

# COURS D'ACOUSTIQUE DU BATIMENT

Chapitre 1 : NOTIONS DE BASE

Chapitre 2 : LES SOURCES DE BRUIT

Chapitre 3 : ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS

Chapitre 4 : ACOUSTIQUE DES LOCAUX - CORRECTION  
ACOUSTIQUE

Chapitre 5 : ACOUSTIQUE DES LOCAUX - ISOLEMENTS  
AUX BRUITS AERIENS

Chapitre 6 : ACOUSTIQUE DES LOCAUX - ISOLEMENTS  
AUX BRUITS D'IMPACTS ET D'EQUIPEMENTS

# Chapitre 3 : ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS

## 1. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R

1.1 Définition

1.2 Mesure en laboratoire

## 2. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS SIMPLES

2.1 Détermination par bande d'octave

2.2 Détermination globale

## 3. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS DOUBLES

3.1 Influence de la fréquence critique de chacun d'un des panneaux

3.2 Influence de la fréquence de résonance de la paroi double

3.3 Influence de l'épaisseur de la lame d'air et/ou de l'absorbant acoustique

3.4 Cas des doubles vitrages

## 4. PAROIS DISCONTINUES - INFLUENCE DES OUVERTURES

4.1 Cas des portes

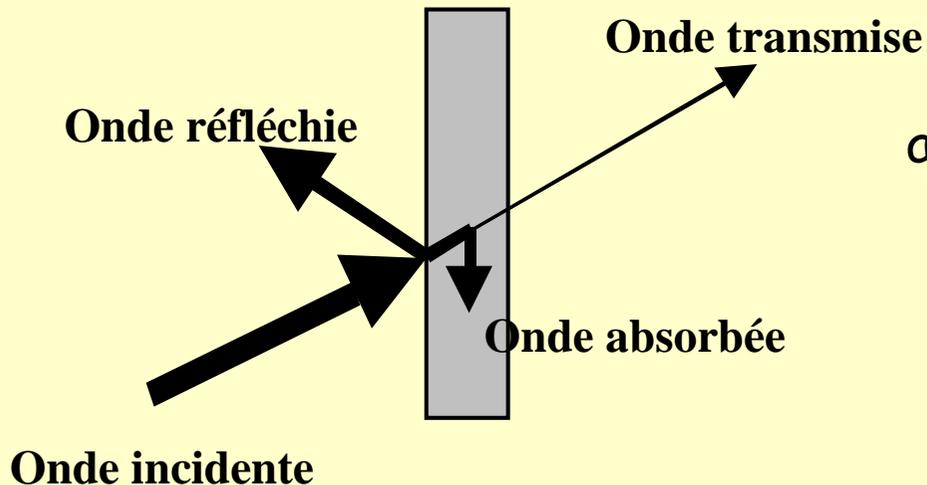
4.2 Cas des fenêtres

4.3 Cas des bouches d'entrée d'air

4.4 Dispositions à retenir pour une façade

## Chapitre 3. ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS

Lorsqu'un *bruit aérien* heurte une paroi, celle-ci vibre et émet un son de même fréquence que la source, mais de niveau plus faible, en raison de l'isolation acoustique de la paroi.



$$I_i = I_r + I_a + I_t$$

avec :  $I_i$  : intensité acoustique incidente  
 $I_r$  : intensité acoustique réfléchie  
 $I_a$  : intensité acoustique absorbée  
 $I_t$  : intensité acoustique transmise

En divisant tous les termes par  $I_i$  on obtient :

$$1 = \rho + \alpha + \tau$$

avec :  $\rho = I_r/I_i$  : coefficient de réflexion  
 $\alpha = I_a/I_i$  : coefficient d'absorption  
 $\tau = I_t/I_i$  : coefficient de transmission

} de la paroi

# 1. Indice d'affaiblissement acoustique R

## 1.1 Définition

R = niveau sonore incident - niveau sonore transmis

$$R = L_i - L_t$$

$$= 10 \left( \log \frac{I_i}{I_0} - \log \frac{I_t}{I_0} \right)$$

$$= 10 \log \frac{I_i}{I_t}$$

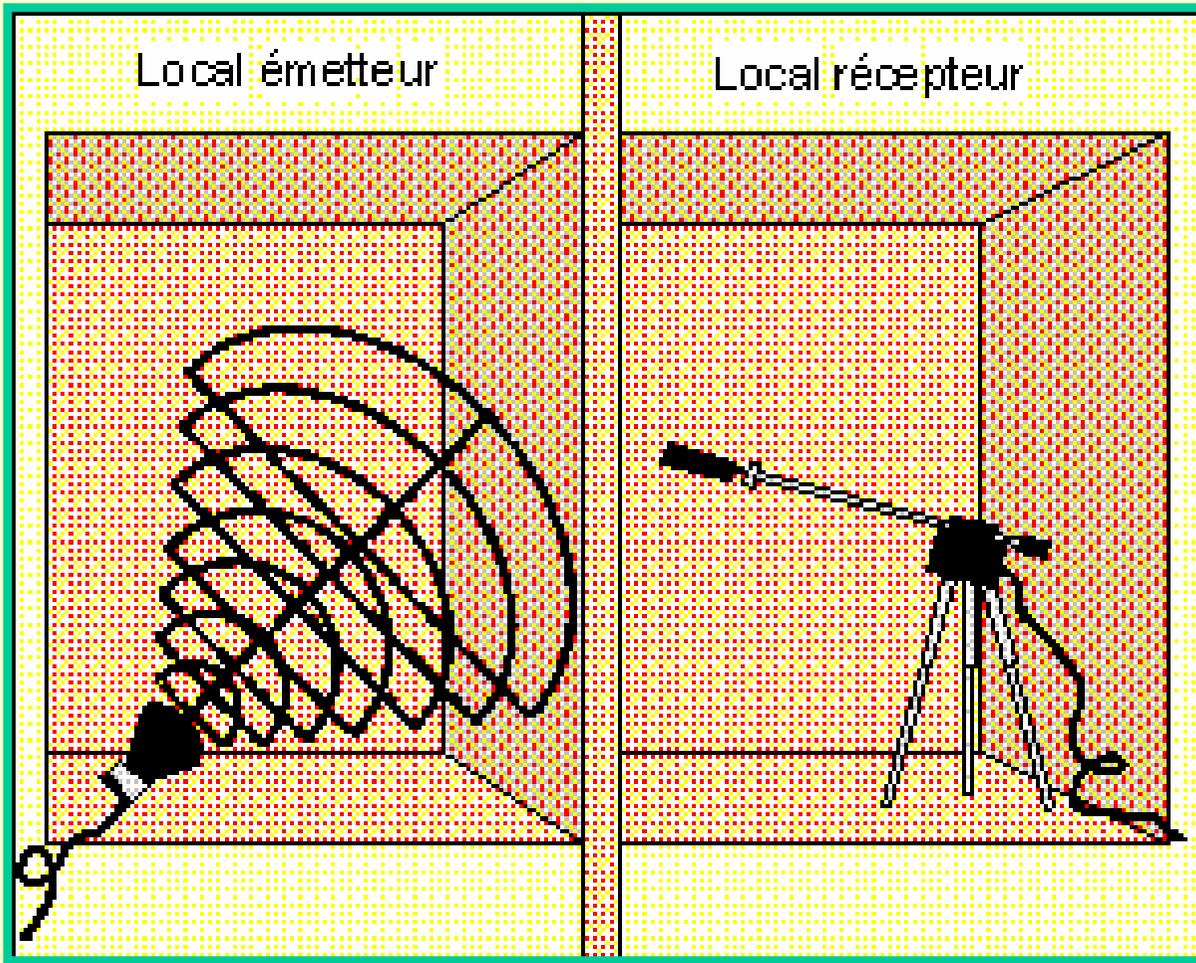
$$R = 10 \log \frac{1}{\tau}$$

R caractérise la qualité acoustique d'une paroi de construction (mur, cloison, plancher, plafond, fenêtre, porte, etc...).

*Plus R est grand, plus la paroi a un isolement acoustique élevé.*

R peut être exprimé en dB (octave par octave) ou globalement en dB(A).

## 1.2 Mesure en laboratoire (détail Chapitre 5 "Bruits aériens")



On définit  $R_{\text{rose}}$  ou  $R_{\text{route}}$  suivant que le bruit émis est un bruit rose ou un bruit route.

