TD de l'acoustique architecturale.

Exercice 1 : Calculs de temps de réverbération

1. Utiliser la formule de Sabine pour calculer le temps de réverbération TR de chaque salle

Dimensions (m)	Coefficient d'absorption moyen
salle (1) : 8*8*2,7	$\alpha 1=0{,}04$
Salle (2) : 5 *5* 2,7	$\alpha 2=0{,}04$
salle (3) : 15 *12* 3	$\alpha 3=0{,}06$

2. On attribue, instinctivement, un temps de réverbération important à un local de grandes dimensions. Est-ce, judicieux ?

Exercice 2 :

Un auditorium a les dimensions suivantes :

Longueur $L = 40$ m
Largeur $l=20$ m
Hauteur $h = 5$ m
Les revêtements du sol et des murs ont le même coefficient d'absorption acoustique α=0, 25.

1. Le plafond a un coefficient d'absorption acoustique α'. Le temps de réverbération mesuré dans le local est $Tr = 0{,}80$ s
Calculer α'

2. L'aire d'absorption équivalente du local est A=800m2 . Le local contient une source émettant uniformément dans toutes les directions une puissance sonore $P = 0{,}10$ W.

3.

a) A quelle distance d1 de la source a-t-on Id = Ir ?
Calculer, à cette distance d1 l'intensité sonore globale I1 et le niveau d'intensité sonore correspondant.
On rappelle que l'intensité sonore correspondant au seuil d'audition est $I_0=10^{-12}$ w/m^2
b) Calculer en un point situé à 12,6 m de la source sonore le niveau d'intensité sonore global L_2.
Quel niveau d'intensité sonore L_2' obtiendrait-on en ce point si on ne tenait pas compte du champ direct
Est-il acceptable, pour le calcul du niveau d'intensité sonore, de négliger le champ direct pour :
d $\geq$12, 6 m ?

Exercice 3 : Enveloppe du bâtiment

On désire corriger le niveau acoustique dans un local de dimensions suivantes : longueur $L = 10{,}00$ m ; largeur $l= 6{,}00$ m; hauteur $h = 3{,}00$ m.

Equipements spéciaux Enseignante : Smakdji.N. Page 1

Les ouvertures se composent de la façon suivante :
4 portes en bois de surface 3, 00 m2 chacune
6 fenêtres de surface 4,50 m 2 chacune.
Les sons sont étudiés à la fréquence de 1000 Hz.
On donne:
La vitesse de propagation du son dans l'air à 20°C : c air =340m/s.
Les seuils d'audibilité à 1000 Hz :
$I0=10^{-12}$ W/m²; $p=2*10^{-5}$ Pa.
Les coefficients d'absorption α à la fréquence de 1000 Hz des matériaux revêtant les surfaces de ce local :

Revêtements	Coefficient d'absorption α
Mur en béton	0,03
Porte en bois	0,09
Plafond en plâtre	0,04
Sol en bois	0,07
Fenêtre en simple vitrage	0,12

1. Calculer la période et la longueur d'onde des sons étudiés.
2. Déterminer la quantité A pour le local étudié.
3. Calculer le temps de réverbération du local.
4. Ce temps de réverbération est trop grand. On va le corriger en le ramenant à T'= 0,5 s.

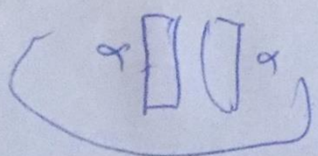
   a) Déterminer la nouvelle aire d'absorption équivalente A'.

   b) On effectue cette correction en recouvrant la totalité du plafond d'un matériau absorbant. Quel matériau, pris dans le tableau ci-dessous, faut-il choisir pour obtenir cette correction ?

Matériaux	α à 1000 hz
Soundalle	0,54
Dall'nat	0,59
Spanglass	0,62
Permacoustic	0,75
Sonrex	0,80

A = 12,63

A' = 57,6 m².



