



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<sup>ère</sup> année master en Architecture*

*Matière : Equipement 2 Acoustique*

*Enseignant : Dr MEZERDI Toufik*

*Cour N° 10 Isolation des parois aux bruits aériens II*



**4.4. Indice d'affaiblissement moyen d'une paroi composite**

**4.4.1. Paroi isolée**

Il est fréquent que les parois soient composées d'éléments d'indice d'affaiblissement très différents (ex : façade comportant une partie opaque en béton et une surface vitrée).  
On définit pour de tels éléments composites, un indice d'affaiblissement moyen  $R_m$ ,

$$\text{tel que : } R_m = 10 \log \frac{1}{\tau_m} \text{ (dB)}$$

$$\text{Avec : } \tau_m = \frac{\sum \tau_i \cdot S_i}{\sum S_i} \quad (4.22a)$$

$\tau_m$  : Coefficient de transmission moyen de la paroi composite,  
 $\tau_i$  Coefficient d'absorption de l'élément i de surface  $S_i$ ,  
 $\sum S_i$  Surface totale de la paroi.

$$\text{ou } R_m = 10 \log \left( \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n S_i 10^{-\frac{R_i}{10}}} \right) \quad (4.22b)$$



**Exemple :**

Une façade est composée d'une surface  $S_1 = 8\text{m}^2$  de béton, d'indice d'affaiblissement  $R_1=40\text{dB}$  à 1000 Hz, et d'une surface  $S_2 = 2\text{m}^2$  de vitre d'indice d'affaiblissement  $R_2 = 25 \text{ dB}$  à 1000 Hz.

Le coefficient de transmission moyen de cette façade est :

$$\tau_m = \frac{S_1 \cdot 10^{-\frac{R_1}{10}} + S_2 \cdot 10^{-\frac{R_2}{10}}}{S_1 + S_2}$$

soit :  $\tau_m = 7.12 \cdot 10^{-4}$

Cette façade est comparable à une paroi homogène de surface 10 m<sup>2</sup> d'indice d'affaiblissement moyen :

$$R_m = 10 \log \frac{1}{7.12 \cdot 10^{-4}} = 31,5 \text{ dB}$$

L'abaque de la figure 4.8. permet de déterminer l'indice d'affaiblissement équivalent d'une paroi constituée de deux éléments d'indice  $R_1$  et  $R_2$  ( $R_1 > R_2$ ).



Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

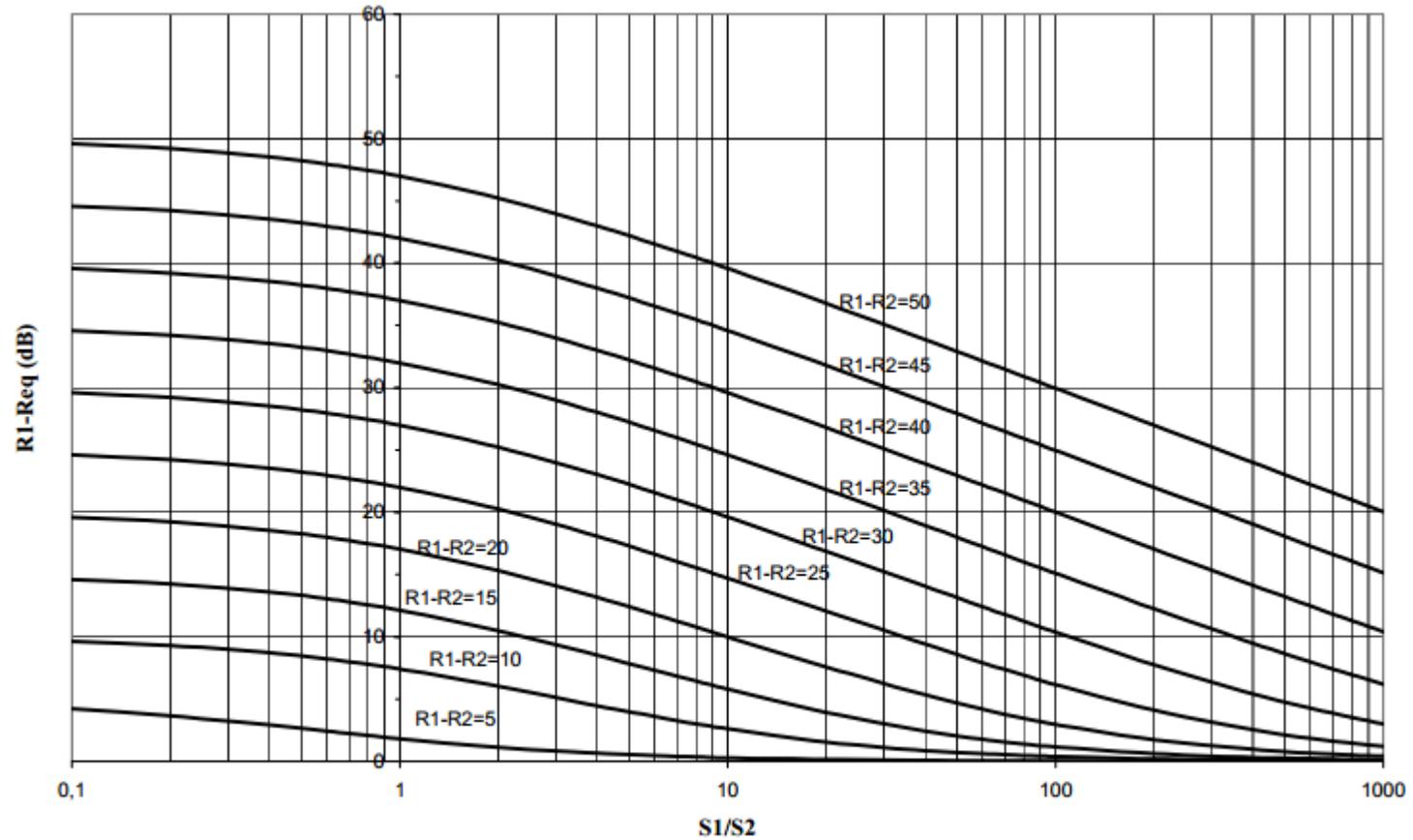


Figure 4.8 : Détermination de l'indice d'affaiblissement équivalent  $R_m$  d'une paroi discontinue constituée de 2 parois de surface  $S_1$  et  $S_2$  d'indice d'affaiblissement  $R_1$  et  $R_2$  ( $R_1 > R_2$ )



**4.4.2. Influence des transmissions latérales.**

Dans la construction traditionnelle (figure 3.17) une paroi de séparation est toujours bordée de parois latérales, dont la mise en vibration peut entraîner un rayonnement supplémentaire de la cloison (parcours 2) et des parois du local réception (parcours 3 et 4)

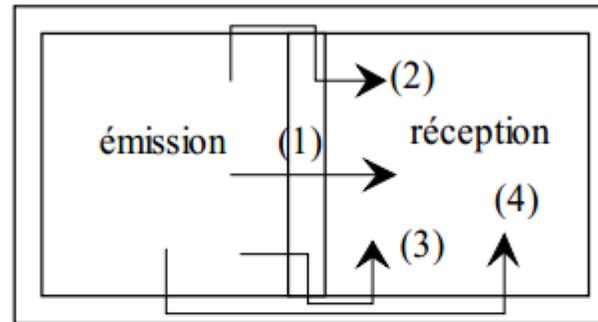


Figure 4.9 : Différents chemins de transmission du bruit dans les structures

Il est impossible dans l'état actuel des recherches de calculer de manière rigoureuse la part des puissances rayonnées pour les différents trajets évoqués.

On peut simplement affirmer que l'isolement sera toujours plus faible que celui calculé en ne considérant que la transmission directe (parcours 1).

Pour tenir compte des transmissions latérales, on adjoindra à la formule d'isolement un terme correctif C :

$$D_b = R + 10 \log \frac{A}{S} - C$$



De façon expérimentale, on peut dire que ces transmissions latérales seront d'autant plus élevées que le rapport entre la masse surfacique  $m_1$  de la paroi commune à la masse surfacique moyenne  $m_2$  des parois latérales sera grand par rapport à 1 :

- Si  $\frac{m_1}{m_2} \ll 1 \rightarrow C = 3 \text{ à } 4 \text{ dB}$
- Si  $\frac{m_1}{m_2} = 1 \rightarrow C = 5 \text{ dB}$  (cas d'une construction homogène)
- Si  $\frac{m_1}{m_2} \gg 1$ , prendre  $C = 6 \text{ à } 8 \text{ dB}$

Lorsque des cloisons légères sont liées à la paroi de séparation les vibrations de cette dernière entraîne un rayonnement acoustique de la cloison, diminuant l'isolement propre de la paroi de séparation (figure 3.18)

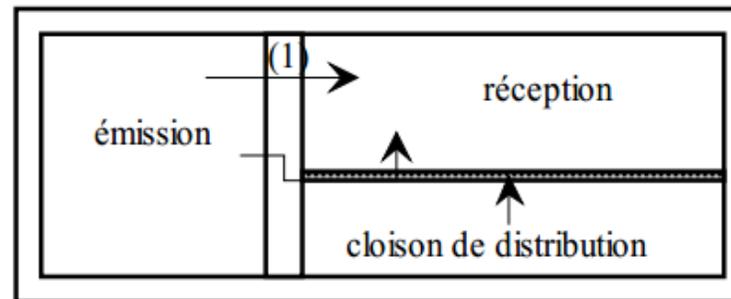


Figure 4.10 : Perte d'isolement entre locaux ← et ↑ due à une mise en vibration d'une cloison de distribution rigide



**Règle empirique**

On estime que la chute d'isolement due à la présence de cloisons légères liées à la paroi de séparation entre 2 locaux dépend de la surface des cloisons ainsi que du nombre N de cloisons solidaires du séparatif.

La perte d'isolement est empiriquement donnée par :

$$5 + \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \text{ou} \\ 1.5 \end{array} \right\} \times N$$

5 dB correspond aux transmissions latérales d'une construction homogène auquel vient s'ajouter une perte supplémentaire due à la présence de cloisons légères rigides solidaire du séparatif selon la règle :

1dB lorsque la surface des cloisons légères est inférieure à 10 m<sup>2</sup>.

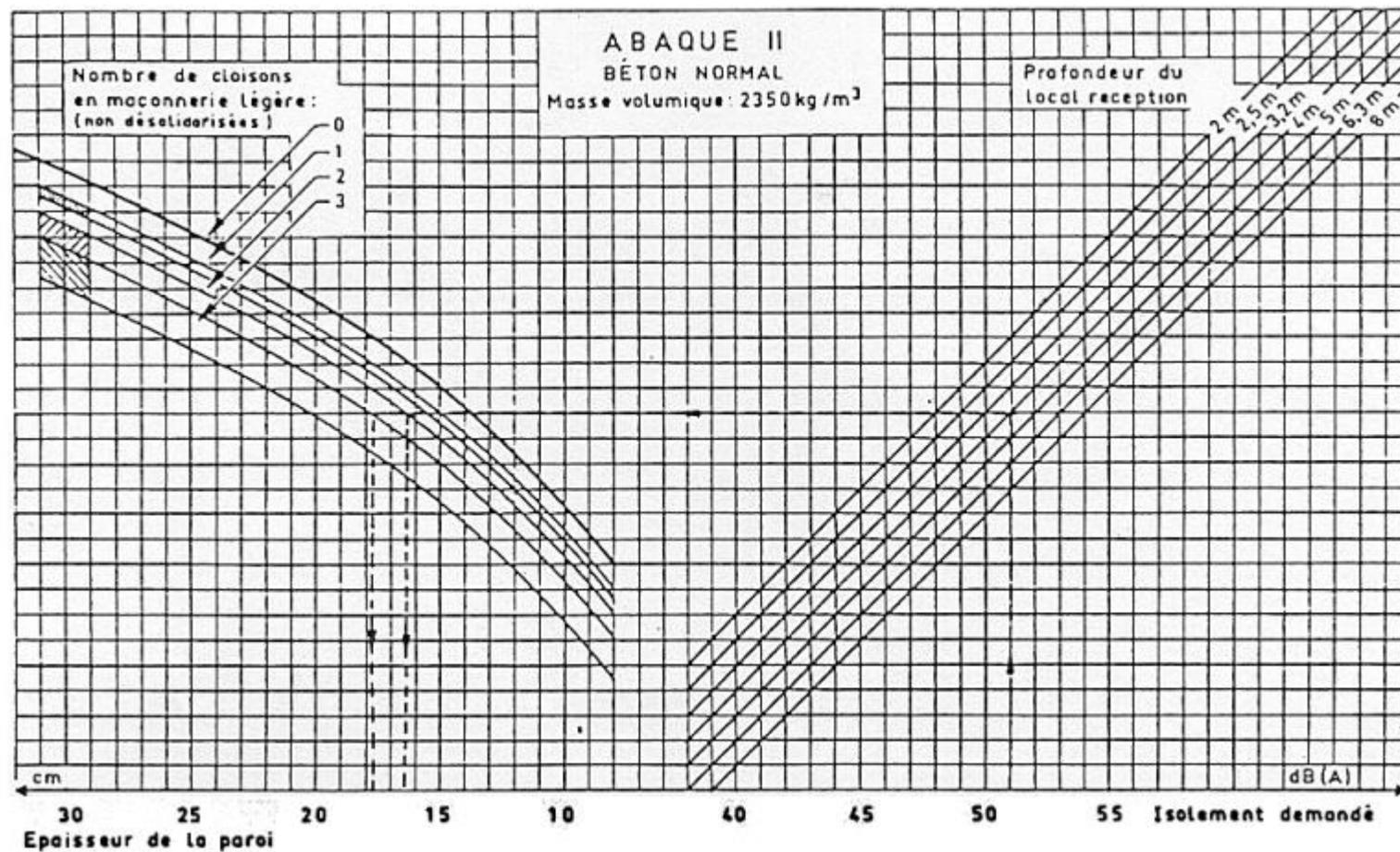
1.5dB lorsque la surface des cloisons légères est supérieure à 10 m<sup>2</sup>.

Les abaques II, III permettent de déterminer l'isolement des parois en béton normal et des parois en parpaings pleins en fonction de la profondeur du local réception , du nombre de cloisons légères solidaires de la paroi de séparation et de son épaisseur.



