



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider-Biskra Faculté des Sciences et de la technologie Département : Architecture

Année universitaire : 2017—2018

1^{ère} année master en Architecture

Matière : Equipement 2 Acoustique du bâtiment

Enseignant : Dr MEZERDI Toufik

Cour N° 09 Isolation des parois aux bruits aériens



INTRODUCTION

Ce chapitre traite de la transmission des bruits aériens à travers les parois. D'un point de vue théorique, ces transmissions des ondes dans un solide (la paroi) sont régies par les équations aux dérivées partielles de déformation des plaques sollicitées par une onde de pression.

Ne pas confondre Isolation et Isolement acoustique :

- l'isolation acoustique, c'est l'action d'isoler, c'est-à-dire l'action de réduire les transmissions d'énergie vibratoire vers les lieux à protéger grâce à des dispositifs appropriés ;
- l'isolement acoustique, c'est le résultat de l'action consistant à isoler.

Ex : on réalisera une bonne isolation acoustique entre deux locaux grâce à un mur très lourd dont l'isolement acoustique est de 50 dB.

4.1 Coefficient de transmission τ et indice d'affaiblissement R

Lorsqu'une onde aérienne rencontre une paroi, il y a mise en vibration de cette dernière. Ainsi la paroi en état de vibration génère des compressions et dépressions sur les particules d'air au contact de la paroi et se propagent dans les milieux environnants.

Considérons une onde aérienne plane d'intensité I_i atteignant une paroi sous une incidence θ . De part la mise en vibration de la paroi il en résulte une onde rayonné par l'autre frontière d'intensité I_t émergeant sous un même angle θ .

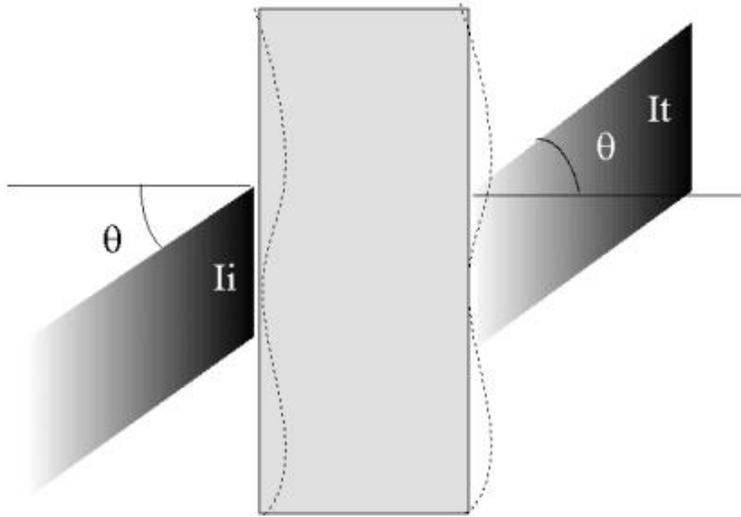


Figure 4.1

Le facteur de transmission d'une paroi est le rapport avec les intensités transmise et incidente.

$$\tau(\theta) = \frac{I_t}{I_i} \quad (4.1)$$

Ce coefficient de transmission dépend de l'incidence θ , ainsi que des propriétés mécaniques du matériau constituant la paroi.

L'indice d'affaiblissement acoustique $R(\theta)$ d'une paroi représente dix fois le logarithme décimal de l'inverse du facteur de transmission :



$$R(\theta) = 10 \log \left(\frac{I_i}{I_t} \right) = 10 \log \left(\frac{1}{\tau} \right) \quad (\text{dB}) \quad (4.2)$$

Il s'exprime en décibels.

Cette grandeur caractérise l'amortissement en terme de niveau de pression d'une onde à la traversée d'une paroi. Le pouvoir d'isolation d'une paroi est d'autant plus important que son indice d'affaiblissement est élevé.

4.2. Evaluation théorique de l'indice d'affaiblissement des parois simples

On entend par parois simples, des parois homogènes constituées d'un matériau isotrope. L'indice d'affaiblissement d'une paroi dépend de nombreux facteurs dont les plus importants sont :

- la masse surfacique de la paroi m_s
- la rigidité B
- les pertes internes η
- ses dimensions,
- la fréquence des ondes aériennes incidentes
- la perméabilité,
- ses liaisons avec les parois adjacentes.

Dans les démonstrations qui suivent on supposera que les parois sont de dimensions infinies pour éliminer l'influence des liaisons avec d'autres parois, de même on ne tiendra pas compte des transmissions parasites dû à la perméabilité .