1ière année Master en Architecture :

TD de l'Acoustique architecturale
Solution

(P1)

Exo1) ① ~~Calcul du temps de réverbération T_r de chaque salle~~ suivant la formule de Sabine : $\boxed{T_r = 0{,}16 \cdot \frac{V}{A}}$

V : est le volume de chaque salle : $V = \underbrace{L}_{\text{longueur}} \cdot \underbrace{l}_{\text{largeur}} \cdot \underbrace{h}_{\text{hauteur}}$ (m^3)

A : est la surface d'absorption équivalente : $\boxed{A = S_t \cdot \alpha_m}$

La surface totale de chaque salle se calcule de la même manière en utilisant la relation suivante :

$S_t = \underbrace{2 . L . l}_{S_{pf} + S_{pl}} + 2 . l . h + 2 . L . h$ (parois latérales)

plafond, plancher

/ $S_t = 2[L . l + h(L + l)]$

exemple de calcul de la salle ① : $V_1 = 8 \times 8 \times 2{,}7$, $\boxed{V_1 = 172{,}8\ m^3}$

$S_1 = 2[8 \times 8 + 2{,}7(8+8)] = 214{,}4\ m^2$

$A_1 = 214{,}4 \times 0{,}04 = 8{,}576\ m^2$

$T_{r1} = 0{,}16 \times \frac{172{,}8}{8{,}576} = 3{,}22\ s$

Salle ② $V_2 = 5 \times 5 \times 2{,}7 = 67{,}5\ m^3$

$S_{t2} = 2[5 \times 5 + 2{,}7[5+5)] = 104\ m^2$

$A_2 = 104 \times 0{,}04 = 4{,}16\ m^2$

$T_{r2} = 0{,}16 \times \frac{67{,}5}{4{,}16} = 2{,}596\ s$

Salle ③ $V_3 = 15 \times 12 \times 3 = 540\ m^3$

$S_3 = 2[15 \times 12 + 3[15+12)] = 522\ m^2$

$A_3 = 522 \times 0{,}06 = 31{,}32\ m^2$

$T_{r3} = 0{,}16 \times \frac{540}{31{,}32} = 2{,}758\ s$

$T_{r1} = 3{,}22\ s$ — ① $S_1 = 214{,}4$

$T_{r2} = 2{,}6\ s$ — ② $S_2 = 104$

$T_{r3} = 2{,}8\ s$ — ③ $S_3 = 522$

$A_1 = 8{,}576\ m^2$

$A_2 = 4{,}16\ m^2$

$A_3 = 31{,}32\ m^2$

② la salle ② (réponse à la question ②) est la plus petite a un Tr inférieur à celui de la salle ③ qui est plus grande ; aussi on trouve que la salle ① plus petite que ③ a un Tr plus important !? donc on peut conclure que Tr ne dépend pas uniquement de la surface cela, on peut le justifier en se servant de la loi de Sabine, qui fait apparaître en plus du Coeff. d'absorption le rapport $\frac{V}{S}$ qui dépend réellement des dimensions des locaux, il est donc difficile de ~~pour~~ prévoir le temps de réverbération en se rapportant uniquement soit au volume ou bien à la surface.

TP de l'Acoustique Architectural (Suite) (P2)

Exo 2

$L = 40m$
$l = 20m$
$h = 5m$
} Dimensions de l'auditorium

(sol et murs) $\alpha = 0,25$

$Tr = 0,80s$

$\alpha' = ?$ Coeff - d'absorption du plafond.

$$Tr = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$$

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot S_i = \underbrace{S_{pf}}_{plafond} \cdot \alpha' + \alpha(\underbrace{S_t}_{totale} - S_{pf})$$

* $V = 40 \times 20 \times 5 = 4000\, m^3$

$$A = \frac{0,16 \cdot V}{Tr} = \frac{0,16 \times 4000}{0,8}$$

* $\boxed{A = 800\, m^2}$

$$A = S_{pf} \cdot \alpha' + (S_t - S_{pf})\alpha$$

$S_{totale} - S_{pf} = S_{pl} + S_{paroi}$

donc : $\boxed{\alpha' = \frac{A - \alpha(S_{pl} + S_{paroi})}{S_{pf}}}$

$S_{pl} + S_{paroi} = L \times l + 2hl + 2hL$
$= 40 \times 20 + 2 \times 5 (20 + 40)$
$= 800 + 10 \times 60 = 800 + 600 = \boxed{1400\, m^2}$

$S_{pf} = 800\, m^2$

$$\alpha' = \frac{800 - 0,25 \times 1400}{800}$$

$$\alpha' = 1 - \frac{0,25 \times 1400}{800}$$

$\boxed{\alpha' = 0,5625}$

2 (a) $d_1 = ?$ $(I_d = I_r)$

$I_d = I_r \Leftrightarrow$

I_d ↓ relative au champ direct ; I_r relative au champ diffus ou réverbéré

nous avons : $I_d = \frac{QP}{4\pi d^2}$

et $I_r = \frac{4P \cdot (S - A)}{S \cdot A} = \frac{4P}{R_L}$

ou $R_L = \frac{S \cdot A}{S - A}$ / Constante d'absorption du local.

aussi : $R_L = \frac{S \cdot \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}}$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot S_i}{S_t}.$$

