

# FORMATION BATIMENT DURABLE

ACOUSTIQUE : CONCEPTION  
ET MISE EN OEUVRE

PRINTEMPS 2023

**Isolation acoustique des façades**





- ▶ 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



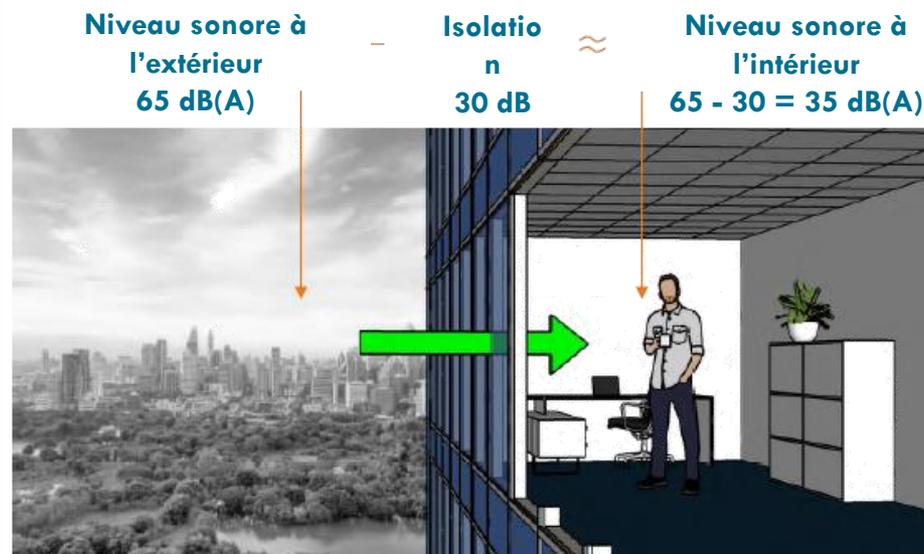
### Cinq thématiques à aborder

- ▶ 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



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

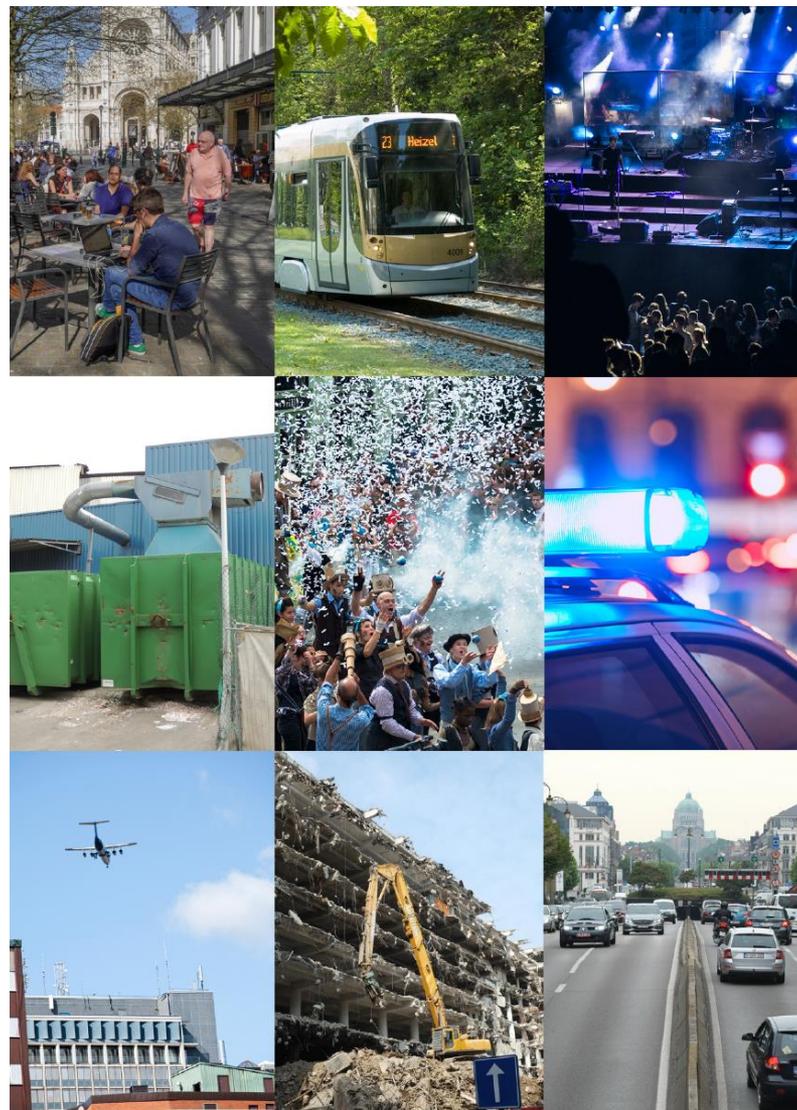


## Bruit extérieur

### ► **Bruit conjoncturel**

- Discothèques, salles de sport, établissements horeca, écoles, etc.
- Équipements (climatisation, pompes à chaleur, bruit de chantier...)
- Bruit ménager (enfants jouant, chiens aboyant, tondeuse à gazon, musique...)
- Kermesses, marchés, concerts, sirènes... (voie publique)

### ► **Bruit de la circulation**



Sources :

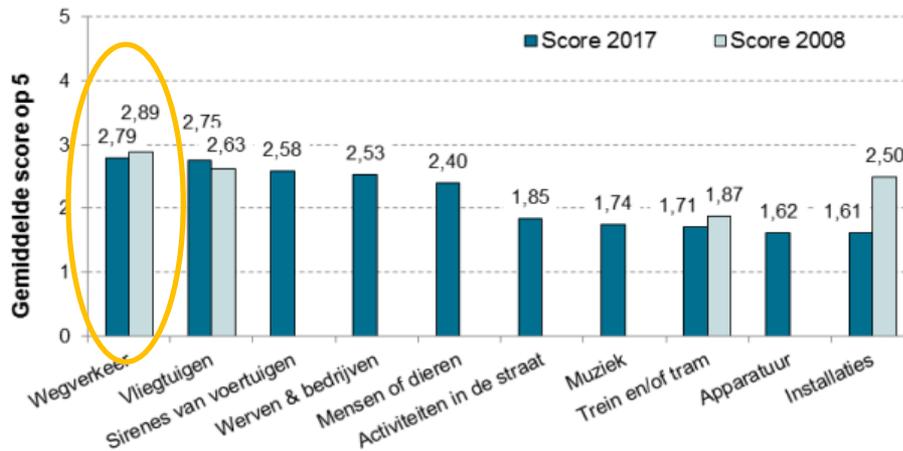
[Perception des nuisances acoustiques en Région de Bruxelles-Capitale \(environnement.brussels\)](#)

[Quiet.brussels: Plan de prévention et de lutte contre le bruit et les vibrations en milieu urbain \(environnement.brussels\)](#)

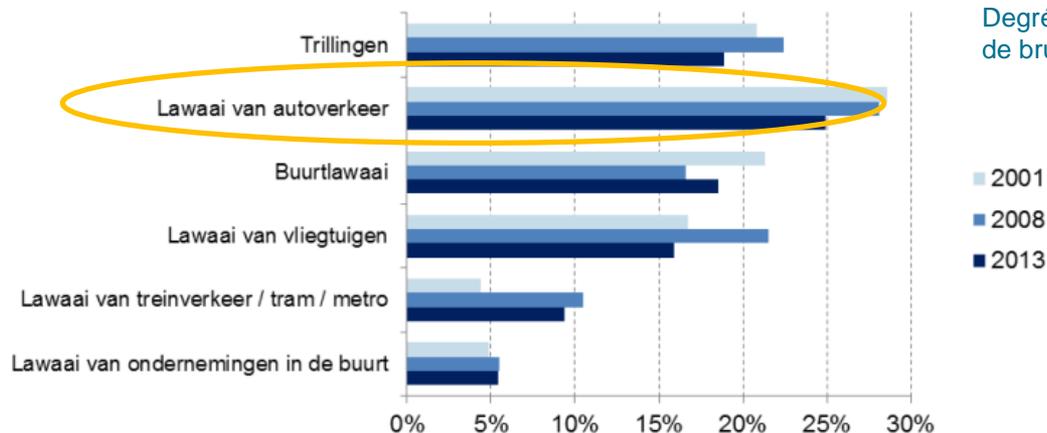


## Bruit de la circulation routière

### ► Région de Bruxelles-Capitale



Pourcentage de la population (15 ans et plus) gravement gênée par le bruit ou les vibrations



Degré de nuisance dans la vie quotidienne dû à des sources de bruit spécifiques

Source : Perception des nuisances acoustiques en Région de Bruxelles-Capitale ([environnement.brussels](http://environnement.brussels))

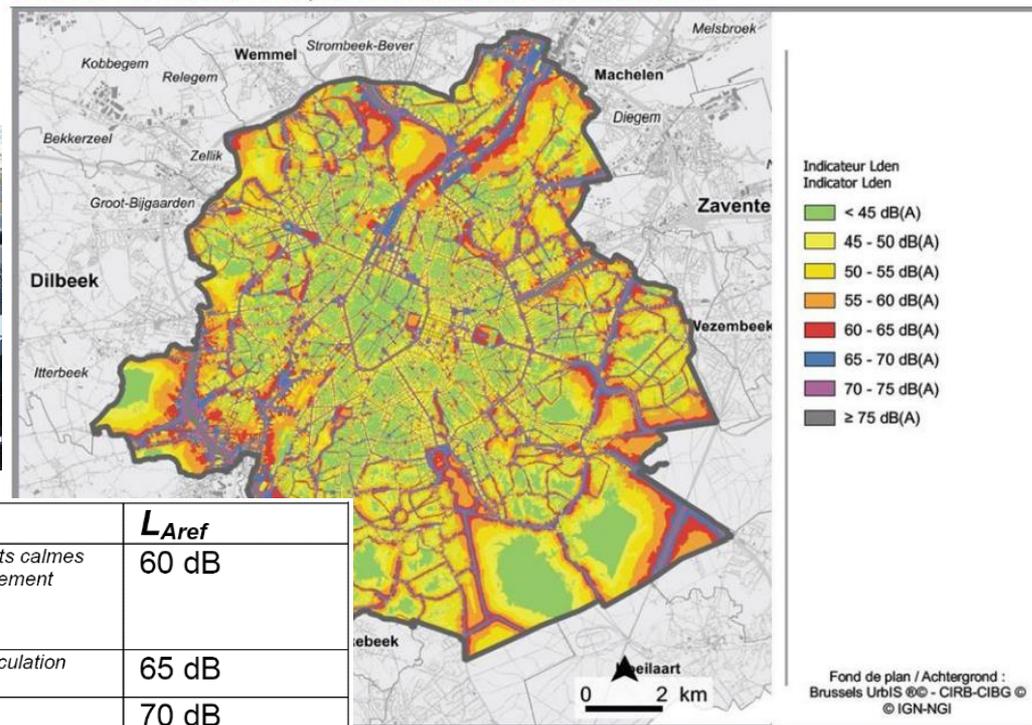


## Bruit de la circulation routière

- 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](http://leefmilieu.brussels))

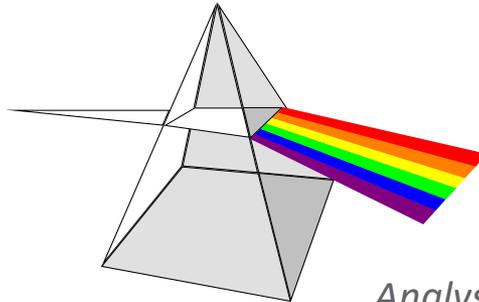
Description des classes de bruit extérieur selon NBN S 01-400-1:2022



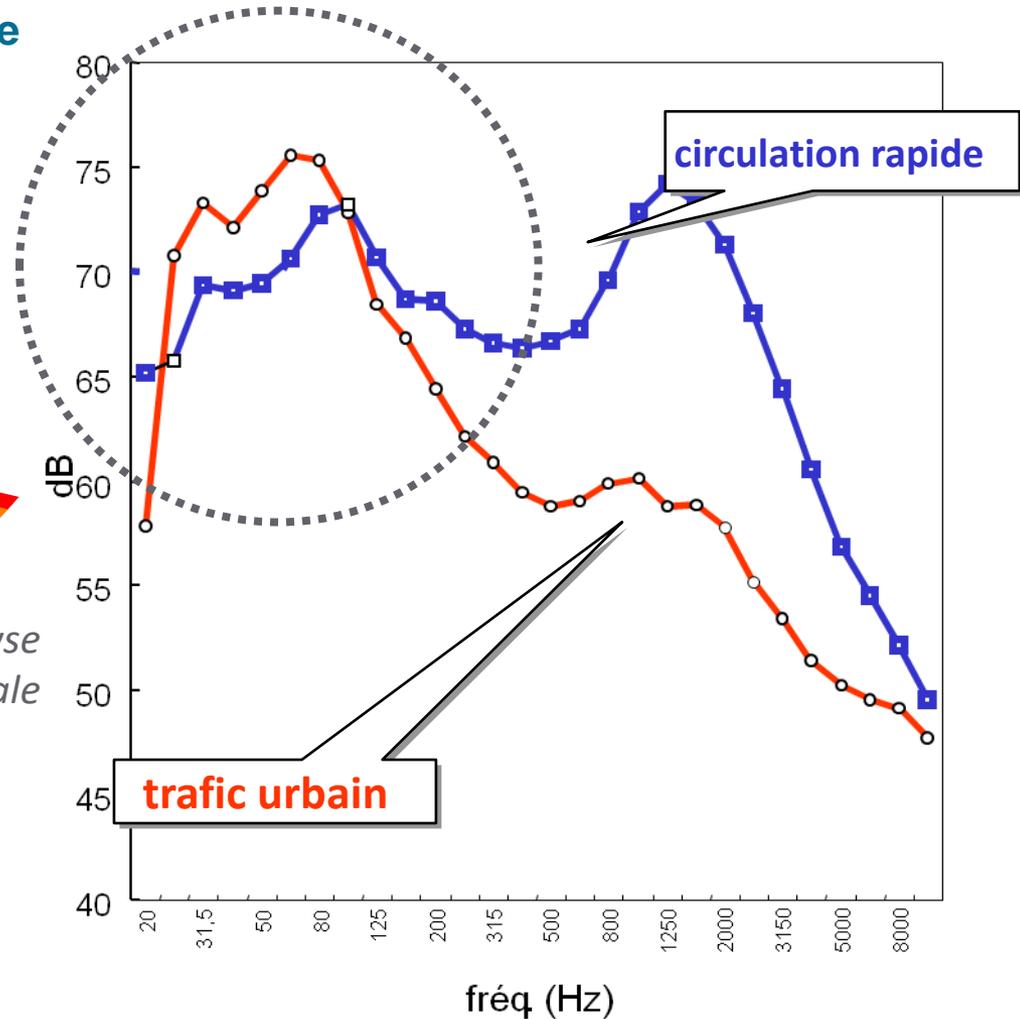
## Bruit à basses fréquences typique

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

Niveau sonore global

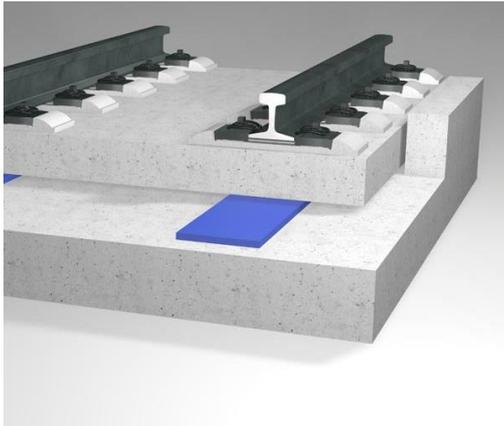


Analyse spectrale



## Approche progressive

- ▶ Mesures orientées vers la source
- ▶ Intervention sur la voie de transmission



[Vibration isolation in rail traffic - KRAIBURG PuraSys \(kraiburg-purasys.com\)](https://www.kraiburg-purasys.com)

[Vademecum du bruit routier urbain | Site officiel de Bruxelles Environnement - Bruxelles Environnement](https://www.bruxellesenvironnement.be)



# ISOLATION ACOUSTIQUE INTÉRIEURE-EXTÉRIEURE

## Approche progressive

- ▶ Protection par le bâtiment
  - Planification (espaces tampons, façades calmes)
  - **Isolation acoustique de l'enveloppe du bâtiment**



## 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 plan de la façade

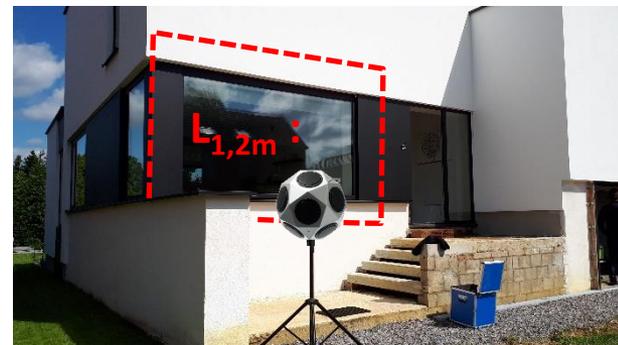
$L_2$  : Niveau de réception à l'intérieur [dB]

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	37.3	35.5
5000	36.3	

\* minimal value (due to background noise)

