



Les détails constructifs jouent un rôle essentiel dans la conception acoustique d'un bâtiment, dans la mesure où ils affectent non seulement l'isolation aux bruits extérieurs, mais également celle entre locaux intérieurs. En mettant en évidence ce rôle particulier, le présent article démontre qu'un choix judicieux et une réalisation adéquate des détails constructifs permettent d'atteindre les niveaux de confort acoustique préconisés par la norme.

# Rôle des détails constructifs dans l'isolation acoustique des bâtiments

## 1 Bruits aériens et bruits de choc

En matière d'isolation acoustique, il convient avant tout d'identifier la nature du bruit dont on souhaite se protéger. C'est ainsi qu'on fait la distinction entre bruits aériens et bruits de choc selon la source qui les émet :

- les **bruits aériens** prennent naissance dans l'air et se transmettent à la structure par vibration de l'air (par exemple : conversation, radio, télévision, trafic)
- quant aux **bruits de choc**, ils sont issus d'un contact direct avec un élément de construction et provoquent une mise en vibration de la structure (bruit de pas, chute d'un objet, déplacement d'une chaise sur le sol, etc.).

Selon que la source se situe à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment, on parlera d'**isolation acoustique des façades** (§ 3) ou d'**isolation acoustique entre locaux** (§ 4). Dans les deux cas, la notion de détail constructif aura alors une connotation différente.

## 2 Normes acoustiques du bâtiment

En Belgique, les exigences relatives à l'isolation acoustique des façades, à l'isolation aux bruits aériens et à l'isolation aux bruits de choc sont définies dans une série de normes, dont chacune s'applique à un type de bâtiment bien particulier. Ainsi, la norme NBN S 01-400-1, parue en 2008, traite des critères acoustiques relatifs aux immeubles d'habitation, tandis que la NBN S 01-400-2 définit depuis 2012 le cadre acoustique des bâtiments scolaires.

La troisième partie (NBN S 01-400-3), encore en cours d'élaboration, fixera les exigences performancielles applicables aux bâtiments non résidentiels, actuellement couverts par les normes NBN S 01-400 (1977) et NBN S 01-401 (1987).

## A | Exemples illustrant la différence entre le concept d'étanchéité à l'air et d'étanchéité aux bruits.

Critères		Etanches à l'air	
		Oui	Non
Etanches aux bruits	Oui	Mastics aux silicones, enduits	Grilles de ventilation insonorisées
	Non	Films, mousses PUR	Jours, fentes ou interstices, maçonneries poreuses

La norme NBN S 01-400-1 relative aux immeubles d'habitation distingue deux niveaux de performances : un **confort acoustique normal** (CAN) et un **confort acoustique supérieur** (CAS). Le premier est le niveau de performance minimum censé procurer un isolement aux bruits aériens et aux bruits de choc satisfaisant au moins 70 % des occupants, lorsque ceux-ci sont exposés à des nuisances sonores normales et que le bâtiment concerné est une construction lourde érigée selon des méthodes traditionnelles au moyen de matériaux pierreux (?). Par contre, pour revendiquer un confort acoustique supérieur, il convient de satisfaire plus de 90 % des utilisateurs (voir [Les Dossiers du CSTC 2012/2.18](#)).

Les autres normes de la série S 01-400 ne prévoient qu'un seul niveau de performance. Les exigences seront toutefois plus sévères lorsque les conditions acoustiques seront plus contraignantes.

## 3 Isolation acoustique des façades

### 3.1 Détails constructifs propres aux façades

Lorsqu'on se penche sur la problématique des bruits aériens extérieurs, on constate que l'isolation entre un local et l'extérieur

dépend généralement des éléments acoustiquement 'faibles' de la façade (fenêtres, grilles de ventilation, toiture, etc.). Dans un environnement très bruyant, il convient dès lors d'opter pour des éléments de construction optimisés sur le plan acoustique. Plus les performances acoustiques de ces éléments seront élevées, plus la manière de les connecter entre eux et avec le reste du bâtiment aura de l'importance. On considère ces raccords comme des détails acoustiques linéaires. En revanche, des orifices de ventilation sont à considérer comme des détails acoustiques ponctuels.