Cour N° 00

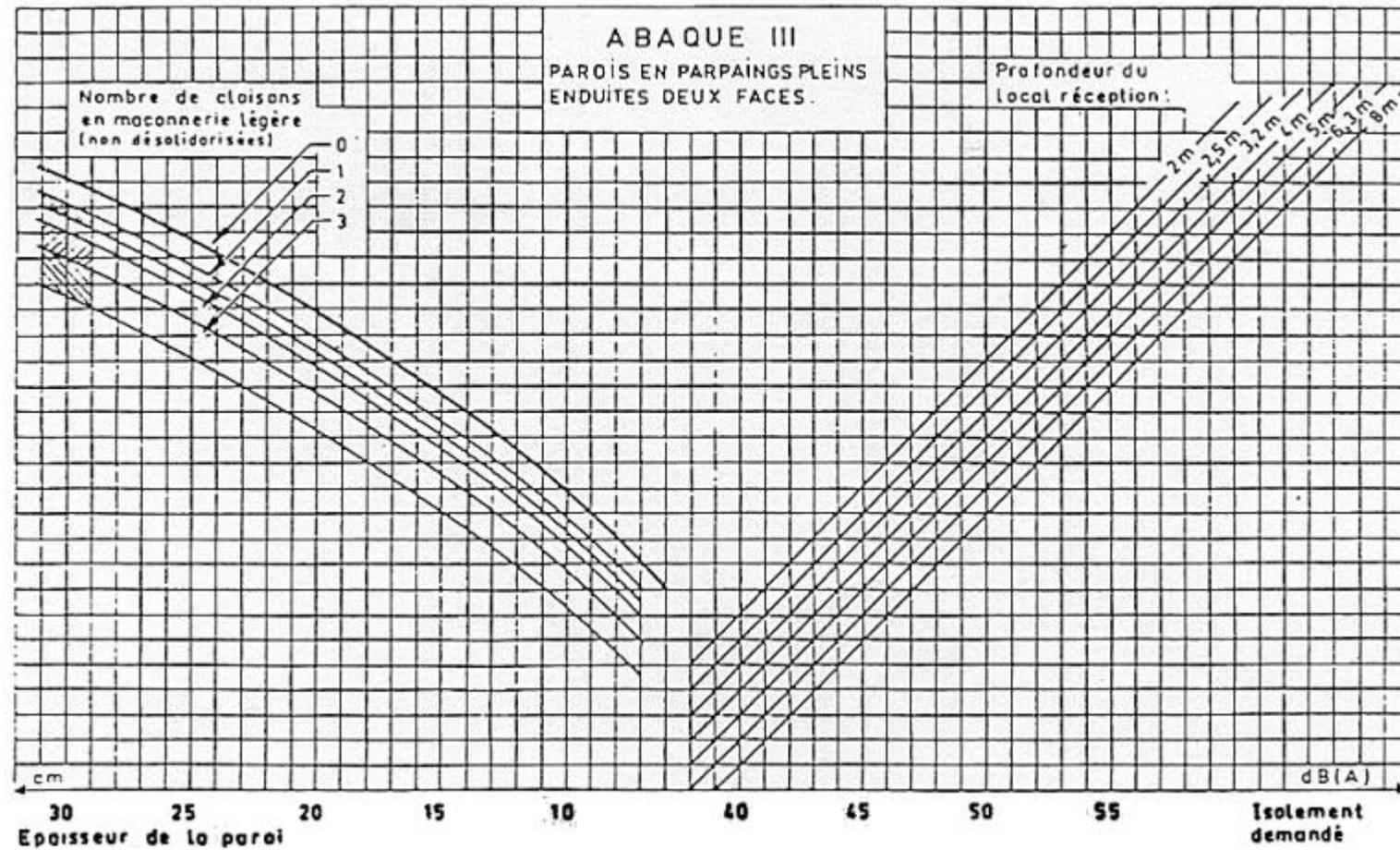
Isolation des parois aux bruits aériens





# Cour N° 00

# Isolation des parois aux bruits aériens





**4.4.3. Indice d'affaiblissement d'une double paroi**

Avec des parois simples, l'isolement acoustique sera important si les masses surfaciques sont élevées, solution généralement coûteuse dans le bâtiment. Il est possible de réaliser un isolement équivalent avec des parois multiples beaucoup plus légères dont les plus classiques sont des « parois doubles ».

Une paroi double est composée de deux éléments à faible masse surfacique ( $m_s < 100 \text{ kg/m}^2$ ) découplés soit par une lame d'air (ex double vitrage) soit par un matériau de faible rigidité (laine minérale et mousse).

Modèle théorique de la paroi double

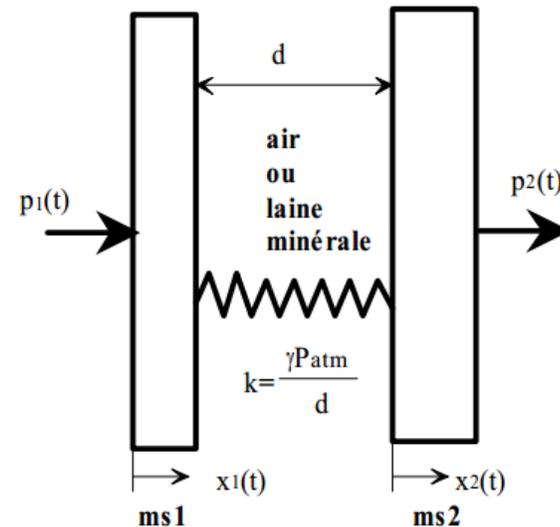


Figure 4.11



Le modèle paroi double est d'un point de vue vibratoire comparable au système mécanique formé de 2 masses  $m_{s1}$  et  $m_{s2}$  reliées par un ressort de raideur  $k$ . Dans le cas d'une lame d'air

d'épaisseur  $d$  sa raideur  $k = \frac{\gamma P_{atm}}{d}$  avec  $\gamma=1.4$  et  $P_{atm}=10^5 Pa$

Indice d'affaiblissement théorique d'une paroi double

Considérons une onde incidente exerçant sur  $m_{s1}$  la pression harmonique  $p_1(t)=p_{m1}e^{i\omega t}$ . Il en résulte une vitesse vibratoire  $dx_1/dt$  de  $m_{s1}$  et  $dx_2/dt$  de  $m_{s2}$ . La pression s'exerçant sur la frontière fluide (2) est

$$p_2(t)=\rho_0 c \, dx_2/dt$$

Equilibre dynamique de  $m_{s1}$  et  $m_{s2}$

$$m_{s1} \, d^2x_1/dt^2 = p_1(t) + k(x_2 - x_1)$$

$$m_{s2} \, d^2x_2/dt^2 = k(x_1 - x_2)$$

les solutions en  $x_1$  et  $x_2$  du système doivent satisfaire l'équation matricielle :

$$\begin{bmatrix} -m_{s1}\omega^2 + k & +k \\ -k & -m_{s2}\omega^2 + k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_{1m} \\ x_{2m} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} p_{m1} \\ 0 \end{Bmatrix}$$

les solutions existent lorsque le déterminant  $\Delta = (k-m_{s1}\omega^2)(k-m_{s2}\omega^2)-k^2$  est non nul .

Pour la valeur de  $\omega$  qui annule  $\Delta$ , le problème devient singulier, le système est à la résonance pour la fréquence  $f_0$



$$f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k(m_{s1} + m_{s2})}{m_{s1}m_{s2}}}$$

Pour  $w > w_o$  la résolution conduit à la relation entre pression incidente et pression transmise suivante :

$$p_2(t) = \rho_o c \omega \frac{k}{\Delta} p_1(t)$$

le coefficient de transmission  $\tau$  est

$$\tau = \frac{P_{m2}^2}{P_{m1}^2} = \left( \frac{\rho_o c \omega k}{\omega^2 m_{s1} m_{s2} (\omega^2 - \omega_o^2)} \right)^2 \quad (4.24)$$

soit un indice d'affaiblissement R

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} = 20 \log \frac{\omega m_{s1} m_{s2}}{\rho_o c k} + 10 \log (\omega^2 - \omega_o^2)^2 \quad (4.25)$$



**Remarque :** Au delà de la résonance l'indice d'affaiblissement d'une paroi double croit à raison de 18 dB/oct . Cette loi théorique ne reflète pas la réalité et suppose que la double paroi est de dimensions infinies et dénuée d'amortissement interne.

Modèle expérimental de R d'une paroi double

Chaque composant  $m_{s1}$  et  $m_{s2}$  est le siège d'ondes de flexion et présente un défaut d'isolement aux fréquences critiques  $f_{c1}$  ou  $f_{c2}$ .

Pour réduire ces défauts ,il faut faire en sorte que ces fréquences critiques soient différentes de manière que pour l'une d'entre elles, l'isolement donné par l'autre soit suffisant et réciproquement.

Par ailleurs, il faut éviter que la fréquence de résonance  $f_0$  de la paroi double ne coïncide pas avec l'une des fréquences critiques des parements. Avec les parois de maçonneries légères, on veillera à fixer l'épaisseur  $d$  de la lame d'air afin que  $f_0$  reste inférieur à 80 Hz.

Des phénomènes de résonance secondaire apparaissent entre les 2 faces de la lame d'air si son épaisseur est un multiple de la demi longueur d'onde de l'onde aérienne incidente .

$$d = n \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{soit aux fréquences } f_n = \frac{170n}{d} \quad n = 1,2,3....$$

Ex.  $d = 5 \text{ cm}$   $f_n = 3\ 400 \text{ Hz}$  ,  $6800 \text{ Hz}....$



Ces fréquences de résonance élevées auront peu d'incidence sur l'isolement global dans la mesure où pour ces fréquences l'isolement des parements est par ailleurs important.

Si l'on substitue en lieu et place de la lame d'air, un matériau absorbant, les résonances secondaires seront fortement atténuées.

L'effet de paroi double dépendra aussi son mode de liaison avec les parois latérales . Un isolement important peut être obtenu avec une double cloison à condition qu'il y ait peu de transmission latérales. Elle peut avoir son isolement baisser notamment dans le cas fréquent où les 2 parements sont reliés au même plancher ou plafond. Il est alors conseillé de créer une coupure élastique par joint souple et étanche sur le pourtour de la paroi .

A partir de mesures d'isolement réalisées sur différents types de parois multiples il a été possible d'estimer l'indice d'affaiblissement d'une double paroi à l'aide des relations suivantes :

1) Si  $f < f_0$

Dans ce cas, les 2 parements vibrent en phase. Il y a donc couplage total des 2 parements et tout se passe comme si la lame d'air n'existait pas, donc comme si le mur était homogène de masse surfacique  $m = m_{s1} + m_{s2}$ . L'indice d'affaiblissement est analogue à celui de l'expression (3.21) soit :

$$R_1 = 10 \log \left( \frac{m\omega}{2\rho_0 \cdot c} \right)^2 - 5 \text{ dB} \quad (4.26)$$



2) Si  $f \cong f_0$

Les 2 parements vibrent alors en opposition de phase, ce qui se traduit par une chute d'isolement  $d_1$ . A la fréquence de résonance l'indice d'affaiblissement s'écrit :

$$R(f_0) = R_1(f_0) - d_1$$

$R_1(f_0)$  valeur déduite de (4.26)

La chute d'isolement  $d_1$  est d'autant plus élevée que le matériau disposé entre les parements est rigide donc que son facteur de pertes  $\eta_2$  est faible (figure 4.12)

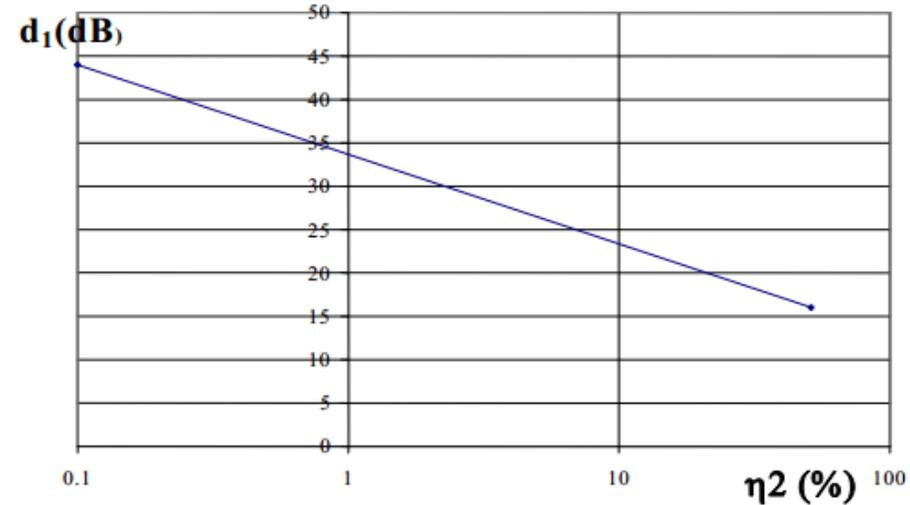


Figure 4.12 : Variation de la chute d'isolement  $d_1$  à la fréquence de résonance d'une paroi double en fonction du facteur de perte  $\eta_2$  de l'isolant.



3) Si  $f > f_0$

Il y a superposition des deux modes de vibrations précédents. Dans ce cas, l'indice d'affaiblissement croît très vite avec la fréquence et est supérieur à ce que laisse prévoir la loi de masse.

$$R_2(f) = R_1(f) + a$$

Pour  $f_0 < f < 3f_0$   $a$  est donné par la courbe de la figure 4.13.

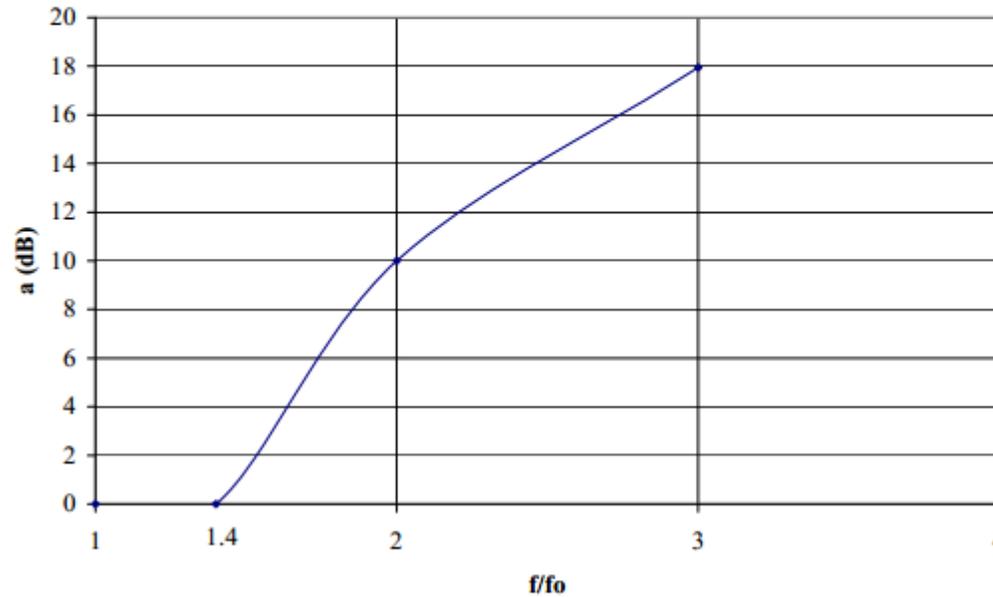


Figure 4.13 : Evaluation de  $a$  pour  $f_0 < f < 3f_0$ .



$$\text{Si } f > 3 f_0 \quad a = -10 \log \frac{\pi}{16\eta_1^3} \times \left(\frac{f_0}{f}\right)^4 \times \left(\frac{f_c}{f}\right)$$

$\eta_1$  facteur de pertes des parements (les deux parements sont supposés identiques : même masse surfacique).

**Remarque :** Si la fréquence de résonance de la paroi double est faible (en général de 80 à 100 Hz pour des lames d'air ou des isolants souples) et reste inférieure à la fréquence critique des parements, on peut atteindre avec de telles parois, des isolements bien supérieurs à ceux obtenus avec des parois simples à masse surfacique égale (figure 4.14)

Une des applications des parois doubles sont les doubles vitrages composés de 2 vitres montées sur le même chassis et espacées d'une lame d'air de quelques centimètres. Des exemples en sont données sur la figure 4.15. (documents C.S.T.B.)

