

# DEVOIR LIBRE N° : 11

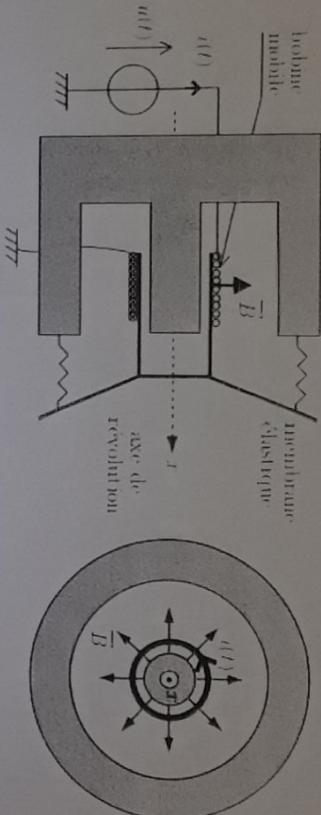
C.P.G.E

★ ★ ★

2TSI 2

## Restitution du son - Haut-parleur

Le haut-parleur électrodynamique peut être schématisé de la façon suivante :



Vue de côté

Vue de face

Il est constitué :

- d'un aimant annulaire d'axe  $O_x$  créant un champ magnétique radial permanent  $\vec{B} = B\hat{r}$  de norme quasiment uniforme  $B$  dans la région utile de l'entrefer;
  - d'une bobine indéformable de même axe  $O_x$  comportant  $N$  spires de rayon  $a$ , placée dans l'entrefer de l'aimant;
  - d'une membrane  $M$  perpendiculaire à l'axe et pouvant effectuer de faibles déplacements axiaux autour de sa position d'équilibre, grâce à un système élastique modélisé par un ressort unique de raideur  $k$ .
- L'ensemble mobile \{bobine + membrane\}, de masse  $m$ , repéré par l'abscisse  $x(t)$ , est de plus soumis à une force de frottement visqueux de la part de l'air de la forme  $\vec{F} = -f \frac{dx}{dt} \hat{r}$ , essentiellement due à l'onde sonore rayonnée par le haut-parleur.
- La bobine a une résistance  $R$  et une inductance  $L$ .

### A. Équations du mouvement

1. Expliquer qualitativement le fonctionnement du dispositif.
2. Établir l'équation mécanique du système en choisissant l'origine de l'axe ( $O_x$ ) au niveau de la position d'équilibre lorsque la bobine n'est pas parcourue par aucun courant.
3. Le haut-parleur est connecté à une source de tension parfaite délivrant la tension  $u(t)$ . Établir l'équation électrique du système.

### B. Impédance du haut-parleur

La tension  $u(t)$  est sinusoïdale :  $u(t) = U_0 \cos(\omega t)$ .

- a) Écrire l'équation électrique et l'équation mécanique en notation complexe.  
En déduire que le scénario électrique équivaut à un haut-parleur est :