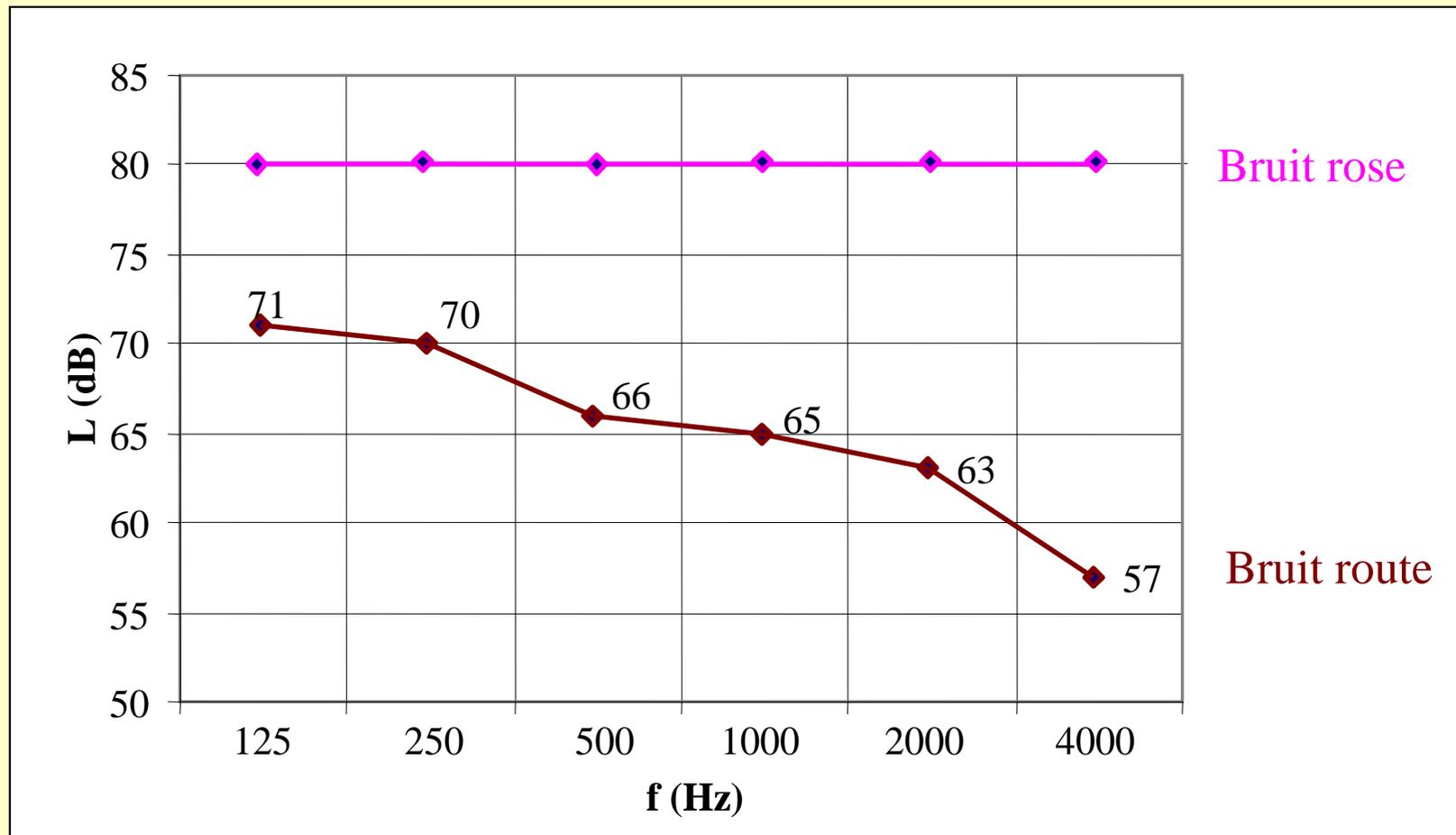
*Bruit rose* = bruits aériens émis dans le bâtiment ou par les avions.

Caractérisé par un niveau sonore constant de 80 dB/oct, ce qui correspond à une valeur globale de 86 dB(A).

Locaux désolidarisés

*Bruit routier (ou route)* = bruits aériens émis par le trafic routier ou ferroviaire.

Son niveau sonore n'est pas constant : il est plus important dans les fréquences graves que dans les fréquences aiguës.



# Chapitre 3 : ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS

1. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R
  - 1.1 Définition
  - 1.2 Mesure en laboratoire
2. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS SIMPLES
  - 2.1 Détermination par bande d'octave
  - 2.2 Détermination globale
3. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS DOUBLES
  - 3.1 Influence de la fréquence critique de chacun d'un des panneaux
  - 3.2 Influence de la fréquence de résonance de la paroi double
  - 3.3 Influence des l'épaisseurs de la lame d'air et/ou de l'absorbant acoustique
  - 3.4 Cas des doubles vitrages
4. PAROIS DISCONTINUES - INFLUENCE DES OUVERTURES
  - 4.1 Cas des portes
  - 4.2 Cas des fenêtres
  - 4.3 Cas des bouches d'entrée d'air
  - 4.4 Dispositions à retenir pour une façade

## 2. Indice d'affaiblissement acoustique des parois simples

Parois simples :

- composées d'un même matériau (béton, carreaux de plâtre, simple vitrage),
- juxtaposition de matériaux rigides (enduit plâtre + béton + enduit ciment).

### 2.1 Détermination par bande d'octave

#### Loi expérimentale de masse

Plus une paroi est lourde, plus  $R$  est grand : c'est la loi de masse.

Lorsque les modalités de construction le permettent, "bâtir lourd" est le moyen le plus sûr de s'isoler des bruits aériens.

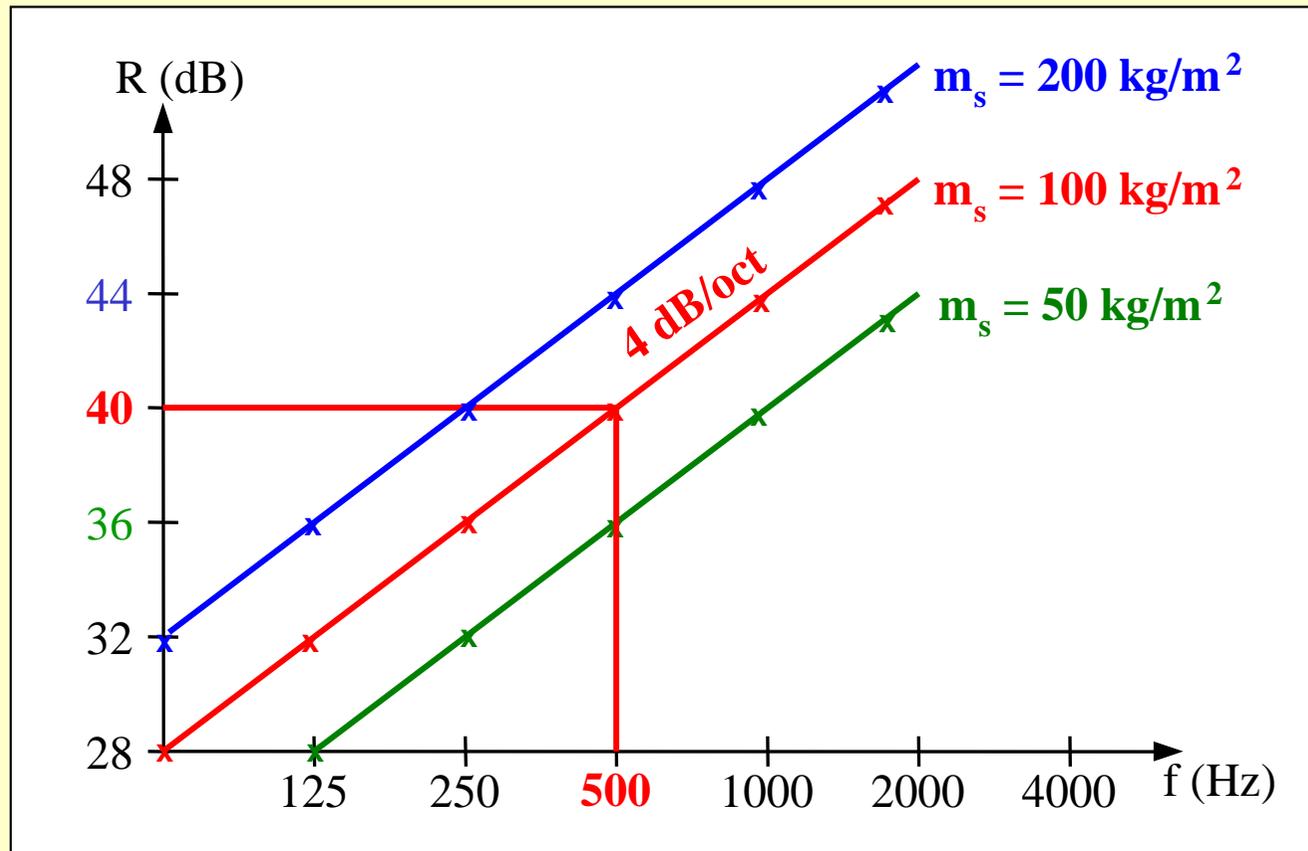
Une paroi simple de masse surfacique  $100 \text{ kg/m}^2$  a un indice d'affaiblissement acoustique  $R$  de 40 dB à 500 Hz.

- en doublant la masse de la paroi,  $R$  augmente en moyenne de 4 dB.
- en diminuant la masse de moitié,  $R$  baisse en moyenne de 4 dB.

## Loi expérimentale de fréquence

- en doublant la fréquence du son, R augmente en moyenne de 4 dB.
- en diminuant la fréquence de moitié, R diminue en moyenne de 4 dB.

