

GUIDE ACOUSTIQUE



Juillet 2018

RÉNOVATION : AMÉLIORER L'ACOUSTIQUE DES LOGEMENTS COLLECTIFS

SOMMAIRE

p.3	INTRODUCTION
p.4	Notions en acoustique
p.8	L'avis des habitants
p.12	Histoire de la construction et évolution de la performance acoustique
p.21	Règles applicables à la rénovation des bâtiments anciens
p.22	GUIDE POUR L'AMÉLIORATION DE L'ACOUSTIQUE DES BÂTIMENTS DE LOGEMENTS COLLECTIFS
P.23	MÉTHODOLOGIE
p.23	Première étape : le diagnostic et les études acoustiques
p.23	Pour aller plus loin : interroger les occupants
p.24	Se poser la question de l'occupation
P.25	SOLUTIONS ACOUSTIQUES
p.25	Réduire les bruits de chocs et les bruits aériens entre logements
p.51	Réduire le bruit des circulations communes
p.54	Réduire le bruit extérieur
p.61	Réduire le bruit des équipements du bâtiment
p.64	CONCLUSION
p.65	REMERCIEMENTS
p.65	BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

La première édition du baromètre QUALITEL, réalisée en 2017 à partir d'enquêtes auprès de 2 700 personnes, place la problématique de l'acoustique parmi les trois principales « plaies » du logement des français. A Paris, où les logements collectifs sont prépondérants, c'est même le premier sujet d'insatisfaction des occupants.

L'enquête menée auprès de 300 locataires de logements collectifs pour la réalisation de ce guide montre que près de 70 % d'entre eux ne sont pas satisfaits de l'acoustique de leur logement.

A partir des années 1970, la construction des logements a été encadrée par des textes réglementaires. Des méthodes et des certifications se sont développées, afin de rendre les bâtiments plus performants en acoustique. Cependant, en considérant que le parc de logements anciens représente encore au moins deux tiers des logements en France, et sachant que celui-ci n'a jamais vraiment été amélioré du point de vue acoustique, il n'est pas étonnant de constater encore aujourd'hui une importante insatisfaction des Français en ce qui concerne l'acoustique de leur logement.

Ces dernières années, l'impact sanitaire du bruit a été reconnu ⁽¹⁾ : troubles du sommeil, stress, etc. L'impact économique des nuisances sonores a également été évalué ⁽²⁾, avec un coût estimé à plus de 57 milliards d'euros par an en termes de frais de santé, absentéisme, diminution de la productivité, retards scolaires, etc.

De nouvelles exigences réglementaires parues en 2017 s'imposent aux opérations de rénovation importante de logements concernant l'isolement vis-à-vis des bruits extérieurs. Cependant, la protection contre les bruits de voisinage au sein d'un même bâtiment n'est pas toujours prise en compte lors des rénovations.

Le présent guide vise donc à accompagner les professionnels de la rénovation des logements collectifs, tels que les maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvres, bureaux d'études ou entreprises, sur l'acoustique de leurs projets.

Cet ouvrage a été réalisé en s'appuyant sur une étude réalisée par QUALITEL qui comprenait l'analyse de dix groupes de bâtiments de logements collectifs anciens. Elle a permis de dresser un bilan en termes de ressenti des occupants, de performances acoustiques et de méthodes des maîtres d'ouvrage, bailleurs sociaux.

Des retours d'expériences de bureaux d'études acoustiques ont également permis d'alimenter la connaissance des pratiques sur la rénovation des logements collectifs.

Enfin, grâce à ces différentes analyses et échanges lors de plusieurs groupes de travail, des méthodes et principes de solutions acoustiques ont été retenues. Celles-ci sont présentées dans ce guide, en fonction des principales typologies constructives existantes, avec leurs avantages et inconvénients, ainsi que leur impact financier.

(1) Les nuisances sonores de voisinage dans l'habitat - Académie de Médecine, Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental - ANSES

(2) Coût social des pollutions sonores - CNB / ADEME

NOTIONS EN ACOUSTIQUE

Un son provient de la vibration rapide de particules d'air. Les particules d'air oscillent autour de leur position d'équilibre et transmettent leur vibration à leurs voisines à la vitesse du son, on parle alors de propagation aérienne.

