

Liste des exercices

| | | |
|--------------|--|---|
| Exercice 1: | Niveau global et sensation en dB(A) | 2 |
| Exercice 2: | Sensation dB(A) bruits blanc, rose et routier | 2 |
| Exercice 3: | Mesure en présence d'un bruit de fond | 2 |
| Exercice 4: | Bruit instationnaire | 2 |
| Exercice 5: | Analyse temporelle d'un bruit | 3 |
| Exercice 6: | bruit instationnaire | 3 |
| Exercice 7: | Efficacité d'un écran antibruit | 3 |
| Exercice 8: | Méthode de calcul de la puissance rayonnée par une source ponctuelle | 4 |
| Exercice 9: | Véhicule isolé | 4 |
| Exercice 10: | Mesure du coefficient d'absorption α d'un panneau de laine de verre | 5 |
| Exercice 11: | Correction acoustique d'une salle de conférence | 5 |
| Exercice 12: | Estimation de l'efficacité des écrans en espace clos | 6 |
| Exercice 13: | Isolement acoustique entre deux locaux | 7 |
| Exercice 14: | Transmission par un faux-plafond | 7 |
| Exercice 15: | Propagation en espace clos – Salle de spectacle | 8 |

Exercice 1: Niveau global et sensation en dB(A)

Soit un bruit, dont le spectre 1/3 d'octave est le suivant :

| | | | | | | | | | |
|---------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| f (Hz) | 100 | 125 | 157 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| Lp (dB) | 70 | 65 | 67 | 75 | 60 | 70 | 72 | 72 | 72 |
| f (Hz) | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 |
| Lp (dB) | 77 | 75 | 70 | 65 | 62 | 57 | 55 | 55 | 50 |

1. Donner son spectre par bande d'octave.
2. Déterminer le niveau de pression global du bruit.
3. Calculer la sensation en dB(A).

Exercice 2: Sensation dB(A) bruits blanc, rose et routier

On considère les spectres par bande d'octave des bruits types suivants

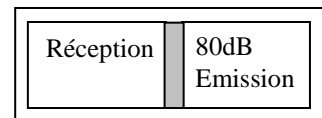
| | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|------|------|------|
| f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Lp (dB) | 61 | 64 | 67 | 70 | 73 | 76 |
| Lp (dB) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Lp (dB) | 76 | 75 | 71 | 70 | 68 | 62 |

1. Déterminer pour ces trois bruits types la sensation globale en dB(A).

Exercice 3: Mesure en présence d'un bruit de fond

Pour mesurer l'isolement au bruit aérien d'une paroi, on génère dans une des pièces un bruit rose de 80dB/octave.

On relève les niveaux de pression dans le local de réception à l'aide d'un sonomètre.



| | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|------|------|------|
| f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Lp1 (dB) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Lp2 (dB) | 60 | 55 | 50 | 42 | 36 | 30 |

La mesure se fait en présence d'un bruit de fond, dont le niveau par bande d'octave est le suivant :

| | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|------|------|------|
| f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Lp0 (dB) | 55 | 50 | 40 | 37 | 30 | 22 |

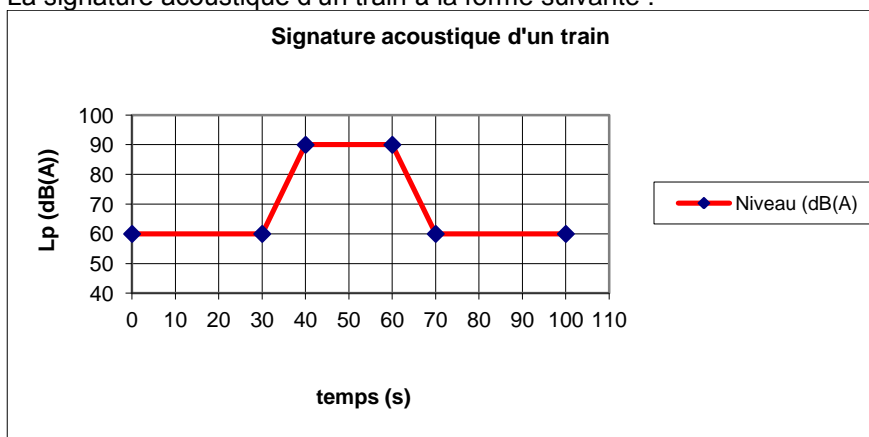
1. Déterminer le spectre du bruit effectivement transmis par la paroi, ainsi que le niveau global en dB(A) dans la pièce de réception