4.2.1 Fréquence de coïncidence et fréquence critique

Soit une onde plane de fréquence f atteignant une paroi sous une incidence θ (figure 3.1)

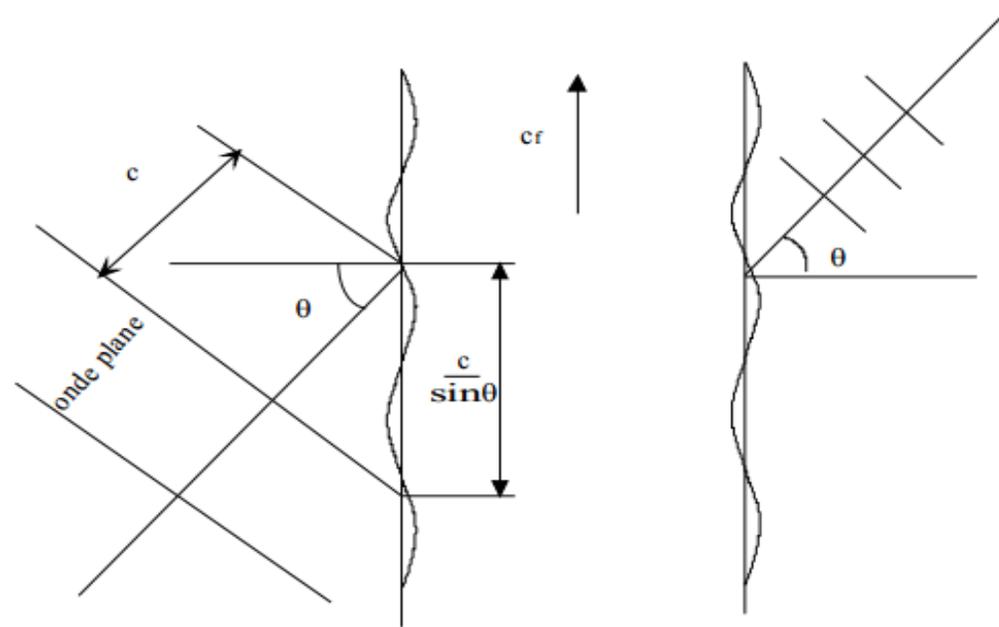


Figure 4.2 : Mise en vibration d'une paroi par une onde plane d'incidence θ

La déformation locale de la paroi au point d'impact de l'onde se propage au sein de la paroi et donne naissance à des ondes dites de flexion de vitesse c_f

$$c_f = (1,8.h.f)^{\frac{1}{2}} \sqrt[4]{\frac{E}{\rho(1-\nu^2)}} \quad (4.3)$$



avec :

- h épaisseur de la paroi (m)
- E module de YOUNG (N/m²)
- ρ masse volumique (kg/m³)
- ν coefficient de POISSON (ν ≠ 0.3 pour les matériaux de construction)

Ainsi la vitesse de propagation des ondes de flexion le long de la paroi est fonction de la fréquence de l'onde aérienne incidente.

On dit qu'il y a phénomène de coïncidence lorsque la vitesse de la trace de l'onde aérienne sur la paroi (soit : $\frac{c}{\sin \theta}$) est égale à la vitesse c_f des ondes de flexion le long de la paroi ($\frac{c}{\sin \theta} = c_f$).

Pour une incidence θ donnée, la coïncidence se produit pour une fréquence f_θ tel que :

$$\frac{c}{\sin \theta} = (1,8.h.f)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt[4]{\frac{E}{\rho(1-\nu^2)}}$$

$$f_\theta = \frac{c^2}{1,8.h.\sin^2 \theta} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{E} \cdot (1-\nu^2)} \quad \sim \quad (4.4)$$

La plus basse fréquence de coïncidence est dite fréquence critique f_c de la paroi. Elle est obtenue pour $\theta = 90^\circ$ ($c=c_f$) à partir de la relation 4.4



$$\text{Soit : } f_c = \frac{c^2}{1,8.h} \sqrt{\frac{\rho}{E} (1-v^2)} \quad f_0 = \frac{f_c}{\sin^2 \theta} \quad (4.5)$$

Pour cette fréquence, la paroi présente une perte d'isolement .

Exemples :

- pour un verre de 5 mm : $f_c = 2\,500$ Hz
- pour une paroi de brique de 11 cm : $f_c = 190$ Hz
- pour une paroi de béton de 20 cm : $f_c = 90$ à 180 Hz suivant la densité
- pour un panneau de plâtre de 5 cm : $f_c = 516$ Hz

Le tableau (1) indique les fréquences critiques des matériaux de construction.

Remarque : *Certaines fréquences critiques sont mal situées sur l'échelle des fréquences audibles. C'est le cas notamment pour les matériaux tel que le verre dont la fréquence critique se situe autour de 2000Hz pour laquelle l'oreille est particulièrement sensible.*



Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

Caractéristiques mécaniques des matériaux de construction

Matériau	Masse volumique (kg/m ³)	Célérités des ondes longitudinales C _l (m/s)	Module d'élasticité E(N/m ²)	Facteur de perte η	Fréquence critique pour 1cm d'épaisseur
Acier	7780	5450	210*10 ⁹	2*10 ⁻⁴	1200
Aluminium	2700	5500	70*10 ⁹	10 ⁻⁴	1200
Amiante ciment	1400-2200	3300-3750	14.28*10 ⁹	0.007-0.02	1730-1960
Asphalte	1800-2300	1900-3200	7.7*10 ⁹	0.0055-0.38	2000-3400
Béton(dense)	2300	3300	23*10 ⁹	0.005-0.02	-
Béton(léger)	1300	1800	3.8*10 ⁹	0.012	-
Béton cellulaire	600	1900	2*10 ⁹	0.015	-
Bois(fibres compressées)	600-700	2700-2900	4.6*10 ⁹	0.01-0.03	2200-2400
Brique	1800-2100	1250-3100	3.16*10 ⁹	0.01-0.02	-
Bronze	8500	3540	95*10 ⁹	2*10 ⁻⁴	1830
Caoutchouc	1000-1250	30-200	0.3*10 ⁹	0.1-0.8	-
Chêne	700-1000	1500-3500	5*10 ⁹	0.008-0.01	1900-4200
Contreplaqué	600	3150	5.4*10 ⁹	0.01-0.04	2000
Cuivre	8900	3700	125*10 ⁹	0.002	4000
Liège expansé	120-250	360-480	0.025*10 ⁹	0.1-0.4	-