## Loi expérimentale - Synthèse



## Fréquence critique $f_c$

Chaque paroi possède une fréquence critique  $f_c$  pour laquelle R chute.

$$f_c = \frac{f_1}{e(\text{cm})}$$

$f_1$  = fréquence critique correspondant à une paroi d'épaisseur 1 cm

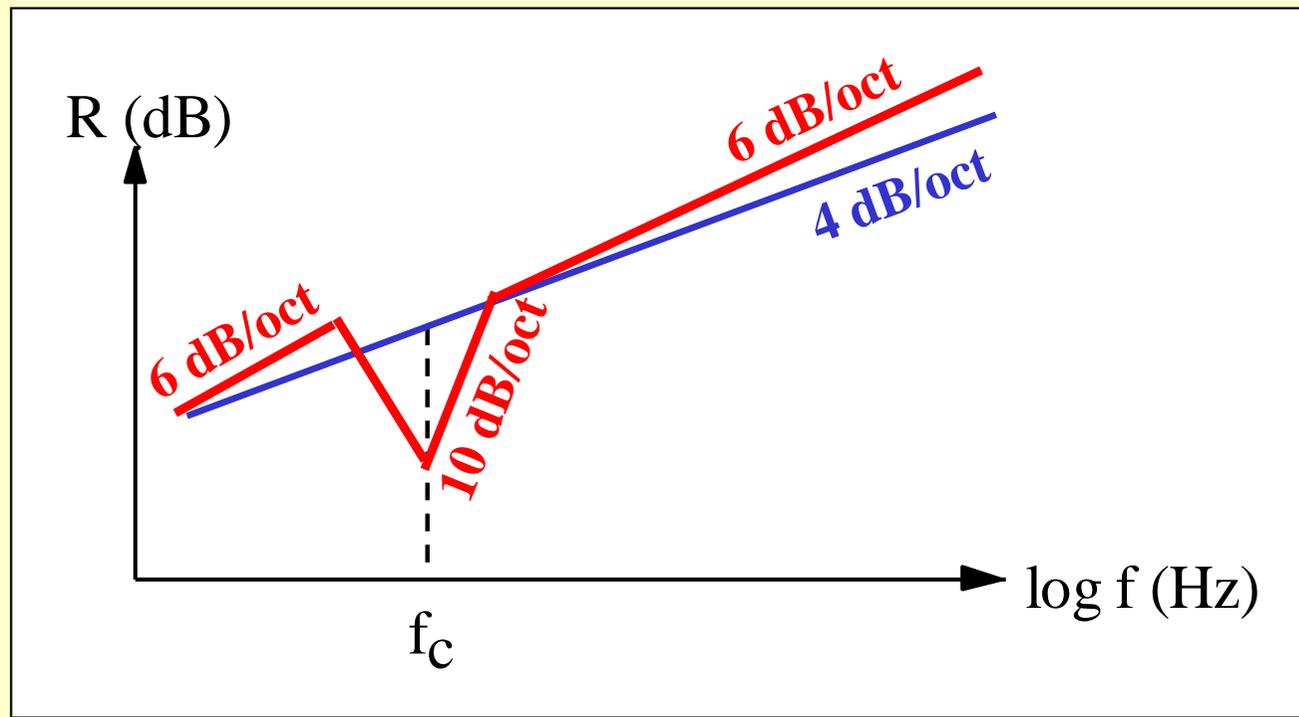
Pour repousser  $f_c$  dans les fréquences mal perçues par l'oreille ( $f < 100$  Hz ou  $f > 4000$  Hz), il faut utiliser :

- des parois lourdes (en accord avec la loi de masse) de forte rigidité ( $e$  grand) afin que  $f_c$  soit la plus basse possible.
- des parois légères (en désaccord avec la loi de masse) de faible rigidité ( $e$  petit) afin que  $f_c$  soit la plus élevée possible,

Chute de R à la fréquence critique  $f_c$  :

- 3 à - 4 dB (caoutchouc, liège, plomb, ...),
- 6 à - 8 dB (polystyrène, béton, plâtre, bois, ...),
- 10 dB (verre, acier, aluminium, ..).

## Représentation de $R = g(f)$



### *Remarque sur les pentes*

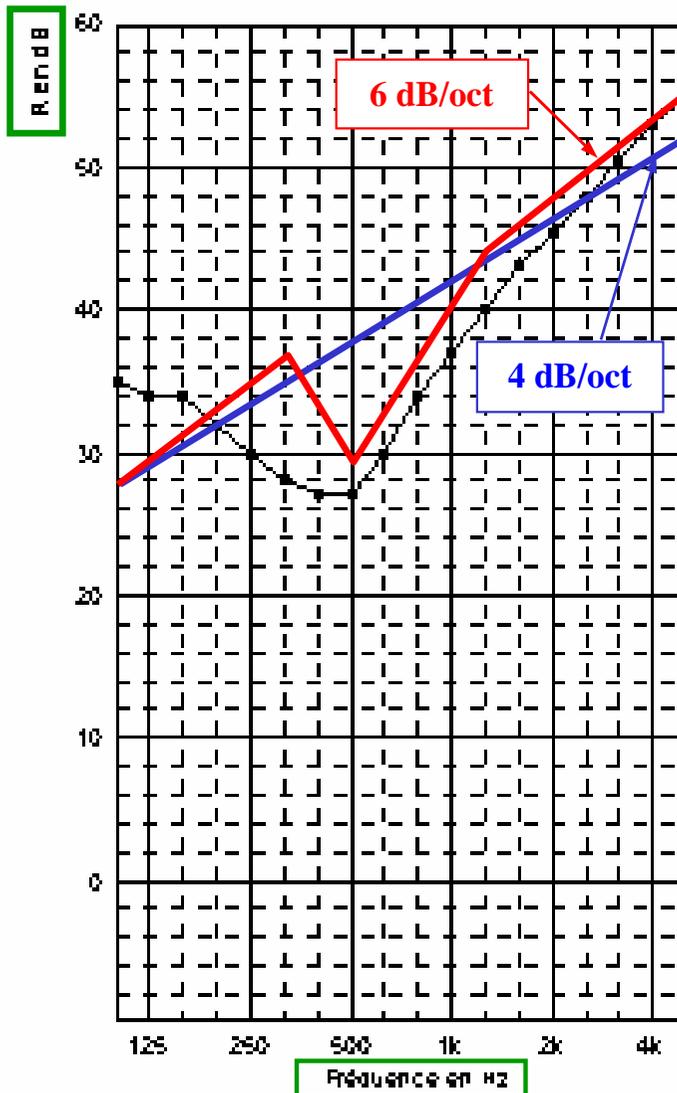
- 4 dB/octave : loi expérimentale correspondant à un champ diffus.
- 6 dB/octave : loi théorique correspondant à des ondes planes, parallèles à la paroi.

Produit : carreaux de plâtre 7 cm

Classe : Cloisons maçonnées

Origine : Produits traditionnels

Masse : 70 kg/m<sup>2</sup>



Fréq.	R
100	35.0
125	34.0
160	34.0
200	32.0
250	30.0
315	28.0
400	27.0
500	27.0
630	30.0
800	34.0
1000	37.0
1250	40.0
1600	43.0
2000	45.5
2500	48.0
3150	50.5
4000	53.0
5000	55.0
Hz	dB

$R_w (C; C_w) = 35 (-1; -2) \text{ dB}$

$R_{\text{trava}} = 35 \text{ dB(A)}$

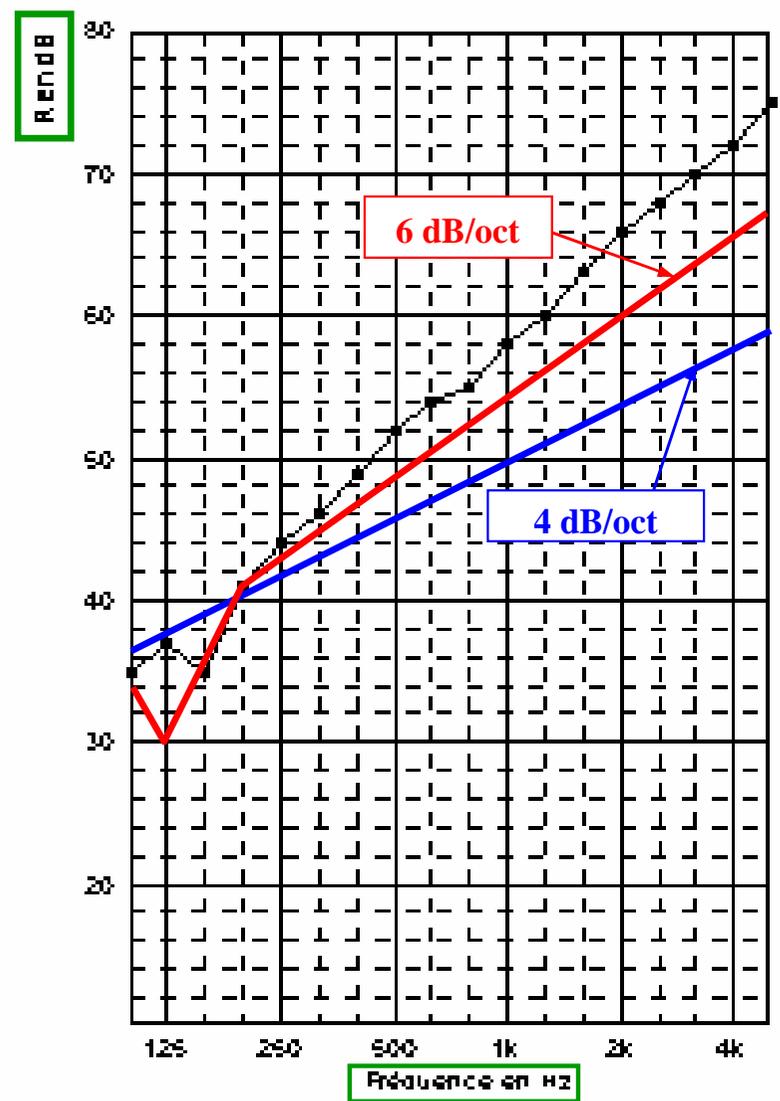
$R_{\text{trava}} = 32 \text{ dB(A)}$

Produit : **béton 14 cm**

Classe : Refend ou dalle en béton

Origine : Produits traditionnels

Masse : **325 kg/m<sup>2</sup>**



Fréq.	R
100	35.0
125	37.0
160	35.0
200	41.0
250	44.0
315	46.0
400	49.0
500	52.0
630	54.0
800	55.0
1000	58.0
1250	60.0
1600	63.0
2000	66.0
2500	68.0
3150	70.0
4000	72.0
5000	75.0
Hz	dB

