

# FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE :  
ISOLATION DE LA TOITURE

AUTOMNE 2022

**Se protéger du bruit**  
Acoustique

Julie RENAUX  
**écORCE**  
INGÉNIERIER CONSULTANT





- ▶ (Re)voir quelques notions de base, termes usuels et principes fondamentaux de l'isolation acoustique
- ▶ Identifier les sources de bruit applicables à la toiture et les exigences qui s'y rapportent.
- ▶ Parcourir les solutions d'isolation à ces sources de bruit, les règles de bonne pratique et points d'attention.



## EN THÉORIE: CONTEXTE ET NOTIONS DE BASE

- ▶ **Bruits aériens**
- ▶ **Bruits de contacts**
- ▶ **Bruits d'équipements**
- ▶ **Principes de base**

## EN PRATIQUE

- ▶ Isolation aux bruits aériens
- ▶ Isolation aux bruits de contacts
- ▶ Isolation des bruits d'équipements
- ▶ Absorption acoustique



## Normes

- ▶ **NBN S01-401 : 1987** (Acoustique - Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments)

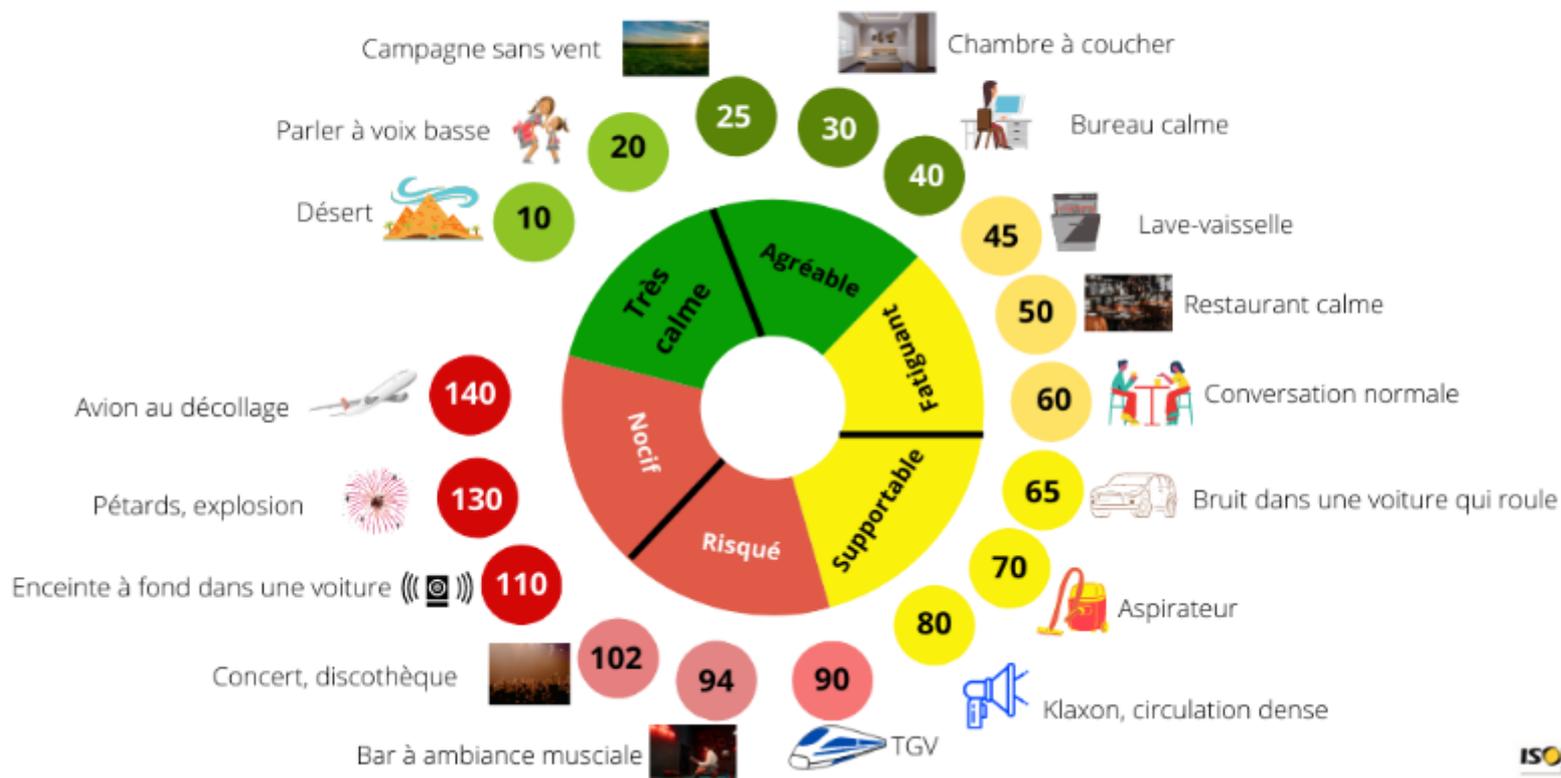
### NEW

- ▶ **NBN S01-400-1 : 2022** (Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation - norme actualisée)
- ▶ **NBN S01-400-2 : 2012** (Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires - norme actualisée)
- ▶ **NBN S01-400 : 1977** et **NBN S 01-401 : 1987** (bureaux, hôpitaux, maisons de retraite et hôtels)
  - bientôt remplacée par la **NBN S 01-400-3**
- ▶ **NBN EN 15251:2007** (Critères pour l'environnement intérieur et évaluation des performances énergétiques des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique)

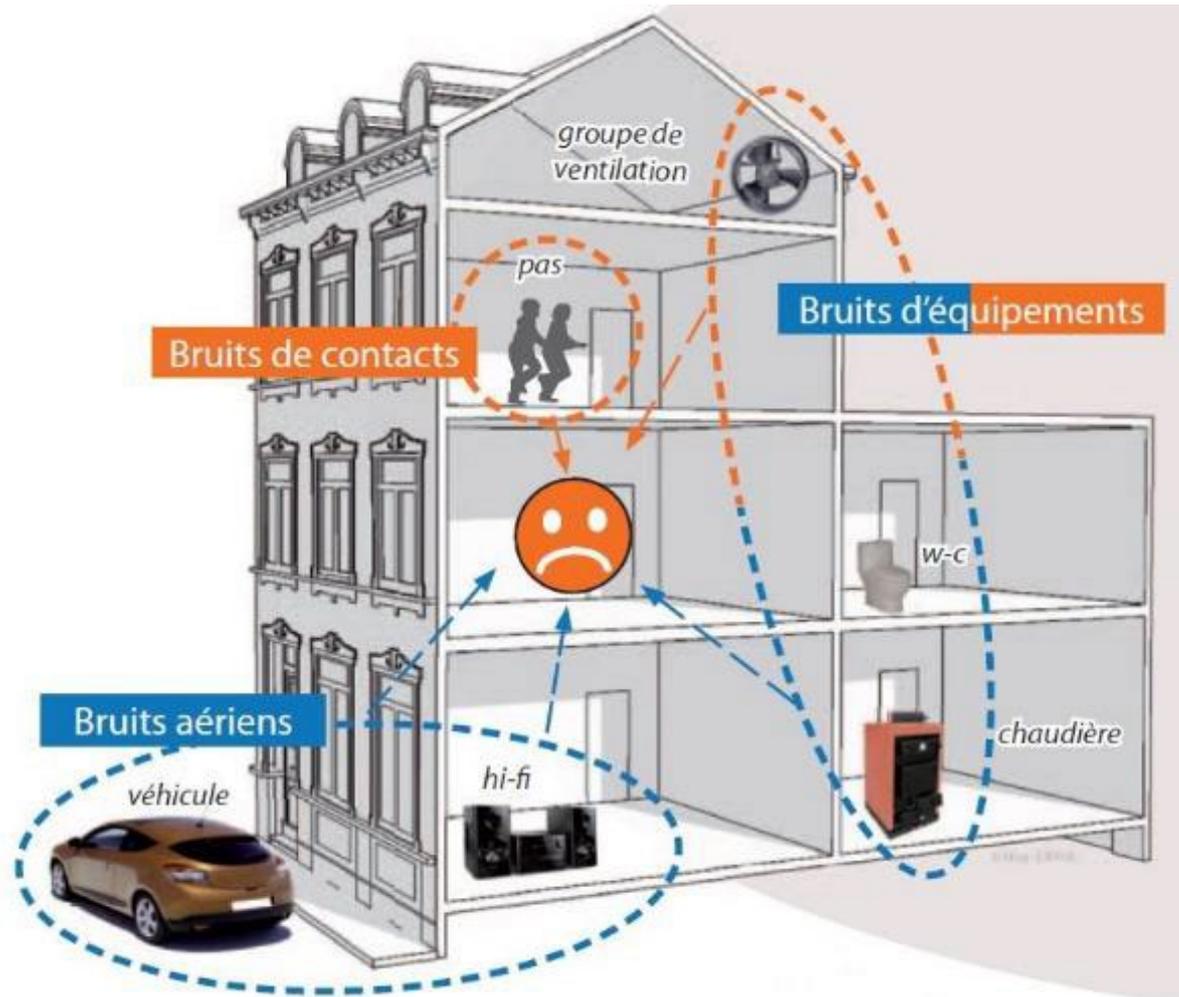


Décibel

# Echelle du bruit



## Sources de bruit

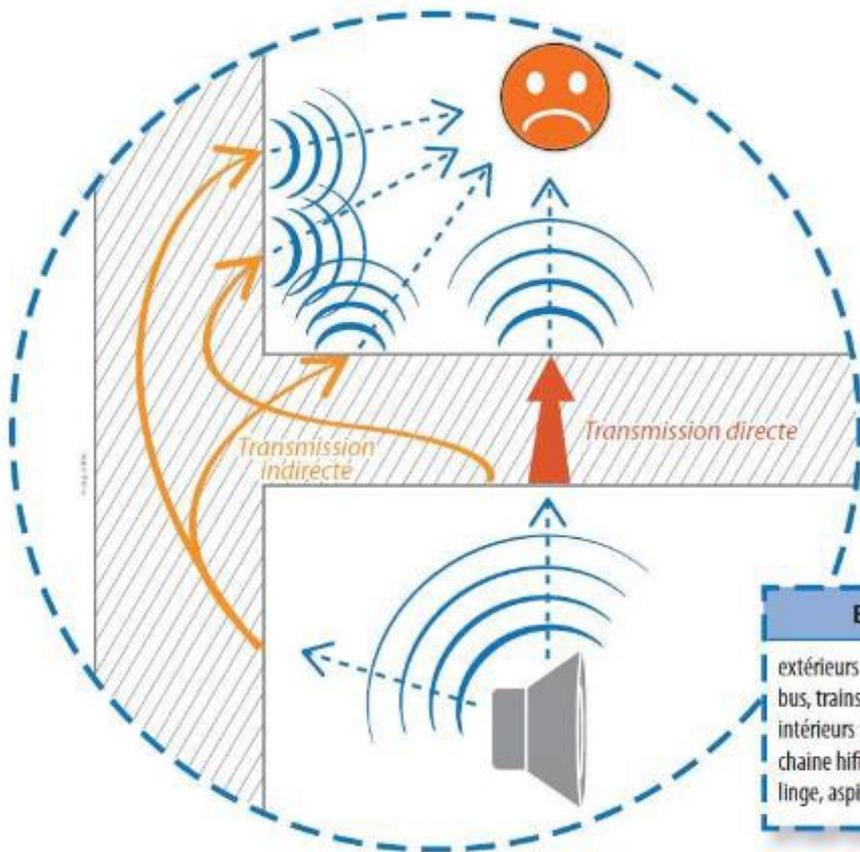


Source: Brochure  
[Le point sur l'isolation  
acoustique](#)



