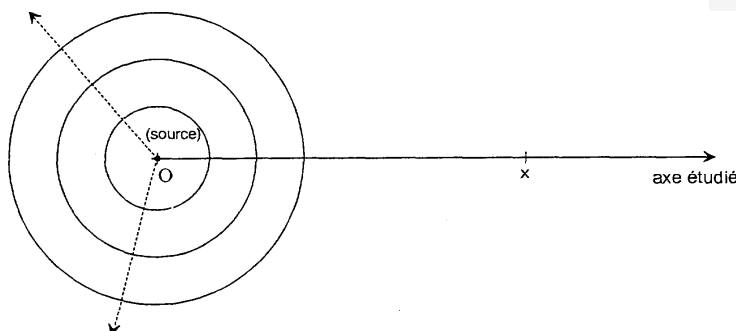


## CONTRÔLE 2 (60 min ; 20 points)

### Exercice 1 (7/20) : BTS Audiovisuel 2002 (extrait)

#### Propagation d'ondes sonores en espace libre

On suppose une source sonore unique considérée comme ponctuelle, rayonnant uniformément des ondes sphériques en espace libre (figure ci-dessous). On note  $P_e$  la puissance acoustique émise par cette source, le milieu est supposé sans pertes.



On note  $v$  la vitesse de propagation de l'onde sonore,  $\lambda$  sa longueur d'onde et  $\rho$  la masse volumique de l'air. On prendra  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$  et  $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$  pour les applications numériques. On rappelle que l'intensité rayonnée s'écrit  $I = \frac{P^2}{\rho v}$  où  $P$  est la valeur efficace de l'onde de pression correspondante.

1. Déterminer la surface sur laquelle se répartit la puissance émise  $P_e$  à une distance  $x$  de la source.
2. En déduire l'expression de l'intensité sonore  $I(x)$  rayonnée par la source à une distance  $x$  de celle-ci, en fonction de  $P_e$  et  $x$ .

On note respectivement  $I_0$  et  $P_0$  l'intensité et la pression efficace reçues à 1 mètre de la source.

3. Calculer  $I_0$  et  $P_0$  sachant que  $P_e = 0,1 \text{ W}$ .
4. Etablir l'expression de la pression efficace  $P(x)$  à une distance  $x$  de la source en fonction de  $P_0$  et de  $x$ .

Sur l'axe étudié, l'onde de pression s'écrit :

$$p_x(t) = \hat{P}(x) \cos(2\pi f t - \Phi(x))$$

5. Déterminer les expressions de  $\hat{P}(x)$  en fonction de  $P_0$  et  $x$ , puis  $\Phi(x)$  en fonction de  $x$  et  $\lambda$ .
6. Calculer la plus faible distance non nulle séparant deux points de l'axe (Ox) vibrant en phase à une fréquence  $f = 1000 \text{ Hz}$ .

On rappelle qu'une pression efficace de  $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$  correspond à un niveau acoustique de 0 dB spl.

7. Calculer le niveau acoustique reçu à 5 mètres de la source.

**BTS Audiovisuel 2002 (extrait)**

### Exercice 2 (7/20) : BTS TP 2005

#### A – Diapason :

Un diapason émet un son pur d'une seule fréquence. L'intensité de ce son est amortie au cours du temps. On place un microphone devant le diapason et on enregistre la tension recueillie aux bornes du microphone grâce à un dispositif d'acquisition de données adapté.

1. Donner l'allure de la courbe représentant la tension ainsi relevée en fonction du temps. La commenter.

2. La fréquence  $f_d$  du son émis par le diapason est :  $f_d = 440 \text{ Hz}$ .

On admet que la célérité du son dans l'air, notée  $c_s$ , est  $c_s = 330 \text{ m.s}^{-1}$ . En déduire la longueur d'onde  $\lambda_s$  de ce son.

3. On éloigne le microphone du diapason d'une distance  $d$  telle que :  $d = 50 \text{ m}$ .

Combien de temps faudra-t-il au son pour parcourir cette distance ?

#### B – Sonomètre :

On place maintenant un sonomètre à une distance  $d_1$  du diapason précédent. Lorsque le diapason est en train d'émettre un son, à un instant  $t$  donné, le sonomètre indique alors 80 dB.

1. Quelle est l'intensité acoustique du son émis par le diapason ?

2. Calculer combien il faudrait de diapasons identiques jouant ensemble pour obtenir un son de 86 dB.

3. On utilise un sonomètre situé initialement à la distance  $d_1$  du diapason telle que :  $d_1 = 5,0 \text{ cm}$ .

a) Etablir la relation donnée ci-dessous, permettant de relier l'affaiblissement  $A$  d'un signal et les positions initiale  $d_1$  et finale  $d_2$  du capteur par rapport à la source :

$$A = 20 \log(d_2 / d_1)$$

b) Calculer la distance  $x$  dont il faut reculer le sonomètre pour que celui-ci n'indique plus que 65 dB.

*Donnée* : Intensité minimale audible  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

**BTS TP 2005**

#### Exercice 3 (6/20) BTS Productique Bois 2006

On s'intéresse à l'acoustique d'un atelier comportant plusieurs machines à bois, chacune d'elles se comportant comme une source sonore considérée comme ponctuelle qui émet avec la même intensité dans toutes les directions de l'espace.

On néglige dans le problème le phénomène de réverbération des ondes sonores.