$R_w (C; C_p) = 54 (-2; -6) \text{ dB}$

**$R_{\text{trava}} = 53 \text{ dB(A)}$**

**$R_{\text{trava}} = 48 \text{ dB(A)}$**

## 2.2 Détermination globale

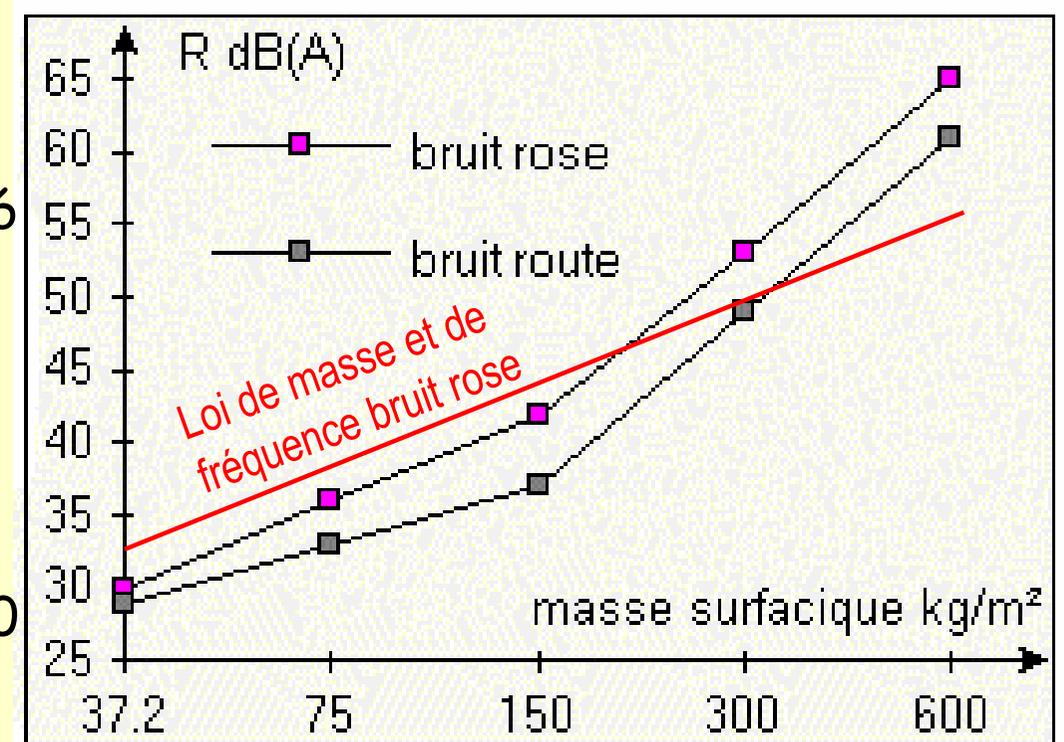
De nombreuses mesures expérimentales ont conduit à des **valeurs de R exprimées en dB(A)** en fonction du bruit d'émission et de la masse surfacique  $m_s$  de la paroi.

### \* Bruit rose

$$\begin{aligned} 50 \leq m_s < 150 \text{ kg/m}^2 & R = (17 \log m_s) + 4 \\ 150 \leq m_s \leq 700 \text{ kg/m}^2 & R = (40 \log m_s) - 46 \\ m_s > 700 \text{ kg/m}^2 & R = 68 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

### \* Bruit routier

$$\begin{aligned} 50 \leq m_s < 150 \text{ kg/m}^2 & R = (13 \log m_s) + 9 \\ 150 \leq m_s \leq 670 \text{ kg/m}^2 & R = (40 \log m_s) - 50 \\ m_s > 670 \text{ kg/m}^2 & R = 63 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$



R = 35 dB(A) : on entend tout

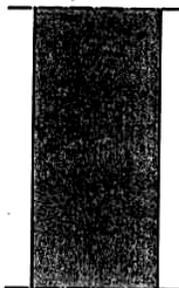
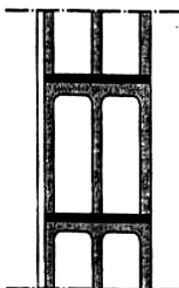
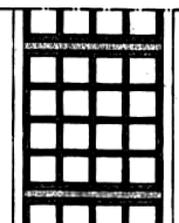
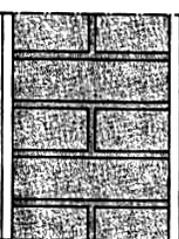
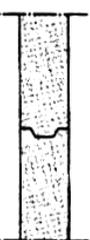
R = 40 dB(A) : difficile de comprendre ce qui se dit

R = 45 dB(A) : conversations à voix forte peu compréhensibles

R = 50 dB(A) : conversation inaudible

Pour l'application de la loi de masse, le guide Qualitel donne les valeurs suivantes :

- béton lourd parois verticales : 2300 kg/m<sup>3</sup>
- béton lourd parois horizontales : 2400 kg/m<sup>3</sup>
- bloc plein (béton, sable et gravillons) : 2000 kg/m<sup>3</sup>
- bloc perforé (béton, sable et gravillons) : 1600 kg/m<sup>3</sup>
- bloc creux (béton, sable et gravillons) : 1300 kg/m<sup>3</sup>
- brique pleine : 1850 kg/m<sup>3</sup>
- brique creuse :
  - 55% de vide : 845 kg/m<sup>3</sup>
  - 60% de vide : 750 kg/m<sup>3</sup>
  - 65% de vide : 655 kg/m<sup>3</sup>
- béton cellulaire : 500 kg/m<sup>3</sup>
- enduit ciment (1 cm) : 20 kg/m<sup>3</sup>
- enduit plâtre (1 cm) : 10 kg/m<sup>3</sup>

MURS ET CLOISONS MACONNEES	Composants	Epaisseurs en mm		Masse surfaccique ms en kg/m <sup>2</sup>	R <sub>roee</sub> en dB(A)			
		partielles	totale		calculé	mesuri		
	Béton		140	140	330	54	55	
			160	160	385	56	59	
			180	180	414	58		
			200	200	465	60	60	
			220	220	506	62		
	Bloc de béton creux enduit plâtre	10	100	110	145	40	42	
		15	150	165	230	48	51	
		10	200	210	260	51	52	
	Brique creuse enduit plâtre	10	50	10	70	80	36	34
		10	120	10	140	180	44	41
		15	150	15	180	196	45	42
		15	200	15	230	250	50	48
		15	250	15	280	340	55	51
	Brique pleine enduit plâtre	15	110	15	140	230	48	46
		15	220	15	250	420	59	57
	Carreau de plâtre		70	70	76	36	35	
			100	100	103	38	38	

Conversations inaudibles

Conversations inaudibles

On entend tout

Conversations inaudibles

Conversations inaudibles

On entend tout

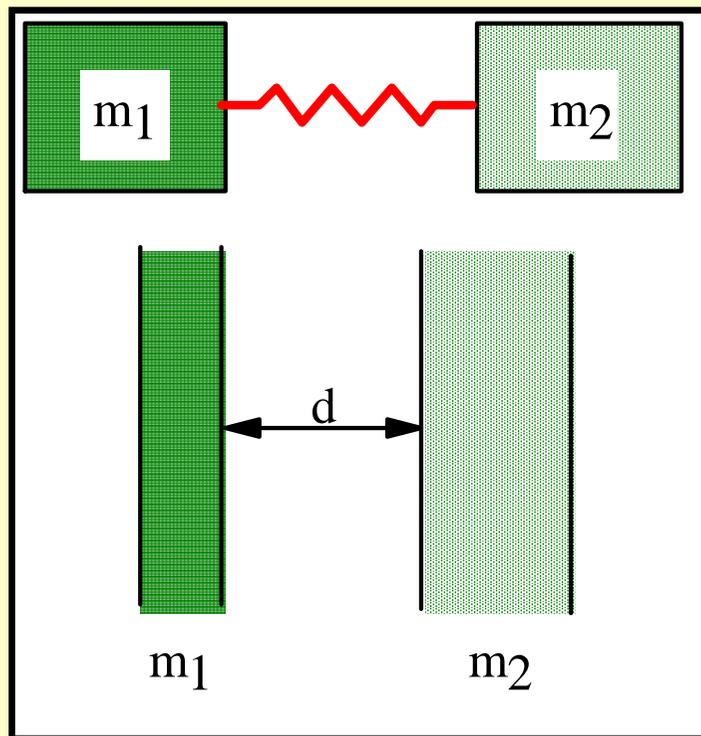
# Chapitre 3 : ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS

1. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R
  - 1.1 Définition
  - 1.2 Mesure en laboratoire
2. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS SIMPLES
  - 2.1 Détermination par bande d'octave
  - 2.2 Détermination globale
3. **INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS DOUBLES**
  - 3.1 Influence de la fréquence critique de chacun d'un des panneaux
  - 3.2 Influence de la fréquence de résonance de la paroi double
  - 3.3 Influence des l'épaisseurs de la lame d'air et/ou de l'absorbant acoustique
  - 3.4 Cas des doubles vitrages
4. PAROIS DISCONTINUES - INFLUENCE DES OUVERTURES
  - 4.1 Cas des portes
  - 4.2 Cas des fenêtres
  - 4.3 Cas des bouches d'entrée d'air
  - 4.4 Dispositions à retenir pour une façade

### 3. Indice d'affaiblissement acoustique des parois doubles

Les parois doubles sont constituées de deux parois simples (que l'on appellera panneaux) séparées par un espace rempli ou non d'un matériau absorbant.

