

## TP12 : Impédance électrique d'un haut-parleur

MATÉRIEL : Oscilloscope, résistance ajustable, GBF, gros haut-parleur, 2 multimètres, fils.

### 1 Objectif du TP

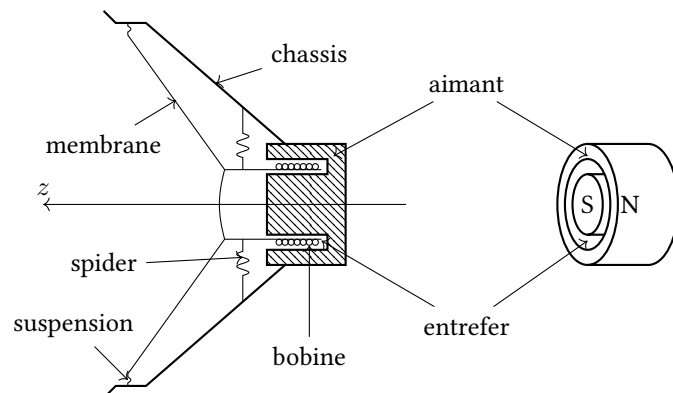
L'objectif de ce TP est d'étudier les caractéristiques électriques d'un haut-parleur. On s'intéressera plus précisément à caractériser son impédance électrique d'entrée pour mettre en évidence sa résonance électro-mécanique (couplage entre la résonance électrique et la résonance mécanique)

*Ne pas oublier qu'une mesure physique doit toujours être associée à une incertitude expérimentale. Penser à lire la notice des appareils pour connaître l'incertitude liée aux valeurs qu'ils fournissent.*

### 2 Mesure du module de l'impédance électrique du haut-parleur

#### 2.1 Fonctionnement d'un haut-parleur

Un haut-parleur électrodynamique est constitué d'un aimant permanent qui crée un champ magnétique dans lequel est plongée une bobine solidaire de la membrane du haut-parleur. Lorsqu'on fait passer un courant électrique dans la bobine celle-ci se comporte comme un électro-aimant qui subit une force de la part de l'aimant permanent. En faisant varier l'intensité du courant qui circule dans la bobine, on peut la faire osciller à une fréquence donnée et ainsi produire un son. La membrane est ramenée vers sa position d'équilibre par la force de rappel exercée par la suspension (spider) de la membrane.



#### 2.2 Mesure de l'impédance électrique

L'impédance  $Z$  du haut parleur est définie par  $Z = \frac{u}{i}$  où  $u$  et  $i$  sont respectivement la tension et l'intensité complexes aux bornes du haut-parleur. On souhaite mesurer le module  $Z(f) = |Z(f)| = \frac{|u|}{|i|}$  de l'impédance du haut-parleur, c'est à dire le rapport des amplitudes de la tension et de l'intensité circulant dans le haut-parleur, en fonction de leur fréquence  $f$ .

- Sachant que l'impédance d'entrée du haut-parleur est au maximum de quelques dizaines de Ohm, proposer un montage expérimental permettant d'effectuer ces mesures.
- Mesurer l'impédance du haut-parleur pour dans une gamme de fréquences qui vous paraît pertinente (il faut faire des essais et prendre en compte les limitations des appareils de mesure). Ne pas oublier les incertitudes de mesure.
- Tracer la courbe  $Z(f)$ . Expliquer en quoi cette courbe présente un phénomène de résonance.

#### 2.3 Modélisation

Une étude électrique et mécanique du haut-parleur électrodynamique montre que son impédance complexe s'écrit :

$$Z(\omega) = R + jL\omega + \frac{R_m}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

- Réaliser l'ajustement (avec le logiciel regressi qui comprend les nombres complexes contrairement au logiciel atelier scientifique) de  $Z(f)$  par la relation

$$Z(f) = \text{abs}(R + j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L + R_m / (1 + j \cdot Q \cdot (f/f_0 - f_0/f)))$$

### 3 Mesure de la phase de l'impédance électrique du haut-parleur

Observer à l'oscilloscope la phase de l'impédance électrique du haut-parleur et tracer qualitativement son comportement.