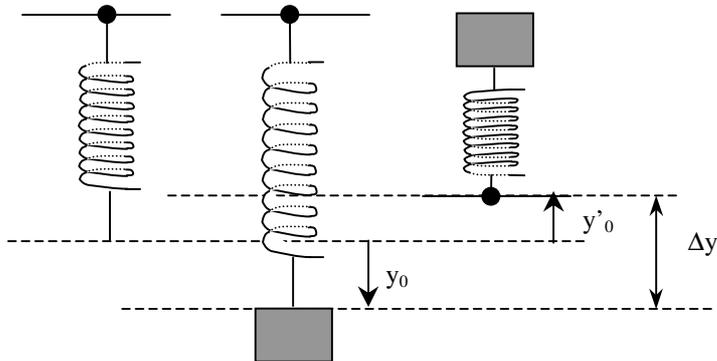


**TD  
ACOUSTIQUE 1 & 2**

## Exercices Chapitre 1 et 2

### Exercice 1

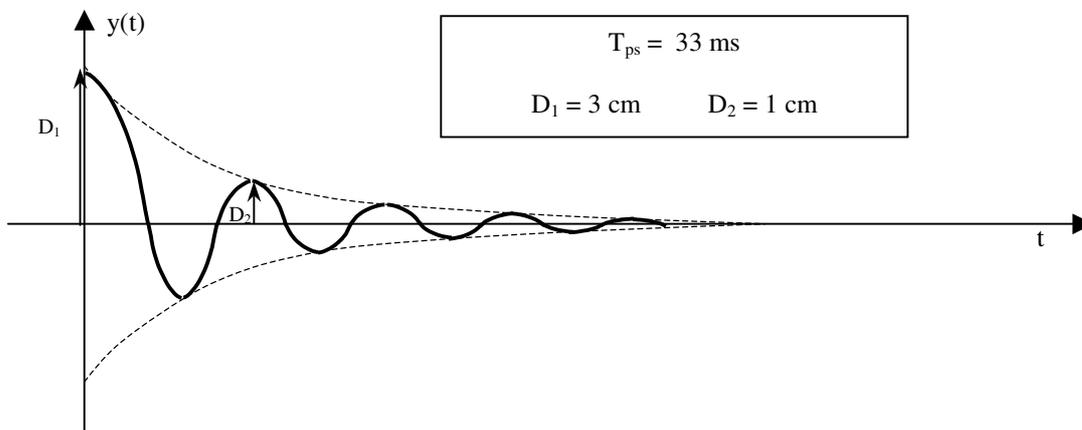
On désire déterminer la pulsation propre d'un système masse ressort à spires non jointives. Pour cela, on le place successivement dans les deux sens comme représenté ci-dessous.



Exprimer  $\omega_0$  en fonction de  $\Delta y$ . En déduire que la mesure de  $\Delta y$  permet de déterminer  $\omega_0$ .

### Exercice 2

On considère un système dont l'observation de la réponse pseudopériodique montre :



Exprimer le coefficient d'amortissement  $z$  en fonction de  $\delta = \ln(D_1/D_2)$ .

En déduire la valeur de  $z$

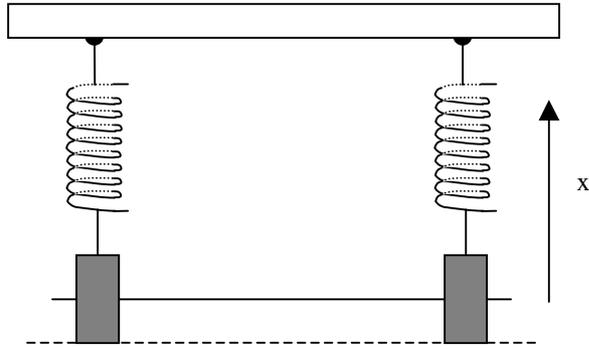
Calculer la pulsation propre du système

### Exercice 3

Un signal oscillatoire amorti décroît de  $A$  dB pendant une durée  $\Delta t$ . Exprimer le produit  $z\omega_0$  en fonction de  $A$  et  $\Delta t$ .

## Exercice 4

On modélise le train avant d'un véhicule de masse  $m$  à l'aide de deux ressorts de raideur  $k$  et de longueur  $l_0$  à vide.



$$m = 1200 \text{ kg} \quad k = 20000 \text{ N m}^{-1} \quad l_0 = 45 \text{ cm}$$

On suppose que les roues sont indéformables.

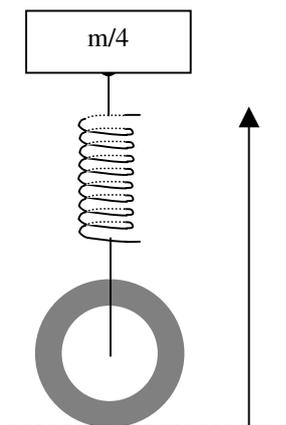
1°/ Montrer que ce dispositif est équivalent à un ressort unique dont on exprimera la raideur  $k'$  en fonction de  $k$ .

2°/ Le véhicule étant à l'arrêt, comprime de  $x_0 = 5 \text{ cm}$  puis on relâche à un instant considéré comme origine des temps.

- Etablir l'équation différentielle du mouvement
- Déterminer la solution
- Déterminer l'accélération maximale.

## Exercice 5

On considère un système amortisseur roue pneu d'un véhicule.



Soit  $k_1$  la raideur du ressort,  $k_1 = 25000 \text{ N m}^{-1}$   
La longueur est  $l_1 = 50 \text{ cm}$

Le pneu est considéré comme un second ressort de raideur  $k_2$ ,  
 $k_2 = 250\,000 \text{ N m}^{-1}$  et de longueur  $l_2 = 10 \text{ cm}$ .

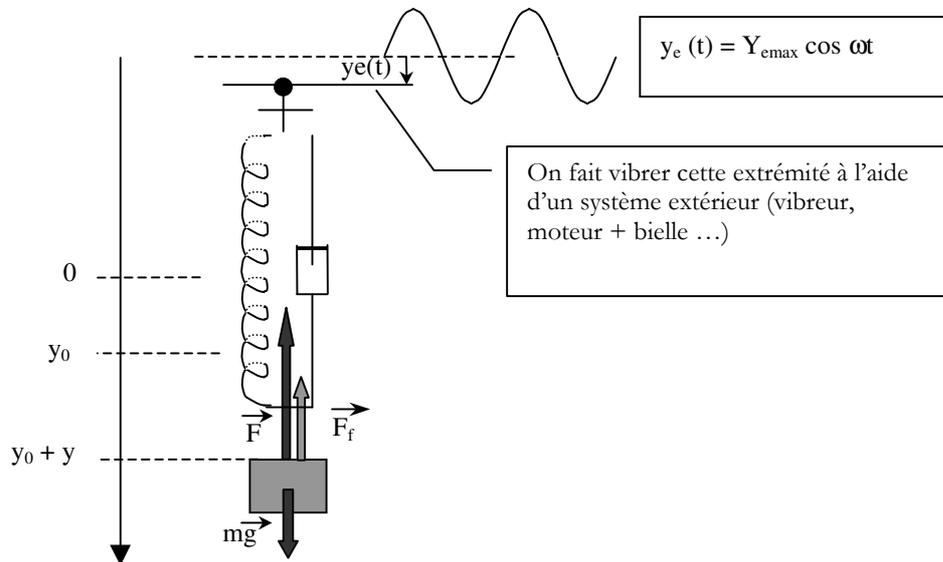
1°/ Montrer que le système ressort pneu est équivalent à un ressort unique. Exprimer la raideur  $k$  de ce ressort et sa longueur  $l$  à vide.