Matériau	Masse volumique (kg/m ³)	Célérités des ondes longitudinales C _l (m/s)	Module d'élasticité E(N/m ²)	Facteur de perte η	Fréquence critique pour 1cm d'épaisseur
Pin-Sapin	400-550	1650-3200	1.5*10 ⁹	0.04	2000-3900
Platre(alvéolé)	650	2100	2.6*10 ⁹	0.005-0.03	-
Plâtre(cartonné)	1200	2500	7*10 ⁹	0.005-0.009	2600
Plexiglas		2300	5.6*10 ⁹	0.02-0.04	2800
Plomb		1350	17*10 ⁹	0.015	4800
Polychlorure de vinyle		150	0.03*10 ⁹	0.04	-
Polystyrène expansé		310-440	0.0026*10 ⁹	0.01-0.025	-
Sable sec		150	0.03*10 ⁹	0.06-0.12	-
Verre		5135	60*10 ⁹	0.001-0.01	1260
Zinc		1435	13.1*10 ⁹	3*10 ⁻⁴	4500

Tableau 4.1



4.2.2 Expression théorique de l'indice d'affaiblissement

Cas d'une onde plane d'incidence θ

Pour des parois homogènes de dimensions infinies, une expression théorique du coefficient de transmission pour une onde aérienne d'incidence θ est donnée :

$$\tau(\theta) = \left\{ \left[1 + \eta \cdot \left(\frac{\omega \cdot m_s \cdot \cos \theta}{2 \cdot \rho_0 \cdot c} \right) \cdot \left(\frac{\omega^2 \cdot B}{c^4 \cdot m_s} \cdot \sin^4 \theta \right) \right]^2 + \left[\frac{\omega \cdot m_s \cdot \cos \theta}{2 \rho_0 c} \cdot \left(1 - \frac{\omega^2 \cdot B}{c^4 \cdot m_s} \cdot \sin^4 \theta \right) \right]^2 \right\}^{-1} \quad (4.6)$$

Dans laquelle :

- m_s : masse surfacique de la paroi (kg/m^2)
- $\omega = 2\pi f$: pulsation de l'onde aérienne
- η : facteur de pertes de la paroi
- * $B = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ ($N.m$) : raideur en flexion de la paroi

L'indice d'affaiblissement prend différentes formes selon le domaine fréquentiel considéré :

- $f < f_c$



On a alors $\frac{\omega^2 B}{c^4 m_s} \ll 1$

D'où $R(\theta) = 10 \log \left[1 + \left(\frac{m_s \omega \cos \theta}{2 \rho_0 \cdot c} \right)^2 \right]$ (4.7)

En pratique, la quantité $\left[\left(\frac{m_s \omega \cos \theta}{2 \rho_0 \cdot c} \right)^2 \right]$ est $\gg 1$

Aux basses fréquences l'indice d'affaiblissement dépend principalement de la masse surfacique. On notera qu'un doublement de masse surfacique engendre une augmentation de l'indice d'affaiblissement de 6 dB.

- $f > f_c$,
il existe une fréquence pour laquelle il y a coïncidence entre la vitesse de la trace de l'onde aérienne et la vitesse des ondes de flexion de la paroi (telle que $\sin^2 \theta_{\text{coïnc.}} = f_c/c$)

a) pour $f = f_{\text{coïnc}}$ alors $\frac{\omega^2 B}{c^4 m_s} \sin^4 \theta_{\text{coïnc}} = 1$

$(\theta = \theta_{\text{coïnc}})$

d'où $R(\theta_{\text{coïnc}}) = 10 \log \left[1 + \eta \cdot \frac{m_s \cdot \omega \cdot \cos \theta_{\text{coïnc}}}{2 \cdot \rho_0 c} \right]^2$ (4.8)



l'élasticité dans ce cas est à l'origine d'une chute de R_0 . Le défaut d'isolement sera d'autant plus prononcé que le facteur de pertes est faible c'est-à-dire que la paroi est rigide.

b) pour $f > f_{\text{coïnc}}$ ($\theta < \theta_{\text{coïnc}}$), le terme en η de l'expression 3.16 est négligeable d'où

$$R(\theta) = 10 \log \left[1 + \left(\frac{m_s \omega \cos \theta}{2 \rho_0 c} \left[1 - \left(\frac{f}{f_c} \right)^2 \sin^4 \theta \right] \right)^2 \right] \quad (4.9)$$

On observe que lorsque f est très supérieure à f_c l'action de l'élasticité de la paroi peut alors renforcer celle de la masse.

Ces différentes expressions permettent de calculer l'indice d'affaiblissement pour une onde aérienne d'incidence θ .

Ce cas est peu fréquent et l'on considère la plupart du temps que les ondes atteignent la paroi sous des incidences quelconques (hypothèse d'un champ d'ondes diffus).

Cas d'un champ d'ondes diffus

Une paroi reçoit du local émetteur une infinité d'ondes planes et l'atteint sous des incidences quelconques, on parle alors d'un champ acoustique diffus.

