

FORMATION BATIMENT DURABLE

ACOUSTIQUE : CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE

PRINTEMPS 2025

Isolation acoustique des façades

Debby WUYTS





- ▶ Connaissance des **ordres de grandeur de performance et des objectifs normatifs** pour la protection de l'enveloppe du bâtiment contre le bruit extérieur
- ▶ Idée d'un **ordre de grandeur** des performances acoustiques des éléments de façade
- ▶ Identification des éléments de façade **à traiter en priorité** pour la réhabilitation acoustique des façades
- ▶ Déterminer les **performances acoustiques nécessaires** des éléments de façade légers pour répondre aux exigences normatives
- ▶ Estimation de **l'isolation acoustique attendue de la façade in situ** sur la base des éléments constitutifs de la façade
- ▶ Maîtrise des directives pour l'**optimisation acoustique** des fenêtres et d'autres éléments de façade légers
- ▶ **Interprétation correcte et examen critique** des données acoustiques sur la fiche technique des fenêtres, vitrages, volets roulants et grilles de ventilation



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

- ▶ **Bruit extérieur**
- ▶ **Ordre de grandeur de performance D_{Atr}**

NORMES POUR L'ISOLATION ACOUSTIQUE DE LA FAÇADE

- ▶ Immeubles d'habitation
- ▶ Bâtiments scolaires

DIMENSIONNEMENT ACOUSTIQUE

- ▶ Méthode de prévision
- ▶ Exemple de calcul
- ▶ Outil pour les immeubles d'habitation

OPTIMISATION ACOUSTIQUE

- ▶ Fenêtres
- ▶ Grilles de ventilation
- ▶ Caissons de volet roulant



Intégrer le confort acoustique aux constructions

- ▶ Approche acoustique globale d'un immeuble type



Cinq thématiques à aborder

- ▶ Bruit des installations techniques
- ▶ Isolement aux bruits aériens intérieurs
- ▶ **Isolement des façades aux bruits extérieurs**
- ▶ Isolement aux bruits de choc
- ▶ Contrôle de la réverbération

La **protection** de l'enveloppe de bâtiment contre le bruit extérieur est d'une importance capitale pour le **bien-être** des utilisateurs. Les performances à basses fréquences des **éléments de façade légers** et la qualité d'exécution jouent un rôle crucial sur ce plan, d'autant plus en cas de forte exposition au bruit.



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

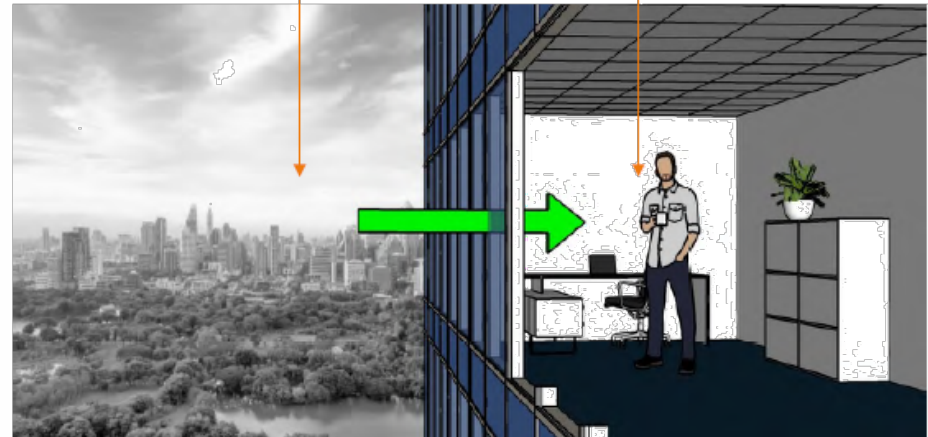


Niveau sonore à
l'extérieur
65 dB(A)

Isolation
30 dB



Niveau sonore à
l'intérieur
 $65 - 30 = 35 \text{ dB(A)}$



Source : Le SNFA publie le premier guide de l'acoustique des façades rideaux à ossature aluminium - Verre & protections.com (verreetprotections.com)

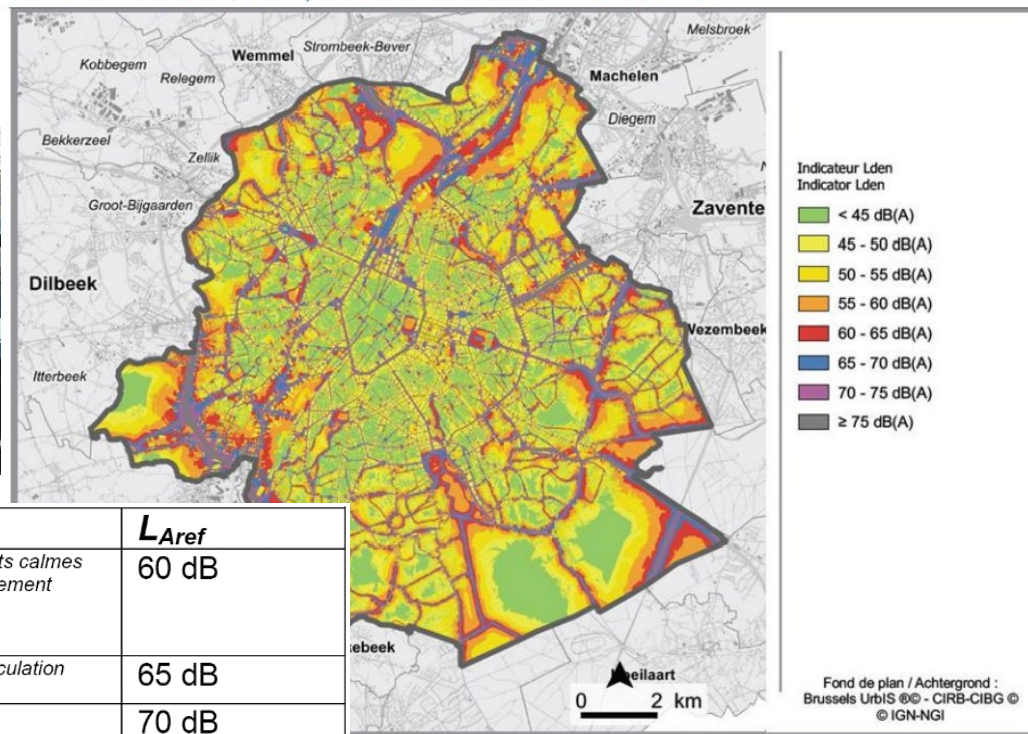


Bruit de la circulation routière

► Région de Bruxelles-Capitale

Kaart 8.2: Kadaster van het wegverkeerslawaai – Indicator L_{den} voor het jaar 2016

Bron: Leefmilieu Brussel, 2018 op basis van ASM Acoustics & Stratec, 2018



Description type

Exemples : le long de la plupart des chemins calmes, champêtres, dans les lotissements calmes avec circulation locale, dans les rues en ville avec un trafic réduit, pour les façades fortement protégées.

L_{Aref}

60 dB

Exemples : rues asphaltées en ville avec un trafic normal, avec une seule bande de circulation dans chaque sens

65 dB

Exemples : trafic intense et lourd

70 dB

Exemples : le long de la plupart des rues en ville (p. ex. Rue Beliard à Bruxelles) avec un trafic intense, des rues dont le revêtement est en béton et le trafic important, des routes nationales, près des voies d'accès des grandes villes, le long des routes de liaison régulièrement fréquentées par du trafic lourd vers les terrains industriels.

≥77 dB

Source : 8. CADASTRE DU BRUIT DU TRAFIC ROUTIER EN RÉGION DE

BRUXELLES-CAPITALE (leefmilieu.brussels)

Description des classes de bruit extérieur selon NBN S 01-400-1:2022



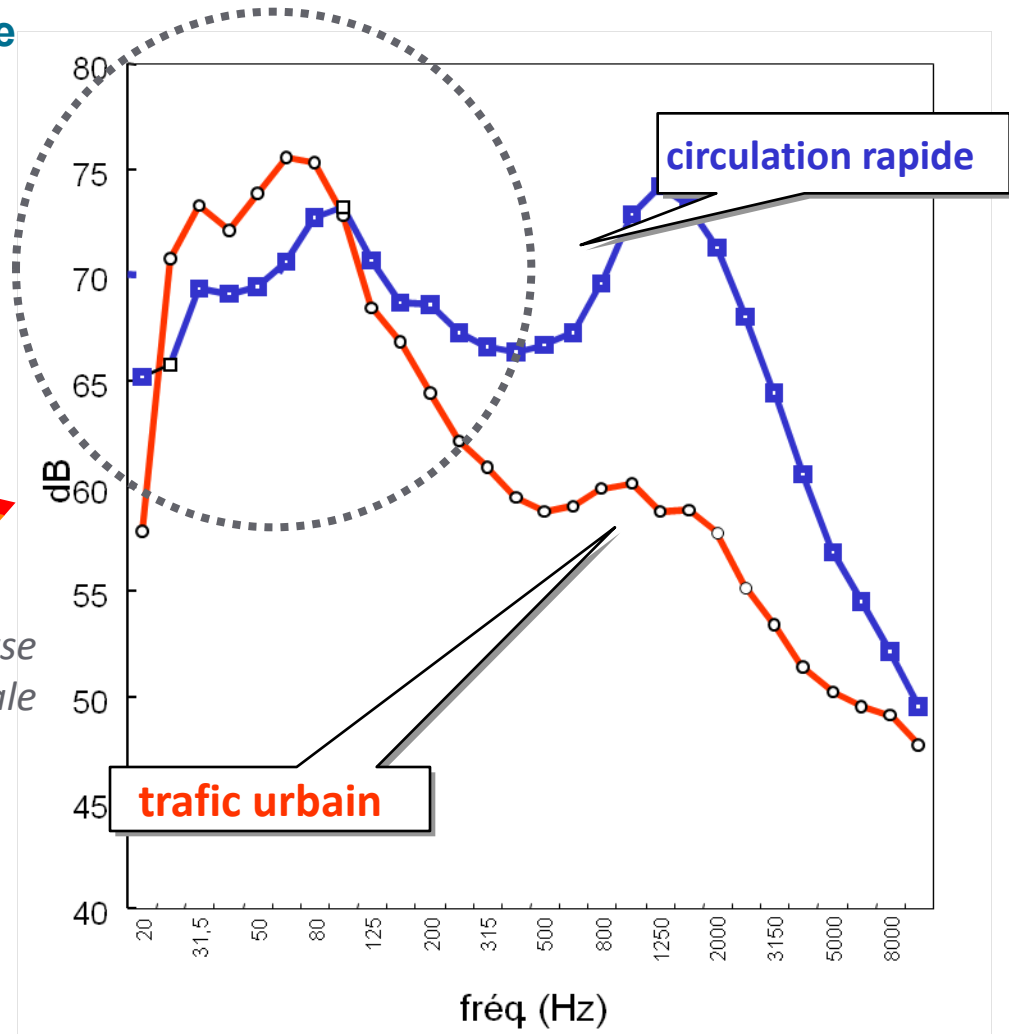
ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

Bruit à basses fréquences typique

Importance du **type de la source de bruit** de laquelle il faut se protéger...

Niveau
sonore
global

Analyse
spectrale



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

Approche progressive

- ▶ Mesures orientées vers la source
- ▶ Intervention sur la voie de transmission
- ▶ Protection par le bâtiment
 - Planification (espaces tampons, façades calmes)
 - **Isolation acoustique de l'enveloppe du bâtiment**



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

Différence de niveau standardisée $D_{2m,nT}$

- Mesure selon EN ISO 16283-3

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

$L_{1,2m}$: Niveau d'émission à l'extérieur à 2 m du pan de façade

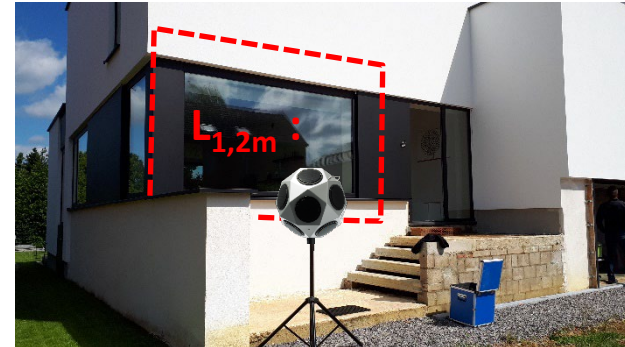
L_2 : Niveau de réception à l'intérieur [dB]

Traduire pour une « pièce meublée standard »

T : Temps de réverbération [s]

T_0 : Temps de réverbération de référence = 0,5 s ($V \geq 30\text{ m}^3$);
0,3 s ($V \leq 20\text{ m}^3$)

source sonore = haut-parleur sous 45° (bruit rose)



Mesure du niveau d'émission à 2 m du plan de la façade



ISOLATION ACOUSTIQUE EXTÉRIEURE-INTÉRIEURE

Valeur unique D_{Atr}

- Calcul selon EN ISO 717-1

$D_{2m,nT}$
[100 Hz-3150 Hz]

$D_{2m,nT,w} (C; C_{tr})$

$$D_{Atr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$$

= isolation acoustique
spécifique aux basses
fréquences

(cf. bruit de la circulation)

f [Hz]	$D_{Is,2m,nT}$ [dB]	
	1/3oct	oct
50	22.7	
63	26.6	24.5
80	25.0	
100	31.6	
125	25.6	23.7
160	20.3	
200	22.6	
250	22.7	23.8
315	27.6	
400	25.8	
500	29.2	27.5
630	28.3	
800	29.2	
1000	30.7	31.0
1250	34.8	
1600	35.8	
2000	33.5	33.9
2500	32.8	
3150	33.8	
4000	37.9	35.5
5000	36.3	

* minimal value (due to background noise)

$D_{Is,2m,nT,w} (C; C_{tr}) =$

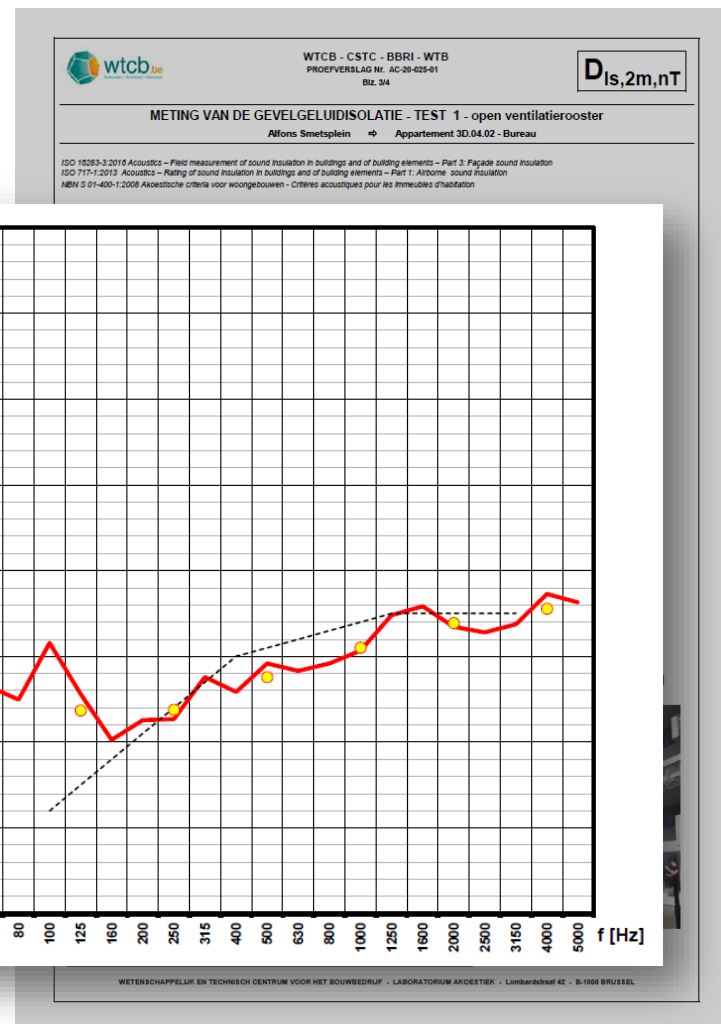
31 (0;-2) dB

[31.8 (-1.2;-3.0) dB]