1 – Double fenêtre, espace de 190 mm, 2 glaces de 8 mm

$$R_{\text{rose}} = 56 \text{ dB (A)} \quad R_{\text{route}} = 52 \text{ dB (A)}$$

2 – Double fenêtre, espace de 160 mm, 1 glace de 8 mm, 1 glace de 10 mm

$$R_{\text{rose}} = 49 \text{ dB (A)} \quad R_{\text{route}} = 47 \text{ dB (A)}$$

3 – Fenêtre avec survitrage, espace de 45 mm, 1 glace de 6 mm, 1 verre de 4 mm

$$R_{\text{rose}} = 40 \text{ dB (A)} \quad R_{\text{route}} = 31 \text{ dB (A)}$$



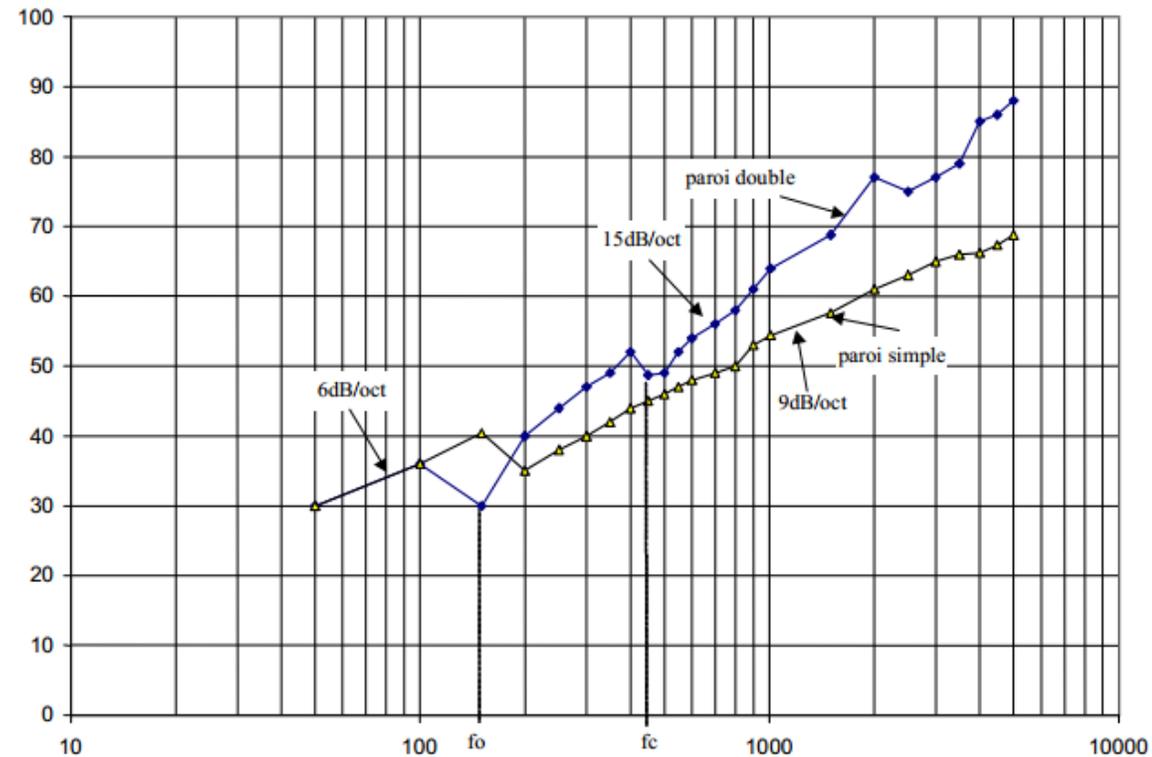
4 – Fenêtre équipée d'un verre multiple du type 4, 6, 4

$$R_{\text{rose}} = 33 \text{ dB (A)} \quad R_{\text{route}} = 31 \text{ dB (A)}$$

5 – Fenêtre équipée d'un verre de 3 mm

$$R_{\text{rose}} = 24 \text{ dB (A)} \quad R_{\text{route}} = 23 \text{ dB (A)}$$

Une autre application des parois doubles sont les « doublages ».



**Figure 4.14 :** Comparaison entre indice d'affaiblissement d'une paroi double et d'une paroi simple de même masse surfacique.

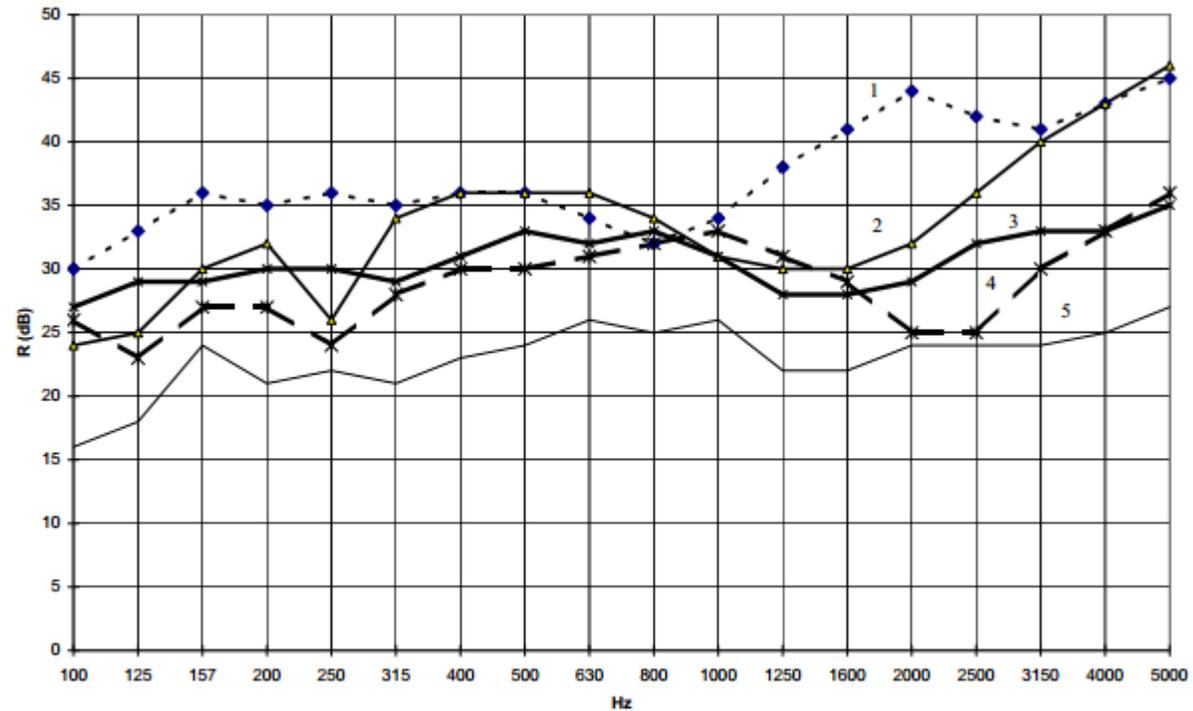


Figure 4.15

Les doublages :

Afin de renforcer l'isolement d'une paroi on rapporte sur celle-ci un complexe léger constitué d'un parement de 1 à 3 cm d'épaisseur ( $m_s$  de 10 à 30  $kg/m^2$ ) et d'une couche de fibre minérale de 4 à 10 cm.



## Cour N° 00

## Isolation des parois aux bruits aériens

Les doublages sont classés selon la masse surfacique du parement en trois groupes :

- GROUPE I : parements de 8 à 12 kg/m<sup>2</sup> et fibres minérales ou végétales de 3 à 4 cm.
- GROUPE II : parements de 15 à 20 kg/m<sup>2</sup> et fibres de 4 à 5 cm.
- GROUPE III : parements de 25 à 30 kg/m<sup>2</sup> avec fibres de 4 à 5 cm.

L'amélioration  $\Delta R$  de l'indice d'affaiblissement apportée par le doublage dépendra de la nature du support (notamment de sa masse surfacique).

Pour des murs à doubler de masse surfacique de 70 à 300 kg/m<sup>2</sup> on peut admettre que l'amélioration  $\Delta R$  global en dB (A) est :

- GROUPE I -  $\Delta R = - 0,5 R_A + 32 \pm 2$  dB (A)
- GROUPE II -  $\Delta R = - 0,5 R_A + 35 \pm 2,5$  dB (A)
- GROUPE III -  $\Delta R = - 0,5 R_A + 37 \pm 3$  dB (A)

$R_A$  est l'indice d'affaiblissement global en dB (A) de la paroi à doubler.

On notera que l'amélioration apportée par un doublage est d'autant plus élevée que la paroi à doubler est légère. Le doublage a par ailleurs une fonction d'isolation thermique.

### **4.4.4. Indice d'affaiblissement global en dB (A)**

Il est possible de caractériser le pouvoir d'isolation phonique d'une paroi par une valeur de son indice d'affaiblissement que l'on exprime en dB (A)

Cette valeur dépendra de la nature du bruit émissif. On donne généralement deux valeurs d'indice d'affaiblissement suivant que le bruit émissif est un bruit « rose » ou un bruit de « route ».



## Cour N° 00

## Isolation des parois aux bruits aériens

### bruit rose

C'est un bruit dont les niveaux en bande d'octave (de 125 à 4000 Hz) ou en bande de 1/3 d'octave (de 100 à 5000 Hz) sont constants quelle que soit la bande considérée. On dira par exemple un bruit rose de 80 dB /oct soit globalement 86 dB (A).

### bruit routier :

C'est un bruit riche en basses fréquences. Il est normalisé (NF 30-010) et représente un bruit de circulation. le spectre type en bandes d'octave d'un bruit de trafic routier est le suivant :

(hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
(dB)	71	70	66	65	63	57

Il a pour niveau global 70 dB(A)

Nous verrons ultérieurement que le bruit rose est « le spectre émission type » permettant de caractériser le comportement acoustique d'un élément de construction, lorsque celui-ci sépare deux locaux. Dans ce cas, son indice d'affaiblissement global est appelé  $R_{\text{rose}}$ .

De même, le bruit de trafic routier sera « le spectre émission type » servant à caractériser l'isolement d'une façade sollicitée par les bruits de l'environnement urbain. Son indice d'affaiblissement global est alors noté  $R_{\text{route}}$

### **Calcul de $R_{\text{rose}}$ ou $R_{\text{route}}$ en dB (A)**

De la connaissance des valeurs d'indice d'affaiblissement pour chaque fréquence médiane de 1/3 d'octave ou 1/1 d'octave on détermine le spectre du bruit ( $L_{p2}$ ) relevé dans le local réception, le bruit émis dans l'autre espace ( $L_{p1}$ ) étant un bruit rose ou un bruit de route.

$$L_{p2} = L_{p1} - \left( R + 10 \log \frac{A}{S} \right)$$



## Cour N° 00

## Isolation des parois aux bruits aériens

Pour ce calcul on pourra considérer que la quantité  $10 \log \frac{A}{S}$  est nulle .

On détermine ensuite niveaux  $L_{p1}$  et  $L_{p2}$  en dB (A) . Leur différence permet d'accéder au  $R_{\text{rose}}$  ou  $R_{\text{route}}$  en dB (A)

Exemple :

Considérons un mur en béton de masse surfacique  $m_s = 200 \text{ kg/m}^2$  dont l'indice d'affaiblissement aux fréquences médianes d'octave est donné ci-dessous :

f(Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
R (dB)	33	35	42	51	60	68

Le bruit émission est rose de niveau 80 dB/oct soit 86 dB (A).

Le spectre réception  $L_{p2} = L_{p1} - R$

f (hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
$L_{p2}$	47	45	38	29	20	12
Niveaux pondérés (A)	(-16,1) 30,9	(-8,6) 36,4	(-3,2) 34,8	(0) 29	(+1,2) 21,2	(+1) 13

La sommation des niveaux  $L_{p2}$  pondérés (A) conduit à

$L_{p2} = 39,6 \text{ dB (A)}$

D'où

$R_{\text{rose}} = 86 - 39,6 = 46,4 \text{ dB (A)}$

Pour calculer le  $R_{\text{route}}$  la démarche est analogue, le spectre émission étant un spectre de bruit de trafic routier.



Cour N° 00

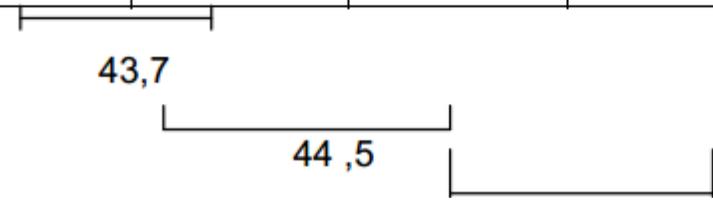
Isolation des parois aux bruits aériens

Considérons un spectre de bruit de route de même niveau global 86 dB (A)

f(hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Lp1(dB)	87	86	82	81	79	73

A partir des valeurs d'indice d'affaiblissement données précédemment on en déduit  $Lp2 = Lp1 - R$

f(hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Lp2(dB)	54	51	40	30	19	5
Niveaux pondérés (A)	(-16,1) 37,9	(-8,6) 42,4	(-3,2) 36,8	(0) 30	(+1,2) 20,2	(+1) 6



44,7 dB (A)

$$\begin{aligned}
 \text{d'où } R_{\text{route}} &= Lp1 \text{ (dB (A))} - Lp2 \text{ (dB(A))} \\
 &= 86 - 44,7 = 41,3 \text{ dB (A)}
 \end{aligned}$$



Remarque :

Pour des bruits émissifs différents de même niveau global en dB(A) (bruit rose ou bruit de route) l'indice d'affaiblissement global en dB (A) est plus élevé dans le cas du bruit « rose » que pour un bruit de route.

Ce résultat s'explique par le fait que le bruit de route est plus riche aux basses fréquences que ne l'est le bruit rose, et, comme par ailleurs la paroi isole moins aux basses fréquences qu'aux fréquences aiguës, il en résulte des niveaux réception plus importants dans les basses fréquences pour le bruit émissif « route » que pour le bruit « rose ». D'où un niveau Lp2 en dB (A) pour le bruit de « route » supérieur à celui du bruit « rose ».

**4.4.5. Relation expérimentale entre masse surfacique des parois et indice d'affaiblissement en dB(A)**

Les études menées par le C.S.T.B. ont permis de mettre en évidence que les courbes d'indice d'affaiblissement de parois en fonction de la fréquence dépendent essentiellement de leur masse surfacique, et peu de leur nature. La figure 4.16 montre par exemple que 3 parois de nature différente mais de même masse surfacique ont des courbes d'indice d'affaiblissement voisines et surtout que les  $R_{\text{rose}}$  sont quasi identiques.



Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

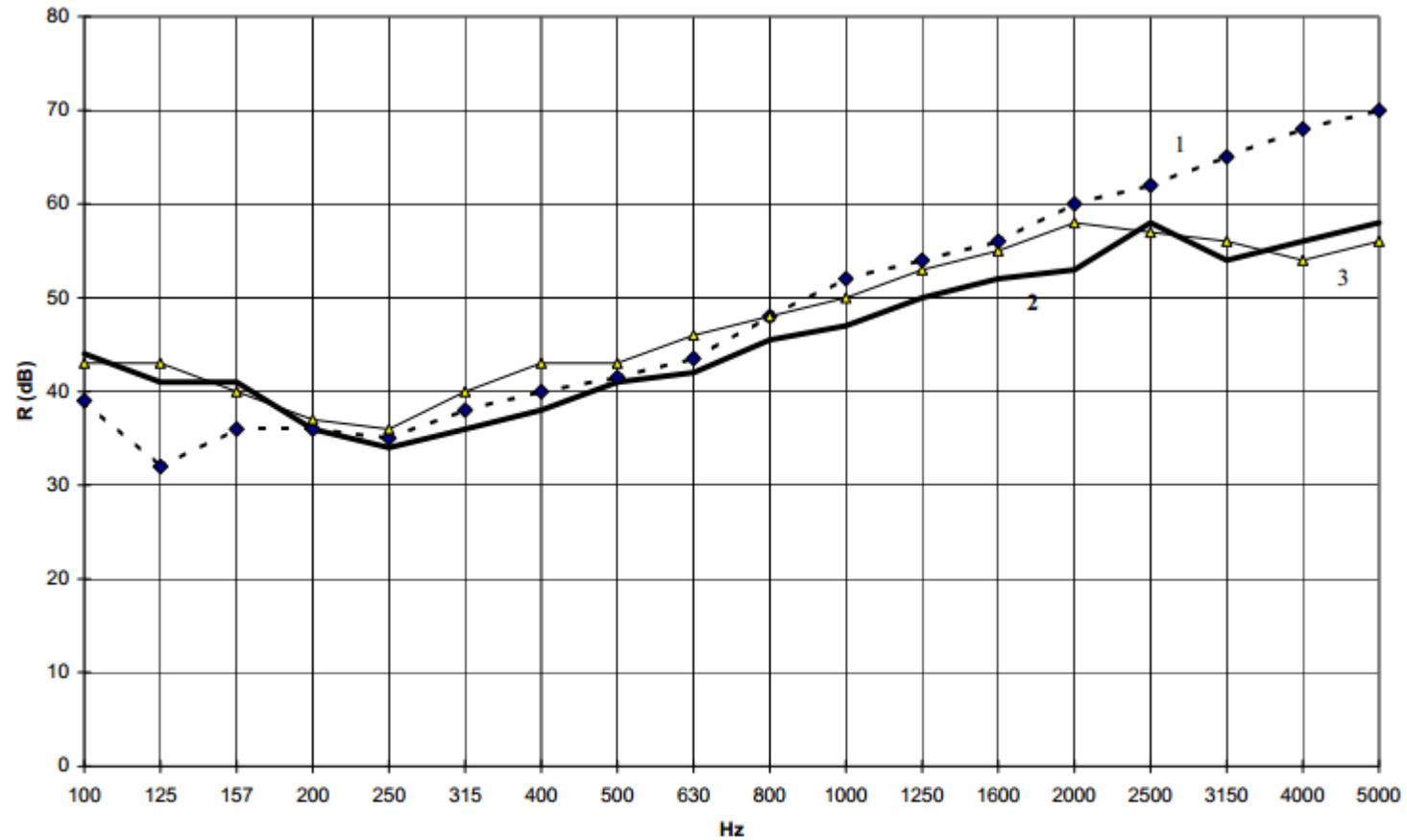


Figure 4.16 : Influence de la nature des murs à masse surfacique égale (documents C.S.T.B),  $m_s = 200 \text{ kg/m}^2$



1. Béton de 8 cm  $R_{\text{rose}} = 47 \text{ dB (A)}$
2. Briques creuses de 16 cm enduites sur une face  $R_{\text{rose}} = 46 \text{ dB(A)}$
3. Blocs de béton cellulaire (500 kg/m<sup>3</sup>)  $R_{\text{rose}} = 47 \text{ dB (A)}$

Il en serait de même si le bruit à l'émission était un bruit de trafic routier à la seule différence que dans ce cas les  $R_{\text{route}}$  sont inférieurs aux  $R_{\text{rose}}$  compte tenu du fait que simultanément le spectre est plus riche en basses fréquences et que l'indice d'affaiblissement des parois est minimum à ces fréquences.

