

Domaine d'étude : émetteurs et récepteurs sonores
Mots-clefs : haut-parleur, enceinte acoustique, microphone

LES DIFFÉRENTS TYPES DE HAUT-PARLEURS

APPLICATION À L'ÉTUDE D'UNE ENCEINTE ACOUSTIQUE

CONTEXTE DU SUJET

Un haut-parleur génère une onde sonore dont la fréquence est égale à celle de la tension électrique qui est appliquée aux bornes du haut-parleur. On se propose ici d'étudier expérimentalement les comportements de divers haut-parleurs ainsi que leurs applications dans la constitution d'une enceinte acoustique.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION

Document I : Caractéristiques en fréquence d'un haut-parleur

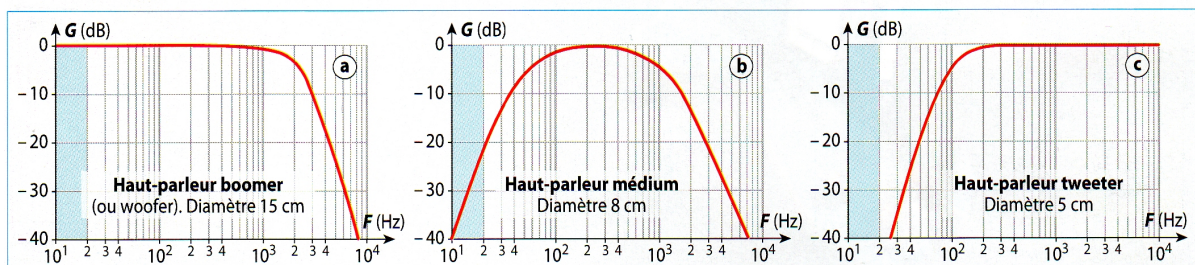
On appelle **amplification** A le rapport de l'amplitude U_M du signal électrique délivré par un microphone placé devant un haut-parleur, dans l'axe de celui-ci à l'amplitude U_G du signal électrique délivré par le générateur basse fréquence alimentant le haut-parleur. Ainsi, $A = \frac{U_M}{U_G}$.

Le **gain en tension** G , exprimé en décibels (dB), se calcule à partir de l'amplification par la relation mathématique suivante : $G = 20 \cdot \log(A)$. On note notamment G_{max} la valeur maximale du gain en tension.

La **fréquence de coupure** à -3 dB est une fréquence pour laquelle le gain en tension vérifie la relation suivante : $G_{-3 \text{ dB}} = G_{max} - 3 \text{ dB}$ ce qui revient à $A_{-3 \text{ dB}} = \frac{A_{max}}{\sqrt{2}}$.

Enfin, on définit la **bande passante** à -3 dB comme étant l'intervalle de fréquence limité par deux fréquences de coupure à -3 dB.

Document II : Exemple de courbes de gain de trois haut-parleurs



1. Comportement en fréquence de différents haut-parleurs

1.1. Mode opératoire

- ➡ Relier un petit haut-parleur placé verticalement à la sortie analogique SA1 de l'interface Sysam.
- ➡ Paramétrer l'interface Sysam de sorte qu'elle délivre un signal sinusoïdal d'amplitude 2 V de fréquence 900 Hz.
- ➡ Placer un microphone à quelques centimètres du haut-parleur, dans l'axe de celui-ci, relier ce microphone à l'entrée de l'amplificateur et relier la sortie de l'amplificateur à l'interface Sysam sur la voie EA0.
- ➡ Paramétrer la voie EA0 de sorte à visualiser le signal délivré par le microphone et à pouvoir en mesurer aisément l'amplitude.
- ➡ Régler le gain de l'amplificateur de sorte que l'amplitude du signal sur la voie EA0 soit maximale.
- ➡ Sans rien modifier d'autre que la fréquence du signal délivré par la sortie SA1, mesurer l'amplitude du signal sur la voie EA0 pour une dizaine ou une quinzaine de valeurs de fréquence différentes judicieusement choisies en fonction du haut-parleur (débuter à 500 Hz et si limiter à 10 kHz). Consigner les mesures dans un tableau de valeur.

