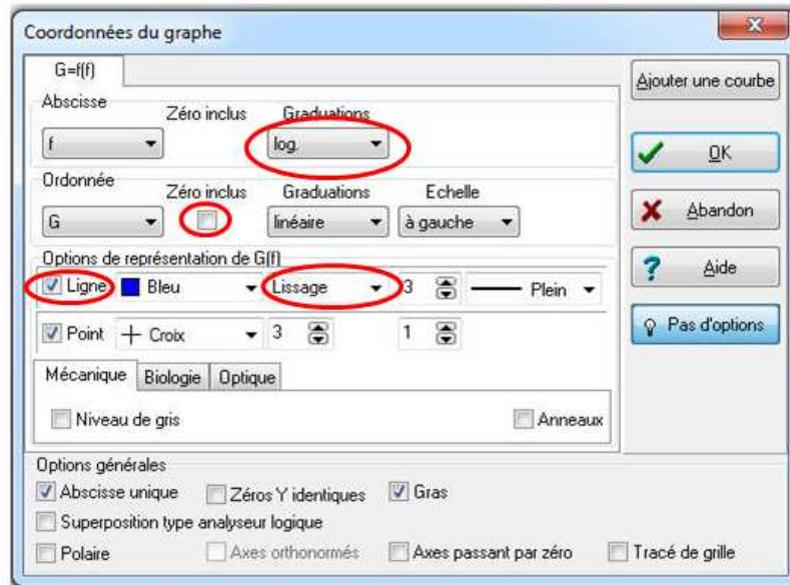
f(Hz)	1300	1800	2000	3000	6000	7000	8000
L (dB)							

4. EXPLOITATION

- Tracer sur une feuille semi-logarithmique la courbe représentant les variations du niveau sonore L (en dB) en fonction de la fréquence f (en Hz).

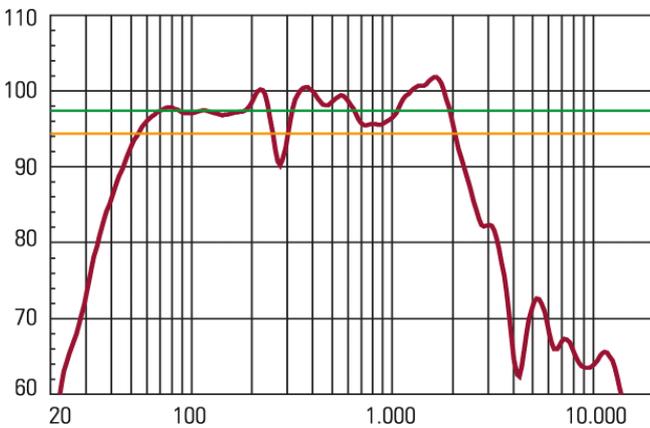


- Ouvrir Regressi (Version 2.98)
- Saisir au clavier les valeurs de f(en Hz) et L(en dB) dans un tableau.
- Afficher le graphe
 - Allez dans coordonnées du graphe,
 - Mettre en abscisse des graduations logarithmiques,
 - Choisir « ligne » et « lissage »



- Déterminer graphiquement (en vous inspirant de l'exemple ci-dessous) la ou les fréquences de coupure F_{-3dB} et la bande passante à -3dB du haut-parleur étudié.
- Imprimer votre courbe et détailler sur celle-ci vos mesures.

Exemple de courbe de réponse en fréquence d'un haut-parleur



S'informer

■ Une **fréquence de coupure** à -3 décibels est une fréquence pour laquelle le gain en tension vérifie :

$$G(F_{-3dB}) = G_{max} - 3 \text{ dB} \quad \text{ou} \quad A(F_{-3dB}) = \frac{A_{max}}{\sqrt{2}}$$

G_{max} est la valeur maximale du gain en tension G (dB).
L'**amplification** A est égale au rapport de l'amplitude U_M du signal électrique délivré par le microphone par l'amplitude U_G du signal délivré par le générateur BF.
La **bande passante** à -3 dB est l'intervalle de fréquence limité par les deux fréquences de coupure à -3 dB.