$S = 2(h(l + L) + l \cdot L)$

$S = 2(5(60) + 800) = 2200\, m^2$

donc : $R_L = \frac{2200 \times 800}{2200 - 800}$

$\boxed{R_L = 1257,14\, m^2}$

ou $\bar{\alpha} = \frac{\alpha' \cdot S_{pf} + \alpha \cdot S}{S_t}$.

donc : $\bar{\alpha} = \frac{(0,5625 \times 800) + (0,25 \times 1400)}{2200}$

$\bar{\alpha} = 0,3636.$

$$R_L = \frac{2200 \times 0,3636}{1 - 0,3636}$$

$R_L = 1256,94 \approx 1257\, m^2$

TD de l'Acoustique Architectural (suite) P3

Exo 2 (suite)

pour que $I_d = I_r \Leftrightarrow \frac{P}{4\pi d_1^2} = \frac{4P}{R_L}$

$\Rightarrow R_L = 16\pi d_1^2 \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{R_L}{4\pi}}$

$\boxed{d_1 = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{\frac{R_L}{\pi}}}$

$d_1 = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{\frac{1257}{3,14}}$

$\Rightarrow \boxed{d_1 = 5\ m}$ donc en deça de cette valeur, le champ direct est prépondérant, et au delà de $d_1 = 5\ m$, le champs réverbéré (diffus) est prépondérant (*)

(b) $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$

$N_2 = 10 \log \frac{I_t}{I_0}$

$I_t = I_{d_2} + I_r$

$= \frac{P}{4\pi d_2^2} + \frac{4P}{R_L} = \frac{0,1}{4 \times 3,14 \times (11,6)^2} + \frac{0,1\times4}{1257}$

$= 0,50144 \times 10^{-4}$ ⟶ $= 3,182 \times 10^{-4}$

donc $\boxed{N_2 = 85,66\ dB}$

réponse à la question :

oui il est acceptable de négliger le champ direct pour $d \geq 12,6\ m$ parce que $d_2 \gg d_1 = 5\ m$ l'interprétation est fait en haut de la page. (*)

justification : Si on considère par exemple que $d = 13\ m$

$I_d = \frac{P}{4\pi \cdot d^2} = \frac{0,1}{3,14 \times 4 \times 13^2}$

$I_d = 0,47 \times 10^{-4} \ll 3,18 \times 10^{-4}$

$N_d = 10 \log \frac{I_d}{I_0}$

$N_d = 10 \log \frac{0,47 \times 10^{-4}}{10^{-12}}$

$N_d = 76,73\ dB$.

$N_r = 10 \log \frac{I_r}{I_0}$

$N_r = 10 \log \frac{3,18 \times 10^{-4}}{10^{-12}}$

$N_r = 85,02$.

on voit bien que $N_r \gg N_d$ donc c'est le champ réverbéré qui est le plus prépondérant.

TD de l'Acoustique Architectural (P4)

Exo3 / $L = 10m$, $l = 6\ m$, $h = 3m$.

4 portes : $S_{Porte} = 3m^2$ / 6 fenêtre : $S_f = 4,5m^2$

$f = 1000\ Hz$, $C_{air} = 340\ m/s$.

$I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$, $P = 2 \times 10^{-5}\ pa$.

(1) Calcul de la période et la longueur d'onde des sons étudiés

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000} = 10^{-3}\ s$.

$\boxed{T = 10^{-3}\ s}$ $\boxed{\lambda = 34\ cm}$

$\lambda = c.T = \frac{c}{f} = \frac{340}{1000} = 0,34\ m$

(2) La quantité A ?

$A = \sum \alpha_i S_i$

$A = \alpha_p . S_p + \alpha_f S_f + \alpha_m . S_{mur} + \alpha_{pf} . S_{pf} + \alpha_{pl} \times S_{pl}$

$S_{porte} = 4 \times 3 = 12\ m^2$ / $\alpha_p = 0,09$

$S_f = 6 \times 4,5 = 27\ m^2$ / $\alpha_f = 0,12$

$S_{pf} = 10 \times 6 = 60\ m^2$ / $\alpha_{pf} = 0,04$

$S_{pl} = 10 \times 6 = 60\ m^2$ / $\alpha_{pl} = 0,07$

S_{mur} (en béton) $= S_{Paroi} - S_f - S_p$.

$= 2h(L+l) - S_f - S_p$

$= 2 \times 3(6+10) - 27 - 12$

$S_m = 57\ m^2$ / $\alpha_m = 0,03$

donc : (suite)

$A = 0,09 \times 12 + 0,12 \times 27 + 0,03 \times 57 + 0,07 \times 60 + 0,04 \times 60$.