L'isolement brut d'une paroi au bruit aérien est défini par la relation : $Db = Lp1 - Lp3$

2. Calculer l'isolement brut de la paroi en dB(A)

Exercice 4: Bruit instationnaire

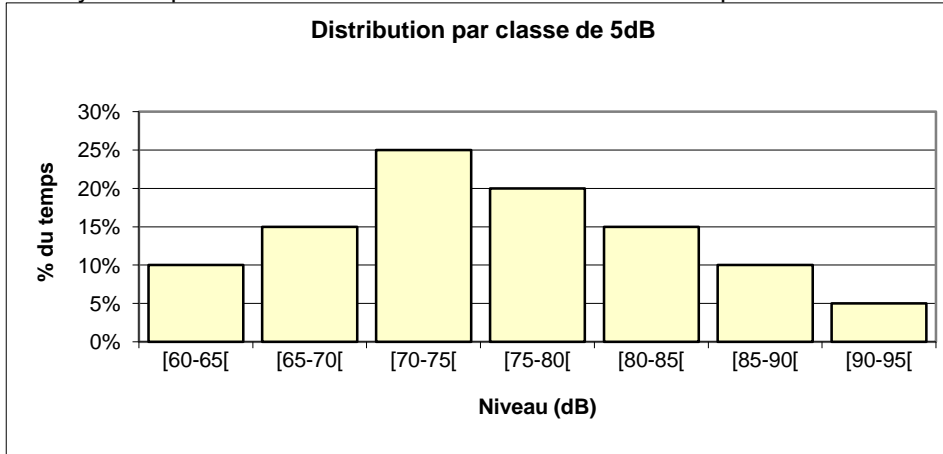
La signature acoustique d'un train à la forme suivante :



1. Quel est le niveau équivalent (Leq) de ce signal pour une durée d'observation de 40 secondes (temps de passage d'un train) ?
2. Quel est le niveau équivalent sur une heure ($Leq_{(1h)}$) pour le passage d'un seul convoi ?
3. Même question s'il y a 10 passages de trains dans l'heure.

Exercice 5: Analyse temporelle d'un bruit

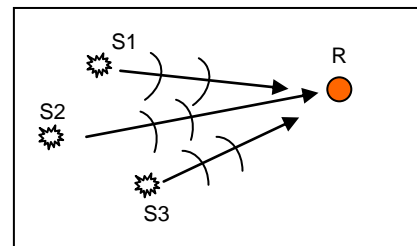
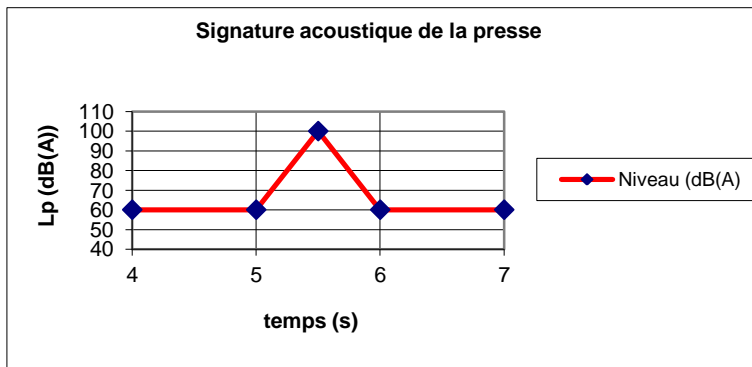
L'analyse temporelle d'un bruit a donné la distribution de fréquence suivante en classe de 5 dB :



- Déterminer les niveaux dépassés 10%, 50% et 90% du temps, respectivement : L_{10} , L_{50} , L_{90}
- Calculer Leq

Exercice 6: bruit instationnaire

On considère 3 sources (S_1 , S_2 , S_3) instationnaire et indépendantes. La source S_1 est une presse et génère un signal acoustique au point R représenté par la courbe ci-dessous :



Sur une journée de 8 heures, il se produit en moyenne 1000 impulsions de ce type.