On y a tracé une ligne verte représentant le niveau sonore moyen (pour les fréquences bien restituées par le haut-parleur), et en orange, une ligne donnant le niveau sonore moyen atténué de 3dB.

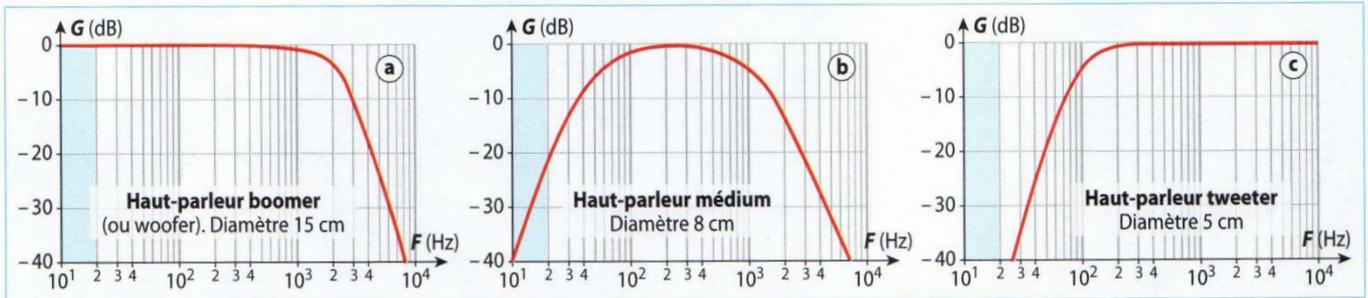
L'intersection de la ligne orange avec la courbe, nous permet de déterminer les fréquences de coupure et la bande passante du haut-parleur :

$$f_{c1} = 50 \text{ Hz} \quad \text{et} \quad f_{c2} = 2000 \text{ Hz} \qquad \text{Bande passante : } 50 \text{ Hz} \leq f \leq 2000 \text{ Hz}$$

- En vous aidant de la notice du sonomètre, justifier la plage de fréquences choisies pour faire les mesures du 3.

5. ETUDE DE COURBES DE REPONSE EN FREQUENCE DE DIFFERENTS HAUT-PARLEURS :

On donne la courbe de réponse en fréquence de différents haut-parleurs.



2 Courbes de gain en décibel de trois haut-parleurs différents. La zone bleue correspond aux infrasons ($F < 20$ Hz). Les ultrasons ont une fréquence supérieure à 20 000 Hz.

- 1) Quel est le haut parleur dont la bande passante est dans les basses fréquences ? les moyennes fréquences ? les hautes fréquences ?
- 2) Donner approximativement la bande passante à -3dB de chacun des haut-parleur.
- 3) Etablir une correspondance entre le diamètre d'un haut-parleur et :
 - a) Sa bande passante
 - b) L'ordre de grandeur de la longueur d'onde des sons émis.