Si, dans un contexte énergétique, des détails constructifs mal réalisés engendrent des déperditions thermiques ou des infiltrations d'air, sur le plan acoustique, ils constitueront autant de points de passage du bruit. Toutefois, un raccord étanche à l'air n'est pas forcément étanche au bruit et *vice versa*. Ce principe est illustré au tableau A à l'aide de quelques exemples.

### 3.2 Classification des détails constructifs en façade

Les exigences d'isolation acoustique des façades imposées par la norme NBN S 01-400-1 sont d'autant plus sévères que les surfaces concernées sont exposées aux

(?) Les exigences de la norme NBN S 01-400-1 ne permettent pas de garantir un confort acoustique suffisant dans les constructions légères.



nuisances sonores. Cette norme distingue quatre **classes de bruits extérieurs**. Il est évident que certains détails constructifs en façade ne sont plus envisageables lorsque le bruit environnant dépasse un certain seuil. On peut dès lors classer les détails constructifs des façades selon leur applicabilité au regard des quatre classes de bruits extérieurs (voir tableau B). Une performance de **0★** serait, elle, applicable aux détails d'un bâtiment qui n'est soumis à aucune exigence.

### 3.3 Jonction entre un châssis de fenêtre et un mur creux

La figure 1 montre, à titre d'exemple, la coupe verticale d'un raccord thermiquement performant entre un châssis de fenêtre et un mur creux.

Si les retours de baie sont recouverts de matériaux légers et que la coulisse du mur creux est remplie d'isolant rigide et léger, ce détail ne peut s'envisager qu'en classe de bruit extérieur 1.

## 4 Transmission des bruits aériens et des bruits de choc au sein des bâtiments

### 4.1 Détails constructifs à l'intérieur des bâtiments

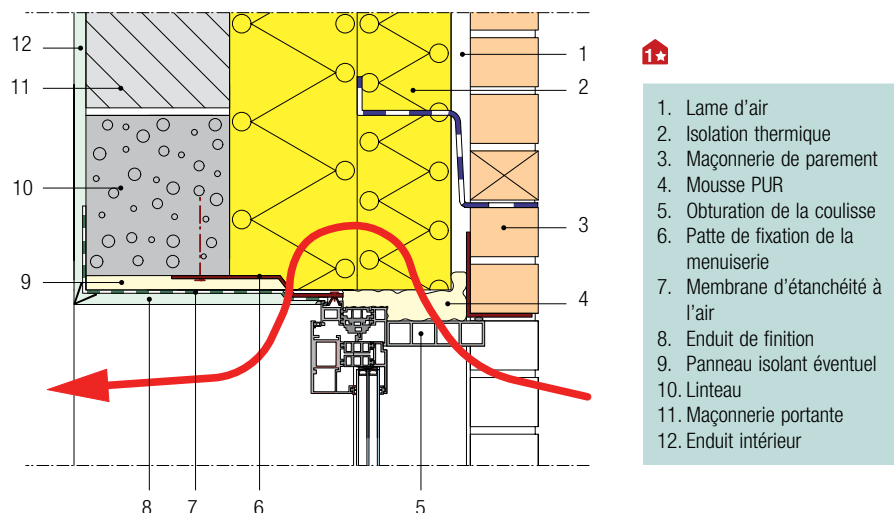
Nous avons vu au § 1 que les bruits aériens et les bruits de choc pouvaient indistinctement générer des vibrations dans les éléments de construction. Ces vibrations sont transmises par la structure, qui les rayonne sous forme audible dans les locaux voisins et les propage éventuellement à d'autres éléments via leurs points d'assemblage, lesquels les transmettront à leur tour aux autres espaces du bâtiment. C'est la raison pour laquelle il arrive que l'on perçoive, dans certaines pièces, des bruits provenant de locaux relativement lointains. Les détails constructifs, au sein desquels peuvent se connecter deux à quatre éléments de construction, jouent ainsi le rôle d'échangeurs de vibrations dans la propagation du bruit au travers des bâtiments.