$D_{Atr} = 29$ dB

--- shifted ISO 717-1 reference curve

31 -2



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

- Bruit extérieur
- Ordre de grandeur de performance D_{Atr}

NORMES POUR L'ISOLATION ACOUSTIQUE DE LA FAÇADE

- Immeubles d'habitation
- Bâtiments scolaires

DIMENSIONNEMENT ACOUSTIQUE

- Méthode de prévision
- Exemple de calcul
- Outil pour les immeubles d'habitation

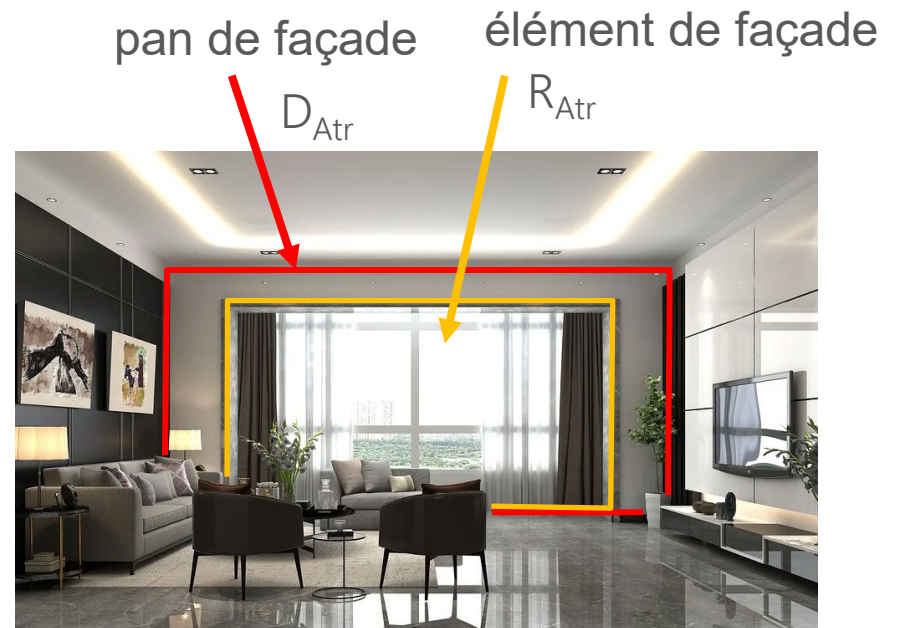
OPTIMISATION ACOUSTIQUE

- Fenêtres
- Grilles de ventilation
- Caissons de volet roulant



NBN S 01-400-1:2022

- Quelques notions importantes

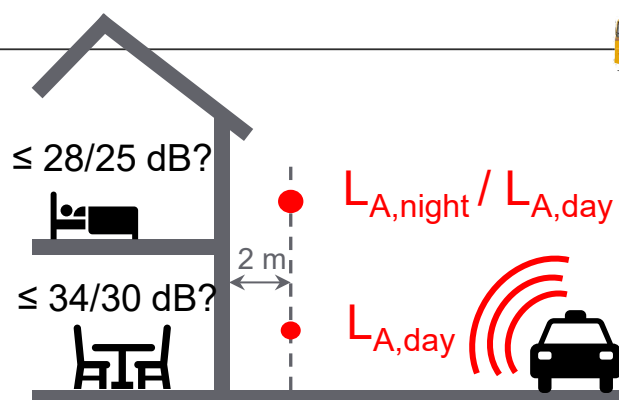


NBN S 01-400-1:2022

- Exigence pour le pan de façade
 - En fonction du niveau sonore à l'extérieur ($L_{A,day}$, $L_{A,night}$)



Local à protéger	A	B	C
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 32 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}^a$	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$
	$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}^c$		



2008

Exigence minimale : $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB}$ 

NBN S 01-400-1:2022

► Nouveau en 2022

- Autre méthode d'évaluation simplifiée basée sur le **contrôle du niveau sonore à l'intérieur** aux heures de pointe
- Distinction claire entre les **locaux de jour et de nuit avec des exigences séparées**
- L'exposition sonore du pan de façade peut être calculée au moyen d'une **étude acoustique**.
- Nouvelles exigences pour les **galeries et escaliers extérieurs**

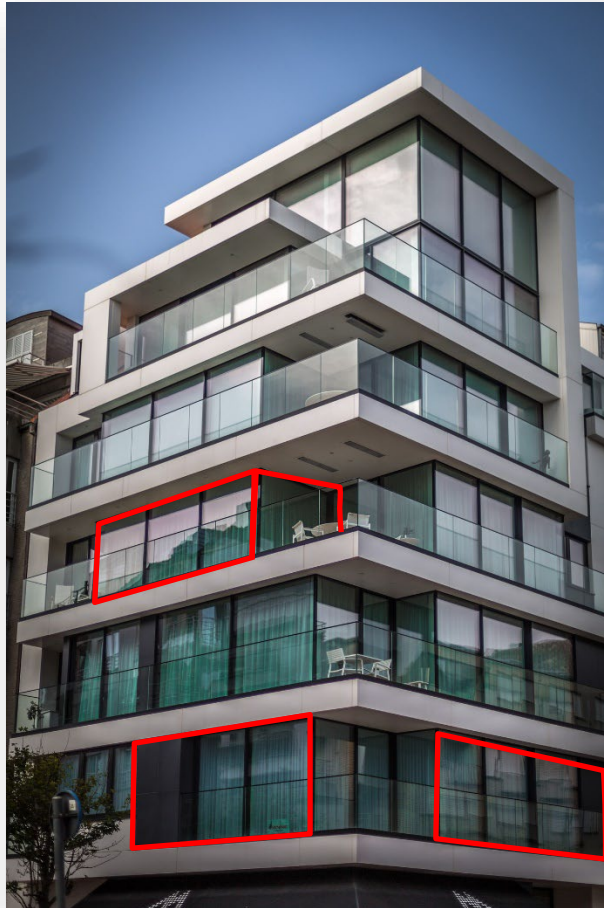
Local à protéger	A	B	C
exigence supplémentaire pour galeries ou escaliers extérieur(e)s utilisés en commun vers locaux susmentionnés ^b	$D_{2m,A} \geq 44 \text{ dB}$		$D_{2m,A} \geq 40 \text{ dB}$

$$D_{2m,A} = D_{2m,nT,w} + C$$



NBN S 01-400-1

- Pour chaque local : D_{Atr} pour chaque pan de façade (exposition jour/nuit)



Niveau sonore pour
chaque pan de façade

L_{Aday} / L_{Anight}



Exigence pour chaque
pan de façade

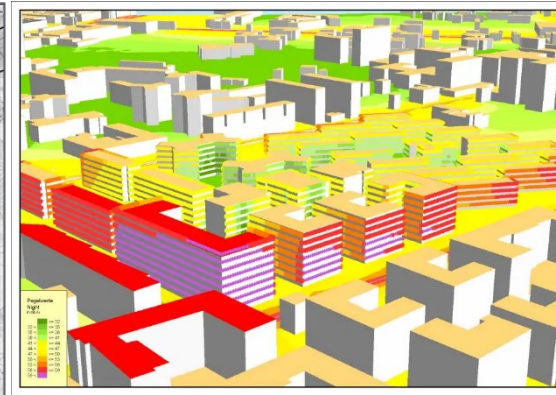
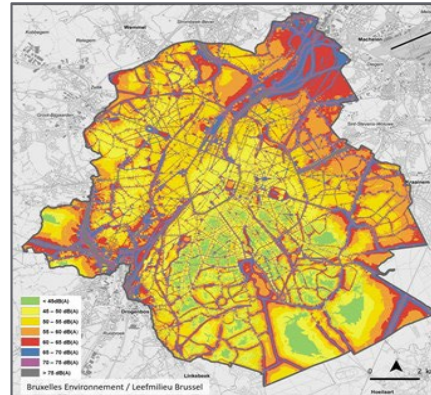
D_{Atr}



NBN S 01-400-1:2022

- Détermination des niveaux sonores à l'extérieur : 2 méthodes (annexe C)
 - Méthode 1 : **Étude acoustique** (mesure et/ou calcul)

Valeur L_{Aday} / L_{Anight} pour **chaque** pan de façade

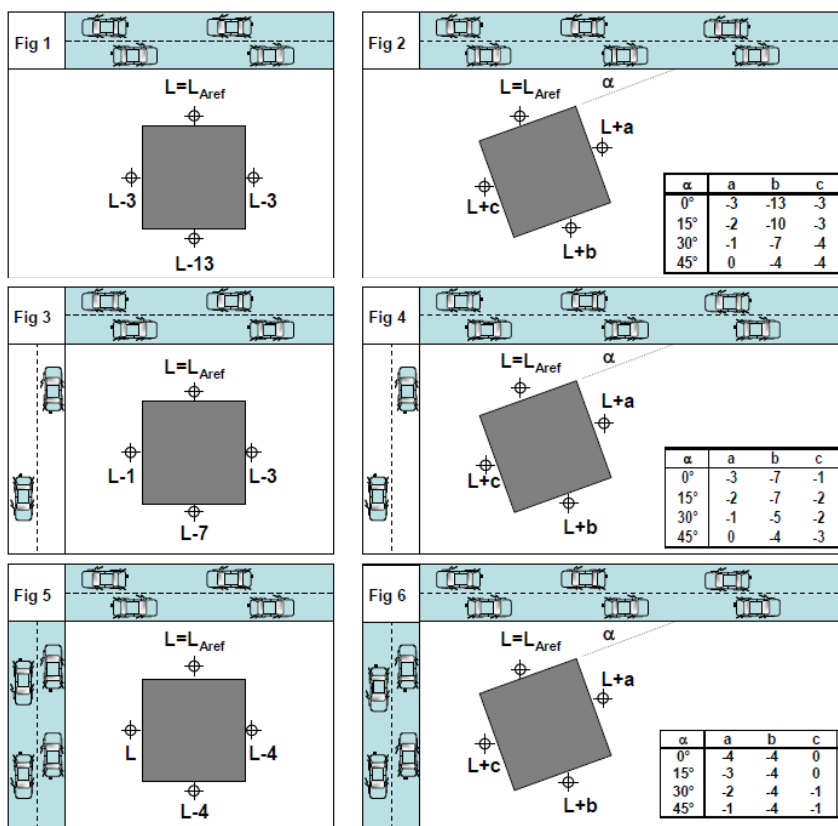


Source :
SoundPLAN



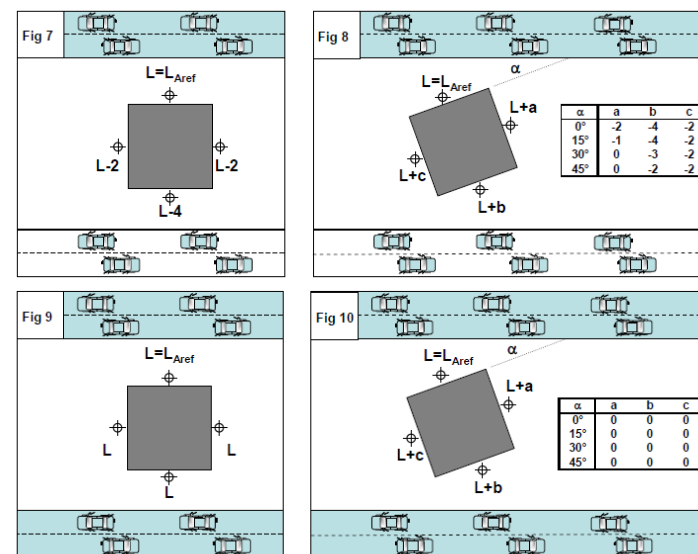
NBN S 01-400-1:2022

- Détermination des niveaux sonores à l'extérieur : 2 méthodes (annexe C)
 - Méthode 2 : Calcul sur base d'une valeur de référence L_{Aref}



Emplacement du bâtiment par rapport à 2 axes de circulation types (blanc = 5 dB de moins)

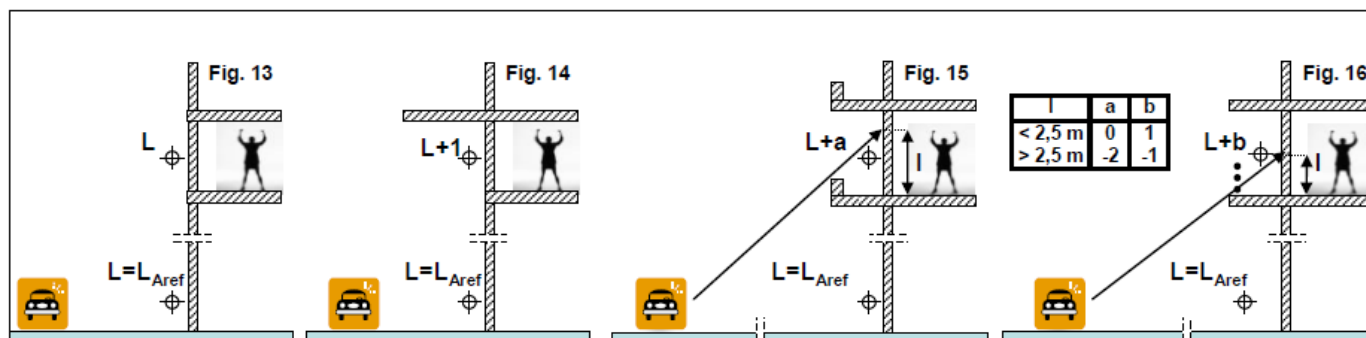
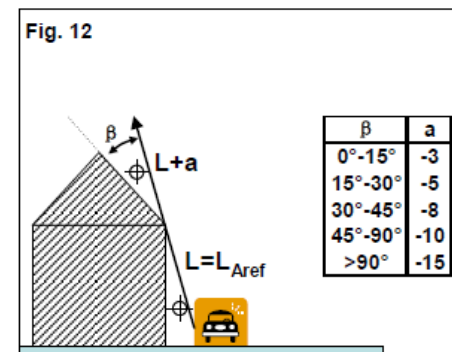
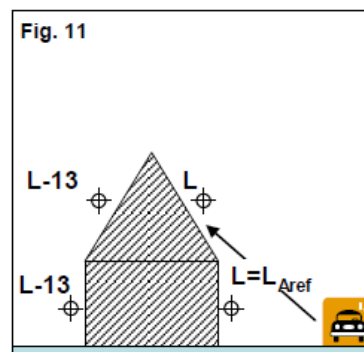
Utilisable pour le bruit ambiant dû au trafic routier ou ferroviaire



NBN S 01-400-1:2022

- Détermination des niveaux sonores à l'extérieur : 2 méthodes (annexe C)
 - Méthode 2 : Calcul sur base d'une valeur de référence L_{Aref}