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

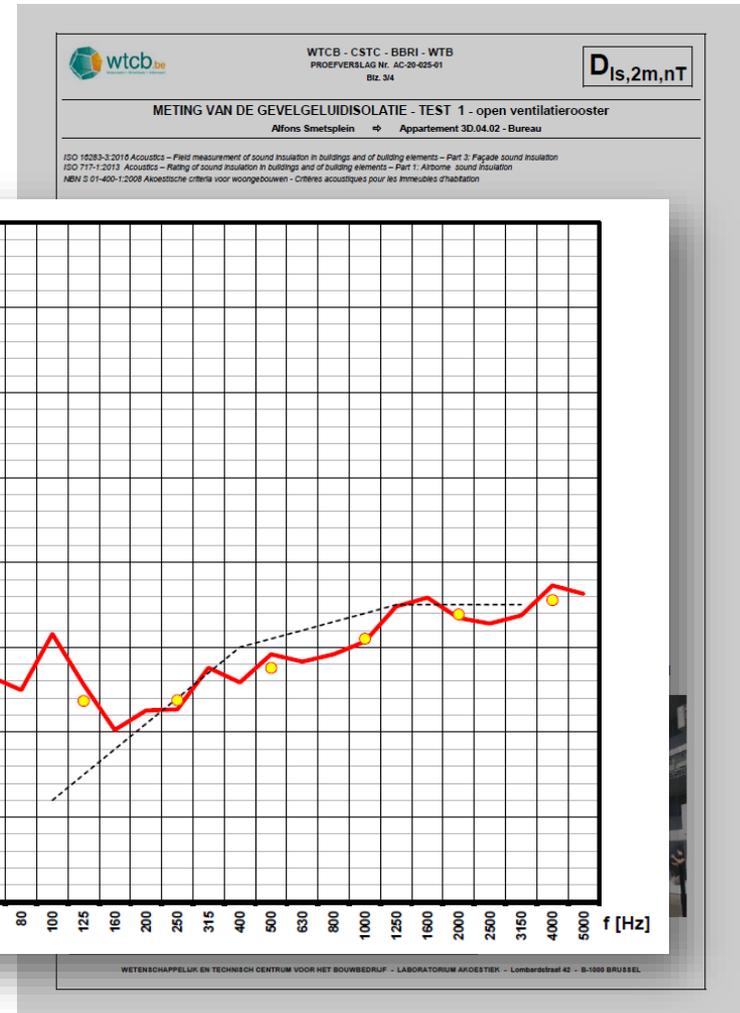
31 (0;-2) dB

[ 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

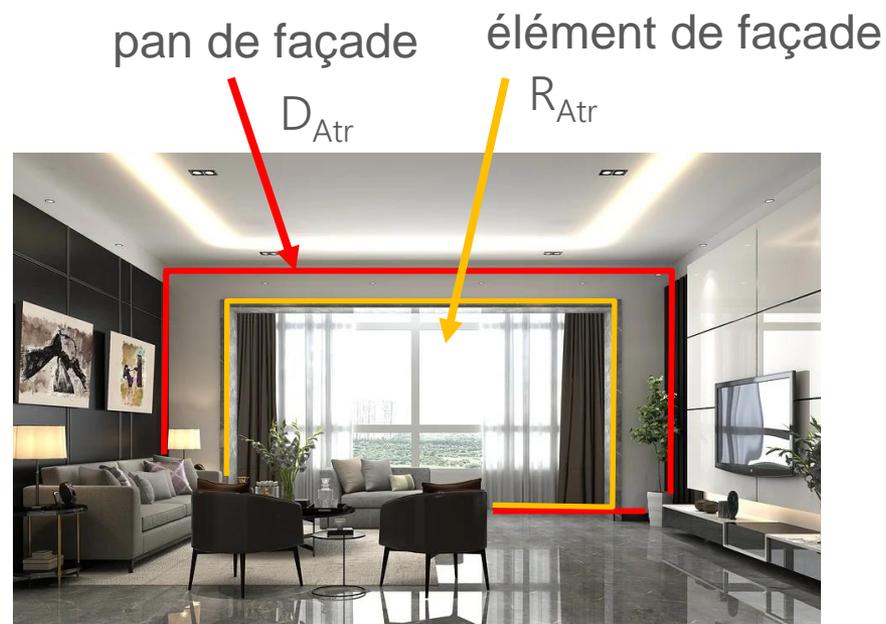
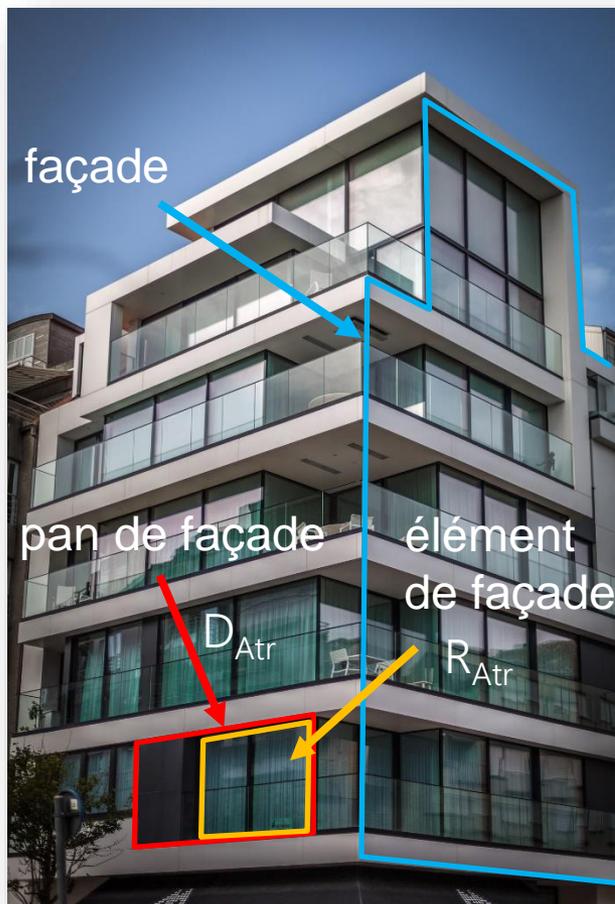
## OPTIMISATION ACOUSTIQUE

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



## NBN S 01-400-1:2022

- Quelques notions importantes



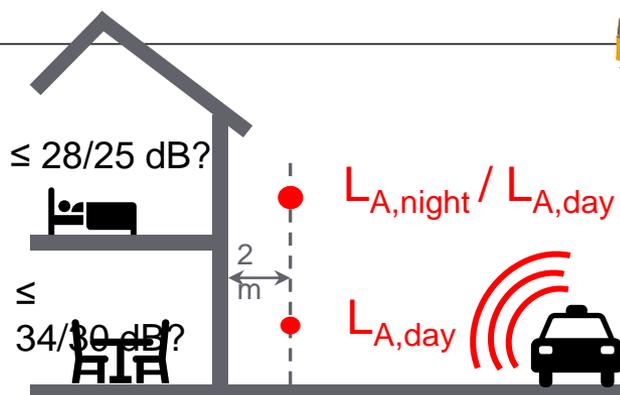
## IMMEUBLES D'HABITATION

## 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 $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}^a$		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$
	$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}^c$		



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**

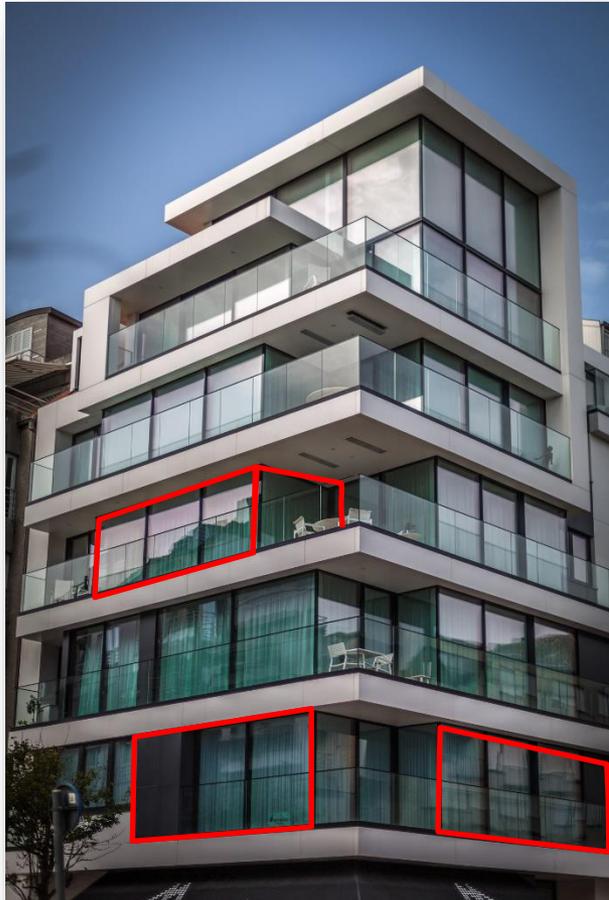
Local à protéger	A	B	C
exigence supplémentaire pour galeries ou escaliers extérieur(e)s utilisés en commun vers locaux susmentionnés <sup>b</sup>	$D_{2m,A} \geq 44 \text{ dB}$		$D_{2m,A} \geq 40 \text{ dB}$

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



**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

$L_{Aday} / L_{Anight}$



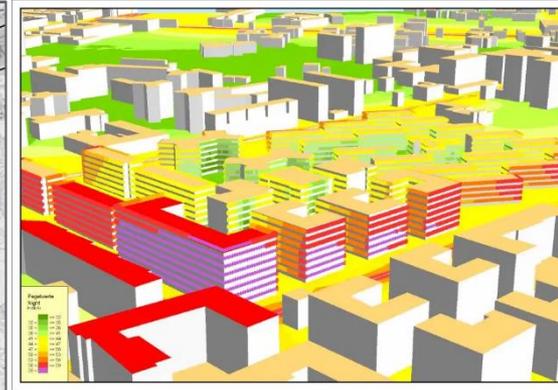
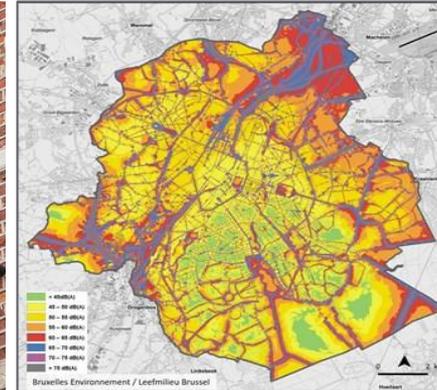
Exigence pour chaque  
pan de façade

$D_{Atr}$



## 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)

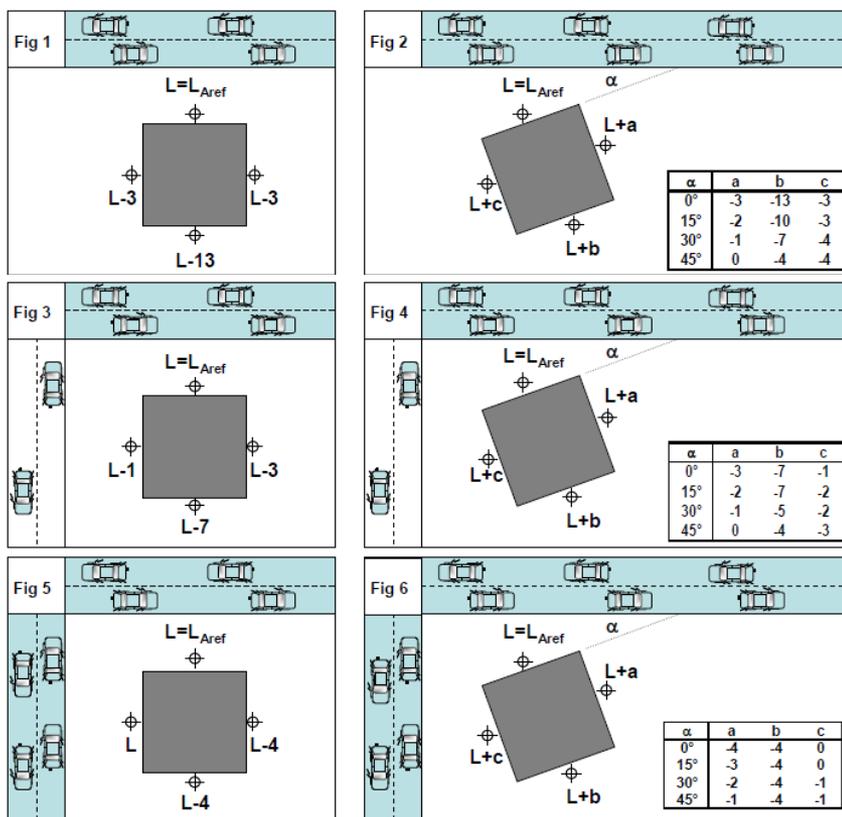


Source :  
SoundPLAN



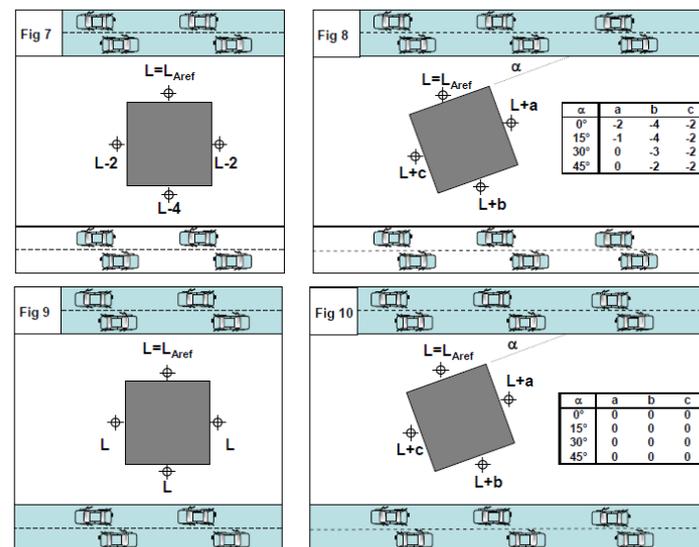
## NBN S 01-400-1:2022

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



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

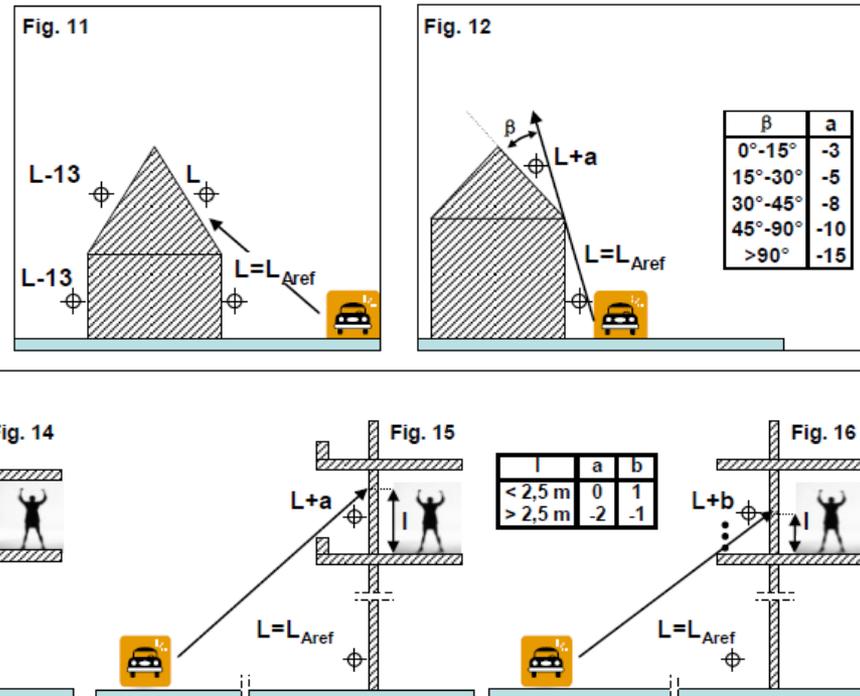
Utilisable pour le bruit ambiant dû au trafic routier ou ferroviaire



## NBN S 01-400-1:2022

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

Description type	$L_{Aref}$
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.	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.	$\geq 77$ 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 $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}^a$		$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28 \text{ dB}^a$
	$D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}^c$		



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

Pour les chambres :

- aussi bien exigence de jour qu'exigence de nuit ( $L_{A,day}$ ,  $L_{A,night}$ )
- 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 : calcul de  $L_{A,day} = 72$  dB

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



- Classe A/B :  $D_{Atr} \geq 38$  dB (= 65 - 30 + 3)
- Classe C :  $D_{Atr} \geq 34$  dB (= 65 - 34 + 3)

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



## NBN S 01-400-1:2022

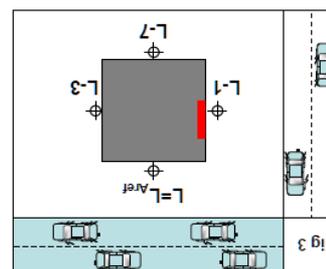
- ▶ Exemple 1 : salon, 2 pans de façade

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

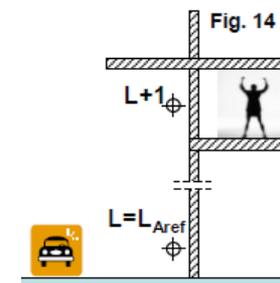
Local à protéger	A	B	C
séjour, salle à manger, cuisine, bureau et chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 30 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 32 \text{ dB}$		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34 \text{ dB}^a$ et $D_{Atr} \geq 28 \text{ dB}$
chambre à coucher	$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 25 \text{ dB}^a$		$D_{Atr}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



1. Façade la plus chargée
2. Mesurer  $L_{Aref,day}$  (= option 1)
3.  $L_{A,day}$  sur base des figures :  $68 - 1 = 67 \text{ dB}$
4. Classe C :  $D_{Atr} \geq 36 \text{ dB}$  ( $= 67 - 34 + 3$ ) → 2 dB plus sévère.