2°/ Déterminer la fréquence propre du système.

## Exercices Chapitre 3

### Exercice 1

On considère le système suivant :



Exprimer la fonction de transfert vitesse/excitation :  $\underline{V} / \underline{Y}_e$

Exprimer son module et son argument

En déduire la réponse en fréquence de la vitesse de la masse.

### Exercice 2

Le dispositif considéré est toujours le même, mais l'excitation a pour origine une force  $F_e$ ,  
 $F_e = F_{\text{emax}} \cos \omega t$ .

1°/ Ecrire l'équation différentielle correspondante.

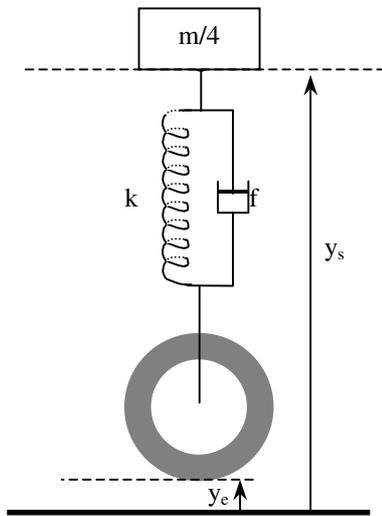
2°/ Exprimer la fonction de transfert  $\underline{Y} / \underline{F}_e$

3°/ Exprimer la fonction de transfert  $\underline{V} / \underline{F}_e$

4°/ Exprimer la puissance ( $P = F.v$ ) en fonction de  $F_e$  et des paramètres  $z$  et  $\omega_0$

### Exercice 3

On considère le système suivant on néglige l'action du pneu.



1°/ Exprimer la fonction de transfert en régime harmonique  $\underline{Y}_s / \underline{Y}_e$

2°/ Mettre le dénominateur sous la forme normalisée du second ordre, identifier le coefficient d'amortissement et la pulsation propre.

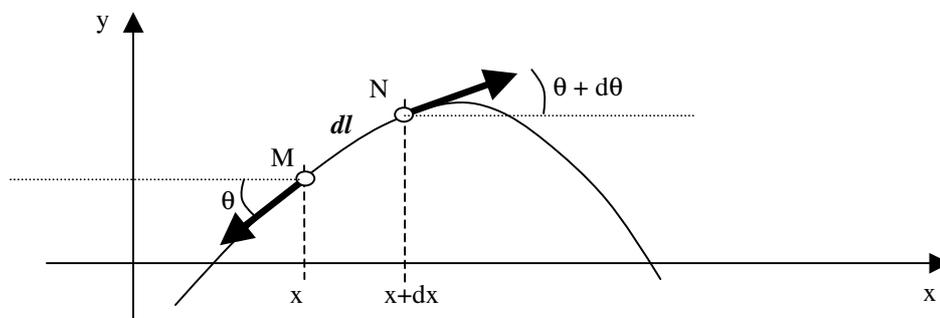
3°/ Lorsque l'on soulève la voiture de 25 cm, la roue est juste décollée du sol. Le ressort prend sa longueur à vide de 40 cm. Déterminer la raideur du ressort.

4°/  $m = 1200$  kg, déterminer  $f$  pour que le système ne présente pas de résonance.

## Exercices Chapitre 4 et 5

### Exercice 1

On considère une corde de longueur  $L$  et de masse  $m$ . (masse linéique  $\mu$ ).  
La corde est supposée non élastique, sans torsion et tendue par une force de tension  $T$



A l'équilibre la corde est horizontale suivant l'axe  $Ox$ .  
La corde est écartée de sa position d'équilibre par une petite déformation dans la direction  $Oy$ .  
On suppose que tous les points de la corde conservent alors leur abscisse initiale.

On étudie les mouvements transversaux de la corde. On note  $y(x,t)$  l'élongation au point  $M$  à la date  $t$ .

1°/ Ecrire le principe fondamental de la dynamique pour l'élément de corde de longueur  $dl$  compris entre  $x$  et  $x+dx$ .

2°/ Projeter cette relation vectorielle selon la direction  $Oy$ .

3°/ On supposera que  $\theta$  est faible

$$\Rightarrow \sin(\theta+d\theta) \approx \tan(\theta+d\theta) \approx \theta+d\theta$$

$$\Rightarrow \sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$$

$$\Rightarrow dl \approx dx$$

- a) Exprimer  $\tan \theta$  en fonction de  $y$  et  $x$
- b) En déduire l'équation régissant le mouvement  $y(x,t)$  de la corde.
- c) Conclure et donner l'expression de la vitesse de propagation.

4°/ La tension d'une corde de piano est  $1098 \text{ N}$  sa masse par unité de longueur est  $65 \text{ g/m}$ .  
Déterminer la vitesse de propagation des ondes sur cette corde.

## Exercice 2

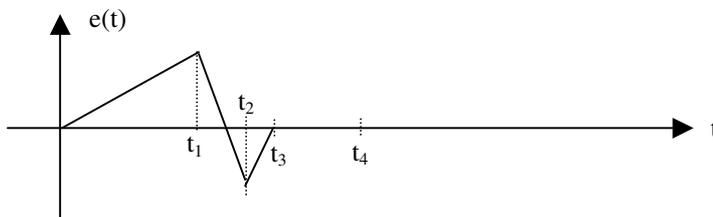
1°/ Déterminer la longueur d'une onde sonore de fréquence 440 Hz puis 1 kHz se propageant dans l'air à 340 m/s.

2°/ Déterminer les longueurs d'onde des fréquences extrêmes audibles (20 Hz, 20 kHz)

3°/ Déterminer la fréquence des ondes électromagnétique correspondant au domaine visible, longueur d'ondes comprises entre 400 et 700 nm.

## Exercice 3

1°/ L'extrémité d'une corde est soumise à une déformation  $e(t)$  donnée ci dessous.



Représenter l'allure de la corde à  $t = t_1, t_2, t_3$  et  $t_4$

2°/ La corde est maintenant agitée périodiquement, la période étant  $t_4$ .