1.2. Exploitation des mesures

- ➡ Pour chacune des mesures précédentes, calculer l'amplification A en rajoutant une colonne au tableau précédent.
- ➡ Calculer de même le gain en tension pour chaque mesure expérimentale et compléter le tableau en ajoutant à nouveau une colonne.
- ➡ Sur une feuille de papier semi-logarithmique, tracer la courbe représentant les variations du gain G en fonction de la fréquence f sachant que l'utilisation de deux décades est suffisante.
- ➡ Déterminer graphiquement la ou les fréquence(s) de coupure -3 dB, en déduire la bande passante à -3 dB et identifier le type de haut-parleur étudié (tweeter, médium ou woofer).
- ➡ Commenter la pertinence des résultats obtenus en proposant des pistes pour améliorer le mode opératoire mis en œuvre.

1.3. Conclusion et ouverture

- ➡ Si le temps le permet, reprendre le protocole et les questions précédentes pour un autre haut-parleur.
- ➡ Établir une correspondance entre le diamètre d'un haut-parleur et sa bande passante d'une part et entre son diamètre et la longueur d'onde des sons émis d'autre part.
- ➡ Expliquer pourquoi il est nécessaire de faire appel à plusieurs haut-parleurs dans une enceinte acoustique.
- ➡ Expliquer également le rôle des circuits électroniques appelés « filtres fréquentiels » que l'on trouve en amont des différents haut-parleurs d'une enceinte acoustique.



2. Directivité d'un haut-parleur : illustration à l'aide d'ultrasons

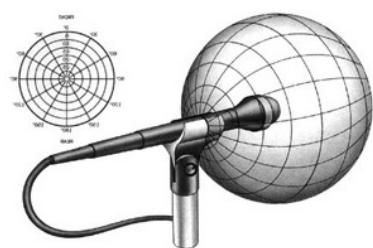
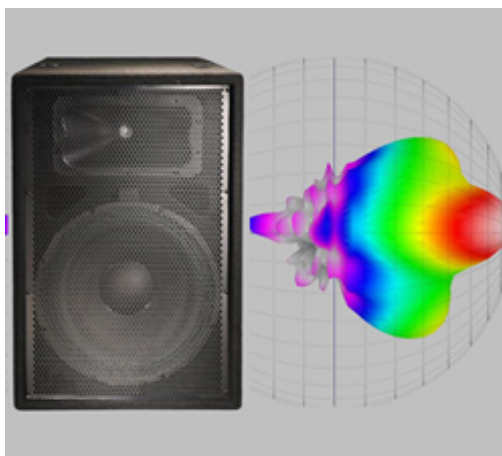
Dans cette seconde partie, on se propose de montrer ce qu'est la directivité d'un haut-parleur en utilisant un émetteur et un récepteur d'ultrasons. L'émetteur d'ultrasons joue le rôle du haut-parleur tandis que le récepteur d'ultrasons joue le rôle de microphone.

2.1. Mode opératoire

- ➡ Relier l'émetteur d'ultrasons à l'alimentation continue symétrique de Sysam : $+12\text{ V}$, 0 V , -12 V .
- ➡ Placer la feuille sous pochette plastifiée et portant des graduations angulaires face à l'émetteur de sorte que l'angle nul corresponde à la direction de l'émetteur. Placer le récepteur face à l'émetteur (angle nul) sur l'empreinte circulaire la plus proche de l'émetteur.
- ➡ Relier le récepteur d'ultrasons à la voie EA0 de Sysam et paramétrer cette voie de sorte à visualiser le signal reçu par l'émetteur et à pouvoir en déterminer aisément l'amplitude.
- ➡ Régler la fréquence de l'émetteur afin que l'amplitude du signal reçu par le récepteur soit maximale. Ne plus toucher à ce réglage par la suite.
- ➡ Dans un tableau de mesures, reporter les valeurs de l'amplitude du signal reçu par le récepteur lorsque la direction de réception est comprise entre -40° et $+40^\circ$. Choisir judicieusement le pas des mesures.