*Situation à l'étage, en fonction de la **distance** par rapport à l'axe de circulation et l'influence de la **forme de la façade***



NBN S 01-400-1:2022

- Détermination des niveaux sonores à l'extérieur : 2 méthodes (annexe C)
 - **Méthode 2** : Calcul sur base d'une valeur de référence L_{Aref}
 - **OPTION 1** **Mesure de L_{Aref}** à 2 m devant la façade la plus exposée



Immeuble à venir
Terrain nu, + 3 dB

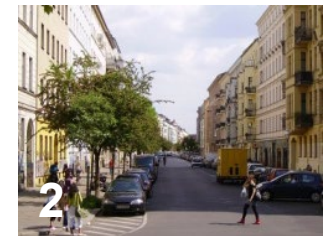


Immeuble existant
(rénovation)



NBN S 01-400-1:2022

- Détermination des niveaux sonores à l'extérieur : 2 méthodes (annexe 1)
- **Méthode 2** : Calcul sur base d'une valeur de référence L_{Aref}
 - **OPTION 2** Estimation de L_{Aref} sur base de descriptions-types



Classe	Description type	$L_{Aref,day}$	$L_{Aref,night}$
1	le long de la plupart des chemins calmes, champêtres, dans les lotissements calmes avec circulation locale, dans les rues en ville avec un trafic local et réduit	60 dB	55 dB
2	rues asphaltées en ville avec un trafic normal, avec une seule bande de circulation dans chaque sens	65 dB	60 dB
3	trafic intense et lourd	70 dB	65 dB
4	le long de la plupart des rues en ville avec un trafic intense, des rues dont le revêtement est en béton et le trafic important, des routes nationales, près des voies d'accès des grandes villes, le long des routes de liaison régulièrement fréquentées par du trafic lourd vers les terrains industriels	≥ 77 dB	≥ 72 dB

Les classes de bruit sont **moins précises** et ne s'appliquent qu'au bruit de trafic routier (**une seule voie**)



NBN S 01-400-1:2022

- Pour chaque local : D_{Atr} pour chaque pan de façade (exposition jour/nuit)



Local à protéger	A	B	C
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 32 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}^a$	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$
	 $D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}^c$		

En fonction de la classe de confort souhaitée (A/B ou C)

Pour les chambres à coucher :

- Exigence la plus stricte s'applique ($L_{A,day}$, $L_{A,night}$)
- Critère supplémentaire si $L_{Amax,3x,night} \geq 70 \text{ dB}$

Pour les locaux avec deux pans de façade exposés au bruit exigence + 3 dB (pour chaque pan de façade)



NBN S 01-400-1:2022

- Exemple 1 : salon, 2 pans de façade



Méthode 1 : mesure de $L_{A,day} = 65 \text{ dB}$

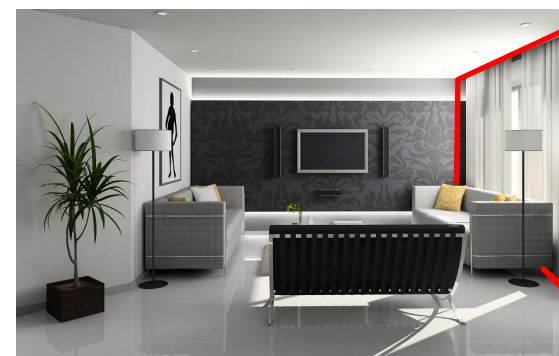
Local à protéger	A	B	C
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 \text{ dB } ^a$ et $D_{Atr} \geq 32 \text{ dB}$		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB } ^a$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB } ^a$		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB } ^a$
 $D_{Atr} \geq 34 \text{ dB } ^c$			



→ Classe A/B : $D_{Atr} \geq 38 \text{ dB} (= 65 - 30 + 3)$

→ Classe C : $D_{Atr} \geq 34 \text{ dB} (= 65 - 34 + 3)$

$L_{A,day} = 65 \text{ dB}$
(terrain nu : 62 dB)



NBN S 01-400-1:2022

- Exemple 2 : chambre, 1 pan de façade ($L_{Amax,3x,night} < 70$ dB)

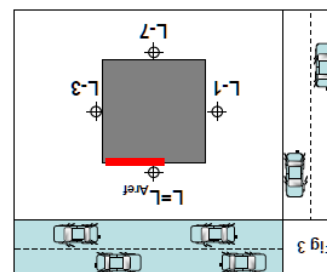
Façade la plus exposée



Méthode 2 : évaluation $L_{A,day}$ sur base des figures

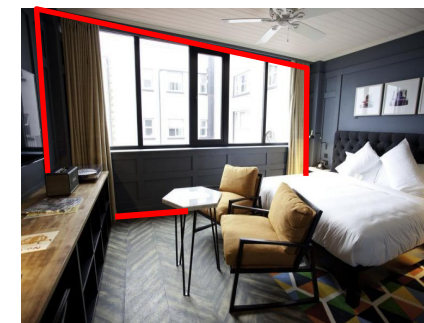
Classe	Description type	$L_{Aref,day}$	$L_{Aref,night}$
1	le long de la plupart des chemins calmes, champêtres, dans les lotissements calmes avec circulation locale, dans les rues en ville avec un trafic local et réduit	60 dB	55 dB
2	rues asphaltées en ville avec un trafic normal, avec une seule bande de circulation dans chaque sens	65 dB	60 dB
3	trafic intense et lourd	70 dB	65 dB
4	le long de la plupart des rues en ville avec un trafic intense, des rues dont le revêtement est en béton et le trafic important, des routes nationales, près des voies d'accès des grandes villes, le long des routes de liaison régulièrement fréquentées par du trafic lourd vers les terrains industriels	≥ 77 dB	≥ 72 dB

- ✓ $L_{Aref,day}$ & $L_{Aref,night}$ à pd descriptions types (=option 2)
 ✓ $L_{A,day}$ & $L_{A,night}$ sur base des figures



$$L_{A,ref,day} = 70 \text{ dB} = L_{A,day}$$

$$L_{A,ref,night} = 65 \text{ dB} = L_{A,day}$$



NBN S 01-400-1:2022

- Exemple 2 : chambre, 1 pan de façade ($L_{Amax,3x,night} < 70$ dB)



Méthode 2 : évaluation $L_{A,day}$ sur base des figures

Local à protéger	A	B	C
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30$ dB ^a et $D_{Atr} \geq 32$ dB		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34$ dB ^a et $D_{Atr} \geq 28$ dB
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25$ dB ^a		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28$ dB ^a
		$D_{Atr} \geq 34$ dB ^c	



- ✓ **Exigence jour (classe C) :** $D_{Atr} \geq 36$ dB (=70-34)

→ Sur base de mesures :

$$L_{A,ref,day} = 68 \text{ dB}$$

$$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB} (=68-34)$$

→ 2 dB moins sévère

- ✓ **Exigence nuit (classe C) :** $D_{Atr} \geq 37$ dB (=65-28)

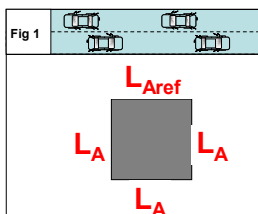


Exigence la plus sévère = déterminante



NBN S 01-400-2:2012

- Pour les locaux dont la sensibilité au bruit est normale à très élevée



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

$m = 3 \text{ dB}$ si plusieurs pans de façade « faibles »

Bruit extérieur calculé sur base de L_{Aref} selon les règles de calcul obligatoires

« Valeur indicative pour le bruit des installations »
(niveau de confort souhaité à l'intérieur)

- A côté des aires de jeux utilisées pendant les heures de cours

	Exigences normales	Exigences supérieures
plaines de jeux	$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq 38 \text{ dB}$
Plaines de jeux couvertes	$D_{Atr} \geq 38 \text{ dB}$	$D_{Atr} \geq 42 \text{ dB}$



AUTRES TYPES DE BÂTIMENT

Immeubles d'habitation



NBN S 01-400-1 (2022)

Norme belge	
NBN S 01-400-1:2022	
Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation	
Valable à partir de 08-07-2022	
Remplace NBN S 01-400-1:2008	
La période de coexistence entre cette norme et la norme qu'elle remplace est fixée à 6 mois.	

Bâtiments scolaires



NBN S 01-400-2 (2012)

ICS: 17.140.01 ; 17.160	NBN S 01-400-2
Norme belge	1 ^{re} éd., octobre 2012
	Indice de classement: S 01
Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires	
Akoestische criteria voor schoolgebouwen	
Acoustic criteria for school buildings	

Autres bâtiments



NBN S 01-401 (1987)
(niveaux sonores)

NORME BELGE	
CDU : 534.69	NBN S 01-401
ACOUSTIQUE	
VALEURS LIMITES DES NIVEAUX DE BRUIT EN VUE D'ÉVITER L'INCONFORT DANS LES BÂTIMENTS	
Grenswaarden voor de geluidsniveaus in gebouwen	
Zulassige Schallpegel in Gebäuden	
Maximal noise levels in buildings	

NBN S 01-400 (1977)
(isolation acoustique)

NORME BELGE — BELGISCHE NORM	
CDU : 534.69	NBN S 01-400
ACOUSTIQUE	
CRITÈRES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE	
KRIJTERIA VAN DE ACOESTISCHE ISOLATIE	
Sound insulation	
Schalldämmung	
Documents à consulter :	
NBN S 01-008 (1975) - Acoustique - Mesure en laboratoire de l'isolation d'effluents	
NBN S 01-008 (1975) - Acoustique - Meten in het laboratorium van de geluidsoverbrenging	

Révision en cours
NBN S 01-400-3 (20xx)



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

- Bruit extérieur
- Ordre de grandeur de performance D_{Atr}

NORMES POUR L'ISOLATION ACOUSTIQUE DE LA FAÇADE

- Immeubles d'habitation
- Bâtiments scolaires

DIMENSIONNEMENT ACOUSTIQUE

- **Méthode de prévision**
- **Exemple de calcul**
- **Outil pour les immeubles d'habitation**

OPTIMISATION ACOUSTIQUE

- Fenêtres
- Grilles de ventilation
- Caissons de volet roulant



MÉTHODE DE PRÉVISION

Calcul de l'isolation acoustique D_{Atr} in situ

- Formule de prévision ISO 12354-3

$$D_{Atr} = \underbrace{R'_{Atr}}_{\text{ISOLATION ACOUSTIQUE COMPOSEE}} + \underbrace{\Delta L_{fs}}_{\text{FORME}} + \underbrace{10 \log \frac{V}{3S}}_{\text{SURFACE du pan de façade VOLUME de la pièce}} = 0$$

Pour façade plane et $V/S = 3 \text{ m}$

ISOLATION ACOUSTIQUE COMPOSEE

FORME

SURFACE du pan de façade
VOLUME de la pièce

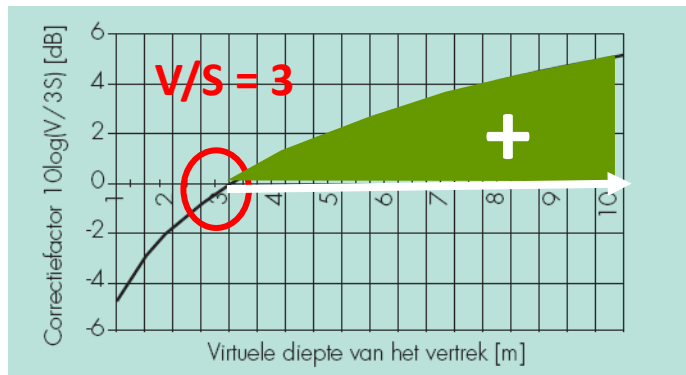
MÉTHODE DE PRÉVISION

Calcul de l'isolation acoustique D_{atr} in situ

- Influence du local

$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + \underbrace{10 \log \frac{V}{3S}}_{= 0 \text{ pour } V/S = 3\text{m}}$$

SURFACE du plan de façade
VOLUME de la pièce



**Pour les pièces peu profondes ($V/S < 3\text{m}$),
l'isolation acoustique est réduite.**



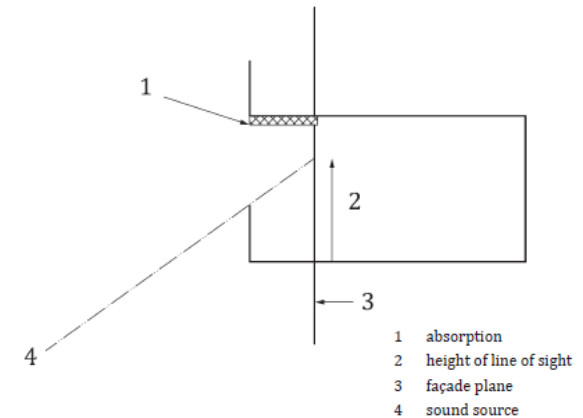
MÉTHODE DE PRÉVISION

Calcul de l'isolation acoustique D_{atr} in situ

- Influence de la forme de la façade

$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \boxed{\Delta L_{fs}} + 10 \log \frac{V}{3S}$$

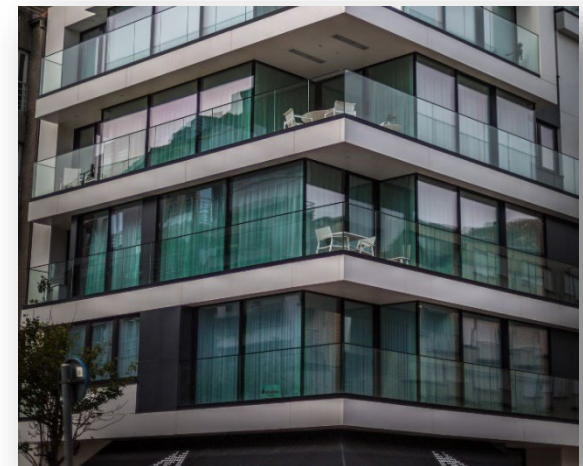
$= 0$ pour une façade plane



Protection supplémentaire (> 0) ou réflexions (< 0) en raison de la conception de la façade, de la direction du bruit incident et de l'absorption de la face inférieure des balcons.