- Calculer le niveau équivalent sur 8 heures de la source 1 ($Leq(8h)$).

La source S_2 fonctionne en moyenne pendant 2h et développe un niveau quasi stationnaire de 80 dB et la source S_3 émet durant 6h un niveau stationnaire de 75 dB.

- Calculer le niveau équivalent sur 8 heures produit par les trois sources

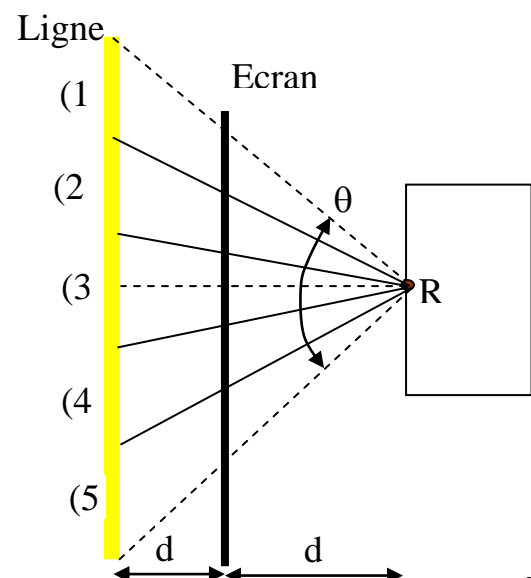
Exercice 7: Efficacité d'un écran antibruit

Afin de réduire le niveau de bruit en façade d'un bâtiment, on dispose un écran parallèlement à la ligne source (Cf schéma)

Données

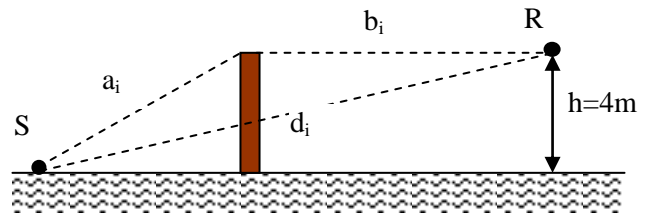
- $W_u=0,07$ W/m
- $\theta=100$
- $d_1=10$ m
- $d_2=50$ m
- $h=4$ m
- $f=600$ Hz

On assimile la ligne source à n sources élémentaires vues du point R sous un même angle $\Delta\theta=20^\circ$.



Question 1 : L'écran masque complètement la ligne source, calculer l'atténuation globale de l'écran.

Question 2 : Que devient l'efficacité de l'écran dans le cas où les sources élémentaires (1) et (5) restent visibles du point R.



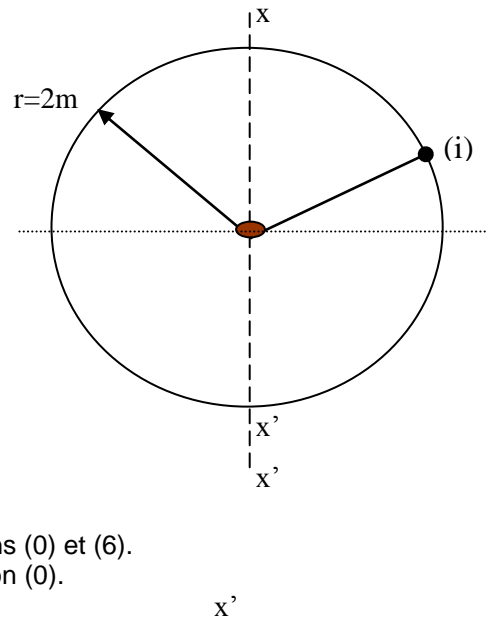
Exercice 8: Méthode de calcul de la puissance rayonnée par une source ponctuelle

On a disposé une source ponctuelle à l'intérieur d'une chambre anéchoïque (conditions de propagation en espace libre). cette source présente une symétrie de révolution autour de l'axe xx' .