### 4.2 Transmission directe et indirecte du bruit

Lorsqu'on évoque la transmission des bruits aériens et des bruits de choc entre locaux adjacents, on a tendance à ne considérer que

**B** | Domaine d'application des détails selon l'isolation acoustique *in situ* d'une façade permettant d'atteindre un confort acoustique normal dans une salle de séjour soumise au bruit extérieur d'un seul côté (NBN S 01-400-1).

Classe de bruit extérieur	Description	Isolation acoustique minimale des façades (CAN)
1	Chemins calmes ou champêtres, lotissements calmes avec circulation locale, rues en ville avec trafic réduit	$D_{Atr} \geq 26$ dB 1★
2	Rues asphaltées en ville avec trafic normal sur une seule bande de circulation dans chaque sens	$D_{Atr} \geq 31$ dB 2★
3	Trafic intense et lourd	$D_{Atr} \geq 36$ dB 3★
4	Rues à trafic dense en ville, routes dont le revêtement est en béton et le trafic important, routes nationales, voies d'accès des grandes villes, routes de liaison avec des zones industrielles régulièrement fréquentées par des véhicules lourds	$D_{Atr} \geq 43$ dB 4★



**1** | Raccord thermiquement performant entre un châssis de fenêtre et un mur creux. La flèche rouge indique la voie de passage potentiel du bruit.

la transmission directe à travers le mur ou le plancher contigu. Or, le bruit peut également pénétrer dans les locaux voisins par des voies indirectes. La part de transmission indirecte dans le transfert global du bruit augmente à mesure que l'isolation acoustique directe de la paroi de séparation augmente elle aussi. Le cas échéant, c'est la transmission indirecte qui conditionne l'isolation acoustique maximale réalisable *in situ*.

La transmission indirecte du bruit peut s'opérer par transfert vibratoire d'un élément de construction à l'autre. C'est ce qu'on

appelle la transmission structurelle indirecte ou **transmission latérale du bruit**. Une autre forme de transmission indirecte est celle que subissent les bruits aériens lorsqu'ils se propagent **au travers des espaces adjacents** (couloirs, par exemple), de l'environnement extérieur ou des systèmes de ventilation (voir [Les Dossiers du CSTC 2013/3.16](#)). Ce type de transmission n'est toutefois pas envisagé dans le présent article.

Dans le cas d'une transmission structurelle indirecte, la proportion de vibrations transmises dépend entre autres du type de détail

(T, croix ou angle) et des rapports de masse entre les éléments de construction qui s'y concentrent. Les normes NBN EN 12354-1 à 5 proposent des modèles de calcul permettant d'évaluer ces phénomènes complexes. Dans de nombreux cas, la transmission structurelle indirecte s'avère moins importante lorsqu'elle s'opère au sein d'une structure lourde.

Certaines voies de transmission indirecte peuvent être éliminées en grande partie en déconnectant les éléments au niveau des détails constructifs au moyen d'une coupe antivibratoire. On peut également les atténuer par la mise en place, dans le local d'émission et/ou de réception, d'une structure indépendante devant l'élément de construction concerné. Les deux stratégies sont illustrées ci-après à l'aide de quelques exemples.