ΔL_{fs} dB	1 plane	2 gallery			3 gallery			4 gallery			5 gallery		
absorption roof (α_w) ⇒	does not apply	≤ 0,3	0,6	≥ 0,9	≤ 0,3	0,6	≥ 0,9	≤ 0,3	0,6	≥ 0,9	≤ 0,3	0,6	≥ 0,9
line-of-sight on façade: <1,5 m	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	does not apply		
(1,5 to 2,5) m	0	does not apply			-1	0	2	0	1	3			
>2,5 m	0				1	1	2	2	2	3	3	4	6

NBN EN ISO 12354-3:2017 (tableau C1)



MÉTHODE DE PRÉVISION

Calcul de l'isolation acoustique D_{atr} in situ

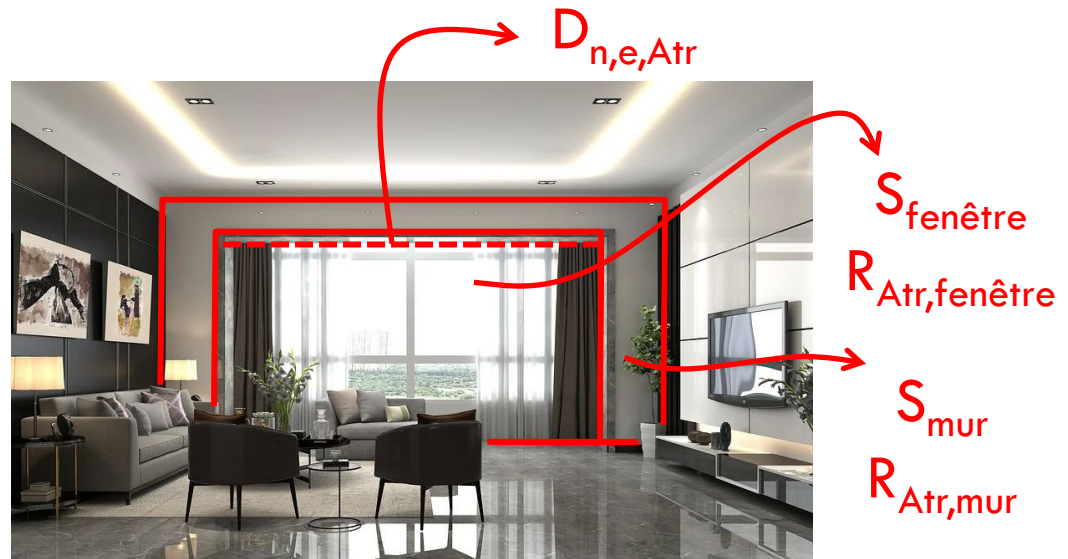
- Isolation acoustique composée R'_{Atr}

$$D_{Atr} = R'_{Atr} \quad (\text{pour une façade plane et une profondeur du local } \approx 3 \text{ m})$$

$$R'_{Atr} = R_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} n_j 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$

« somme pondérée surfacique » de l'**isolation acoustique des éléments constitutifs de la façade**

Le « maillon le plus faible » est déterminant



*Hypothèse : flanking négligeable



Isolation acoustique composée R_{Atr}

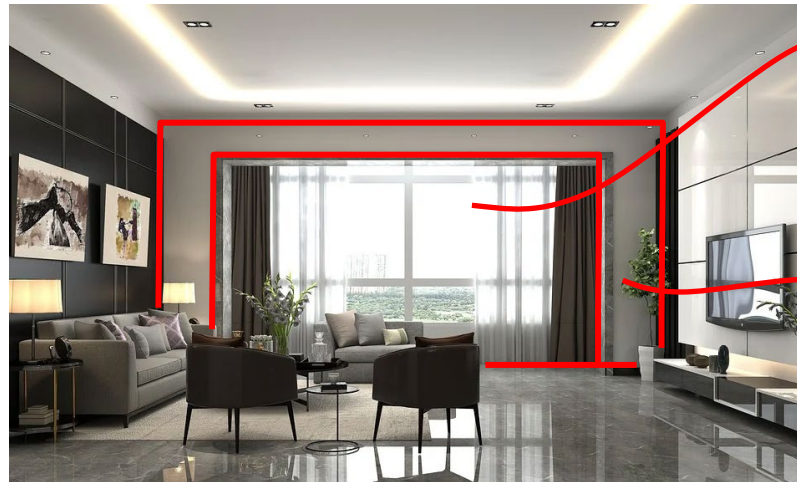
► Exemple de calcul (sans grille de ventilation)

- Mur : $R_w(C;C_{tr}) = 56 (-1;-5)$ dB, $R_{Atr} = \mathbf{51}$ dB ($S = 2$ m²)
- Fenêtre : $R_w(C;C_{tr}) = 40 (-1;-3)$ dB, $R_{Atr} = \mathbf{37}$ dB ($S = 8$ m²)
- Total du pan de façade : $R_{Atr} = ?$

$$R_{Atr} = -10 \log \left[\frac{S_{mur}}{S_{pan \text{ de façade}}} 10^{-\frac{R_{Atr,mur}}{10}} + \frac{S_{fenêtre}}{S_{pan \text{ de façade}}} 10^{-\frac{R_{Atr,fenêtre}}{10}} \right]$$

	S	R_{Atr}
Mur	2 m ²	51 dB
Fenêtre	8 m ²	37 dB
Pan de façade	10 m ²	38 dB
(moyenne arithmétique : 40 dB)		

L'élément le plus faible pèse plus lourd que dans la moyenne arithmétique



$S_{fenêtre}$
 $R_{Atr,fenêtre}$
 S_{mur}
 $R_{Atr,mur}$



Isolation acoustique composite R_{Atr}

► Exemple de calcul (avec grille de ventilation)

- Mur : $R_w(C;C_{tr}) = 56 (-1;-5)$ dB, $R_{Atr} = 51$ dB ($S = 2$ m²)
- Fenêtre : $R_w(C;C_{tr}) = 40 (-1;-3)$ dB, $R_{Atr} = 37$ dB ($S = 8$ m²)
- Grille de ventilation : $D_{n,e,w}(C;C_{tr}) = 38 (0;-1)$ dB, $D_{n,e,Atr} = 37$ dB ($n = 1$)
- Total du pan de façade : $R_{Atr} = ?$

$$R_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} n_j 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,j}}{10}} \right)$$

Mur	2 m ²	51 dB
Fenêtre	8 m ²	37 dB
Grille	1 stuk	25 dB
Plan de façade	10 m ²	25 dB



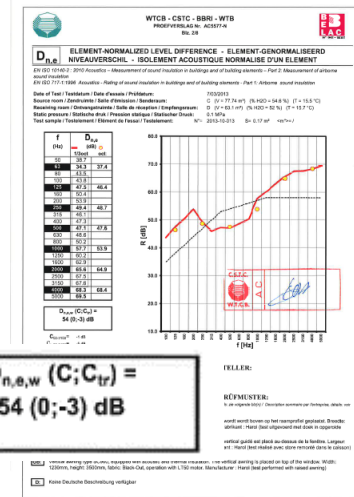
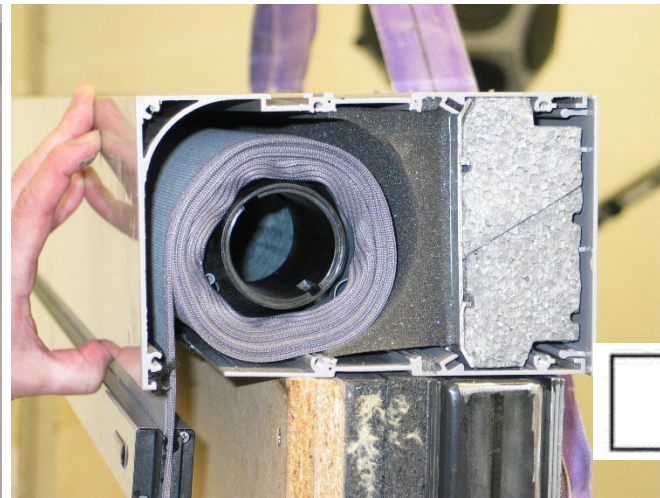
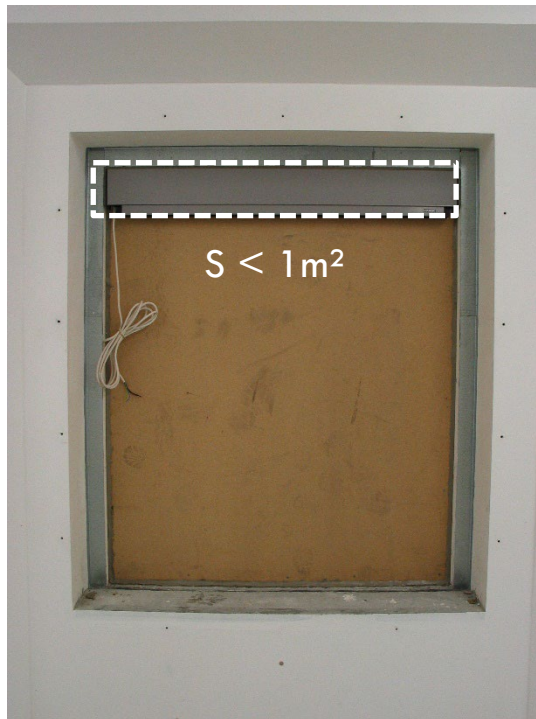
- 4 dB avec grille de ventilation... Malgré la même valeur d'isolation que la fenêtre, ou non ?



PETITS ÉLÉMENTS DE FACADE

Performances acoustiques des petits éléments de façade (< 1 m²)

- Isolement acoustique normalisé d'un élément $D_{n,e}$
 - grilles de ventilation, caissons de volet roulant...



Dispositif d'essai pour la détermination de la valeur $D_{n,e}$ des petits éléments

Éléments $\geq 1 \text{ m}^2$: $R = L_1 - L_2 + 10 \log S/A$

Éléments $< 1 \text{ m}^2$: $D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \log A_0/A$ met $A_0 = 10 \text{ m}^2$

- Pour les éléments inférieurs à 1 m², la valeur $D_{n,e}$ est **plus élevée de plus de 10 dB** que la valeur R correspondante. Les performances sont **intuitivement souvent surestimées**.
- Une fenêtre avec $R_{Atr} = D_{ne,Atr}$ de la grille, isole donc mieux d'au moins 10 dB....

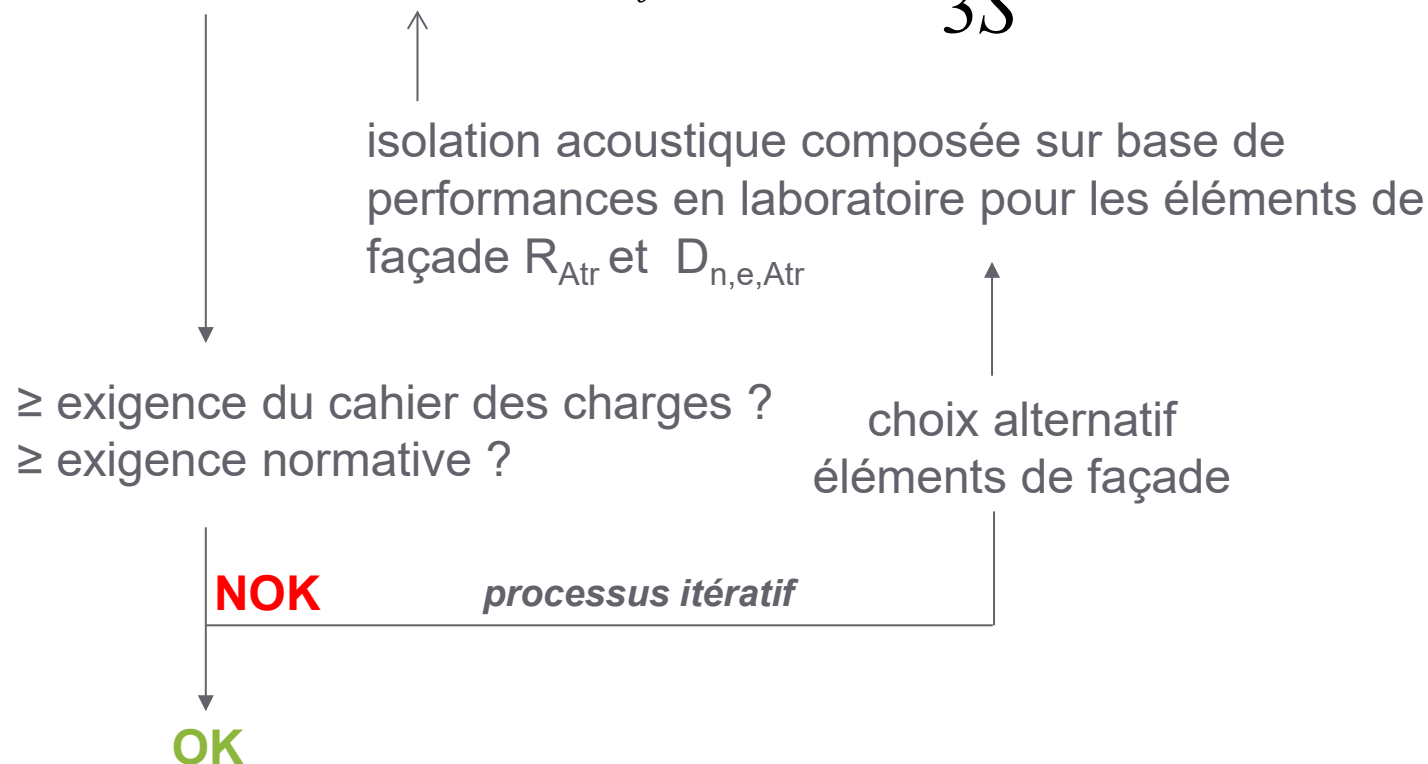


SÉLECTION DES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

Prévision de l'isolation acoustique in situ (ISO 12354-3)

- Calcul pour chaque pan de façade

$$D_{Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{3S}$$



SÉLECTION DES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

Outil de conception NBN S 01-400-1 (immeubles d'habitation)

- Méthode simplifiée (Annexe A)
- R_{Atr} et $D_{ne,Atr}$ en fonction de l'exigence D_{Atr} pour le plan de façade (cahier des charges, norme)
- Robuste, mais pas nécessairement le choix le plus optimal...

Détermination des performances acoustiques pour les éléments de façade

Fenêtres : $R_{Atr} \geq ?$

Tous les éléments de façade à l'exception des dispositifs de transfert d'air montés en extérieur:

$$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 3 + 10 \lg [3(S_{net} + 5n)/V] \text{ [dB]}$$

Grilles : $D_{neAtr} \geq ?$

Les dispositifs de transfert d'air montés en extérieur si elles sont présentes:

$$D_{neAtr} \geq R_{Atr} + 3 \text{ [dB]}$$

n = le nombre de dispositifs de transfert d'air montés en extérieur [-] ou la (valeur de la) longueur totale [m] de tous les dispositifs de transfert d'air montés en extérieur ayant des performances acoustiques identiques dans le pan de façade. Lorsqu'il n'y a pas de dispositif de transfert d'air monté en extérieur, $n = 0$.