On a relevé en des points équidistants de la source ($r=2m$), les niveaux de pression acoustique L_{p_i} .

La position de ces points correspond à un découpage angulaire régulier d'un demi espace.

| θ_i | L_{p_i} |
|----------------|-----------|
| $\theta_0=0$ | 70 |
| $\theta_1=30$ | 68 |
| $\theta_2=60$ | 64 |
| $\theta_3=90$ | 60 |
| $\theta_4=120$ | 58 |
| $\theta_5=150$ | 56 |
| $\theta_6=180$ | 56 |



Question 1 : Calculer la puissance acoustique rayonnée par la source (on néglige l'absorption atmosphérique)

Question 2 : Quels sont les facteurs de directivité dans les directions (0) et (6).

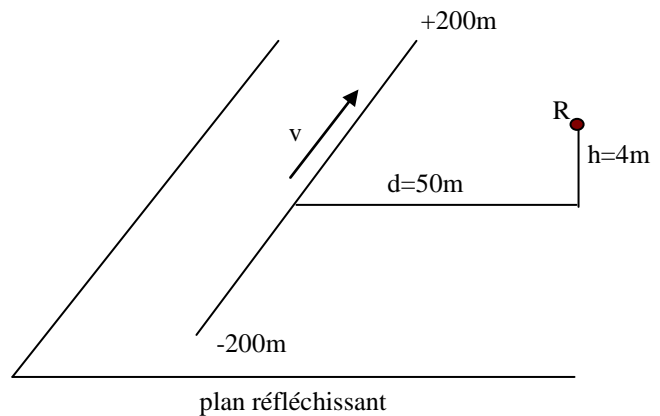
Question 3 : En déduire le niveau de pression à 20m dans la direction (0).

Exercice 9: Véhicule isolé

On considère un véhicule se déplaçant à une vitesse constante $v=72km/h$ sur une ligne située sur un plan horizontal parfaitement réfléchissant. Cette source rayonne uniformément une puissance de $0,1W$ pour la bande d'octave 1000Hz.

A l'instant t , le véhicule est situé au droit d'un récepteur R distant de $d=50m$ et à une hauteur $h=4m$ du plan horizontal.

Entre les instants $t=-10$ sec et $t=+10$ sec, le mobile a parcouru une distance de 400.

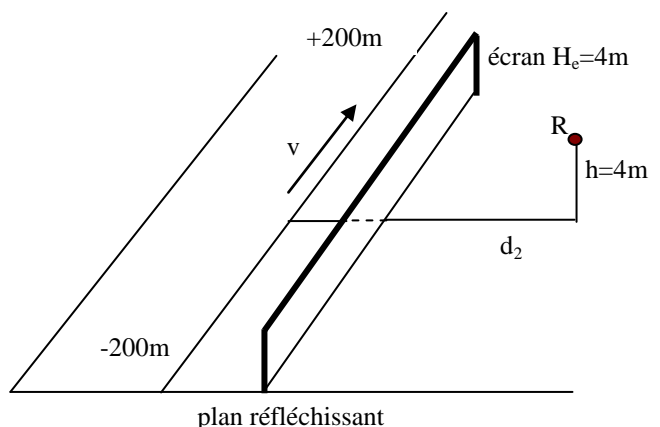


Question 1 : En négligeant la contribution énergétique de la source au point R lorsque le véhicule est au delà de $\pm 200m$, calculer $Leq(20s)$ résultant du passage d'un véhicule.

Question 2 : Le trafic moyen est de 1000 véhicule/h en deduire $Leq(1h)$

Afin de protéger le récepteur, un écran parallèle à la trajectoire du mobile, de hauteur $H_e=4m$ et distant de $d_1=10m$ est installé.