Considérons une surface dS élémentaire de paroi mis en vibration par un faisceau d'ondes planes d'incidence θ contenues dans l'angle solide élémentaire $d\theta$ (voir figure 4.3).

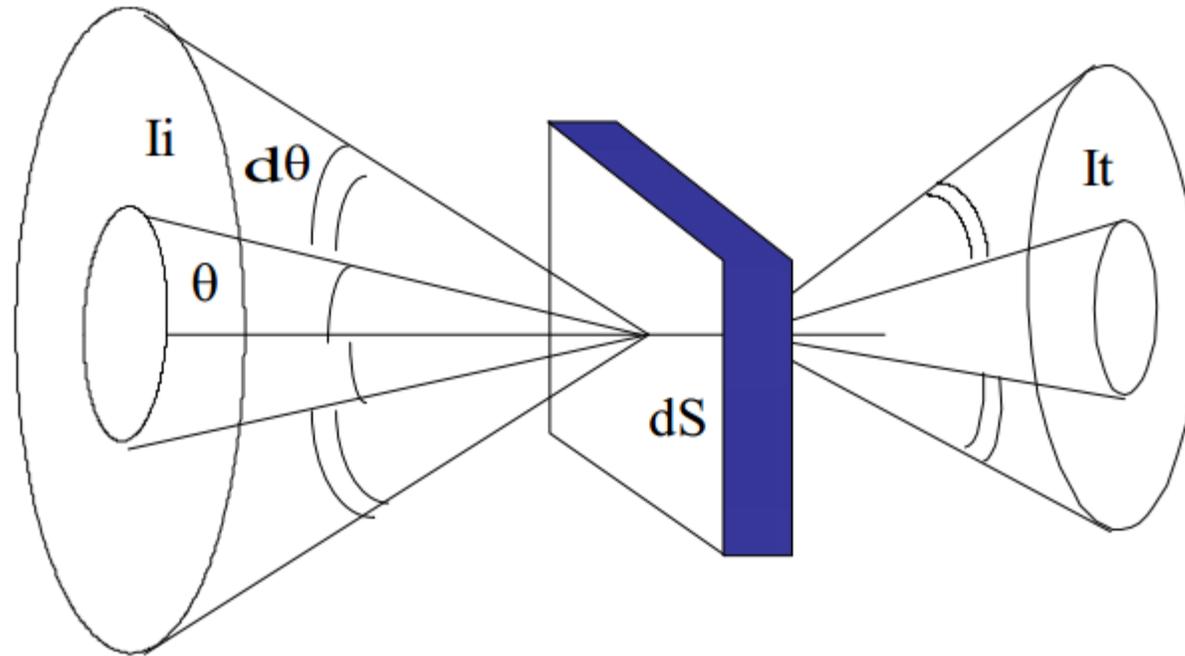


Figure 4.3

Pour les ondes planes d'incidence θ contenues dans un angle élémentaire $d\theta$ l'intensité transmise s'écrit :



$$dI_t = I \cos\theta \tau(\theta) d\Omega$$

I intensité par unité d'angle solide .

Avec $d\Omega = 2\pi \sin(\theta) d\theta$ (angle solide élémentaire) formé par 2 cônes très voisins de $\frac{1}{2}$ angle au sommet θ .

Par intégration sur un $\frac{1}{2}$ espace ($0 < \theta < \pi/2$) ,l'intensité totale transmise $I(t)$ pour l'ensemble des ondes aériennes incidentes s'écrit :

$$I_t = 2\pi \int_0^{\pi/2} I \cos\theta \tau(\theta) \sin\theta d\theta$$

Par ailleurs l'intensité incidente totale I_i est :

$$I_i = 2\pi \int_0^{\pi/2} I \cos\theta \sin\theta d\theta$$

On appellera coefficient de transmission en champ diffus $\tau_d = \frac{I_t}{I_i}$

Soit :

$$\tau_d = \frac{\int_0^{\pi/2} \tau(\theta) \sin\theta \cos\theta d\theta}{\int_0^{\pi/2} \sin\theta \cos\theta d\theta} \quad (4.10)$$



On en déduit alors un indice d'affaiblissement en champ diffus R_d

$$R_d = 10 \log \frac{1}{\tau_d} \text{ (dB)}$$

Compte tenu des expressions 3.16 et 3.20 on en déduit deux expressions de l'indice d'affaiblissement en champ diffus selon la fréquence des ondes aériennes incidentes :

1) Si $f \ll f_c$

$$R_d = R_0 - 5 \text{ dB} \tag{4.11}$$

avec

$$R_0 = 10 \log \left[1 + \left(\frac{m_s \omega}{2 \rho_0 \cdot c} \right)^2 \right] : \text{ indice d'affaiblissement de la paroi pour l'incidence normale } (\theta=0^\circ).$$

Remarque : pour $f \ll f_c$, l'indice d'affaiblissement d'une paroi soumise à un champ d'ondes diffus, est inférieur de 5dB à l'indice d'affaiblissement pour une onde plane heurtant la paroi sous une incidence $\theta = 0^\circ$. Pour ce domaine fréquentiel, à un doublement de fréquence correspond un accroissement de R de 6dB. De même à un doublement de masse (épaisseur double) correspond un accroissement pour R de 6dB.