$L_{A,day} = 67 \text{ dB}$



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



## NBN S 01-400-1:2022

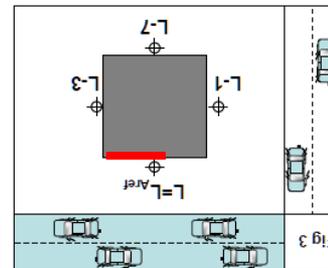
- ▶ Exemple 2 : chambre, 1 pan de façade ( $L_{Amax,3x,night} < 70$  dB)



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

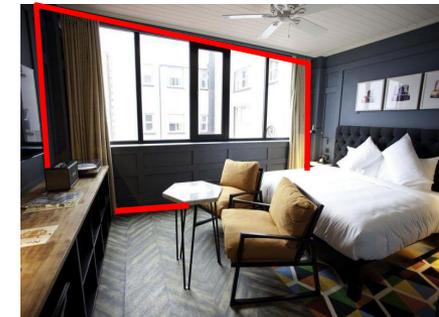
Classe	Description type	$L_{Aref,day}$	$L_{Aref,night}$
1	le long de la plupart des chemins calmes, champêtres, dans les lotissements calmes avec circulation locale, dans les rues en ville avec un trafic locale et réduit	60 dB	55 dB
3	trafic intense et lourd	70 dB	65 dB
4	le long de la plupart des rues 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	$\geq 77$ dB	$\geq 72$ 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 <sup>a</sup> et $D_{Atr} \geq 32$ dB		$D_{Atr} \geq L_{A,day} - 34$ dB <sup>a</sup> et $D_{Atr} \geq 28$ dB
chambre à coucher			$D_{Atr} \geq L_{A,night} - 28$ dB <sup>a</sup>
			$D_{Atr} \geq 34$ dB <sup>c</sup>



- ✓ Exigence jour (classe C) :  $D_{Atr} \geq 36$  dB (=70-34)  
→ Sur base de mesures :  
 $L_{A,ref,day} = 68$  dB  
 $D_{Atr} \geq 34$  dB (=68-34)  
→ 2 dB moins sévère
- ✓ Exigence nuit (classe C) :  $D_{Atr} \geq 37$  dB (=65-28)

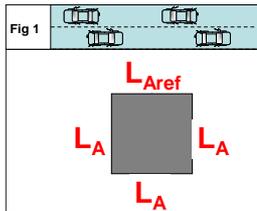
Exigence la plus sévère =  
déterminante



## NBN S 01-400-2:2012

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

$m = 3$  dB si plusieurs plans de façade « faibles »



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

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

	Exigence normale	Exigence accrue
plaines de jeux	$D_{Atr} \geq 34$ dB	$D_{Atr} \geq 38$ dB
Plaines de jeux couvertes	$D_{Atr} \geq 38$ dB	$D_{Atr} \geq 42$ 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

*Norme belge*

**NBN S 01-400-2**  
1<sup>er</sup> 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)

CDU: 534.69 **NORME BELGE**

<b>ACOUSTIQUE</b>	<b>NBN S 01-401</b>
VALEURS LIMITES DES NIVEAUX DE BRUIT EN VUE D'ÉVITER L'INCONFORT DANS LES BÂTIMENTS	
Grenswaarden voor de geluidsniveaus in gebouwen	
Zulässige Schalpegel in Gebäuden	
Maximal noise levels in buildings	

2<sup>e</sup> éd., novembre 1987

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

CDU: 534.65 **NORME BELGE - BELGISCHE NORM**

<b>ACOUSTIQUE</b>	<b>ACOUSTIEK</b>	<b>NBN S 01-400</b>
CRITÈRES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE		
KRITERIA VAN DE ACOESTISCHE ISOLATIE		
Sound insulation		Registre de l'Etat
Schalldämmung		20-2018 - Léopold 1977
Documents à consulter :		Te raadplegen documenten :
NBN S 01-400 (1977) - Acoustique - Méthode en laboratoire de l'insonie d'effort		NBN S 01-400 (1977) - Acoustiek - Meetmethode in laboratorium van de geluidsoverlast
NBN S 01-400-1 (1987) - Acoustique - Méthode en laboratoire de l'insonie d'effort		NBN S 01-400-1 (1987) - Acoustiek - Meetmethode in laboratorium van de geluidsoverlast

2063 76/16

**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

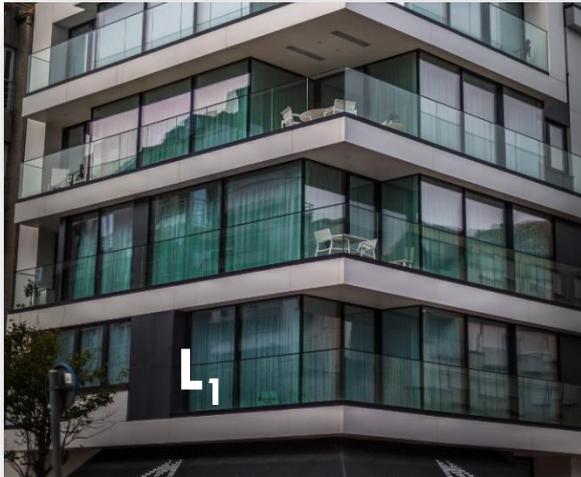
- Formule de prévision ISO 12354-3

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

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

ISOLATION ACOUSTIQUE COMPOSEE

FORME

SURFACE du pan de façade  
VOLUME de la pièce

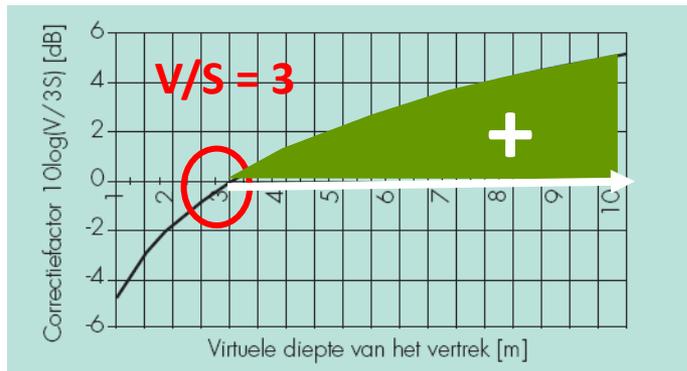
## MÉTHODE DE PRÉVISION

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

- Influence du local

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

**SURFACE** du plan de façade  
**VOLUME** de la pièce



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



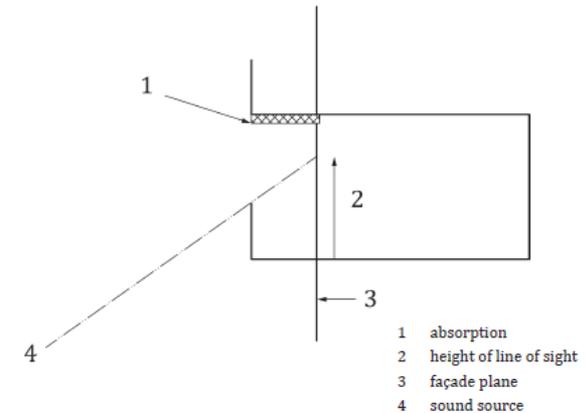
## MÉTHODE DE PRÉVISION

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

- Influence de la forme de la façade

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

$= 0$  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.

$\Delta L_{fs}$ dB	1 plane	2 gallery			3 gallery			4 gallery			5 gallery		
absorption roof ( $\alpha_w$ ) $\Rightarrow$	does not apply	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	0,6	$\geq 0,9$
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

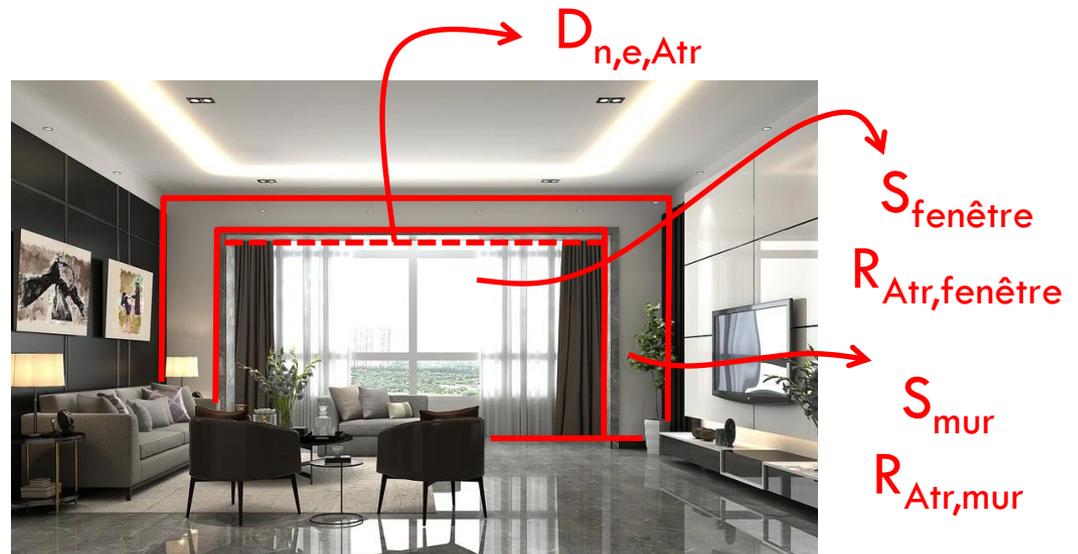
- Isolation acoustique composée  $R'_{Atr}$

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

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

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

Le « maillon le plus faible » est déterminant



\*Hypothèse : flancs négligeables



## Isolation acoustique composée $R_{Atr}$

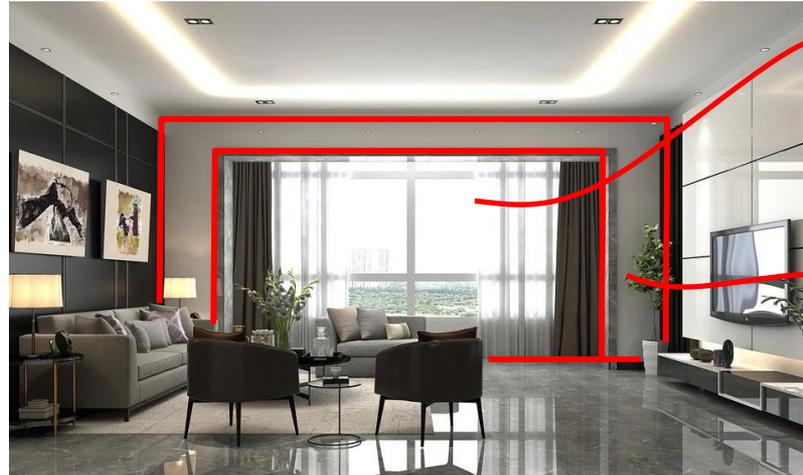
- ▶ Exemple de calcul (sans grille de ventilation)

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

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

	S	$R_{Atr}$
Mur	2 m <sup>2</sup>	51 dB
Fenêtre	8 m <sup>2</sup>	37 dB
Plan de façade	10 m <sup>2</sup>	<b>38 dB</b>
<i>(rekenkundig gemiddelde : 40 dB)</i>		

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 ( $S = 2$  m<sup>2</sup>)
- Fenêtre :  $R_w (C;C_{tr}) = 40 (-1;-3)$  dB,  $R_{Atr} = 37$  dB ( $S = 8$  m<sup>2</sup>)
- 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 :  $R_{Atr} = ?$

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

	S	$R_{Atr}$
Mur	2 m <sup>2</sup>	51 dB
Fenêtre	8 m <sup>2</sup>	37 dB
Grille	1 stuk	37 dB
Plan de façade	10 m <sup>2</sup>	<b>34 dB</b>



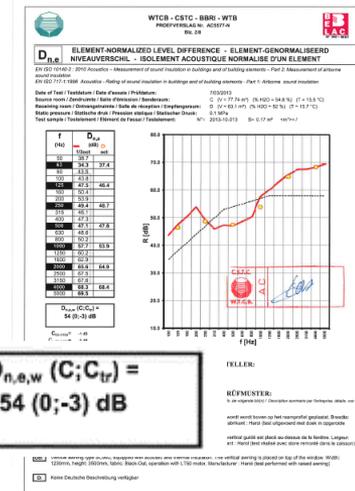
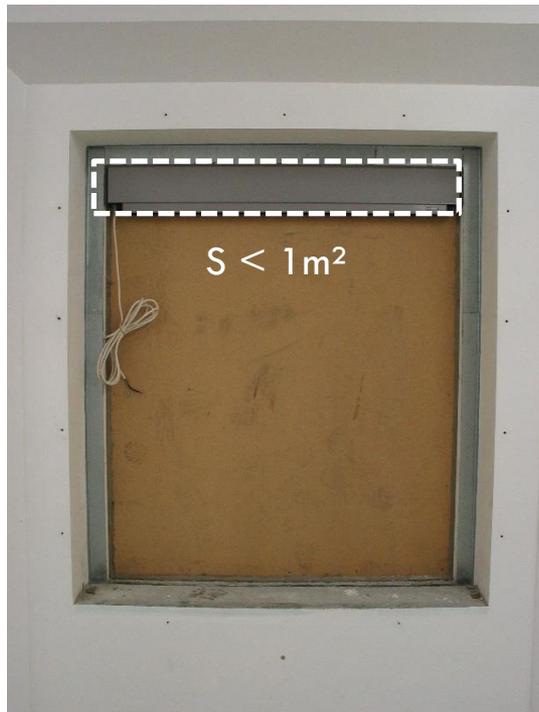
- 4 dB avec grille de ventilation... Malgré la même valeur d'isolation que la fenêtre, ou non ?



# PETITS ÉLÉMENTS DE FACADE

## Performances acoustiques des petits éléments de façade (< 1 m<sup>2</sup>)

- ▶ Élément standardisé différence de niveau  $D_{n,e}$ 
  - grilles de ventilation, caissons de volet roulant...



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

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

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

- Pour les éléments inférieurs à 1 m<sup>2</sup>, 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 une grille  $R_{Atr} = D_{ne,Atr}$  isole donc mieux d'au moins 10 dB....

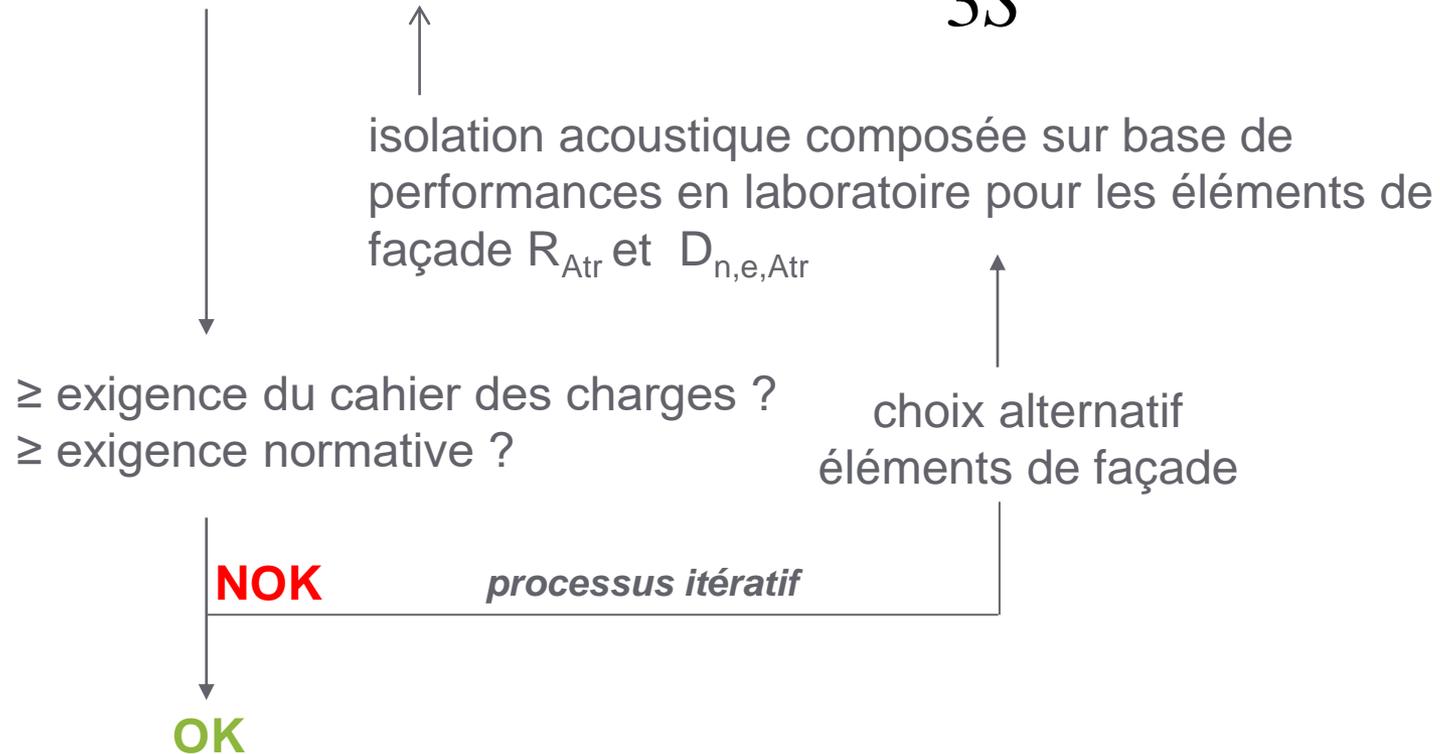


## SÉLECTION DES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

## 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 :  $R_{Atr} \geq ?$ Grilles :  $D_{neAtr} \geq ?$ 

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

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

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

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

$n$  = 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

$V$  [m<sup>3</sup>] = (valeur du) volume du local à protéger

$S_{net}$  [m<sup>2</sup>] = (valeur de) la surface totale des éléments composant le pan de façade, qui possèdent un