La longueur de la corde est très grande devant la longueur d'onde. Représenter l'allure de la corde à  $t_4, 2t_4, 3t_4$ .

3°/ La tension de la corde est de 500 N. Sa masse linéique est de 40 g/m. Déterminer la longueur d'onde.

## Exercice 4

Une onde carrée se propage le long d'une corde. Dessiner l'onde réfléchié lorsque l'extrémité est libre et lorsqu'elle est fixe.



## Exercice 5

Représenter l'allure à différents instants de la corde au passage de deux ondes carrées opposées circulant en sens inverse. Conclure.

## Exercice 6

La 3<sup>ème</sup> corde « La » d'un violon mesure 33 cm et est accordée sur 440 Hz.

La corde suivante « Mi » est accordée sur 659 Hz.

A quelle distance doit-on pincer la 3<sup>ème</sup> corde pour qu'elle produise le son de la 4<sup>ème</sup>.

## Exercice 7

Une corde de harpe est accordée sur un fondamental de 650 Hz.

1°/ Quelle est la longueur d'onde du 4<sup>ème</sup> harmonique

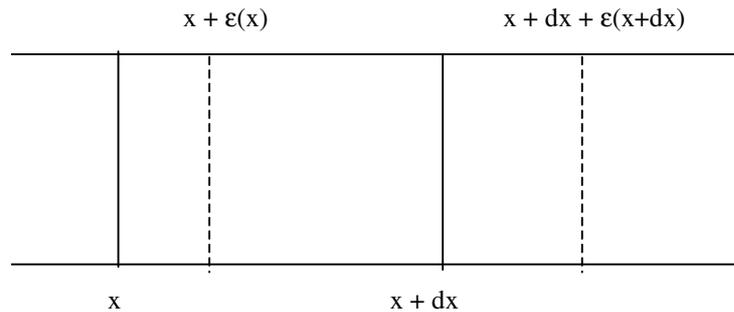
2°/ Quelle est la longueur d'onde de l'onde sonore produite dans l'air ( $c = 344 \text{ m/s}$ )

## Exercices Chapitre 7

### Exercice 1

On considère un tuyau cylindrique de section  $S$  contenant un fluide parcouru par une onde plane progressive.

Sous l'action de l'onde, la tranche de fluide de largeur  $dx$  se déplace de  $\epsilon$  et se déforme : sa largeur devient  $dx + [\partial\epsilon/\partial x] dx$



- 1°/ Exprimer la force agissant en  $x$  sur la section en fonction de la pression  $p(x,t)$ .
- 2°/ Exprimer la force agissant en  $x+dx$  sur la section en fonction de la pression  $p(x+dx,t)$ .
- 3°/ Ecrire le principe fondamental de la dynamique pour exprimer  $\partial p/\partial x$  en fonction de l'accélération  $\partial^2\epsilon/\partial t^2$ .  
*On rappelle que  $p(x+dx,t) = p(x,t) - [\partial p/\partial x]dx$  : développement en série de Taylor.*
- 4°/ Exprimer la variation de volume en fonction de  $S$  et  $\epsilon$ .
- 5°/ Introduire le coefficient de compressibilité isentropique  $\chi = (-1/V)(dV/dP)$  pour obtenir l'expression de  $\partial\epsilon/\partial x$  en fonction de la pression acoustique  $p(x,t)$ .
- 6°/ Montrer que les équations obtenues au 3°/ et au 5°/ permettent d'écrire l'équation de propagation pour  $\epsilon(x,t)$  et pour  $p(x,t)$ .

### Exercice 2

On donne les caractéristiques de l'air :

$$\rho_0 = 1,21 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\gamma = 1,402$$

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

Calculer la vitesse de propagation des ondes sonores et l'impédance acoustique.

### **Exercice 3**

Combien faut-il de sources sonores identiques pour augmenter le niveau d'intensité sonore de 10 dB ?

On considère 20 sources sonores identiques de 70 dB chacune. Quel est le niveau d'intensité sonore résultant ?

### **Exercice 4**

Un avion au décollage correspond à une intensité sonore de 130 dB

Quelle est la pression sonore correspondante ?

Calculer l'amplitude de la pression sonore correspondant au seuil de la douleur 140 dB ?

### **Exercice 5**

Un moteur émet une onde sonore sphérique dont le niveau d'intensité sonore est de 130 dB à 10 m.

Calculer le niveau d'intensité sonore à 100 m

### **Exercice 6**

Deux source sonores sont réunies dans une pièce : aspirateur 80 dB et radio 65 dB.

Quel est le niveau d'intensité sonore dans la pièce ?

### **Exercice 7**

Un avion à réaction croisant à 3000 m d'altitude produit à terre un bruit de niveau d'intensité 40 dB. Quel serait le niveau d'intensité sonore à terre si l'avion vole à 1000 m d'altitude ?

### **Exercice 8**

Le rapport entre les intensités acoustiques de deux sources est de 8.

Quel est le rapport des amplitudes de pression acoustiques ?

### **Exercice 9**

Calculer les amplitudes du déplacement d'un piston produisant des ondes sonores de niveau d'intensité 0 dB, 60 dB et 140 dB.

Calculer les pressions efficaces correspondantes.

### **Exercice 10**

Le niveau d'intensité sonore mesuré dans une rue en ville est de 84 dB

Ce niveau monte à 91,8 dB au passage d'un camion.

Quel est le niveau d'intensité sonore du camion seul ?

## Acoustique 2 : Exercices Chapitre 1

### Exercice 1 – *Traité en CM*

Montrer qu'en champ libre, une source sonore ponctuelle de puissance  $\mathcal{P}_e$  voit son niveau d'intensité acoustique décroître de 6 dB avec le doublement de la distance.

### Exercice 2 – *Traité en CM*

On considère une source linéique comme une route dont la puissance  $\mathcal{P}_e$  est constante dans le temps et sur la longueur. Montrer que le niveau d'intensité acoustique décroît de 3 dB avec le doublement de la distance.

### Exercice 3 – *Traité en CM*

On considère une source sonore émettant une puissance acoustique  $\mathcal{P}_e$ .

Exprimer  $L$  le niveau d'intensité acoustique à la distance  $d$  en fonction de  $L_w$  le niveau de puissance acoustique de la source dans les cas suivants :

- 1°/ Source en champ libre
- 2°/ Source posée sur le sol
- 3°/ Source posée à la base d'un mur
- 4°/ Source posée au sol dans un coin

### Exercice 4

On considère une source de puissance 5 W et de facteur de directivité  $Q = 4$ .

Calculer le niveau de puissance sonore  $L_w$  de la source.

Calculer l'intensité acoustique, le niveau sonore à 5, 10 et 15 m de la source

### Exercice 5

On considère une source sonore d'indice de directivité  $D$  émettant en champ libre.