D_{Atr} [dB] = la valeur de l'isolation acoustique de façade nécessaire pour le pan de façade

$D_{2m,A}$ [dB] = la valeur de l'isolation acoustique de façade nécessaire pour le pan de façade attenante à une galerie ou un escalier extérieur(e) utilisé en commun

V [m³] = (valeur du) volume du local à protéger

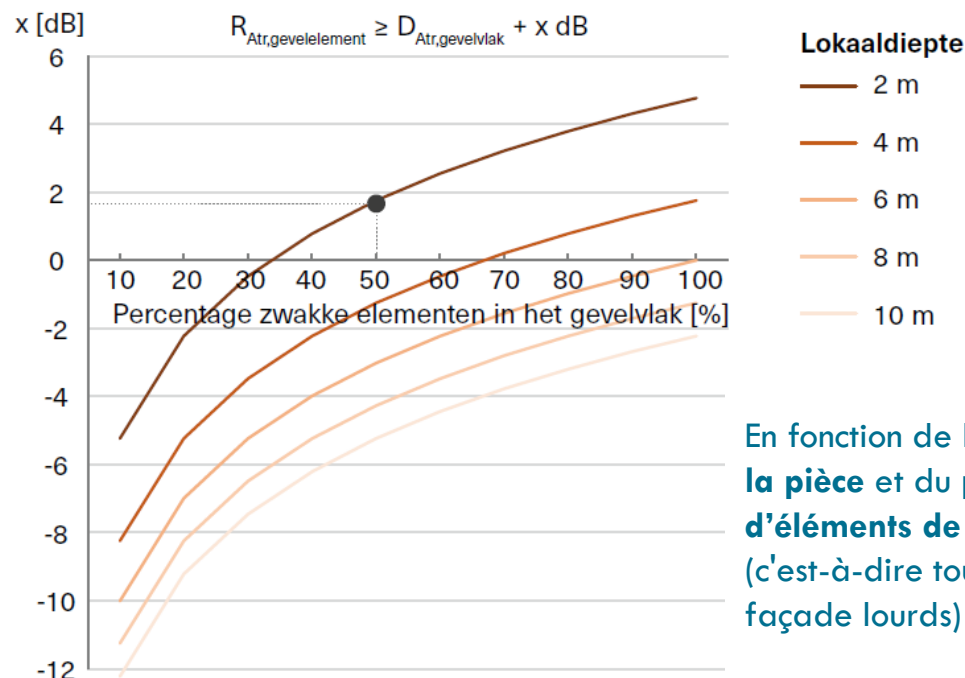
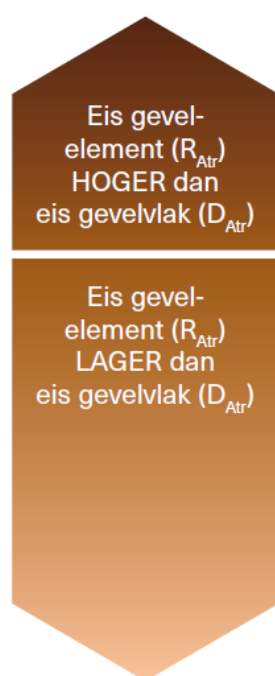
S_{net} [m²] = (valeur de) la surface totale des éléments composant le pan de façade, qui possèdent un $R_{Atr} < 48$ dB



SÉLECTION DES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

Outil de conception NBN S 01-400-1 (immeubles d'habitation)

- ▶ Méthode simplifiée (Annexe A)
- ▶ R_{Atr} et $D_{ne,Atr}$ **en fonction de l'exigence D_{Atr}** pour le plan de façade (cahier des charges, norme)
- ▶ Robuste, mais pas nécessairement le choix le plus optimal...
- ▶ Pour des locaux sans grille de ventilation :



En fonction de la **profondeur de la pièce** et du **pourcentage d'éléments de façade faibles** (c'est-à-dire tout sauf les murs de façade lourds)



SÉLECTION DES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

Outil de conception NBN S 01-400-1 (immeubles d'habitation)

Outil de calcul – Installations de ventilation

L'outil de calcul Optivent pour les installations de ventilation a été complété en 2022 par un nouveau module acoustique permettant de déterminer le niveau de bruit attendu dans chaque local. La version 2.1 tient compte des nouvelles exigences de la norme de 2022, applicable aux immeubles d'habitation dont la demande de permis d'urbanisme a été introduite après le 1er janvier 2023.

Outil de calcul – Installations de ventilation

OUTIL EN LIGNE

Acoustique du bâtiment
: normes en Belgique
(buildwise.be)



que voulez-vous faire (choisissez ci-dessous...)

Une certaine valeur pour DA_{tr} est requise pour le pan de façade, je dois choisir les éléments de construction qui la composent.

Les performances acoustiques des éléments constituant le pan de façade sont données, j'ai besoin de connaître l'insonorisation de façade résultante DA_{tr} et l'indice d'affaiblissement acoustique RA_{tr} tot du pan de façade

Une mesure du niveau sonore du bruit de la circulation est disponible, j'ai besoin de dimensionner acoustiquement les différents éléments de construction du pan de façade

Aucune mesure de bruit environnemental n'est disponible, mais je connais le type d'environnement et je souhaite me conformer aux exigences de la norme acoustique NBN S 01-400-1:2022



ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

- Bruit extérieur
- Ordre de grandeur de performance D_{Atr}

NORMES POUR L'ISOLATION ACOUSTIQUE DE LA FAÇADE

- Immeubles d'habitation
- Bâtiments scolaires

DIMENSIONNEMENT ACOUSTIQUE

- Méthode de prévision
- Exemple de calcul
- Outil pour les immeubles d'habitation

OPTIMISATION ACOUSTIQUE

- **Fenêtres**
- **Grilles de ventilation**
- **Caissons de volet roulant**



Approche prioritaire des maillons les plus faibles

Importance des maillons faibles !

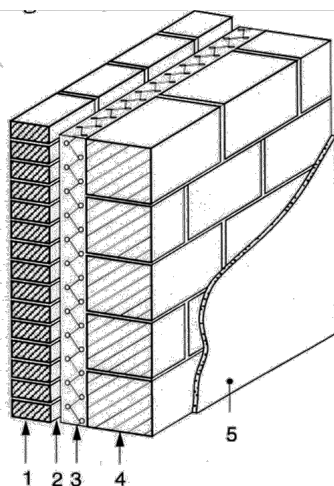
$$R'_{Atr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,i}}{10}} \right)$$



R _w	BOUWELEMENTEN
< 20 dB	Fuites (openingen) Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand, Grilles de ventilation Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie Dakkoepels uit polycarbonaat
25 à 30 dB	Panneaux de remplissage légers Lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen Toits légers Lichte sandwichpanelen met vulling van minerale wol (extra onafhankelijke onderafwerking)
30 dB	Fenêtres traditionnelles Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting Toits traditionnels Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)
30 à 35 dB	Murs de façade en bois Ontdubbelde wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de klieven Normale, geluiddempende ventilatieroosters
> 40 dB	Grilles de ventilation acoustiques Gewone akoestische beglazingen Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A) Vitrages acoustiques Gewelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte) Zwaar metselwerk met akoestische muurventilatieroosters
> 50 dB	Maçonnerie traditionnelle Traditioneel metselwerk (6 cransels) met akoestische muurventilatieroosters al of niet met thermische isolatie, zwaar metselwerk Murs de béton Ontdubbelde vensterconstructies met akoestische beglazingen Betonwanden, betonnen dakconstructies



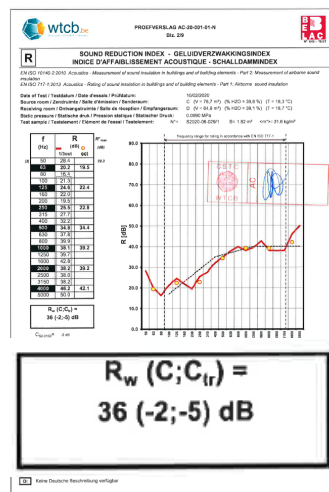
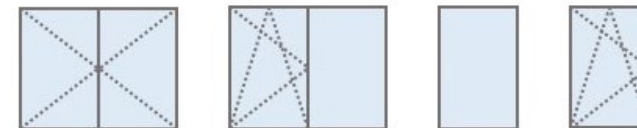
construction	R_w	$(C;C_{tr})$	R_{Atr}
Brique pleine 9 cm / creux d'air non ventilé 5 cm rempli de laine minérale / bloc de béton creux 19 cm / enduit	55 dB	(-1;-5) dB	50 dB
Vitrage 4/15/4	29 dB	(-1;-4) dB	25 dB
Vitrage 4/16/6	35 dB	(-2;-5) dB	30 dB
Vitrage 6/15/ 44.2A	39 dB	(-2;-6) dB	33 dB
Fenêtre en PVC avec ouvrant avec renforts en acier, vitrage 44.2A/20/66.2A	46 dB	(-1;-4) dB	42 dB



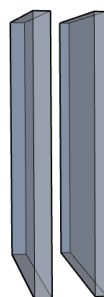
Voir aussi : Acoustique des fenêtres | Guide Bâtiment Durable

Isolation acoustique R_{Atr} fenêtre ?

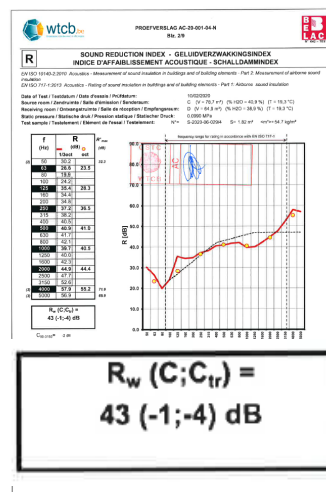
- Par le fabricant : fiche technique / rapport d'essai



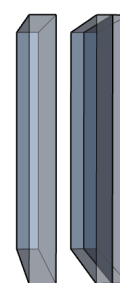
$R_{Atr} = 31 \text{ dB}$



6-15-4
 $R_{Atr} = 30 \text{ dB}$



$R_{Atr} = 39 \text{ dB}$



10-15-66.2A
 $R_{Atr} = 41 \text{ dB}$



Dispositif d'essai pour des fenêtres
123 x 148



Isolation acoustique R_{Atr} : jusqu'à 34 dB

- Règles d'extrapolation (EN 12351-1 : 2016)



Table B.2 — $R_w + C_{tr}$ for window based on $R_w + C_{tr}$ for IGU

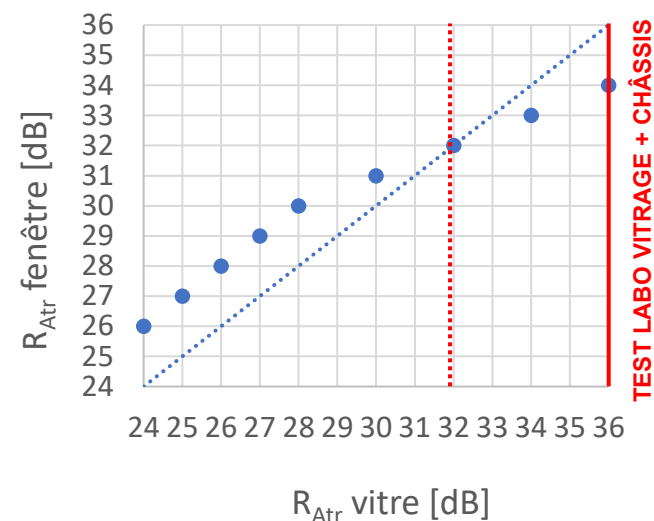
IGU $R_w + C_{tr}$ ^a [dB]	Single windows ^b		Single, sliding windows ^c	
	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required ^d	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N/A	N/A
36	34	2	N/A	N/A

^a Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.

^b Fixed and openable (top/side/bottom-hung or pivoted) single windows fulfilling air permeability Class 3, see 4.14.

^c Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

^d Openable windows only.



Vitrage < 32 dB → effet du châssis positif
Vitrage > 32 dB → effet du châssis négatif



Isolation acoustique des vitrages

Enkelvoudig	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}
niet-gelaagd		
4	32(-1;-2) dB	30 dB
6	34(-1;-2) dB	32 dB
8	35(-1;-3) dB	32 dB
10	37(-1;-2) dB	35 dB
gelaagd (niet akoestisch)		
33.2	33(-1;-2) dB	31 dB
44.2	35(-1;-3) dB	32 dB
66.2	39(-1;-4) dB	35 dB
akoestisch gelaagd		
33.2A	36(0;-3) dB	33 dB
44.2A	37(0;-2) dB	35 dB
66.2A	40(-1;-3) dB	37 dB

$$R_{Atr} = R_w + C_{tr}$$

Dubbel	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}
symmetrisch		
4-15-4	29(-1;-4) dB	25 dB
4-16-4	30(-1;-3) dB	27 dB
6-16-6	33(-1;-4) dB	29 dB
asymmetrisch		
6-15-4	34(-1;-4) dB	30 dB
6-16-4	35(-2;-5) dB	30 dB
6-15-10	38(-1;-4) dB	34 dB
6-20-10	37(-1;-2) dB	35 dB
eenzijdig gelaagd		
6-15-55.2	39(-1;-4) dB	35 dB
4-16-44.2	37(-2;-6) dB	31 dB
6-20-55.2	42(-1;-5) dB	37 dB
eenzijdig akoestisch gelaagd		
8-15-66.2A	43(-2;-4) dB	39 dB
8-15-44.2A	41(-2;-6) dB	35 dB
10-20-44.2A	45(-1;-4) dB	41 dB
12-20-66.2A	45(-1;-3) dB	42 dB
tweezijdig akoestisch gelaagd		
66.2A-20-44.2A	50(-2;-8) dB	42 dB
66.2A-15-88.2A	51(-1;-4) dB	47 dB

Drievoudig	$R_w(C;C_{tr})$	R_{Atr}
niet gelaagd		
4-16-4-16-4	32(-2;-5) dB	27 dB
eenzijdig akoestisch gelaagd		
6-12-4-12-44.1A	42(-1;-5) dB	37 dB
tweezijdig akoestisch gelaagd		
44.1A-12-4-12-44.1A	47(-2;-6) dB	41 dB
66.1A-12-6-12-44.1A	50(-2;-6) dB	44 dB



Sources:

Round-Robin tests

Valeurs indicatives basées sur de récentes mesures en laboratoire Buildwise

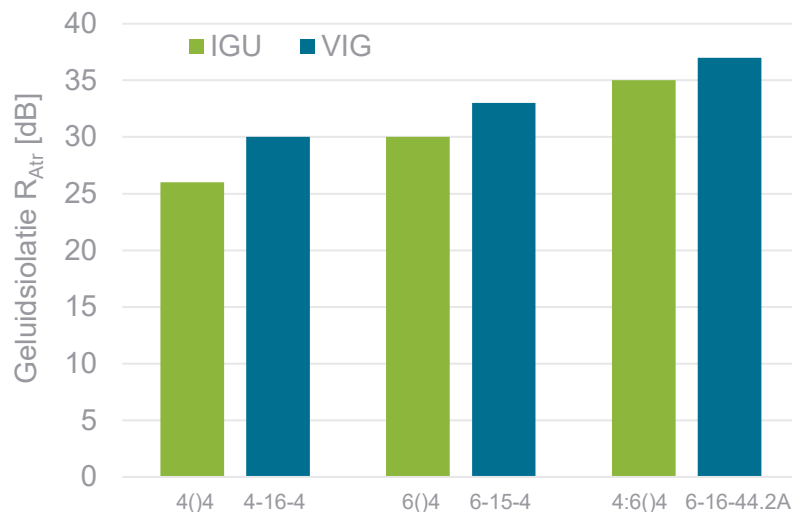
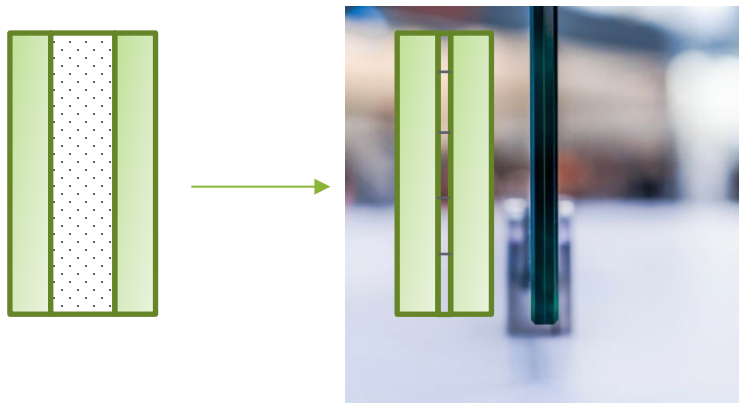
Documentation technique des fabricants de vitrages

Tableau générique dans EN 12354-3(2000) ou dans EN 12758-1(2011) (valeur + 2 dB)