2) Si $f > f_c$,

$$R_d = 10 \log \frac{\omega^3 m_s^2 \eta}{4 \rho_0 \cdot c^2 \omega_c} - 2dB$$

$$R_d = R_0 + 10 \log \frac{f}{f_c} + 10 \log \eta - 2dB \quad (4.12)$$

Avec

$$\omega_c = 2\pi \cdot f_c \text{ et } \rho_0 \cdot c = 412 \text{ (S.I.)} = \text{impédance de l'air}$$

3) Si $f = f_c$:

A cette fréquence la paroi présente un défaut d'isolation dont l'expression approchée est donnée ci-dessous :

$$R_d (f_c) = 20 \log m_s f_c - 65 \text{ dB} \quad (4.13)$$

La courbe d'indice d'affaiblissement théorique d'une paroi simple de dimensions infinies se déduit des expressions 3.21, 3.22 et 3.23. Elle a l'allure générale donnée par la figure 4.4.

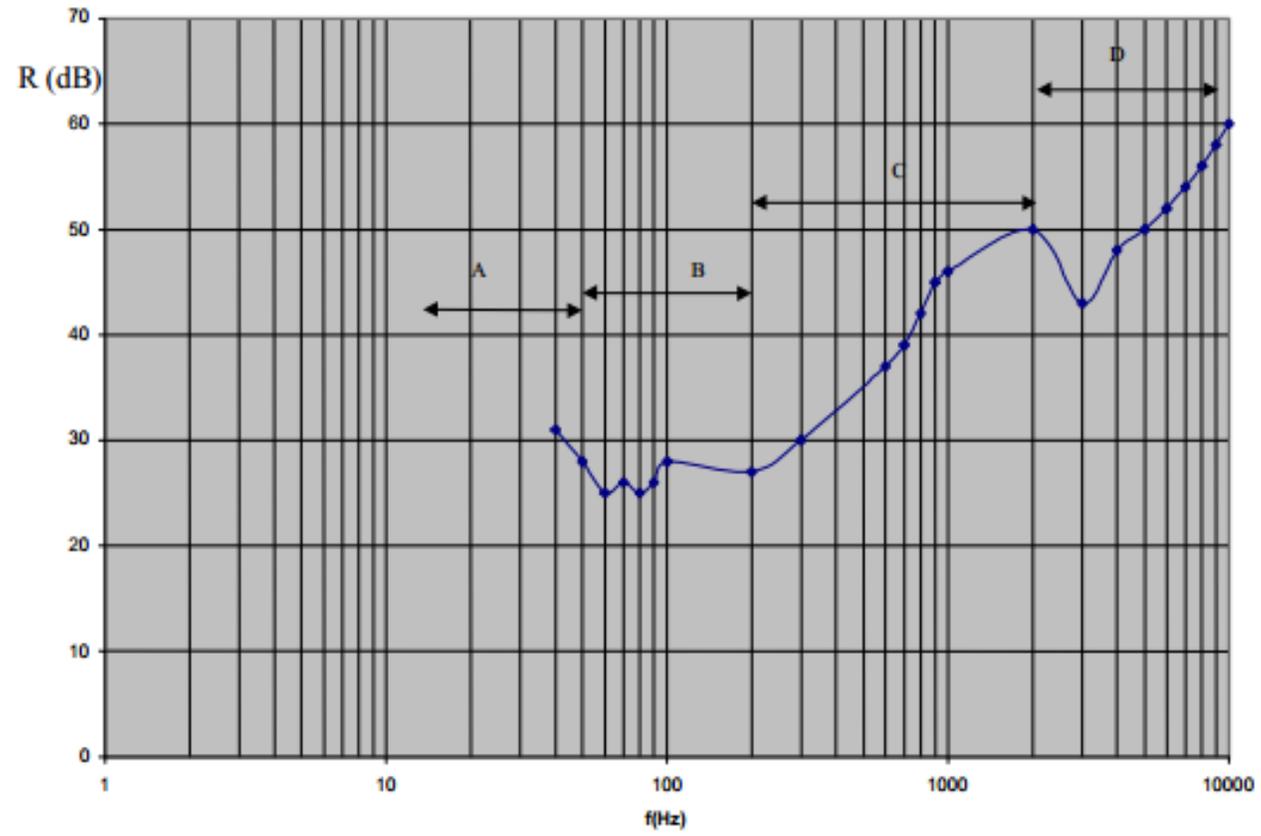


Figure 4.4 : Courbe d'indice d'affaiblissement fréquentielle d'une paroi simple.



Influence de la masse surfacique

En règle générale pour les parois simples, l'isolement croît avec leur masse surfacique m_s . Pour des parois de masse surfacique inférieure à 200 kg/m^2 , l'indice d'affaiblissement croît de l'ordre de 4 dB par doublement de masse.

Pour des parois de masse surfacique supérieure à 200 kg/m^2 , l'indice d'affaiblissement croît de 5 dB par doublement de masse.

Influence de la raideur de la paroi et variation de l'isolement avec la fréquence

L'isolement d'une paroi croît avec la fréquence, excepté autour de certaines fréquences où l'isolement passe par des minimums plus ou moins accentués. C'est le cas notamment aux fréquences propres des parois et à la fréquence critique.

La courbe d'isolement en fonction de la fréquence présente souvent l'allure de la courbe de la figure 4.4.