A la distance  $d_1$ , la sensation perçue est jugée insuffisante.

A quelle distance de la source faut-il se placer pour doubler la sensation sonore ?

### Exercice 6

Soit une source sonore directive caractérisée par une émission dans un angle solide  $\Omega = 4\pi/3$ .

1°/ Calculer le facteur de directivité de la source

2°/ La puissance acoustique émise est  $\mathcal{P}_e = 0,15 \text{ W}$ . Calculer le niveau d'intensité acoustique à 1m, 2m, 5m.

Reprendre l'exercice avec  $\Omega = 4\pi/5$

### Exercice 7

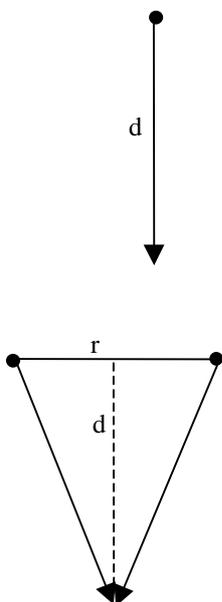
Soit une source sonore (Haut parleur omnidirectionnel) de niveau de puissance  $L_w = 100 \text{ dB}$ .

1°/ Déterminer la distance  $d$  pour que le niveau sonore perçu soit de 90 dB.

2°/ Idem avec le haut parleur fixé contre un mur au centre.

3°/ Jusqu'à quelle distance entend-on quelque chose dans l'hypothèse où il n'y a pas d'atténuation, pas d'obstacle et pas de bruit de fond.

### Exercice 8



1°/ Situation 1 : On dispose d'une source sonore de puissance  $\mathcal{P}_e$  de directivité  $Q$ .

Exprimer le niveau d'intensité sonore à la distance  $d$ .

2°/ Situation 2 : On dispose de 2 sources sonores non cohérentes, caractérisées par le même  $\mathcal{P}_e$  et  $Q$ .

Exprimer le niveau d'intensité sonore à la distance  $d$ .

3°/ Situation 3 : On dispose de 2 sources sonores cohérentes, caractérisées par le même  $\mathcal{P}_e$  et  $Q$ .

Exprimer le niveau d'intensité sonore à la distance  $d$ .

4°/ A quelle condition liant  $r$  et  $d$  obtient-on un niveau d'intensité sonore supérieur avec la situation 2 ?

## Exercices Chapitre 2

### Exercice 1

Dans les conditions normales de température et de pression ( $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $P = 10^5 \text{ Pa}$ ), l'air a une masse volumique de  $1,21 \text{ kg/m}^3$ . Le coefficient  $\gamma = c_p/c_v = 1,402$ .

Calculer la vitesse de propagation du son dans l'air.

Calculer l'impédance acoustique de l'air

### Exercice 2

On considère de l'eau dont la masse volumique est  $998 \text{ kg/m}^3$  et de coefficient de compressibilité isentropique  $\chi_s$  de  $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1}$ .

Calculer la vitesse de propagation du son dans l'eau.

Calculer l'impédance acoustique de l'eau.

### Exercice 3

En reprenant les données de l'exercice 2, déterminer le coefficient de réflexion  $R$  de la puissance sonore donné par

1°/ La coque en acier d'un sous-marin. (densité acier =  $7,7$ . Vitesse du son dans l'acier :  $5900 \text{ ms}^{-1}$ )

2°/ La partie immergée d'un iceberg. (densité glace =  $0,92$ . Vitesse du son dans la glace :  $1200 \text{ ms}^{-1}$ )

### Exercice 4

Une onde sonore incidente sinusoïdale de pulsation  $\omega$  arrive perpendiculairement sur un mur de béton d'épaisseur  $10 \text{ cm}$  parfaitement rigide. Soit  $\mu$  la masse du mur par unité de surface. Soit  $Z_2$  l'impédance acoustique du béton et  $Z_1$  celle de l'air. La masse volumique du béton est. Soit  $x$  l'abscisse du mur vibrant sous l'action de l'onde sonore.

1°/ Exprimer les équations de continuité de la vitesse.

2°/ Ecrire le principe fondamental de la dynamique pour le mur.

3°/ Exprimer le coefficient  $t$  de transmission de la pression acoustique en fonction de  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $\mu$  et  $\omega$  en utilisant la notation complexe.

4°/ Exprimer  $|t|^2$

5°/ Calculer ce coefficient à  $10 \text{ Hz}$ ,  $100 \text{ Hz}$  et  $1000 \text{ Hz}$ , conclure.

$\mu = 240 \text{ kg/m}^2$      $\rho_2 = 2400 \text{ kg/m}^3$      $c_2 = 4000 \text{ m/s}$      $Z_1 = 430 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

## Exercices Chapitre 3

### Exercice 1

On considère 4 salles de dimensions respectives  $L \times l \times h$  données en m sont les suivantes :

Salle 1 : 5 x 5 x 5

Salle 2 : 5 x 5 x 6

Salle 3 : 6 x 5 x 4

Salle 4 : 40 x 30 x 20

1°/ Calculer les fréquences correspondant aux différents modes en remplissant le tableau ci-dessous.

| Mode | Salle 1 | Salle 2 | Salle 3 | Salle 4 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 100  |         |         |         |         |
| 010  |         |         |         |         |
| 001  |         |         |         |         |
| 200  |         |         |         |         |
| 020  |         |         |         |         |
| 002  |         |         |         |         |
| 110  |         |         |         |         |
| 011  |         |         |         |         |
| 101  |         |         |         |         |
| 111  |         |         |         |         |
| 201  |         |         |         |         |
| 210  |         |         |         |         |
| 021  |         |         |         |         |
| 120  |         |         |         |         |
| 102  |         |         |         |         |

2°/ Comparer les différentes salles : domaine fréquentiel et espacement des modes, coïncidence.

3°/ Pour chaque salle exprimer la densité modale et calculer la fréquence de Schroëder, en déduire le temps de réverbération.

4°/ Calculer pour chaque salle le temps de mélange défini par Polack.

## **Exercice 2 : Nombre de réflexions dans une salle**

Un signal sonore se propage dans une salle parallélépipédique  $L \times l \times h$ .

Sachant que le nombre de réflexions par seconde est  $n = c S / (4V)$

Comparer les nombres de réflexions par secondes les distances moyennes entre deux réflexions et les temps moyens entre deux réflexions pour les 4 salles de l'exercice 1. Conclure.

## **Exercice 3 :**

Calculer jusqu'à 500 Hz les fréquences propres axiales d'un local de dimensions :  $3,41 \times 2,10$  pour une hauteur de 2,15 m.

Les proportions du local sont-elles idéales au sens de Bolt ?