On peut donc établir des relations simples entre l'indice d'affaiblissement global en dB (A) et la masse surfacique des parois vis à vis d'un bruit rose ou d'un bruit de route (figure 3.24)

Loi de masse pour R en dB (A)

1. loi de masse théorique (piston indéformable)
2. loi de masse expérimentale, pour un bruit rose
3. loi de masse expérimentale pour un bruit de route.

Les pentes sont données en dB (A) par doublement de masse.

Si  $m_s < 150 \text{ kg/m}^2$

Si  $m_s > 150 \text{ kg/m}^2$

$R_{\text{rose}} = 17 \log m_s + 4 \text{ dB (A)}$

$R_{\text{rose}} = 40 \log m_s - 46 \text{ dB (A)}$

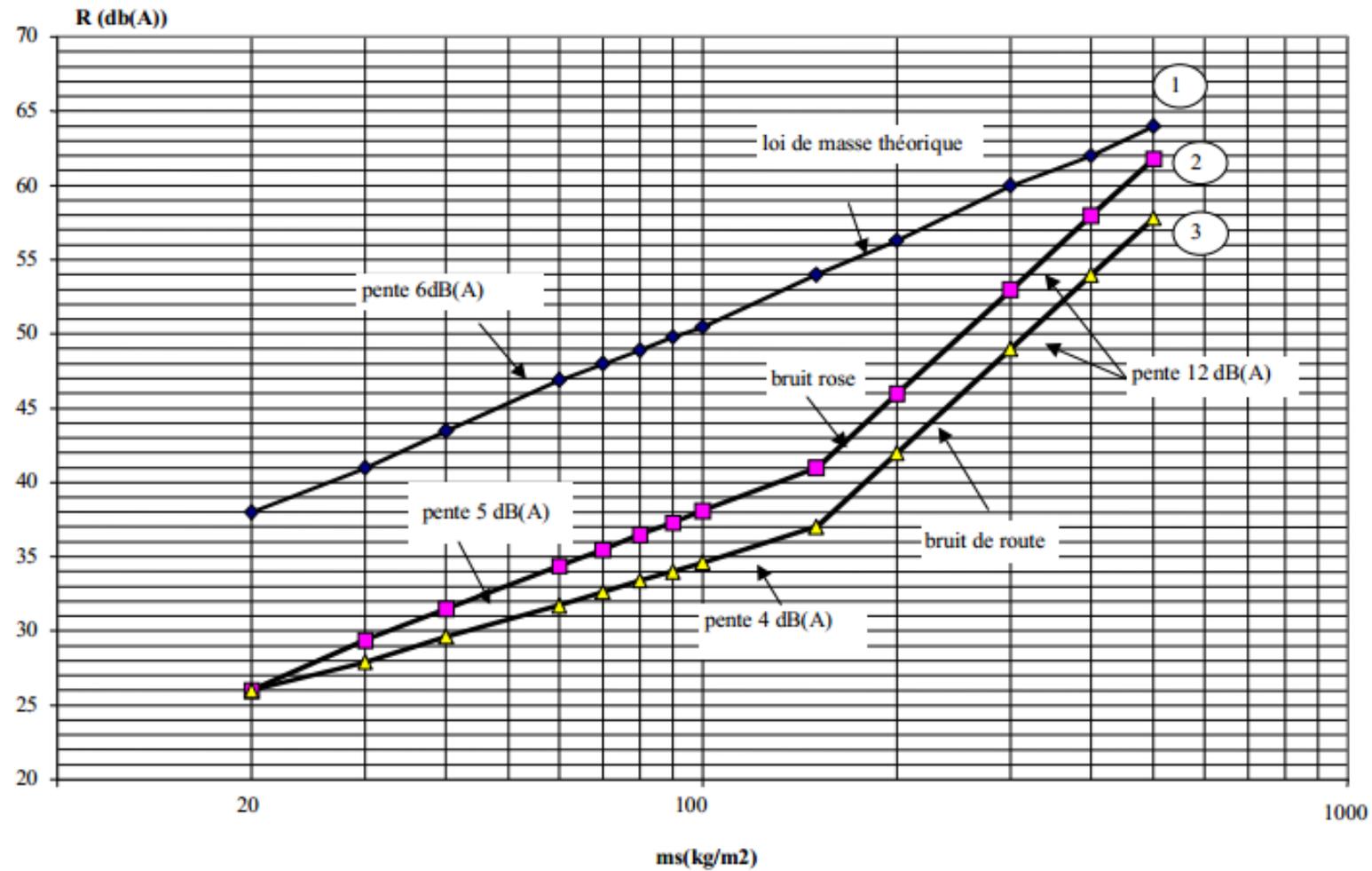


Figure 4.17



#### **4.4.6. Indices d'affaiblissement des parties vitrées**

##### **Fenêtre simple**

L'indice d'affaiblissement d'une fenêtre dépend de la masse surfacique du vitrage, donc de son épaisseur mais aussi de sa perméabilité à l'air (qualité des joints).

Dans le cas de fenêtres bien ajustées présentant une perméabilité à l'air faible, on peut exprimer l'indice d'affaiblissement global en fonction de l'épaisseur  $h$  par la relation :

$$R \text{ dB (A)} = 17 \log h + 11\text{dB(A)}$$

$H$  : épaisseur du verre en millimètre

Il existe un classement des fenêtres selon leur degré de perméabilité à l'air, soumise à une différence de pression de 100 Pascals ;

- 1) catégorie A1 à l'étanchéité normale, le débit d'air est compris entre 20 et 60 m<sup>3</sup>/h par mètre carré d'ouvrant
- 2) catégorie A2 à étanchéité améliorée, le débit d'air est compris entre 7 et 20 m<sup>3</sup>/h par mètre carré d'ouvrant
- 3) catégorie A3 à étanchéité renforcée , le débit d'air est inférieur à 7 m<sup>3</sup>/h par mètre carré d'ouvrant.

donnons un exemple illustrant l'influence d'une entrée d'air par une fenêtre : cas d'une fenêtre faiblement entrouverte.



## Cour N° 00

## Isolation des parois aux bruits aériens

Lorsqu'une fenêtre est entrouverte, la surface d'entrebâillement  $S_1$  laisse passer intégralement les ondes sonores : le coefficient de transmission de la surface d'entrebâillement est  $\tau_1 = 1$  . Soient 2 fenêtres d'indice d'affaiblissement  $R_2$  respectivement de 20 dB et 40 dB de surface  $S_2$

Prenons :

$$S_1 = 0,075 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 3 \text{ m}^2$$

1<sup>ère</sup> fenêtre :

$$R_2 = 20 \text{ dB}$$

$$R_1 = 0 \text{ dB}$$

$$R_m = 10 \log \frac{\sum S_i}{\sum \tau_i S_i}$$

$$R_m = 14,6 \text{ dB}$$

L'entrebâillement entraîne une diminution de l'isolement de l'ordre de 6 dB

2<sup>ème</sup> fenêtre

$$R_2 = 40 \text{ dB}$$

$$R_1 = 0 \text{ dB}$$

$$R_m = 16 \text{ dB}$$

L'isolement diminue ici de 24 dB

On voit sur cet exemple la diminution apportée par un entrebâillement de fenêtre. On notera que la chute d'isolement due à l'entrebâillement est d'autant plus marquée que la fenêtre est isolante. Même fenêtre fermée, une mauvaise étanchéité entre l'ouvrant et le dormant peut être à l'origine d'une chute importante d'isolation. Nous en donnons un exemple sur le fenêtre 3.25



Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

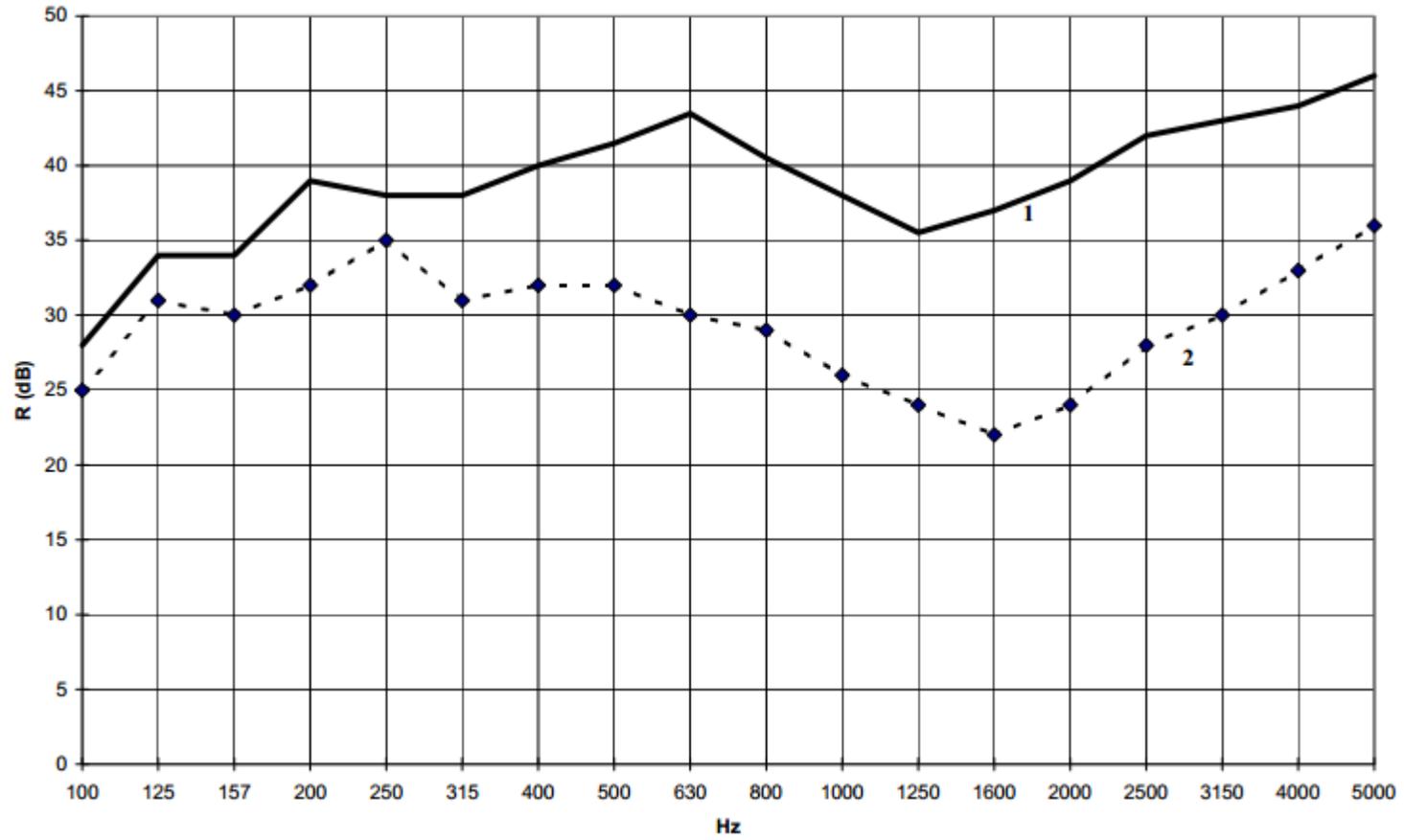


Figure 4.18



## Cour N° 00

## Isolation des parois aux bruits aériens

Influence de l'étanchéité d'une fenêtre (documents C.S.T.B.)

1. Fenêtre bien ajustée

$R_{\text{rose}} = 38 \text{ dB (A)}$   $R_{\text{route}} = 39 \text{ dB (A)}$

2. Fenêtre avant réglage

$R_{\text{rose}} = 26 \text{ dB (A)}$   $R_{\text{route}} = 26 \text{ dB (A)}$

### **Renforcement acoustique des fenêtres**

Une fenêtre composée d'un vitrage simple ne procure pas en général l'isolement réglementaire requis pour une façade.

Il y a 3 manières de renforcer l'isolement d'une fenêtre :

1) – Remplacer le vitrage par un vitrage plus épais ou accoler des vitrages simples (vitrages multiples)

Le gain d'isolation que l'on peut espérer, dans ce cas, est de l'ordre de 4 dB(A) par doublement d'épaisseur du vitrage

On pourra faire une étude comparative entre vitrages simples et vitrages multiples à partir des figures 4.19 et 4.20

2) – Utiliser les survitrages qui sont une association de 2 vitrages simples séparés par une lame d'air de quelques centimètres. Il s'agit d'un procédé analogue aux doubles parois : deux masses couplées par un ressort (lame d'air).

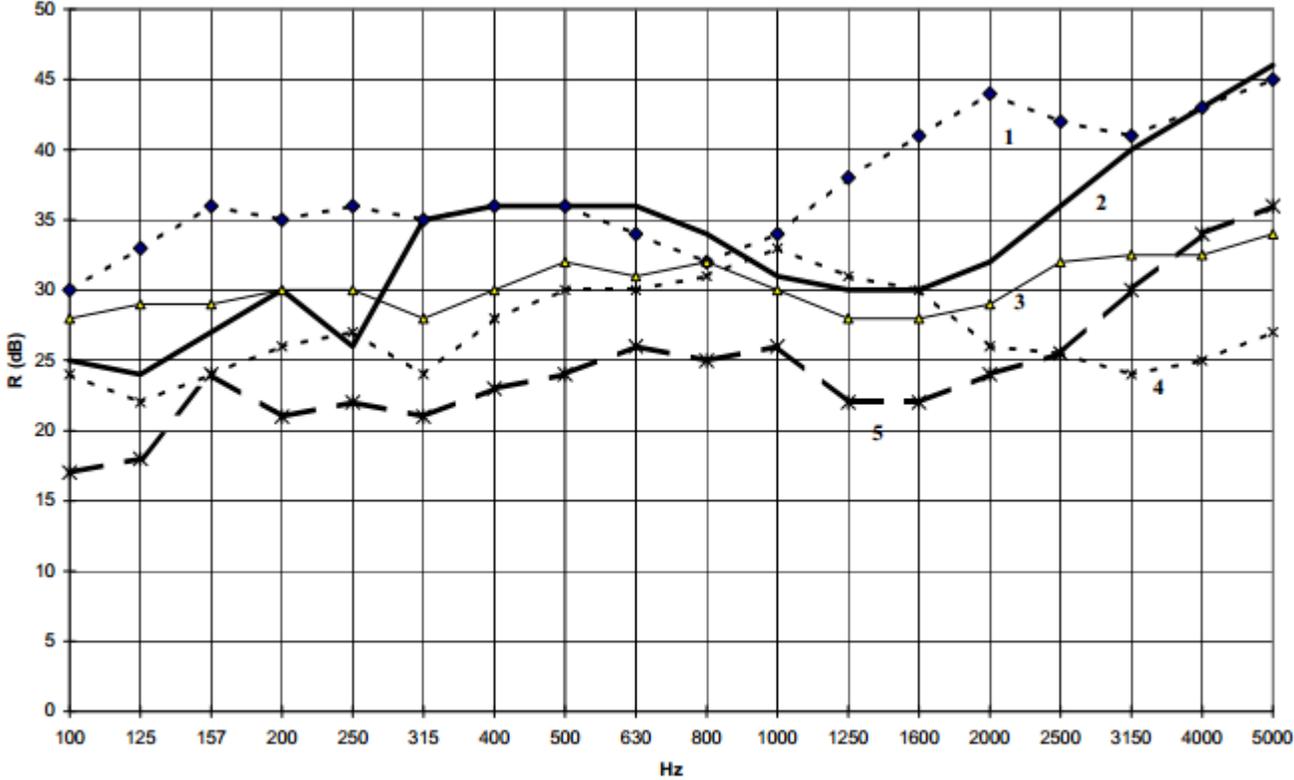
Il faut faire en sorte, dans ce cas, que la fréquence de résonance soit la plus basse possible, ce qui implique généralement des lames d'air de grande épaisseur.



