Final MQ83 Partie acoustique 1H30

On rappelle que :

- le niveau d'intensité acoustique ou niveau sonore L s'exprime par : $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

I étant l'intensité sonore (puissance sonore reçue par unité de surface du récepteur) et I_0 l'intensité sonore de référence : $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$

- le niveau de puissance acoustique L_W d'une source s'exprime par : $L_W = 10 \log \frac{P}{P_0}$

P étant la puissance acoustique de la source et P_0, la puissance acoustique de référence : $P_0 = 10^{-12}\ W$.

Loi de masses : $R = 17 \log \sigma + 4$ si $\sigma < 150\ kg.m^{-2}$

$R = 40 \log \sigma - 46$ si $\sigma > 150\ kg.m^{-2}$

$R = 10 \log \frac{1}{\tau}$

$\tau_g = \frac{\sum \tau_i S_i}{\sum S_i}$ (i : élément de la paroi composée ; S_i : surface de la paroi composée)

Exo 1 : Nuisance sonore

Une usine bruyante est assimilée, pour simplifier, à une source sonore ponctuelle émettant des ondes sonores sphériques, de niveau de puissance $L_W = 100$ dB. On suppose pour simplifier que le son émis se propage de manière identique dans toutes les directions de l'espace.

Une habitation est située à une distance d = 20 m de cette usine.

1. Calculer la puissance acoustique P émise par la source.
2. Exprimer l'intensité sonore I à distance d de la source en fonction de P et de d ; en déduire la valeur numérique de I au niveau de l'habitation.

Si l'habitation était située à distance 2d, quelle serait la nouvelle valeur de l'intensité à son voisinage ?

3. En déduire le niveau sonore L_1 à proximité directe de l'habitation. Est-ce tolérable ? Comparer à des niveaux sonores connus.
4. La vitesse de propagation du son dans l'air étant approximativement $v = 340\ m.s^{-1}$, calculer, pour un son pur de fréquence $f_1 = 400$ Hz, sa longueur d'onde dans l'air.

Exo 2 : Isolation acoustique d'un vitrage : fréquence critique

Il existe deux fréquences correspondant à 2 modes de vibration de la paroi, pour lesquelles le son est beaucoup mieux transmis par le vitrage :

- la fréquence de résonance située en général vers les basses fréquences

- la fréquence critique f_c ou première fréquence de coïncidence située vers les hautes fréquences. Ce « trou » dans l'isolation phonique dû à la fréquence critique peut se révéler être gênant. Cette fréquence critique est donnée par la formule : $f_c = \frac{v^2}{2\pi}\sqrt{\frac{m_s}{B}}$. Dans cette formule

v = 340 m/s est la célérité du son dans l'air

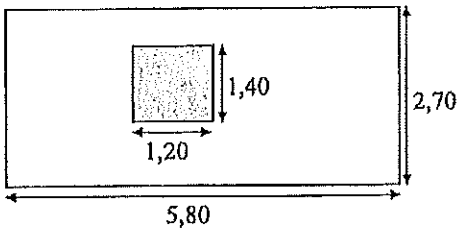
m_s est la masse surfacique de la paroi (ici le vitrage)

B est un coefficient qui dépend de l'épaisseur e de la paroi. Il est proportionnel au cube de l'épaisseur du matériau $B = k\,e^3$ avec $k = 5{,}28.10^9$ USI pour le verre et e étant l'épaisseur de la paroi en mètre.

1. Si, dans cette formule, les différentes grandeurs sont exprimées selon les unités S.I, quelle sera l'unité du coefficient k ?
2. Donner la loi de variation de $\log(f_c)$ en fonction de e. Montrer qu'elle dépend d'une constante qu'on calculera. Comment varie f_c en fonction de e ?
3. Calculer la fréquence critique pour une épaisseur de 4 et 8 mm (ρ_{verre} = 2500 USI). Vérifier la concordance de vos réponses avec la question 2.

Exo 3 : Indice d'affaiblissement

On se propose d'étudier du point de vue acoustique, une paroi composée (mur + fenêtre) d'une chambre d'appartement donnant sur une rue. La paroi est représentée ci-dessous :



L'analyse par bande d'octave du bruit de la rue donne les résultats suivants :

Bandes d'octaves (en Hz)	125	250	500	1000	2000
Niveau d'intensité L (dB)	71	70	66	65	57
Intensité sonore $W.m^{-2}$		10^{-5}	4×10^{-6}		5×10^{-7}

1. Calculer les deux intensités sonores manquantes dans le tableau.
2. Calculer alors le niveau d'intensité sonore global L_{global}

3. a) Sachant que la masse volumique du mur est $\rho_m = 2100\ kg.m^{-3}$ et que son épaisseur vaut $e_m = 20\ cm$, déterminer sa masse surfacique σ_m.

b) Calculer l'indice d'affaiblissement du mur noté R_m.

c) En déduire τ_m le facteur de transmission du mur.

4. a) Sachant que la masse surfacique du verre est $\sigma_v = 7\ kg.m^{-2}$, déterminer l'indice R_f d'affaiblissement de la fenêtre.

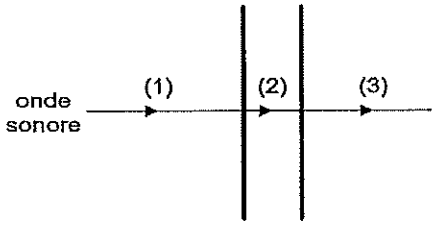
b) En déduire τ_f le facteur de transmission de la fenêtre.

5. a) Calculer le facteur de transmission global τ_g de la paroi composée.

b) Déterminer l'indice d'affaiblissement global R_g.

c) Calculer le niveau sonore d'intensité dans la chambre si on ne tient pas compte des phénomènes de réverbération.

Exo 4 Impédance acoustique



Les phénomènes d'absorption et de réflexions multiples seront négligés.

1. Calculer l'impédance acoustique de l'air et de la vitre.

On donne : $c_{verre\,L} = 5650$ m/s, $\rho_{verre} = 2500\ kg/m^3$, $c_{air} = 340$ m/s et $\rho_{air} = 1{,}3\ kg/m^3$.

le coefficient de transmission énergétique pour le passage du son de l'air dans la vitre peut s'écrire :

$$T_{1\to2} = \frac{4\,Z_{air}Z_{vitre}}{(Z_{air}+Z_{vitre})^2}$$

Faire l'application numérique (en %).
En déduire l'atténuation correspondante (en décibels).

3. Calculer le pourcentage d'énergie transmise lors du passage à travers la vitre : $T_{1\to3}$.
En déduire l'atténuation globale.

4. Quel est le niveau acoustique minimal d'un son externe, audible à l'intérieur ?
Critiquer ce résultat.

5. Montrer que l'utilisation d'un double vitrage permet de renforcer l'isolation phonique.