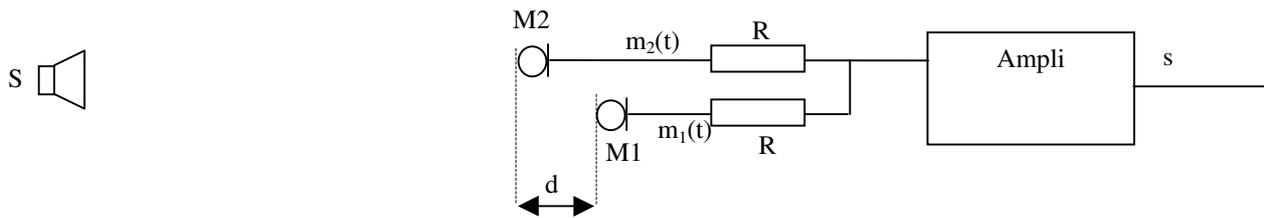
Déterminer la fréquence de Schroëder, en déduire le temps de réverbération.

## Exercices Chapitre 5

### Exercice 1

Une source sonore sinusoïdale  $S$  est captée par deux microphones  $M1$  et  $M2$ .  
Soit  $d$  la différence des distances  $d = SM1 - SM2$ .

On envoie les signaux délivrés par les deux microphones sur un même amplificateur :



1°/ Exprimer  $m_1(t)$  en considérant que  $m_2(t) = M \sin \omega t$

2°/ En déduire l'expression de  $s(t)$

3°/ En déduire la fonction de transfert  $\underline{T} = \underline{S}/\underline{M}$

4°/ Exprimer  $|\underline{T}|$

5°/ Représenter l'allure de  $|\underline{T}|(\omega)$ . Conclusion.

### Exercice 2

La courbe 1.x donne la réponse impulsionnelle d'une salle de  $4*3*10$

La courbe 2.x donne la réponse impulsionnelle d'une salle de  $2*3*10$

La source est à mi-hauteur et à 1,5 m du mur d'estrade. Le récepteur est à mi-hauteur et à 4 m du mur du fond. La simulation est réalisée à 20°C, 50% d'humidité et une masse volumique de l'air de  $1,2 \text{ kg/m}^3$ ;

**Courbe x.1 :** Les sols et les murs d'estrade et du fond sont totalement absorbants, les murs latéraux sont totalement réfléchissants.

**Courbes x.2 :** Estrade et fond en bois, latéraux totalement réfléchissants, sol et plafond totalement absorbants.

**Courbes x.3 :** Estrade, fond, sol et plafond en bois, latéraux totalement réfléchissants.

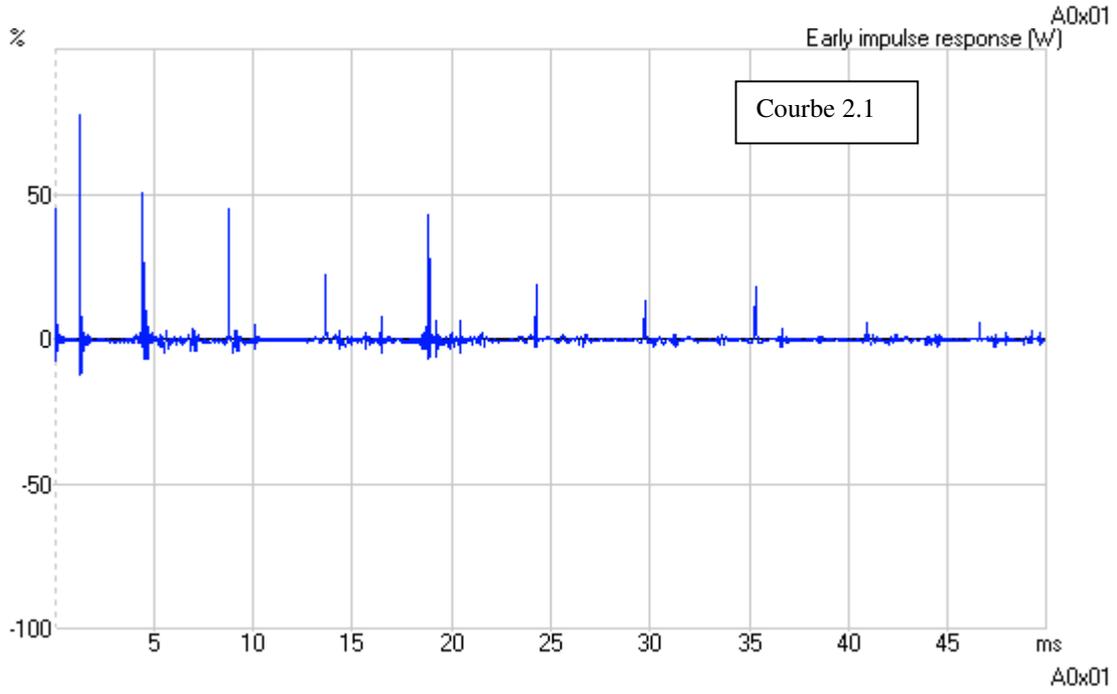
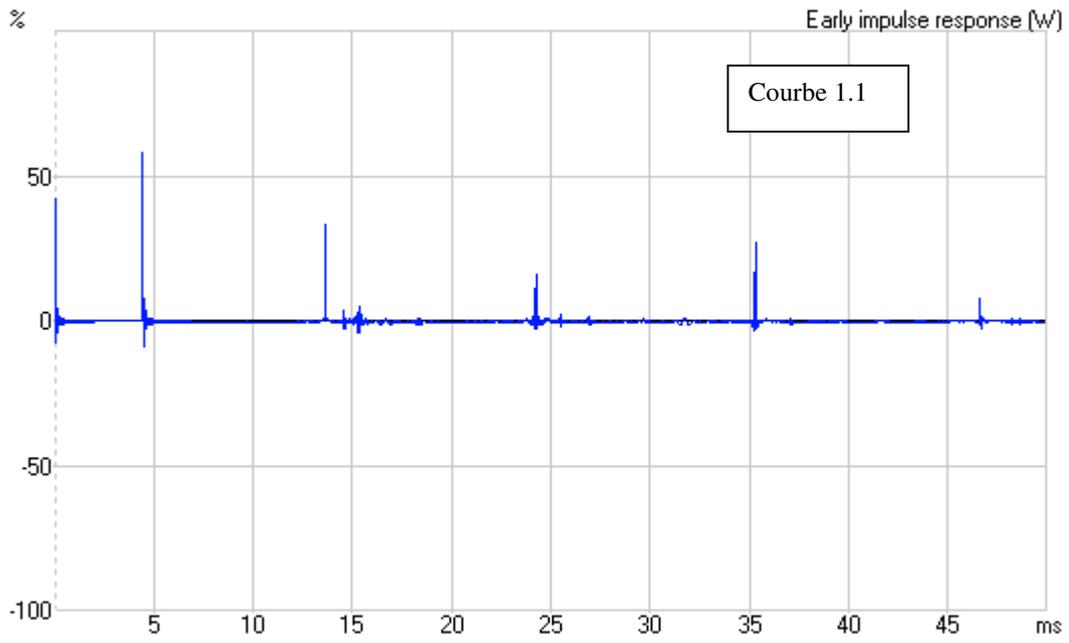
Que représente le premier pic sur chaque courbe ?

