

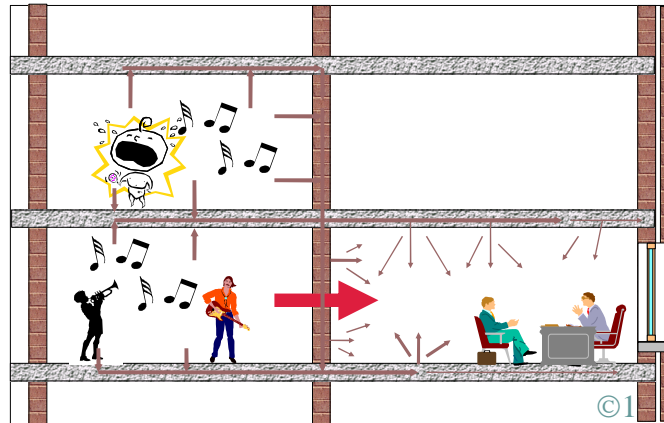
# Formation à l'acoustique du bâtiment

## Acoustique du Bâtiment

- Isolation au bruit aérien
- Isolation au bruit de choc
- Confort acoustique
- Bruit d'équipement

## Isolation acoustique : généralités

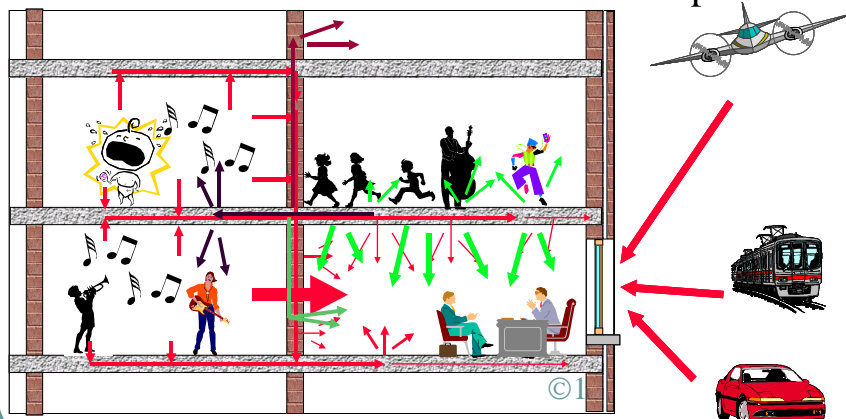
### ● Transmission des bruits aériens



directe latérales

## Isolation acoustique : généralités

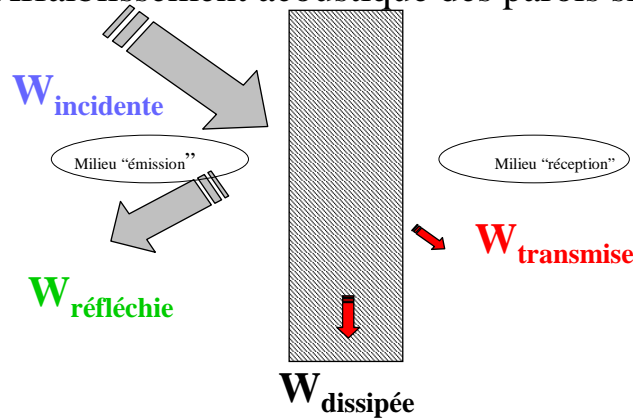
### ● Transmission des bruits aériens et d'impacts



transmissions des bruits aériens  
transmission des bruits d'impacts

## Isolation acoustique au bruit aérien : principes

- Affaiblissement acoustique des parois simples



$$R = 10 \log (W_{\text{incidente}} / W_{\text{transmise}}) \quad \text{©1}$$

## Isolation acoustique au bruit aérien : loi des masses

- Formulation

$$R = 40/3 \log (M f) - 22.6$$

Acier : 7800 kg/m<sup>3</sup>

Béton : 2300 kg/m<sup>3</sup>

Bois (chêne) : 800 kg/m<sup>3</sup>

Brique : 1700 à 2200 kg/m<sup>3</sup>

Ciment : 2000 kg/m<sup>3</sup>

Verre : 2500 kg/m<sup>3</sup>

Plâtre : 970 kg/m<sup>3</sup>

$R_{1\text{cm-500Hz}} = 38.6 \text{ dB}$

$R_{10\text{cm-500Hz}} = 44.9 \text{ dB}$

$R_{1\text{cm-500Hz}} = 25.4 \text{ dB}$

$R_{10\text{cm-500Hz}} = 43.1 \text{ dB}$

$R_{10\text{cm-500Hz}} = 44.1 \text{ dB}$

$R_{1\text{cm-500Hz}} = 32 \text{ dB}$

$R_{1\text{cm-500Hz}} = 26.5 \text{ dB}$

## Isolation acoustique au bruit aérien : loi des masses

### ● Affaiblissement acoustique des parois simples

Béton 10 cm :  $M = 230 \text{ kg/m}^2$

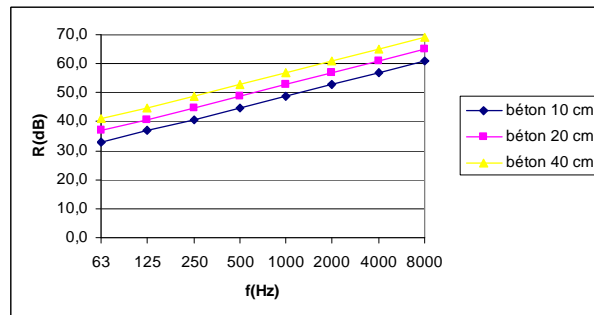
$R = 45 \text{ dB}$  à 500 Hz

Béton 20 cm :  $M = 460 \text{ kg/m}^2$

$R = 49 \text{ dB}$  à 500 Hz

Béton 40 cm :  $M = 920 \text{ kg/m}^2$

$R = 53 \text{ dB}$  à 500 Hz



+4 dB par doublement de fréquence

+4 dB par doublement de masse

## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi simple

### ● Phénomène de coïncidence

$f_c$ , fonction du matériau et de son épaisseur

Plus le matériau est rigide, plus la perte est importante

Acier : 1000 Hz.cm, 10 dB

Béton : 1723 Hz.cm, 8 dB

Bois (chêne) : 1000 Hz.cm, 8 dB

Brique : 2200 Hz.cm, 8 dB

Ciment : 1663 Hz.cm, 8 dB

Verre : 1200 Hz.cm, 10 dB

Plâtre : 3000 Hz.cm, 5 dB

## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi simple

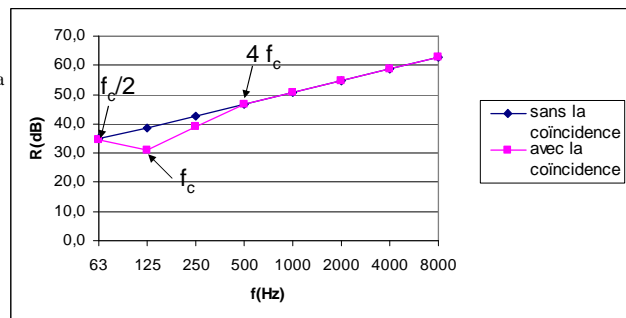
### ● Phénomène de coïncidence

Béton 14 cm :  $M = 322 \text{ kg/m}^2$

$R = 39 \text{ dB}$  à 125 Hz sans la coïncidence

$f_c = 123 \text{ Hz}$ , perte = 8 dB

$R = 31 \text{ dB}$  à 125 Hz avec la coïncidence



## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi simple

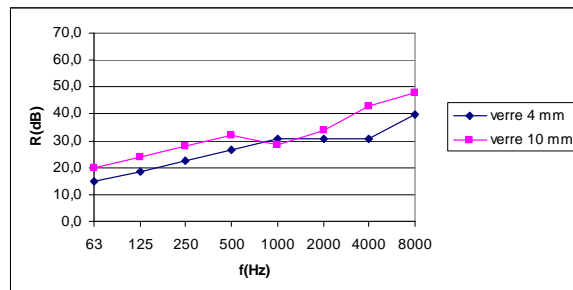
### ● Phénomène de coïncidence – exemples vitrages