$\boxed{A = 12,63\ m^2}$

(3) Temps de réverbération :

$Tr = 0,16 . \frac{V}{A}$ (loi de Sabine) $V = 180\ m^3$

$Tr = 0,16 . \frac{10 \times 6 \times 3}{12,63} = 2,28$.

$\boxed{Tr = 2,28\ s}$

(4) $A' = ?$ pour que $Tr' = 0,5\ s$.

(a) $Tr' = 0,16 . \frac{V}{A'} \Rightarrow \boxed{A' = \frac{0,16 . V}{Tr'}}$

$A' = \frac{0,16 . 180}{0,5} = 57,6\ m^2$

$\boxed{A' = 57,6\ m^2}$

(b) nous avons :

$A' = A - \alpha_{pf} . S_{pf} + \alpha' . S_{pf}$.

donc : $\alpha' . S_{pf} = A' - A + \alpha_{pf} . S_{pf}$

$\boxed{\alpha' = \alpha_{pf} + \frac{A' - A}{S_{pf}}}$

$\alpha' = 0,04 + \frac{57,6 - 12,62}{60}$

$\boxed{\alpha' = 0,7895 \approx 0,79}$

Du tableau, on constate que seul le Sonrex convient dans ce cas.

1ère Année Master TD de l'acoustique (Isolation) (Acoustique)

Ex2/ Acoustique dans le Bâtiment.

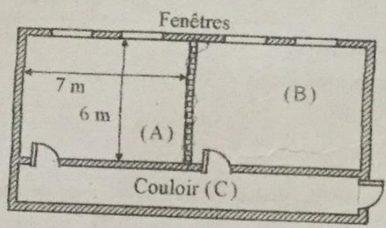
Ex01/

Deux salles de classe (A) et (B), identiques sont séparées par un mur homogène dont l'indice d'affaiblissement est de 48 dB, à la fréquence de 500 Hz.

Ces deux salles ouvrent sur un couloir de volume $V_C = 84\ m^3$. Les séparations entre (A) et (C) et entre (B) et (C) sont identiques et constituées de $26\ m^2$ de cloison d'indice d'affaiblissement 30 dB à 500 Hz et de $2\ m^2$ de porte d'indice d'affaiblissement 20 dB pour toutes les fréquences.

Déterminer l'isolement brut entre les deux salles de classe, à 500 Hz, dans chacun des cas, quand les portes et fenêtres sont closes :

- Premier cas : on ne s'intéresse qu'à la transmission directe du son de (A) vers (B) par exemple.
- Deuxième cas : on ne s'intéresse qu'à la transmission indirecte du son $(A) \rightarrow (C) \rightarrow (B)$.



- Conclusion.

Durées de réverbération :

d'une salle de classe : $T_A = T_B = 1\ s$

du couloir : $T_C = 2\ s$

Les trois locaux ont la même hauteur sous plafond : 4 m.

~~Isolation acoustique des locaux — exercices~~

Exo2)

La façade d'une habitation doit être isolée thermiquement et phoniquement de l'extérieur.

L'analyse spectrale, par bande d'octave, du bruit émis du dehors fait apparaître 4 fréquences prépondérantes de même niveau acoustique égal à 90 dB.

De ces quatre affirmations, quelle est celle qui vous paraît exacte ?

La pondération de type A est une correction destinée à :

- refléter la puissance exacte de la source,
- refléter la sensibilité de l'oreille,
- atténuer l'effet du milieu de propagation,
- limiter le niveau d'intensité maximale audible.

A l'aide du tableau ci-dessous :

Fréquence	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Niveau	90 dB	90 dB	90 dB	90 dB
Pondération (A)	−3 dB	0	+1 dB	+1 dB

a) Calculer le niveau pondéré pour chaque fréquence.

b) Calculer les intensités pour les fréquences considérées.

: $I_0 = 10^{-12}$ W.m^{-2}.

c) Calculer le niveau d'intensité global.

On mesure, à l'intérieur de l'habitation, un niveau global de 60 dB(A) avec un temps de réverbération de 0,20 seconde :

a) Exprimer littéralement l'isolement brut D_b entre le niveau acoustique extérieur L_e et entre le niveau acoustique extérieur L_i.

La relation permettant de déterminer l'isolement normalisé est : $\boxed{D_n = D_b + 10 \log\left(\frac{T}{0,5}\right)}$

b) Que représente le terme T ?

c) Calculer D_n.

Exo3)

On considère une source sonore qui émet uniformément dans toutes les directions.