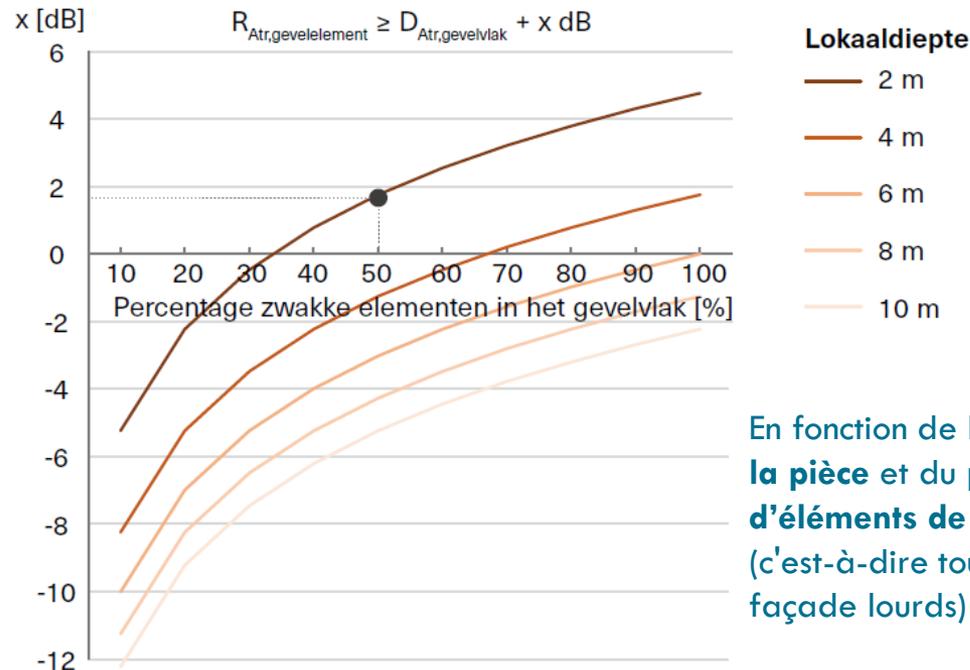
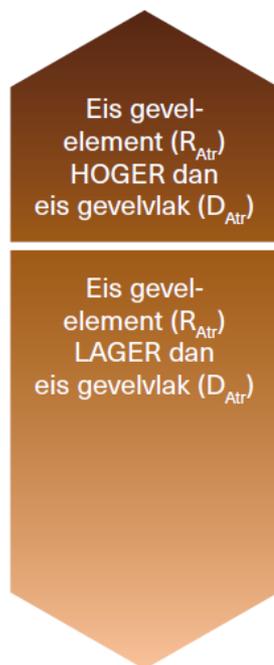
$$R_{Atr} < 48 \text{ dB}$$



## 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)



## 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 \(buildwise.be\)](https://www.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 !**

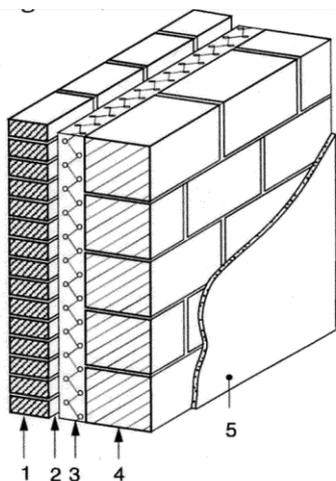
$$R'_{Atr} = -10 \log \left( \sum \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{-\frac{R_{Atr,i}}{10}} + \sum \frac{10}{S_{tot}} 10^{-\frac{D_{n,e,Atr,i}}{10}} \right)$$



R <sub>w</sub>	BOUWELEMENTEN
< 20 dB	<p><b>Fuites</b> (ouvertures)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters</li> <li>- Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand,)</li> </ul> <p><b>Grilles de ventilation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie</li> </ul>
25 à 30 dB	<p><b>Panneaux de remplissage légers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dakkoepels uit polycarbonaat</li> <li>- Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen</li> </ul> <p><b>Toits légers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie</li> <li>- Lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie</li> <li>- Lichte sandwichpanelen met vulling van minerale wol (afhankelijk van de onafhankelijke onderafwerking)</li> </ul>
30 dB	<p><b>Fenêtres traditionnelles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting</li> </ul> <p><b>Toits traditionnels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie</li> <li>- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie (meer dan 30 % van de dagopening ingenomen wordt door de raamconstructie)</li> <li>- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting</li> <li>- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting met als thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)</li> </ul>
30 à 35 dB	<p><b>Murs de façade en bois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontdubbelde wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de</li> <li>- Normale, geluiddempende ventilatieroosters</li> </ul>
> 40 dB	<p><b>Grilles de ventilation acoustiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewone akoestische beglazingen</li> <li>- Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A)</li> </ul> <p><b>Vitrages acoustiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte)</li> <li>- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (betere kwaliteit, grotere dikte)</li> </ul>
> 50 dB	<p><b>Maçonnerie traditionnelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustkasten met hoge prestaties, akoestische muurventilatieroosters</li> <li>- Traditioneel metselwerk (16 cransel) met baksteen, nu al of niet met thermische isolatie, met een dikte van 24 cm</li> <li>- Zwaar metselwerk</li> </ul> <p><b>Murs de béton</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontdubbelde vensterconstructies</li> <li>- Boorwand, betonnen dakconstructies</li> </ul>



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 à la française avec renforts en acier, vitrage 44.2A/20/66.2A	46 dB	(-1;-4) dB	42 dB

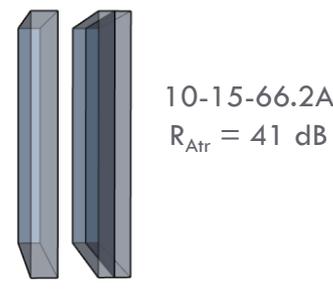
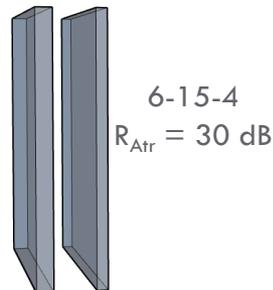
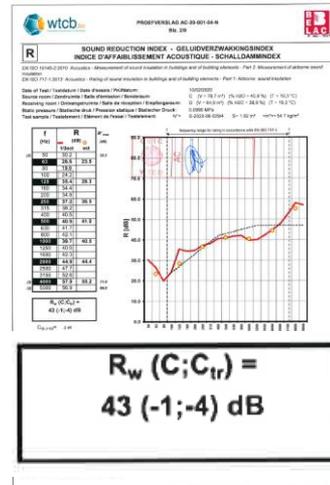
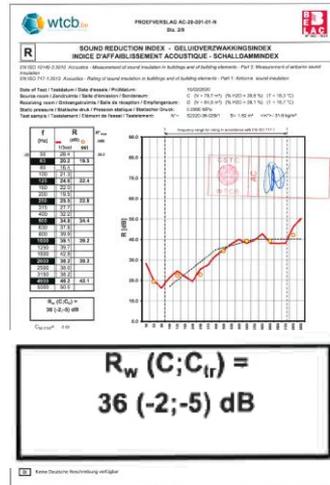
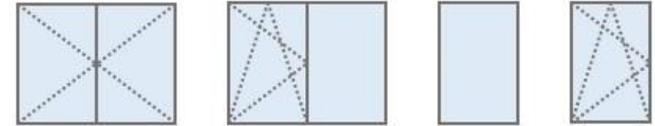


# FENÊTRES

Voir aussi : Acoustique des fenêtres | Guide Bâtiment Durable

## Isolation acoustique $R_{Atr}$ ?

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



Dispositif d'essai pour des fenêtres  
123 x 148



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

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

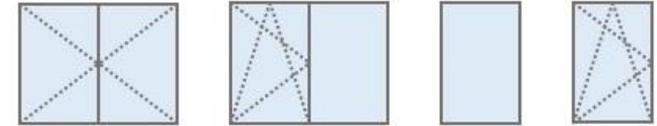


Table B.2 —  $R_w + C_{tr}$  for window based on  $R_w + C_{tr}$  for IGU

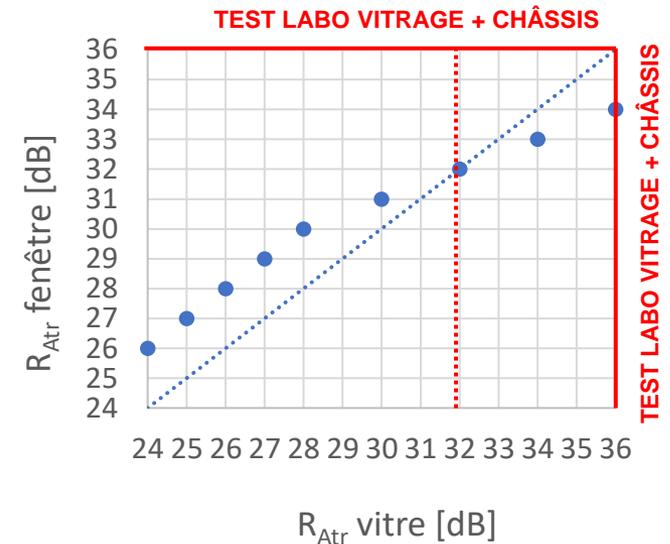
IGU $R_w + C_{tr}$ <sup>a</sup> [dB]	Single windows <sup>b</sup>		Single, sliding windows <sup>c</sup>	
	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required <sup>d</sup>	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required <sup>d</sup>
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30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

<sup>a</sup> Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.

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

<sup>c</sup> Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

<sup>d</sup> Openable windows only.



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



## Isolation acoustique des vitrages

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

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

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

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



Sources:

Round-Robin tests

Valeurs indicatives basées sur de récentes mesures en laboratoire Buildwise

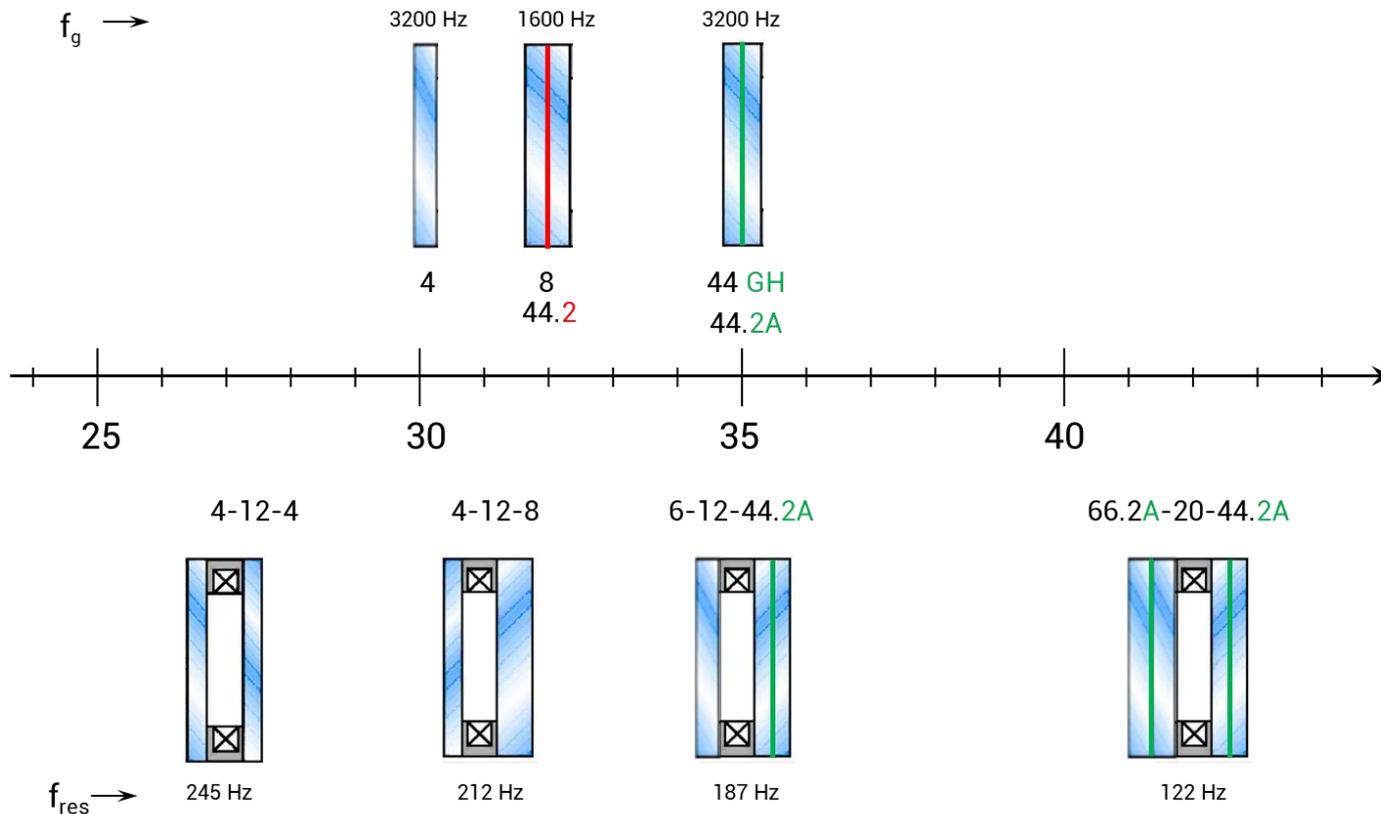
Documentation technique des fabricants de vitrages

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



## Isolation acoustique des vitrages

- ▶ Vitrages simples versus vitrages doubles



**Résonance !**

✓ asymétrie

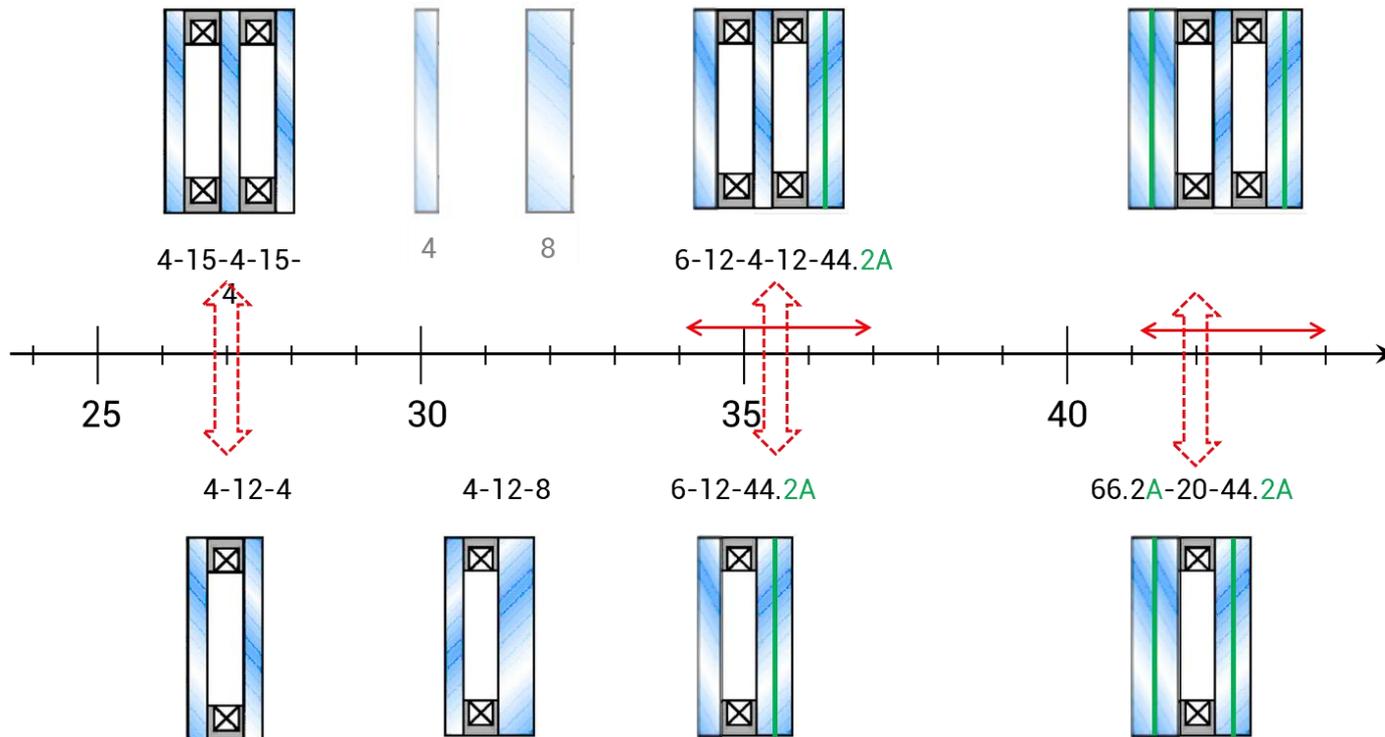
✓ masse supplémentaire (feuilleté)



## Isolation acoustique des vitrages

- ▶ Vitrages triples

**2 x résonance !**



**≈ double vitrage avec la même épaisseur totale (feuilles de verre extérieures)**



## Isolation acoustique des vitrages

### ► Vitrages sous vide



Source : Vitrage sous vide  
FINEO | All-Glas  
Walschaerts (allglas.be)