Verre 4 mm :  $M = 10 \text{ kg/m}^2$

$f_c = 3000 \text{ Hz}$ , perte = 10 dB

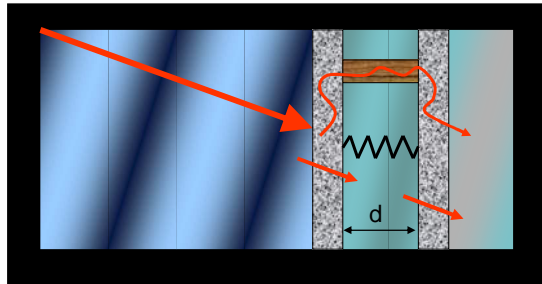
Verre 10 mm :  $M = 25 \text{ kg/m}^2$

$f_c = 1200 \text{ Hz}$ , perte = 10 dB



## Isolation acoustique au bruit aérien : principes

- Affaiblissement acoustique des parois doubles



## Isolation acoustique au bruit aérien : loi des masses

- Formulation

$$R = 40/3 \log (M1+M2) + 20 \log (f) - 35.6$$

## Isolation acoustique au bruit aérien : loi des masses

### ● Affaiblissement acoustique des parois doubles

Béton 10 cm :  $M = 230 \text{ kg/m}^2$

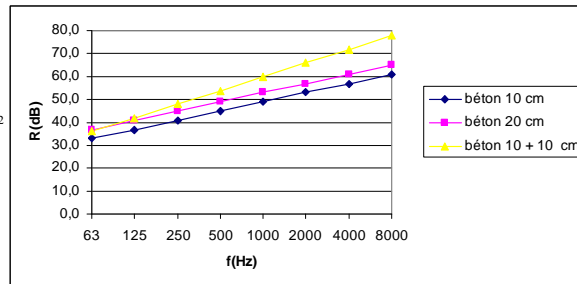
$R = 45 \text{ dB}$  à 500 Hz

Béton 20 cm :  $M = 460 \text{ kg/m}^2$

$R = 49 \text{ dB}$  à 500 Hz

Béton 10 + 10 cm :  $M = 460 \text{ kg/m}^2$

$R = 54 \text{ dB}$  à 500 Hz



+6 dB par doublement de fréquence

+4 dB par doublement de masse

## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

### ● Phénomène de coïncidence

$f_{c1}$ , pour le 1<sup>er</sup> matériau

$f_{c2}$ , pour le 2<sup>ème</sup> matériau

fonction des matériaux et de leurs épaisseurs

## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

- Fréquence de résonance masse-air-masse

$$f_{\text{MAM}} = 840 \sqrt{\frac{1}{d} \left( \frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right)}$$

$M_1, M_2$  : masse en  $\text{kg/m}^2$

$d$  : distance entre les 2 parois en cm

## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

- Fréquence de résonance onde stationnaire

$$f_{\text{OS}} = \frac{170}{d}$$

$d$  : distance entre les 2 parois en m



## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

### ● Parois lourdes

Béton 7 cm :  $M_1 = 161 \text{ kg/m}^2$

$f_{c1} = 246 \text{ Hz}$ , perte = 8 dB

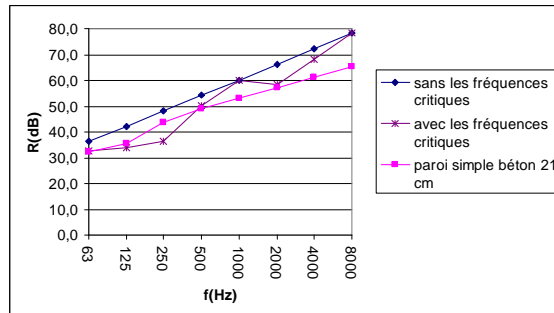
Béton 14 cm :  $M_2 = 322 \text{ kg/m}^2$

$f_{c2} = 123 \text{ Hz}$ , perte = 8 dB

$d = 8.5 \text{ cm}$

$f_{\text{MAM}} = 28 \text{ Hz}$

$f_{\text{OS}} = 2000 \text{ Hz}$



## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

### ● Vitrages

Verre 6 mm :  $M_1 = 15 \text{ kg/m}^2$

$f_{c1} = 2000 \text{ Hz}$ , perte = 10 dB

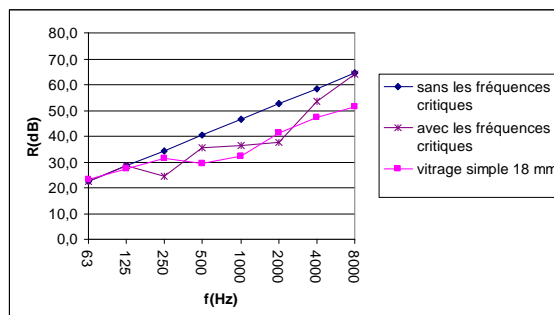
Verre 12 mm :  $M_2 = 30 \text{ kg/m}^2$

$f_{c2} = 1000 \text{ Hz}$ , perte = 10 dB

$d = 11 \text{ mm}$

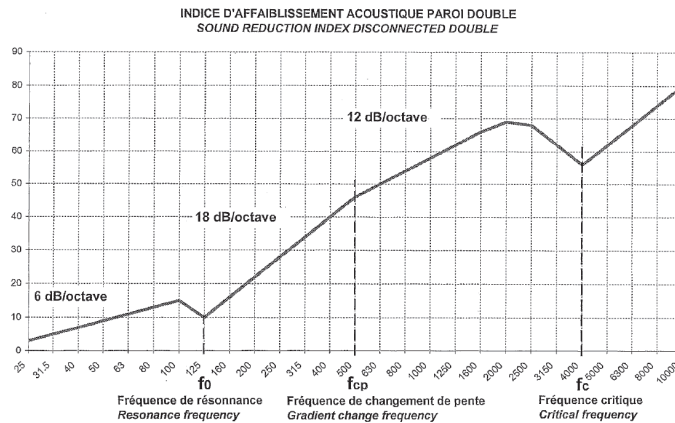
$f_{\text{MAM}} = 253 \text{ Hz}$

$f_{\text{OS}} = 15454 \text{ Hz}$



## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

### ● Modèle - variante

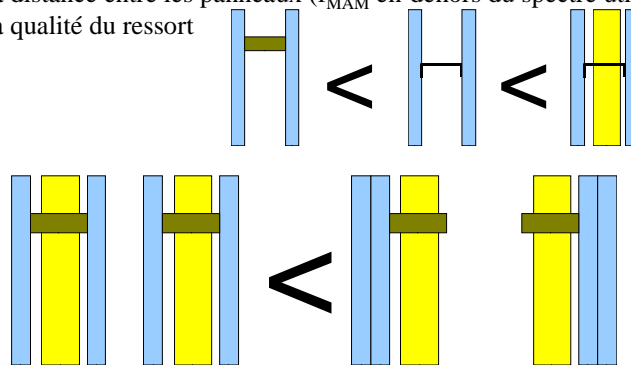


## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi double

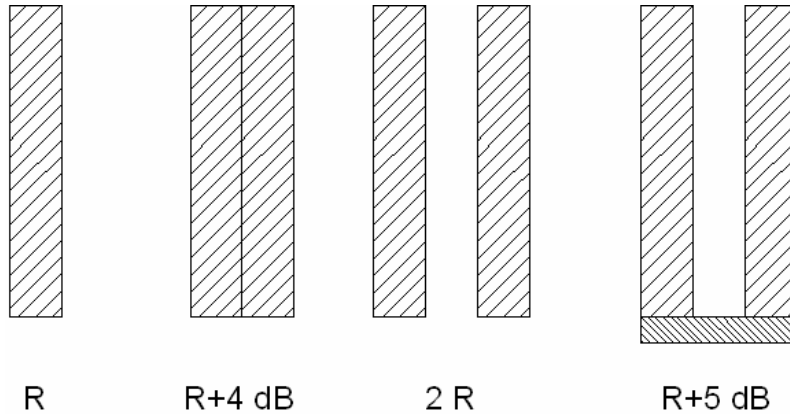
### ● Cloisons légères

L'isolation acoustique augmentera avec :

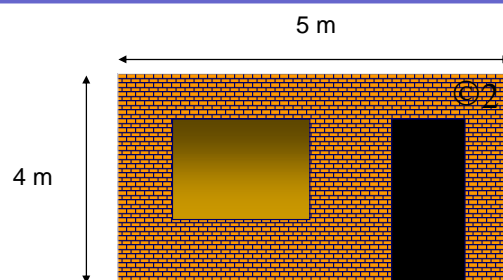
- la masse des panneaux
- la distance entre les panneaux ( $f_{MAM}$  en-dehors du spectre utile)
- la qualité du ressort