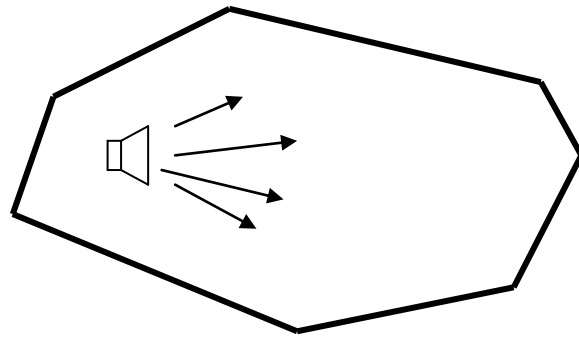
Question 3 : Déterminer l'efficacité de cet écran vis-à-vis de (R).



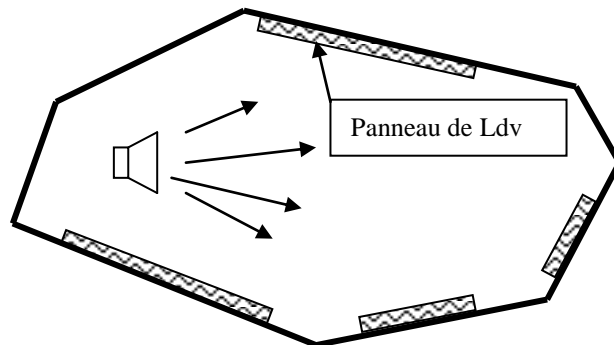
Exercice 10: Mesure du coefficient d'absorption α d'un panneau de laine de verre

A partir de mesures de temps de réverbération dans une chambre réverbérante dans deux configurations, on se propose de déterminer les coefficients d'absorption sabine par bande 1/3 d'octave d'un panneau de laine de verre.

Configuration 1 : Chambre réverbérante nue



Configuration 2 : Chambre réverbérante dont les parois sont recouvertes d'une surface S de panneaux de LdV.



Données

Volume de la chambre réverbérante, $V=200\text{m}^3$
 Surface des parois de la chambre réverbérante, $S=200\text{m}^2$
 Surface de l'échantillon, $S=12\text{m}^2$

| | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| f (Hz) | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| T_0 | 13.7 | 10.9 | 6.5 | 6.2 | 6.3 | 6.1 | 6 | 6.5 | 7.1 |
| T_1 | 12.3 | 8.6 | 5 | 4.6 | 4.3 | 3.5 | 3.0 | 2.6 | 2.5 |
| f (Hz) | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 |
| T_0 | 7.1 | 6.4 | 6.2 | 5.6 | 4.5 | 3.9 | 3.2 | 2.5 | 1.8 |
| T_1 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.4 | 1.2 |

Question 1 : Déterminer le coefficient d'absorption du panneau de LdV.

Question 2 : Tracer la courbe de α en fonction de f

Exercice 11: Correction acoustique d'une salle de conférence

On considère une salle de conférence dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Dimensions : longueur = 15m
 largeur = 10m
 hauteur = 4,5m

Elle comprend 10m^2 de porte d'absorption négligeable et est équipée de 50 fauteuils en velours d'aire d'absorption A_{faut} . Cet équipement couvre environ le 1/3 de la surface au sol.

Le sol est constitué d'un parquet bois monté sur lambourde de coefficient d'absorption α_s . La paroi arrière qui comporte une porte de 6m^2 est revêtu de moquette α_{moq} . Les deux parois latérales sont traitées en panneaux fléchissant α_{pf} . La salle est équipée d'un faux plafond de coefficient d'absorption α_{fp} , suspendu à 50cm du plafond.

| | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| f | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| moquette | 0.04 | 0.04 | 0.09 | 0.15 | 0.25 | 0.32 |
| Fauteuil | 0.14 | 0.23 | 0.35 | 0.39 | 0.37 | 0.38 |

| | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| sol | 0.15 | 0.11 | 0.1 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| panneaux fléchissants | 0.25 | 0.22 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Faux plafond | 0.15 | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

Question 1 : Déterminer les temps de réverbération en fonction de la fréquence pour ce local.

Question 2 : Un conférencier génère le spectre de puissance suivant :

| | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| f | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| L_w (dB) | 85 | 90 | 92 | 87 | 83 | 80 |

Quel serait le niveau de bruit ressenti en dB(A) par l'auditoire situé dans le champ réverbéré.