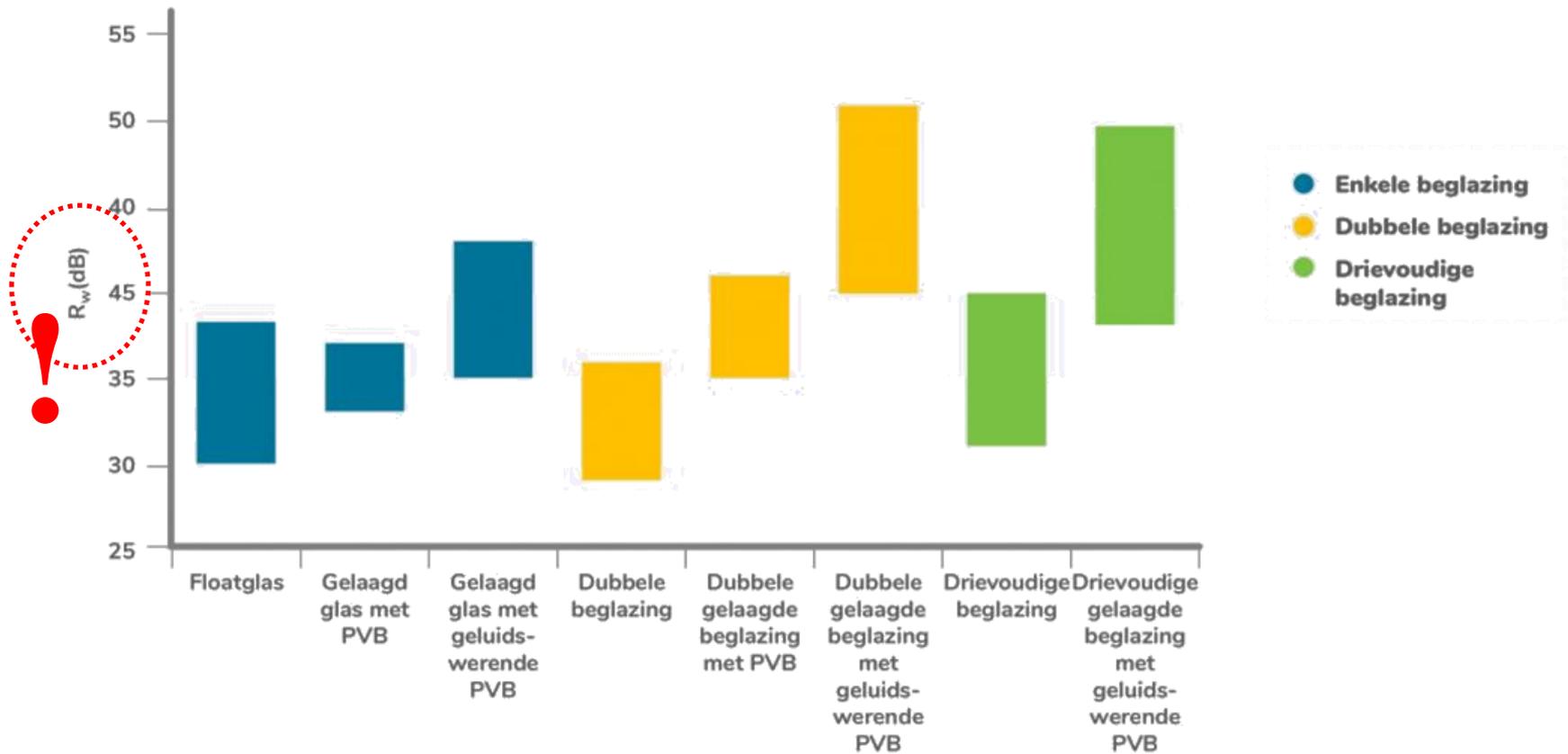


- ❖ Isolation thermique  $\approx$  triples vitrages
- ❖ Avantages acoustiques des vitrages simples (pas de creux d'air)
- ❖ Épaisseur et poids limités (conservation possible des châssis existants)

composition	épaisseur	$R_{Atr}$
4()4	8,1 mm	30 dB
6()4	10,1 mm	33 dB
6()4	12,1 mm	34 dB



## Isolation acoustique des vitrages



Bron: Verbond van de glasindustrie © Leefmilieu Brussel

Source : Acoustique des fenêtres | Guide Bâtiment Durable



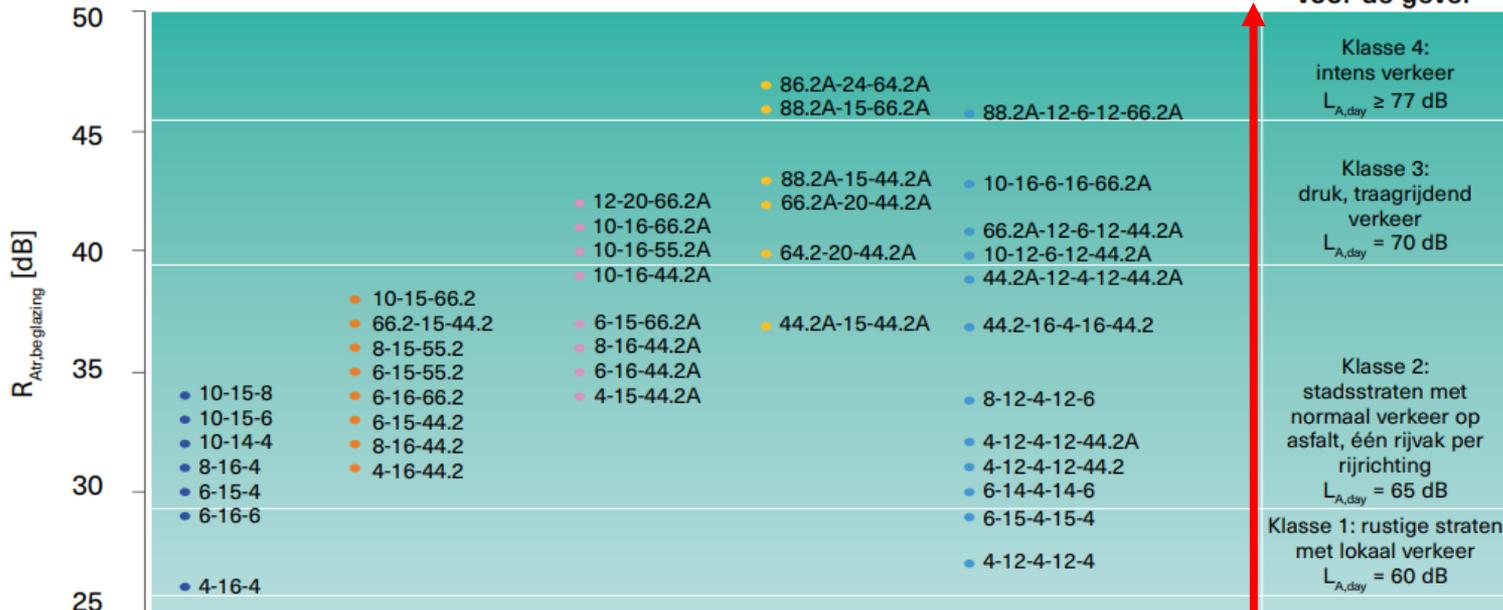
## Choix du vitrage adapté

- ▶ 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  $\geq 4m$
- $m^2$  vitré  $\leq 50\%$

Pour des vitrages individuels  $\leq 3.6m^2$

Geluidsniveau  
vóór de gevel



- Dubbele beglazing
- Dubbele, gelaagde, éénzijdig akoestische beglazing
- Drievoudige beglazing
- Dubbele, gelaagde beglazing
- Dubbele, gelaagde, tweezijdig akoestische beglazing

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



## 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) <sup>a</sup>	
-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

<sup>a</sup> 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



## Nature du profilé de fenêtre

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



alu



bois

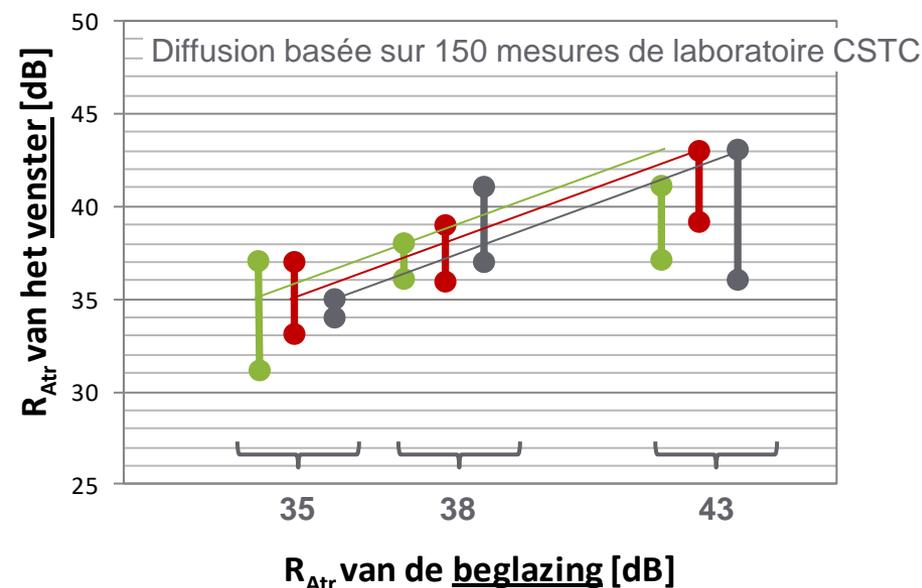


PVC



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

## gewone vensters: vast, draai(-kip)

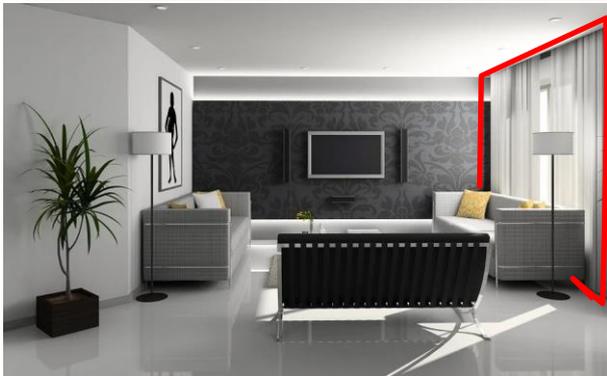


*Ce n'est pas tant le matériau qui compte, mais la forme, les renforts et les joints.  
Pour une isolation acoustique optimale, il est préférable de réduire la surface du profilé/fenêtre à 30 %.*



## Exemple d'application 1

- ▶ Salon, 2 pans de façade



**Exigences strictes pour les façades entièrement vitrées !**

Exigence NBN du plan de façade :  $D_{Atr} \geq 34 \text{ dB}$  (voir retour)

Exigence NBN de la fenêtre ?

- Entièrement vitrée,  $d > 3\text{m}$ , pas de grille de ventilation, façade plane
- $D_{Atr} \approx R_{Atr}$
- Vitrage individuel =  $4 \text{ m}^2 > 2,7 \text{ m}^2$
- Fenêtre :  $R_{Atr} \geq 36 \text{ dB}$  ( $34+2$ ) → **essai en laboratoire**

Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) <sup>a</sup>	
-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

<sup>a</sup> 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.



## Exemple d'application 2

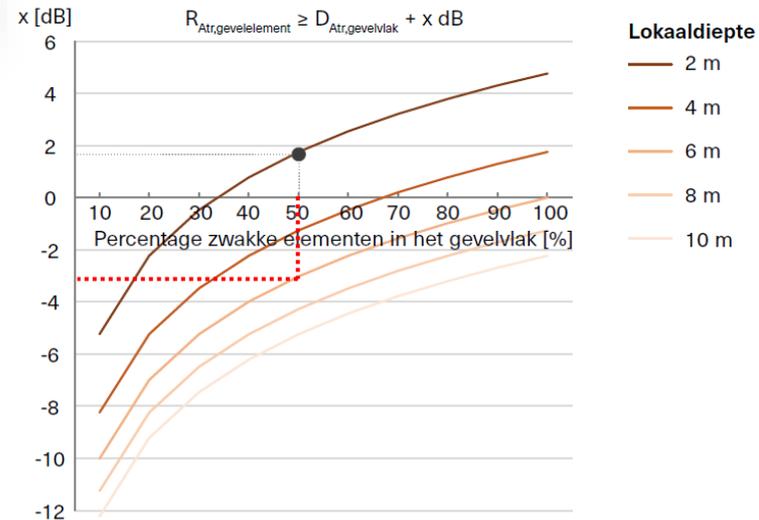
- ▶ Chambre, 1 pan de façade



Exigence NBN du pan de façade :  $D_{Atr} \geq 37$  dB

Exigence NBN de la fenêtre ?

- Pas de grilles de ventilation
- Profondeur du local : 6 m
- Surface vitrée de 50%
- Fenêtre :  $R_{Atr} \geq 34$  dB (37-3)



## Exemple d'application 2

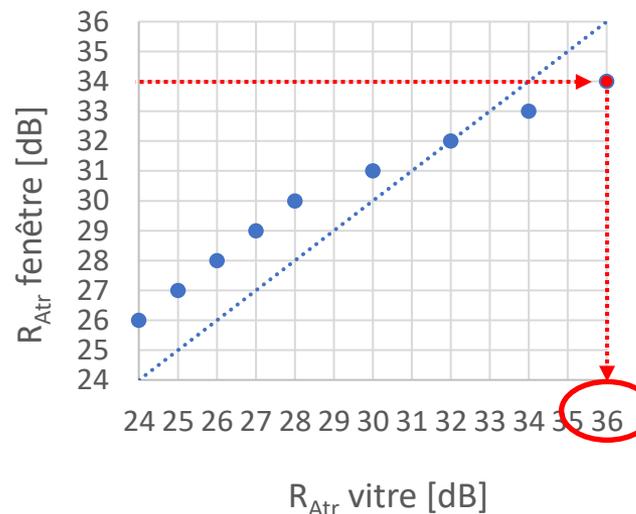
- Chambre, 1 pan de façade

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

Exigence NBN du pan de façade :  $D_{Atr} \geq 37$  dB

Exigence NBN de la fenêtre ?

- Pas de grilles de ventilation
- Profondeur du local : 6 m
- Surface vitrée de 50%
- Fenêtre :  $R_{Atr} \geq 34$  dB (37-3)



**Vitrage  $\geq 36$  dB**  
(ou essai en laboratoire  
vitrage + fenêtre)



## Exemple d'application 2

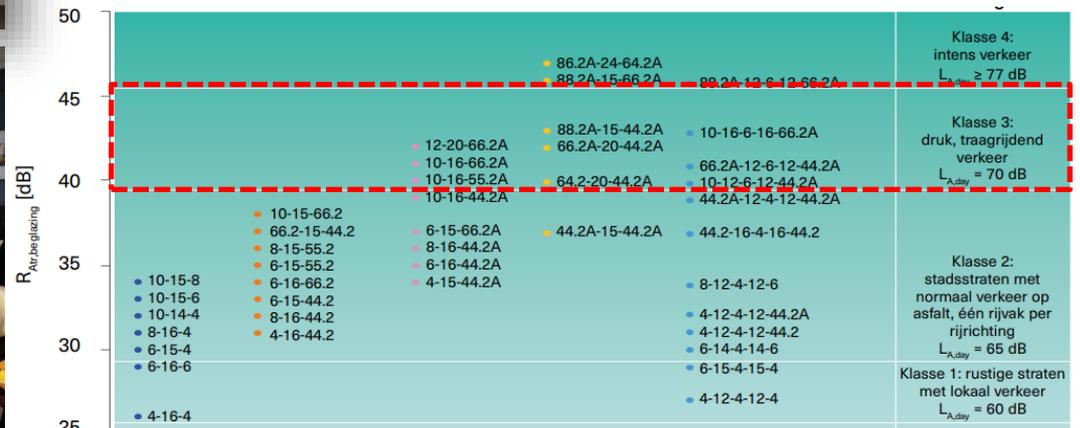
- Chambre, 1 pan de façade



**Une méthode moins précise mène à un surdimensionnement**

### Alternative (moins précis)

- *Un seul pan de façade, surface vitrée 50%, profondeur de la pièce 6 m, pas de grilles, vitrages individuels  $\leq 3,6 \text{ m}^2$*
- **Classe 3:  $L_{Aday} \geq 70 \text{ dB}$**

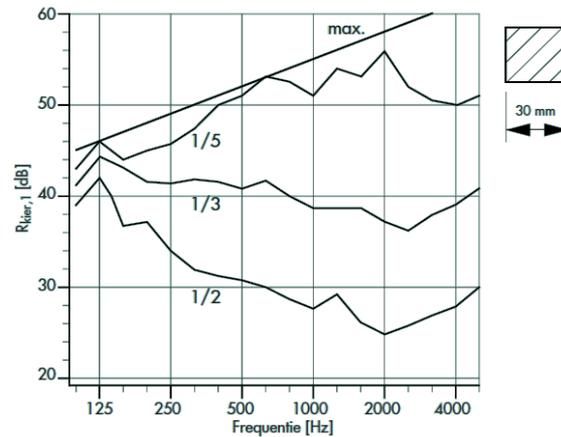


- Dubbele beglazing
- Dubbele, gelaagde, éénzijdig akoestische beglazing
- Drievoudige beglazing
- Dubbele, gelaagde beglazing
- Dubbele, gelaagde, tweezijdig akoestische beglazing

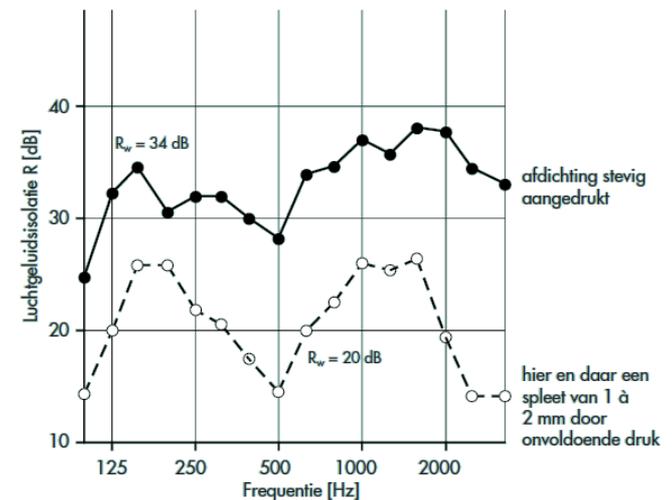


## Jointes et raccords

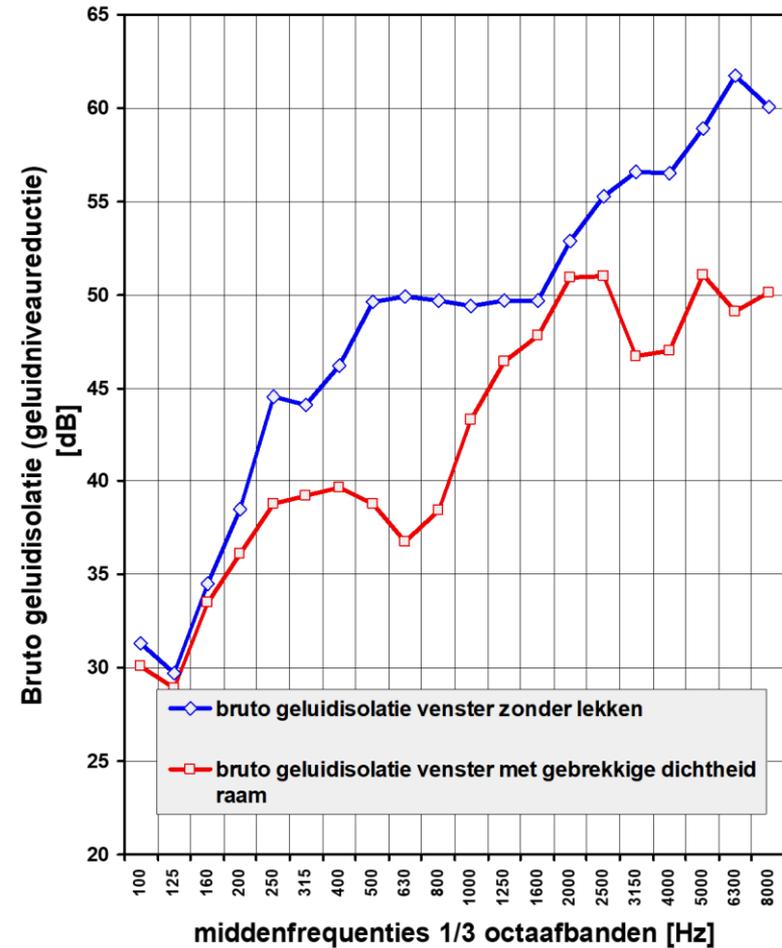
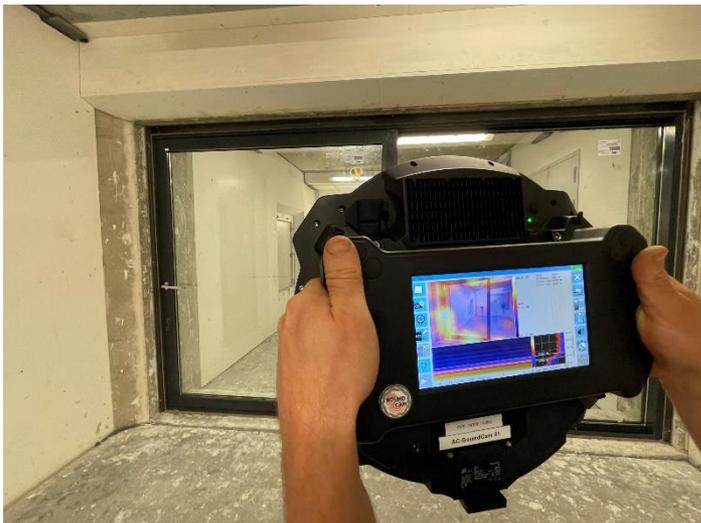
- ▶ Entre l'ouvrant et le dormant (fenêtres, cadres)
  - des matériaux suffisamment compressibles, flexibles et/ou absorbants