Définition et sources

- ▶ Bruit émis par une source et dont le son est transmis par la vibration de l'air
- ▶ Sources:



Source: Soprema

**BRUITS AÉRIENS**

Exemples	Propagation
extérieurs : voitures, camions, bus, trains, avions... intérieurs : radio, télévision, chaîne hifi, lave-linge, sèche-linge, aspirateur...	Ils se propagent dans l'air et font vibrer la structure du bâtiment qui à son tour met l'air en vibration

Source: Brochure [Le point sur l'isolation acoustique](#)



## Exigences normatives

- ▶ **NBN S01-400-1 : 2022** (Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation - norme actualisée)
  - Isolation acoustique des façades

Tableau 3 – Critères pour l'isolation des pans de façade pour les trois niveaux de performances

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

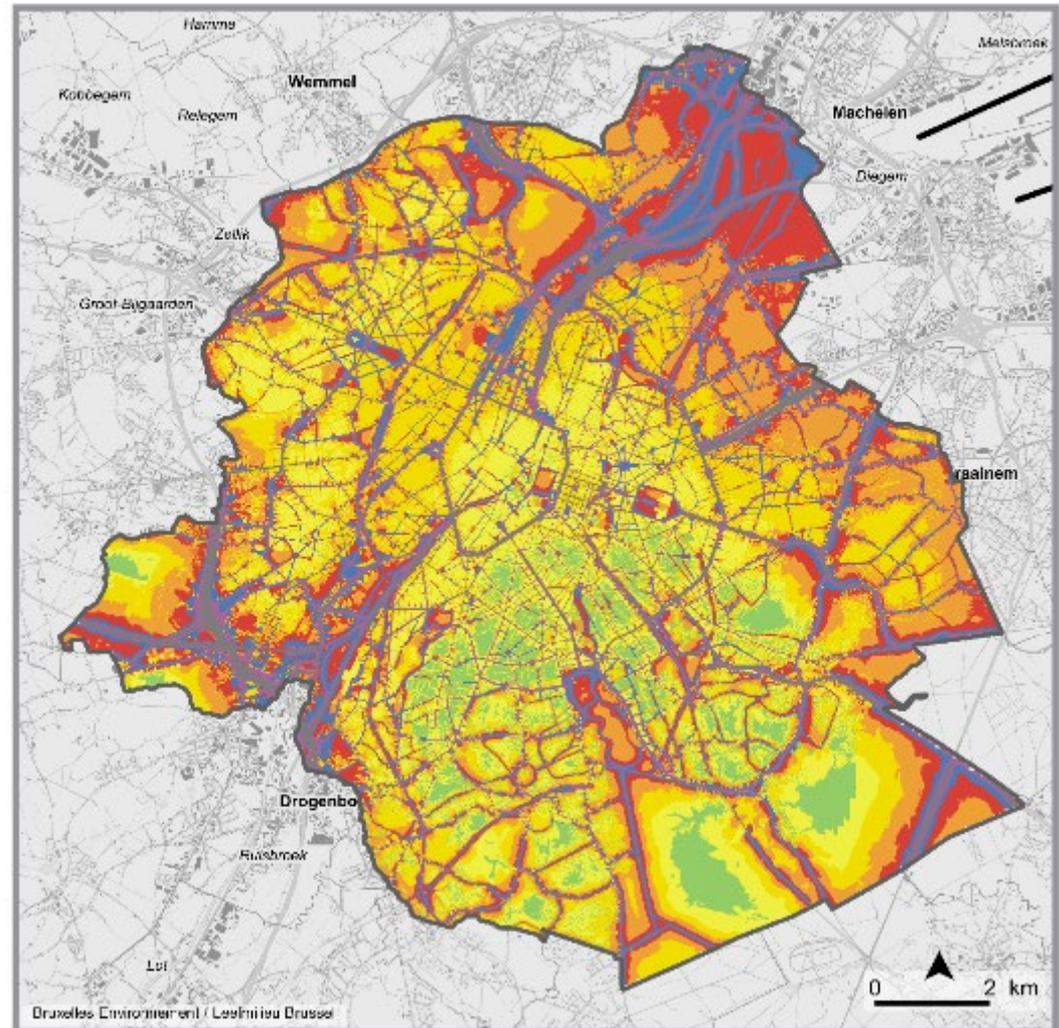
Source: Buildwise



Exposition au bruit

- ▶ Cartographie en ligne

Cartographie du bruit multi-exposition en Région de Bruxelles-Capitale  
 Geluidskarten van het multi-blootstelling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest  
 Année 2016 - Jaar 2016  
 Indicateur Global - Lden - Globale Indicator



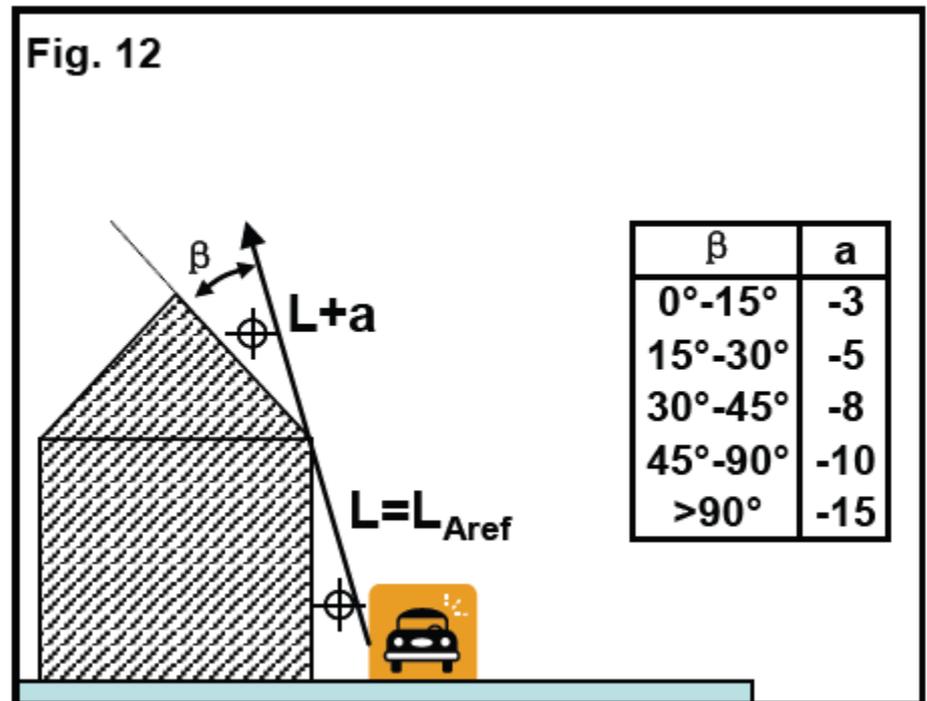
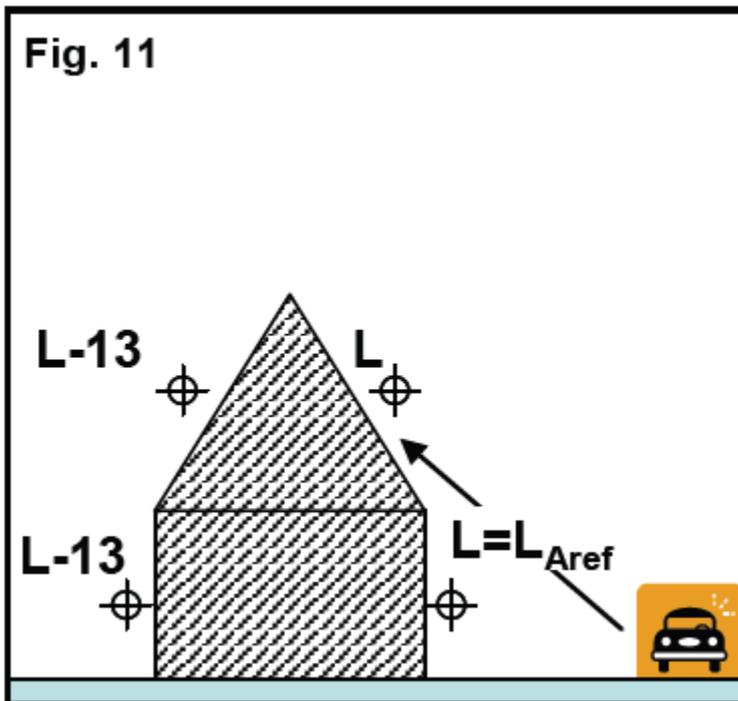
Niveau moyen annuel / Gemiddeld jaarniveau  
 Selon l'indicateur - Volgens indicator Lden (Day / Evening / Night)

Multi-exposition = bruit des transports routiers, ferroviaires et aériens  
 Multi-blootstelling = geluid van het vervoer over de weg, vervoer per spoor en luchtvervoer

Lden	
< 45 dB(A)	Très calme / Heel Stil
45 - 50 dB(A)	
50 - 55 dB(A)	Calme / Stil
55 - 60 dB(A)	
60 - 65 dB(A)	Bruyant / Lawaaierig
65 - 70 dB(A)	
70 - 75 dB(A)	Très bruyant / Heel lawaaierig
≥ 75 dB(A)	