Lorsque les particules d'air se rapprochent, la pression de l'air augmente localement. Un sonomètre mesure ce **niveau de pression acoustique**, ou « niveau de bruit », en décibels (dB) : des bruits faibles (de 25 à 35 dB), aux bruits ambiants (autour de 60 dB), jusqu'aux bruits forts et intenses (au-delà de 80 dB).

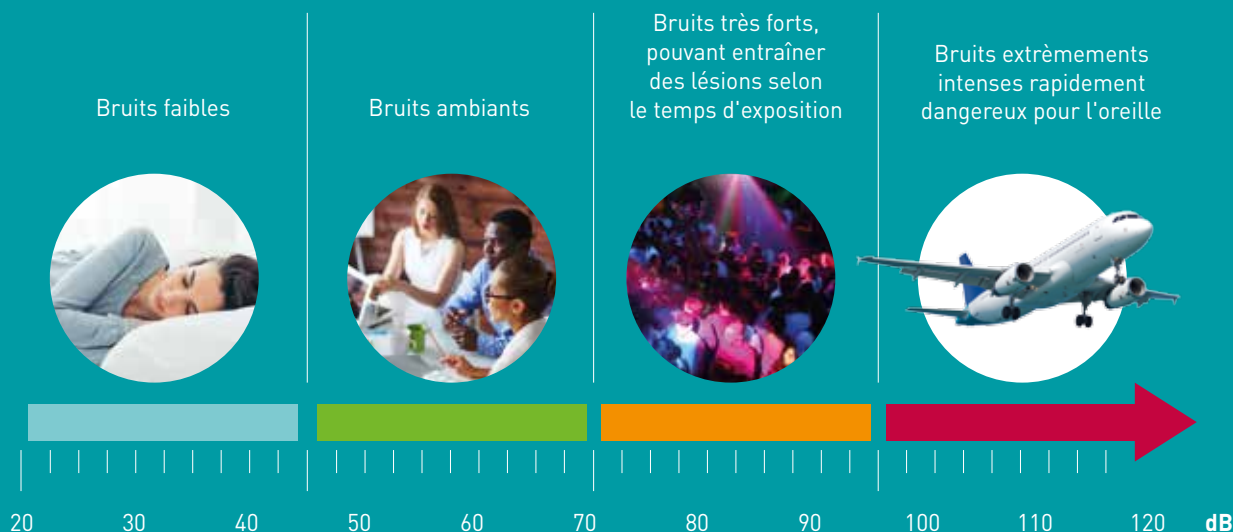
Lorsque la pression acoustique est divisée par deux, cela entraîne une diminution du niveau de bruit de 3 décibels, ce qui se traduit par une sensation de bruit légèrement atténué. En revanche, pour obtenir la sensation d'un **niveau de bruit deux fois moins fort, cela nécessite une diminution de 10 décibels** environ.

Les sons sont également caractérisés selon **les fréquences** : sons graves, médiums, aigus. Notre oreille n'étant pas sensible de la même manière à toutes les fréquences, les niveaux sonores sont donc exprimés en prenant en compte une pondération qui dépend de la fréquence, appelée pondération « A ». Les niveaux sonores sont donc exprimés en « dB(A) ».

L'acoustique dans le bâtiment distingue différentes sources de bruit :

- **Bruits aériens extérieurs** : trafic routier, ferroviaire, aérien...
- **Bruits aériens intérieurs** : radio, télévision, conversations...
- **Bruits de choc ou d'impact** : pas, chutes d'objet...
- **Bruits générés par les équipements** : ascenseurs, robinetterie, ventilation, chauffage...
- **Réverbération des parties communes.**

■ Échelle des niveaux sonores en décibels (dB)