## Isolation acoustique au bruit aérien : résumé



## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi composite



$$R = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{-R_i/10} \right)$$

## Isolation acoustique au bruit aérien : paroi composite

### Exemples

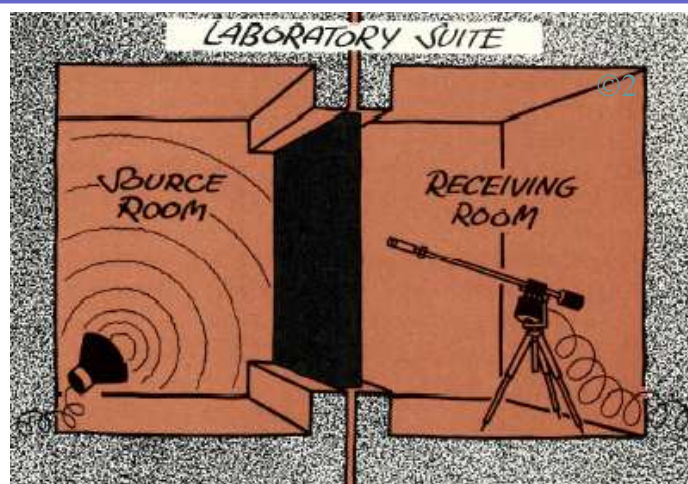
Surface 1 (m <sup>2</sup> )=	14	façade (blocs - isolant - briques)
Surface 2 (m <sup>2</sup> )=	2	porte
Surface 3 (m <sup>2</sup> )=	4	vitrage 4/12/4
R1(dB)	50	
R2(dB)	33	
R3(dB)	30	
Rtot(dB)	36	

Surface 1 (m <sup>2</sup> )=	14		
Surface 2 (m <sup>2</sup> )=	2	porte	
Surface 3 (m <sup>2</sup> )=	4	vitrage	4/12/4
R1(dB)	60		
R2(dB)	33		
R3(dB)	30		
Rtot(dB)	36		

Surface 1 (m <sup>2</sup> )=	14	façade (blocs - isolant - briques)
Surface 2 (m <sup>2</sup> )=	2	porte
Surface 3 (m <sup>2</sup> )=	4	vitrage 88.2AC/16/44.2AC
R1(dB)	50	
R2(dB)	33	
R3(dB)	49	
Rtot(dB)	42	

Surface 1 (m <sup>2</sup> )=	14	façade (blocs - isolant - briques)
Surface 2 (m <sup>2</sup> )=	2	porte
Surface 3 (m <sup>2</sup> )=	4	vitrage 88.2AC/16/44.2AC
R1(dB)	50	
R2(dB)	50	
R3(dB)	49	
Rtot(dB)	50	

## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures



## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures

### ● Formulation

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log(S/A)$$

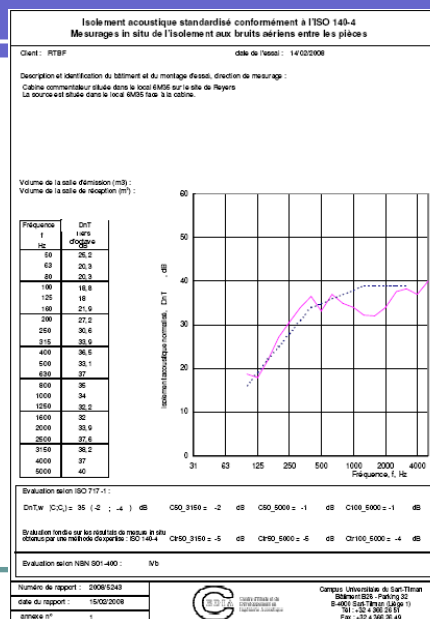
$$D_n = L_1 - L_2 - 10 \log(A/A_0)$$

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0)$$

$$D_{ls,2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log(T/T_0)$$

$$D_{tr,2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log(T/T_0)$$

## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures



## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures

### ● Vocabulaire

Indice d'affaiblissement :  $R$  (dB) (EN ISO 10140-2)

Indice d'affaiblissement pondéré :  $R_w$  (dB) (ISO 717-1)

Isolement acoustique normalisé :  $D_n$  (dB) (NBN EN ISO 16283-1)

Isolement acoustique normalisé pondéré :  $D_{n,w}$  (dB) (ISO 717-1)

Isolement acoustique standardisé :  $D_{nT}$  = (dB) (NBN EN ISO 16283-1)

Isolement acoustique standardisé pondéré :  $D_{nT,w}$  = (dB) (ISO 717-1)

Isolement acoustique standardisé :  $D_{ls,2m,nT}$  ou  $D_{tr,2m,nT}$  = (dB) (NBN EN ISO 16283-3)

Isolement acoustique standardisé pondéré :  $D_{ls,2m,nT,w}$  ou  $D_{tr,2m,nT,w}$  = (dB) (ISO 717-1)

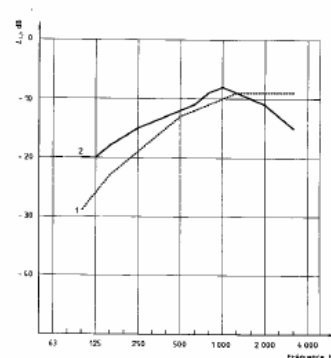


## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures

### ● Termes d'adaptation (ISO 717-1)

Bruit rose pondéré A :  $C$

Bruit de trafic urbain pondéré A :  $C_{tr}$



Légende  
 ..... Spectre n° 1 pour calculer  $C$   
 ——— Spectre n° 2 pour calculer  $C_{tr}$

©5



## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures

- Expression des résultats

$$R_w(C, C_{tr}) = 35(-2; -4) \text{ dB}$$

$$D_{n,w}(C, C_{tr}) = 35(-2; -4) \text{ dB}$$

$$D_{nT,w}(C, C_{tr}) = 35(-2; -4) \text{ dB}$$

$$D_{ls,2m,nT,w}(C, C_{tr}) = 35(-2; -4) \text{ dB}$$

$$D_{tr,2m,nT,w}(C, C_{tr}) = 35(-2; -4) \text{ dB}$$

## Isolation acoustique au bruit aérien : mesures

- Expression des résultats (variante)

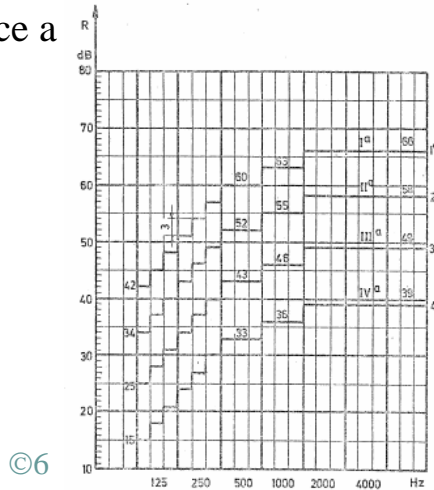
$R_w + C = 33 \text{ dB(A)}$  ou  $R_{A'}$ , appelé,  
indice d'affaiblissement acoustique pondéré pour  
un bruit rose à l'émission

$D_{nT,w} + C = 31 \text{ dB(A)}$  ou  $D_A$  ou encore  $D_{nT,A'}$ , appelé,  
Isolement acoustique standardisé pondéré pour un  
bruit rose à l'émission

$D_{nT,w} + C_{tr} = 31 \text{ dB(A)}$  ou  $D_{Atr}$  ou encore  $D_{nT,A,tr}$   
appelé,  
Isolement acoustique standardisé pondéré pour un  
bruit de trafic à l'émission

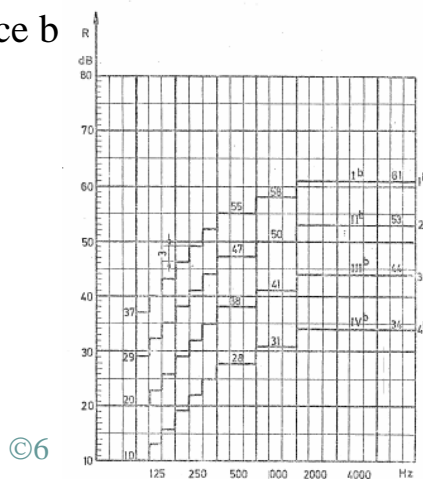
## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400