Exposition au bruit



Source: NBN



## Isolation acoustique aux bruits aériens – indicateurs

- ▶  $R_w$ ,  $R_A$ ,  $R_{atr}$

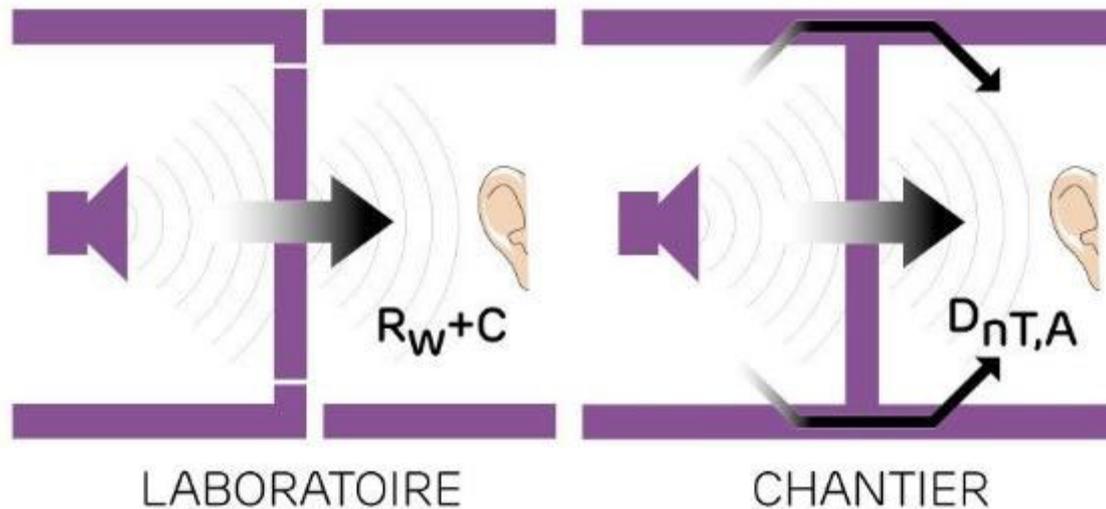
$R_w (C;C_{tr})$

55 (-2;-6) [dB]

$R_A = 53$  dB

$R_{Atr} = 49$  dB

- ▶ Indice d'affaiblissement acoustique  $\neq$  Isolation acoustique



Source: Siniat



### Isolation acoustique aux bruits aériens – indicateurs

- ▶  **$R_w$  - Indice d'affaiblissement acoustique d'un élément de l'enveloppe du bâtiment [dB]**

Valeur unique, mesurée en laboratoire, de l'isolation aux bruits aériens d'un élément de l'enveloppe. Plus la valeur de l'indice d'affaiblissement acoustique  $R_w$  est élevée, meilleure est l'isolation acoustique.

⇒ **Propre à un élément**

- ▶  **$R_{Atr}$  - Indice d'affaiblissement acoustique d'un élément de l'enveloppe vis-à-vis des bruits de trafic [dB]**

Valeur unique, mesurée en laboratoire, de l'isolation d'un élément de l'enveloppe vis-à-vis des bruits de trafic, sachant que  $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$ . L'isolation est d'autant plus performante que la valeur  $R_{Atr}$  est élevée.

⇒ **Propre à un élément**

- ▶  **$D_{Atr}$  - Isolation acoustique in situ d'un pan de l'enveloppe du bâtiment [dB]**

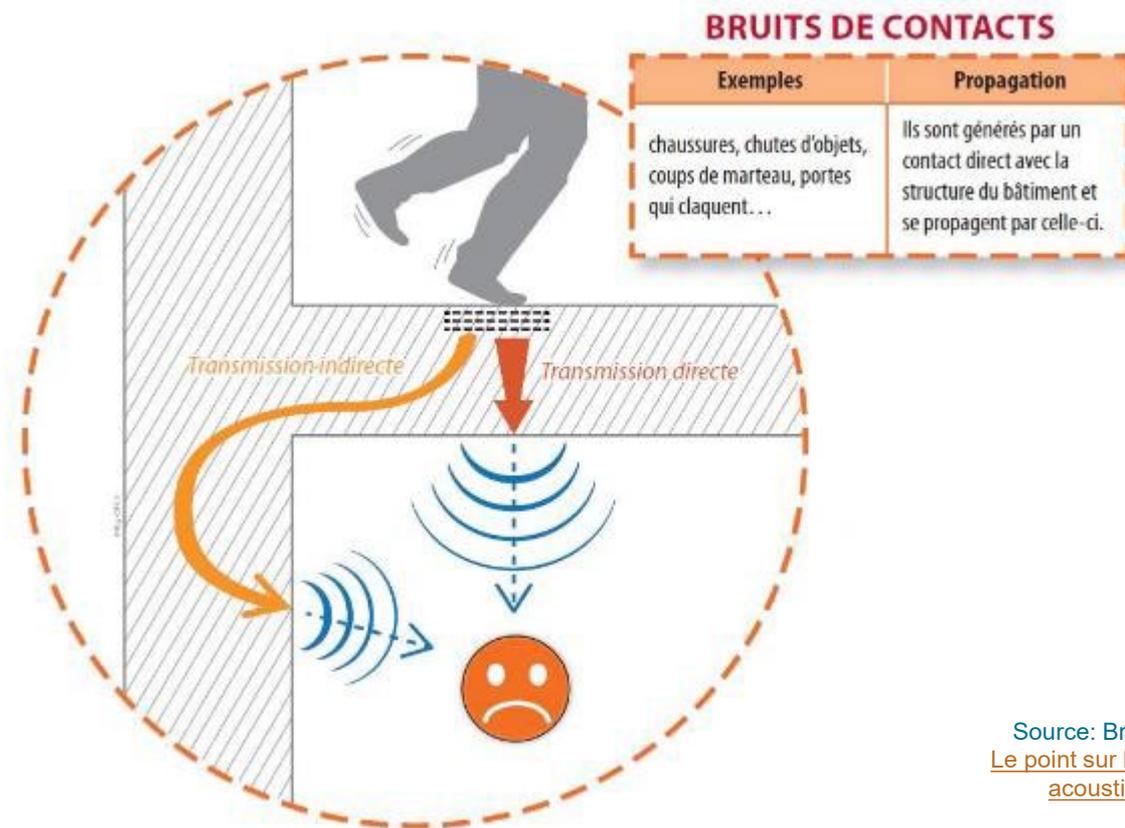
Valeur unique, mesurée in situ, de l'isolation d'un pan de l'enveloppe (comme un versant de toiture, par exemple) vis-à-vis des bruits du trafic routier urbain.

⇒ **Propre à une configuration**



## Définition et sources

- ▶ Bruits générés par un contact direct avec la structure du bâtiment et se propagent par celle-ci.
- ▶ Sources:



Source: Brochure  
[Le point sur l'isolation  
 acoustique](#)



### Isolation acoustique aux bruits de choc – indicateurs

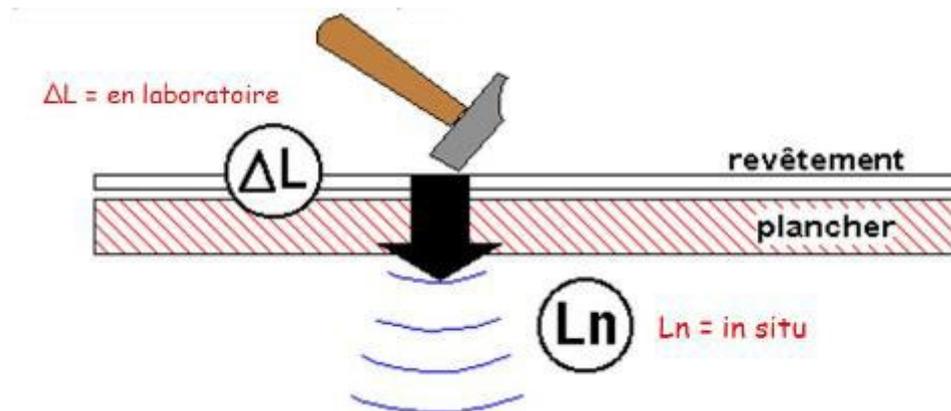
- ▶  $\Delta L_w$  [dB] – Gain normalisé d'isolement acoustique aux bruits de choc  
Plus la valeur est élevée, meilleure est la performance du système

⇒ **Propre à un produit dans une composition de paroi donnée**

- ▶  $L'_{nT,w}$  [dB] – Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé mesuré in situ.

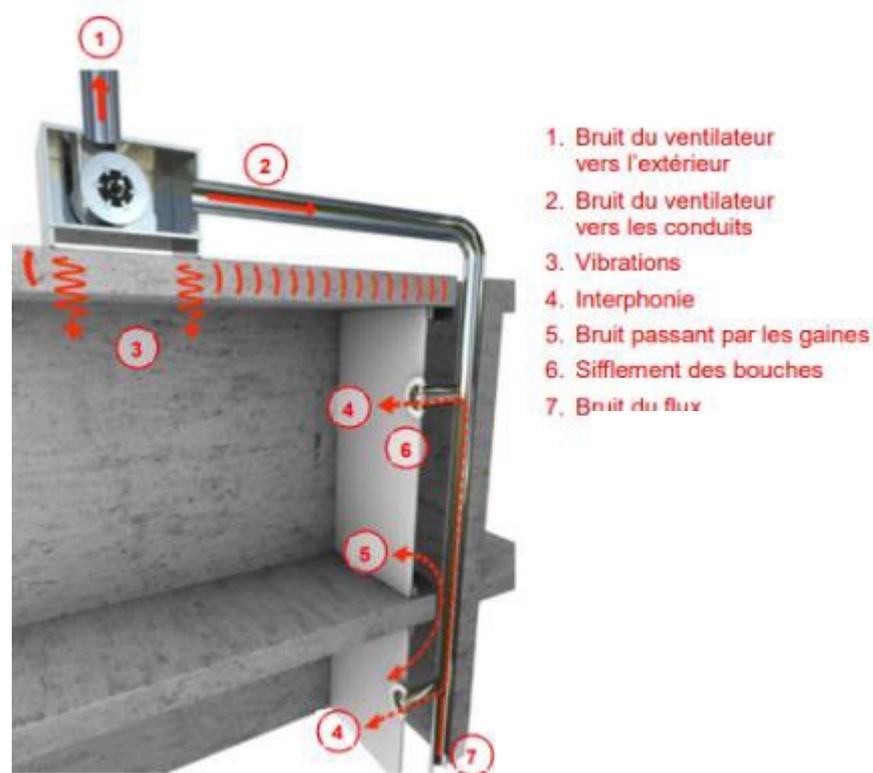
Correspond au niveau de pression acoustique lors de la réception d'un bruit de choc normalisé, corrigé en fonction de la durée de réverbération du local. Plus cet indicateur est faible, meilleure est l'isolation.