On distingue ici 4 zones :

- une zone A pour laquelle l'indice d'affaiblissement dépend du coefficient de raideur k de la paroi. Le coefficient de raideur dynamique k représente le coefficient de proportionnalité existant

entre la force appliquée et la déformation : $k = \frac{F}{x}$

la raideur diminue si la fréquence augmente et l'indice d'affaiblissement décroît.



- Une zone B contrôlée par les modes propres de vibration de la paroi plus ou moins facilement excitée selon le mode d'attaque de la pression de l'onde aérienne incidente, qui provoquent des minimums dans l'isolement.

Les fréquences propres sont déterminées à partir de la théorie des plaques vibrantes régie par l'équation différentielle :

$$\nabla^4 \xi + \frac{12 \cdot \rho}{h^2 \cdot E} \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = 0 \quad (4.14)$$

où ξ est le déplacement. $\xi(x, y, t)$

Les solutions de l'équation 4.14 sont de la forme :

$$\xi(x, y, t) = \sum \xi_{m,n} \left(\sin \frac{m}{a} x \cdot \sin \frac{n}{b} y \right) \cdot \sin \omega_{m,n} t$$

Les fréquences propres sont données par la relation :

$$f_{m,n} = k_1 \cdot h \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho} \left[\left(\frac{n}{b} \right)^2 + \left(\frac{m}{a} \right)^2 \right]} \quad (\text{Hz}) \quad (4.15)$$

$$\omega_{n,m} = 2\pi \cdot f_{n,m}$$



* n, m : sont des nombres entiers : $1, 2, 3, \dots, \infty$

* a et b : les dimensions de la plaque

* k_1 : un coefficient qui dépend du mode de liaison de la paroi aux parois adjacentes.

On prend $k_1 = 0.45$ pour une paroi simplement appuyée

$k_1 = 0.9$ pour une paroi encadrée.

Dans des conditions réelles, k_1 se situe entre 0.45 et 0.9

Exemple :

Pour un mur de béton de granulats lourds siliceux de dimensions 2.6×3.87 m, d'épaisseur

$h = 10$ cm et $\sqrt{\frac{E}{\rho}} = 3\,400$ m/s et $k_1 = 0.7$, les premières fréquences propres sont 51, 99, 157, 178, 204 Hz.

Le plus fort rayonnement de la paroi se produira pour la première fréquence propre $f_{1,1}$, ce qui entraîne à cette fréquence un fort minimum dans l'isolement .

- Une zone C où l'indice d'affaiblissement dépend principalement de la masse surfacique de la paroi. Pour cette zone, l'indice d'affaiblissement croît régulièrement de 6 dB par octave.
- Une zone D à l'intérieur de laquelle se situe la fréquence critique de la paroi. Il y a une chute d'isolation à cette fréquence, elle est d'autant plus importante que la paroi est rigide, donc que l'énergie dissipée dans la paroi est faible.



Cette dissipation interne est caractérisée par un facteur de pertes η . Il représente le rapport de l'énergie dissipée ΔW à l'énergie incidente W par cycle de vibrations ($\eta = \frac{\Delta W}{2\pi W}$).

Pour les matériaux de construction η est compris entre 10^{-3} et 10^{-2} .

Au-delà de la fréquence critique, l'isolement croît de manière continue à raison de 7 à 9 dB / octave.

Influence de la dimension et des modes de liaison de la paroi

Par référence au modèle du piston rigide de vitesse vibratoire efficace v_e la puissance acoustique rayonnée de part et d'autre d'une paroi élastique dans laquelle se propage des ondes de flexion s'écrit:

$$W_{ray} = \rho_0 \cdot c \cdot S \cdot \sigma_{ray} \cdot v_e^2$$

dans laquelle :

* $\rho_0 \cdot c$: impédance de l'air

* S : surface de la paroi

* v_e : valeur efficace de la vitesse de vibration de la paroi.

* σ_{ray} : facteur de rayonnement. Il dépend de la fréquence et des conditions aux limites de la paroi (il représente physiquement le rapport entre l'énergie rayonnée par une paroi élastique à l'énergie qui serait rayonnée par une paroi rigide indéformable ($W_{ray} = \rho_0 \cdot c \cdot S \cdot v_e^2$))



Pour une paroi de dimensions finies, le mode d'attache aux parois adjacentes interfère sur les modes de vibrations de la paroi. Il y a notamment une modification des fréquences propres comme nous l'avons signalé au paragraphe précédent.

Par ailleurs des phénomènes de superposition se produisent entre les ondes de flexions incidentes et celles réfléchies aux limites de la paroi. Il en résulte dans la paroi, des déplacements transversaux de grandes amplitudes.