Mode d'emploi du sonomètre



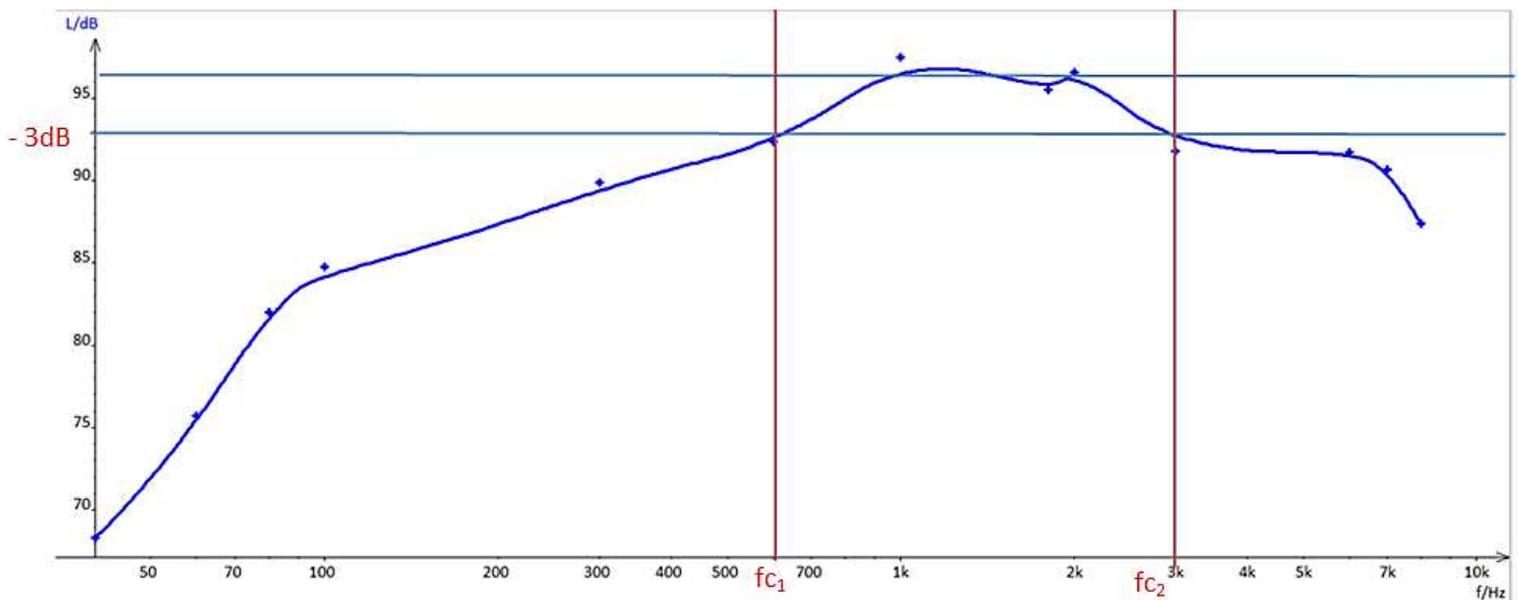
Sciencéthic

Maintenance et entretien :
Les réparations et opérations d'entretien non décrites dans ce mode d'emploi doivent être réalisées par un personnel qualifié.
Nettoyer périodiquement le boîtier de l'appareil avec un chiffon sec.
Ne pas utiliser d'abrasifs ou solvant.

II – Caractéristiques

- Gamme de mesure : 40 à 130 dBA
- Pondération en fréquence : type A (courbe de réponse de l'oreille humaine)
- Précision : $\pm 3,5$ dB à 1 kHz
- Microphone : à condensateur à électret 1.27 mm
- Fréquence : 31,5 Hz à 8 KHz
- Afficheur : 4 chiffres
- Résolution : 0,1 dB
- Temps d'affichage : 500 ms
- Pondération du temps : 125 ms
- Fonction dépassement de calibre : affichage de « OVER » quand le niveau d'intensité sonore dépasse 130 dBA
- Fonction économiseur de pile : extinction automatique après 15 minutes d'inactivité
- Alimentation : pile 9 V 6F22
- Durée de vie de la pile : 50 heures (pile alcaline)
- Température de fonctionnement : 0 à 40 °C (32 à 104°F)
- Taux d'humidité de fonctionnement : 10 à 90 % RH
- Température de stockage : -10 à +60°C (14 à 140°F)
- Taux d'humidité de stockage : 10 à 75 % RH
- Dimensions : 210x55x32 mm
- Masse : 135 g