- Laboratoire, indice a



## Isolation acoustique au bruit aérien : critères : NBN S01-400

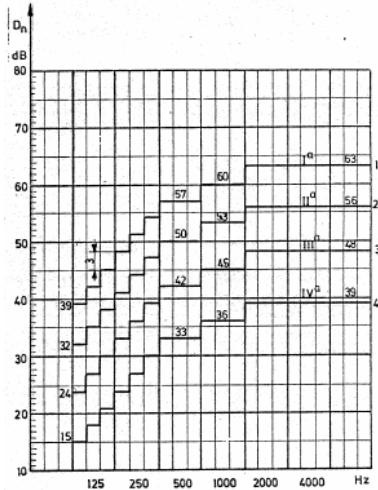
- Laboratoire, indice b





## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400

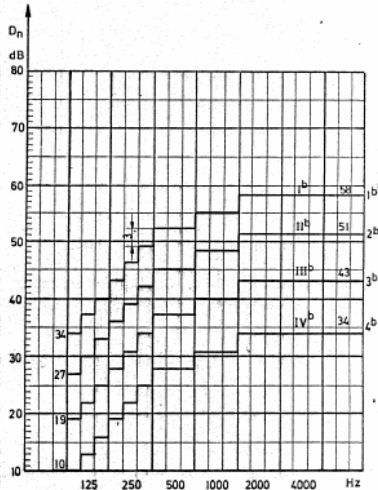
- Situ, indice a



©6

## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400

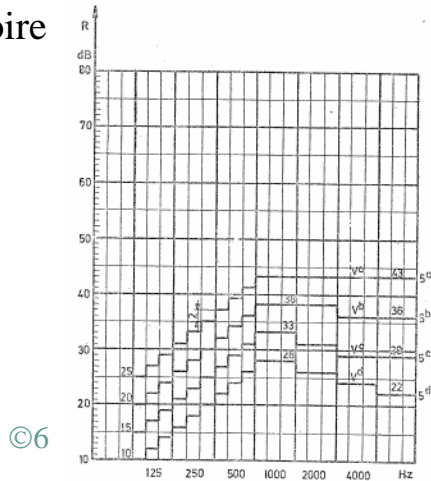
- Situ, indice b



©6

## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400

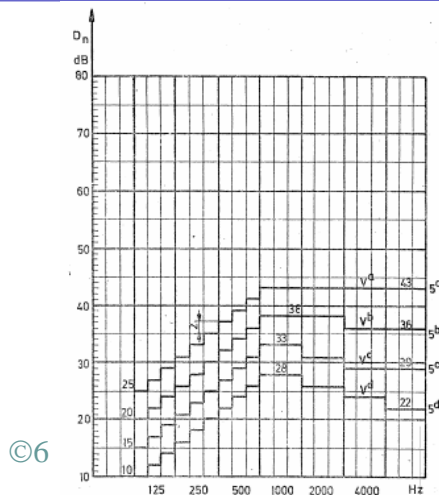
- Façades, laboratoire



©6

## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400

- Façades, situ



©6

## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400 → ISO 717-1

### ● Paroi-plancher

NBN S01-400		ISO 717-1	
Laboratoire	Situ	$R_w$	$D_{n,w}$
I <sup>a</sup>	I <sup>a</sup>	62	59
I <sup>b</sup>	I <sup>b</sup>	57	55
II <sup>a</sup>	II <sup>a</sup>	54	52
II <sup>b</sup>	II <sup>b</sup>	49	47
III <sup>a</sup>	III <sup>a</sup>	45	44
III <sup>b</sup>	III <sup>b</sup>	40	39
IV <sup>a</sup>	IV <sup>a</sup>	35	35
IV <sup>b</sup>	IV <sup>b</sup>	30	30

## Isolation acoustique au bruit aérien : NBN S01-400 → ISO 717-1

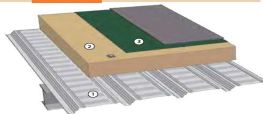
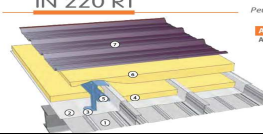
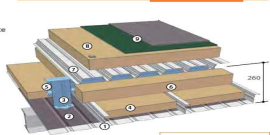
### ● Façades

NBN S01-400		ISO 717-1	
Laboratoire	Situ	$R_w$	$D_{ls,2m,n,w}$
V <sup>a</sup>	V <sup>a</sup>	41	41
V <sup>b</sup>	V <sup>b</sup>	36	36
V <sup>c</sup>	V <sup>c</sup>	31	31
V <sup>d</sup>	V <sup>d</sup>	26	26

## Isolations acoustiques au bruit aérien : exemples

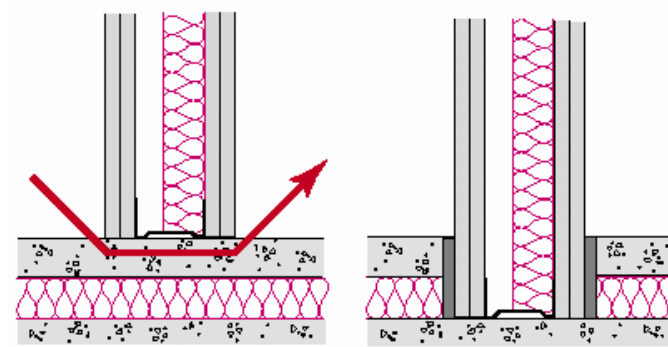
Matériau	$R_w(C;C_{tr})$ (dB)
double vitrage thermique à lame d'air « Sprimoglass » : 4/16/4	32(-2 ; -5)
double vitrage thermique à lame d'air « Sprimoglass » : 10/12/6	39(-1 ; -5)
double vitrage thermique avec PVB ordinaire « Sprimoglass » : 33.2/16/4	37(-2 ; -6)
double vitrage thermique avec PVB ordinaire « Sprimoglass » : 66.2/20/10	43(-1 ; -4)
double vitrage thermique avec PVB acoustique « Sprimoglass » : 44.2AC/12/6	41(-3 ; -7)
double vitrage thermique avec PVB acoustique « Sprimoglass » : 88.2AC/16/44.2AC	49(-1 ; -5)
triple vitrage thermique avec PVB acoustique « Sprimoglass » : 44.2AC/14/4/14/4	41(-2 ; -5)
blocs béton lourd pleins de 19 cm	56(-2 ; -5)
blocs béton lourd pleins de 14 cm	51(-2 ; -5)
blocs béton lourd creux de 19 cm	52(-2 ; 5)
blocs de béton cellulaire « TopArgex » de 19 cm	52(-1 ; -5)
cloison à simple ossature métallique « Gyproc » MS 100/1.75.1.A	43(-4 ; -10)
cloison à simple ossature métallique « Gyproc » MS 175/3.100.3.A	58(-3 ; -8)
cloison à simple ossature métallique « Gyproc » MS 125/2.75.2.	45(-2 ; -7)
cloison à simple ossature métallique « Gyproc » MS 125/2.75.2.A	51(-2 ; -8)
cloison à simple ossature bois « Gyproc » 125/2.75.2.A	46(-2 ; -7)
cloison à simple ossature métallique « SoundBlock Gyproc » MS dB 125dB/2.75.2.A	61(-4 ; -11)

## Isolations acoustiques au bruit aérien : exemples

<p><b>Profilis nervurés non perforés - Mise en œuvre suivant NF DTU 43-3</b></p> <p><b>IN 210</b></p>  <p> <b>IN 210 B</b>                      ① Support HACIERCO 44 S Ep. 0,75 mm                      ② Laine de roche Ep. 120 mm                      ③ Étanchéité multicouche bitumeuse                 </p> <p> <b>IN 210 C</b>                      ① Support HACIERCO 44 S Ep. 1,25 mm                      ② Laine de roche Ep. 120 mm                      ③ Étanchéité multicouche bitumeuse                 </p>		40(-2 ; -7)
<p><b>IN 220 RT</b></p> <p>Trames perpendiculaires - Plateaux non porteurs Peut être envisagé en trames parallèles</p> <p><b>Avantage : Esthétique</b> Absence de fixations de l'isolant apparentes en sous-face</p>  <p>                     ① Plateau HACIERCO C 400-90 Ep. 0,75 mm (sous réserve de vérification mécanique)                      ② Placoplat ou pontage des lattes et recouvrement des plateaux                      ③ Étanchéité (voir questionnaire en fin de ce guide)                      ④ Poutrelles bardage Ep. 70 mm (bois)                      ⑤ Plaque (voir questionnaire en fin de ce guide)                      ⑥ Feuille bardage Ep. 80 mm                      ⑦ Profil Faisceaux, Ordonne, Trappes Ep. 0,3 mm (sous réserve de vérification mécanique)                 </p>		42(-4 ; -11)
<p><b>Face intérieure plane non perforée - Mise en œuvre suivant norme NF DTU 43-3 pour le support et suivant notice Enquête Spécialisée en vigueur pour les plateaux</b></p> <p><b>IN 229 A</b></p> <p><b>Avantage : Esthétique</b> Absence de fixations de l'isolant apparentes en sous-face</p>  <p>                     ① Plateau HACIERCO C 500-90 Ep. 1,25 mm                      ② Strick (voir questionnaire)                      ③ Étanchéité (voir questionnaire en fin de ce guide)                      ④ Laine de roche Sonocor Ep. 200 mm (Rockwool)                      ⑤ Plaque Multibeam (voir questionnaire en fin de ce guide)                      ⑥ Laine de roche Tonick Ep. 120 mm (Rockwool)                      ⑦ Support HACIERCO 44 S Ep. 0,75 mm                      ⑧ Laine de roche Rocklander Ep. 120 mm (Rockwool)                      ⑨ Étanchéité multicouche bitumeuse                 </p> <p>Longueur d'appui des plateaux : 100 mm (voir notice)</p>		64(-3 ; -11)
<p>toiture stade Lille</p>		55(-5 ; -12)
<p>toiture stade ARENA</p>		83(-2 ; -9)