Pour une paroi en appui sur son pourtour, le facteur de rayonnement est représenté à la figure 4.5

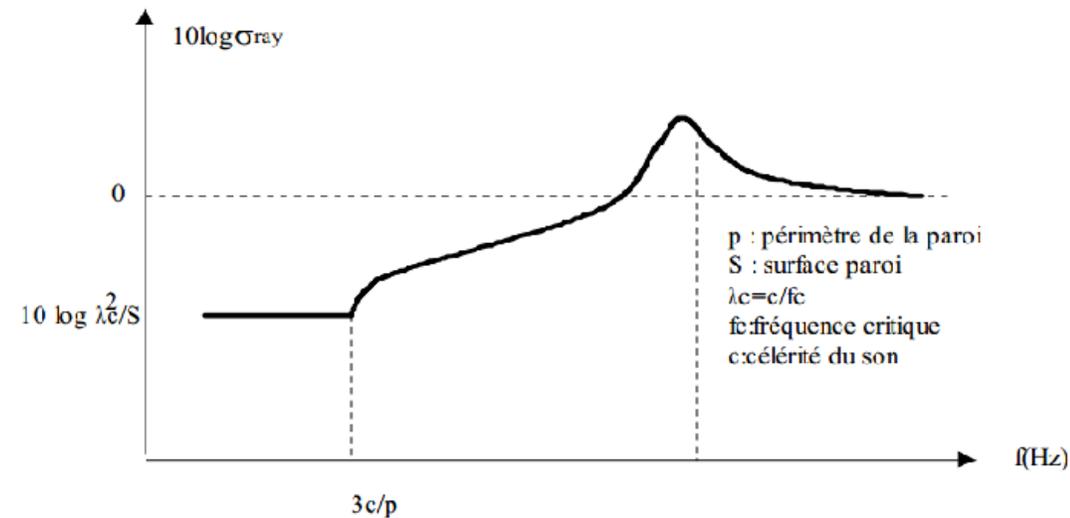


Figure 4.5 : Variation du facteur de rayonnement en fonction de la fréquence.



On remarque que pour $f > 2 f_c$, $\sigma_{\text{ray}} = 1$, la paroi rayonne de la même manière qu'une paroi dénuée d'élasticité(modèle du piston indéformable).

Par contre, pour $f < f_c$, le rayonnement de la paroi est influencé par le couplage plus ou moins important qui existe entre les déplacement de la paroi et ceux du milieu environnant.

4.3. Isolement d'une paroi

4.3.1. Isolement brut d'une paroi

Considérons 2 locaux présentant une paroi séparative de surface S d'indice d'affaiblissement R . Le local (1) est un espace émetteur dans lequel une source produit un champ d'ondes diffus de niveau L_1 . Il en résulte une mise en vibration du séparatif qui rayonne sur sa face coté réception (local 2) un champ d'ondes diffus qui produit un niveau L_2

On définit l'isolement brut d'une paroi comme étant la différence entre le niveau émetteur et niveau récepteur:

$$D_b = L_1 - L_2 \quad (4.16)$$

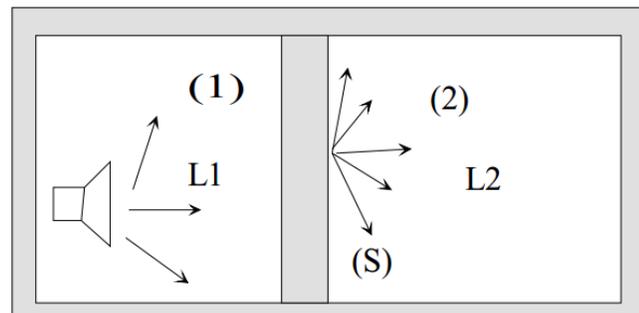


Figure 4.6



L'équation de bilan d'énergie acoustique du local émetteur consiste à poser que la puissance vibratoire réfléchiée après une première réflexion est absorbée par les frontières en cours des réflexions d'ordre supérieur

$$W(1 - \bar{\alpha}_1) = \frac{I_1}{4} S_{t1} \bar{\alpha}_1 \quad (4.17)$$

avec $A_1 = S_{t1} \bar{\alpha}_1$ aire d'absorption du local émetteur

La relation (3.16) signifie que chaque m^2 de paroi reçoit une puissance $I_1/4$ où I_1 représente l'intensité acoustique dans le champ réverbéré du local .

De la même manière si W_t est la puissance rayonnée par le séparatif dans le local (2) le bilan de ce local est

$$W_t(1 - \bar{\alpha}_2) = \frac{I_2}{4} S_{t2} \bar{\alpha}_2 \quad (4.18)$$

avec

$$W_t = \frac{I_1}{4} S \tau$$

- S surface du séparatif
- τ coefficient de transmission en champ diffus
- $\bar{\alpha}_2$ coefficient d'absorption moyen des parois du local (2)
- S_{t2} Surface totale des parois du local (2)
- A_2 Aire d'absorption équivalente du local (2)



Ainsi la relation entre les intensités des locaux (1) et (2) est

$$\frac{I_1}{4} S \tau (1 - \bar{\alpha}_2) = \frac{I_2}{4} S_{i2} \bar{\alpha}_2 \quad (4.19)$$

L'isolement brut s'exprime comme

$$D_b = 10 \log \frac{I_1}{I_2} = 10 \log \frac{CL_2}{S \tau} = R + 10 \log \frac{CL_2}{S} \quad (4.20)$$

avec

- $CL_2 = \frac{S_{i2} \bar{\alpha}_2}{1 - \bar{\alpha}_2}$ constante du local récepteur (2)

Remarque : si $\bar{\alpha}_2$ est < 0.2 , on considère $CL_2 \approx S_{i2} \bar{\alpha}_2 = A_2$ (aire d'absorption du local)

- S surface du séparatif
- R indice d'affaiblissement du séparatif

La constante du local récepteur (2) est fonction par ailleurs du temps de réverbération

Remarque : l'isolement entre 2 locaux dépend à la fois de l'indice d'affaiblissement du séparatif, du pouvoir d'absorption du local récepteur ainsi que de la surface de la paroi.