### Importance d'une compression suffisante



## Jointes et raccords



## Jointes et raccords



# Jointes et raccords

## ► Raccord ouvrant de fenêtre

- souplesse → profilés à lèvre
- points de fermeture suffisants
- joints de frappe multiples
- raccord parfait dans les angles



**UIT DE PRAKTIK**

### AKOÏESTISCHE PROBLEMATIEK VAN DEUREN

Deuren worden getoetst op schiedingsaanval, akoestische obstruïe, draaihoek, etc. De grootste geluidsdichtheid wordt bereikt door de juiste afwerking van de deuren. Voorts worden de deuren getoetst op de afwezigheid van geluidsdichtheid. Het is van belang dat de deuren goed worden afgevoerd en dat de geluidsdichtheid van de deuren wordt verbeterd.

**1 BASISREGELLEN VAN AKOÏESTIEK**

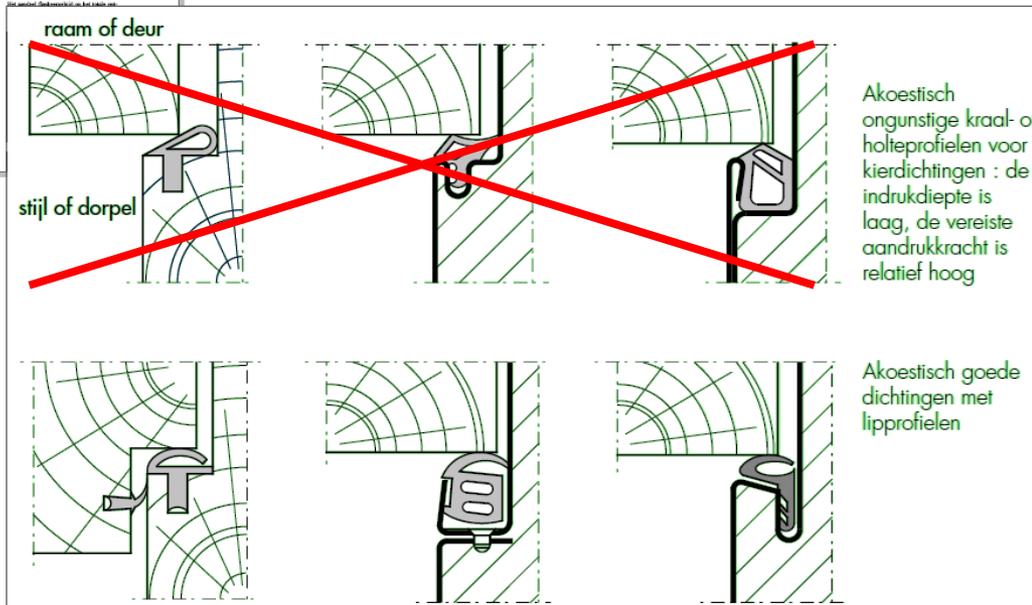
1.1 GEÏSOLEERDE DEUREN

Alle deuren moeten worden geïsoleerd. De geïsoleerde deuren moeten worden geïsoleerd op de manier die is beschreven in de afbeelding. De deuren moeten worden geïsoleerd op de manier die is beschreven in de afbeelding.

De deuren moeten worden geïsoleerd op de manier die is beschreven in de afbeelding. De deuren moeten worden geïsoleerd op de manier die is beschreven in de afbeelding.

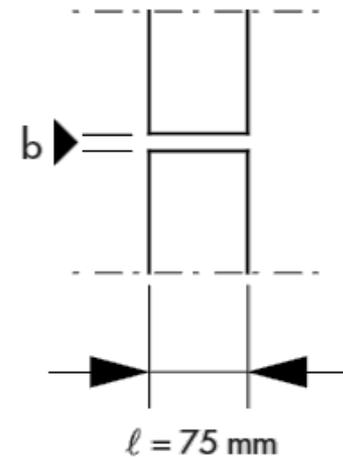
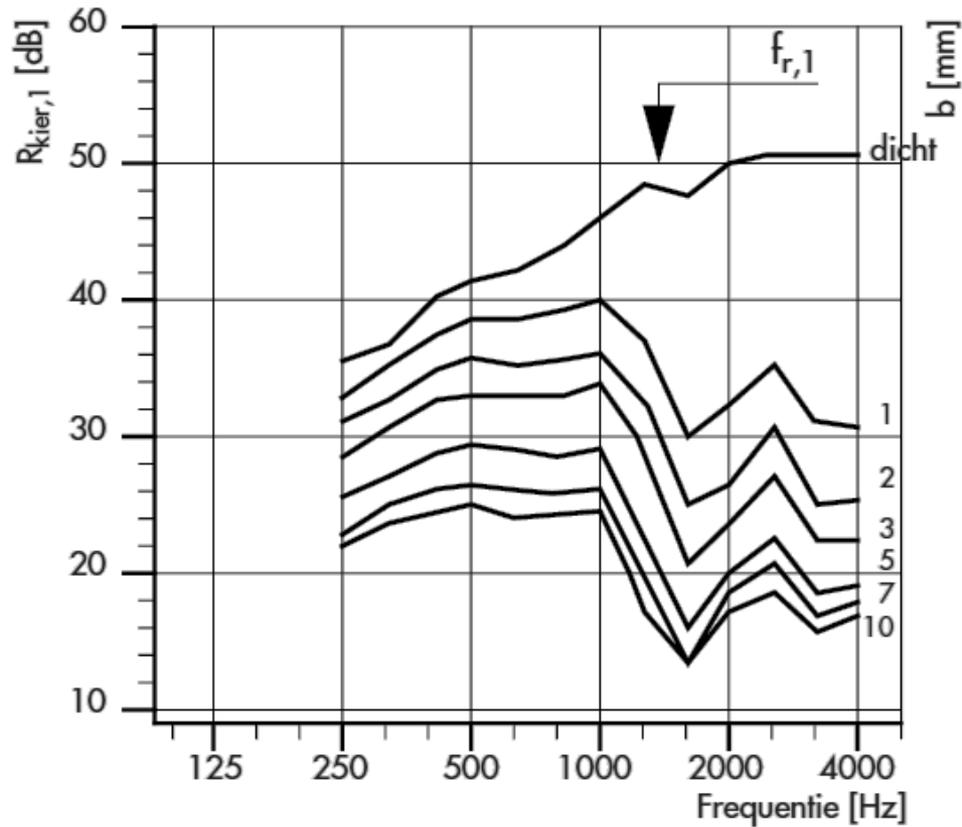
De deuren moeten worden geïsoleerd op de manier die is beschreven in de afbeelding. De deuren moeten worden geïsoleerd op de manier die is beschreven in de afbeelding.

Magazine CSTC 2000/1



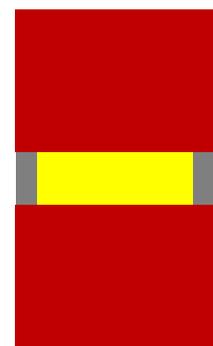
## Jointes et raccords

- Importance de la largeur de la fuite



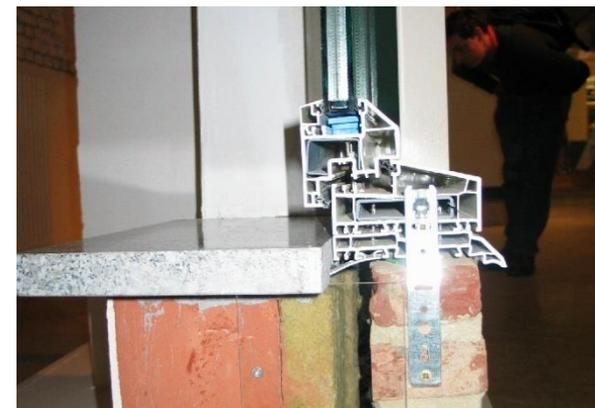
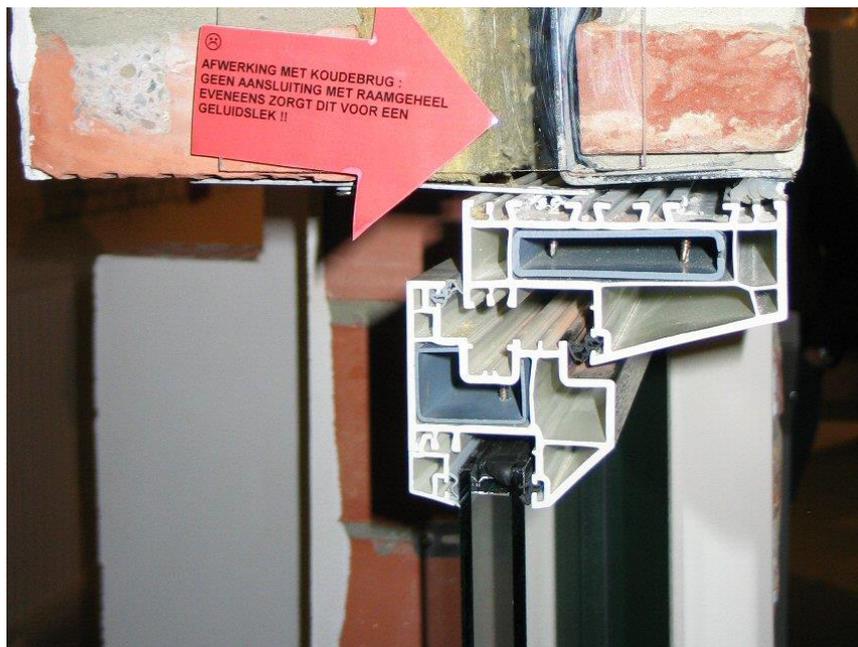
## Jointes et raccords

- ▶ 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
- ▶ Jointoyage (int-ext)



## Raccords au gros œuvre

- Nature du remplissage

### Campagne de mesure indicative en laboratoire

R <sub>Atr</sub> fenêtre	Montage labo standard (pas de fuite)	Montage labo avec mousse PU classique	Montage labo avec mousse PU acoustique	Montage labo avec laine de roche
Fenêtre 1	<u>37</u>	35 / 36 (*)	36 / <b>37</b> (*)	<b>37 / 37</b> (*)
Fenêtre 2	<u>40</u>	38 / 39 (*)	38 / <b>40</b> (*)	38 / <u>40</u> (*)

(\*) sans/avec étanchéité extérieure

± équivalent

1° **Importance du rejointoyage** (mortier, silicone...), surtout pour les isolations acoustiques les plus élevées

2° **Importance du raccord entre le cadre de fenêtre et le gros œuvre** (laine de roche, PU acoustique)

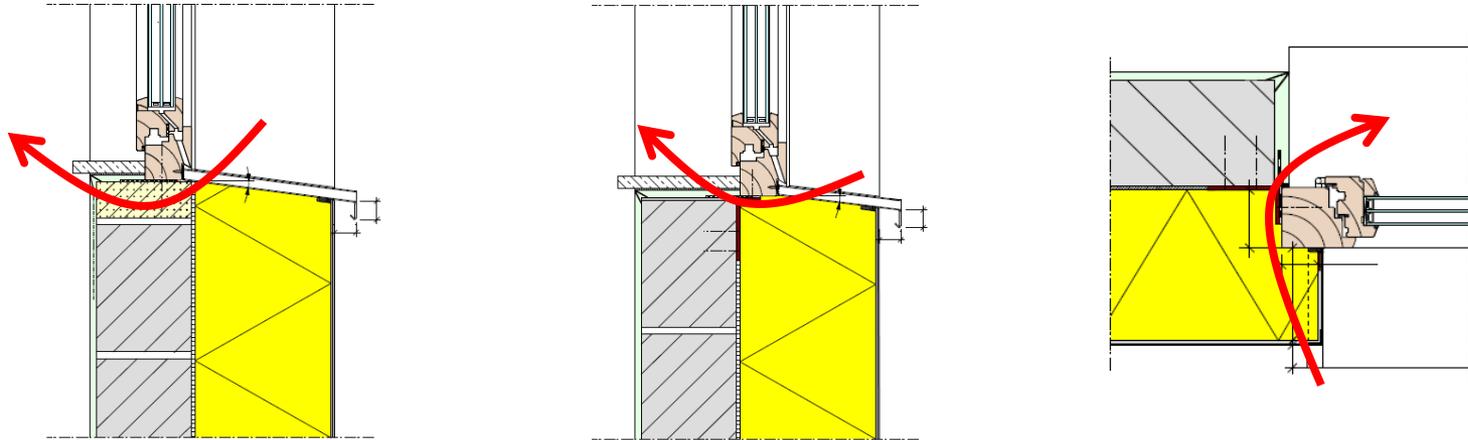
(Rem. : largeur de joint = à peine 1 cm dans la campagne de mesure...)



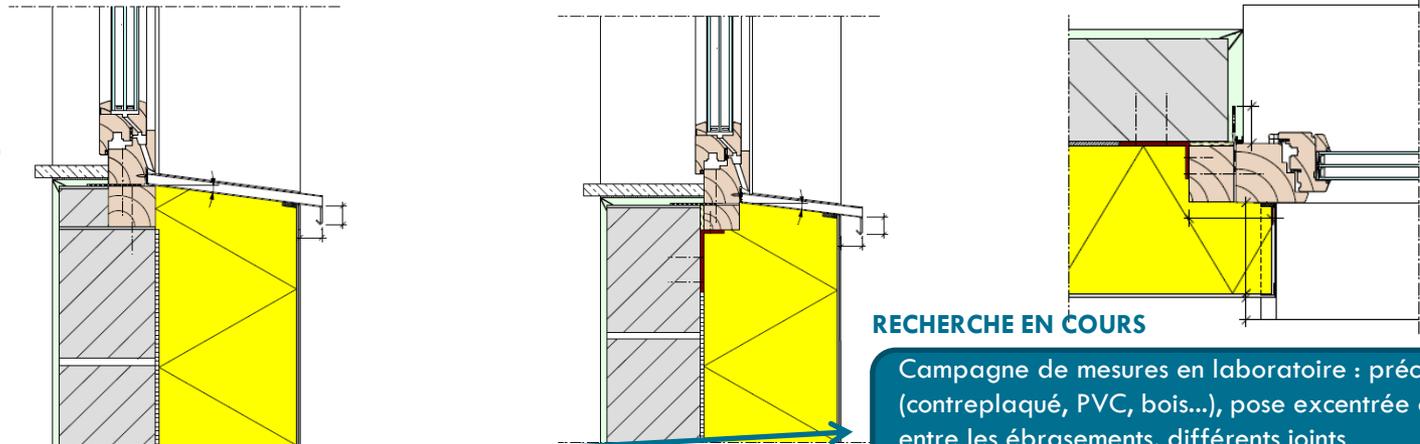
## Raccords au gros œuvre

### ► 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 ( $\geq \text{kg/m}^2 \dots ?$ )



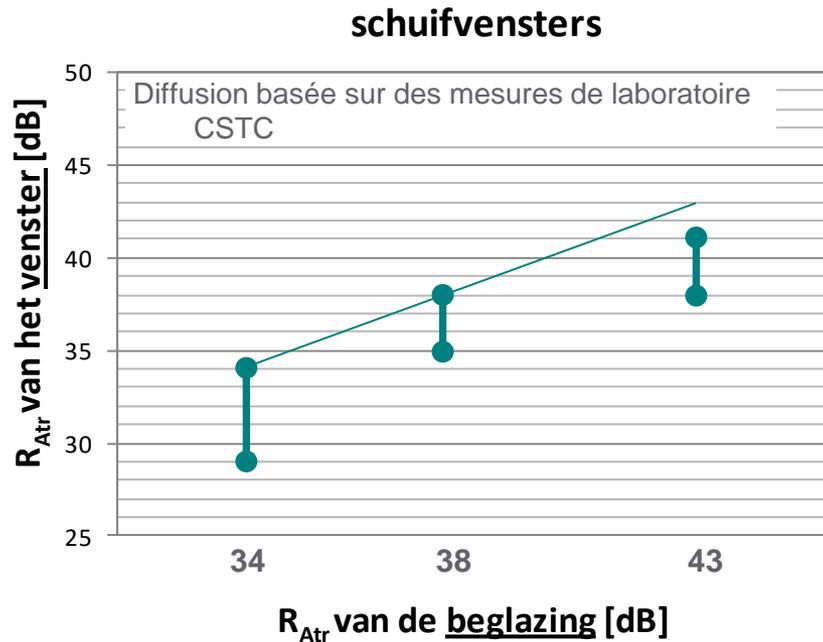
#### RECHERCHE EN COURS

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



## Fenêtres coulissantes

- L'efficacité du colmatage des fuites dépend fortement du concept de glissement



Fenêtres coulissantes améliorées sur le plan acoustique : joints, renforts, systèmes de fermeture



## Fenêtres coulissantes

- ▶ EN 14351-1: règles d'extrapolation jusqu'à 28 dB (conservateur)

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

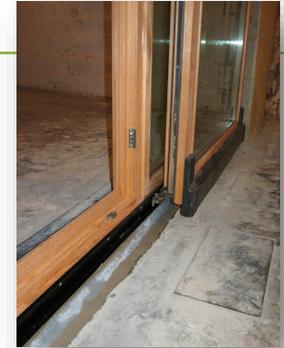
IGU $R_w + C_{tr}$ <sup>a</sup> [dB]	Single windows <sup>b</sup>		Single, sliding windows <sup>c</sup>	
	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required <sup>d</sup>	Window $R_w + C_{tr}$ [dB]	Number of seals required <sup>d</sup>
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30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

<sup>a</sup> Test according to EN ISO 140-3 (reference method) or generic data according to EN 12758 or EN 12354-3.