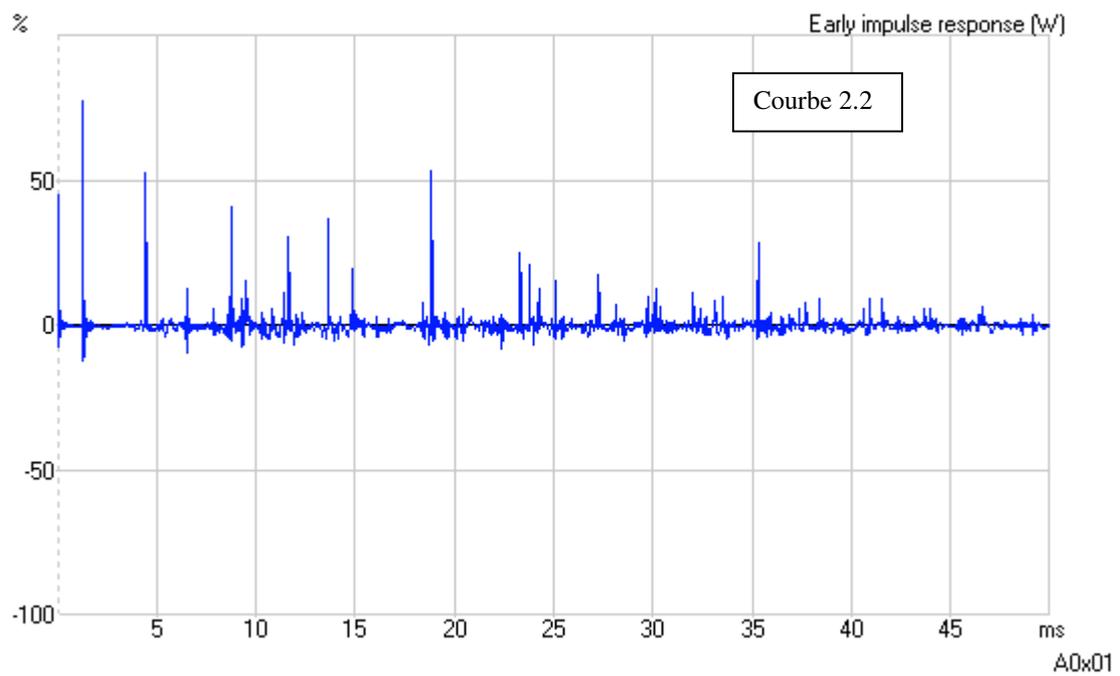
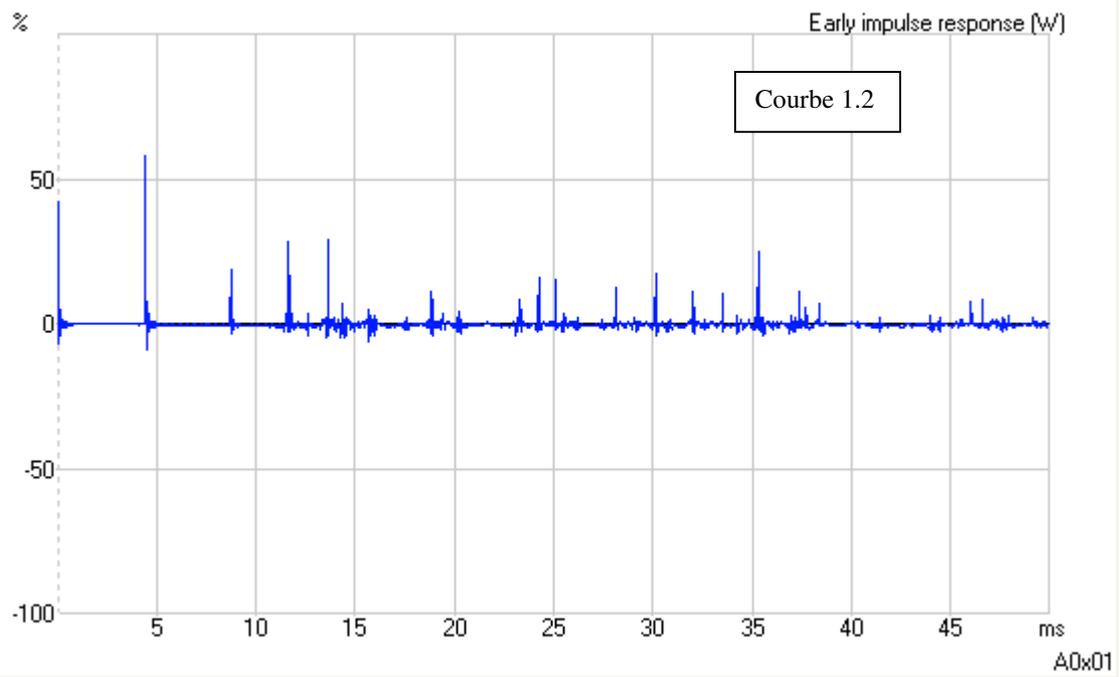
En prenant  $t=0$  l'instant d'émission de l'onde sonore par la source. Déterminer l'instant où le récepteur reçoit directement l'onde.