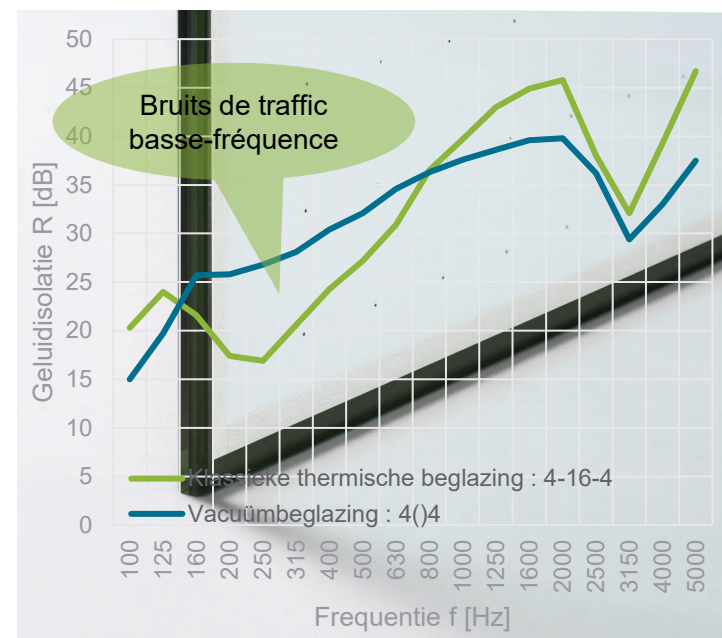


Isolation acoustique des vitrages

► Vitrages sous-vide



- ❖ Isolation thermique $\approx$ triples vitrages
- ❖ Avantages acoustiques des vitrages simples (pas de creux d'air)
- ❖ Épaisseur et poids limités (conservation possible des châssis existants)

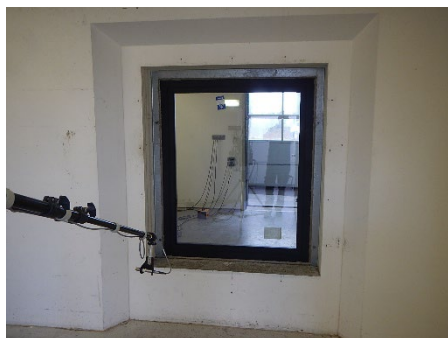


Influence de la surface (EN 14351-1:2016)

Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) ^a	
-100% to +50% of test specimen overall area	Overall area $\leq 2,7 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to +100% of test specimen overall area	$2,7 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 3,6 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to +150% of test specimen overall area	$3,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 4,6 \text{ m}^2$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -2 dB
>+150% of test specimen overall area	$4,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area}$	R_w and $R_w + C_{tr}$ corrected by -3 dB
^a The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m.		

**Impact négatif
(jusqu'à -3 dB)
Pour les surfaces
plus grandes**

**→ Exigence
jusqu'à + 3 dB**



**Surface d'essai en laboratoire
(généralement $1,23 \times 1,48 \text{ m} = 2,7 \text{ m}^2$)**

≠

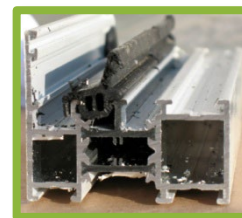
**Surface de la fenêtre ou du
vitrage placé**



FENÊTRES

Nature du profilé de fenêtre

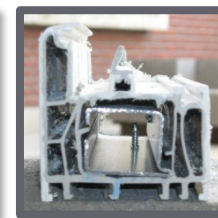
- ▶ Quasi similaire :
 - Aluminium avec rupture thermique
 - Bois ≥ 60 mm d'épaisseur
 - PVC avec renfort métallique



alu



bois

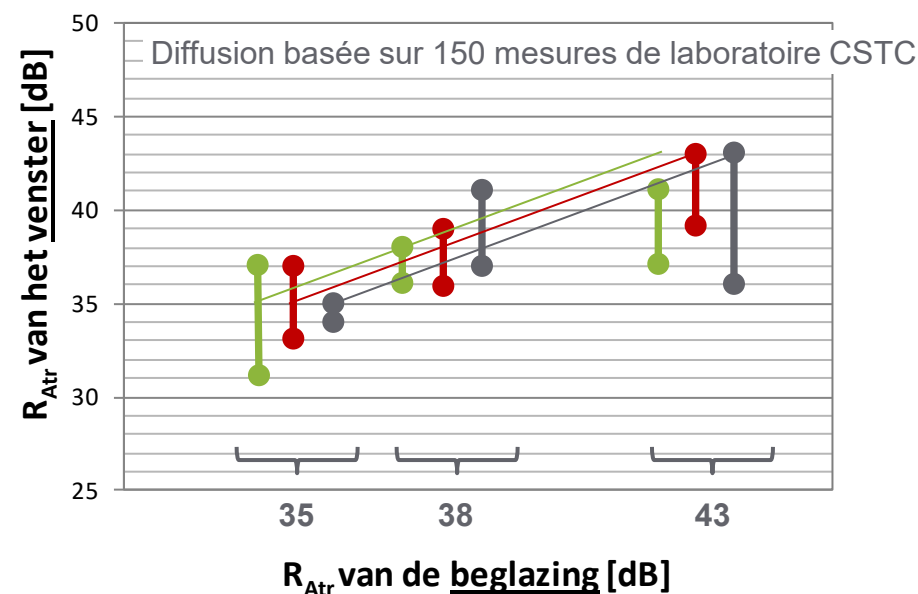


PVC



vitrage: 44.2A-20-66.2A ($R_{Atr}=42$ dB)

gewone vensters: vast, draai(-kip)



Ce n'est pas tant le matériau qui compte, mais la forme, les renforts et les joints.

Pour une isolation acoustique optimale, il est préférable de réduire la surface du profilé/fenêtre à 30 %.



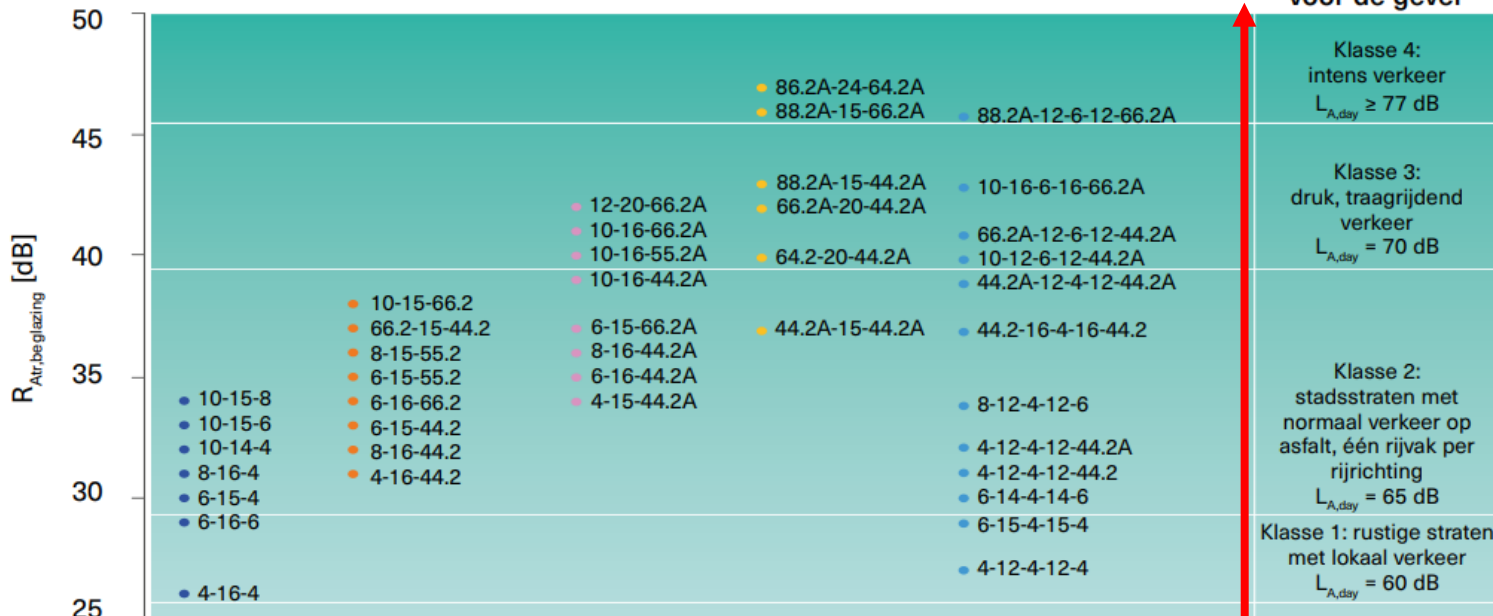
Choix du vitrage adapté

- ▶ En fonction du bruit extérieur
- ▶ Pour les immeubles d'habitation (NBN S 01-400-1:2022)

- Un seul pan de façade
- Pas de grilles
- Profondeur du local $\geq 4\text{m}$
- $m^2 \text{ vitré} \leq 50\%$

Pour des vitrages individuels $\leq 3.6\text{m}^2$

Geluidsniveau
vóór de gevel

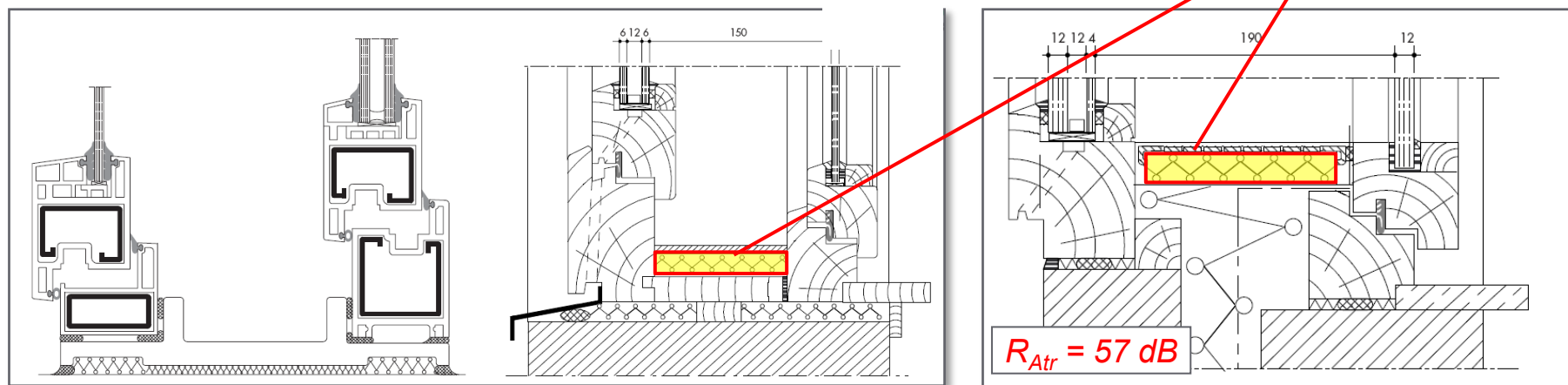
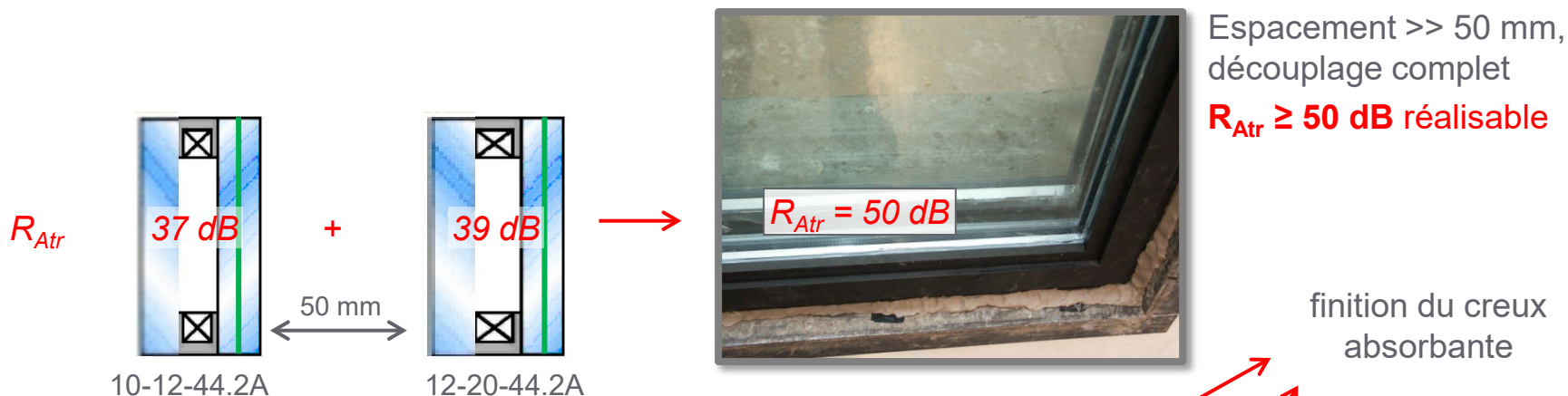


De nouveaux critères acoustiques pour les vitrages. (buildwise.be)