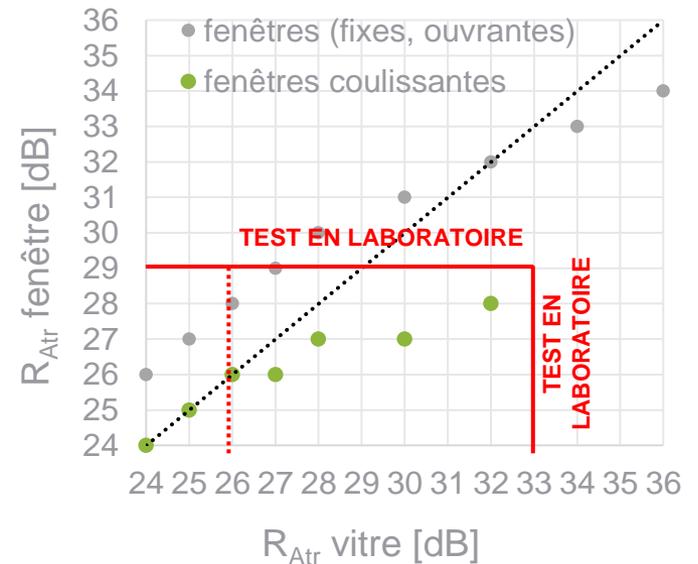
<sup>b</sup> Fixed and openable (top/side/bottom-hung or pivoted) single windows fulfilling air permeability Class 3, see 4.14.

<sup>c</sup> Single, sliding windows fulfilling air permeability Class 2, see 4.14.

<sup>d</sup> Openable windows only.

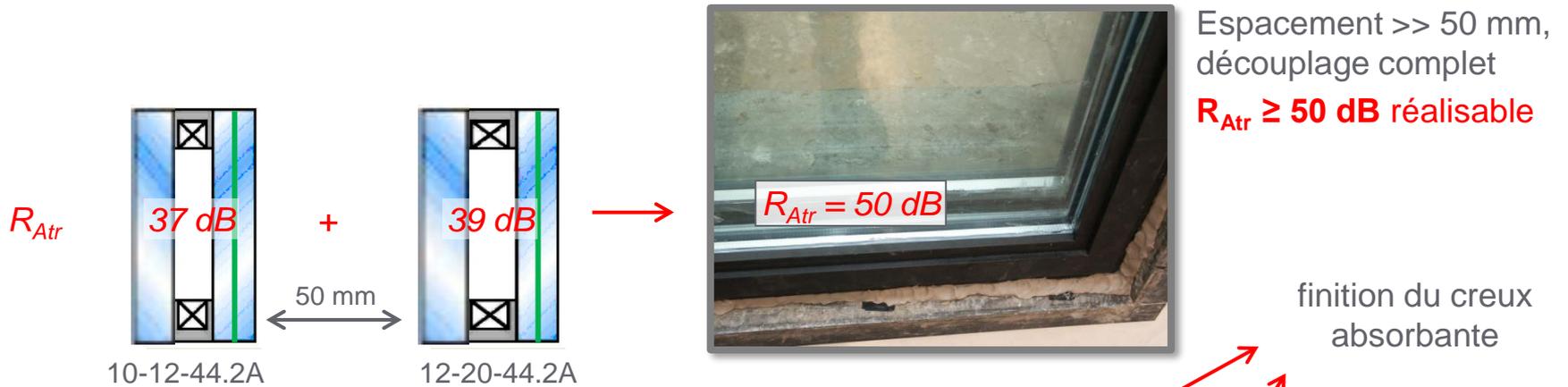


Vitrage < 27 dB → aucun effet du châssis  
 Vitrage ≥ 27 dB → effet du châssis négatif

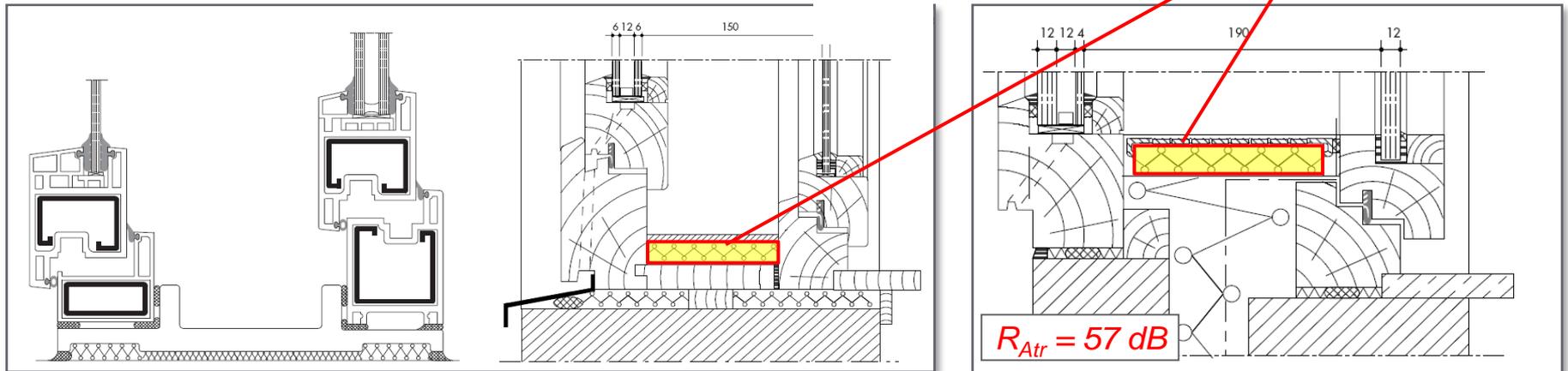


## Concepts de fenêtre spéciaux

- Doubles fenêtres



finition du creux absorbante

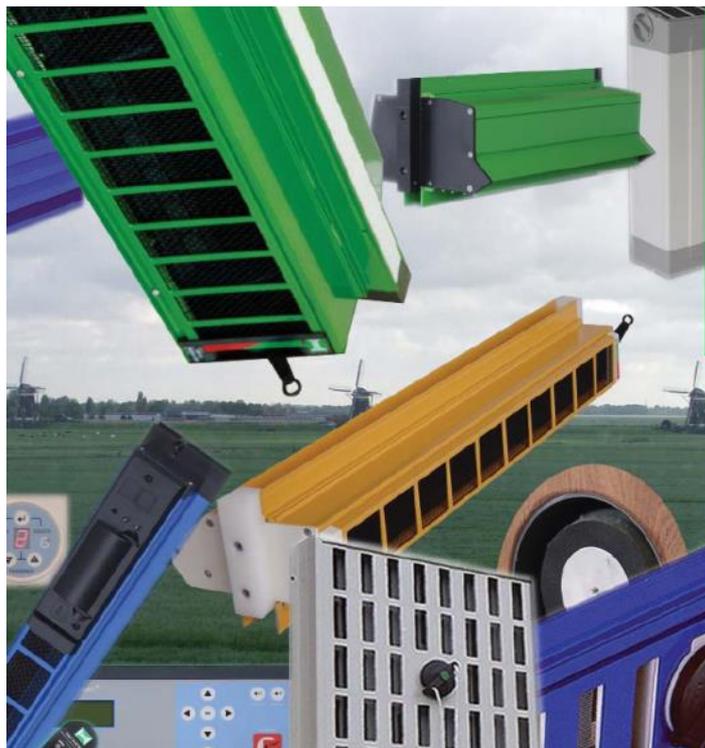
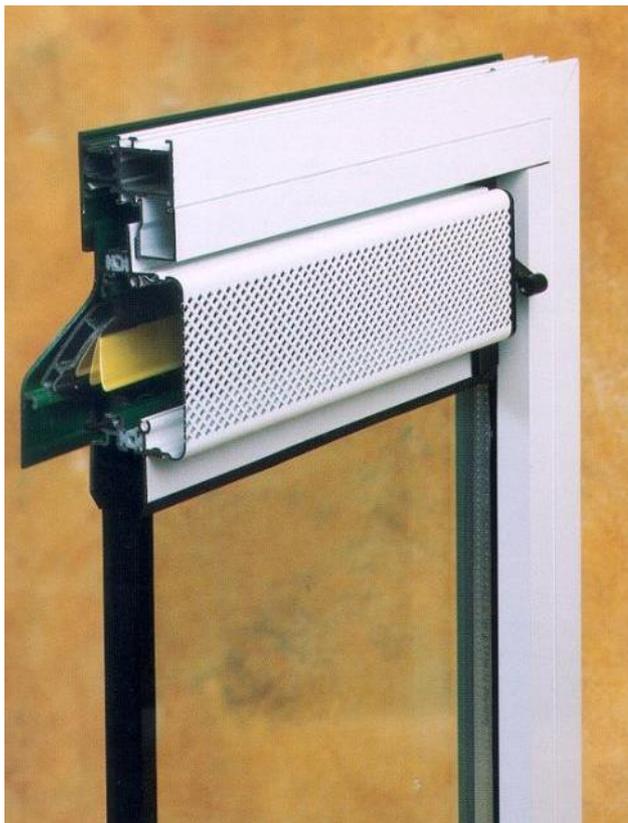


## GRILLES DE VENTILATION

## Généralement les maillons les plus faibles

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

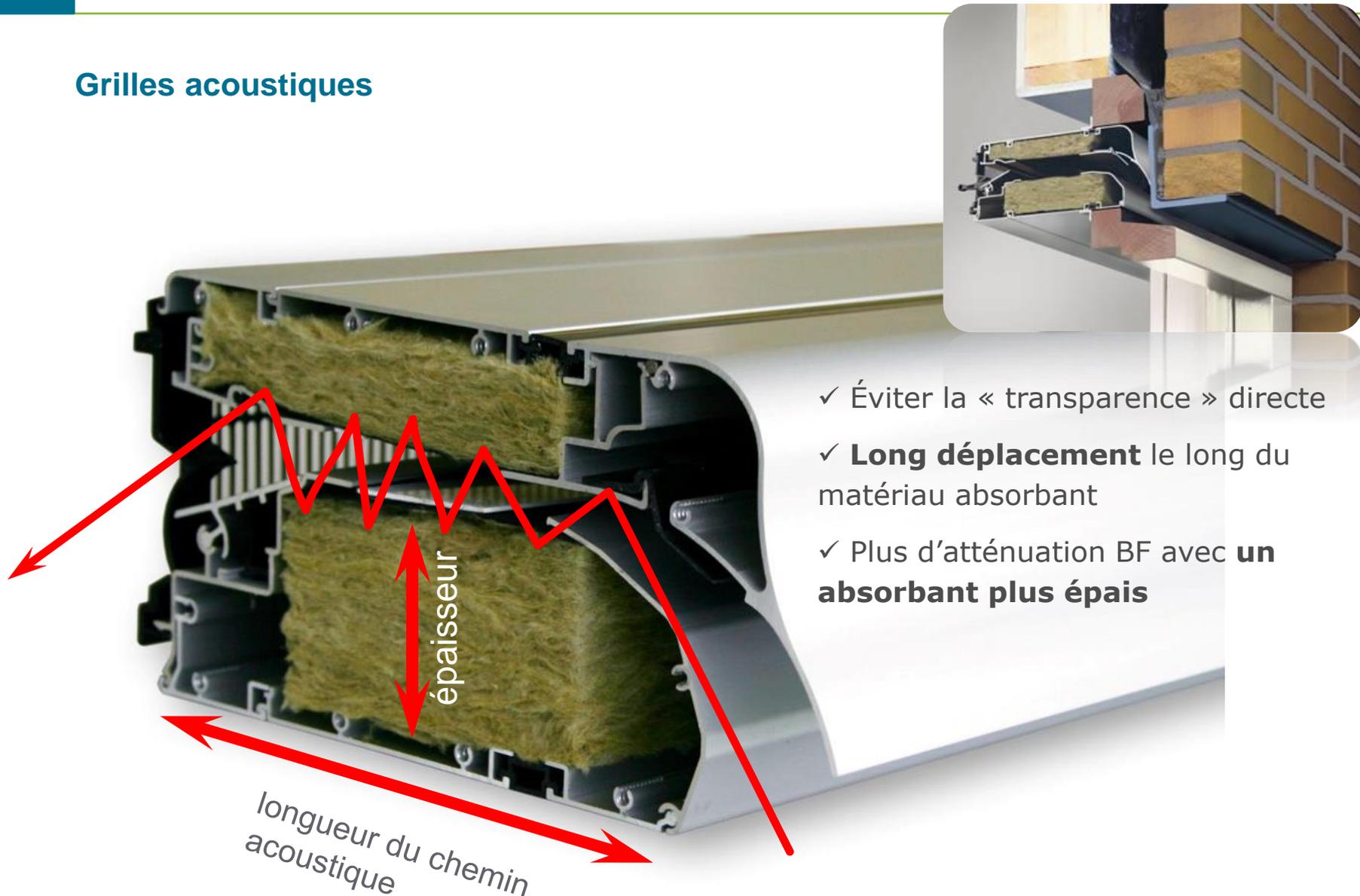
Fiche technique :  
 $D_{n,e,w} + C_{tr}$  (position **ouverte**)



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



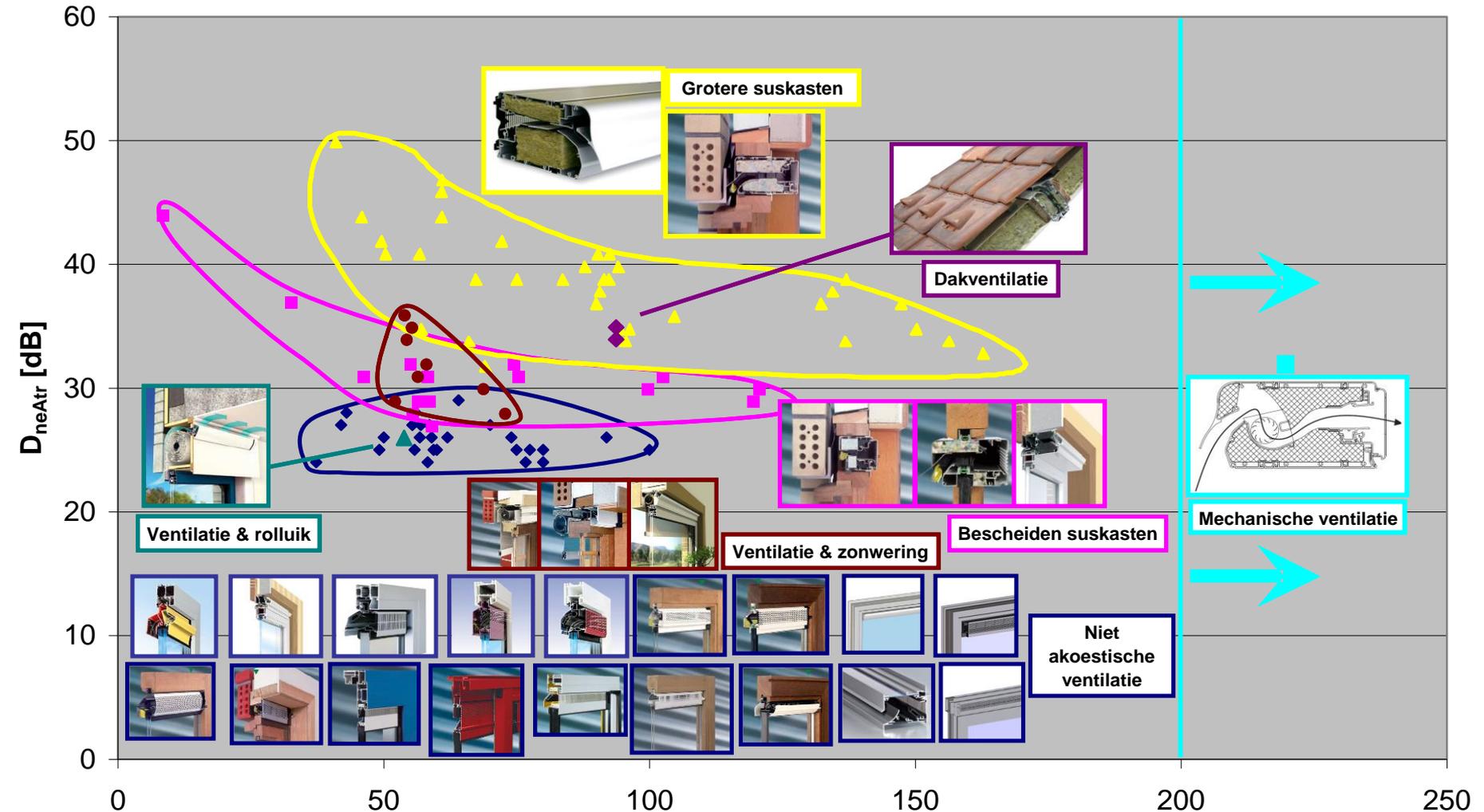
## Grilles acoustiques



- ✓ Éviter la « transparence » directe
- ✓ **Long déplacement** le long du matériau absorbant
- ✓ Plus d'atténuation BF avec **un absorbant plus épais**