Exemples : double vitrage, cloison en plaques de plâtre, mur isolé.



L'ensemble se comporte comme un système **masse-ressort-masse**.

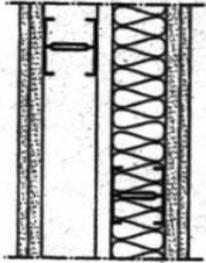
L'air ou la fibre minérale (laine de verre) jouent le rôle de ressort.

La fibre minérale intervient en plus comme amortisseur.

R paroi double >> R paroi simple de même masse surfacique.

Par exemple :

Nature de la paroi	$m_s$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{rose}$ en dB(A)
Paroi simple en carreaux de plâtre creux de 7 cm	60	34
Paroi double de 22 cm composée de : - 2 parements vissés sur ossatures métalliques (chaque parement comprend un BA 13 et un BA 18) - laine minérale (7 cm)	60	65



R d'une paroi double dépend :

- 1- de la fréquence critique de chacun des panneaux,
- 2- de sa fréquence de résonance,
- 3- des épaisseurs de la lame d'air et/ou de l'absorbant acoustique (type fibre minérale) situé entre les deux.

### 3.1 Influence de la fréquence critique de chacun des panneaux

Deux panneaux identiques  $\Rightarrow$  fréquences critiques identiques  
 $\Rightarrow$  grande chute de R.

*Il faut donc utiliser deux matériaux de masse et de rigidité différentes de manière que les panneaux n'aient pas la même fréquence critique.*

*Ainsi, dans le cas d'un double vitrage, il faut utiliser des verres d'épaisseurs différentes.*

### 3.2 Influence de la fréquence de résonance de la paroi double

Une paroi double a une *fréquence propre*.

Si l'un des panneaux est soumis à une vibration de même fréquence, la paroi rentre en résonance.

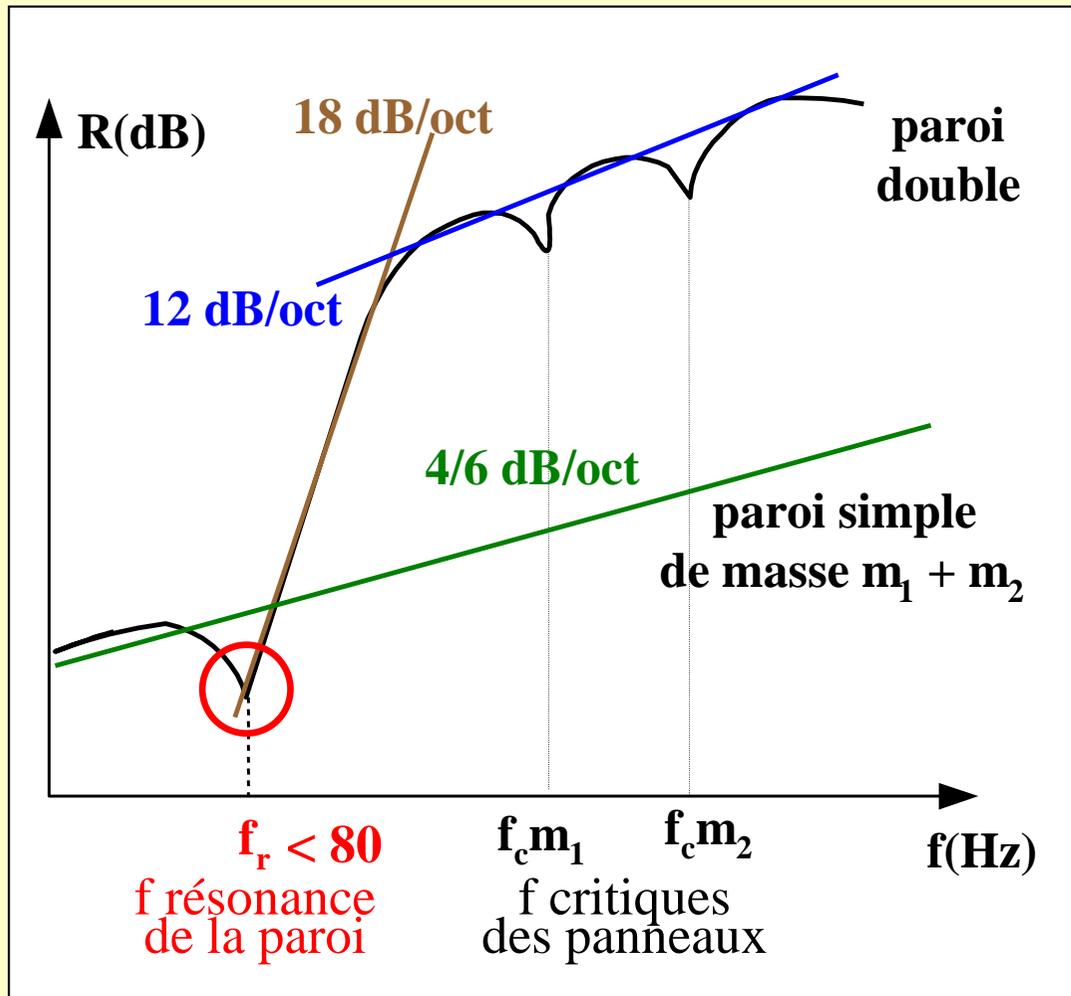
Dans le cas d'un couplage par de l'air, la *fréquence de résonance  $f_r$  de la paroi* a pour expression :

$$f_r = 84 \sqrt{\frac{1}{d} \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

avec :

d : distance entre les panneaux 1 et 2 (m)

$m_1$  et  $m_2$  : masses surfaciques correspondantes (kg/m<sup>2</sup>)



Si  $f < f_r$  : le système se comporte comme si on avait affaire à une paroi simple de masse  $m_1 + m_2$ .

Si  $f = f_r$  :  $R$  décroît fortement et devient même inférieur à celui d'un seul panneau.

Si  $f > f_r$  : accroissement très rapide de  $R$  (18dB/octave).

Il faut rechercher un  $f_r$  aussi faible que possible.

Pratiquement,  $f_r$  devrait être inférieur à 80 Hz.

Pour cela il faut augmenter la distance entre les panneaux et leur masse surfacique.

## Exemples

1. *double vitrage* :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{verre de 6 mm } (m_1 = 15 \text{ kg/m}^2) \\ \text{verre de 8 mm } (m_2 = 20 \text{ kg/m}^2). \end{array} \right.$

Pour que  $f_r$  soit  $< 80$  Hz, il faut que la distance entre les deux vitres soit  $> 13$  cm. Ceci n'est réalisable qu'avec des doubles fenêtres.

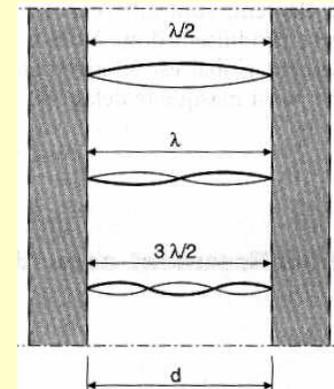
2. *mur extérieur* :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{panneau de maçonnerie } (m_1 = 95 \text{ kg/m}^2) \\ \text{panneau de briques creuses } (m_2 = 50 \text{ kg/m}^2) \end{array} \right.$

Pour que  $f_r$  soit  $< 80$  Hz, il faut que la distance soit  $> 3,3$  cm.

*Plus les masses sont faibles, plus la distance entre les panneaux doit être grande.*

### 3.3 Influence de l'épaisseur de la lame d'air : ondes stationnaires

Une *lame d'air* d'épaisseur  $d$  est le siège de formation d'**ondes stationnaires** de fréquences  $f_n = nc/2d$  avec  $c = 340\text{m/s}$ .