III Exploitation



$$f_{c1} = 600 \text{ Hz} \quad \text{et} \quad f_{c2} = 3000 \text{ Hz}$$

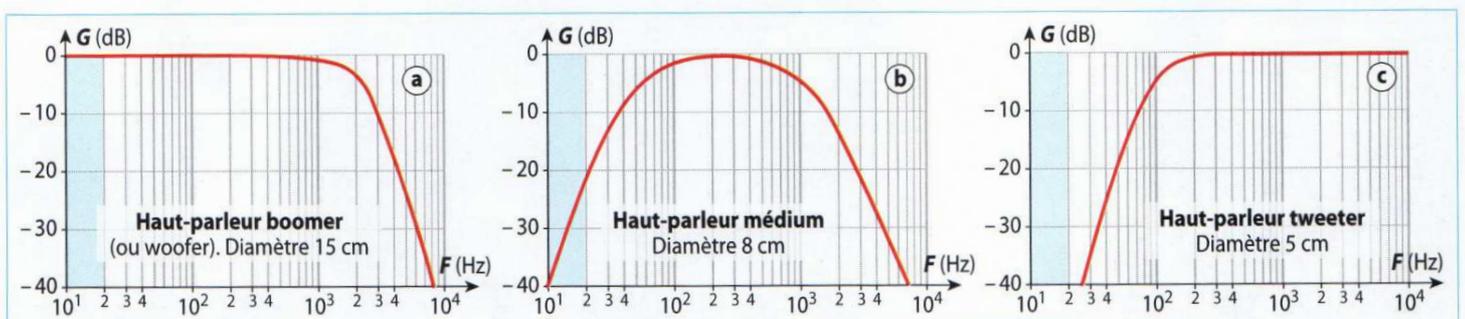
$$\text{Bande passante : } 600 \text{ Hz} \leq f \leq 3000 \text{ Hz}$$

3. En vous aidant de la notice du sonomètre , justifier la plage de fréquences choisies pour faire les mesures du II.

Le sonomètre a lui-même une bande passante comprise entre 31,5 KHz et 8 KHz, il ne peut donc mesurer le niveau sonore d'un son dont la fréquence est située hors de cet intervalle de fréquences.

IV. Etude de courbes de réponse en fréquence de différents haut-parleurs :

On donne la courbe de réponse en fréquence de différents haut-parleurs.



2. Courbes de gain en décibel de trois haut-parleurs différents. La zone bleue correspond aux infrasons ($F < 20$ Hz). Les ultrasons ont une fréquence supérieure à 20 000 Hz.

1. Quel est le haut-parleur dont la bande passante est dans les basses fréquences ? **le boomer**
 les moyennes fréquences ? **le medium**

les hautes fréquences ? **le tweeter**

2. Donner approximativement la bande passante à -3dB de chacun des haut-parleur.

le Boomer : bande passante à -3dB pour les fréquences inférieures à 2000Hz

le medium : bande passante à -3dB pour les fréquences comprises entre 70 Hz et 700 Hz

le tweeter : bande passante à -3dB pour les fréquences supérieures à 100Hz

3. Etablir une correspondance entre le diamètre d'un haut-parleur et :

a. Sa bande passante :

Plus le diamètre du haut-parleur est grand (boomer), meilleur est sa réponse pour les basses fréquences (son grave) et inversement plus le diamètre du HP est petit (tweeter) meilleur est sa réponse dans les hautes fréquences (son aigu)

b. L'ordre de grandeur de la longueur d'onde des sons émis.

$\lambda = \frac{v}{f}$; la longueur d'onde est inversement proportionnelle à la fréquence.

Le boomer de plus grand diamètre émet mieux les sons de basse fréquence c'est à dire de plus grande longueur d'onde.

Le tweeter de plus petit diamètre émet mieux les sons de fréquence élevée c'est à dire de plus petite longueur d'onde.

En conclusion, la longueur d'onde des sons émis varie dans le même sens que le diamètre du HP.