⇒ **Propre à une configuration**



## Définition et sources

- ▶ Bruits générés par des appareils fixés à la structure du bâtiment, ils se propagent par celle-ci ainsi que dans l'air
- ▶ Génère des bruits de aériens et de contact
- ▶ Sources: Pompes à chaleur, groupes de ventilation...

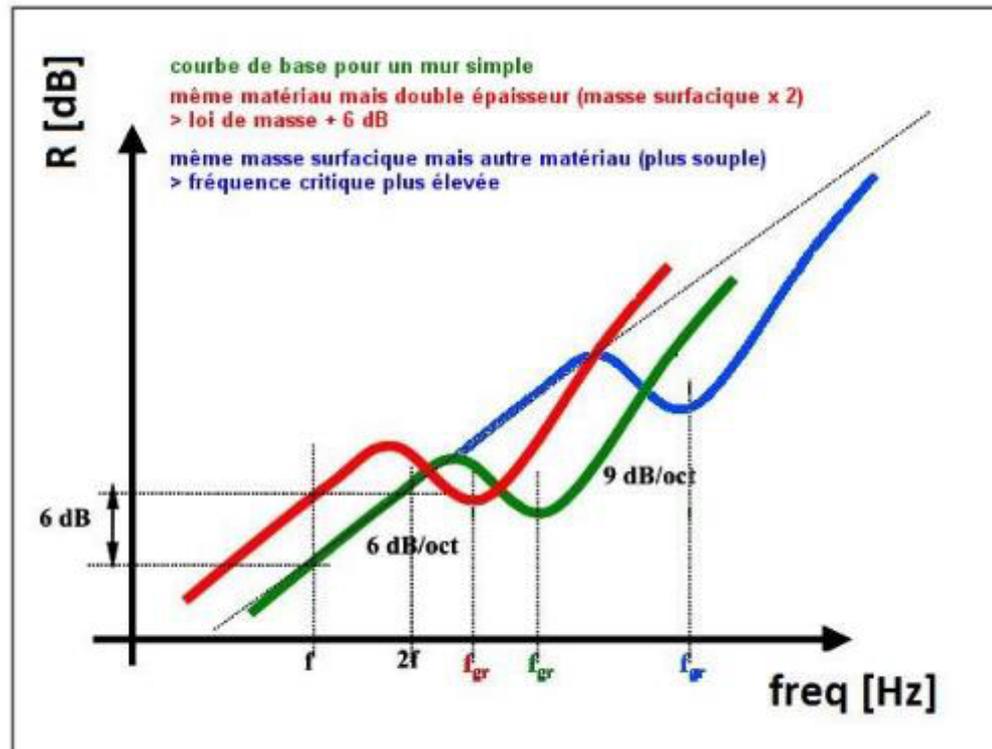


Source: Bruxelles Environnement



### Loi de masse:

- ▶ Plus une paroi est lourde, meilleure est l'isolation aux bruits aériens.
- ▶ L'indice d'affaiblissement acoustique  $R$  d'une paroi augmente de 4-6 dB par doublement de masse



## Loi de masse

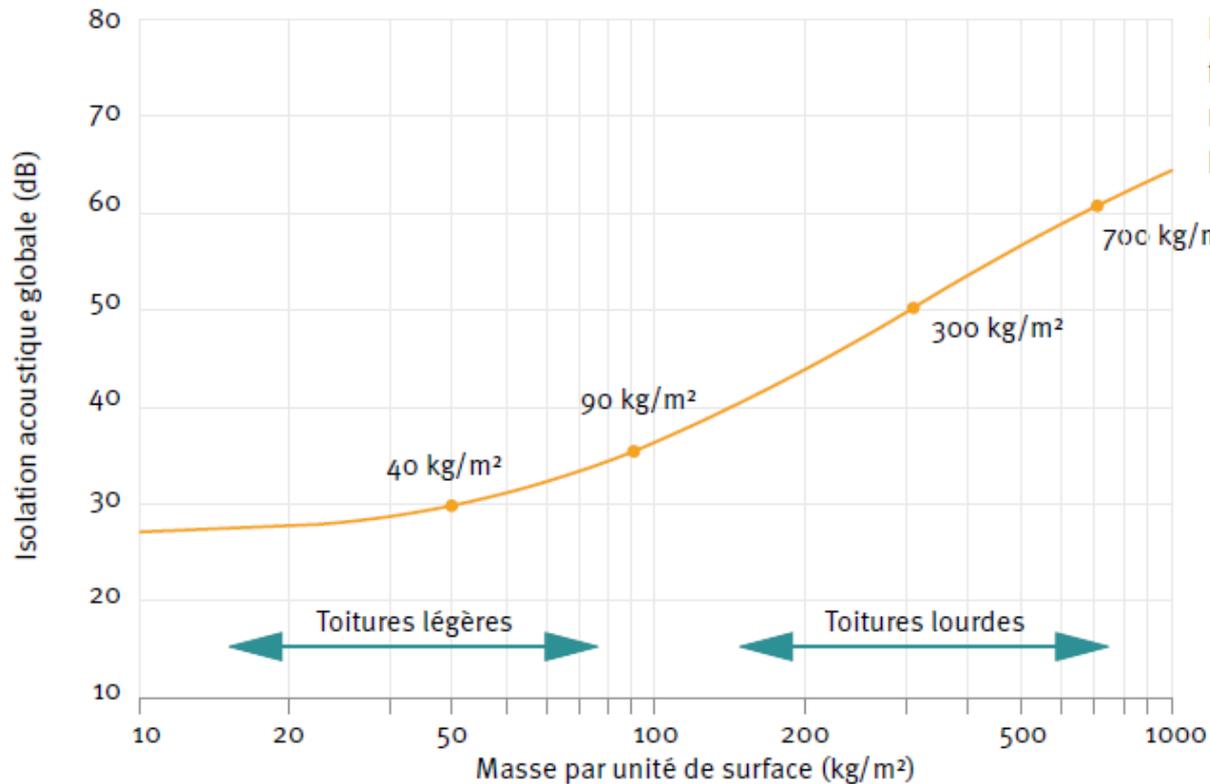
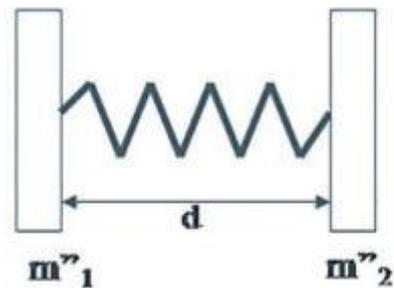


Fig. 18 Isolation aux bruits aériens en fonction de la masse surfacique : relation empirique dans le cas de parois simples.

Source: Buildwise



Effet « masse-ressort-masse » (MRM)



$$f_r = \frac{75}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{m''_1} + \frac{1}{m''_2}}$$

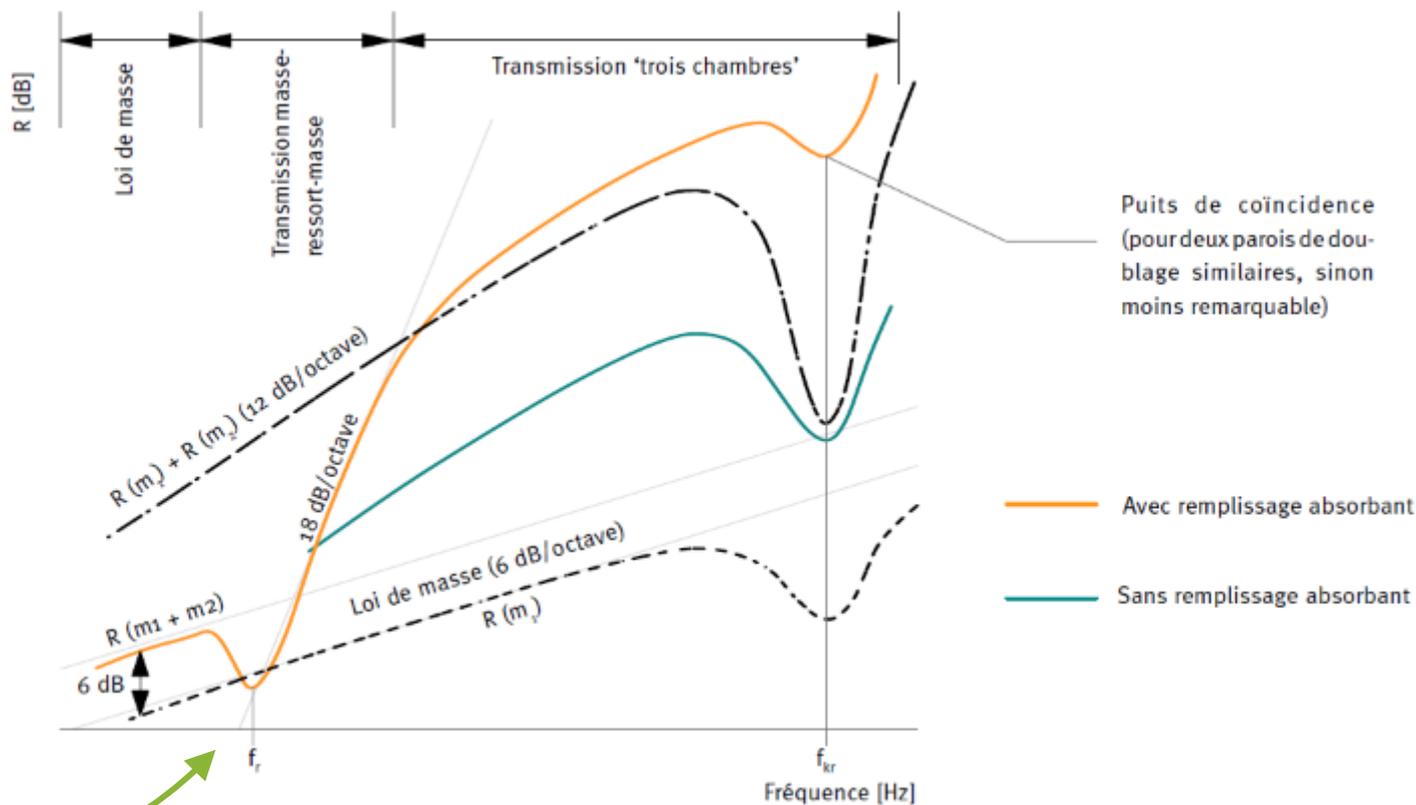


Fig. 02 Évolution schématique de l'indice d'affaiblissement acoustique des doubles parois.