Un sonomètre indique un niveau sonore $N_1 = 73$ dB à la distance d = 5 m de la source.

Sachant que l'intensité correspondant au seuil d'audibilité est $I_0 = 10^{-12}$ W.m^{-2}, exprimer puis calculer la puissance émise par cette source.

Une deuxième source identique à la précédente est placée à la même distance du sonomètre. Quel niveau *sonore indiquera celui-ci ?*

3. On dispose à nouveau d'une seule source sonore.

On place à la distance d = 5 m de la source, entre la source et le sonomètre, une paroi d'épaisseur négligeable devant d. Le sonomètre indique un niveau sonore $N_2 = 60$ dB.

Evaluer le coefficient de transmission τ défini par la relation : $\tau = \frac{I_{tr}}{I_i}$

avec : I_{tr} : intensité sonore transmise et I_i : intensité sonore incidente.

1ière année Master en Architecture

TD de l'Acoustique dans le bâtiment

Solution : Acoustique (PA)

Exo1)/ Détermination de l'isolement brut entre les deux salles de classe, à 500 Hz.

- 1ier Cas : on ne s'interesse qu'à la transmission directe du son de la salle (A) vers la salle (B).

1/ Transmission directe A → B.

- On désigne par D_b^{dir} l'isolement brut entre les deux salles (A) et (B).

$$\boxed{D_b = R + 10 \log \frac{A_B}{S_{(AB)}}}$$

A_B : est la surface d'absorption équivalente du local de réception qui est la salle (B)

$S_{(AB)}$: Surface de la paroi séparant les deux salles.

R : indice d'affaiblissement acoustique de la paroi de séparation : c'est une donnée dans l'exercice.

T_r : est le temps de réverbération : $T_r(A) = T_r(B) = 1\,s$

$T_r(C) := 2\,s$. H : la hauteur des trois locaux = 4 m.

$R_{AB} = 48\,dB$. / $V_C = 84\,m^3$, $f = 500\,Hz$. Valeur fixe pour les calculs.

- Les séparations entre (A) et (C), (B) et (C) (y compris les portes) → sont identiques.

$S_{AC} = S_{BC} = 26\,m^2$.

$S_{Porte} = 2\,m^2$, $R_p = 20\,dB$.

Dimensions : $L = 7\,m$, $l = 6\,m$, $h = 4\,m$.

- Suivant la théorie de Sabine : $T_r = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$

donc : $A = 0,16 \cdot \frac{V}{T_r} = (0,16 \cdot 168) \div 1 =$ $\boxed{A_B = 26,88\,m^2}$

$V = L \cdot l \cdot h = 7 \cdot 6 \cdot 4 = 168$ / $V_A = V_B = 168\,m^3$

EX1 TD de l'Acoustique dans le bâtiment. (suite) P_2

donc : $D_{b(A \to B)} = 48 + 10 \log \frac{26,88}{24} = 48,49$

$\boxed{D_{b(A \to B)} = 48,49 \text{ dB}}$

$S_{(AB)} = 6 \times 4 = 24 m$ ($l_e \times h$)

2/ Transmission indirecte : $A \to C \to B$

$\boxed{D_b(A \to C \to B) = D_b(A \to C) + D_b(C \to B)}$.

① $\boxed{D_b(A \to C) = R_m + 10 \log \frac{A_C}{S_{(AC)}}}$

R_m : indice d'affaiblissement moyen (le mur comporte une porte).

$\boxed{R_m = 10 \log \frac{1}{\tau_m}}$ τ_m : est le coeff- de transmission moyen.

on a : $\tau_m = \frac{\tau_1 \cdot S_1 + \tau_2 \cdot S_2}{S_1 + S_2}$. se calcule pour une paroi inhomogène.

τ_1 : Coeff- de transmission du mur sans porte.
τ_2 " " de la porte.

$R_1 = 10 \log \frac{1}{\tau_1} \Rightarrow \tau_1 = 10^{-\frac{R_1}{10}} = 10^{-\frac{30}{10}} = 10^{-3}$

$\boxed{\tau_1 = 10^{-3}}$

$R_2 = 10 \log \frac{1}{\tau_2} \Rightarrow \tau_2 = 10^{-\frac{R_2}{10}} = 10^{-\frac{20}{10}} = 10^{-2}$

$\boxed{\tau_2 = 10^{-2}}$

donc : $\tau_m = \frac{10^{-3} \cdot 26 + 10^{-2} \times 2}{26 + 2} = 0,001642$

$\boxed{\tau_m = 1,64 \times 10^{-3}}$

$R_m = 10 \log \frac{1 \times 10^3}{1,64} = 27,844$.