*Les trois parties du problème sont indépendantes.*

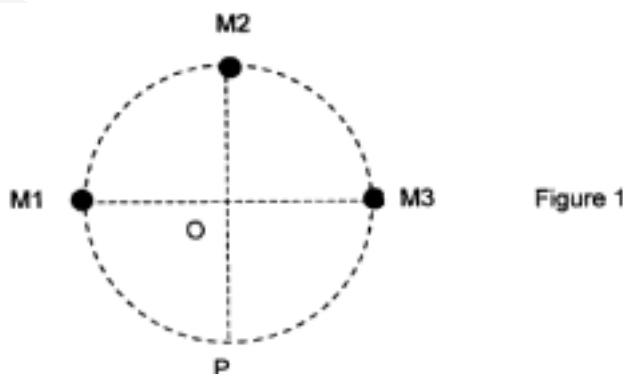
*Données* : Intensité acoustique de référence :  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Puissance acoustique de référence :  $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$

Surface d'une sphère de rayon  $R$  :  $S = 4 \pi R^2$

L'atelier est une pièce carrée de 10 m de côté, classé dans la réglementation comme un « atelier de taille moyenne » (voir document 1 page 2)

Les 3 machines  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  sont réparties dans l'atelier sur un cercle de rayon  $R = 4,0 \text{ m}$



Lorsqu'elles fonctionnent, ces machines sont des sources sonores d'intensités acoustiques respectives mesurées en O, centre du cercle :  $I_1 = 3,0 \times 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$ ,  $I_2 = 4,0 \times 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$  et  $I_3 = 3,0 \times 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$ . La mesure est réalisée en 3 étapes successives : une seule des machines étant en fonctionnement, les deux autres étant à l'arrêt. On rappelle la relation :  $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ .

1. Calculer les puissances acoustiques  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  émises par chaque source.
2. Calculer le niveau sonore en O,  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$  relatif à chacune des machines fonctionnant seule.
3. Quel appareil permet de mesurer un niveau sonore ? Quelles sont les unités de la grandeur mesurée ?
4. Déterminer les niveaux sonores  $L_O$  en O puis  $L_P$  en P lorsque les 3 machines fonctionnent simultanément.
5. Sur le document 2 (à rendre avec la copie), sont représentées les lignes de même niveau sonore (indiqué en dB). Les coordonnées horizontales de chaque point de l'atelier peuvent être repérées par rapport à l'origine O relativement aux graduations (en mètre) indiquées sur les bordures du graphique.
  - a) En regard à la réglementation en vigueur, quelle est l'obligation de l'employeur si les techniciens assurant la maintenance dans l'atelier sont susceptibles de s'approcher jusqu'à 2 m des machines pour les arrêter ?
  - b) L'employeur souhaite placer une barrière de protection parallèle à une ligne joignant les machines ( $M_1$ ,  $M_3$ ) pour permettre aux ouvriers n'étant pas chargés d'une intervention sur les machines, d'accéder occasionnellement à l'atelier.

A quelle distance de la porte d'entrée cette barrière doit-elle être placée ?

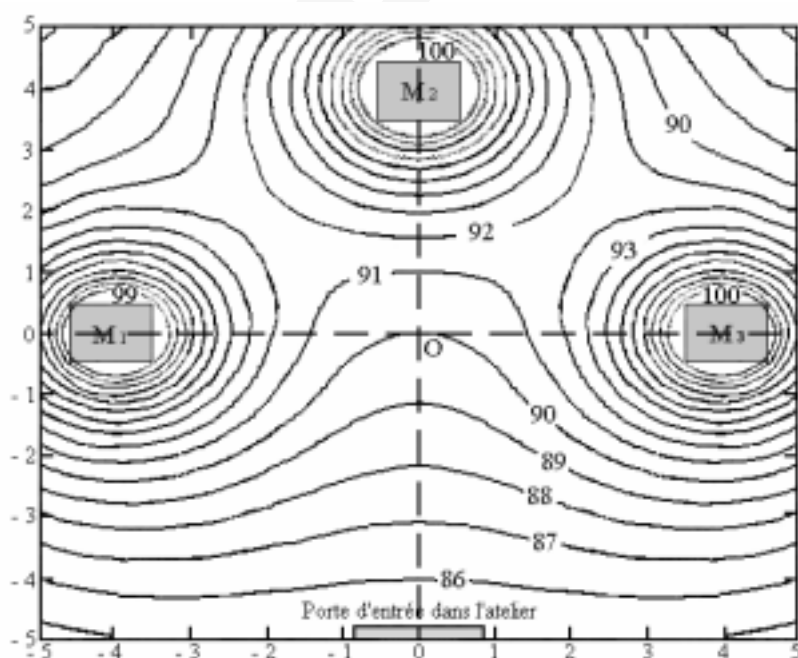
Document réponse (à rendre avec la copie)

**Document 1** : Réglementation en vigueur en matière de protection contre le bruit dans l'industrie :

Le niveau d'exposition sonore quotidien à partir duquel l'employeur est obligé de mettre à disposition des protecteurs individuels (casques ou bouchons d'oreilles) est 85 dB.

Le niveau d'exposition sonore quotidien à partir duquel l'employeur est obligé de faire porter des protecteurs individuels est 90 dB.

**Document 2** : Lignes de même niveau acoustique.



BTS Productique Bois 2006