Source: Buildwise



EN THÉORIE: CONTEXTE ET NOTIONS DE BASE

**EN PRATIQUE**

- ▶ **Isolation aux bruits aériens**
- ▶ **Isolation aux bruits de contacts**
- ▶ **Isolation aux bruits d'équipements**
- ▶ **Absorption acoustique**



## Toiture légère - Masse-Ressort-Masse (MRM)

### ► Principe

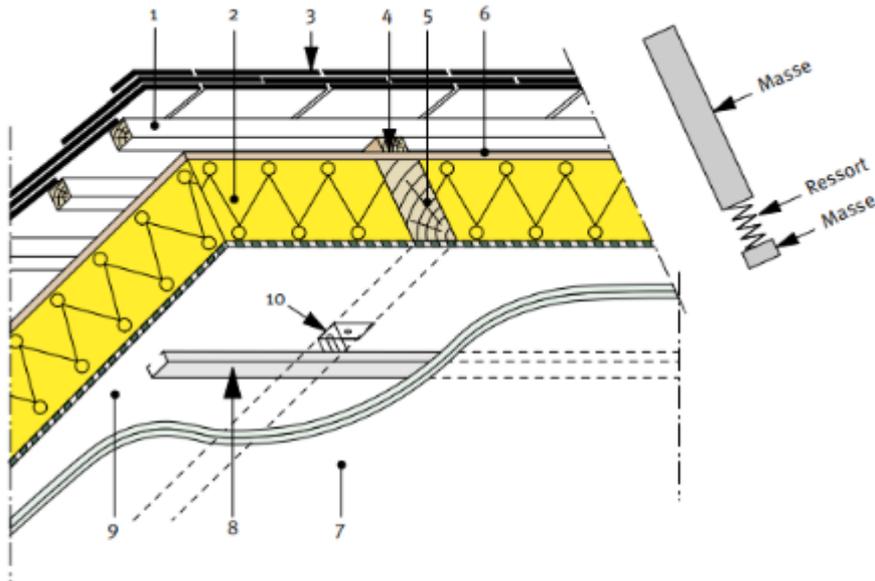


Fig. 6 Application du principe 'masse-ressort-masse' aux toitures à versants.

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1. Latte        | 7. Revêtement intérieur   |
| 2. Isolant      | 8. Profilé métallique pour la fixation du plafond                       |
| 3. Couverture   | 9. Barrière à l'air et à la vapeur                                      |
| 4. Contre-latte | 10. Fixation du profilé de plafond (éventuellement variante acoustique) |
| 5. Fermette     |   |
| 6. Sous-toiture |   |

Source: Buildwise



## Toiture légère - MRM

- ▶ Optimisation de la masse extérieure
  - Toiture plate: choisir une étanchéité lourde p.ex. roofing alourdi au lieu d'EPDM

Mieux mais effet limité

- Toiture inclinée:

Sous-toiture rigide lourde



### Toiture légère - MRM

► Optimisation du ressort

- Choisir un isolant de type fibreux, acoustiquement absorbant. Pas d'isolants à cellules fermées (PU, XPS, EPS...)

Laines (bois, minérale, etc.), insufflé (cellulose, fibre bois, etc)



- Augmenter l'épaisseur de l'isolant

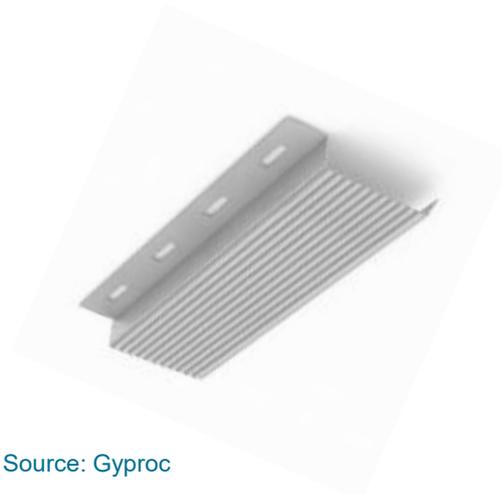


### Toiture légère - MRM

- ▶ Optimisation du ressort
  - Opter pour des profilés de fixation acoustiques



Source: Buildwise



Source: Gyproc



- Désolidarisation totale via faux-plafond autoportant



## Toiture légère - MRM

- ▶ Optimisation de la masse intérieure
  - Augmenter la masse surfacique de la finition:



**Plaque d'argile 25 mm**

≈ 36 kg/m<sup>2</sup>

**Plaque de fibres-gypse 18 mm**

≈ 21,5 kg/m<sup>2</sup>

**Plaque de fibres-gypse 12,5 mm**

≈ 15 kg/m<sup>2</sup>

**Double plaque de plâtre 9,5 mm**

≈ 15 kg/m<sup>2</sup>

**Plaque de plâtre acoustique 12,5**

≈ 12,5 kg/m<sup>2</sup>

**Plaque de fibres-gypse 10 mm**

≈ 11,5 kg/m<sup>2</sup>

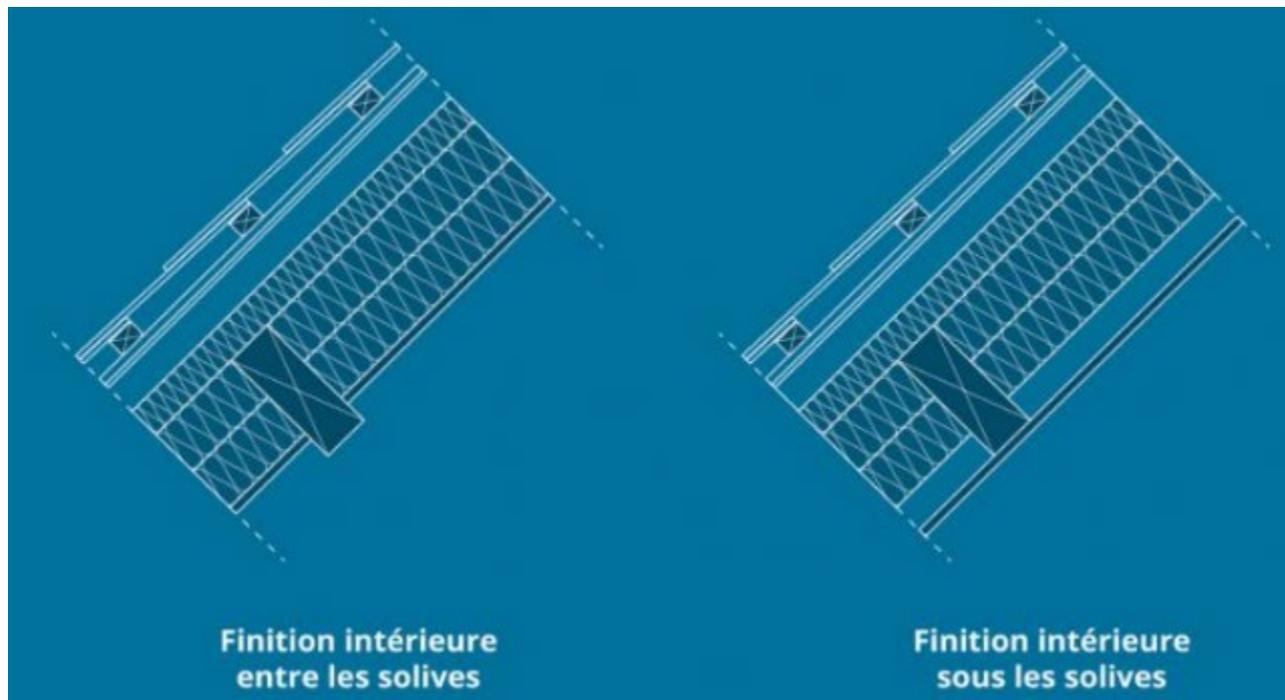
**Plaque de plâtre simple 9,5 mm**

≈ 7,5 kg/m<sup>2</sup>



## Toiture légère - MRM

- ▶ Optimisation de la masse intérieure
  - Mise en œuvre continue de la finition intérieure



Source: Bruxelles Environnement



## Toiture légère - MRM

- Quelques ordres de grandeur

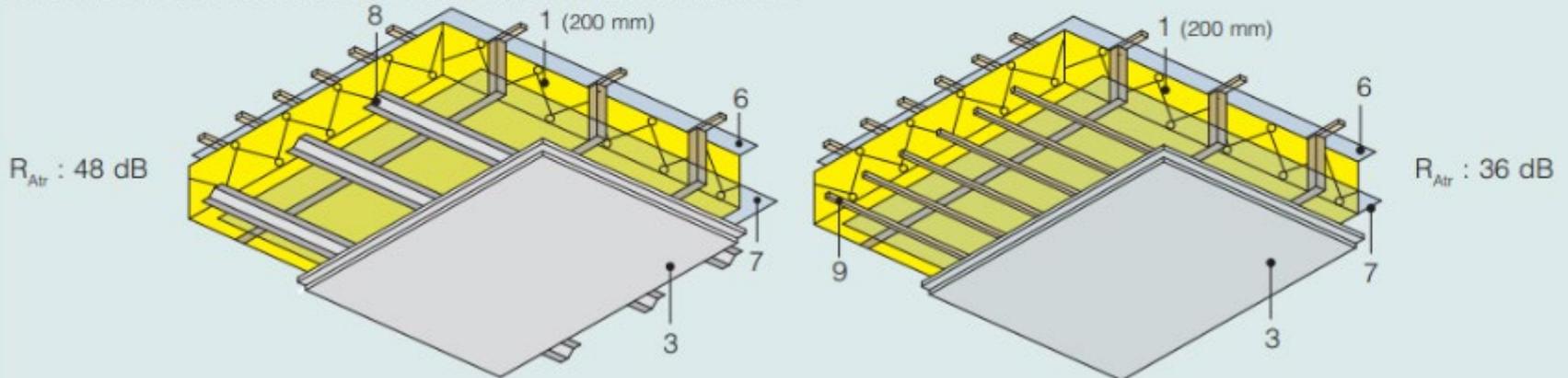
### LEGENDE

1. Isolant thermique acoustiquement absorbant
2. Isolant thermique non acoustiquement absorbant
3. Plaque de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur (une plaque ou deux)
4. Panneaux de contreplaqué WBP (*Weather and Boil Proof*)
5. OSB
6. Sous-toiture (si nécessaire)

7. Barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur sur OSB
8. Montants à ressorts
9. Ossature en bois
10. Panneau de particules

(\*) La résistance thermique de cette couche doit toujours être inférieure à la moitié de la résistance de la couche 2 (cf. Les Dossiers du CSTC 4/2008, cahier 10).

