

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 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 délivrant une tension sinusoïdale réglable U_G .

Une interface d'acquisition branchée aux bornes du haut-parleur, permet de visualiser à l'ordinateur les caractéristiques de cette tension.

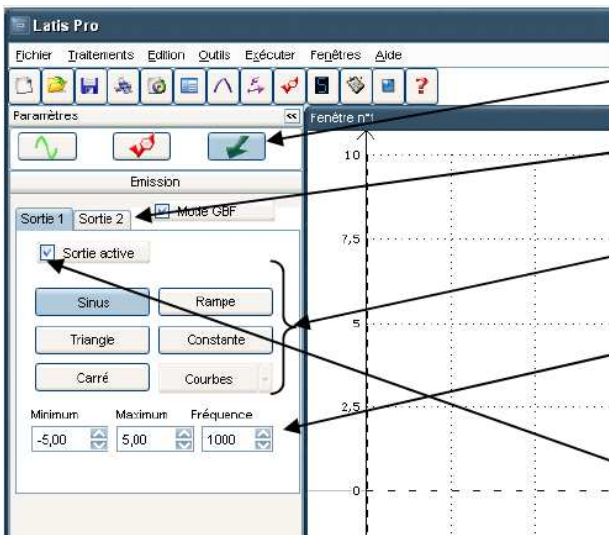
Un microphone (ou directement un sonomètre ? Il existe des applications gratuites pour android !), placé face au haut-parleur, fournit à ses bornes une tension U_M proportionnelle à l'amplitude du signal qu'il reçoit. Une interface d'acquisition branchée aux bornes du microphone, permet de visualiser à l'ordinateur les caractéristiques de cette tension.


2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

- Démarrer le logiciel Latispro et utiliser la sortie analogique SA1 de Sysam comme générateurs (GBF).

Paramétrage de la tension d'alimentation :

- sortie SA1: mode GBF, sortie active 1, sinus, $\pm 5V$, fréquence 10 Hz



Cliquer sur  pour ouvrir le mode paramétrage des émissions (GBF)

Ensuite, choisir la voie à paramétrer en sélectionnant l'onglet désiré

Choisir le type de forme d'onde désirée

Compléter les paramètres de tension maxi, mini et fréquence

Puis activer la sortie en cochant l'option sortie active

- Brancher un haut parleur sur la sortie SA1. Relier SA1 sur l'entrée EA1 et régler EA1 sur le calibre $\pm 5 V$ (accès aux propriétés de EA1 par un clic droit)
- Brancher un micro sur l'entrée EA0 et régler EA0 sur le calibre $\pm 5 V$. Renommer EA0 en U_M et EA1 en U_G

Remarque : le signal reçu par le micro doit être amplifié avant d'être envoyé sur l'interface Sysam (utiliser l'ampli en façade des GBF)

Paramétrage de l'acquisition :

- Durée = 300 ms
- Nombre de point de mesure = 2000
- Source de Déclenchement : Aucune

- Fixer le micro à environ 10 cm au dessus du haut parleur et déclencher l'acquisition du son avec F10
- Faire varier la **fréquence F** de la tension d'alimentation : 10 Hz, 30 Hz, 100 Hz, 300 Hz, 600 Hz, 10^3 Hz, $4 \cdot 10^3$ Hz, $8 \cdot 10^3$ Hz, 10^4 Hz.
- Pour chaque valeur de la fréquence F, mesurer l'amplitude des deux tensions U_G et U_M (accès au calibrage et au réticule par un clic droit sur le graphe)

ATTENTION :

- ➔ Il faut maintenir constante la distance entre le micro et le haut parleur
- ➔ vers 100 ou 200Hz le cadre plastique du HP Matelco peut entrer en résonance (idem vers 1000 ou 2000Hz, harmoniques : résonance aigüe) et conduire à une augmentation anormale du gain
- ➔ Pour supprimer ~totalement ce phénomène il suffit de bricoler les HP en plaçant une rondelle en caoutchouc entre le cadre plastique et la membrane du HP : un « petit » bricolage à prévoir à vos heures perdues...on embauche !



3. EXPLOITATION

- 1) Utiliser un tableur pour calculer le **gain en tension G** pour chaque valeur de la fréquence F.