#### 4.3 Transmission du bruit aérien

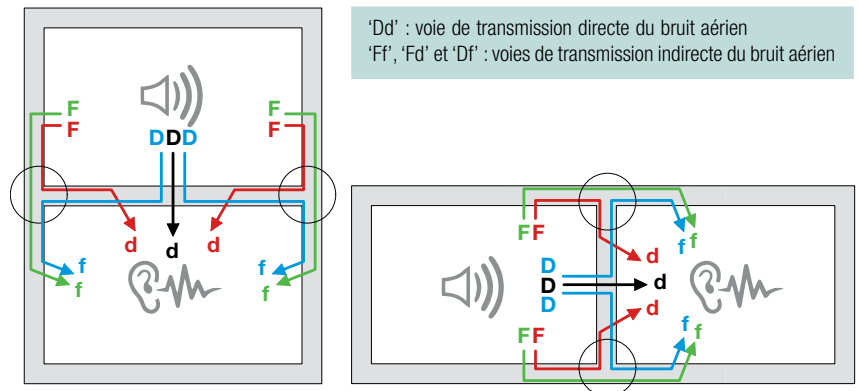
Dans le cas de la transmission directe des bruits aériens, les ondes sonores émises dans le local font vibrer la paroi de séparation (mur ou plancher), qui transmet les vibrations sous forme de bruits dans le local de réception. Cette **voie de transmission directe** est représentée à la figure 2 par la flèche noire partant de 'D' et aboutissant à 'd'.

Les **voies de transmission indirecte** y sont représentées par des flèches de couleur traversant les deux détails constructifs visibles sur chaque coupe. Afin d'identifier clairement les trajets empruntés par le bruit, les parois du local d'émission sont désignées par des lettres majuscules et celles du local de réception par des minuscules. Les parois de séparation sont représentées par les lettres 'D' et 'd'; quant aux murs et planchers latéraux, ils sont représentés par les lettres 'F' et 'f'.

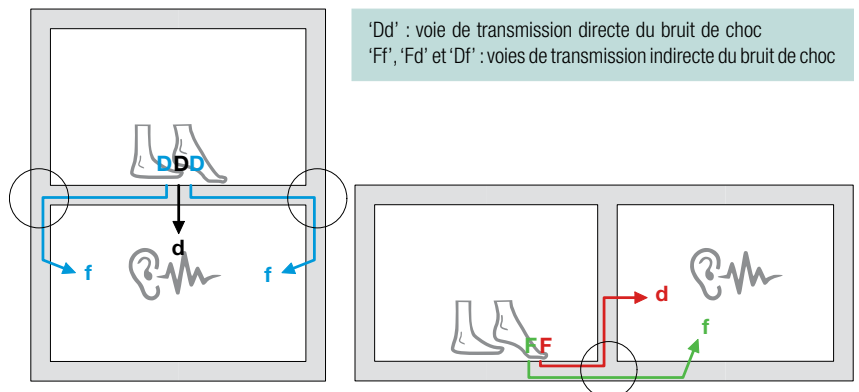
Dans un local délimité par deux murs, un plafond et une dalle (soit quatre détails constructifs) se prolongeant chacun dans les locaux voisins, on distingue 12 voies de transmission latérale du bruit aérien (autrement dit trois voies de transmission par détail constructif : 'FF', 'Fd' et 'Df'), mais une seule voie directe ('Dd').

#### 4.4 Transmission du bruit de choc

Soumis à un choc, un élément de construction tel qu'un plancher ou un escalier est mis directement en vibration. Dans le cas



2 | Voies de transmission du bruit aérien en sens vertical (à gauche) et horizontal (à droite); le bruit pénètre dans le local voisin par une seule voie de transmission directe ('Dd'), mais par 12 voies latérales (trois par détail). Sur les schémas, seuls deux détails sont visibles dans chaque direction.



3 | Voies de transmission du bruit de choc entre locaux superposés (à gauche) et entre locaux juxtaposés (à droite). Dans les locaux superposés, on distingue, outre la voie de transmission directe 'Dd', au maximum quatre voies de transmission latérale 'Df' (une par détail). Les schémas ne représentent que deux des quatre détails. Entre locaux juxtaposés, on compte uniquement deux voies de transmission latérale ('Fd' et 'Ff').