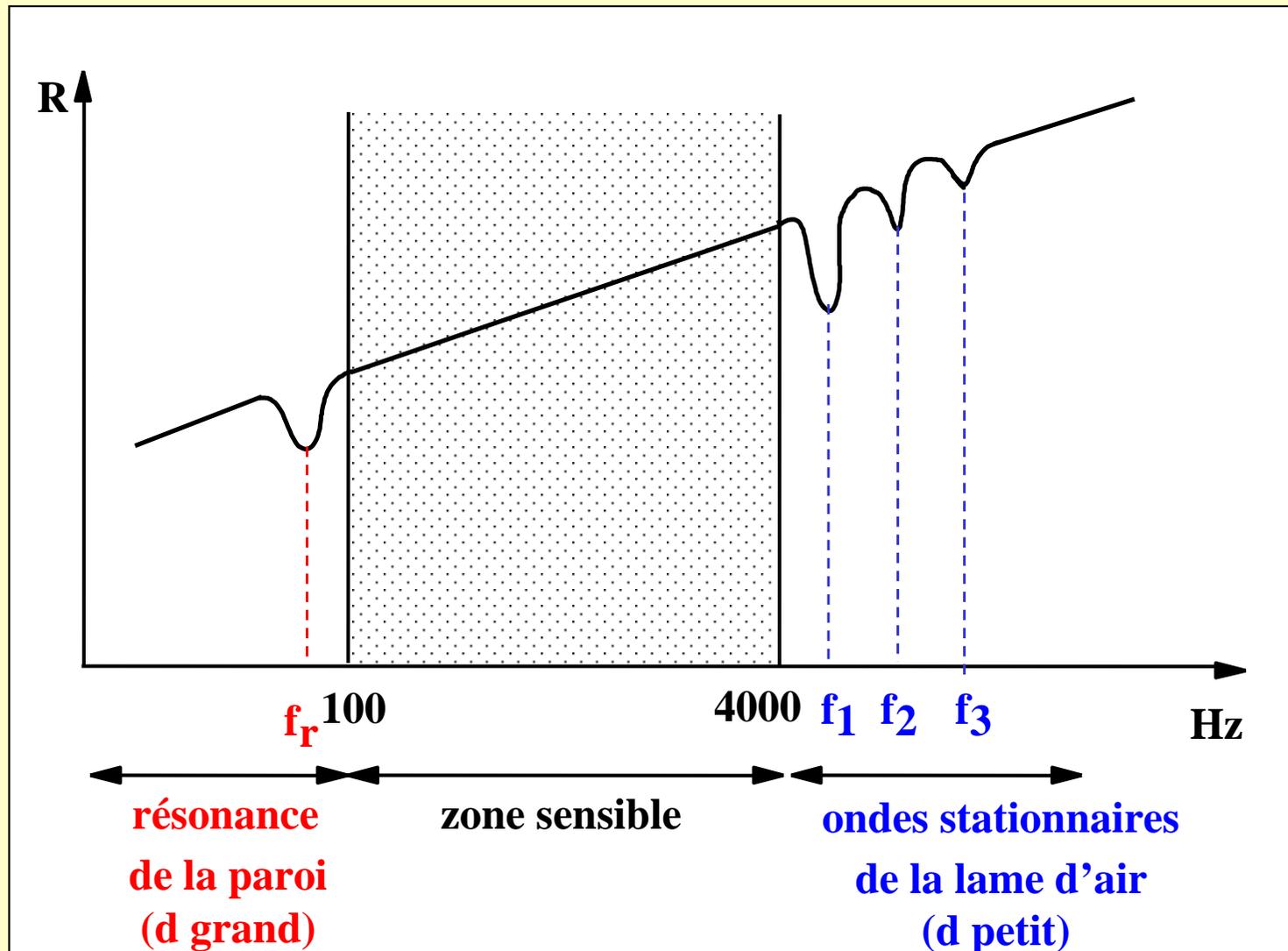


## Exemples

1. *épaisseur de la lame d'air = 10 cm*  $\Rightarrow f_1 = 1700$  Hz,  $f_2 = 3400$  Hz, etc...
2. *épaisseur de la lame d'air = 5 cm*  $\Rightarrow f_1 = 3400$  Hz,  $f_2 = 6800$  Hz, etc...

*On doit chercher à rejeter les fréquences des ondes stationnaires de la lame d'air dans les fréquences les plus aiguës, en diminuant la distance entre les deux parements.*

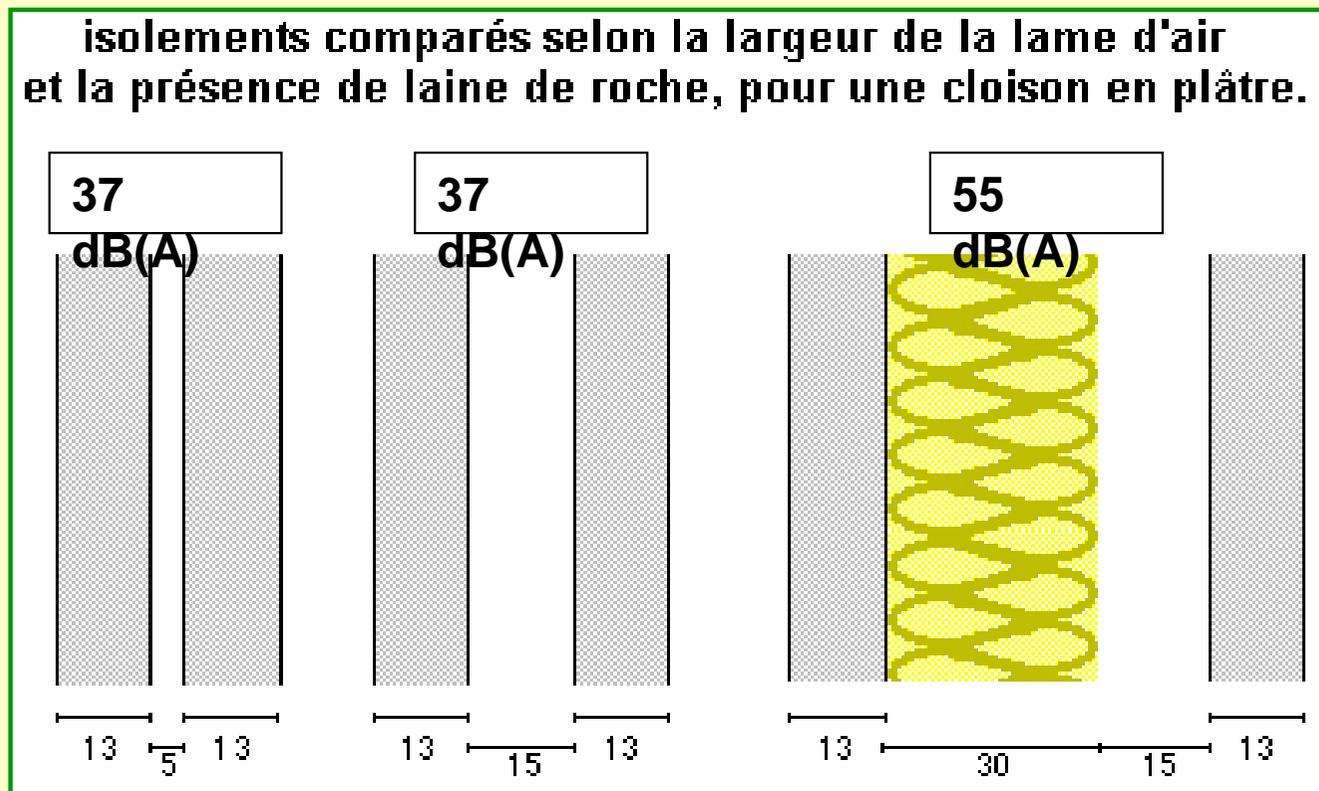
*En résumé : objectifs à atteindre*



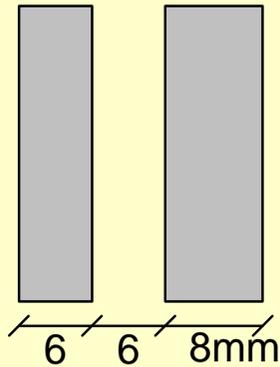
↗ épaisseur de la lame d'air pour ↘  $f_r$  } Exigences contradictoires  
↘ épaisseur de la lame d'air pour ↗  $f_n$  }

*Recommandation :*

Placer un matériau absorbant entre les deux panneaux de façon à éliminer les fréquences des ondes stationnaires  $f_n$  de la lame d'air tout en modifiant peu la fréquence de résonance  $f_r$  de la paroi.