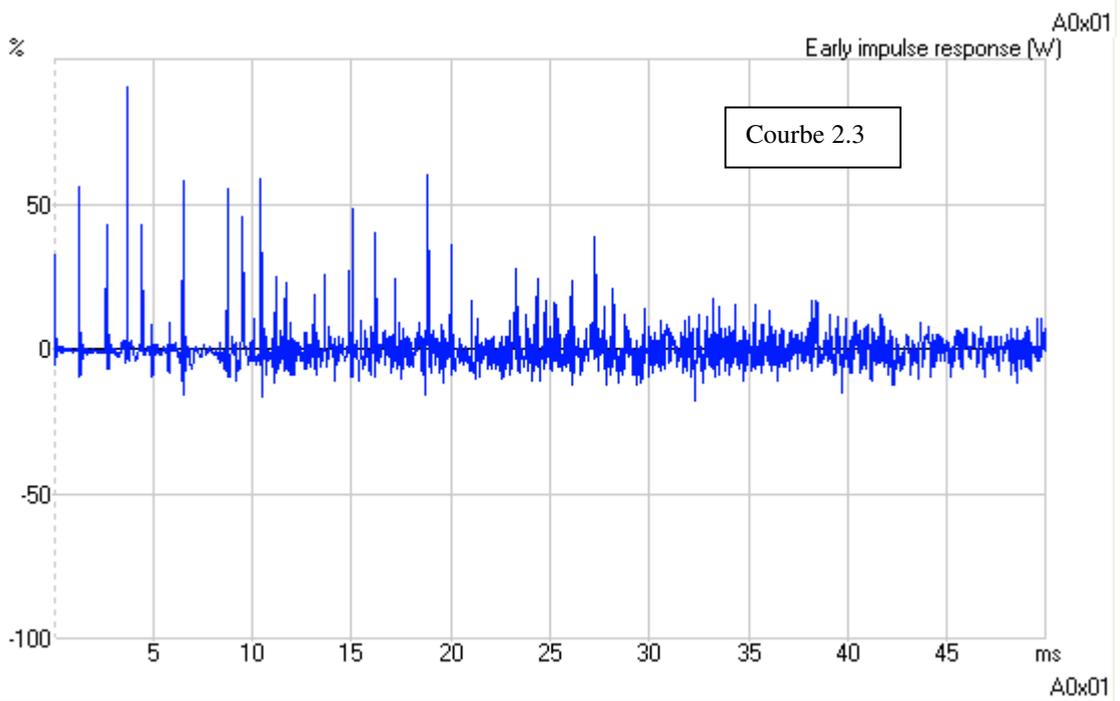
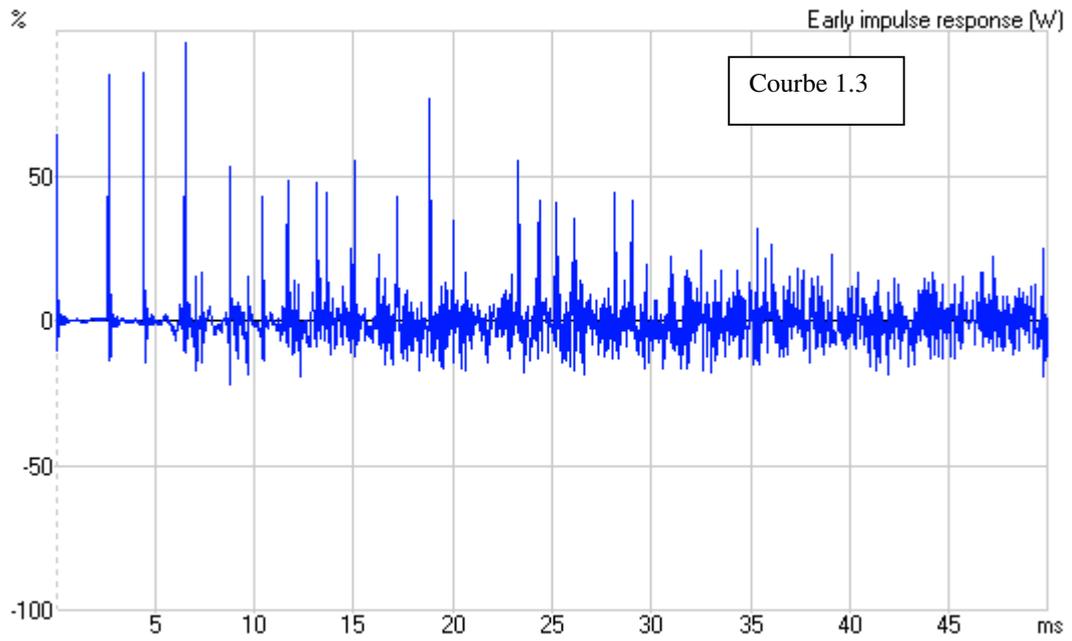
Déterminer pour chaque courbe l'instant correspondant à la première réflexion.

En déduire la longueur du trajet et vérifier en fonction de la taille de la pièce.

Comparer également les courbes d'une même salle en fonction des matériaux utilisés.







## Exercices Chapitre 6

### Exercice 1 – Etablissement du son.

Une salle de séjour de dimensions : 5 x 10 x 2,5 a un coefficient d'absorption moyen  $\alpha = 0,15$ .

- 1°/ Déterminer la surface d'absorption équivalente A.
- 2°/ Calculer le temps de réverbération RT<sub>60</sub> (Sabine).
- 3°/ Calculer la constante de temps de la salle
- 4°/ Une source omnidirectionnelle placée dans cette salle émet un son en continu. Le niveau d'intensité acoustique  $L_i$  mesuré en régime permanent est de 80 dB. Calculer la puissance  $\mathcal{P}$  de la source en Watt. Représenter l'évolution de I(t).
- 5°/ On coupe la source sonore à l'instant t<sub>1</sub>. Représenter alors l'évolution de I(t).
- 6°/ Déterminer le libre parcours moyen entre deux réflexions et le nombre de réflexions par seconde dans cette salle.

### Exercice 2 – Détermination d'un coefficient d'absorption d'un matériau

Une salle de dimensions 6 x 7 x 3 (murs en béton brut) dédiée à la mesure des coefficients d'absorption de différents matériaux a un coefficient d'absorption moyen connu  $\alpha = 0,05$  à 500 Hz.

Calculer le RT<sub>60</sub> de la salle.

On place sur les parois 25 m<sup>2</sup> du matériaux à qualifier. Le temps de réverbération mesuré est alors de RT<sub>60</sub>' = 0,74 s

Déterminer le coefficient d'absorption  $\alpha_x$  du matériau.

### Exercice 3 – Influence de la distance source récepteur.

I - La mesure du niveau d'intensité sonore d'une source omnidirectionnelle en champ libre donne 92 dB à 1m50.

- 1°/ Quel est le niveau de pression sonore à la même distance ?
- 2°/ Calculer le niveau de puissance sonore de la source.

II - Cette source est placée dans une salle 10 x 7 x 4. Le coefficient d'absorption moyen de la salle est  $\alpha = 0,02$ .

- 1°/ Calculer le niveau de pression sonore total à 0m75, 1m50, 3 m et 6m.
- 2°/ Calculer le niveau d'intensité sonore totale à 0m75, 1m50, 3 m et 6m.
- 3°/ Calculer le grossissement acoustique aux différentes distances et le rayon acoustique de la salle.
- 4°/ Représenter l'allure du niveau de pression sonore total en fonction de d.

## Exercices Chapitre 7

### Exercice 1 –

On effectue le relevé du niveau de pression sonore donné par une machine à différentes fréquences :

|           |       |      |     |      |      |      |
|-----------|-------|------|-----|------|------|------|
| f         | 125   | 250  | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| $L_p$ SPL | 75    | 78   | 83  | 88   | 83   | 75   |
| Pond A    | -15,5 | -8,5 | -3  | 0    | 1    | 1    |
| $L_{pA}$  |       |      |     |      |      |      |
| $I_A$     |       |      |     |      |      |      |

Déterminer le niveau de pression sonore après application de la pondération A pour chaque fréquence.

En déduire le niveau de pression sonore total en dBA.