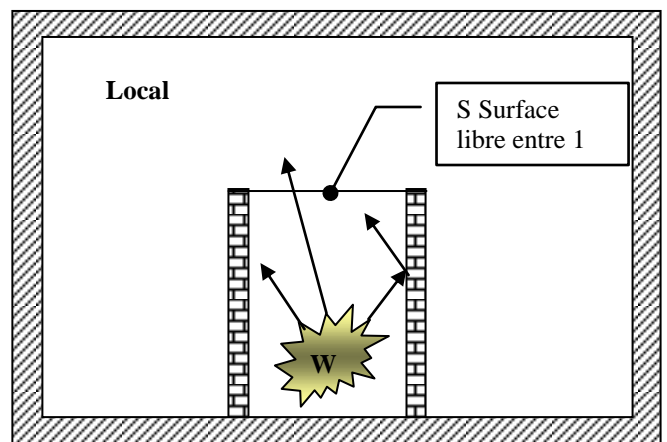
Exercice 12: Estimation de l'efficacité des écrans en espace clos

Une machine est disposée dans un hall (2) de 30x20x5m de surface totale $S_2=1700m^2$.

Le coefficient d'absorption moyen des parois est $\alpha_2 = 0.1 \forall f$

La machine rayonne une puissance vibratoire globale $W=0.01W$

Pour limiter le bruit dans le hall on dispose un écran vertical entourant la source de surface $S_1=40m^2$ d'absorption $\alpha_1=0.2$ sur ces faces intérieures. Les faces extérieures sont supposées avoir une absorption négligeable. Les 2 zones 1 et 2 communiquent par une surface ouverte horizontale de surface $S=25m^2$



1- Dans un 1^{er} temps il n'y a pas d'écran

- Calculer la durée de réverbération du hall,
- Déterminer le niveau de bruit dans le champ réverbéré du hall ?
- On effectue un traitement du plafond du hall avec un matériau d'absorption $\alpha=1$.
Qu'elle est la durée de réverbération du hall ainsi que la diminution du niveau observé ?

2- Dans un 2^è temps on entoure la machine de l'écran

- Donner les expressions des intensités réverbérées des espaces (1) et (2) ?

On posera $A_1=S_1 \alpha_1$ $A_2=S_2 \alpha_2$, $S=25m^2$

Pour cela écrire les bilans énergétiques des 2 espaces correspondant à l'égalité entre puissance fournie et puissance absorbée.

- Calculer les niveaux dans le champ réverbéré des espaces (1) et (2) ?

c) Quelle serait la diminution du niveau dans l'espace (2) résultant de la pose de l'écran dans les 2 cas pour le plafond ($\alpha=0.1$ et $\alpha=1$). Que conclure quant aux performances de l'écran ?

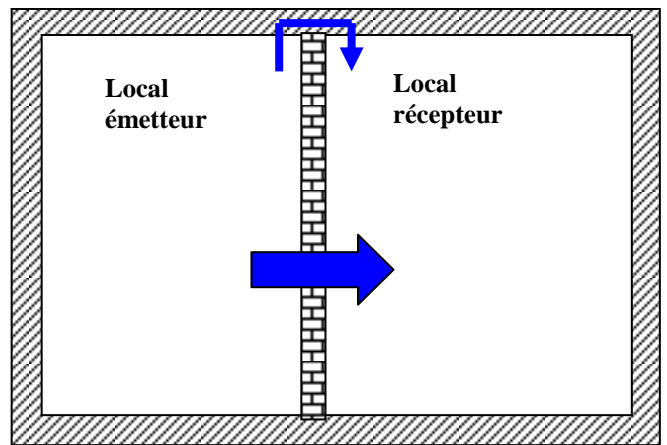
Exercice 13: Isolement acoustique entre deux locaux

On considère un séparatif entre deux logements. Le temps de réverbération du local récepteur est de 0,5s (Quelque soit la fréquence). La réglementation un isolement minimum de 56dB(A) dans les conditions normalisées (émission d'un bruit rose). Les parois contiguës au séparatif sont de masse équivalente.