## Détails constructifs

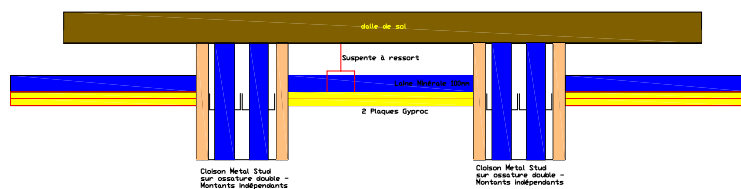
### ● Transmissions latérales



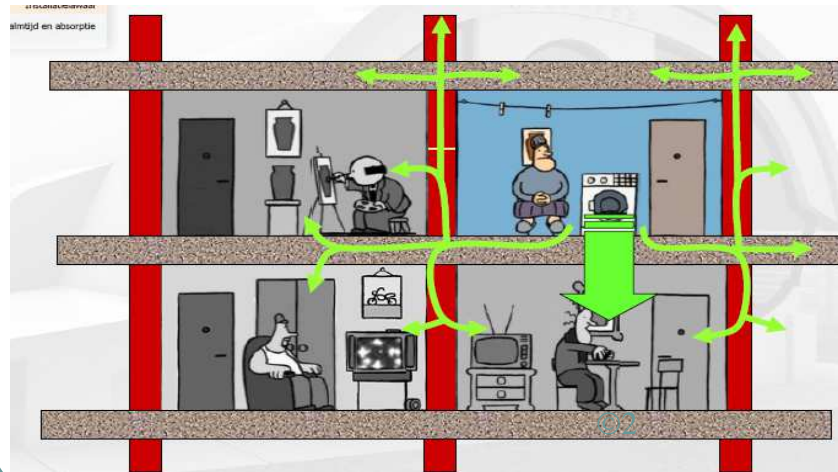
©2

## Détails constructifs

### ● Faux-plafond



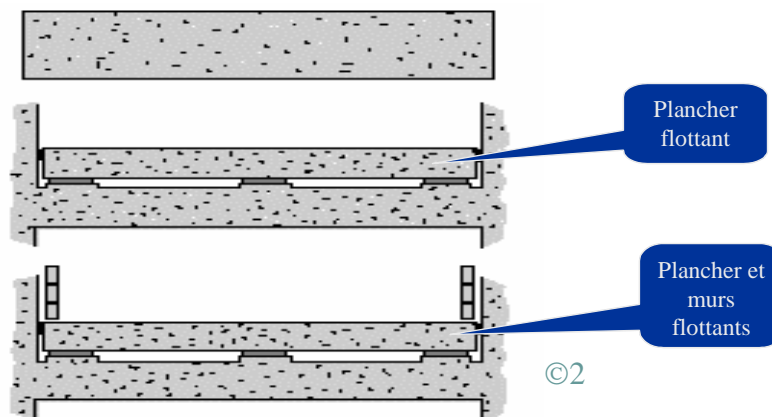
## Transmission des bruits de choc



©4

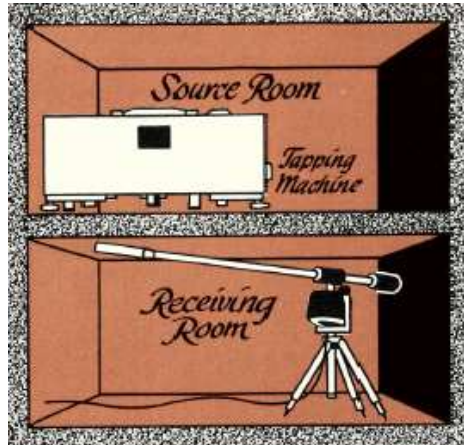
## Isolation acoustique au bruit de choc : principes

- désolidarisation



©2

## Isolation acoustique au bruit de choc : mesures



## Isolation acoustique au bruit de choc : mesures

### ● Formulation

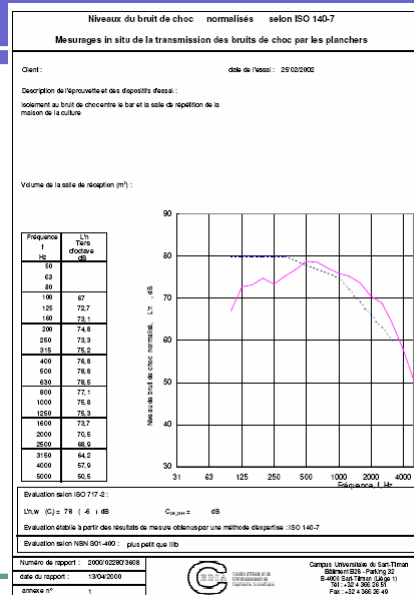
$$L_n = L_2 + 10 \log(A/A_0)$$

$$\Delta L = L_{n0} - L_n$$

$$L'_n = L_2 + 10 \log(A/A_0)$$

$$L'_{nT} = L_2 - 10 \log(T/T_0)$$

## Isolation acoustique au bruit de choc : mesures



## Isolation acoustique au bruit de choc : mesures

### ● Vocabulaire

Niveau de pression du bruit de choc normalisé :  $L_n$  (dB) (NBN EN ISO 10140-3)

Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé :  $L_{n,w}$  (dB) (ISO 717-2)

Réduction du niveau de bruit de choc :  $\Delta L$  (dB) (NBN EN ISO 10140-3)

Réduction du niveau de bruit de choc pondéré :  $\Delta L_w$  (dB) (ISO 717-2)

Niveau de pression du bruit de choc normalisé :  $L'_n$  (dB) (NBN EN ISO 16283-2)

Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé :  $L'_{n,w}$  (dB) (ISO 717-2)

Niveau de pression du bruit de choc standardisé :  $L'_{nT}$  (dB) (NBN EN ISO 16283-2)

Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé :  $L'_{nT,w}$  (dB) (ISO 717-2)



## Isolation acoustique au bruit de choc : mesures

- Terme d'adaptation (ISO 717-2)

$C_1$  : vise à traduire la gêne ressentie réellement par les occupants des logements.

Ce terme, ajouté à l'indice global représente les caractéristiques typiques des bruits de pas.

Ainsi,  $L_{n,w} + C_1$  sera plus sévère pour des planchers à structure en bois ou à corps creux, émettant plus de basses fréquences.

## Isolation acoustique au bruit de choc : mesures

- Expression des résultats

$$L_{n,w}(C_1) = 78(-1) \text{ dB ou } L_{n,w} + C_1 = 77 \text{ dB}$$

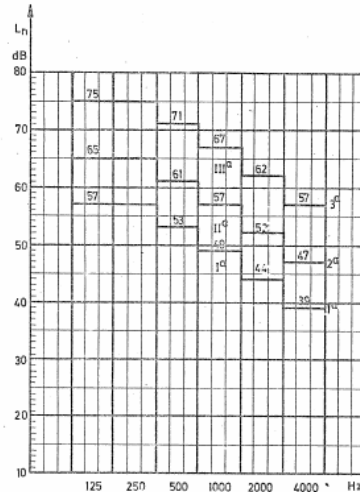
$$\Delta L_w = 20 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w}(C_1) = 78(-1) \text{ dB ou } L'_{n,w} + C_1 = 77 \text{ dB}$$

$$L'_{nT,w}(C_1) = 78(-1) \text{ dB ou } L'_{nT,w} + C_1 = 77 \text{ dB ou encore } L'_1 = 77 \text{ dB}$$