de locaux superposés, ces vibrations se propagent non seulement par le plafond (**transmission directe des bruits de choc**), mais également par les murs en contact avec le plafond. Cette **transmission latérale du bruit de choc** à l'étage inférieur n'emprunte qu'un seul et même trajet pour chaque détail, à savoir la voie 'Df' qui relie le plancher au mur porteur, ce qui représente au maximum quatre voies de transmission latérale dans le cas d'une dalle sur quatre appuis. Cela ne signifie cependant pas que la transmission latérale des bruits de choc soit négligeable. Communiquées directement à la structure du plancher, les vibrations seront d'un ordre de grandeur nettement supérieur à celui qui prévaut pour la transmission des bruits aériens. Ainsi, l'installation seule d'un plafond suspendu ne suffira pas pour bénéficier d'un confort acoustique satisfaisant. Tous les planchers d'appartements devront par

conséquent être munis d'une chape flottante suffisamment lourde reposant sur une couche de matériau antivibratoire performante. Comme le montre la figure 3, cette mesure se révélera efficace pour réduire sensiblement à la source aussi bien la transmission structurelle indirecte que la transmission directe. La mise en œuvre de la chape flottante requiert donc un soin particulièrement vigilant, puisqu'elle joue un rôle essentiel dans l'isolation aux bruits aériens (voir [Les Dossiers du CSTC 2009/3.15](#)).

Entre deux locaux juxtaposés, on compte un seul détail (point d'intersection du mur mitoyen avec la dalle), soit, en tout et pour tout, deux voies de transmission latérale possibles pour le bruit de choc : 'Ff' et 'Fd'. Ici aussi, un manque de soin lors de la mise en œuvre de la chape flottante suffira généralement à saper le confort acoustique escompté.



#### 4.5 Rôle clé des détails constructifs dans les concepts acoustiques

Une isolation acoustique adéquate entre deux locaux ne dépend pas d'un mur ou d'un plancher mitoyen que l'on se contenterait d'isoler de manière optimale; il convient également de s'attarder sur les voies de transmission structurelle indirecte. Les normes NBN EN 12354-1 et 2 permettent d'évaluer l'isolation acoustique *in situ* en se basant sur les caractéristiques des éléments constitutifs d'une construction (déterminées en laboratoire). Il s'agit là d'un processus relativement complexe qui n'est pas encore applicable à tous les types de détails constructifs et qui requiert de solides connaissances en acoustique.

La future Note d'information technique relative à l'acoustique (en préparation) proposera une approche par **concept constructif** (ou 'détail robuste'). Elaborés dans un premier temps pour le logement, ces concepts sont fondés sur des méthodes de construction courantes et font appel à des éléments du bâtiment auxquels sont imposées des exigences techniques permettant d'atteindre le niveau de confort acoustique requis (normal ou supérieur) sur la base de calculs fiables. Les solutions ainsi proposées intègrent des éléments de construction et des détails d'exécution spécifiques (fondations, chapes flottantes, raccords de toiture, etc.).

#### 4.6 Effet des détails constructifs sur l'isolation acoustique entre appartements

Les concepts illustrés et commentés au tableau C (p. 22-23) montrent que le soin apporté à la mise en oeuvre des jonctions dalle/mur séparatif, dalle/murs porteurs et murs porteurs/mur séparatif influe sur le niveau de confort acoustique escompté entre appartements. Nous avons examiné l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de contact tant en sens vertical qu'en sens horizontal.

Le tableau D propose, quant à lui, des exemples de matériaux pouvant être utilisés pour atteindre les masses surfaciques minimales mentionnées au tableau C.

Enfin, le tableau E reprend les exigences formulées dans la norme NBN S 01-400-1 en vue de garantir un confort acoustique normal ou supérieur entre appartements (voir [Les Dossiers du CSTC 2012/2.18](#)).