**Cour N° 00**

**Isolation des parois aux bruits aériens**

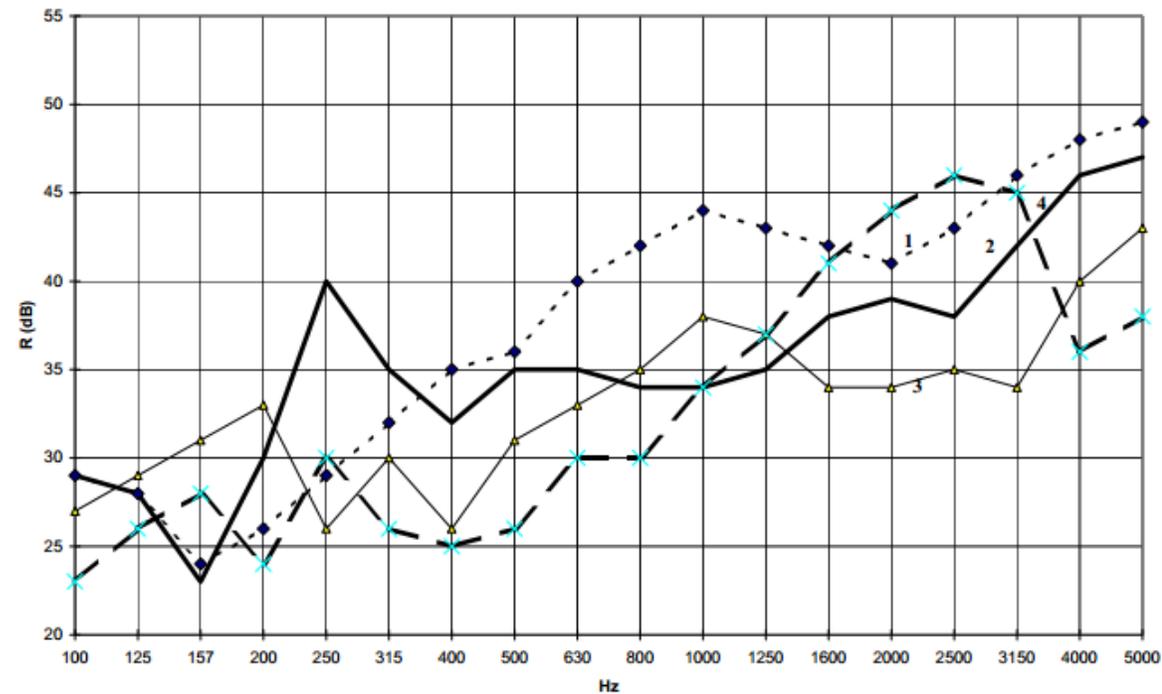
Une fréquence de résonance de l'ordre de 100 hz implique une lame d'air d'épaisseur  $d = 144 \left( \frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} \right)$  :  $e_1$  et  $e_2$  épaisseur des 2 vitrages en millimètres.



**Figure 4.19 : Indices d'affaiblissement de fenêtres à vitrage simple**



- 1 - vitre de 19 mm huisserie plastique  $R_{rose}=38$  dB(A)  $R_{route}=36$  dB(A)
- 2 - vitre de 10 mm huisserie bois  $R_{rose}=33$  dB(A)  $R_{route}=32$  dB(A)
- 3 - vitre de 8 mm huisserie bois  $R_{rose}=30$  dB(A)  $R_{route}=31$  dB(A)
- 4- vitre de 6 mm huisserie bois  $R_{rose}=29$  dB(A)  $R_{route}=29$  dB(A)
- 5- vitre de 4 mm huisserie bois  $R_{rose}=24$  dB(A)  $R_{route}=23$  dB(A)



**Figure 4.20 : Indices d'affaiblissement de doubles vitrages**



1- vitrage 8-16-6  $R_{\text{rose}}=39 \text{ dB(A)}$   $R_{\text{route}}=35 \text{ dB(A)}$  2- vitrage 10-12-12  $R_{\text{rose}}=33 \text{ dB(A)}$   $R_{\text{route}}=34 \text{ dB(A)}$   
3- vitrage 4-6-4  $R_{\text{rose}}=33 \text{ dB(A)}$   $R_{\text{route}}=31 \text{ dB(A)}$  4- vitrage supertriver  $R_{\text{rose}}=34 \text{ dB(A)}$   $R_{\text{route}}=31 \text{ dB(A)}$

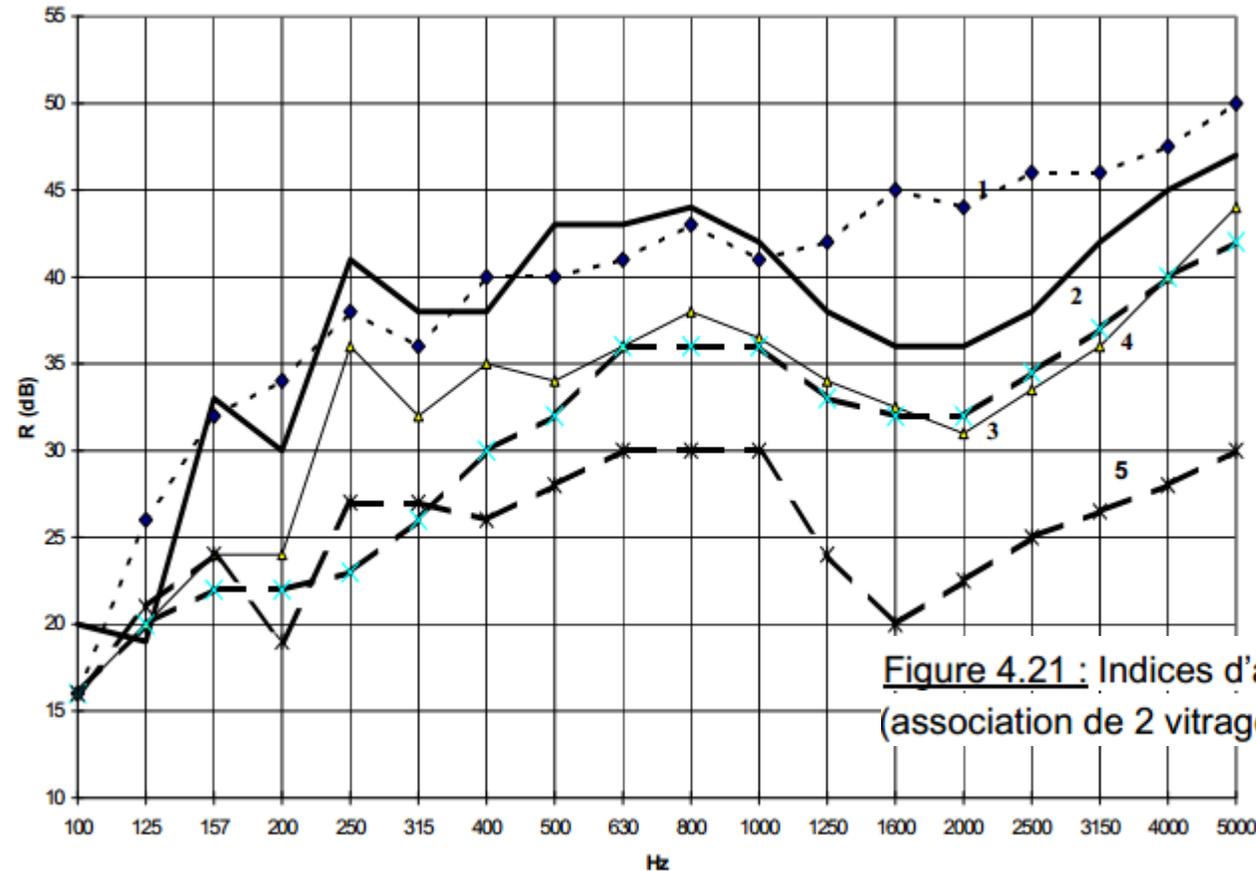


Figure 4.21 : Indices d'affaiblissement des survitrages (association de 2 vitrages et d'une lame d'air)



## Cour N° 00

## Isolation des parois aux bruits aériens

- 1 - Glace 6mm , lame d'air 45mm , vitre de 4mm  $R_{rose}=40$  dB(A)  $R_{route}=36$  dB(A)
- 2 - biver(4,6,4) , lame d'air 27mm , glace 6mm  $R_{rose}=38$  dB(A)  $R_{route}=35$  dB(A)
- 3- glace 6mm , lame d'air 28mm , verre 5mm  $R_{rose}=34$  dB(A)  $R_{route}=32$  dB(A)
- 4- verre4mm , lame d'air 32mm , verre 3mm  $R_{rose}=33$  dB(A)  $R_{route}=29$  dB(A)
- 5- verre 4mm , lame d'air 25mm , verre 5mm  $R_{rose}=25$  dB(A)  $R_{route}=24$  dB(A)

Des survitrages de 6 à 8 mm d'épaisseur impliquent des écartements minimum de 5 à 7 cm.  
La figure 4.21 donne quelques exemples de survitrage, on peut remarquer l'influence de l'écartement des vitrages sur l'indice d'affaiblissement R . Il sera d'autant plus important que l'écartement entre vitrages est grand.

Il est donc important d'assurer l'étanchéité par des joints disposés à la périphérie et au seuil de la porte (figure 4.22)

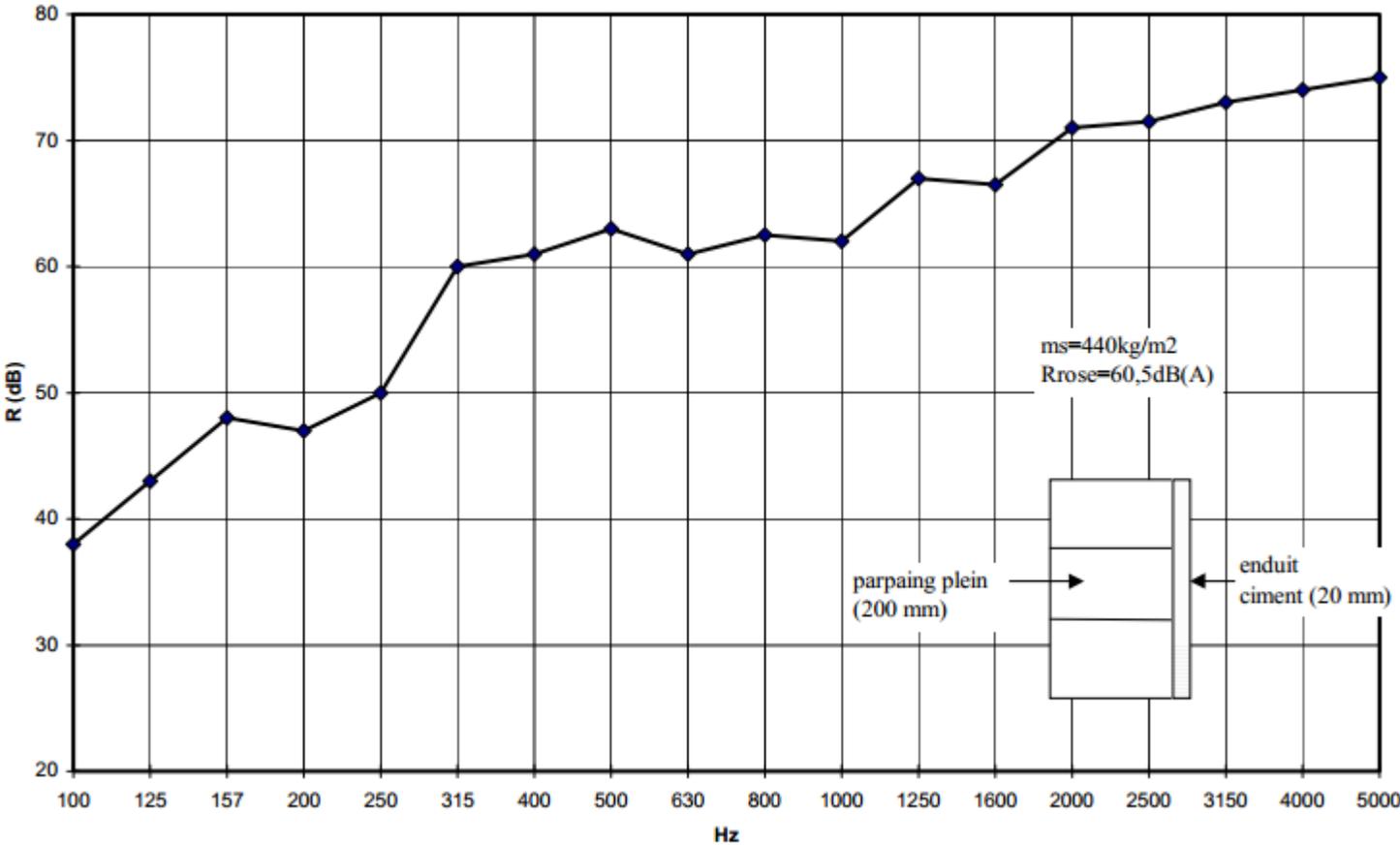
Si par ailleurs, l'obligation de ventiler une pièce nécessite une entrée d'air par la porte on pourra aménager dans la porte une chicane au pourtour absorbant, entraînant une diminution importante des bruits passant à cet endroit (figure 4.23)



Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

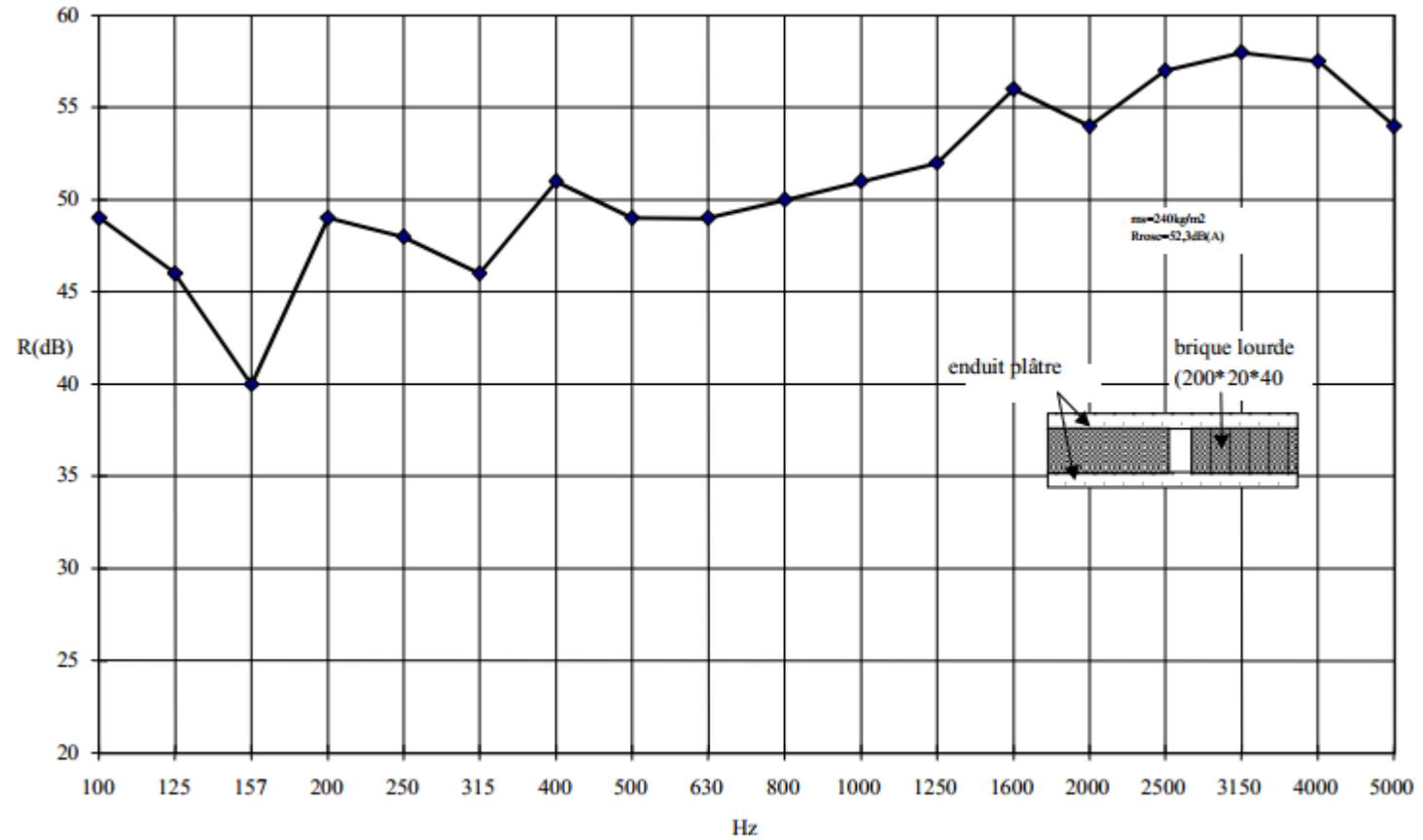
COURBES EXPERIMENTALES D'INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DE PAROIS  
SIMPLES  
Extrait de « LA PRATIQUE DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE DES BATIMENTS » par J.  
PUJOLLE





# Cour N° 00

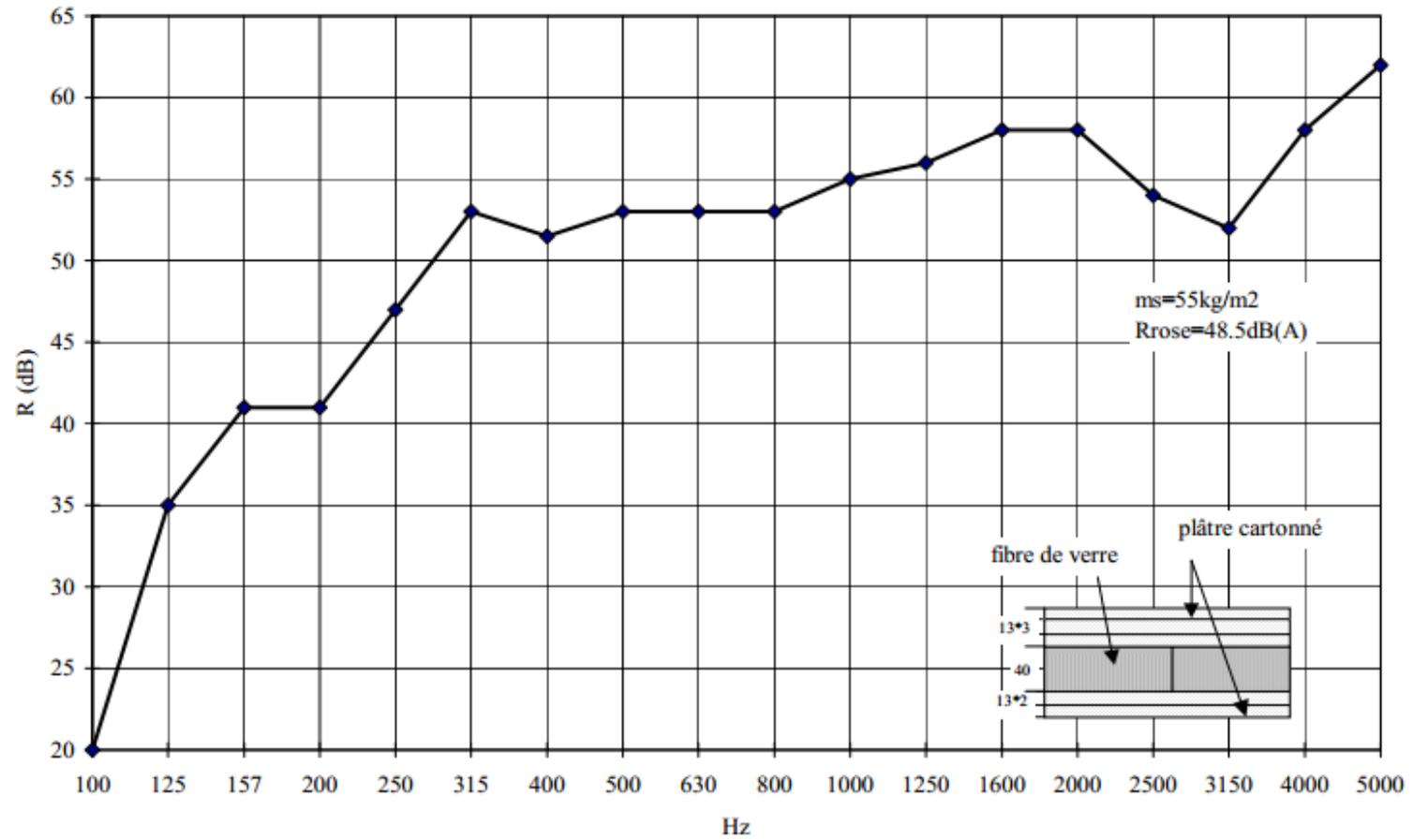
# Isolation des parois aux bruits aériens





