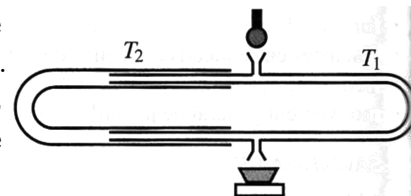


## TD application : Interférences à deux ondes



### I Trombone de K ENIG

Le trombone de K ENIG est un dispositif de laboratoire permettant de faire interférer deux ondes sonores ayant suivi des chemins différents. Le haut-parleur, alimenté par un générateur de basses fréquences, émet un son de fréquence  $f = (1500 \pm 1)$  Hz. On mesure le signal à la sortie avec un microphone branché sur un oscilloscope.

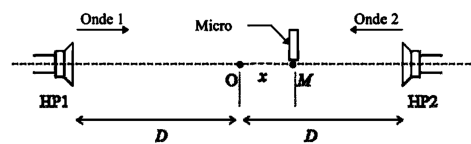


- 1) Exprimer en fonction de la distance  $d$  de coulissage de  $T_2$  par rapport à  $T_1$  le déphasage au niveau de la sortie entre l'onde sonore passée par  $T_2$  et celle passée par  $T_1$ .
- 2) En déplaçant la partie mobile  $T_2$ , on fait varier l'amplitude du signal observé. On observe que lorsqu'on déplace  $T_2$  de  $d = (11,5 \pm 0,2)$  cm, on passe d'un minimum d'amplitude à un autre. En déduire la valeur de la célérité du son dans l'air à 20 C, température à laquelle l'expérience est faite.



### II Interférences de 2 ondes sonores frontales

Dans le montage ci-contre, les deux haut-parleurs, notés HP1 et HP2 et séparés de la distance  $2D$ , sont alimentés en parallèle par une même tension électrique : les deux sources sonores émettent donc des vibrations  $p_1(t)$  et  $p_2(t)$  de même pulsation  $\omega$ , même phase à l'origine  $\varphi_0$  et même amplitude  $P_0$ . Les deux ondes arrivent au point M d'abscisse  $x$  avec des phases différentes et donc interf rent.



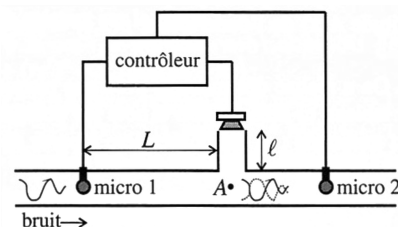
On considère que les ondes sonores se propagent sans déformation ni atténuation à la célérité  $c$  constante.

- 1) Exprimer le déphasage  $\Delta\varphi$  au point M entre les ondes issues de HP1 et HP2.
- 2) En déduire l'amplitude de l'onde sonore résultante au point M.
- 3) Déterminer les positions  $x_n$  pour lesquelles il y a interférences constructives au point M.
- 4) Exprimer la distance  $d$  entre deux maximums successifs d'intensité sonore.
- 5) Expérimentalement on trouve  $d = 21,2$  cm pour une fréquence sonore  $f = 800$  Hz. En déduire la valeur de la célérité du son dans l'air pour cette expérience.



### III Contrôle actif du bruit en conduite

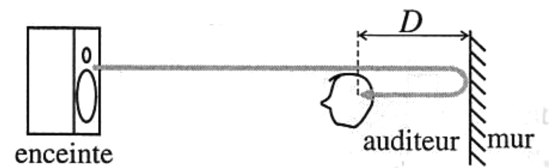
On s'intéresse à un système conçu pour l'élimination d'un bruit indésirable transport  par une conduite. Le bruit est détecté par un premier micro dont le signal est reçu par un contrôleur électronique. Le contrôleur, qui est le centre du système, envoie sur un haut-parleur la tension adéquate pour générer une onde de signal exactement opposé à celui du bruit de manière à ce que l'onde résultante au point A (voir figure ci-contre) et au-delà de A soit nulle.



- 1) Exprimer, en fonction de  $L$ ,  $l$  et de la célérité  $c$  du son, le temps disponible pour le calcul du signal envoyé sur le haut-parleur.
- 2) On suppose le bruit sinusoïdal de pulsation  $\omega$ . On appelle  $\varphi_1$  la phase initiale du signal détecté par le micro 1 et  $\varphi_{\text{HP}}$  la phase initiale du signal émis par le haut-parleur. Exprimer, en fonction de  $\omega$ ,  $c$ ,  $L$  et  $l$ , la valeur que doit avoir  $\Delta\varphi = \varphi_{\text{HP}} - \varphi_1$
- 3) L'onde émise par le haut-parleur se propage dans la conduite dans les deux sens à partir de A. Expliquer l'utilité du micro 2.

## ★ ★ IV Interférences et écoute musicale

La qualité de l'écoute musicale que l'on obtient avec une chaîne hi-fi dépend de la manière dont les enceintes sont disposées par rapport à l'auditaire. On dit qu'il faut absolument éviter la configuration représentée sur la figure : présence d'un mur à une « petite » distance  $D$  derrière l'auditaire.



Comme représenté sur la figure, l'onde issue de l'enceinte se réfléchit sur le mur. On note  $c = 342 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  la célérité du son dans l'air.

- 1) Exprimer le décalage temporel  $\tau$  qui existe entre les deux ondes arrivant dans l'oreille de l'auditaire : l'onde arrivant directement et l'onde réfléchie.
- 2) En déduire le déphasage  $\Delta\varphi$  de ces deux ondes supposées sinusoïdales de fréquence  $f$ . La réflexion sur le mur ne s'accompagne d'aucun déphasage pour la vibration acoustique.
- 3) Expliquer pourquoi il y a risque d'atténuation de l'amplitude de l'onde pour certaines fréquences. Exprimer ces fréquences en fonction d'un entier  $n$ . Quelle condition devrait vérifier  $D$  pour qu'aucune de ces fréquences ne soit dans le domaine audible. Est-elle réalisable ?
- 4) Expliquer qualitativement pourquoi on évite l'effet nuisible en éloignant l'auditaire du mur.