#### D | Exemples de matériaux utilisables pour atteindre les masses surfaciques minimales reprises au tableau C (\*)

Masse surfacique minimale	Matériaux utilisables
700 kg/m <sup>2</sup>	Béton armé 30 cm
600 kg/m <sup>2</sup>	Béton armé 26 cm
500 kg/m <sup>2</sup>	Béton armé 22 cm
400 kg/m <sup>2</sup>	Béton armé 17 cm
370 kg/m <sup>2</sup>	Éléments silicocalcaires 21 cm
300 kg/m <sup>2</sup>	Béton armé 13 cm
260 kg/m <sup>2</sup>	Éléments silicocalcaires 15 cm / Blocs pleins en béton lourd 14 cm
200 kg/m <sup>2</sup>	Blocs silicocalcaires légers 15 cm / Blocs creux en béton lourd 14 cm
160 kg/m <sup>2</sup>	Blocs creux lourds en terre cuite 14 cm / Blocs silicocalcaires lourds 10 cm
125 kg/m <sup>2</sup>	Blocs creux en terre cuite 14 cm

(\*) Les murs séparatifs et les murs porteurs sont supposés être parachevés avec un enduit.

#### E | Critères de performance acoustique applicables aux appartements selon la norme NBN S 01-400-1.

Local d'émission situé en dehors de l'habitation	Local de réception situé à l'intérieur de l'habitation	Confort acoustique normal (CAN)	Confort acoustique supérieur (CAS)
Tout type de local	Tout type de local, sauf locaux techniques et halls d'entrée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolement aux bruits aériens : <math>D_{nT,w} \geq 54</math> dB</li> <li>Isolement aux bruits de choc : <math>L'_{nT,w} \leq 54</math> dB (*)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolement aux bruits aériens : <math>D_{nT,w} \geq 58</math> dB</li> <li>Isolement aux bruits de choc : <math>L'_{nT,w} \leq 50</math> dB</li> </ul>

(\*) Cette valeur peut être portée à 58 dB lorsque le local de réception n'est pas une chambre à coucher ou que le local d'émission et le local de réception sont tous deux des chambres à coucher.

### Classification acoustique des concepts constructifs

On pourrait bien sûr entreprendre un classement acoustique des détails constructifs (en se basant, par exemple, sur l'indice d'affaiblissement vibratoire  $K_{vj}$  des raccords, voir NBN EN 12354-1 à 5), mais cela présenterait peu d'intérêt, puisque le niveau d'isolation aux bruits entre locaux dépend de plusieurs détails.

Par contre, un classement des divers concepts constructifs selon le degré de satisfaction des occupants serait beaucoup plus judicieux. Les études psychoacoustiques à l'origine du projet de norme NBN S 01-400-1 révèlent en effet que le nombre de sujets satisfaits augmente de quelque 5 % lorsque l'isolation acoustique croît de 1 dB. C'est la raison pour laquelle on constate une différence de 4 décibels entre le confort normal (CAN / 2★ / 70 % de satisfaits) et le confort supérieur (CAS / 3★ / 90 % de satisfaits).

En l'absence d'exigences spécifiques (rénovation sans permis de bâtir, par exemple), un niveau d'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc inférieur de 4 dB au confort acoustique normal pourrait se voir attribuer une étoile (CAN - 4 dB / 1★). De même, on pourrait décerner quatre étoiles à un niveau d'isolation aux bruits de choc et aux bruits aériens qui se situerait 4 dB au-dessus du confort supérieur (CAS + 4 dB / 4★). Un tel niveau d'isolation ne se justifierait toutefois que dans des situations bien particulières (studio d'enregistrement ou salle de concert, par exemple). Un détail 0★ serait, quant à lui, réservé aux bâtiments pour lesquels l'isolation acoustique ne constitue pas un critère de choix.





C | Effet du traitement des détails 'dalle-mur séparatif', 'dalle-murs porteurs' et 'murs porteurs-mur séparatif' sur le niveau de confort acoustique de divers concepts d'appartement. Les flèches représentent les principales voies de transmission du bruit aérien (suite).