Un salarié est exposé pendant 4h au bruit décrit ci-dessus. Déterminer le niveau d'exposition sonore sur 8h ( $L_{ex,8h}$ ). Conclure sur les mesures que l'employeur doit mettre en œuvre.

Même question si le salarié est exposé pendant 9h.

### Exercice 2

Un salarié est exposé à un niveau  $L_{Aeq}$  de 85 dB pendant 3h puis à un niveau de 95 dB pendant 30 min.

Déterminer le niveau d'exposition sonore sur 8h. Conclure.

### Exercice 3

1°/ Mesures dans la pièce, bruit blanc.

|             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F           | 31,5 | 63   | 125  | 250  | 500  | 1k   | 2k   | 4k   | 8k   | 16k  |
| $L_{eq}$ dB | 36,5 | 43,7 | 44,1 | 45,2 | 54,5 | 57,7 | 60,5 | 62,5 | 59,5 | 45,2 |

Calculer le  $L_{eq1}$  total.

## 2°/ Mesures pièces voisine (à 3m de la paroi)

|           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| F         | 31,5 | 63   | 125  | 250  | 500  | 1k   | 2k   | 4k   | 8k   | 16k  |
| Leq<br>dB | 27,6 | 35,2 | 34,4 | 31,7 | 37,7 | 32,7 | 35,5 | 39,9 | 32,9 | 24,7 |

Calculer le Leq2 total.

## 3°/ Isolement

### a) L'isolement brut

L'isolement brut de la paroi entre 2 pièces est donné par :  $D = L1 - L2$

Calculer D pour chaque fréquence.

|   |      |    |     |     |     |    |    |    |    |     |
|---|------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|
| F | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k | 16k |
| D |      |    |     |     |     |    |    |    |    |     |

### b) L'isolement normalisé

L'isolement normalisé de la paroi entre 2 pièces est donné par :

$$D_n = L1 - L2 + 10 \log (RT60/0,5) - 10 \log d/3$$

*d étant la distance du point de mesure à la paroi.*

Sachant que la mesure du temps de réverbération donne  $RT60 = 0,75s$ , calculer  $D_n$  pour chaque fréquence.

### d) Indice d'affaiblissement

Facteur de transmission :  $\tau = I2/I1$

L'indice d'affaiblissement est défini par :  $R = 10 \log ( I1/I2 ) = 10 \log ( 1/\tau )$

Calculer l'indice d'affaiblissement global.

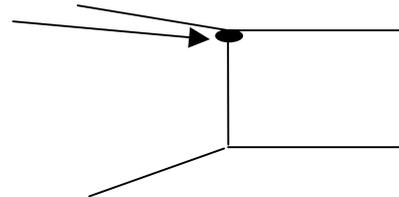
## REVISIONS

### Exercice 1

Soit une source sonore omnidirectionnelle de niveau de puissance sonore  $L_{W} = 92$  dB placée en champ libre.

1°/ Déterminer la distance  $d$  pour que le niveau d'intensité sonore perçue soit de 75 dB.

2°/ Idem avec le haut parleur dans l'angle d'une pièce.



### Exercice 2

Une salle de cours de dimensions : 15 x 20 x 2,5 a un coefficient d'absorption moyen  $\alpha = 0,13$ .

1°/ Déterminer la surface d'absorption équivalente  $A$ .

2°/ Calculer le temps de réverbération  $RT_{60}$  (Sabine).

3°/ Calculer la constante de temps de la salle

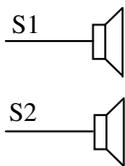
4°/ Une source omnidirectionnelle placée dans cette salle émet un son en continu. Le niveau d'intensité sonore du champ réverbéré  $L_i$  mesuré en régime permanent est de 75 dB. Calculer la puissance  $\mathcal{P}$  de la source en Watt. Représenter l'évolution de l'intensité acoustique  $I(t)$ .

5°/ On coupe la source sonore à l'instant  $t_1$ . Représenter alors l'évolution de  $I(t)$ .

Rappel :  $c = 340$  m/s

### Exercice 3 – Retour sur la superposition de sources sonores

#### 1°/ Source non cohérentes



$$S1(t) = A \sin \omega_1 t$$
$$S2(t) = A \sin \omega_2 t$$

Soit  $p_1$  la pression acoustique délivrée par la source 1.

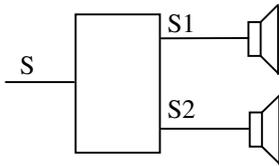
Soit  $p_2$  la pression acoustique délivrée par la source 2.

Ecrire la pression acoustique résultante.

En déduire l'intensité acoustique  $I = P_{\text{eff}}^2 / Z$

En déduire le niveau d'intensité acoustique

## 2°/ Source cohérentes



$$S1(t) = A \sin \omega_1 t$$

$$S2(t) = A \sin (\omega_1 t + \varphi)$$

Soit  $p_1$  la pression acoustique délivrée par la source 1.  
Soit  $p_2$  la pression acoustique délivrée par la source 2.

Ecrire la pression acoustique résultante.  
En déduire l'intensité acoustique  $I = P_{\text{eff}}^2/Z$   
En déduire le niveau d'intensité acoustique

### Exercice 4

Un musicien professionnel joue dans un orchestre quatre jours par semaine pendant 3h à un niveau d'intensité sonore moyen de 93 dBA.

Il répète 1h tous les après midi avec un niveau d'intensité sonore moyen de 87 dBA.

Calculer le niveau équivalent hebdomadaire.

En déduire le niveau d'exposition ramené sur 8h.

Conclusion.

### Exercice 5 (d'après BTS AEA 2004)

Un auditorium a un volume de 200 m<sup>3</sup>. La hauteur sous plafond est de 4m.

La surface totale des murs est de 120 m<sup>2</sup>. Ils sont recouverts d'un matériau absorbant de coefficient d'absorption moyen  $\alpha_m$  devant permettre d'obtenir un temps de réverbération compris entre 0,3 et 0,5 s. Le plafond est recouvert de dalles dont le coefficient d'absorption est  $\alpha_p = 0,05$ . Le sol a un coefficient d'absorption  $\alpha_s = 0,08$ . Dans la salle, 25 sièges ont une aire d'absorption équivalente de 0,5 m<sup>2</sup> chacun.

1°/ Exprimer A l'aire d'absorption équivalente de la salle.

2°/ A l'aide du tableau ci-dessous, déterminer le matériau qu'il convient d'utiliser .

| Isolant | $\alpha_m$ | Longueur des rouleaux | Prix/rouleau en euros |
|---------|------------|-----------------------|-----------------------|
| 1       | 0,27       | 12,5                  | 250                   |
| 2       | 0,54       | 12,5                  | 425                   |
| 3       | 0,79       | 25                    | 900                   |
| 4       | 0,73       | 25                    | 850                   |