## Isolation acoustique au bruit de choc : NBN S01-400

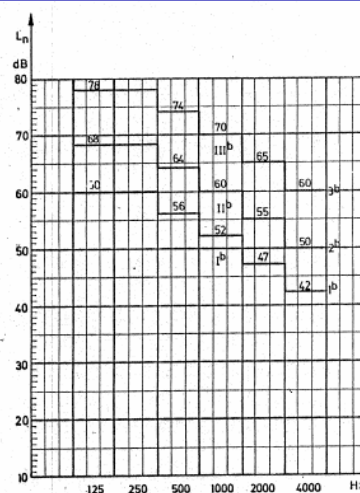
● Indice a



©6

## Isolation acoustique au bruit de choc : NBN S01-400

● Indice b



©6

## Isolation acoustique au bruit de choc : NBN S01-400 → ISO 717-2

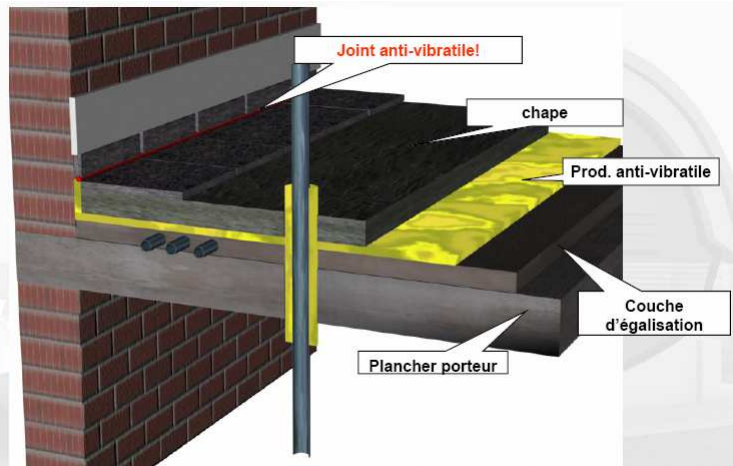
NBN S01-400		ISO 717-1	
Laboratoire	Situ	$L_{n,w}$	$L'_{n,w}$
I <sup>a</sup>	I <sup>a</sup>	53	53
I <sup>b</sup>	I <sup>b</sup>	56	56
II <sup>a</sup>	II <sup>a</sup>	61	61
II <sup>b</sup>	II <sup>b</sup>	64	64
III <sup>a</sup>	III <sup>a</sup>	71	71
III <sup>b</sup>	III <sup>b</sup>	74	74

## Isolations acoustiques au bruit de choc: exemples

Matériau	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta L_w$ (dB)
dalle béton 16 cm	79	
dalle béton 16 cm + 2 cm caoutchouc + chape ciment 7 cm	45	
chape ciment 7 cm + 2 cm caoutchouc		31
2 cm laine de roche haute densité + chape ciment 7 cm		26 à 27
chape ciment 5 cm + 2 cm Polystyrène extrudé		10
chape ciment 5 cm + 4 cm Polystyrène extrudé		15
chape ciment 5 cm + 2 cm Polystyrène expansé		14
chape ciment 5 cm + 4 cm Polystyrène expansé		26
chape ciment 5 cm + 2 cm Polyuréthane projeté		22 à 25
chape ciment 5 cm + 4 cm Polyuréthane projeté		25 à 28
chape sèche (plaques plâtre + laine minérale 2 cm)		21

## Isolation acoustique au bruit de choc : Importance de la mise en oeuvre

©3



## Norme NBN S01-400-1-2008 : Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation (bruit aérien)

LOCAL D'ÉMISSION hors de l'habitation	LOCAL DE RECEPTION dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Tout type de local	Tout type de local sauf un local technique ou un hall d'entrée	$D_{nT,w} \geq 54 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$
Tout type de local d'une maison neuve mitoyenne	Tout type de local d'une maison neuve mitoyenne sauf un local technique	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 62 \text{ dB}$
LOCAL D'ÉMISSION dans l'habitation	LOCAL DE RECEPTION dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Chambre à coucher, cuisine, living et salle à manger	Chambre à coucher	$D_{nT,w} \geq 35 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 43 \text{ dB}$

©7

## Norme NBN S01-400-1-2008 : Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation (isolation des façades)

	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Living, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_A - 34 + m \text{ dB (1)}$ et $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_A - 30 + m \text{ dB (1)}$ et $D_{Atr} \geq 30 \text{ dB}$
Chambre à coucher	$D_{Atr} \geq 34 + m \text{ dB (1)(2)}$	

©7

- (1) La valeur  $m$  est égale à 3 dB si l'espace à protéger possède encore un autre pan de façade, si les valeurs  $L_A$  pour les deux pans de façades sont supérieures ou égales à 60 dB et si les deux pans de façades contiennent au moins un élément de façade avec un indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R_{Atr} < 48 \text{ dB}$ . Dans tous les autres cas :  $m = 0 \text{ dB}$ .
- (2) L'exigence (2) n'est d'application qu'en cas de bruit nocturne important dû au trafic régulier aérien ou ferroviaire provoquant entre 22h du soir et 06h du matin en un point de mesure à 2 m à l'extérieur devant le pan de façade d'une chambre à coucher un  $L_{Aeq,1s,max,T} \geq 70 \text{ dB}$  et dont on peut raisonnablement supposer que ce dépassement peut survenir au moins trois fois par nuit durant au moins une nuit par semaine.

## Norme NBN S01-400-1-2008 : Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation (bruit de choc)

LOCAL D'ÉMISSION hors de l'habitation	LOCAL DE RECEPTION dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Tout type de local	Tout type de local sauf un local technique ou un hall d'entrée	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 50 \text{ dB}$
Tout type de local sauf une chambre à coucher	Une chambre à coucher	$L'_{nT,w} \leq 54 \text{ dB}$	$L'_{nT,w} \leq 50 \text{ dB}$
LOCAL D'ÉMISSION dans l'habitation	LOCAL DE RECEPTION dans l'habitation	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Chambre à coucher, cuisine, living et salle à manger	Chambre à coucher	/	$L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$

©7

## Norme NBN S01-400-1-2008 : Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation (bruit des installations)

		confort acoustique normal	confort acoustique supérieur
Salles de bains / WC :	Ventilation mécanique	$L_{Ainstal,nT} \leq 35$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 30$ dB
	Appareils sanitaires	$L_{Ainstal,nT} \leq 65$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 60$ dB
Cuisine :	Ventilation mécanique	$L_{Ainstal,nT} \leq 35$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 30$ dB
	Hotte	$L_{Ainstal,nT} \leq 60$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 40$ dB
Living, salle à manger, bureau	Ventilation mécanique	$L_{Ainstal,nT} \leq 30$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 27$ dB
Chambre à coucher	Ventilation mécanique	$L_{Ainstal,nT} \leq 27$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 25$ dB
Locaux techniques contenant des installations destinées à moins de 10 habitations		$L_{Ainstal,nT} \leq 75$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 75$ dB
Locaux techniques contenant des installations destinées à plus de 10 habitations		$L_{Ainstal,nT} \leq 85$ dB	$L_{Ainstal,nT} \leq 85$ dB

## Norme NBN S01-400-1-2008 : Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation (limitation du dépassement)

Limitation des émergences $L_{AS,max,T} - L_{Aeq,T}$		
Espace de mesure	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Living et salle à manger Chambre à coucher	Dépassement $\leq 6$ dB Dépassement $\leq 3$ dB	Dépassement $\leq 3$ dB Dépassement $\leq 3$ dB
On ne tient pas compte de la limitation de l'émergence quand, pendant ce cycle de fonctionnement, la valeur de $L_{AS,max,T} - k$ est inférieure ou égale à :		
	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Living et salle à manger Chambre à coucher	33 dB 30 dB	30 dB 28 dB

## Norme NBN S01-400-2-2012 : Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires (bruit aérien)

$D_A = D_{nT,w} + C$ [dB]	local d'émission										
local de réception	salle de cours	classe de maternelle	classe de musique	salle d'étude / salle de documentation	zone de récréation intérieure <sup>(2)</sup>	salle de sports / atelier	salle des professeurs	sanitaire	espace de circulation (utilisé entre les cours)	espace de circulation (utilisé pendant les cours)	espace de rencontre
salle de cours	44 <sup>(6)</sup>	48	56 <sup>(3)</sup>	(1)	56	56	48	48	32	36	44 <sup>(5)</sup>
classe de maternelle	(1)	44 <sup>(6)</sup>	52 <sup>(3)</sup>	(1)	32	52	44	44	32	36	44 <sup>(5)</sup>
classe de musique	(1)	(1)	52 <sup>(3)</sup>	(1)	56	56	(1)	48	32	36 <sup>(5)</sup>	44 <sup>(5)</sup>
salle d'étude / salle de documentation	48	52	60 <sup>(3)</sup>	40	60	60	52	52	32	36	44 <sup>(5)</sup>
salle de sports / zone de récréation intérieure <sup>(2)</sup> / atelier	(1)	(1)	(1)	(1)	32	32	(1)	32	p.e.	p.e.	p.e.
salle des professeurs	(1)	44	52 <sup>(3)</sup>	(1)	52	52	44	44	(1)	(1)	(1)
sanitaire	(1)	(1)	(1)	(1)	32	32	(1)	32	p.e.	p.e.	p.e.
espace de circulation / espace de rencontre	(1)	(1)	(1)	(1)	p.e.	p.e.	38 <sup>(4)</sup>	p.e.	p.e.	p.e.	p.e.