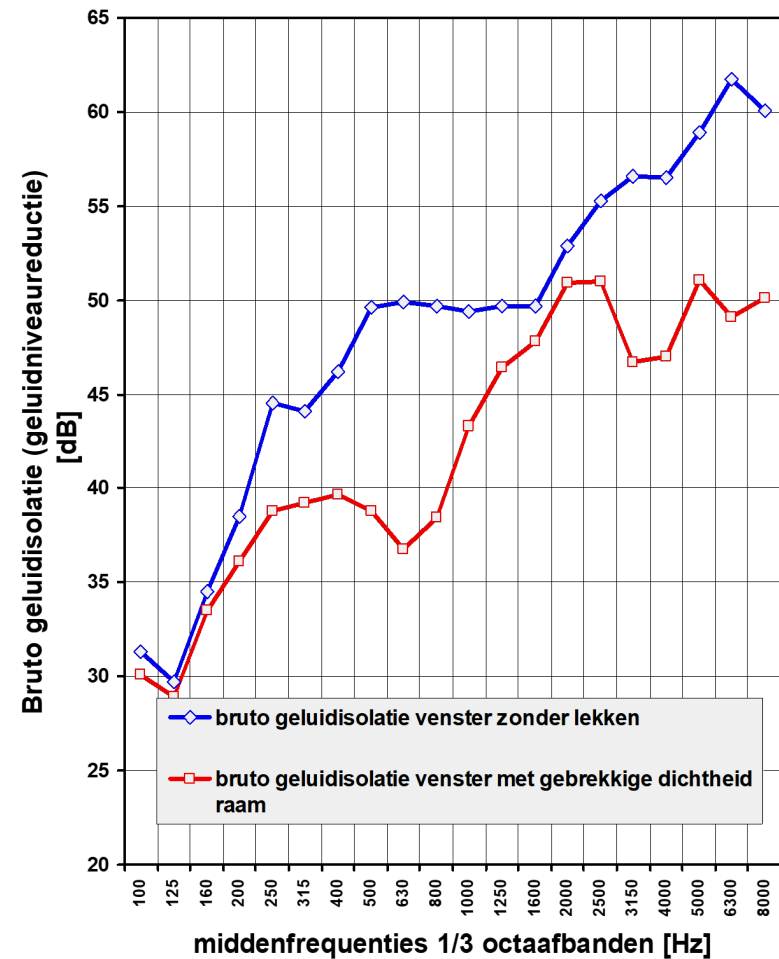


Concepts de fenêtre spéciaux

► Doubles fenêtres



Jointes et raccords

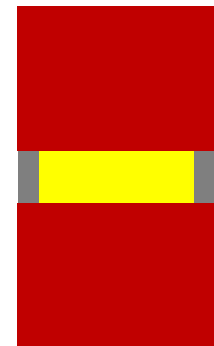


Jointes et raccords



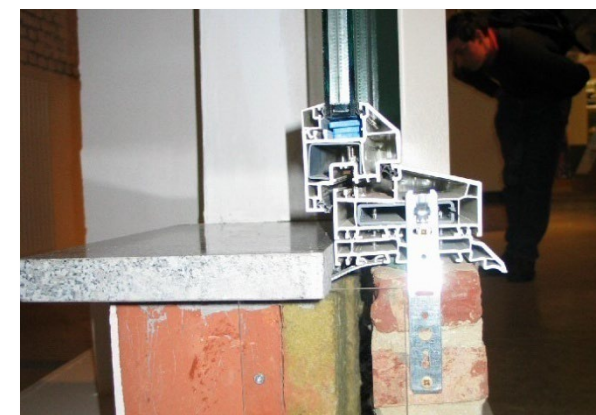
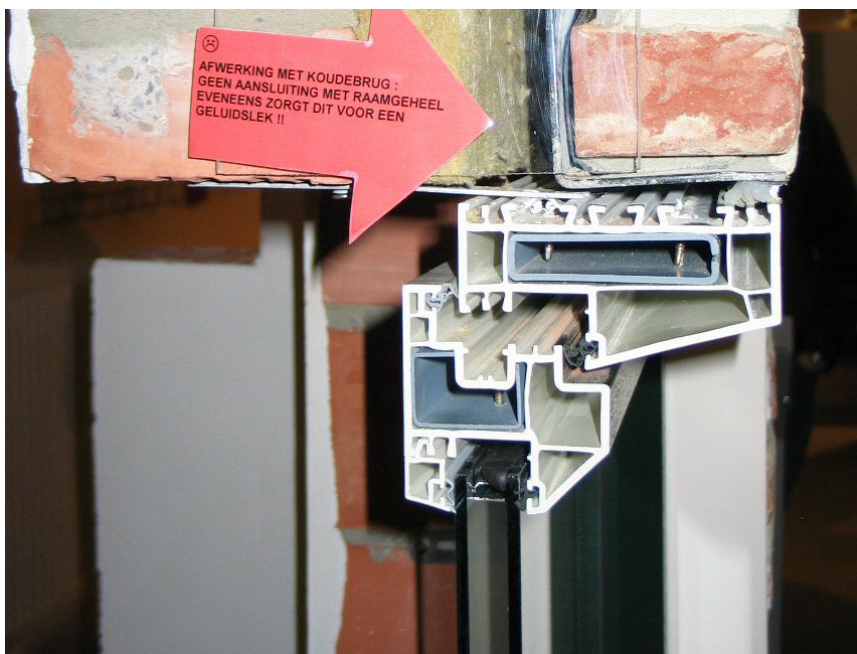
Jointes et raccords

- ▶ Raccords au gros œuvre
- ✓ **Jointes minces** (pertes à hautes fréquences)
 - *jusqu'à 7 mm >>> silicone*
 - *jusqu'à 1,5 cm >>> mastics, caoutchouc ... (remplissages plus lourds)*
- ✓ **Jointes ou trous larges** (pertes à hautes et basses fréquences)
 - Matériaux plus lourds (bois, enduits, ciments, constructions à double paroi...)



Raccords au gros œuvre

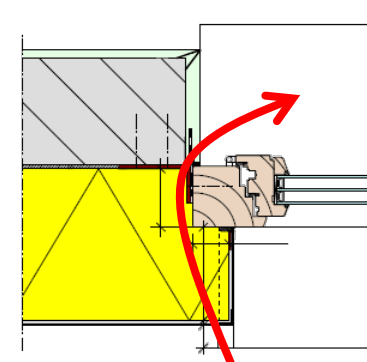
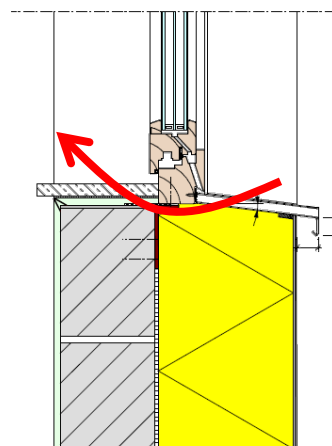
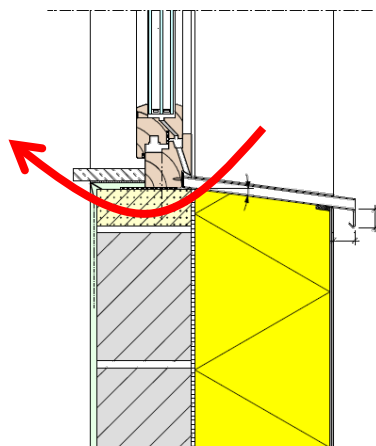
- ▶ Matériau absorbant (laines, mousses acoustiques)
- ▶ Rejointoyage (int-ext)



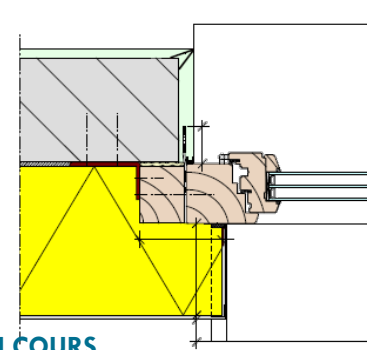
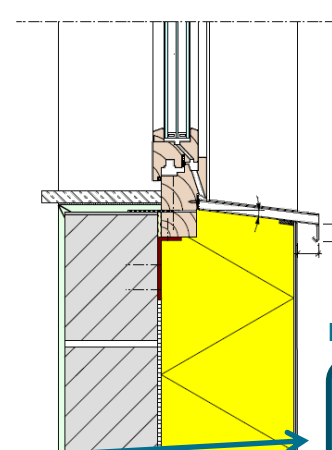
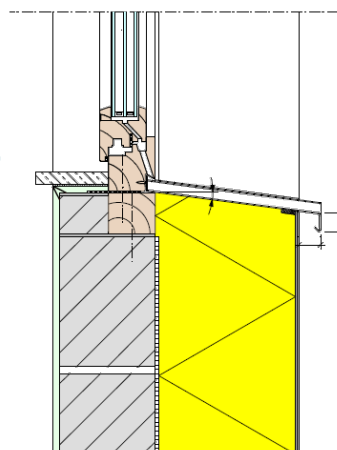
Raccords au gros œuvre

► Raccords de fenêtre avec ETICS

Les matériaux
d'isolation rigides
n'ont aucune valeur
acoustique !



Solution possible (TV
257) : cadre de montage
lourd fixé à la
menuiserie, généralement
en bois ($\geq \text{kg/m}^2 \dots$?)



RECHERCHE EN COURS

Campagne de mesures en laboratoire : précadres (contreplaqué, PVC, bois...), pose excentrée ou entre les ébrasements, différents joints d'étanchéité...

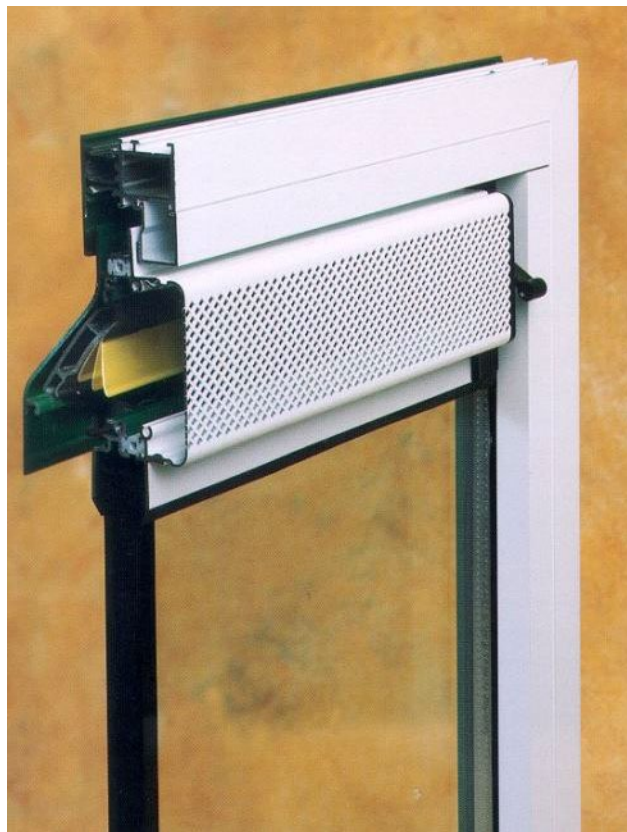


GRILLES DE VENTILATION

Généralement les maillons les plus faibles

- Grilles de ventilation classiques : $D_{n,e,Atr} = \pm 25$ à 30 dB

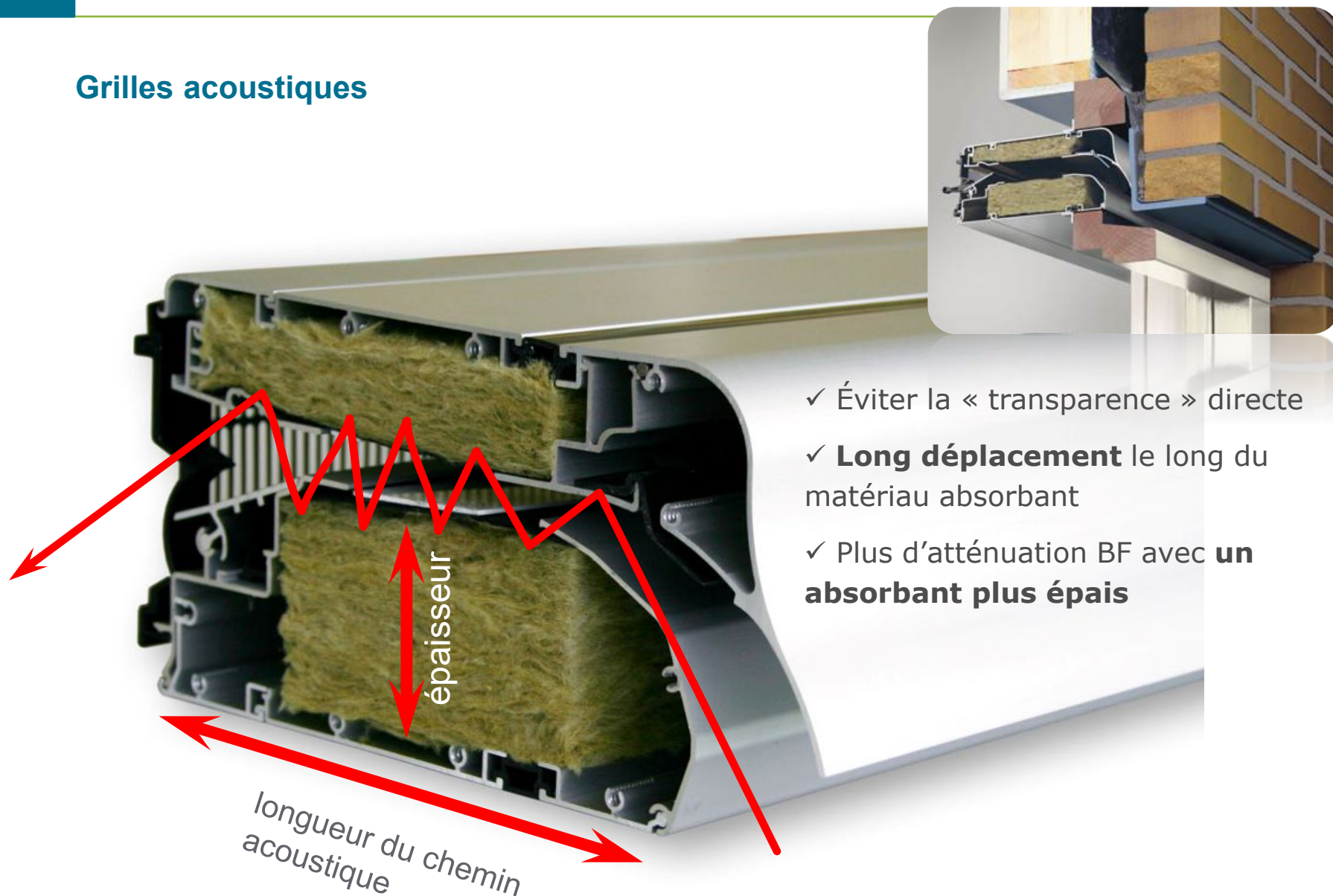
Fiche technique :
 $D_{n,e,w} + C_{tr}$ (position **ouverte**)



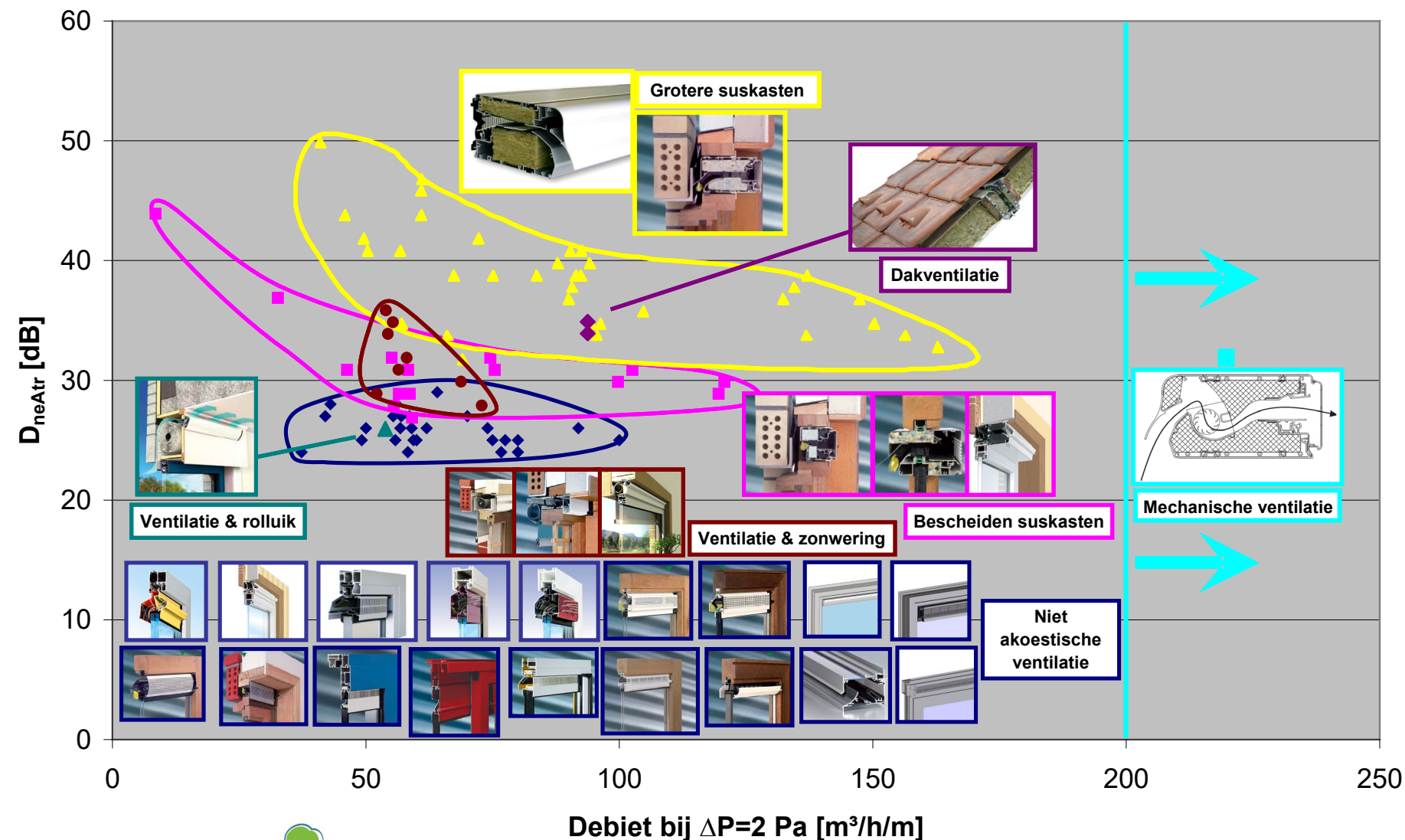
Valeur $D_{ne} \approx$ Valeur $R + 10$ dB