$\boxed{R_m = 27,844 \text{ dB}}$

$A_C = \frac{0,16 \times V_C}{T_{r(C)}}$

$A_C = \frac{0,16 \times 84}{2} = 6,72 \, m^2$

$S_{AC} = 28 \, m^2$

$D_{b(A \to C)} = 27,844 + 10 \log \frac{6,72}{28}$

$\boxed{D_b(A \to C) = 21,646 \text{ dB}}$

de la même manière on calculera $D_b(C \to B)$

TD de l'Acoustique dans le bâtiment (suite) P3

③ $\boxed{D_b(C\to B) = R_m + 10\log\frac{A_B}{S_{(CB)}}}$ / $S_{(CB)} = S_{(AC)} = 26\,m^2$

R_m : est le même

$A_B = \frac{0,16 \cdot V_B}{T_r} = 0,16 \cdot \frac{168}{1}$ donc : elle est égale à $26,88\,m^2$

$D_b(C\to B) = 27,844 + 10\log\frac{26,88}{28} = 27,66$ (2)

$\boxed{D_B(C\to B) = 27,66\,dB}$

L'isolement brut global :

$D_b(A - C \to B) = D_b(ACB) = D_b(AC) + D_b(CB)$ de ① et ② on trouve

$D_b(ACB) = 21,646 + 27,666 = 49,31$ $\boxed{D_b(ACB) = 49,3\,dB}$

Remarque : • en comparant les deux résultat ($D_b(AB)$ et $D_b(ACB)$) on remarque que le mur de séparation entre le couloir et une salle de classe n'est pas de très bonne qualité sur le plan phonique. • Le rôle du couloir ~~doit gar~~ est de garantir une isolation acoustique correcte et acceptable pour les transmissions indirectes lorsque les portes des salles de classe sont ouvertes alors que lorsqu'elles sont fermées !!!

P5 Suite de l'exo ③ : $N_2 = 60\,dB$ / $\tau = \frac{I_{tr}}{I_i}$ → transmise, → incidente

$N_1 = 10\log\frac{I_i}{I_0}$ → Niveau incident devant la paroi

$N_2 = 10\log\frac{I_{tr}}{I_0}$ " transmis par la paroi et affiché par le sonomètre

$N_2 = 10\log\frac{\tau \times I_i}{I_0}$; $\tau \times I_i = I_{tr}$

$N_2 = 10\log\tau + \boxed{10\log\frac{I_i}{I_0}}$ $= N_1$ / donc $N_2 = N_1 + 10\log\tau$

$\Rightarrow \log\tau = \frac{N_2 - N_1}{10} \Rightarrow \boxed{\tau = 10^{\frac{N_2 - N_1}{10}}}$

AN : $\boxed{\tau = 0,05 = 5\%}$

EXO 2) TD de l'Acoustique dans le bâtiment. (suite) (P4)

① Réponse à la question : parmis les quatres propositions à la question ① on choisi la ~~réponse~~ deuxième afin ~~de répondre~~. d'affirmer que la pondération de type « A » est une correction destinée à refléter la sensibilité de l'oreille, cela peut être justifiée comme suit : Deux sons de même intensité sonore mais de fréquences différentes ne créent pas la même sensation physiologique sur une oreille moyenne, afin de reconstituer la sensation sonore de l'oreille on pondère les niveaux sonores, dont la pondération (A) est celle qui est fréquemment utilisée pour traiter des problèmes d'isolation acoustique des bâtiments.

② a) Calcul du niveau pondéré pour chaque fréquence.

$\boxed{N_i(A) = N_i + A}$ A : est la pondération.

b) Calcul des intensités pour les fréquences considérées

$N_i = 10 \log \frac{I_i}{I_0}$ donc $N_i(A) = 10 \log \frac{I_i(A)}{I_0} \Rightarrow$

$\boxed{I_i(A) = I_0 \times 10^{\frac{N_i(A)}{10}}}$ $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$

fréquence f(Hz)	500	1000	2000	4000
Indice i	1	2	3	4
Niveau sonore [dB]	90	90	90	90
Pondération (A) [dB]	-3	0	+1	+1
Niveau pondéré $N_i(A)$ [dB]	87	90	91	91
Intensité pondérée I_i [W/m²]	$0,5.10^{-3}$	10^{-3}	$1,258 \times 10^{-3}$	$1,258 \times 10^{-3}$

c/ Calcul du niveau global d'intensité N_g (Niveau global extérieur)

$N_g = 10 \log \frac{I_g}{I_0}$ / $I_g = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$