(1) Pour cette combinaison de fonctions, l'exigence est donnée dans l'autre direction

(2) Les zones de récréation intérieures sont considérées comme des espaces de circulation utilisés entre les cours si elles ne sont jamais utilisées pendant des cours se déroulant dans les locaux adjacents

(3) En cas d'utilisation d'instruments particulièrement puissants, il est conseillé au maître d'ouvrage d'augmenter cette exigence

(4) Cette exigence doit être atteinte pour des raisons de confidentialité

(5) Évitez des portes entre ces deux espaces dans le projet. Si cependant une porte de liaison est nécessaire, celle-ci doit être étudiée spécifiquement sur ses aspects acoustiques.

(6) Cette exigence n'est habituellement pas respectée quand une porte ou une fenêtre est présente dans la paroi de séparation entre deux classes. Pour pouvoir quand même garantir dans ce cas une qualité minimale, une valeur  $D_A$  de 40 dB est exigée.

pe. = pas d'exigence.

©14



## Norme NBN S01-400-2-2008 : Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires (isolation des façades)

Exigences normales	Exigences supérieures
$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + m$ (1) et $D_{Atr} \geq 26$ dB (2)	$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + 4 + m$ (1) et $D_{Atr} \geq 30$ dB (2)

(1) La valeur  $m$  est égale à 3 dB si l'espace à protéger possède un autre pan de façade, si les valeurs  $L_A$  pour les deux pans de façades sont supérieures ou égales à 60 dB et si les deux pans de façades contiennent au moins un élément de façade avec un indice d'affaiblissement acoustique  $R_A < 48$  dB. Dans tous les autres cas:  $m = 0$  dB.

(2) Cette exigence est à majorer de 8 dB si le pan de façade est face à une aire de jeux utilisée pendant les leçons données dans l'espace à protéger. Si l'aire de jeux est de plus partiellement ou complètement couverte par une toiture reliée à la façade à laquelle appartient le pan de façade, cette exigence doit être majorée de 12 dB, si le pan de façade est situé en-dessous de cette toiture. Des exigences concernant l'isolation aux bruits aériens pour des zones de récréation intérieures se trouvent au point 5.

©14



## Norme NBN S01-400-2-2008 : Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires (bruit de choc)

local de réception	local d'émission							
	salle de cours / salle des professeurs / sanitaire	classe de maternelle/ classe de musique <sup>(1)</sup>	salle d'étude	salle de documentation	salle de sports / zone de récréation intérieure <sup>(2)</sup> / atelier	espace de circulation (utilisé entre les cours)	espace de circulation (utilisé pendant les cours)	espace de rencontre
classe de musique / salle d'études	55	50	60	55	45 (situation à éviter)	60 <sup>(3)</sup>	55 <sup>(3)</sup>	50
salle de cours / classe de maternelle	60	55	65	60	45 (situation à éviter)	65 <sup>(3)</sup>	60 <sup>(3)</sup>	55
salle de documentation / salle des professeurs	60	55	65	60	55	65 <sup>(3)</sup>	60 <sup>(3)</sup>	55
salle de sports	65	65	p.e.	p.e.	60	p.e.	65 <sup>(3)</sup>	60
atelier / zone de récréation intérieure <sup>(2)</sup> / sanitaire / espace de circulation / espace de rencontre	p.e.	p.e.	p.e.	p.e.	65	p.e.	p.e.	p.e.

- <sup>(1)</sup> Instruments à percussion et pianos nécessitent des montages locaux spécifiquement conçus pour réduire les vibrations. Si ce n'est pas le cas, les locaux d'émission contenant ces instruments sont à classer comme présentant un très haut niveau de production de bruits de choc (voir salles de sports).
- <sup>(2)</sup> Les zones de récréation intérieures sont à considérer comme espaces de circulation utilisés entre les cours si elles ne sont jamais utilisées pendant des cours se déroulant dans les locaux adjacents.
- <sup>(3)</sup> D'application uniquement dans le cas où le local de réception se situe un étage plus bas ou quand l'espace de circulation est une cage d'escalier.

p.e. = pas d'exigence

## Norme NBN S01-400-2-2008 : Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires (bruit des installations)

Type de l'espace	Niveau de bruit des installations pour un niveau de bruit ambiant de référence	
	$L_{Aeq,T_{ref}}$ (dB)	$T_{eq}$ (s)
<b>SALLS DE COURS</b>		
École maternelle	35	0,6
salles de jeux	35	0,6
salles de repos	35	0,6
École primaire, école secondaire, enseignement supérieur	35	$0,35 \times \lg(125 \times V)$
salles de classe ordinaires, espaces pour petits groupes, salles de séminaire, espaces pour cours privés, laboratoires de travaux	35	$0,35 \times \lg(125 \times V)$
<b>Salles de cours polyvalentes</b>	40	0,8
<b>Auditoires</b>		
petit (< 50 personnes)	35	$0,35 \times \lg(125 \times V)$
grand (> 50 personnes)	30	$0,35 \times \lg(125 \times V)$
<b>ENSEIGNEMENT PARTICULIER</b>		
<b>Musique</b>		
classe de musique	35	1
petits locaux de répétition	35	0,8
espaces pour ensembles musicaux	30	0,9
salles de concert	30	1,3
studios d'enregistrement	30	0,8
régies	35	0,5
<b>Projet et technologie</b>		
ateliers	40	0,8
électronique, textile, alimentation, graphisme, etc.	40	0,8
<b>Sciences</b>		
laboratoires de science	40	0,8
<b>Les arts du spectacle</b>		
espaces de création artistique	40	0,8
studios de danse	40	1,2
studios dramatique	30	1
<b>Sport</b>		
salles de sports	40	$\lg(V/50)$
salles de gymnastique	40	$\lg(V/50)$
patinoire	50	2



## Norme NBN S01-400 : Critères acoustiques pour les immeubles de bureau (bruit aérien et façades)

Immeuble de bureau		Locaux peu peuplés			
		Direction	Cadres	Locaux peuplés	Salle de mécanographie
Murs	mitoyens	$II_b^a$	$II_b^a$	$II_b^a$	$II_b^a$
	escalier/ascenseur				
Murs extérieurs	Cat 2 55 dB (A) < $L_{eq} \leq 65$ dB (A)	$V_c^b$	$V_d^c$	$V_d^d$	
	Cat 3 65 dB (A) < $L_{eq} \leq 75$ dB (A)	$V_b^a$	$V_c^b$	$V_d^c$	
	Cat 4 $L_{eq} > 75$ dB (A)	$V_a^a$	$V_b^a$	$V_c^b$	
Parois intérieures	Salle de mécanographie	$I_b^a$	$I_b^a$	$II_b^a$	$IV_b^a$
	Locaux peuplés	$II_b^a$	$II_b^a$	$IV_b^a$	
	Locaux peu peuplés	$III_b^a$	$IV_b^a$		
	Cadres	$III_b^a$	$IV_b^a$		
	Locaux peu peuplés Directions	$III_b^a$			

## Norme NBN S01-400 : Critères acoustiques pour les immeubles de bureau (bruit de choc)

Immeuble de Bureau		Locaux supérieurs		
		Peu peuplés	Peuplés	Salle de mécanographie
Locaux inférieurs	Peu peuplés	$III_b^a$	$II_b^a$	$I_b^a$
	Peuplés	$III_b^a$	$III_b^a$	$II_b^a$
	Salle de mécanographie	$III_b^a$	$III_b^a$	$III_b^a$

