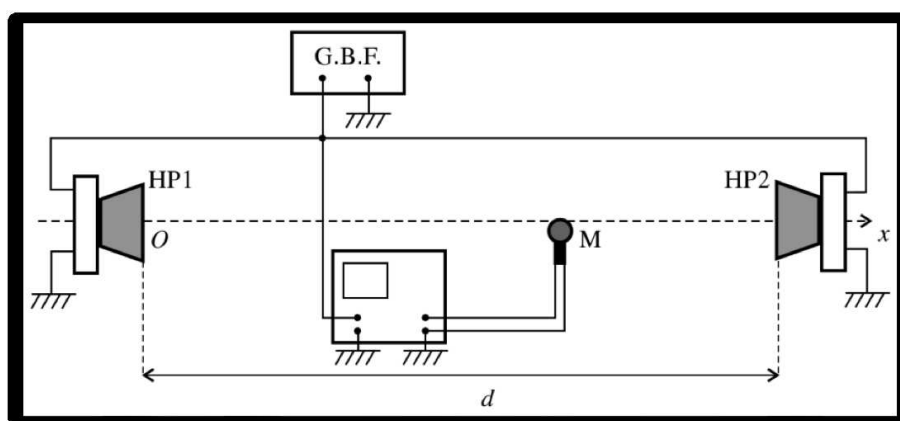


# DM n°8: Ondes

*A faire pour le jeudi 4 février 2021*

## I Ondes sonores

On s'intéresse à la superposition d'ondes sonores produites par deux haut-parleurs identiques,  $HP_1$  et  $HP_2$ , placés face à face, à une distance  $d$  l'un de l'autre, et alimentés par la même tension sinusoïdale de fréquence  $f = 1250 \text{ Hz}$ . Les haut-parleurs se trouvent sur un axe  $(Ox)$  :  $HP_1$  en  $x = 0$  et  $HP_2$  en  $x = d$ . Un microphone  $M$  de petite taille peut être déplacé le long de cet axe.



Un oscilloscope permet de visualiser le signal du générateur alimentant les haut-parleurs et la tension  $u$  délivrée par le microphone, le premier signal servant de source de déclenchement. On note  $\varphi_u$  la phase initiale de la tension  $u$ .

On négligera dans tout le problème la propagation des signaux électriques dans les câbles. On ne s'intéressera donc qu'aux ondes sonores émises par les haut-parleurs.

Lorsqu'on déplace  $M$  le long de  $(Ox)$  à proximité de la position  $x = \frac{d}{2}$ , on observe que l'amplitude de la tension  $u$  varie et passe successivement par des maxima et par des minima quasiment nuls, l'écart entre deux positions successives pour lesquelles l'amplitude est minimale étant constant et valant  $e = 13,8 \text{ cm}$ .

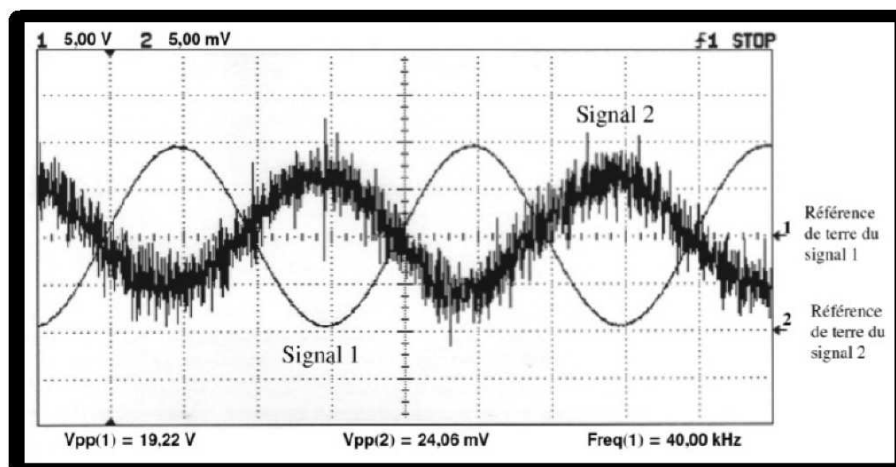
1. À quel phénomène ces observations font-elles penser ? On justifiera la réponse en quelques lignes.
2. Pour modéliser la situation, on suppose que les surpressions acoustiques  $p_1(x, t)$  et  $p_2(x, t)$  associées aux ondes sonores ont des amplitudes constantes le long de l'axe  $(Ox)$ , toutes les deux égales à  $P_0$ , et qu'elles ont toutes les deux la même phase initiale  $\varphi$  au départ des haut-parleurs. Écrire les expressions de  $p_1(x, t)$  et  $p_2(x, t)$  en fonction de  $P_0$ ,  $f$ ,  $\varphi$ ,  $x$ ,  $t$ ,  $d$  et de la célérité  $c$  du son.
3. Obtenir une expression de la surpression  $p(x, t)$  résultant de la superposition de ces deux ondes qui explique les observations ci-dessus.
4. Calculer la vitesse du son dans les conditions de cette expérience.

Quand on éloigne le microphone de la position médiane entre les haut-parleurs, les résultats expérimentaux sont modifiés. L'amplitude de la tension  $u$  continue à varier périodiquement, mais ne s'annule plus. Elle devient de plus en plus grande au fur et à mesure que le micro s'approche d'un haut-parleur. De plus, on constate que  $\varphi_u$  décroît selon l'abscisse  $x$  à proximité de  $HP_1$ .

5. Proposer une explication au fait l'amplitude de la tension  $u$  se s'annule plus.
6. Déterminer le déphasage  $\Delta\varphi(x)$  entre les ondes provenant des deux haut-parleurs en fonction de  $d$ ,  $c$ ,  $f$  et  $x$ .
7. En appelant  $A_1$  et  $A_2$  leurs amplitudes, exprimer l'amplitude  $A(x)$  de l'onde résultante.
8. Montrer que si on approche le micro près du haut-parleur  $HP_1$  :  $A(x) \simeq A_1 + A_2 \cos(\Delta\varphi)$ .
9. À l'aide d'une représentation de Fresnel, montrer que  $\varphi_u$  diminue avec  $x$  près de  $HP_1$ .

## II Résolution de problème

Un émetteur à ultrasons émet une onde sinusoïdale, qui est envoyée sur un obstacle. Un capteur à ultrason est positionné à côté de l'émetteur. On visualise à l'oscilloscope les signaux émis et reçu.



Déterminer la distance qui sépare l'émetteur de l'obstacle, sachant que les signaux se sont retrouvés 50 fois en phase durant l'éloignement de l'obstacle de l'émetteur.

*La réponse à cette question requiert une prise d'initiative. Le candidat est invité à consigner ses pistes de recherche. La qualité de la démarche choisie et son explicitation seront évaluées tout autant que le résultat final.*