$$G(\text{dB}) = 20 \log (U_m / U_g)$$

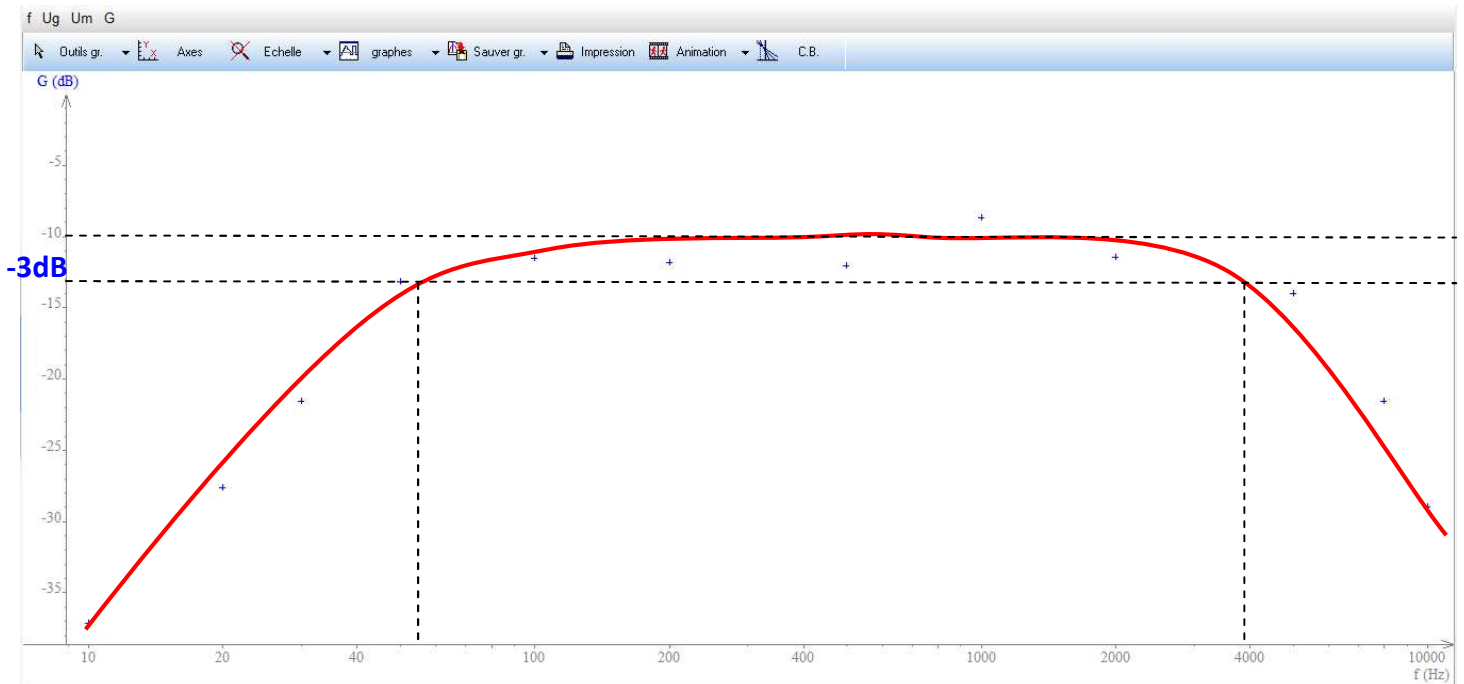
S'informer

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

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

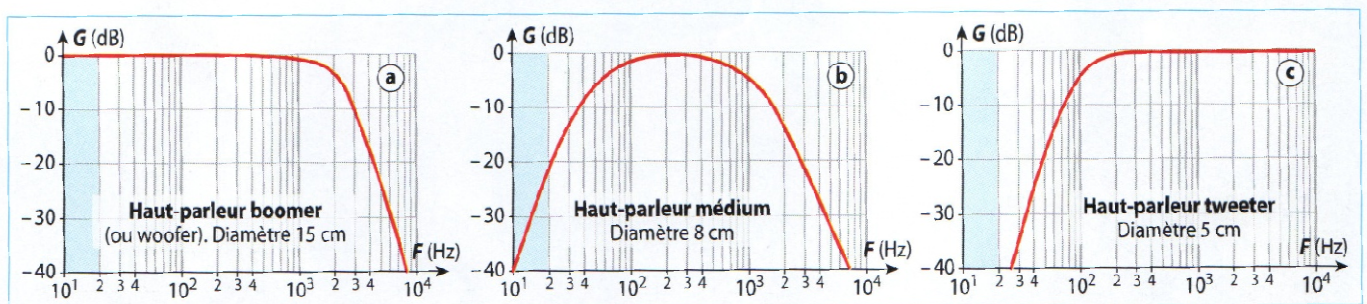
G_{max} est la valeur maximale du gain en tension G (dB).
L'**amplification** A est égale au rapport de l'amplitude U_M du signal électrique délivré par le microphone par l'amplitude U_G du signal délivré par le générateur BF.
La **bande passante** à -3 dB est l'intervalle de fréquence limité par les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

- 2) Tracer sur une feuille semi-logarithmique la courbe représentant les variations du gain en décibel G en fonction de la fréquence F en Hz. (Regressi : accès aux graduations logarithmique après un clic sur )
- 3) Déterminer graphiquement la ou les fréquences de coupure $F_{-3\text{dB}}$ et la bande passante à -3dB du haut-parleur étudié.



Bande passante à -3dB pour les HP Matelco (~50 Hz - 4.10³ Hz)

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.

4) Quel est le haut parleur dont la bande passante est dans les basses fréquences ? **le Boomer** les moyennes fréquences ? **le médium** les hautes fréquences ? **le tweeter**

5) 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 médium : 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

6) Etablir une correspondance entre le diamètre d'un haut-parleur et :

- 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)**
- L'ordre de grandeur de la longueur d'onde des sons émis.

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

Le boomer de plus grand diamètre émet mieux les sons de basse fréquence càd de plus grande longueur d'onde.

Le tweeter de plus petit diamètre émet mieux les sons de fréquence élevée càd 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.