## Norme NBN S01-400 : Critères acoustiques pour les hôpitaux, hôtels et MR (bruit aérien et façades)

	Murs mitoyens	Parois intérieures						Façades et pignons		
		Chambre à coucher courante	Couloir	Cage d'escalier et d'ascenseur Locaux techniques	Locaux de service ou publics	WC Public	Salle de bains	Cat 2 $L_{eq} > 55\text{dB (A)}$ $\leq 65\text{dB (A)}$	Cat 3 $L_{eq} > 65\text{dB (A)}$ $\leq 75\text{dB (A)}$	Cat 4 $L_{eq} > 75\text{dB (A)}$
HOPITAL Chambre à coucher courante	$II_b^a$	$III_b^a$	$III_b^a$	$II_b^a$	$III_b^a$	$II_b^a$	$III_b^a$	$V_c^b$	$V_b^a$	$V_a^a$
Salle d'opérations ou chambre de repos absolu	$I_b^a$	$II_b^a$	$I_b^a$	$I_b^a$	$I_b^a$	$I_b^a$	$II_b^a$	$V_c^b$	$V_b^a$	$V_a^a$
HOTEL Chambre à coucher	$II_b^a$	$III_b^a$	$III_b^a$	$I_b^a$	$II_b^a$	$I_b^a$	$II_b^a$	$V_c^b$	$V_b^a$	$V_a^a$
MAISON DE RETRAITE INTERNAT Chambre à coucher	$II_b^a$	$III_b^a$	$III_b^a$	$I_b^a$	$III_b^a$	$II_b^a$	$III_b^a$	$V_c^b$	$V_b^a$	$V_a^a$
Dortoir/ Infirmier	$II_b^a$	$III_b^a$	$IV_b^a$	$II_b^a$	$IV_b^a$	$III_b^a$	$IV_b^a$			

## Norme NBN S01-400 : Critères acoustiques pour les hôpitaux, hôtels et MR (bruit aérien de choc)

		Locaux supérieurs		
		Chambre à coucher courante	Couloir/Locaux de service ou publics	Salle de bains/cuisine Locaux techniques
Locaux inférieurs	HOPITAL Chambre à coucher courante	$II_b^a$	$II_b^a$	$I_b^a$
	Salle d'opérations ou chambre de repos absolu	$II_b^a$	$I_b^a$	$I_b^a$
	HOTEL Chambre à coucher	$II_b^a$	$II_b^a$	$I_b^a$
	MAISON DE RETRAITE INTERNAT Chambre à coucher	$II_b^a$	$II_b^a$	$I_b^a$
	Dortoir/ Infirmier	$III_b^a$	$II_b^a$	$II_b^a$

## Isolation au bruit aérien et sensation

- $D_{nT,w} \leq 36$  dB : pas de confidentialité (on entend et on comprend)
- $D_{nT,w} \geq 43$  dB : certaine discrétion (directive Pays-Bas)
- $D_{nT,w} \geq 49$  dB : confidentialité (ne pas comprendre si on ne parle pas trop fort) (48 directive Pays-Bas)
- $D_{nT,w} \geq 52$  dB : confidentialité plus importante (ne pas entendre si on ne parle pas trop fort)
- $D_{nT,w} \geq 60$  dB : confidentialité très importante

## Norme NBN S01-401 (bruit des installations)

- Salles diverses

Type de salle	$L_{Aeq}$	NR
Salle de concerts	25	20
Studio d'enregistrement	20	15
Théâtre	30	25
Salle de conférence	35	30
Salle de réunion et cinéma	40	35
Restaurant	45	40

©8

## Norme NBN S01-401 (bruit des installations)

### ● Locaux techniques

	En régime NR		En régime NR
Chaudière		WC	65*
puissance ≤ 250 kW	70		
>	80		
Locaux de conditionnement d'air		Salles de bain	
débit ≤ 100 000 m³/h	70	extracteurs d'air	35
>	80	appareils sanitaires	60
Centrales frigorifiques		Cuisines	
puissance ≤ 350 kW	75	extracteurs d'air	35
>	85	appareils ménagers (hotte, frigo, lave-vaisselle, lessiveuse)	60
Salles des machines d'ascenseurs (fonctionnement d'une cage)			
capacité ≤ 8 personnes ; vitesse ≤ 3 m/s	70		

©8

## France : Législation

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation (consolidé au 17 juillet 1999). Cet arrêté fixe les exigences auxquelles doit répondre un bâtiment d'habitation, qu'il s'agisse de l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc, de l'isolation des façades, du bruit des équipements et de la réverbération dans les locaux communs.
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement (consolidé au 31 août 2017). Cet arrêté fixe les performances acoustiques requises qu'il s'agisse de l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc, de l'isolation des façades, du bruit des équipements et de la réverbération dans les locaux
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé. Cet arrêté fixe les performances acoustiques requises qu'il s'agisse de l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc, de l'isolation des façades, du bruit des équipements et de la réverbération dans les locaux

## France : Critères acoustiques pour les bâtiments d'habitation (bruit aérien)

- $D_{nT,w} + C \geq 53$  dB entre les pièces principales d'un logement (séjour, chambres, bureaux) et un local d'un autre logement hormis les garages individuels et entre les pièces principales d'un logement (séjour, chambres, bureaux) et les circulations communes intérieures au bâtiment si elles ne sont pas séparées que par une porte palière ou par une porte palière et une porte de distribution
- $D_{nT,w} + C \geq 50$  dB entre les cuisines et salles d'eau d'un logement et un local d'un autre logement hormis les garages individuels et entre les cuisines et salles d'eau d'un logement et les circulations communes intérieures au bâtiment si elles ne sont pas séparées que par une porte palière ou par une porte palière et une porte de distribution
- $D_{nT,w} + C \geq 40$  dB entre les pièces principales d'un logement (séjour, chambres, bureaux) et les circulations communes intérieures au bâtiment si elles ne sont pas séparées que par une porte palière ou par une porte palière et une porte de distribution
- $D_{nT,w} + C \geq 37$  dB entre les cuisines et salles d'eau d'un logement et les circulations communes intérieures au bâtiment si elles ne sont pas séparées que par une porte palière ou par une porte palière et une porte de distribution

## France : Critères acoustiques pour les bâtiments d'habitation (isolation des façades)

- $D_{nT,w} + C_{tr} \geq 30$  dB pour les façades des pièces principales (séjour, chambres, bureaux) et des cuisines

## France : Critères acoustiques pour les bâtiments d'habitation (bruit de choc)

- $L'_{nT,w} \leq 58$  dB dans chaque pièce principale (séjour, chambres, bureaux) d'un logement

## France : Critères acoustiques pour les établissements d'enseignement (bruit aérien)

Local d'émission →	Local d'enseignement, d'activités pratiques, administration	Local médical, infirmerie, Atelier peu bruyant, cuisine, local de rassemblement fermé, salle de réunions, sanitaires	Cage d'escalier	Circulation horizontale, vestiaire fermé	Salle de musique, salle polyvalente, salle de sports	Salle de restauration	Atelier bruyant (au sens de l'article 8 du présent arrêté)
Local de réception ↓							
Local d'enseignement, d'activités pratiques, administration, bibliothèque, CDI, salle de musique, salle de réunions, salle des professeurs, atelier peu bruyant	43 (1)	50	43	30	53	53	55
Local médical, infirmerie	43 (1)	50	43	40	53	53	55
Salle polyvalente	40	50	43	30	50	50	50
Salle de restauration	40	50 (2)	43	30	50		55

(1) Un isolement de 40 dB est admis en présence d'une ou plusieurs portes de communication.

(2) A l'exception d'une cuisine communiquant avec la salle de restauration.

France : Critères acoustiques pour les établissements d'enseignement (isolation des façades)

- $D_{nT,w} + C_{tr} \geq 30 \text{ dB}$  pour les locaux d'enseignement

France : Critères acoustiques pour les établissements d'enseignement (bruit de choc)

- Quelques exemples d'exigences pour l'isolement au bruit aérien :
  - $L'_{nT,w} \leq 60 \text{ dB}$  entre 2 locaux d'enseignement
  - $L'_{nT,w} \leq 45 \text{ dB}$  entre une salle de sports ou atelier bruyant et un local d'enseignement
  - $L'_{nT,w} \leq 55 \text{ dB}$  entre une salle de repos et une salle d'exercice d'une école maternelle

## France : Critères acoustiques pour les établissements de santé (bruit aérien)

Local d'émission →					
	Locaux d'hébergement et de soins	Salles d'examen et de consultations, bureaux médicaux et soignants, salle d'attente	Salles d'opérations, d'obstétrique et salles de travail	Circulations internes	Autres locaux
Local de réception ↓					
Salles d'opérations, d'obstétrique et salles de travail	47	47	47	32	47
Locaux d'hébergement et de soins, salles d'examen et de consultation, salles d'attente (*), bureaux médicaux et soignants, autres locaux où peuvent être présents des malades	42	42	47	27	42
(*) Hors salles d'attente des services d'urgence					

©17

## France : Critères acoustiques pour les établissements de santé (isolation des façades)

- $D_{nT,w} + C_{tr} \geq 30 \text{ dB}$  pour les locaux d'hébergement



France : Critères acoustiques pour les établissements de santé (bruit de choc)

- $L'_{nT,w} \leq 60$  dB entre 1 local autre qu'une circulation, un local technique, une cuisine, un sanitaire, une buanderie et un local autre qu'un local technique