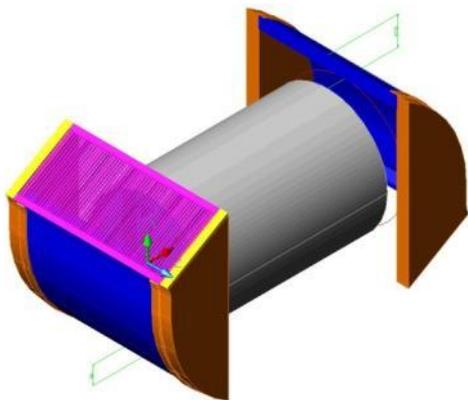
## Insonorisation versus débit d'air



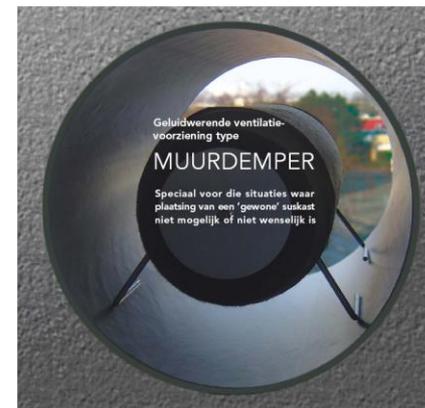
Debit bij  $\Delta P=2 \text{ Pa [m}^3/\text{h/m]}$



## Grilles murales acoustiques



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



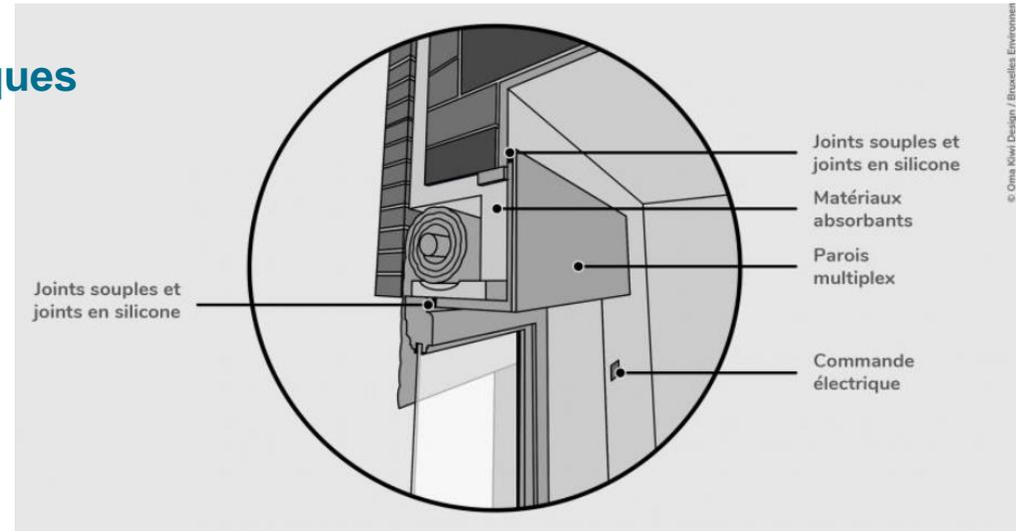
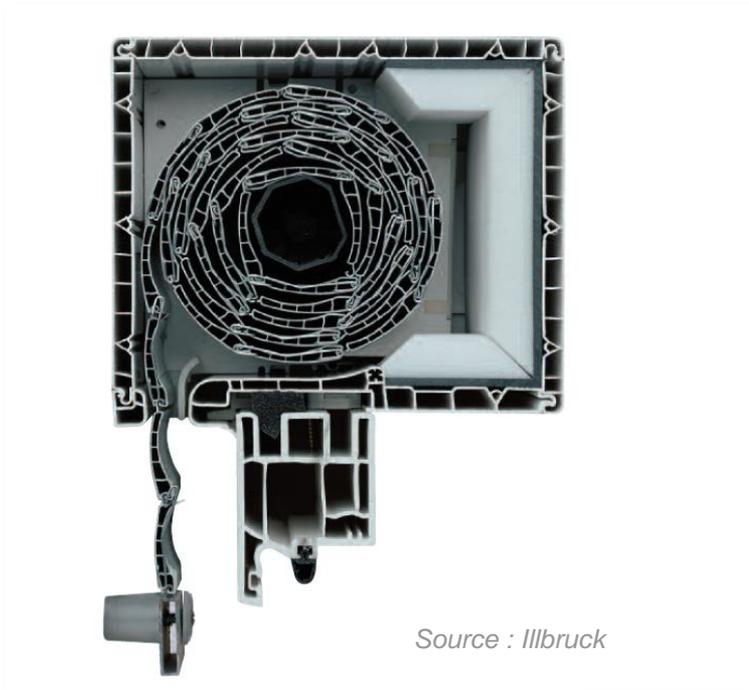
# CAISSONS DE VOLET ROULANT

## Points d'attention

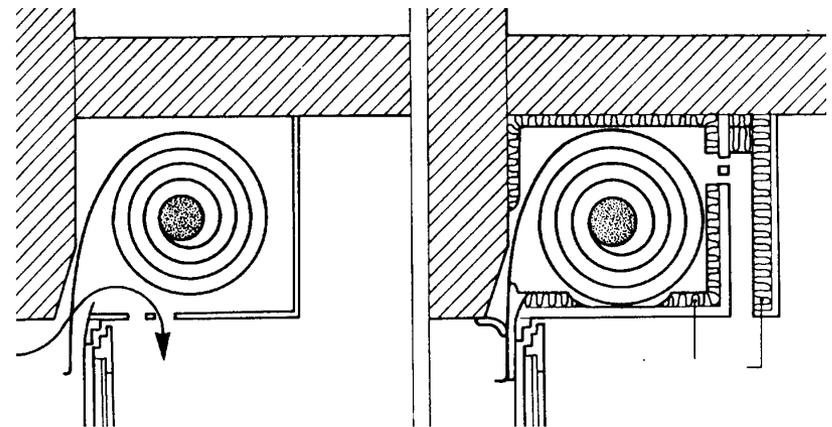
- ▶ Raccords le coffre et la maçonnerie
- ▶ Passages du volet et du ruban



## Caissons de volet roulant acoustiques



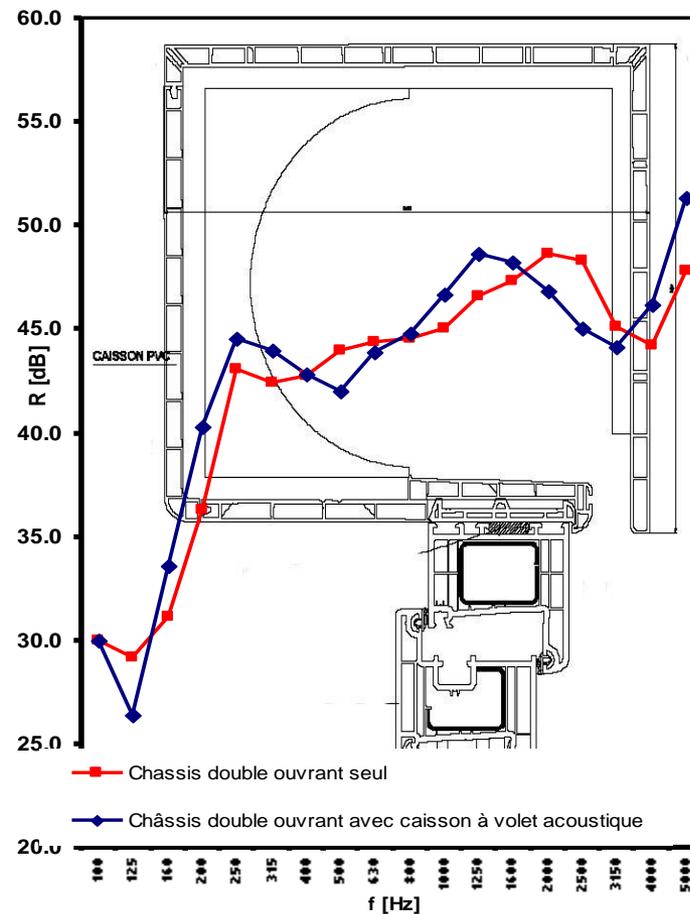
Source : Acoustique des autres éléments de façade | Guide Bâtiment Durable



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



## Caissons de volet roulant acoustiques

 $R_w = 45 \text{ (-1;-3) dB}$ 


## Murs de façade légers

**Importance des maillons faibles !**

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



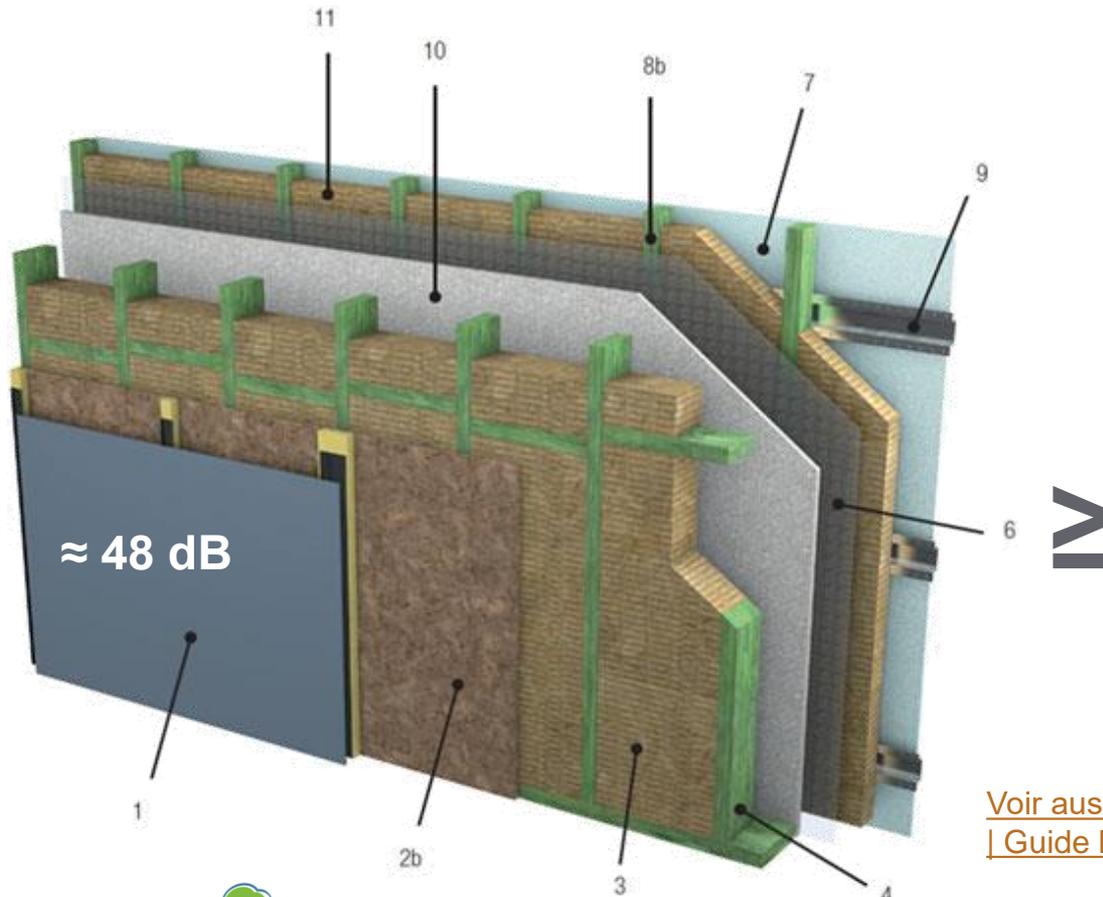
R <sub>w</sub>	BOUWELEMENTEN
< 20 dB	<p><b>Fuites</b> (ouvertures)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet akoestisch gedempte ventilatieroosters</li> <li>- Lokale geluidsverzwakkingen bij aansluitingen tussen bouwelementen, voegen (dak/wand)</li> </ul> <p><b>Grilles de ventilation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichte vulpanelen en sandwichconstructies met stijve thermische isolatie</li> </ul>
25 à 30 dB	<p><b>Panneaux de remplissage légers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dakkoepels uit polycarbonaat</li> <li>- Lichte vensterconstructies met slechte voegdichting voor opendraaiende delen</li> </ul> <p><b>Toits légers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lichte sandwichpanelen met stijve thermische isolatie</li> <li>- Lichte sandwichpanelen met vulling van minerale wol (afhankelijk van de onafhankelijke onderafwerking)</li> </ul>
30 dB	<p><b>Fenêtres traditionnelles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie</li> <li>- Traditionele raamconstructies (meer dan 30 % van de dagopening ingenomen wordt door de raamconstructie)</li> </ul> <p><b>Toits traditionnels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewone vensterconstructies met opendraaiende delen met goede voegdichting</li> <li>- Traditionele dakconstructies met stijve thermische isolatie (of andere thermische isolatie met geluidsabsorberende eigenschappen)</li> </ul>
30 à 35 dB	<p><b>Murs de façade en bois</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontdubbelde wanden met hout- en/of plaatmateriaal met starre koppeling en minerale wol in de tussenruimte</li> <li>- Normale, geluiddempende ventilatieroosters</li> </ul>
> 40 dB	<p><b>Grilles de ventilation acoustiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewone akoestische beglazingen</li> <li>- Vensters met speciale akoestische beglazingen uit giethars of PVB(A)</li> </ul> <p><b>Vitrages acoustiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gevelwanden uit verlijmden cellenbetonblokken (licht en geringe dikte)</li> <li>- Traditionele metselwerk met goede kwaliteit, grotere dikte)</li> </ul>
> 50 dB	<p><b>Maçonnerie traditionnelle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustkasten met hoge prestaties, akoestische muurventilatieroosters</li> <li>- Traditioneel metselwerk met goede kwaliteit, grotere dikte)</li> </ul> <p><b>Murs de béton</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwaar metselwerk</li> <li>- Ontdubbelde vensterconstructies</li> <li>- Betonwand, betonnen dakconstructies</li> </ul>



## AUTRES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

### Murs de façade légers

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

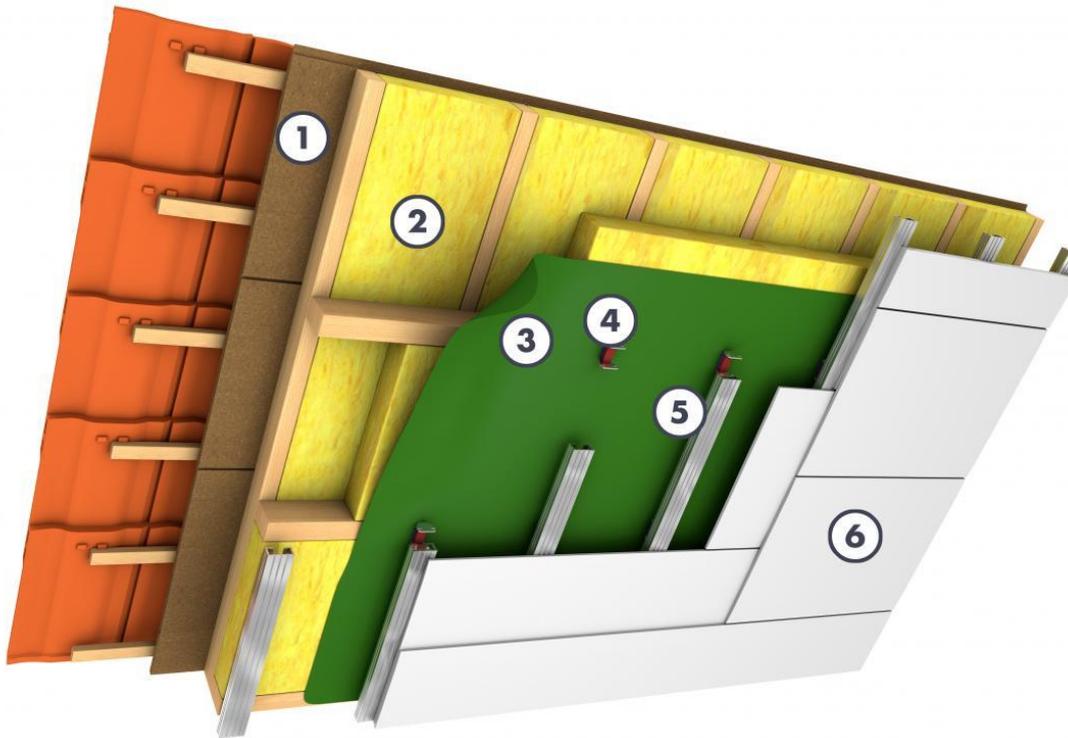


[Voir aussi : Acoustique d'une paroi légère métallique | Guide Bâtiment Durable](#)



## Murs de façade légers

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



1. Sous-toiture lourde
2. Matériau absorbant souple
3. Membrane imperméable (pare-vapeur)
4. Fixation anti-vibrations
5. Profilés métalliques
6. Panneaux de finition : double plaques décalées. Épaisseur minimale de 2 x 12,5 mm pour le plâtre ou 2 x 10 mm pour le plâtre à fibres.

Source : Acoustique des toitures | Guide Bâtiment Durable







- ▶ 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



**Debby WUYTS**

Chef du laboratoire Acoustique

Buildwise Limelette

 + 32 2 655 77 11

 [dw@buildwise.be](mailto:dw@buildwise.be)

 **Buildwise**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