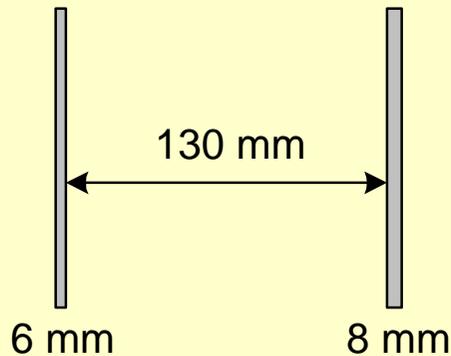


### 3.4 Cas des doubles vitrages



fréquence de résonance du double vitrage  
 $f_r = 370$  Hz (zone sensible)

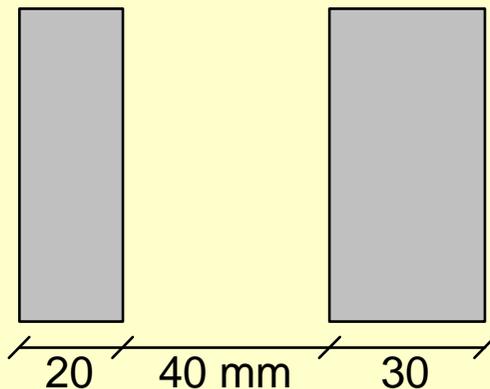
fréquences ondes stationnaires lame d'air  
 $f_1 = 28000$  Hz (bon)



$f_r = 80$  Hz (limite)

$f_1 = 1300$  Hz (zone sensible)

$f_2 = 2600$  Hz (zone sensible)



$f_r = 77$  Hz (limite)

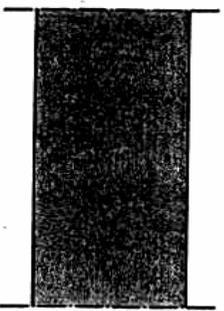
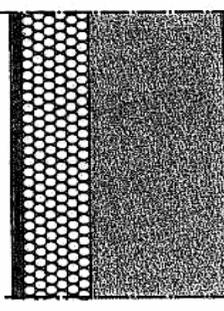
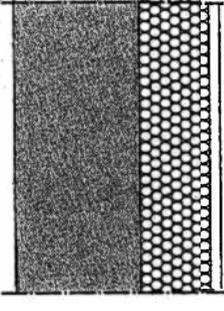
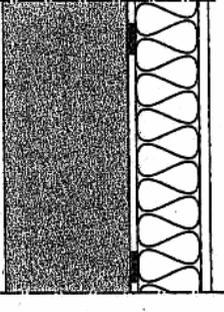
$f_1 = 4250$  Hz (limite)

Irréalizable  $\Rightarrow$  les performances acoustiques d'un double vitrage sont faibles et créent un point faible dans une paroi

## Indice d'affaiblissement acoustique(R)de doubles vitrages

Composition du double vitrage	$R_{\text{rose}}$ [en dB(A)]	$R_{\text{route}}$ [en dB(A)]
4 - 6 - 4		27
4 - 12 - 4		26
4 - 6 - 6	34	31
4 - 12 - 6		29
4 - 6 - 8	36	32
4 - 12 - 8		29
4 - 6 - 10	37	33
4 - 12 - 10		31
44R - 6 - 8	38	35
44R - 10 - 8	39	35
44R - 12 - 10	42	37
55R - 12 - 10		38
55R - 20 - 44R	45	39

44R = 2 vitres de 4 mm séparées par une feuille de résine de moins de 1mm d'épaisseur

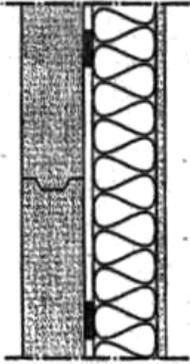
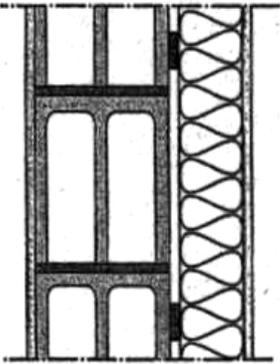
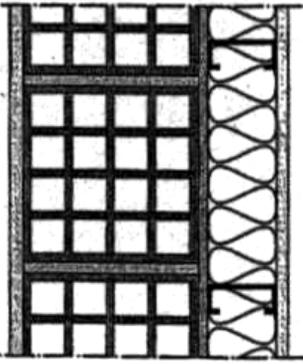
<b>MUR EXTERIEUR</b>	<b>COMPOSITION</b>	<b>Rrose dB(A)</b>	<b>Rroute dB(A)</b>
	Béton 16 cm	56	52
	Béton 16 cm + complexe isolant (polystyrène 8cm + enduit extérieur 1cm)	56	52
	Béton 16 cm + complexe isolant (polystyrène 8cm + plaque de plâtre 1cm)	56	52
	Béton 16 cm + complexe isolant (laine minérale 8cm + plaque de plâtre 1cm)	63	59

Meilleure isolation acoustique au bruit "rose" qu'au bruit "route"

Mêmes valeurs que béton nu

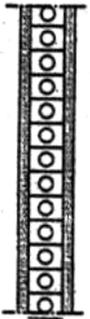
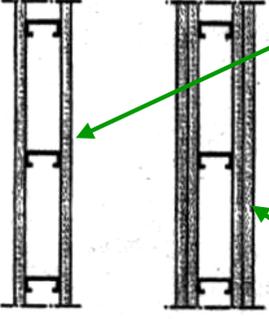
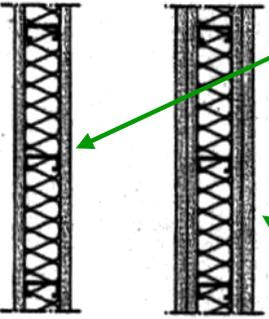
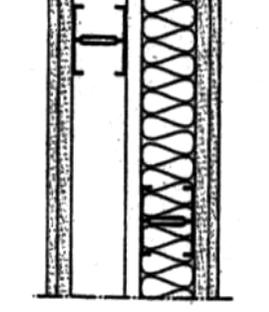
Pas d'influence de la position de l'isolant

Bien meilleure isolation acoustique avec laine minérale que polystyrène

MURS ET CLOISONS MAÇONNES DOUBLEES	Composants	Epaisseurs en mm du mur maçonné vers le doublage					Epaisseur totale en mm	Masse surfaccique ms en kg/m <sup>2</sup>	R <sub>rose</sub> en dB(A) mesuré
	Carreau de plâtre plein	100	10	50	10		170	112	54
	Complexe de doublage: laine minérale et plaque de plâtre	100	10	70	10		190	112	55 35
	Bloc de béton creux	10	100	10	50	10	180	162	62
	Complexe de doublage: laine minérale et plaque de plâtre  Enduit plâtre une face	10	200	10	80	10	310		63 52
	Brique creuse	15	50	15	58	13	151		52
	Contre cloison sur ossature métallique (laine minérale + plaque de plâtre)  Enduit plâtre deux faces	15	200	10	75	13	313		70 48

Avec laine minérale  
Sans laine minérale

Complexe de  
doublage moins bon  
acoustiquement que  
contre cloison sur  
ossature métallique

CLOISONS SECHES	Composants	Epaisseur totale en mm	Masse surfacique ms en kg/m <sup>2</sup>	R <sub>mass</sub> en dB(A) mesuré
	<p>2 BA 13 sur âme alvéolaire</p>	<p>50 <b>72</b></p>	<p>17 22</p>	<p>31 <b>33</b></p>
carreaux de plâtre 35				
	<p>2 BA 13 vissées sur ossature métallique sans laine minérale</p>	<p><b>72</b></p>	<p>20</p>	<p><b>36</b></p>
	<p>2x2 BA 13 vissées sur ossature métallique sans laine minérale</p>	<p>98</p>	<p>42</p>	<p><b>43</b></p>
	<p>2 BA 13 vissées sur ossature métallique avec laine minérale</p>	<p><b>72</b></p>	<p>21</p>	<p><b>40</b></p>
	<p>2x2 BA 13 vissées sur ossature métallique avec laine minérale</p>	<p>98</p>	<p>43</p>	<p><b>48</b></p>
	<p>2 BA (18 + 13) vissées sur ossatures métalliques désolidarisées avec laine minérale</p>	<p><b>220</b></p>	<p>60</p>	<p><b>65</b></p>

Loi de masse

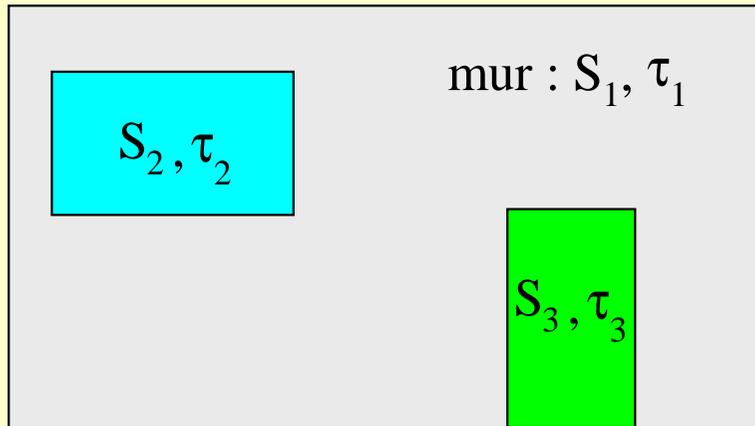
Amélioration due à laine minérale

Exemple cité

# Chapitre 3 : ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS

1. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R
  - 1.1 Définition
  - 1.2 Mesure en laboratoire
2. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS SIMPLES
  - 2.1 Détermination par bande d'octave
  - 2.2 Détermination globale
3. INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DES PAROIS DOUBLES
  - 3.1 Influence de la fréquence critique de chacun d'un des panneaux
  - 3.2 Influence de la fréquence de résonance de la paroi double
  - 3.3 Influence des l'épaisseurs de la lame d'air et/ou de l'absorbant acoustique
  - 3.4 Cas des doubles vitrages
4. **PAROIS DISCONTINUES - INFLUENCE DES OUVERTURES**
  - 4.1 **Cas des portes**
  - 4.2 **Cas des fenêtres**
  - 4.3 **Cas des bouches d'entrée d'air**
  - 4.4 **Dispositions à retenir pour une façade**

## 4. Parois discontinues – Influence des ouvertures



Le coefficient de transmission résultant a pour valeur :

$$\tau_r = \frac{\sum \tau_i S_i}{\sum S_i}$$

L'indice d'affaiblissement acoustique correspondant a pour valeur :

$$R_{\text{résultant}} = 10 \log \frac{1}{\tau_r} = -10 \log \tau_r = -10 \log \left( \frac{\tau_1 S_1}{S_1 + S_2 + \dots} + \frac{\tau_2 S_2}{S_1 + S_2 + \dots} + \dots \right)$$

$$R_{\text{résultant}} = -10 \log \left( \frac{S_1}{S_1 + S_2 + \dots} 10^{-\frac{R_1}{10}} + \frac{S_2}{S_1 + S_2 + \dots} 10^{-\frac{R_2}{10}} + \dots \right)$$

### Exemple

mur : 12 m<sup>2</sup>, R = 40 dB(A) (bonne isolation) }  
 fenêtre : 2 m<sup>2</sup>, R = 20 dB(A) }  $\Rightarrow R_{\text{résultant}} = 28 \text{ dB(A)}$   
 chute de R très sensible

## *Points faibles rencontrés fréquemment dans les parois*

### 4.1 Cas des ouvertures    $R = 0 \Rightarrow$ grande chute de $R_{\text{résultant}}$

De plus :    Sons  $\equiv$  billes de diamètres différents

Petites billes  $\equiv$  sons aigus (fréquences hautes - faibles longueurs d'ondes),

Grosses billes  $\equiv$  sons graves (fréquences basses - grandes longueurs d'ondes).