### CONSTRUCTIONS TRADITIONNELLES ET FERMETTES INDUSTRIALISÉES :



Source: Buildwise



## Toiture légère - MRM

- Quelques ordres de grandeur

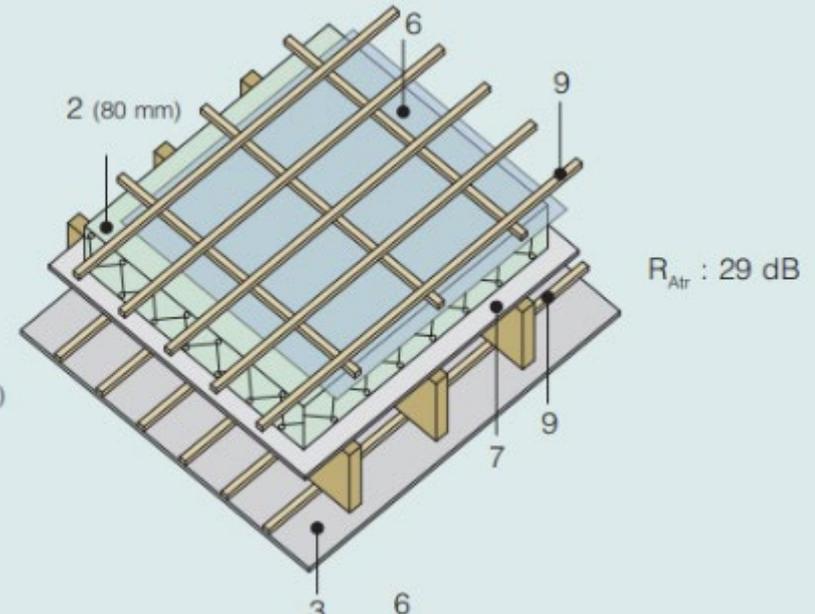
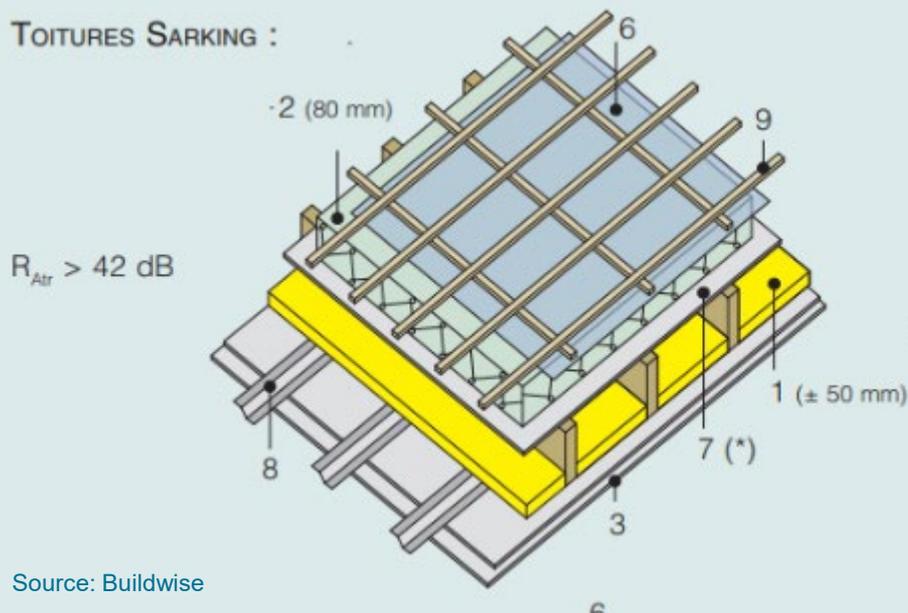
### LEGENDE

1. Isolant thermique acoustiquement absorbant
2. Isolant thermique non acoustiquement absorbant
3. Plaque de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur (une plaque ou deux)
4. Panneaux de contreplaqué WBP (*Weather and Boil Proof*)
5. OSB
6. Sous-toiture (si nécessaire)

7. Barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur sur OSB
8. Montants à ressorts
9. Ossature en bois
10. Panneau de particules

(\*) La résistance thermique de cette couche doit toujours être inférieure à la moitié de la résistance de la couche 2 (cf. Les Dossiers du CSTC 4/2008, cahier 10).

### TOITURES SARKING :



Source: Buildwise



## Toiture légère - MRM

- Quelques ordres de grandeur

### LEGENDE

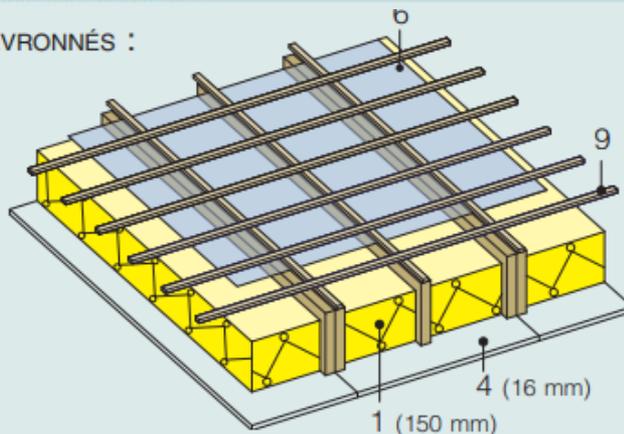
1. Isolant thermique acoustiquement absorbant
2. Isolant thermique non acoustiquement absorbant
3. Plaque de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur (une plaque ou deux)
4. Panneaux de contreplaqué WBP (*Weather and Boil Proof*)
5. OSB
6. Sous-toiture (si nécessaire)

7. Barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur sur OSB
8. Montants à ressorts
9. Ossature en bois
10. Panneau de particules

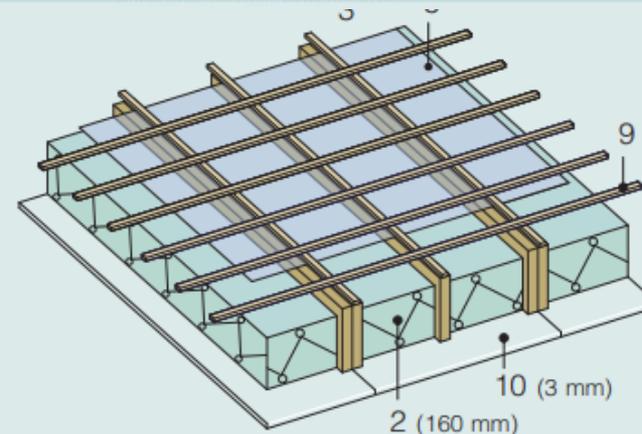
(\*) La résistance thermique de cette couche doit toujours être inférieure à la moitié de la résistance de la couche 2 (cf. Les Dossiers du CSTC 4/2008, cahier 10).

### CAISSONS CHEVRONNÉS :

$R_{Atr} : 28 \text{ dB}$



$R_{Atr} : 20 \text{ dB}$



Source: Buildwise



## Toiture légère - MRM

- Quelques ordres de grandeur

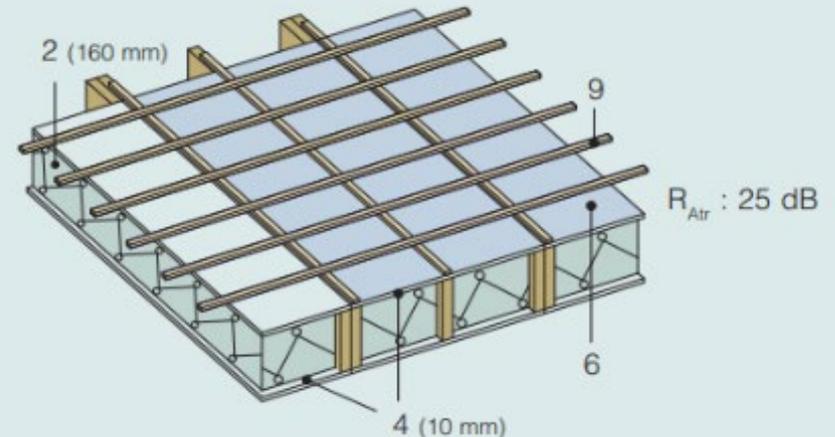
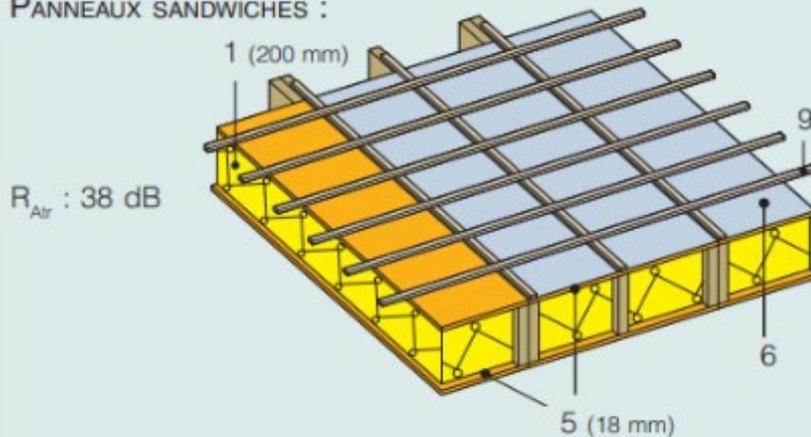
### LEGENDE

1. Isolant thermique acoustiquement absorbant
2. Isolant thermique non acoustiquement absorbant
3. Plaque de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur (une plaque ou deux)
4. Panneaux de contreplaqué WBP (*Weather and Boil Proof*)
5. OSB
6. Sous-toiture (si nécessaire)

7. Barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur sur OSB
8. Montants à ressorts
9. Ossature en bois
10. Panneau de particules

(\*) La résistance thermique de cette couche doit toujours être inférieure à la moitié de la résistance de la couche 2 (cf. Les Dossiers du CSTC 4/2008, cahier 10).