Question : Vérifier si la paroi séparative permet de satisfaire la condition réglementaire

Données

Surface du séparatif, $S_{sep}=10m^2$
 Volume des locaux $V=40m^3$



Indice d'affaiblissement d'une paroi en béton, $e=20cm$

| | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| f | 125 | 250 | 500 | 100 | 2000 | 4000 |
| $R_{béton}$ | 47 | 48 | 57 | 64 | 70 | 75 |

Exercice 14: Transmission par un faux-plafond

On étudie l'isolement acoustique entre deux locaux présentant un faux plafond commun (Cf schéma)

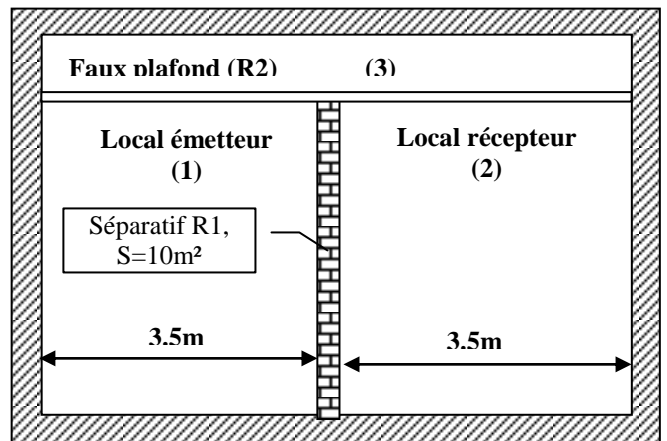
Question 1 : Calculer l'isolement global (en dB(A)) entre les deux bureaux.

Question 2 : un traitement acoustique de l'espace émetteur (1) ramène le T_r à 0,5 secondes, quelque soit la fréquence. Que devient l'isolement entre les deux bureaux ?

Question 3 : Quelle solution constructive permettrait d'accroître de façon significative cet isolement.

Données

Local (1) et (2) identique, $V=35m^3$, $T_r=1sec$, $h=2,5m$
 Volume au dessus du F.P. (3), aire d'absorption $A=2m^2$
 Surface du séparatif, $S_{sep}=10m^2$