Une ouverture de petite dimension laisse passer les sons aigus et une ouverture de grande dimension laisse passer tous les sons.

### 4.2 Cas des portes

*isoplanes* :                       $R_{\text{rose}} \cong 20 \text{ dB(A)}$ , mauvais isolement

*massives et palières* :         $R_{\text{rose}} \cong 30 \text{ dB(A)}$ , meilleur

*acoustiques* :                     $R_{\text{rose}} \cong 50 \text{ dB(A)}$ , utilisation spéciale

#### Influence des joints : exemple

porte palière sans joints :  $R_{\text{rose}} = 30 \text{ dB(A)}$

porte palière avec joints :  $R_{\text{rose}} = 38 \text{ dB(A)}$

### 4.3 Cas des fenêtres

Fenêtre = menuiserie + vitrage + joints.

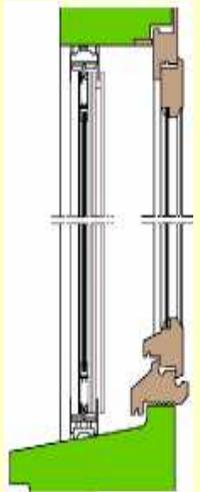
Menuiserie bois  $\equiv$  menuiserie aluminium  $\equiv$  menuiserie PVC.

Menuiseries coulissantes moins étanches que menuiseries à frappe.

*Il est inutile d'équiper une menuiserie peu étanche avec un vitrage isolant.*

#### Exemples

Double vitrage (4-6-4) :	$R_{\text{route}} = 27 \text{ dB(A)}$
Double vitrage monté sur châssis étanche :	$R_{\text{route}} = 33 \text{ à } 35 \text{ dB(A)}$
Double vitrage monté sur châssis non étanche :	$R_{\text{route}} = 20 \text{ dB(A)}$
Double fenêtre :	$R_{\text{route}} = 45 \text{ dB(A)}$

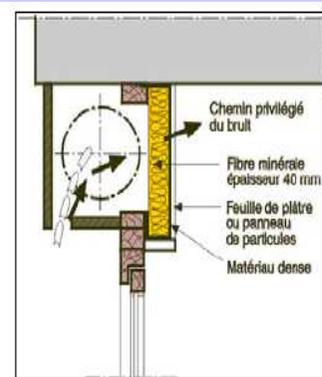
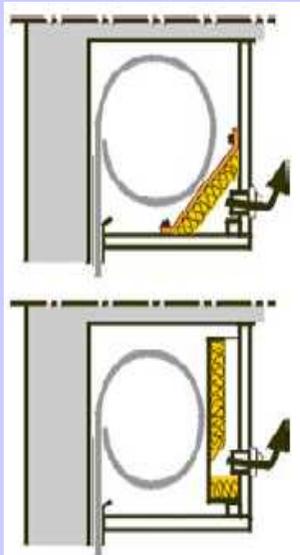
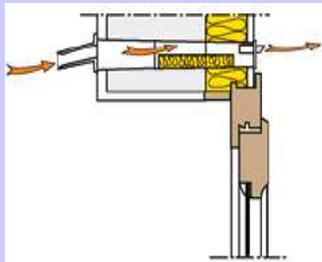
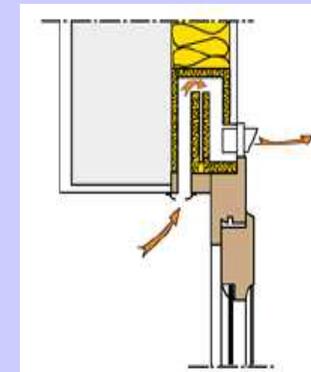


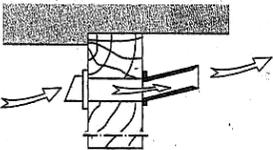
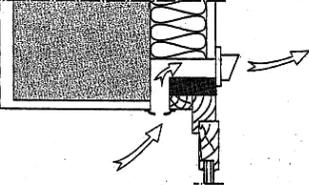
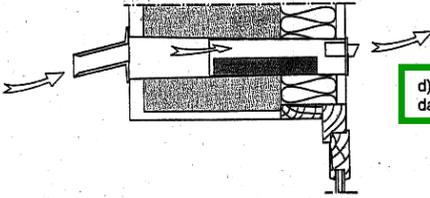
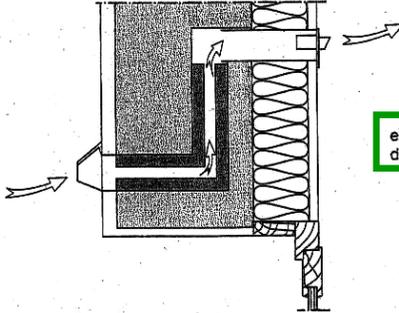
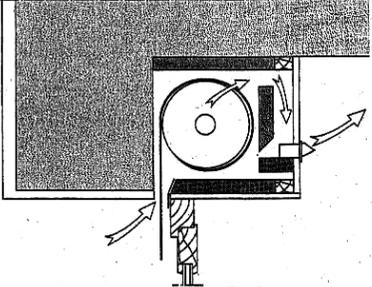
### 4.4 Cas des bouches d'entrée d'air

Les bouches d'entrée d'air sont caractérisées par leur isolement normalisé  $D_{n10}$  (ou  $D_{n,e}$ ) qui peut varier de 35 à plus de 50 dB(A).

*Plus l'isolement  $D_{n10}$  est grand, meilleure est la performance.*

Il existe plusieurs types de bouches d'entrée d'air.



	$D_{n,e}$ rose en dB(A)	$D_{n,e}$ route en dB(A)
 <p>a) bouche intégrée dans la menuiserie</p>	35	35
 <p>b) bouche intégrée dans la partie dormante et le doublage</p>	40	37
 <p>d) bouche intégrée dans la maçonnerie</p>	49	45
 <p>e) bouche intégrée dans la maçonnerie</p>	53	47
 <p>f) bouche intégrée dans le coffre de volet roulant.</p>	44	39

Bouche intégrée dans la menuiserie

Bouche intégrée dans la partie dormante et le doublage

Bouche intégrée dans la maçonnerie

Bouche intégrée dans la maçonnerie avec chicane

Bouche intégrée dans le coffre d'un volet roulant

## Dispositifs à retenir pour une façade

### Zone particulièrement bruyante ( $L_{eq} > 78$ dB(A) à 2 m devant la façade)

- double fenêtre avec vitrages épais et grand intervalle entre les deux fenêtres (exemple : vitrages de 8 mm et espace de 135 mm),
- 20 % de surface de façade en surface vitrée au maximum,
- pas de volets roulants,
- entrées d'air très étudiées. Si possible, remplacer les bouches d'entrées d'air par une ventilation double flux.
- mur opaque :  $R \geq 62$  dB(A).

### Zone très bruyante ( $73$ dB(A) $< L_{eq} < 78$ dB(A))

- double fenêtre (par exemple : verres de 6 et 8 mm et 120 mm entre fenêtres ou 4 et 200 mm),
- ne pas dépasser 25 % en surface vitrée,
- éviter les volets roulants,
- entrées d'air très étudiées ( $D_{n10}$  entre 48 et 50 dB(A)),
- mur opaque :  $R \geq 54$  dB(A).

### Zone bruyante ( $68 \text{ dB(A)} < L_{\text{eq}} < 73 \text{ dB(A)}$ )

- simple fenêtre avec double vitrage performant du type 10-6-4, joints soignés et bonne menuiserie,
- ne pas dépasser 40 % en surface vitrée,
- s'il y a des volets roulants, traiter le coffre,
- entrées d'air étudiées ( $D_{n10} > 43 \text{ dB(A)}$ ),
- mur opaque :  $R \geq 49 \text{ dB(A)}$ .

### Zone assez bruyante ( $63 \text{ dB(A)} < L_{\text{eq}} < 68 \text{ dB(A)}$ )

- simple fenêtre avec double vitrage du type 4-6-4,
- joints de bonne qualité,
- bouches d'entrée d'air ( $D_{n10} > 37 \text{ dB(A)}$ ),
- mur opaque :  $R \geq 43 \text{ dB(A)}$ .