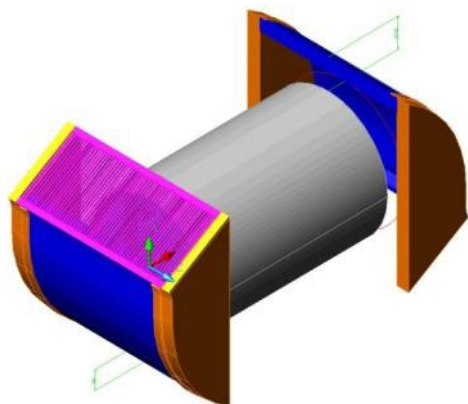
Grilles acoustiques



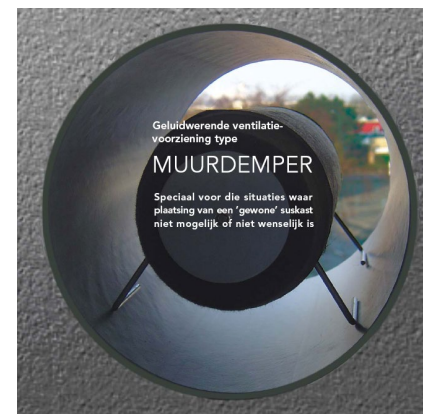
Insonorisation versus débit d'air



Grilles murales acoustiques



- ✓ *Plus long chemin acoustique*
- ✓ *Absorbant plus épais*



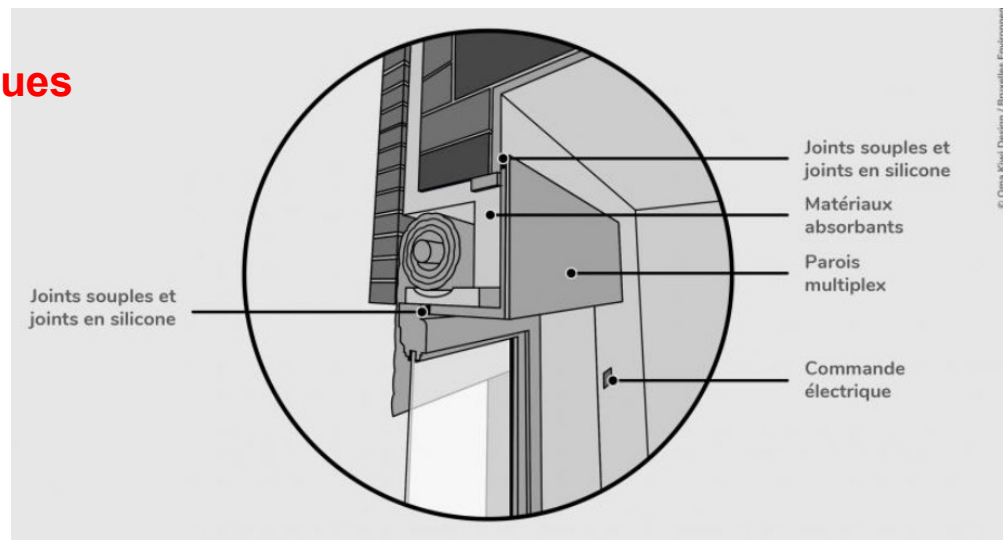
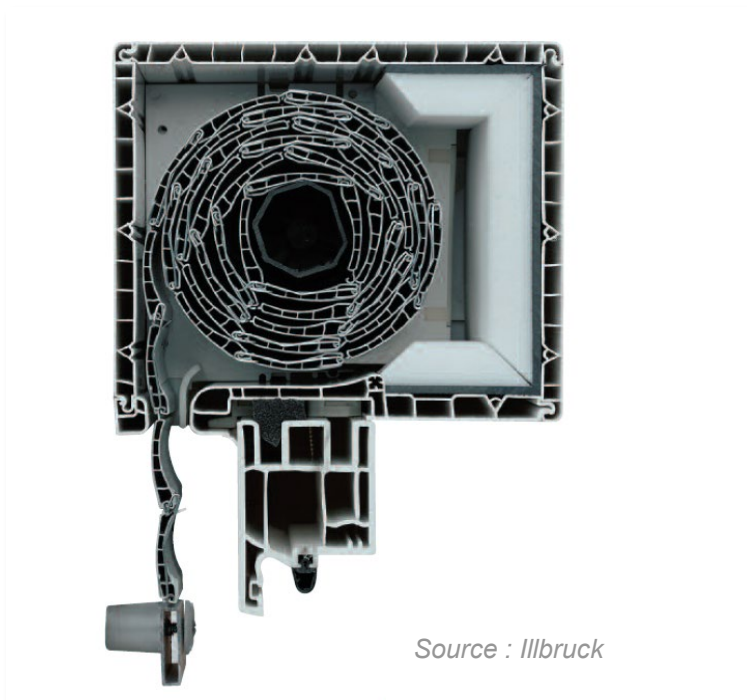
CAISSONS DE VOLET ROULANT

Points d'attention

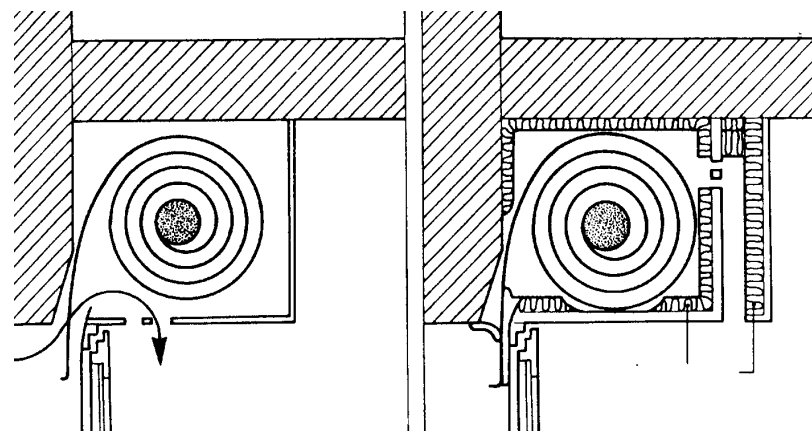
- ▶ Raccords le coffre et la maçonnerie
- ▶ Passages du volet et du ruban



CAISSONS DE VOLET ROULANT

Caissons de volet roulant **acoustiques**

Source : Acoustique des autres éléments de façade | Guide Bâtiment Durable



Mêmes principes pour le caisson de volet roulant ou de screens **avec dispositif de ventilation** :
Allongement de la longueur du chemin acoustique, matériau absorbant, alourdissements et raccords étanches



Murs de façade légers

Importance des maillons faibles !

$$R'_{Attr} = -10 \log \left(\sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Attr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Attr,i}}{10}} \right)$$



R _w	BOUWELEMENTEN
< 20 dB	Fuites (ouvertures) Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters – Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand, Grilles de ventilation – Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie
25 à 30 dB	Panneaux de remplissage légers Dakkoepels uit polycarbonaat – Lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie Toits légers – Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen Fenêtres traditionnelles – Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie Toits traditionnels – Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)
30 à 35 dB	Murs de façade en bois Ontdubbelde wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de Normale, geluiddempende ventilatieroosters
> 40 dB	Grilles de ventilation acoustiques Gewone akoestische beglazingen Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A) Vitrages acoustiques Gewelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte) – Gewelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte)
> 50 dB	Maçonnerie traditionnelle Suskasten met hoge prestaties, akoestische muurventilatieroosters Traditioneel metselwerk (6 cransels) met baksteen met of zonder thermische isolatie, Murs de béton – Zwaar metselwerk Ontdubbelde vensterconstructies Betonwanden, betonnen dakconstructies



- Toits, parois à ossature
- Manque inhérent de masse
- Optimisation acoustique grâce à un système « masse-ressort-masse » efficace

FORMATION BATIMENT DURABLE – ACOUSTIQUE : CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE – PRINTEMPS 2025



- ▶ Importance des **basses fréquences** dans un environnement urbain ($+C_{tr}$)
- ▶ L'isolation acoustique de la **façade in situ** est exprimée en D_{Atr}
- ▶ Les performances acoustiques des **éléments de façade**, déterminées en laboratoire, sont exprimées en R_{Atr} ou D_{neAtr} ($< 1 \text{ m}^2$)
- ▶ La norme **NBN-S01-400-1** impose des exigences pour l'isolation acoustique des façades et des éléments de façade (outil de conception) pour les **immeubles d'habitation**
- ▶ Les **ouvertures de la façade** (fenêtres, grilles, caissons de volet roulant) déterminent généralement l'isolation acoustique réalisable de la façade.
- ▶ Pour optimiser des éléments de façade faibles, un **renfort**, un **découplage** et l'ajout d'une **absorption** sont nécessaires (système masse-ressort-masse)





Guide Bâtiment Durable

- ▶ [Acoustique des fenêtres | Guide Bâtiment Durable](#)
- ▶ [Acoustique des autres éléments de façade | Guide Bâtiment Durable](#)
- ▶ [Acoustique d'une paroi légère métallique | Guide Bâtiment Durable](#)
- ▶ [Acoustique des toitures | Guide Bâtiment Durable](#)



Sites internet

- ▶ [Quiet.brussels: Plan de prévention et de lutte contre le bruit et les vibrations en milieu urbain \(environnement.brussels\)](#)
- ▶ [Bruit : état des lieux | Bruxelles Environnement pour les professionnels - Bruxelles Environnement](#)
- ▶ [Le confort acoustique dans les habitations : quelle protection contre le bruit d'avions ? \(Pratique\). \(Pratique\). \(buildwise.be\)](#)
- ▶ [Mise à jour du Vademecum du bruit routier urbain | CRR \(brr.be\)](#)
- ▶ [Acoustique du bâtiment : normes en Belgique \(buildwise.be\)](#)
- ▶ [De nouveaux critères acoustiques pour les vitrages. \(buildwise.be\)](#)
- ▶ [Quels critères acoustiques pour les vitrages ? \(buildwise.be\)](#)
- ▶ [Détection des fuites avec SoundCam - YouTube](#)
- ▶ [Amélioration acoustique des façades légères. \(buildwise.be\)](#)
- ▶ [Isolation acoustique des toitures à versants. \(buildwise.be\)](#)
- ▶ [Isolation des toitures en tuiles et en ardoises aux bruits aériens. \(Pratique\). \(buildwise.be\)](#)





Normes et littérature

- ▶ NBN S 01-400-1: 2022 Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation
- ▶ NBN S 01-400-2: 2012 Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires.
- ▶ NBN S 01-400: 1977 Critères de l'isolation acoustique
- ▶ NBN EN 12354-3: 2000 Acoustique du bâtiment - Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments - Partie 3 : Isolement aux bruits aériens venus de l'extérieur
- ▶ NBN EN 14351-1:2006+A2:2016 Fenêtres et portes. Norme produit, caractéristiques de performance - Partie 1: Fenêtres et blocs portes extérieurs pour piétons
- ▶ Bouwakoestiek, Hogere Cursus Akoestiek, KVIV, G. Vermeir, 2003
- ▶ Noise and vibration control, L.L. Beranek, 1988



Guidance technologique Ecoconstruction en Région de Bruxelles-Capitale

Le confort acoustique dans les habitations: nouvelles exigences et concepts constructifs

Êtes-vous un professionnel du bâtiment à Bruxelles...

- Actif dans le domaine **de la construction durable et construction 4.0**
- Qui s'investi dans **les techniques de construction neuves et innovantes**
- Désireux d'augmenter **votre compétence, votre rendement et votre part de marché?**

Êtes-vous à la recherche ...

- d'un **support technologique** professionnel
- d'**informations** sur le marché **indépendantes et fiables**
- de possibilités de **financement** et de **subsidés**
- de **sessions d'informations** sur les nouvelles technologies au sein de votre secteur

pour développer et réaliser **votre idée innovante ?**



Votre partenaire
en innovation, la
construction 4.0 et la
construction durable

UN SERVICE DU

Buildwise

EN COLLABORATION AVEC

Confédération Construction
Bruxelles-Capitale
Construction, Energie & Investissement

AVEC LE SOUTIEN DE

innoviris.brussels
empowering research



Guidance technologique Ecoconstruction en Région de Bruxelles-Capitale

Le confort acoustique dans les habitations: nouvelles exigences et concepts constructifs

Vous cherchez une réponse par exemple sur...

- Puis-je proposer les **toitures multidisciplinaires** et les **façades vertes** à mes clients en tant qu'alternative durable?
- Comment les **techniques numériques** telles que la numérisation 3D, l'impression 3D et les robots peuvent-elles améliorer la **productivité** de mon entreprise?
- Existe-t-il des **systèmes innovants de ventilation** qui garantissent une bonne qualité de l'air intérieur et de la santé lors de rénovations **en milieu urbain**?
- Comment adapter mes **techniques de rénovation** pour pouvoir proposer à mes clients, **en un temps record, une habitation presque zéro énergie**?
- Comment améliorer **acoustiquement** mes produits pour élargir mon segment de marché?
- Avec quels concepts et technologies puis-je **améliorer** aussi bien **le confort et la performance énergétique** des bâtiments?
- Quelle **technologie-SMART** pour la gestion de bâtiment puis-je offrir à mes clients comme service supplémentaire?
- Comment puis-je **diminuer l'impact environnemental** de mes matériaux?



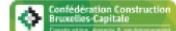
SUSTAINABLE BUILDING INNOVATION



Votre partenaire
en innovation, la
construction 4.0 et la
construction durable

UN SERVICE DU

Buildwise

EN COLLABORATION AVEC

Confédération Construction
Bruxelles-Capitale
Construction, Energie & Investissement

AVEC LE SOUTIEN DE

innoviris.brussels
empowering research



Guidance technologique Ecoconstruction en Région de Bruxelles-Capitale

Le confort acoustique dans les habitations: nouvelles exigences et concepts constructifs



Souhaitez-vous bénéficier gratuitement de cette assistance? Appelez ou écrivez-nous encore aujourd'hui!



C-TECH c/o CSTC

Guidance Technologique "Ecoconstruction" Bruxelles

Rue Dieudonné Lefèvre 17

1020 Bruxelles



Téléphone : 02 655 77 11

E-mail : c-tech.brussels@bbri.be

www.c-tech.brussels



Votre partenaire
en innovation, la
construction 4.0 et la
construction durable

UN SERVICE DU



EN COLLABORATION AVEC



AVEC LE SOUTIEN DE



Debby WUYTS

Chef du laboratoire Acoustique

Buildwise Limelette

 + 32 2 655 77 11

 dw@buildwise.be

 **Buildwise**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