$I_i = I_0 . 10^{\frac{N_i}{10}}$ donc : $N_g = 10 \log \frac{\cancel{I_0}\left(10^{\frac{N_1}{10}} + 10^{\frac{N_2}{10}} + 10^{\frac{N_3}{10}} + 10^{\frac{N_4}{10}}\right)}{\cancel{I_0}}$

$N_g = 10 \log \left(10^{\frac{N_1}{10}} + 10^{\frac{N_2}{10}} + 10^{\frac{N_3}{10}} + 10^{\frac{N_4}{10}}\right)$

TD de l'Acoustique dans le bâtiment (suite) (P5)

Exo 2 (suite)

: $N_g = 10\log\left(10^{8,7} + 10^{9} + 10^{9,1} + 10^{9,1}\right)$

$\boxed{N_g = 96\ dB}$

3/a) L'isolement brut s'écrit $\boxed{D_b = N_e - N_i}$ $D_b = 96-60$.

$\boxed{D_b = 36\ dB}$

b) La relation permettant de déterminer l'isolement normalisé s'écrit : $D_n = D_b + 10\log\left(\frac{T}{0,5}\right)$ où T est le temps de réverbération du local de réception soit $\boxed{0,2\ s}$

c) Calcul de Dn : AN) $D_n = 36 + 10\log\frac{0,2}{0,5} = 32,02$

donc $\boxed{D_n \simeq 32\ dB}$

Exo 3 1/ Expression et calcul de la puissance émise par la source : $N_1 = 10\log\frac{I}{I_0} = 10\log\frac{\frac{P}{S}}{I_0} = 10\log\frac{P}{I_0 S}$

$N_1 = 10\log\frac{P}{I_0 \cdot 4\pi d^2}$ → S sphère (émission dans toutes les directions).

donc $\frac{N_1}{10} = \log\frac{P}{4\pi d^2 I_0} \Rightarrow \frac{P}{4\pi d^2 I_0} = 10^{\frac{N_1}{10}}$.

$\Rightarrow \boxed{P = 4\pi \cdot d^2 I_0 \cdot 10^{\frac{N_1}{10}}}$ AN) $P = 4\times 3,14\times 5^2\times 10^{-12}\times 10^{\frac{73}{10}}$

$\boxed{P = 6,265\times 10^{-3}\ W}$

2/ Une 2ième source sonore identique à la précédente est placée à la même distance du sonomètre, donc le niveau sonore qui sera indiqué par celui-ci est le niveau d'intensité sonore globale (deux intensités égales)

$N_g = 10\log\frac{I_g}{I_0} = 10\log\frac{2I}{I_0} = 10\log 2 + \underbrace{10\log\frac{I}{I_0}}_{= N_1}$

donc $\boxed{N_g = 10\log 2 + N_1}$

AN) $N_g = 10\log 2 + 73$. $\boxed{N_g = 76\ dB}$ Valeur affichée par le sonomètre.

M1) Exercice sur la loi des masses et des fréquences (P1)

L'affaiblissement phonique d'une paroi est égale à 30dB à la fréquence 1000 Hz on mesure du côté de la source une pression acoustique $p = 2 \times 10^{-2}$ Pa

1/ Calculer le niveau sonore obtenu de l'autre côté de la paroi, on donne la pression acoustique de référence $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

2/ Calculer l'affaiblissement phonique A en dB des matériaux suivants :

	Matériaux	Epaisseur (e)	Densité (d)
1	Vitrage normal	3 mm	2,5
2	Panneau placoplâtre	12 mm	1,1
3	Porte en bois	30 mm	0,60
4	Cloison en brique	7 cm	1,4
5	Mur en béton	14 cm	2,1

Pour cela, on utilisera les relations ci-dessous

$A = 13{,}3 \log y$ si $y < 200$ Kg/m2

$A = 15 \log 4y$ si $y > 200$ kg/m2

où y désigne la masse surfacique de paroi (kg/m²).

3/ Quelle amélioration de l'affaiblissement phonique apporte le doublement de la masse d'une paroi ?

4/ Quelle serait l'épaisseur d'un mur en béton qui permettrait d'obtenir un affaiblissement phonique de 55 dB.

Solution : (1) niveau sonore de l'autre côté de la paroi

L'affaiblissement phonique représente la différence entre deux niveaux sonores ; on considère N_1 est le niveau obtenu devant la paroi et N_2 est celui obtenu de l'autre côté donc : $N_1 - N_2 = 30$ dB.