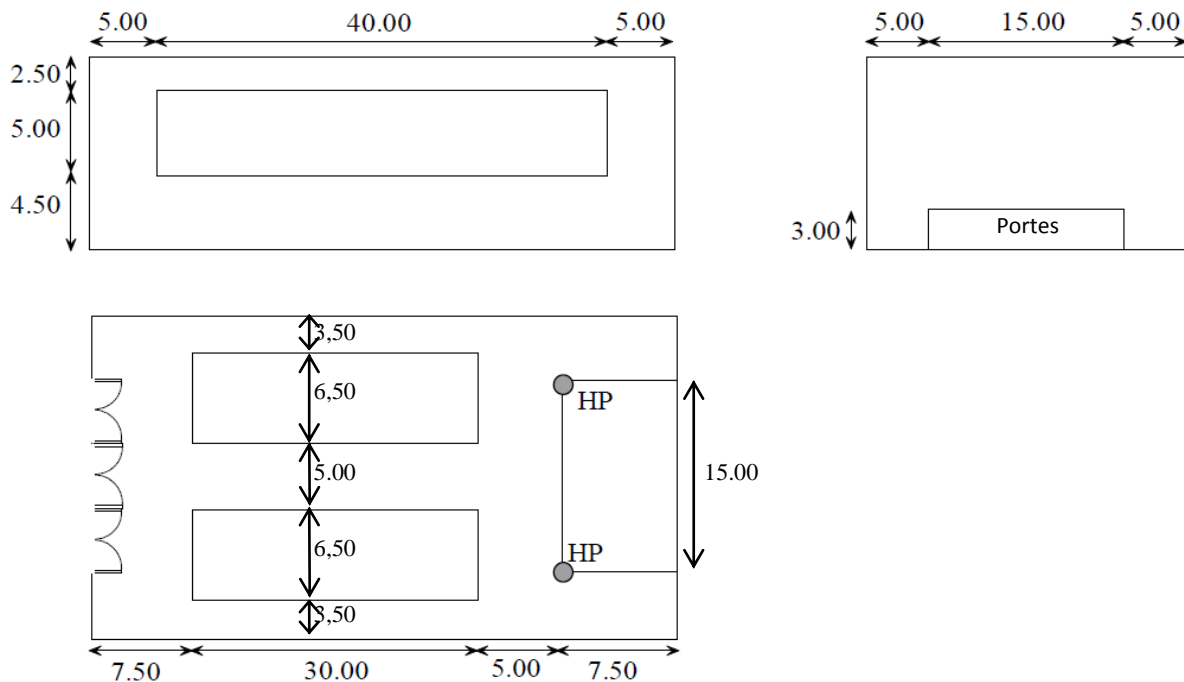


Indices d'affaiblissement et puissance de la source

| | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| f | 125 | 250 | 500 | 100 | 2000 | 4000 |
| Cloison, R_1 | 36 | 47 | 53 | 55 | 58 | 58 |
| Faux plafond R_2 | 10 | 13 | 12 | 15 | 17 | 20 |
| L_w (dB) | 70 | 65 | 60 | 60 | 55 | 48 |

Exercice 15: Propagation en espace clos – Salle de spectacle

On considère une salle de spectacle schématisée par le plan de la figure 1.



Il n'y a un vitrage que d'un seul côté. Le nombre de fauteuil est de 250. Les matériaux utilisés sont les suivants:

- murs et plafond: plâtre,
- portes: parquet collé,
- vitrage: vitre,
- scène: parquet sur lambourdes, hauteur de la scène 1.00m au dessus du sol,
- fauteuils: velours,
- plancher: carreaux plastiques.

La scène comprend 2 hauts parleurs ayant un facteur de directivité supposé uniforme de 4.

1. Calculez pour chaque fréquence, le coefficient d'absorption moyen, la constante acoustique du local, le temps de réverbération de la salle (on supposera la salle vide d'occupants et on ne prendra en compte que les fauteuils).
2. Chaque haut parleur émet un bruit rose de 70dB. On s'intéresse à un spectateur au 1^{er} rang à 5m du haut parleur 1 et à 16m du haut parleur 2. Calculez les niveaux d'intensité sonore dans chaque bande d'octave puis le niveau global, en dB(A) reçus par le spectateur.
3. Recommencez le calcul pour un spectateur le plus éloigné, c'est à dire à 35.5m du haut parleur 1 et à 36.5m du haut parleur 2.
4. On veut réduire ce temps et on met de la laine de verre sur treillis au plafond, des rideaux aux vitres et de la moquette sur thibaude au sol. Refaites les mêmes calculs qu'au 1. Que pensez-vous de ces modifications ?
5. Recalculez les niveaux entendus par les spectateurs les moins bien et les mieux situés. Conclusions ?

| Matériau | 125Hz | 250Hz | 500Hz | 1000Hz | 2000Hz | 4000Hz |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Revêtements de sol</i> | | | | | | |
| Carreaux plastiques collés | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| Parquet collé | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Parquet sur lambourdes | 0,20 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,07 |
| moquette | 0,05 | 0,05 | 0,25 | 0,40 | 0,60 | 0,70 |
| Moquette sur thibaude | 0,10 | 0,10 | 0,50 | 0,60 | 0,80 | 0,80 |
| <i>Maçonnerie</i> | | | | | | |
| Béton lisse ou peint | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,07 |
| Murs de parpaings | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 |
| Plâtre | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| <i>Divers</i> | | | | | | |
| Vitre | 0,35 | 0,25 | 0,18 | 0,12 | 0,07 | 0,04 |
| Rideau coton | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,50 | 0,65 | 0,62 |
| Laine de verre sur treillis | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,50 | 0,52 | 0,52 |
| Personne assise | 0,20 | 0,36 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,46 |
| Fauteuil tissu plastique | 0,15 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |
| Fauteuil velours | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 |