Cour N° 00

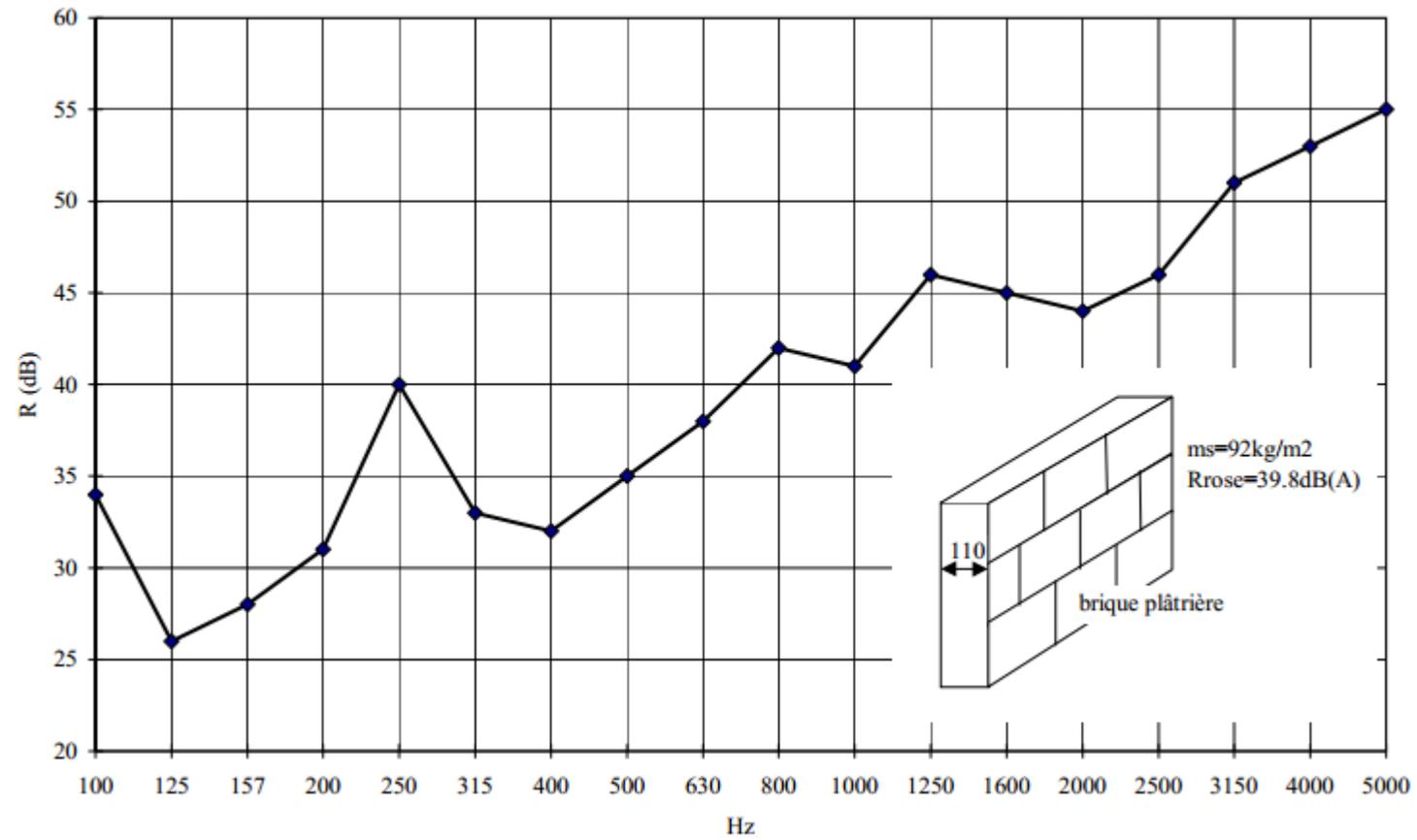
Isolation des parois aux bruits aériens

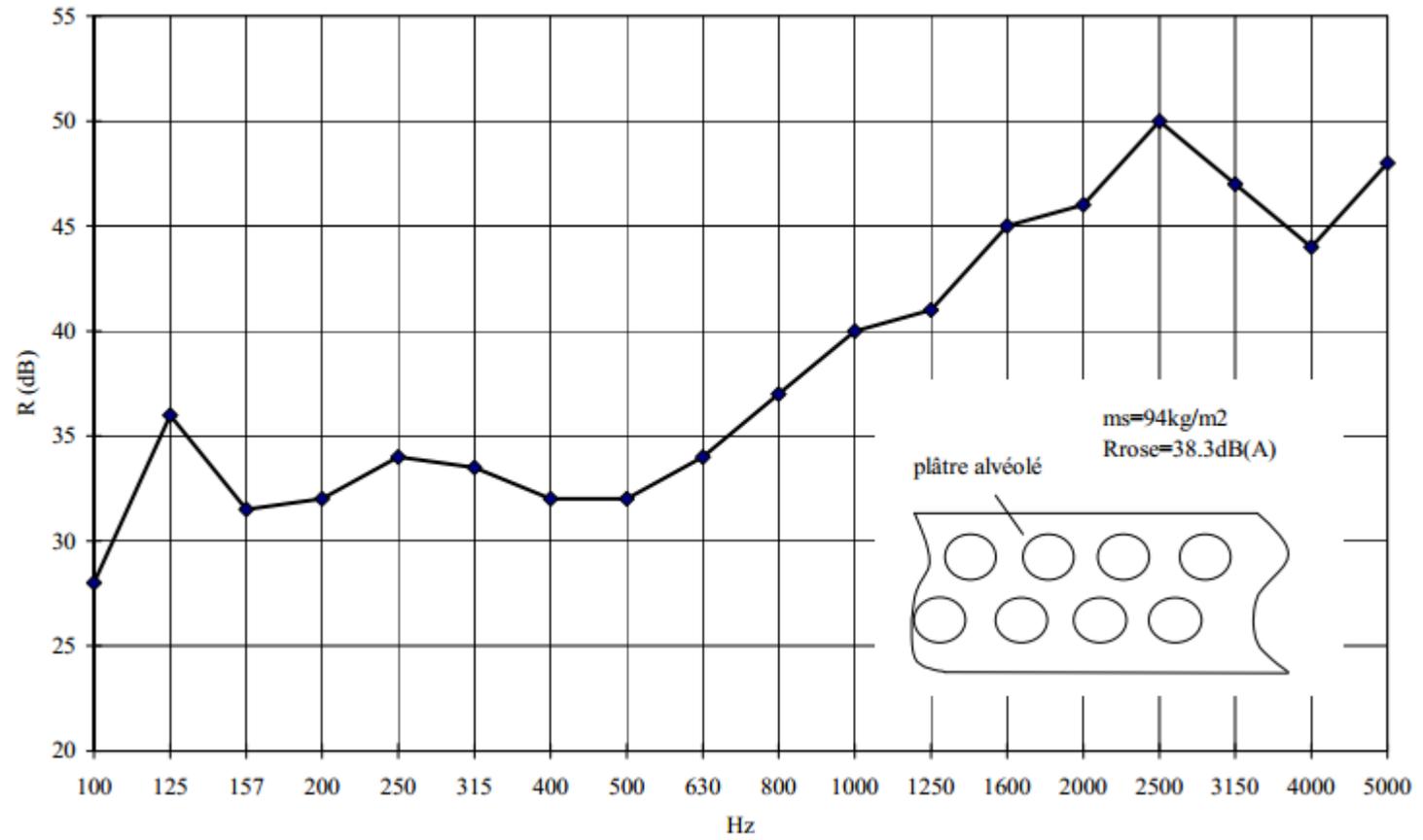




Cour N° 00

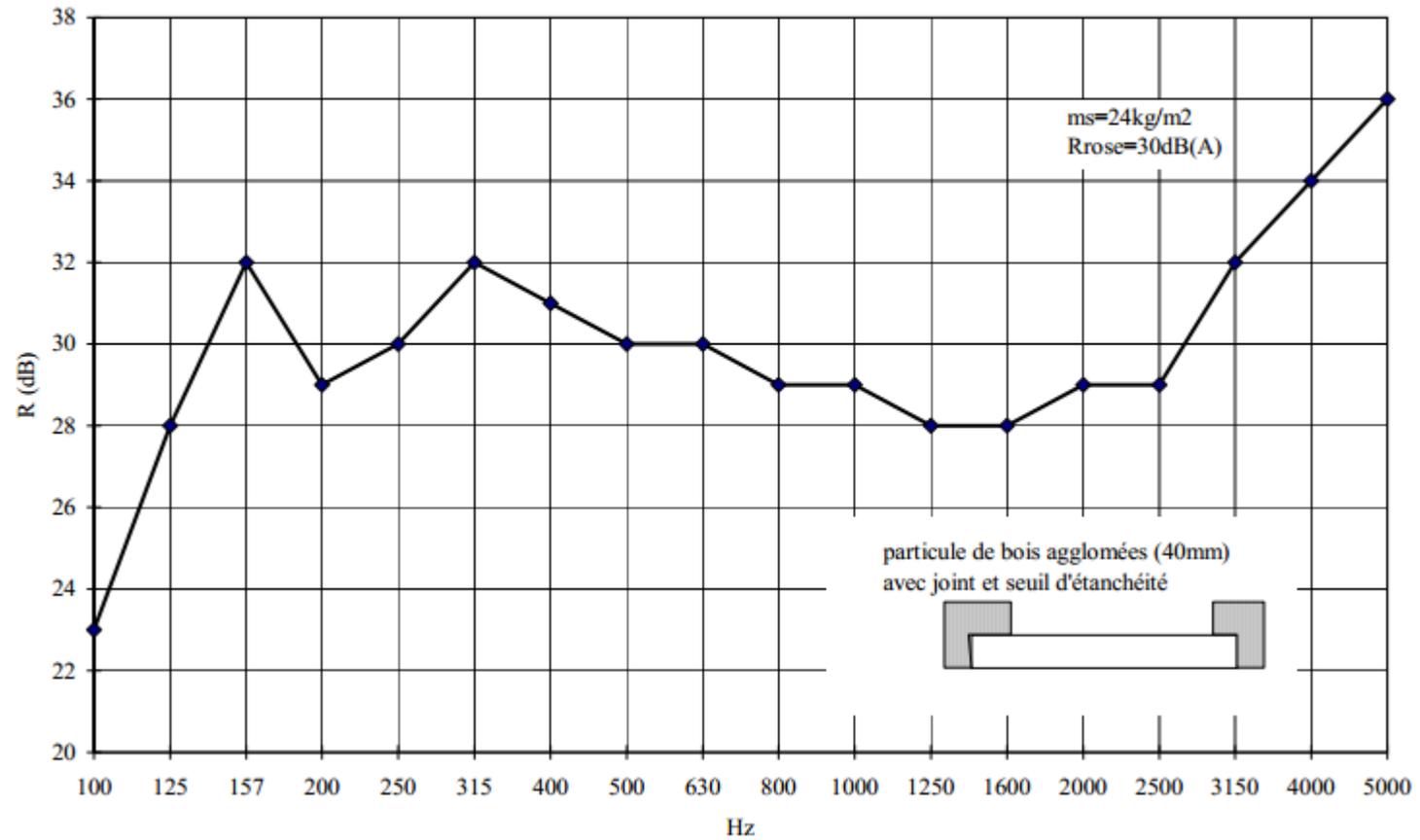
Isolation des parois aux bruits aériens







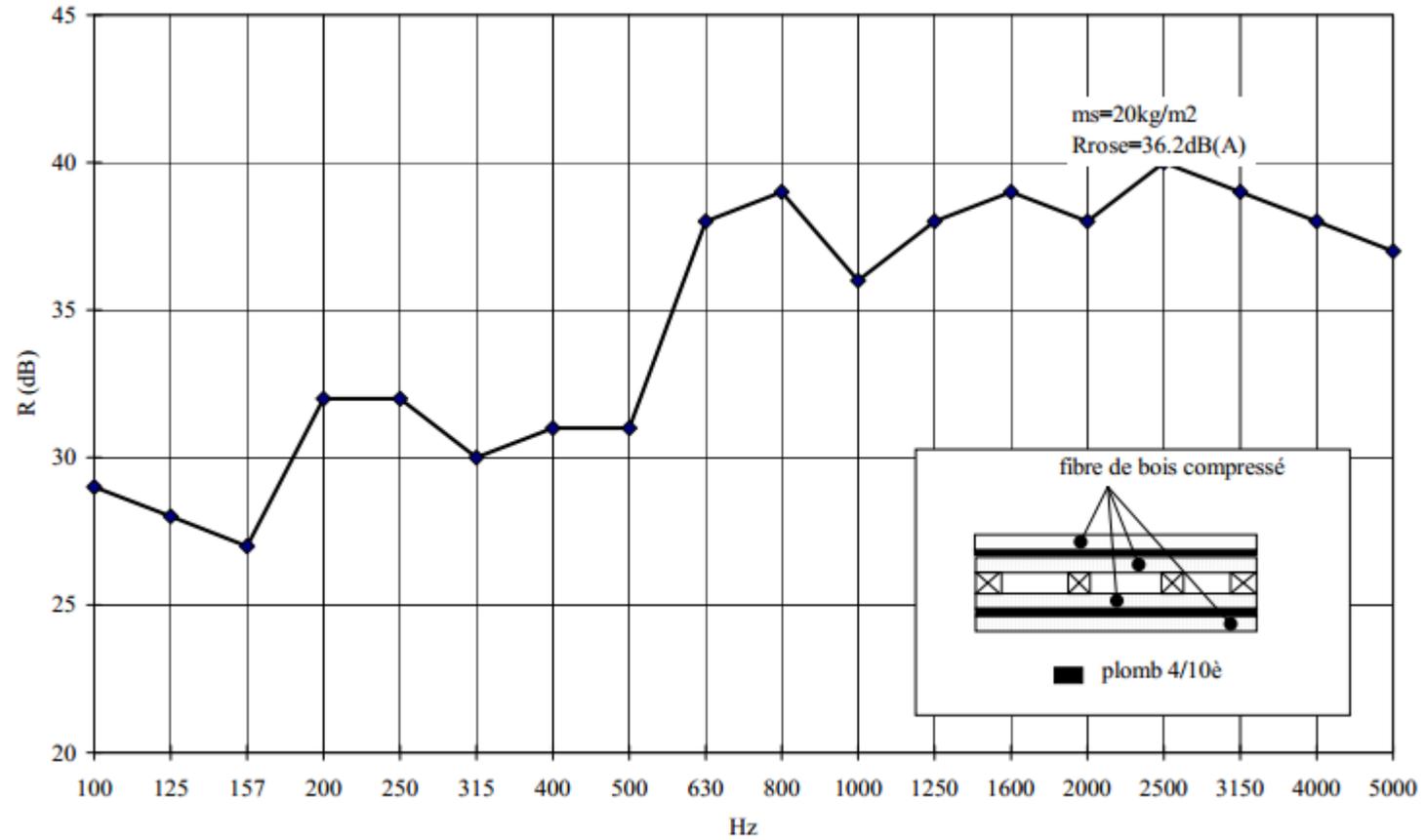
INDICES D'AFFAIBLISSEMENT DE PORTES





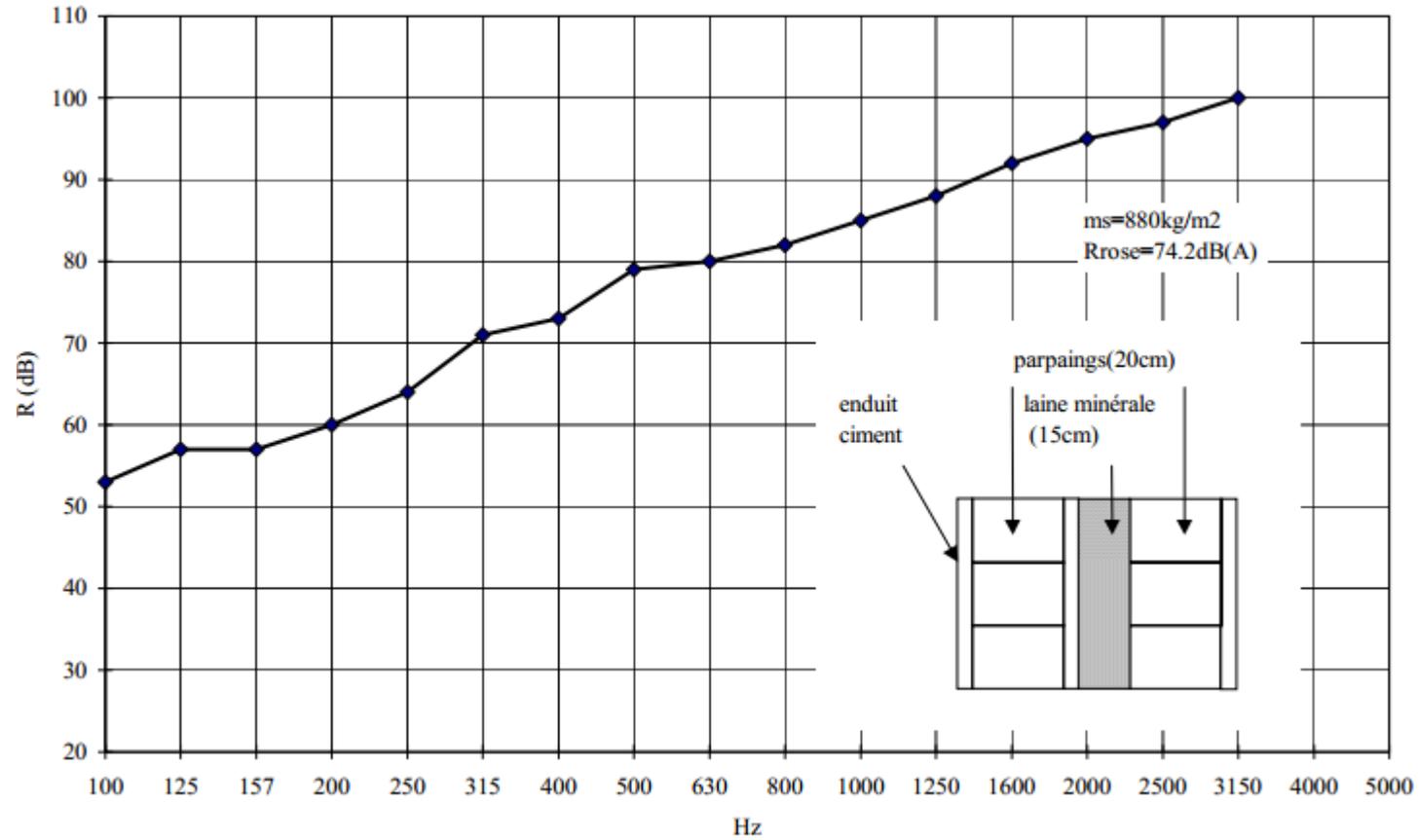
Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens





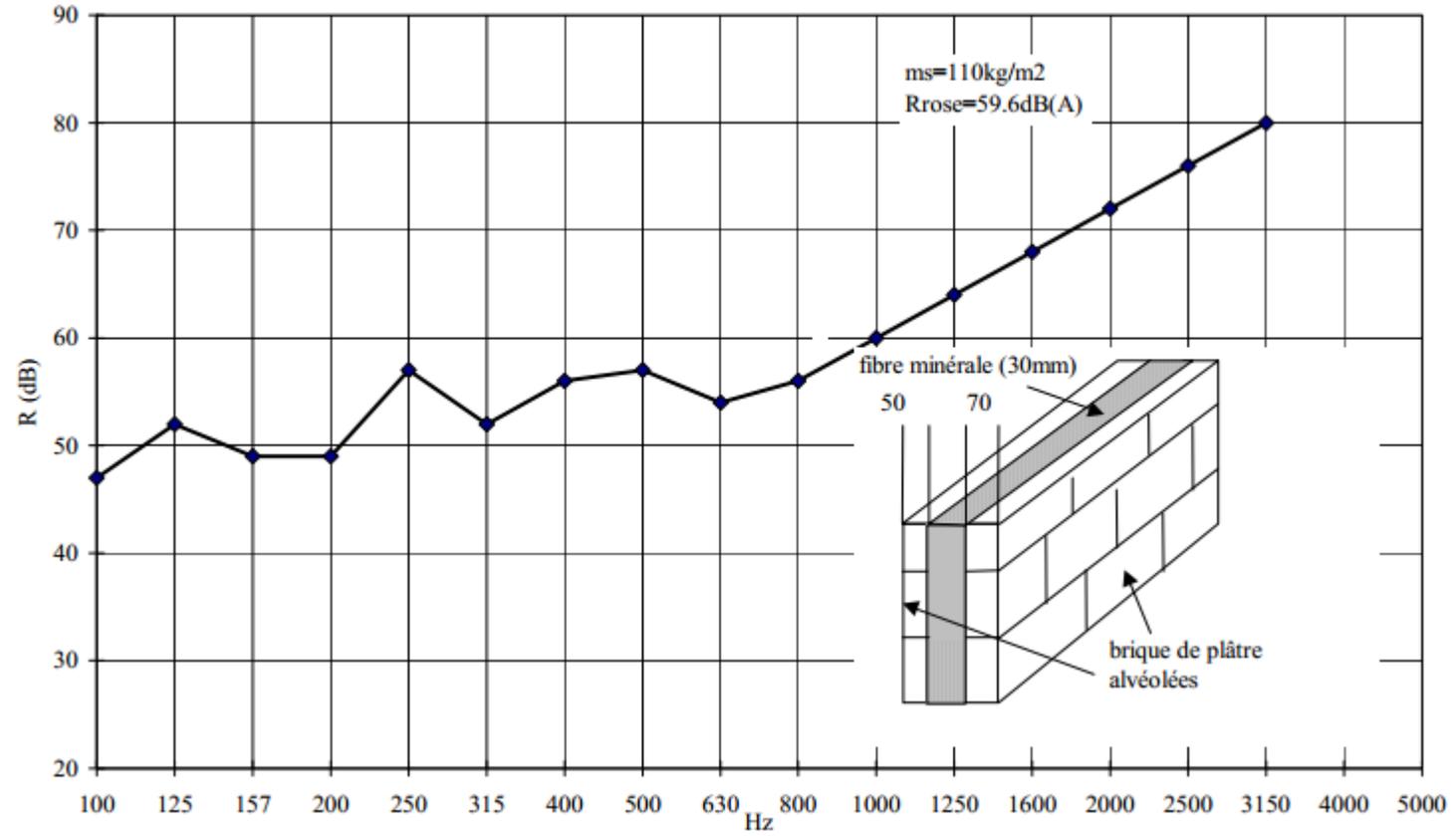
INDICE D'AFFAIBLISSEMENT DE DOUBLES PAROIS





# Cour N° 00

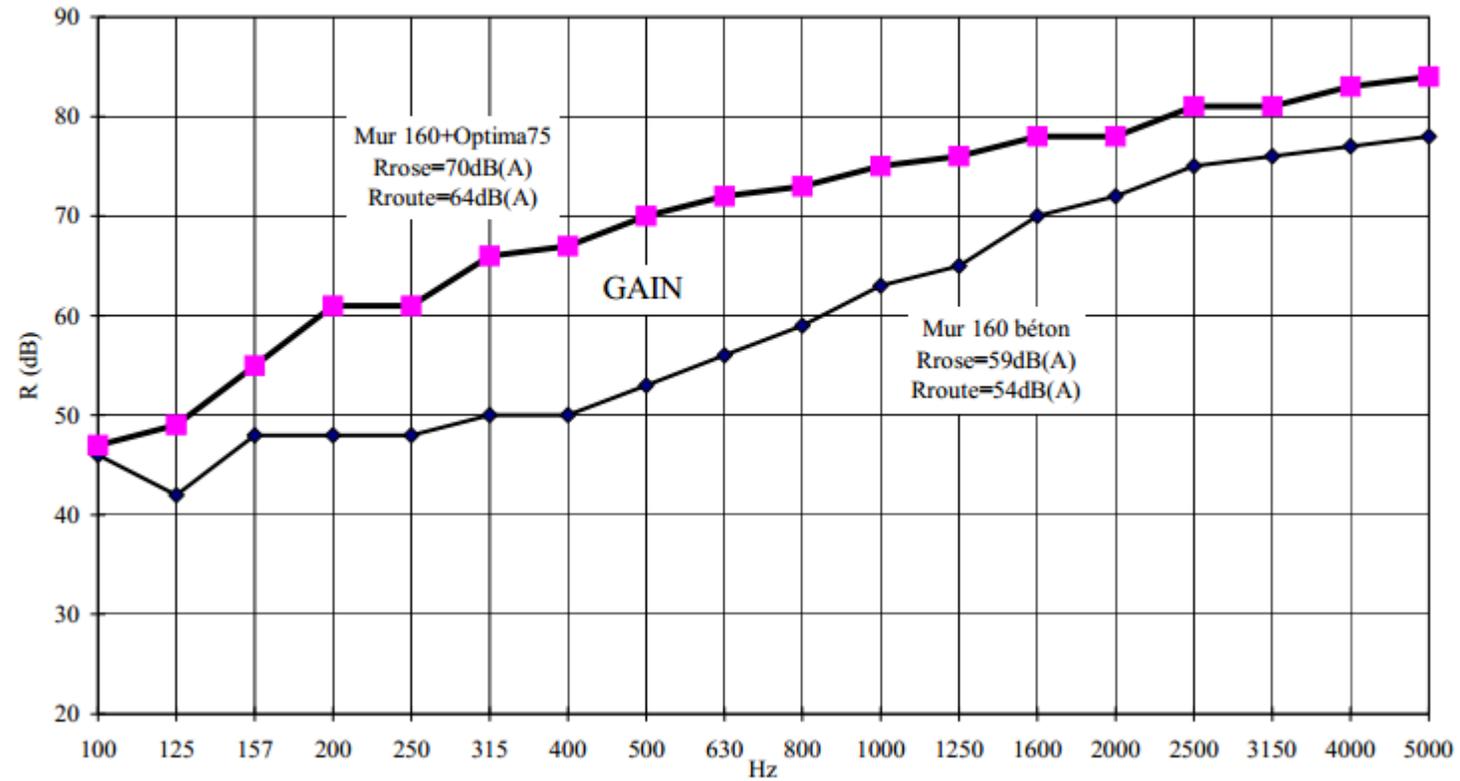
# Isolation des parois aux bruits aériens