2.2. Exploitation des mesures

- ➡ Sur le diagramme polaire, reporter les valeurs de l'amplitude mesurée en fonction de l'angle de réception en choisissant une échelle radiale adaptée.
- ➡ Tracer la courbe afin d'obtenir le diagramme d'émission de l'émetteur d'ultrasons pour des angles compris entre -40° et $+40^\circ$.
- ➡ Déterminer l'ouverture du cône d'émission dans lequel l'amplitude est au moins égale à la moitié de l'amplitude maximale mesurée et conclure quant à la directivité de l'émetteur d'ultrasons.
- ➡ Proposer un protocole expérimental qui permettrait d'établir le diagramme de réception d'un microphone en utilisant des ondes sonores.



Papier semi-logarithmique

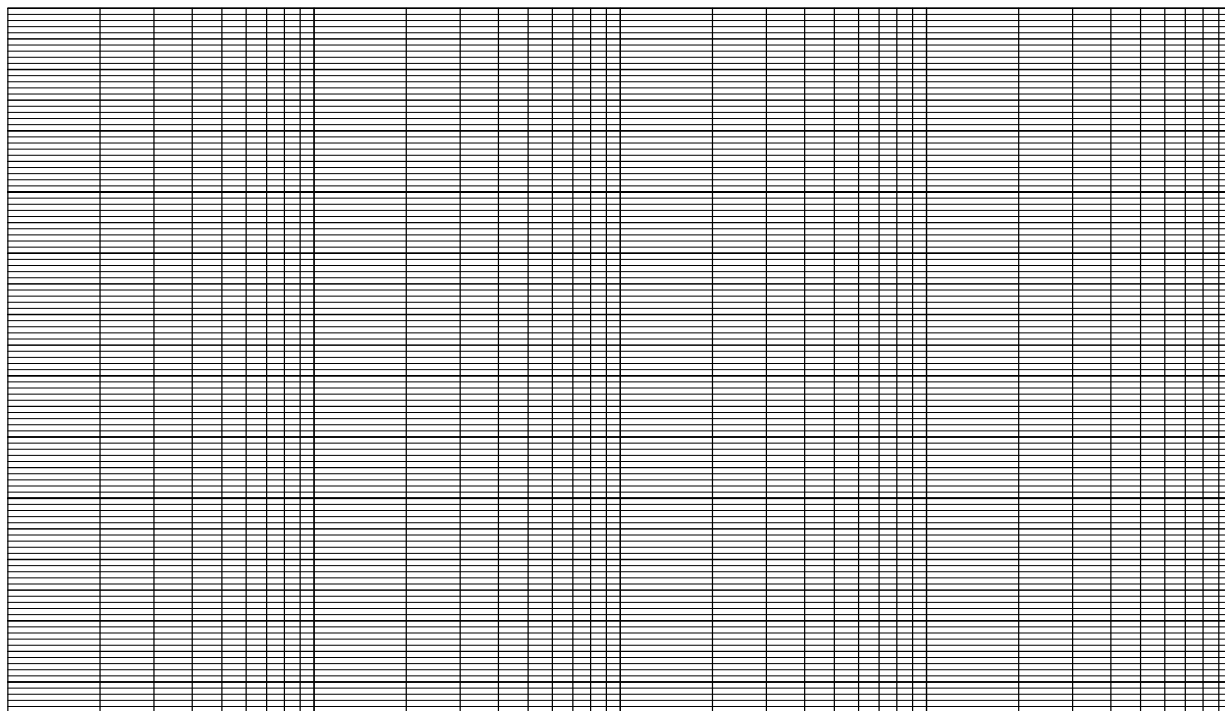


Diagramme polaire