M1) Exercice sur la loi des masses et des fréquences (site) (P2)

Solution (site). $N_1 = 20 \log \frac{P_1}{P_0}$

$N_2 = 20 \log \frac{P_2}{P_0} = ?$

$N_1 - N_2 = 20 \log \frac{P_1}{P_0} - 20 \log \frac{P_2}{P_0} \Leftrightarrow 20 \log \frac{P_1/P_0}{P_2/P_0} = 20 \log \frac{P_1}{P_2}$

$N_1 - N_2 = 20 \log \frac{P_1}{P_2}$ / d'une manière générale c'est la différence entre deux niveau de pression acoustique.

~~nous avons $P_2 = P_0 \times 10^{\frac{N}{20}}$~~ , ~~$P_0 = 2 \times 10^{-5} \times 10$~~

$N_1 = 20 \log \frac{2.10^{-2}}{2 \times 10^{-5}} = 20 \log 10^3 = 60\ dB$.

$\boxed{N_1 = 60\ dB}$ $N_1 - N_2 = 30 \Rightarrow N_2 = N_1 - 30 = 60 - 30$.

$\boxed{N_2 = 30\ dB}$

2/ l'affaiblissement phonique A des matériaux se calcule en fonction de la masse surfacique M (kg/m²)

$M = \frac{m \rightarrow \text{masse}}{S \rightarrow \text{surface}}$ / la densité (d) d'un matériau est la masse volumique (ρ_m) de celui-ci rapportée à la masse volumique de l'eau $\rho_{eau} = 1000\ kg/m^2$.

$d_m = \frac{\rho_m}{\rho_{eau}} \Rightarrow \rho_m = \rho_{eau} \cdot d_m \Leftrightarrow \frac{m_m}{V_m} = \rho_{eau} \cdot d_m$

$\Leftrightarrow \frac{m}{e_m \cdot S_m} = d_m \cdot \rho_{eau} \Leftrightarrow \frac{M_m}{e_m} = d_m \cdot \rho_{eau}$ donc.

e_m ↓ épaisseur ; S_m → surface du matériau

$\boxed{M_m = e_m \cdot d_m \cdot 1000}$

M_m ↓ masse surfacique ; e_m ↓ épaisseur du matériau ; d_m → densité du matériau

M1) Exercice sur la loi des masses et des fréquences (Site) / solution (Site). P3

pour les matériaux de ① à ⑤ on applique la relation obtenue ci-dessus :

		A (dB)
①	$\to \mu = 3\times10^{-3} \cdot 2,5\times1000 = 7,5\ kg/m^2$	11,638
②	$\to \mu = 12\times10^{-3}\times1,1\times10^{3} = 13,2\ kg/m^2$	15,239
③	$\to \mu = 30\times10^{-3}\times0,60\times10^{3} = 18\ kg/m^2$	16,695
④	$\to \mu = 7\times10^{-2}\times1,4\times10^{3} = 98\ kg/m^2$	26,483
⑤	$\to \mu = 14\times10^{-2}\times2,1\times10^{3} = 294\ kg/m^2$	46,056

pour les matériaux ①, ②, ③, ④ $\mu < 200\ kg/m^2$ donc on utilise la relation : $A = 13,3 \log \mu$, ⑤ $\to 15 \log 4\mu$ $(\mu > 200)$

3/ si la masse double, μ double aussi. donc :

si $\mu < 200$: $A' = 13,3 \log 2\mu = \underbrace{13,3 \log 2}_{4} + \underbrace{13,3 \log \mu}_{A}$

donc : $\boxed{A' = A + 4\ (dB)}$

si $\mu > 200$: $A' = 15 \log 2\times4\mu = \underbrace{15 \log 2}_{4,51} + \underbrace{15 \log 4\mu}_{A}$

donc : $\boxed{A' = A + 4,5\ (dB)}$

4/ un affaiblissement de 55 dB, désigne une augmentation de l'épaisseur donc de la masse surfacique « μ » aussi, ce qui confirme qu'on est dans le cas de $\mu > 200\ kg/m^2$.

$A = 15 \log 4\mu = 15 \log 4 \cdot e \cdot d \cdot 1000$

$A = 15 \log e + 15 \log 4000.d \Rightarrow 15 \log e = A - 15 \log 4000d$

AN) $e = 10^{\frac{55 - 15 \log 2,1\times4000}{15}}$ $\left[e = 10^{\frac{A - 15 \log 4000.d}{15}} \right]$ — ① ou bien

$e = 0,5533\ m$

$\boxed{e = 55,33\ cm}$

$\left[e = \frac{10^{\frac{A}{15}}}{4000 \cdot d} \right]$