Doublages acoustiques

**doublage d'un mur en béton**

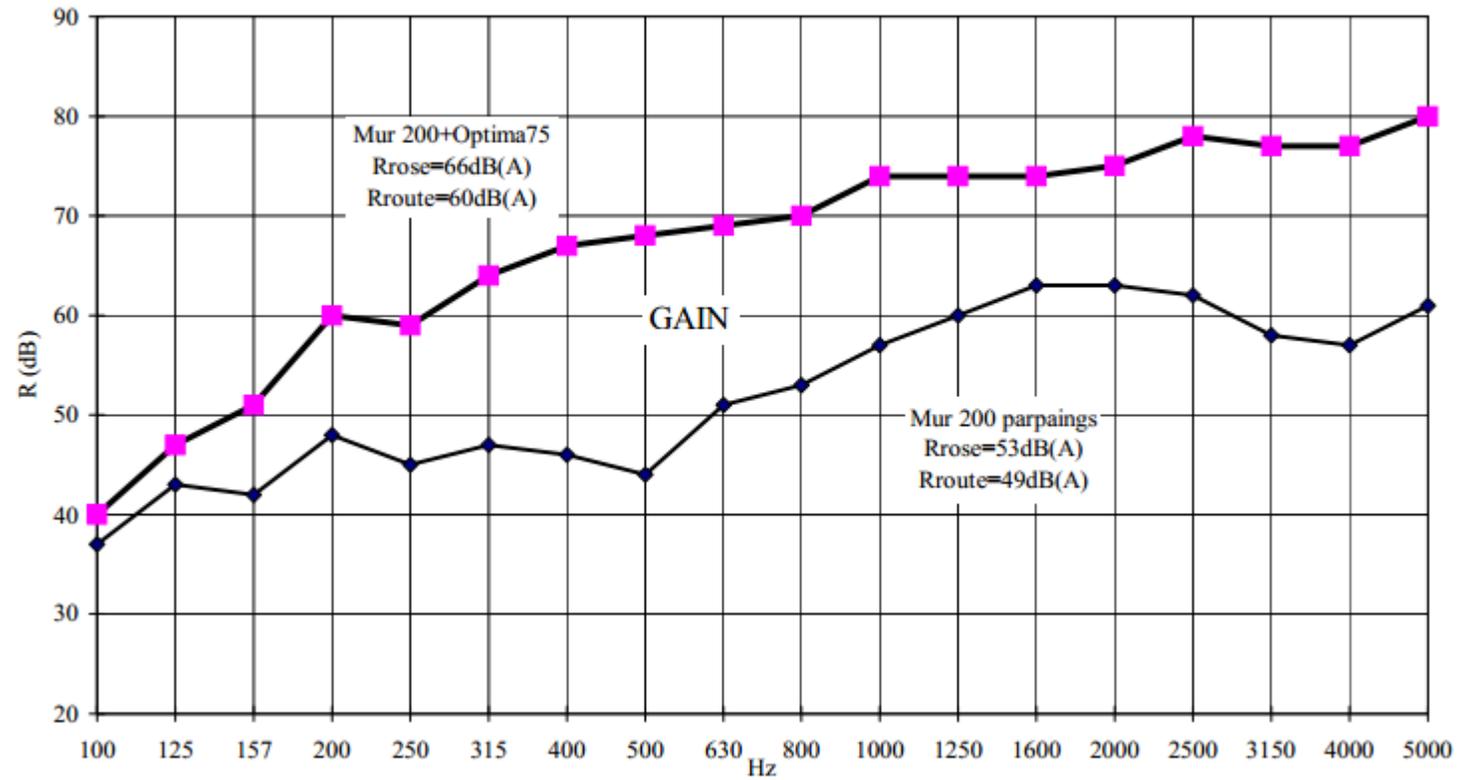




Cour N° 00

Isolation des parois aux bruits aériens

doublage d'un mur en parpaings

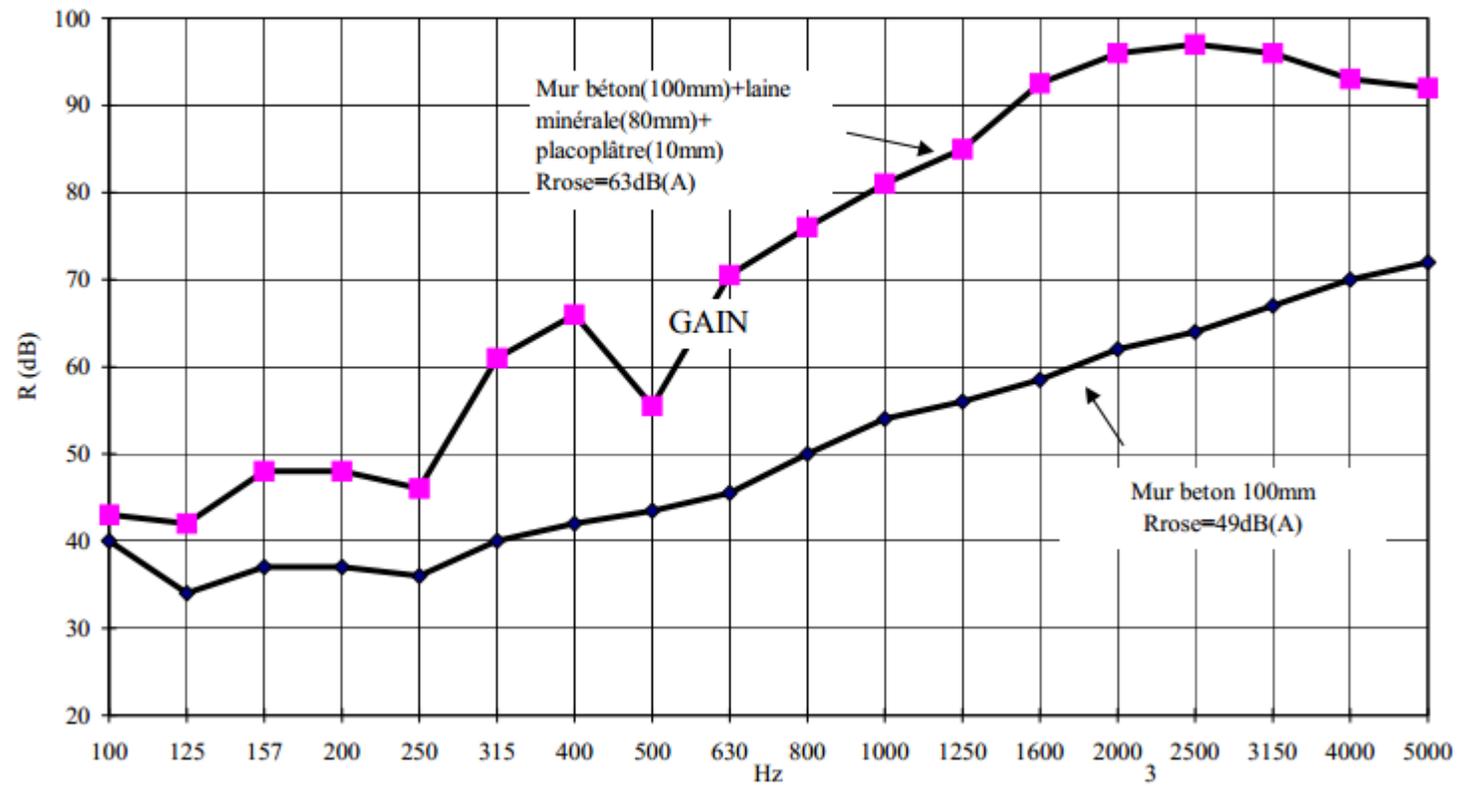




**Cour N° 00**

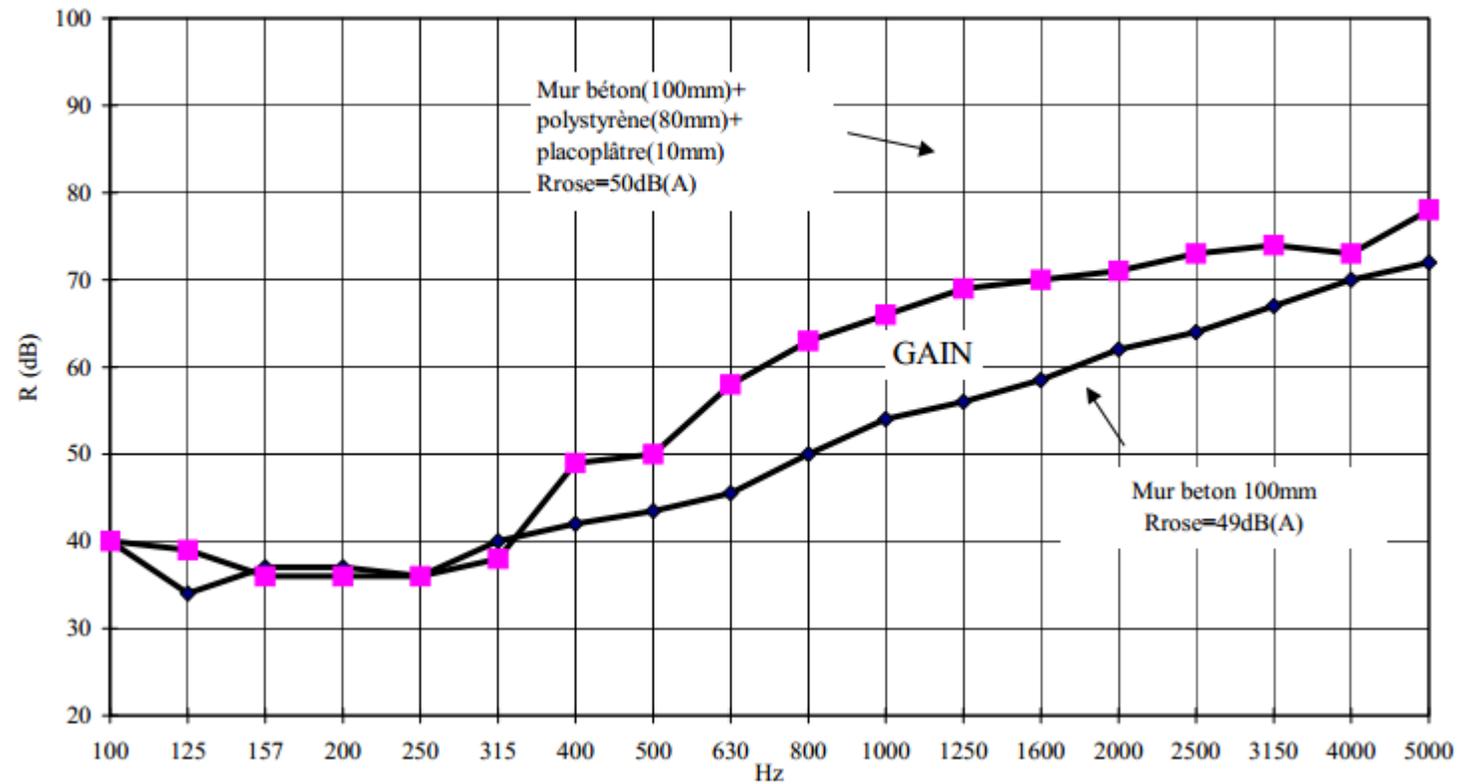
**Isolation des parois aux bruits aériens**

**doublage en laine minérale+ placoplâtre d'un mur en béton**



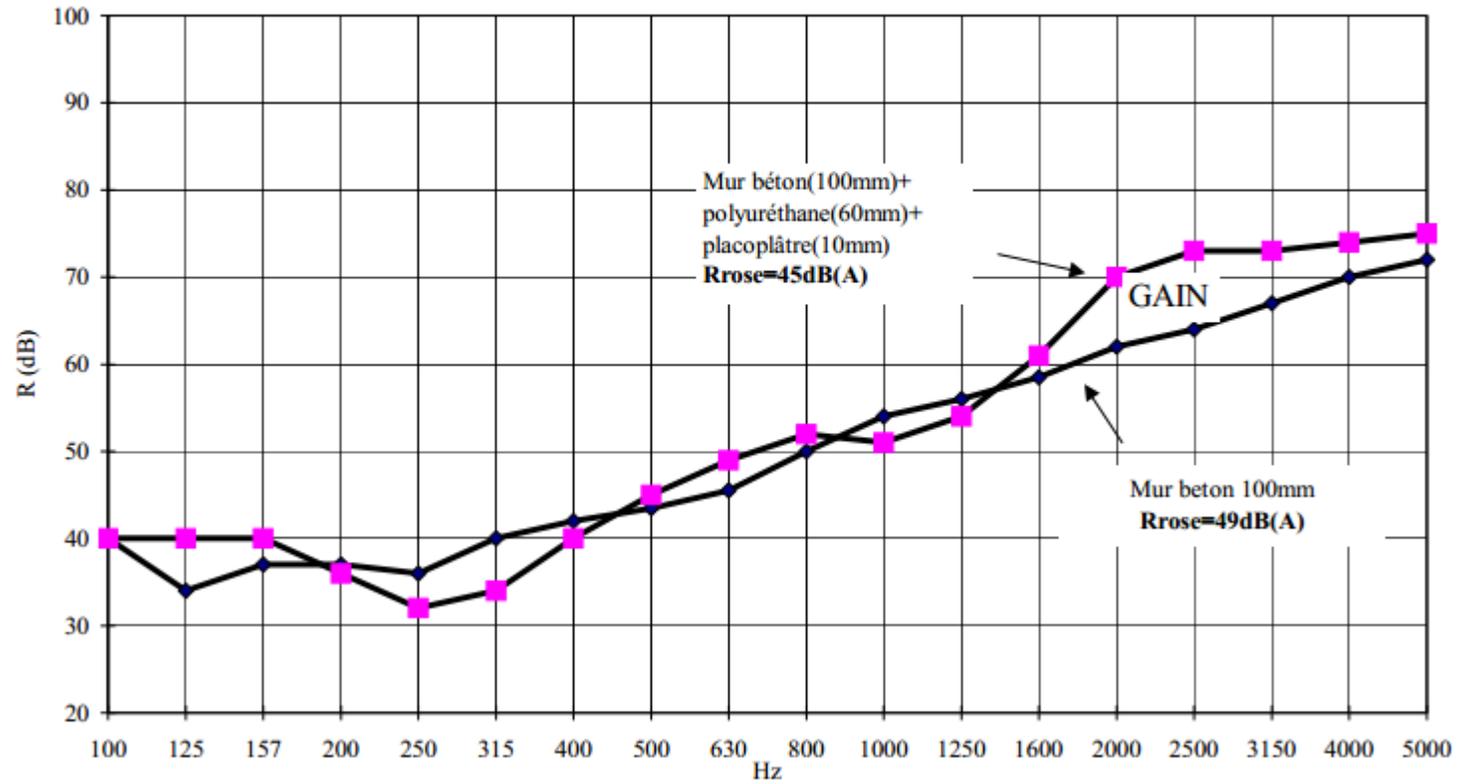


**doublage en polystyrène+ placoplâtre d'un mur en béton**





**doublage en polyuréthane+ placoplâtre d'un mur en béton**





*Cour N° 00*

Isolation des parois aux bruits aériens