BRUITS AÉRIENS

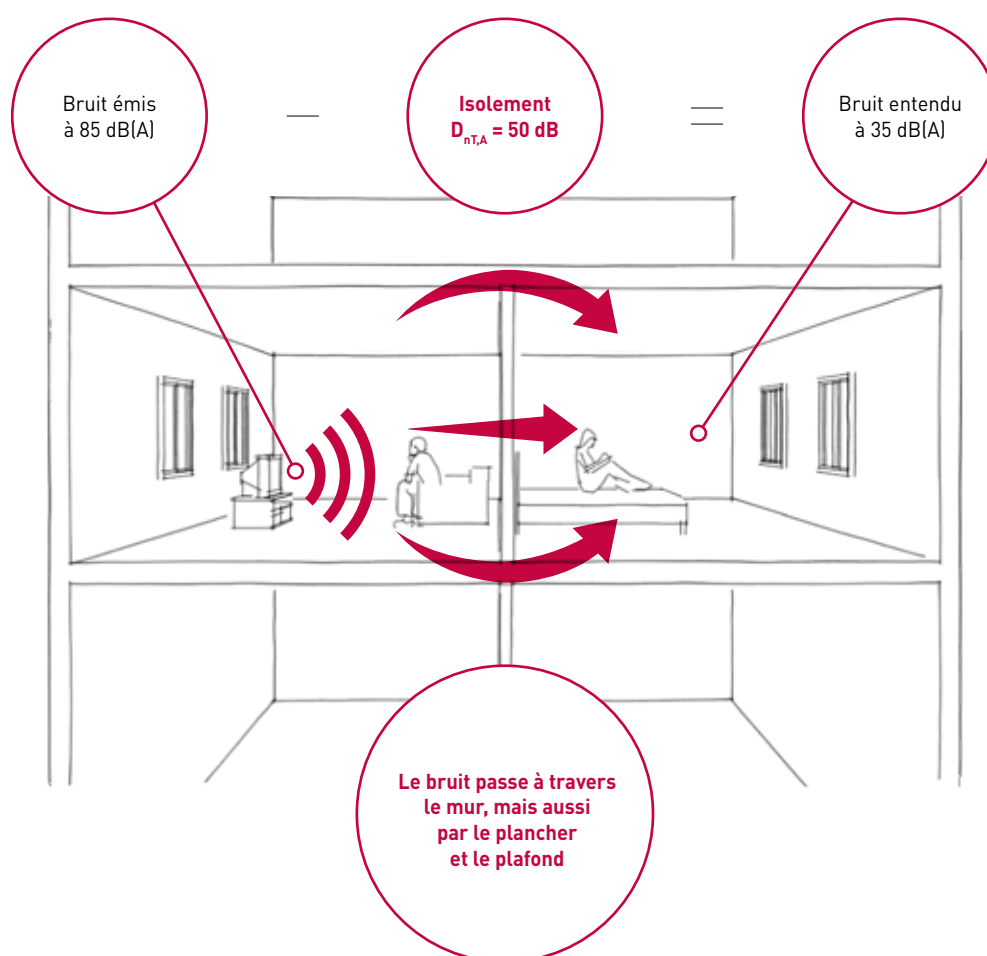
Les bruits aériens sont ceux qui se propagent dans l'air, comme les conversations, la télévision, etc. Ces bruits vont mettre en vibration les murs et les planchers qui vont à leur tour émettre du bruit dans les logements voisins.

L'isolement aux bruits aériens $D_{nT,A}$ caractérise l'atténuation des niveaux de bruits entre deux pièces.

Par exemple, avec un isolement de 50 dB, lorsqu'un enfant crie, ou que la télévision est mise à un volume sonore élevé, par exemple à un niveau de 85 dB(A), il est entendu chez le voisin à 35 dB(A). Ce niveau est faible, mais reste audible. En revanche, les conversations à 60 dB(A) d'un côté, ne sont pas perçues de l'autre côté, car elles sont à 10 dB(A) alors que le seuil d'audition est autour de 20 dB(A).

Pour améliorer l'isolement entre deux logements, il faut bien sûr s'intéresser aux séparatifs : **les murs et les planchers peuvent être renforcés, mais le bruit peut emprunter des chemins latéraux.**

Pour améliorer significativement l'isolement acoustique entre logements superposés, il faudra donc également doubler les murs et/ou les façades, en particulier si ces dernières ont une masse surfacique inférieure ou égale à celle du plancher.