### PANNEAUX SANDWICHES :



## ISOLATION AUX BRUITS AÉRIENS

## Toiture légère - MRM

- ▶ Mitoyens, jonction entre deux locaux
  - Eviter les transmissions latérales
  - Points d'attention: position des éléments structurels, nature de l'isolant



Source: Buildwise

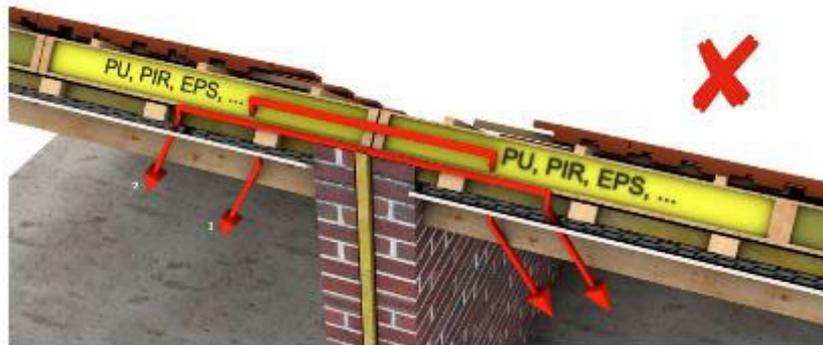
- |   |  |                                   |
|---|--|-----------------------------------|
| 1. Chevron  | 4. Laine de roche (propriétés ignifuges)                                       | 7. Plaque de plâtre               |
| 2. Laine minérale ou équivalent (cellulose, fibre de bois...) | 5. Profilé à ressort   | 8. Membrane d'étanchéité à l'air  |
| 3. Membrane de sous-toiture                                   | 6. Latte en bois supplémentaire (fixation de la membrane d'étanchéité à l'air) | 9. Parois de double mur maçonnées |

**Fig. 34** Transmission aérienne indirecte au droit d'une jonction correcte avec la toiture : en disposant les chevrons ou les fermettes contre chaque partie de la double paroi, on réduit sensiblement ce type de transmission.



### Toiture légère - MRM

- ▶ Mitoyens, jonction entre deux locaux
  - Eviter les transmissions latérales
  - Points d'attention: position des éléments structurels, nature de l'isolant

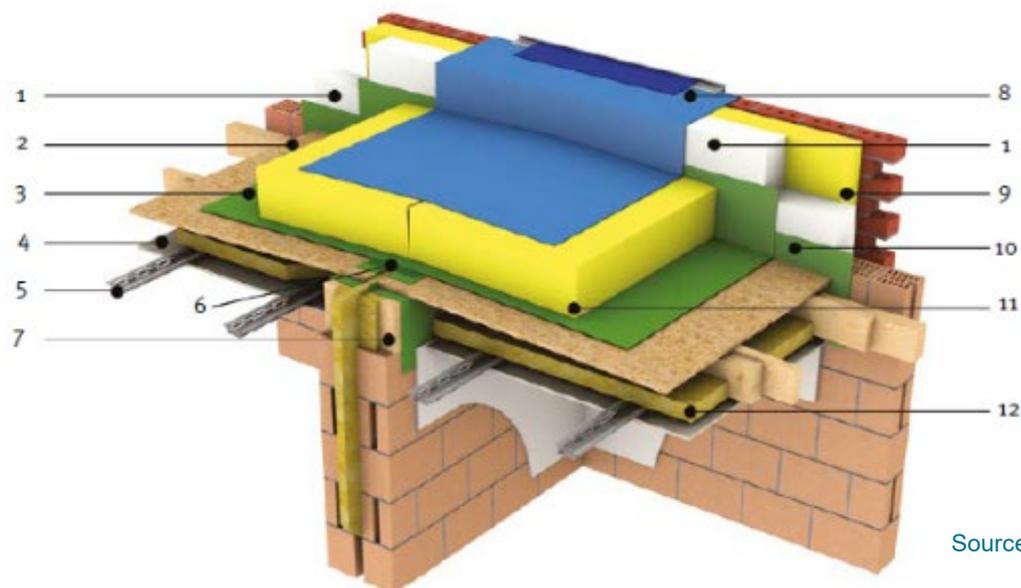


Source: Buildwise



## Toiture légère - MRM

- ▶ Point d'attention: éviter les transmissions latérales
  - Mitoyens



Source: Buildwise

1. Béton cellulaire
2. Panneau de support en bois
3. Pare-vapeur
4. Plaque de plâtre
5. Profilé à ressort
6. Membrane supplémentaire pour permettre le glissement du pare-vapeur

7. Poutres en bois au-dessus de la paroi du double mur. Les poutres de soutien sont fixées dans des 'sabots' métalliques dans ces poutres en bois. Tout espace entre cette poutre et la maçonnerie doit être scellé

8. Membrane d'étanchéité
9. Isolation thermique dans la coulisse de la façade
10. Bandes d'étanchéité à l'air
11. Isolation thermique
12. Matériau isolant poreux et flexible



## Toiture lourde

- ▶ Optimisation
  - Augmenter la masse surfacique de l'élément structurel
  - Créer un effet Masse Ressort Masse (MRM)

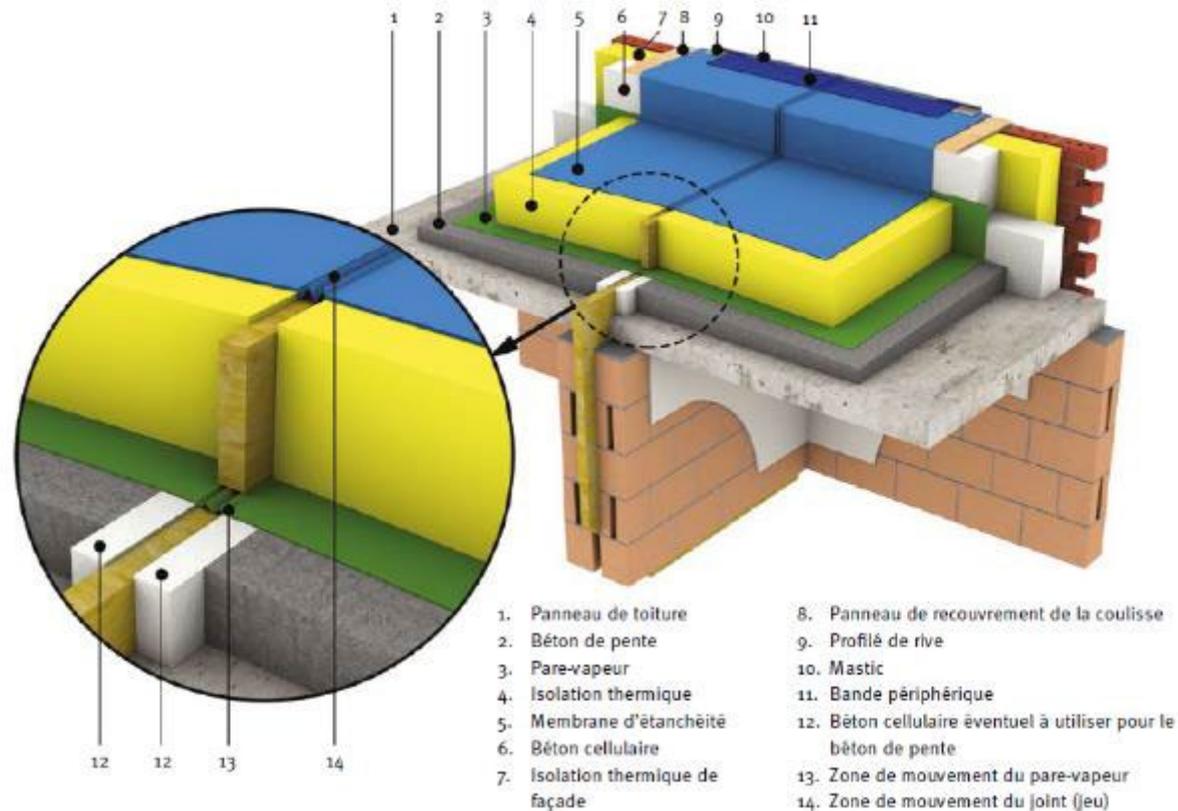
Par le dessus: isolant acoustique + lestage (graviers, toiture végétale)

Par le dessous: faux-plafond acoustique (/!\ Diffusion de la Vapeur d'Eau)