Concepts d'appartement		Niveau de confort acoustique visé				
		Confort acoustique normal (CAN) 2★		Confort acoustique supérieur (CAS) 3★		
		Masse surfacique minimale [kg/m <sup>2</sup> ]				
Solutions avec dalles interrompues et murs creux sans ancrages de type lourd		Dalle porteuse	500	600	600	700
		Mur séparatif (une seule paroi) et murs porteurs	160	125	200	160
		<ul style="list-style-type: none"> <li>L'absence quasi totale de transmission structurelle indirecte en sens horizontal garantit un haut niveau d'isolation acoustique.</li> <li>L'isolation acoustique verticale est déterminée à la fois par la transmission directe des bruits ('Dd') au travers de la dalle et par la transmission structurelle indirecte ('FF' et 'Fd').</li> </ul>				
Solutions avec dalles interrompues et murs de type mi-lourd sur bandes acoustiques		Dalle porteuse	300	400	500	600
		Mur séparatif (une seule paroi) et murs porteurs	160	125	160	125
		<ul style="list-style-type: none"> <li>L'absence quasi totale de transmission structurelle indirecte en sens horizontal garantit un haut niveau d'isolation acoustique.</li> <li>Dans le sens vertical, les voies de transmission structurelle indirecte 'FF' et 'Fd' sont interrompues, de sorte que l'isolation acoustique est principalement déterminée par la transmission directe des bruits ('Dd').</li> </ul>				

La réalisation d'une chape flottante performante est une condition indispensable pour pouvoir respecter les exigences d'isolation aux bruits de choc. Pour plus de détails au sujet des directives de mise en œuvre et des exigences techniques complémentaires, nous renvoyons à la future NIT dans laquelle d'autres concepts seront envisagés, notamment en ce qui concerne les constructions légères (voir [Les Dossiers du CSTC 2014/2.13](#)).

#### 4.7 Effet des cloisons de doublage dans le cas d'une rénovation

Remplacer des éléments porteurs s'avère la plupart du temps trop fastidieux lorsqu'on souhaite rénover un bâtiment. On préférera dès lors recourir au doublage des planchers, des plafonds et/ou des murs. Ce principe aura évidemment un impact sur le comportement acoustique des détails constructifs.

L'exemple présenté au tableau F (p. 24) concerne une structure de base constituée

d'une dalle et de murs d'une masse surfacique de 300 kg/m<sup>2</sup>, structure sur laquelle on a ensuite greffé successivement une chape flottante ( $\Delta L_w = 24$  dB,  $\Delta R_w = 7$  dB), un plafond suspendu ( $\Delta R_w = 12$  dB) et des contre-cloisons ( $\Delta R_w = 12$  dB), conduisant à la réalisation d'une structure gigogne. Cette présentation permet ainsi de visualiser la manière d'atteindre les différentes catégories de confort acoustique. ■

L. De Geetere, dr. ir., B. Ingelaere, ir.-arch., et M. Géhu, ing., division Acoustique, CSTC

Article rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Acoustique' (financée par le SPF Economie), de la Guidance technologique 'Ecoconstruction et développement durable' (subsidée par InnovIRIS) et de la Guidance technologique 'Matériaux et techniques de construction durables' (subsidée par le Service public de Wallonie).



F | Effet des parois de doublage sur l'isolation aux bruits de choc et aux bruits aériens entre appartements. Outre la catégorie de confort, on a précisé les écarts en plus ou en moins par rapport aux valeurs minimum du confort normal ou supérieur. Les schémas montrent également quel type de source sonore (symbole figuratif) et quelle voie de transmission (flèche rouge) déterminent le niveau de confort final.

	Représentation schématique	Composition	Evaluation	Ecart
1		Configuration de base constituée d'une dalle portante et de murs d'une masse surfacique de 300 kg/m <sup>2</sup>	0★	CAN - 25 dB
2		Configuration de base (1) complétée par une chape flottante	1★	CAN - 3 dB
3		Configuration 2 complétée par un plafond suspendu	1★	CAN - 3 dB
4		Configuration 3 complétée par une contre-cloison de part et d'autre des murs séparatifs	2★	CAN + 3 dB
5		Configuration 4 complétée par une contre-cloison sur la paroi intérieure du mur de façade à l'étage supérieur	3★	CAS
6		Configuration 4 complétée par une contre-cloison sur la paroi intérieure du mur de façade à l'étage supérieur et inférieur	4★	CAS + 6 dB