BRUITS DE CHOCS

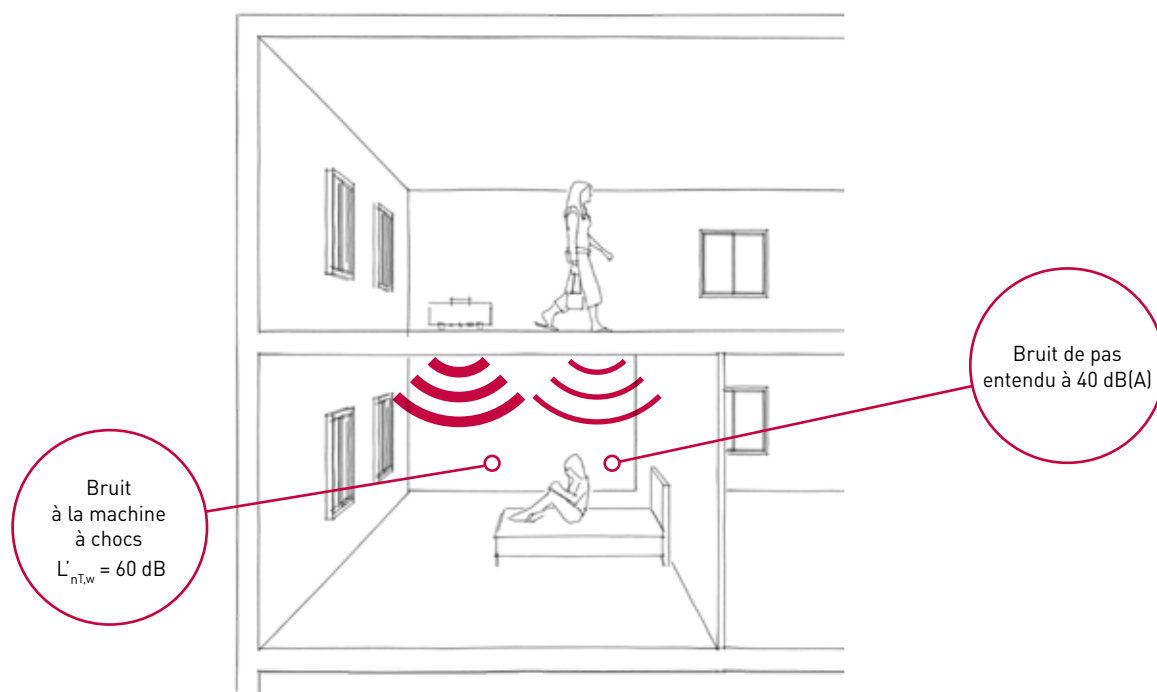
Les bruits de chocs sont ceux produits par un impact sur le plancher, quand on marche, qu'on tire une chaise ou qu'on fait tomber un objet. Les planchers se mettent en vibration et émettent du bruit dans les locaux voisins.

Le niveau de bruits de chocs $L'_{nT,w}$ caractérise la propagation des bruits d'impact entre deux locaux.

Il est évalué avec une machine à chocs, un appareil normalisé, constituée de marteaux frappant fortement sur le sol. A l'usage dans un logement, les planchers ne sont pas autant sollicités qu'avec cette machine, et on peut estimer que les bruits de pas produisent des niveaux réduits d'environ 20 dB(A) par rapport au niveau $L'_{nT,w}$ mesuré avec la machine à chocs.

Par exemple, lorsque le niveau $L'_{nT,w}$ produit par la machine à chocs est 60 dB, on entendra les pas du voisins à 40 dB(A) environ.

La propagation des bruits de chocs dépend de la nature des planchers, des revêtements (moquettes, tapis, parquets, etc.) et des parois latérales par lesquelles le bruit se propage comme pour le bruit aérien.