## Toiture lourde

- ▶ Point d'attention: éviter les transmissions latérales
  - Mitoyens

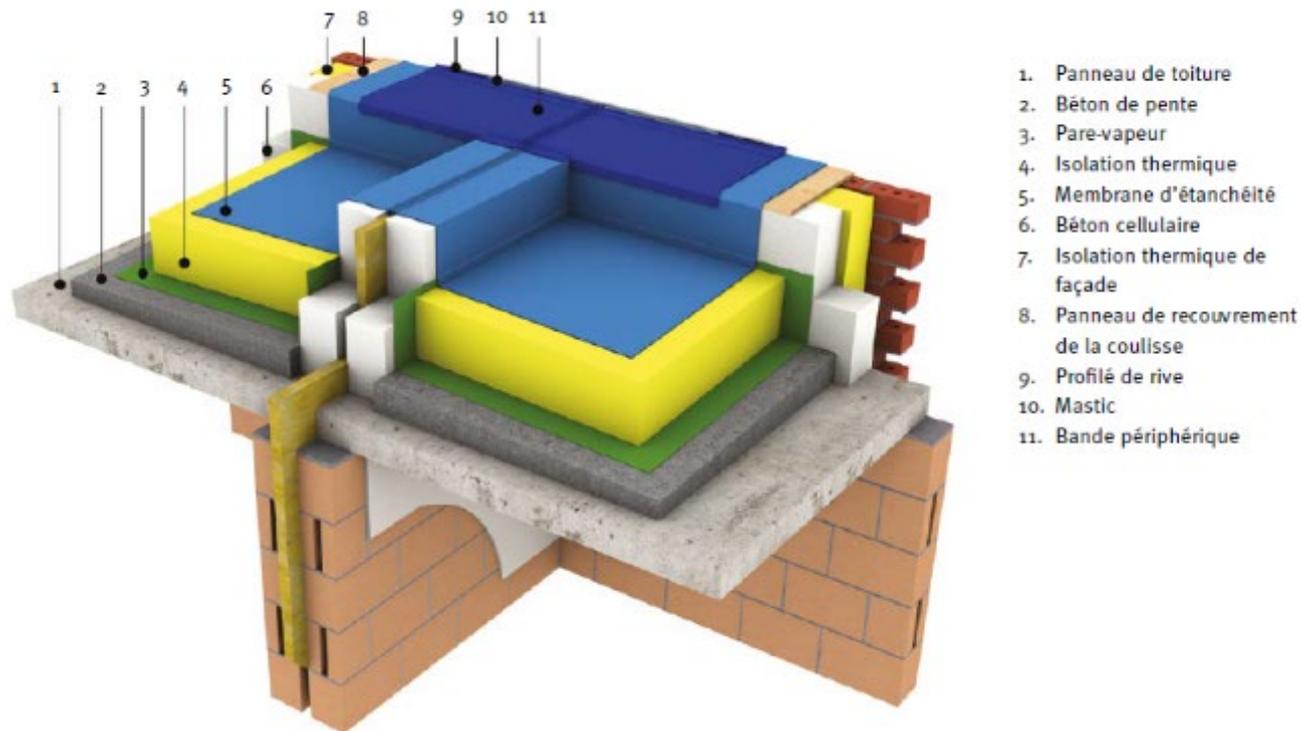


Source: Buildwise



## Toiture lourde

- ▶ Point d'attention: éviter les transmissions latérales
  - Mitoyens



Source: Buildwise



## Quelles sources dans le cas d'une toiture?

- ▶ Bruit d'impact de la pluie
  - Seuil de réveil d'une personne endormie  
 $L_{IA} = 50$  dB
  - Fenêtres de toit: attention sur la sélection du vitrage (vitrage feuilleté PVB amélioré/résine), protection via dôme, volet extérieur



Source: Velux



Dôme de protection		
<input type="checkbox"/> Acrylique	<input type="checkbox"/> Opalin	
<input type="checkbox"/> Transparent		
g 0,53	0,20	EN 1873
$\tau_V$ 0,72	0,25	EN 1873
LIA	48 dB	EN ISO 140-18
<b>ou</b>		
<input type="checkbox"/> Polycarbonate - fixé avec des visse de sécurité		
<input type="checkbox"/> Transparent	<input type="checkbox"/> Opalin	
g 0,50	0,23	EN 1873
$\tau_V$ 0,70	0,26	EN 1873
LIA	51 dB	EN ISO 140-18

Source: Velux



## Quelles sources dans le cas d'une toiture?

- ▶ Bruit d'impact de la pluie
  - Seuil de réveil d'une personne endormie  
 $L_{IA} = 50$  dB
  - Panneaux sandwich de toiture:  
/!\ Consulter les spécifications techniques  
Favoriser les isolants souples et absorbants,  
des finitions intérieures lourdes



Source: Arcelor



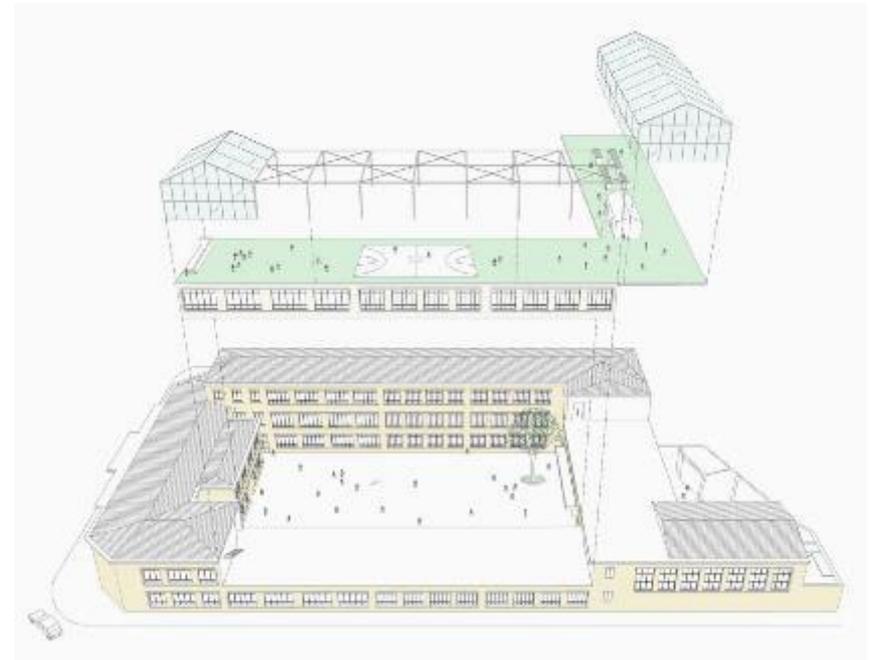
## Quelles sources dans le cas d'une toiture?

- ▶ Toitures accessibles: Terrain de sport, cour de récréation, parking...

⇒ **Désolidariser acoustiquement l'aire de circulation via un résilient acoustique adapté**



Source: Tezuka Architects



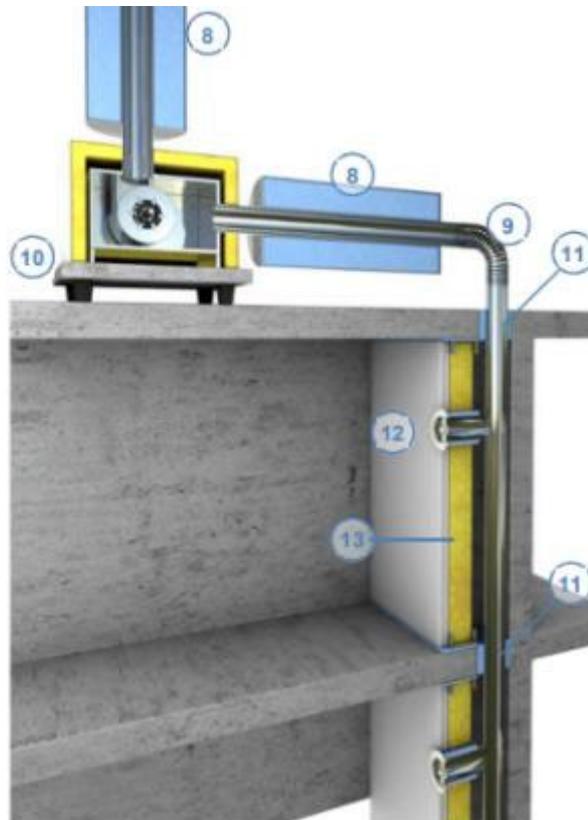
Source: LOW architecten



# 39 ISOLATION AUX BRUITS D'ÉQUIPEMENTS

## Installations techniques

- ▶ Bruits de contacts: désolidariser
- ▶ Bruits aériens: absorber et atténuer



Source: Bruxelles Environnement



Figure 52 : Silencieux  
 (© Systemair)



Figure 53 : Ressort  
 antivibratile

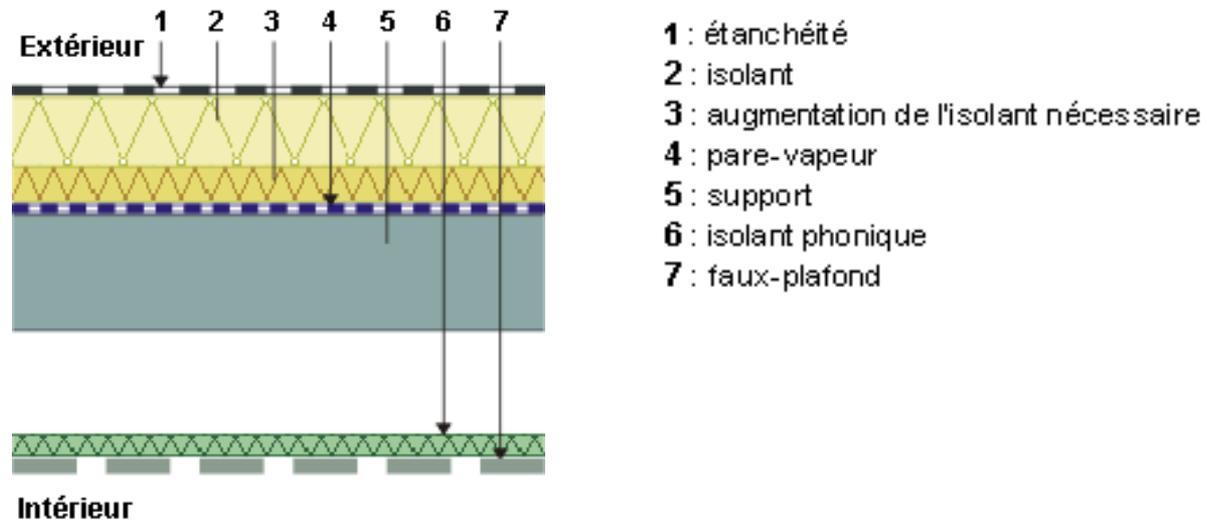


## Compatibilité avec l'isolation thermique

### ► Toiture plate

- Epaisseur d'isolant phonique la plus faible possible
- Veiller que le point de rosée soit situé au-dessus du pare-vapeur

→ Placer une couche d'isolation complémentaire extérieure si nécessaire



Source: Energie +





- ▶ Deux grands principes fondamentaux de l'isolation acoustique:
  - Toiture massive: loi de masse
  - Toiture légère: masse-ressort-massePrincipe d'autant plus efficace que...
  - ...la distance entre les masses est grande
  - ...le ressort est grand et composé d'isolant fibreux, absorbant
  - ...les masses sont élevées (→ choix de la finition intérieure, de la sous-toiture)
  
- ▶ Ne pas négliger les transmissions sonores par voies latérales (mitoyens, entre deux locaux...)





## Guide bâtiment durable

[www.guidebatimentdurable.brussels](http://www.guidebatimentdurable.brussels)

- ▶ Dossier | [Assurer le confort acoustique](#)
- ▶ Solution | [Acoustique des toitures](#)
- ▶ Solution | [Acoustique des techniques](#)



## Sites internet

- ▶ Bruxelles Environnement – [Rapport technique bruit](#)
- ▶ Homegrade – [Isolation acoustique d'une maison bruxelloise redivisée en appartements](#)
- ▶ [Lignumdata](#) – base de données compositions de parois



## Ouvrages

- ▶ Buildwise, NIT 251 – 2014: Isolation des toitures à versants
- ▶ Buildwise, NIT 280 – 2022: La toiture plate
- ▶ Buildwise, NIT 281 – 2022: Acoustique entre habitations



**Julie RENAUX**

Ingénieur projet  
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