4.3.2. Isolement normalisé D_n

On entend par isolement normalisé ,l'isolement obtenu soit pour un local récepteur dont l'aire d'absorption est $A_0=10m^2$, soit pour un local dont la durée de réverbération est de 0.5s .

Si l'on prend comme référence un temps de réverbération de 0,5s en réception l'isolement normalisé s'écrit :

$$D_n = R + 10 \log \frac{0.161V}{0.5S}$$

V :volume du local récepteur

S :surface de la paroi de séparation

ou encore

$$D_n = R + 10 \log 0.32z$$

z : profondeur du local récepteur

4.3.3. Relation entre isolement brut D_b et Indice d'affaiblissement R

Lorsque la source de vibration se situe dans un milieu infini (extérieur d'un bâtiment) il n'existe plus de champ réverbéré et le niveau dépend alors de la position de la source par rapport au point de mesure.



Pour évaluer le niveau de bruit en espace extérieur, on se ramènera aux deux de figures suivant :

- 1) Le bruit est diffus sur la face extérieure de la paroi. C'est le cas par exemple du bruit dans une rue à fort trafic bordée de part et d'autre d'immeubles. On peut alors considérer que les ondes parviennent sur la façade sous toutes les incidences, soit en provenance directe des sources, soit par réflexion sur les façades des proches du bâtiment considéré. Dans ce cas, le niveau en façade est quasi identique en tous points. Conventionnellement, on choisit de mesurer le niveau à 2m en avant de la façade au centre géométrique de la paroi considérée. L'isolement bruit D_b de la façade est analogue à l'expression 4.2 :

$$D_b = R + 10 \cdot \log \frac{CL}{S} \# R + 10 \cdot \log \frac{A}{S}$$

- 2) Le bruit extérieur ne peut pas être considéré comme diffus, c'est le cas de la façade d'un immeuble isolé soumis au rayonnement d'une source fixe unique (figure 4.7)

Dans ce cas, si la distance entre la source et la façade est grande par rapport aux dimensions de la façade, on peut admettre que les rayons sonores tombent sur la paroi sous une même incidence θ (figure 4.7).

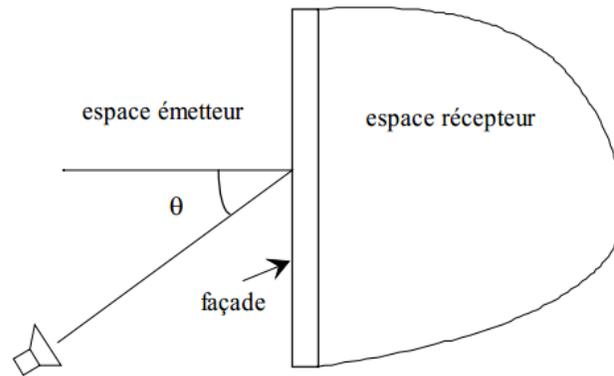


Figure 4.7

Soit I_1 , l'intensité acoustique mesurée à 2 m en avant de la façade et $\tau(\theta)$ le coefficient de transmission du composant de façade, la puissance qui pénètre dans l'espace récepteur est :

$$W_t = I_1 \cdot \cos \theta \cdot S \cdot \tau(\theta) \quad (4.20)$$

- S : Surface de la façade.

Il en résulte une intensité I_{r2} dans le champ réverbéré du local (2) :

$$I_{r2} = \frac{4W_t}{CL_2} \quad \text{avec} \quad CL_2 = \frac{S_{t2} \bar{\alpha}_2}{1 - \bar{\alpha}_2}$$

- S_{t2} : surface totale des parois du local réception
- $\bar{\alpha}_2$: Coefficient d'absorption moyen des parois du local réception.



Soit, compte tenu de l'expression 4.20 :

$$I_{r2} = \frac{4 I_1 \cos \theta \cdot S \cdot \tau(\theta)}{CL_2}$$

$$\text{D'où : } D_b = 10 \log \frac{I_1}{I_{r2}} = R_0 + 10 \log \frac{CL_2}{S \cdot \cos \theta} - 6 \text{ dB}$$

Si le local (2) est réverbérant ($\bar{\alpha}_2$ petit), on peut faire l'approximation : $CL_2 = A = S_{t2} \cdot \bar{\alpha}_2$

$$\text{D'où } D_b = L_{I1} - L_{I_{r2}} = R_0 + 10 \log \frac{A}{S \cdot \cos \theta} - 6 \text{ dB}$$

- R_0 étant l'indice d'affaiblissement de la façade pour l'incidence θ

En général, il est difficile de connaître l'incidence moyenne des ondes heurtant la paroi. Par ailleurs, l'indice d'affaiblissement est la plupart du temps, donné pour un champ d'ondes diffus et sa valeur est toujours inférieure à l'indice d'affaiblissement pour une incidence θ donnée. Conventionnellement, on admettra que l'incidence moyenne est de 60° , de sorte qu'on pourra évaluer l'isolement brut d'une façade en champ non diffus à l'aide de la relation

$$D_b = L_{I1} + L_{I_{r2}} = R_d + 10 \log \frac{A}{S} - 3 \text{ dB} \quad (4.21)$$



Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