ÉMERGENCE DES BRUITS INTÉRIEURS : LE PROBLÈME DES RÉNOVATIONS « ÉNERGÉTIQUES »

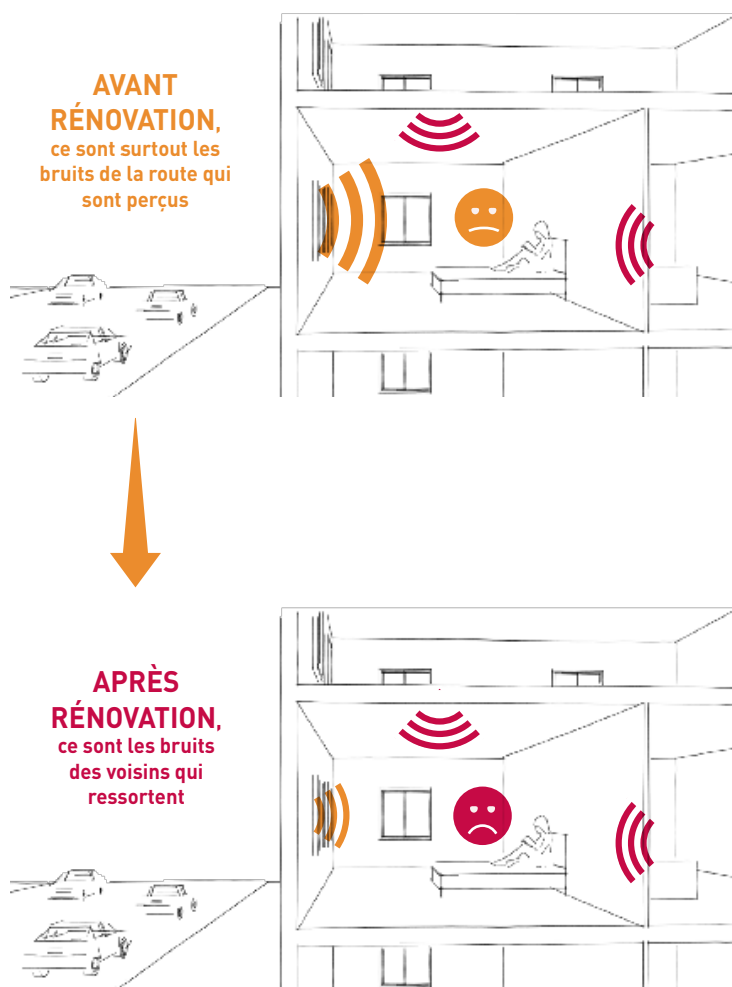
La perception des sons dépend également du bruit minimum qui règne dans les locaux. Ce « bruit de fond » dépend à la fois des bruits produits dans son propre logement par exemple son réfrigérateur, son ordinateur, la ventilation, mais aussi des bruits provenant de l'extérieur, le plus souvent ceux du trafic routier.

Lorsque le bruit de fond est élevé, par exemple à 40 dB(A) lorsqu'on est en bordure d'une route passante avec des fenêtres anciennes, la télévision du voisin qui produit un bruit dans votre logement à 35 dB(A) ne sera quasiment pas perçue car il est masqué par le bruit de la route. Un bruit de pas à 40 dB(A), sera quant à lui légèrement perçu.

Si le bâtiment est rénové, avec un remplacement de fenêtres qui étaient peu efficaces en thermique et en acoustique, le niveau de bruit de fond va diminuer avec les nouvelles fenêtres qui améliorent l'étanchéité à l'air. **Par exemple, si ce bruit de fond passe de 40 à 30 dB(A), les cris des enfants émergeront maintenant de 5 dB(A) et deviennent audibles ; les bruits de pas deviennent maintenant plus gênants avec une émergence de 10 dB(A).**

Les bruits produits par les voisins sont moins bien acceptés que ceux du trafic routier, qui est impersonnel.

Ce phénomène est inévitable en zone urbaine où le trafic routier constitue l'environnement sonore principal. Cela signifie que la qualité acoustique interne du bâtiment devrait être améliorée lors d'une rénovation de la façade afin de conserver un certain équilibre, et éviter de dégrader la qualité de vie des occupants.



L'AVIS DES HABITANTS

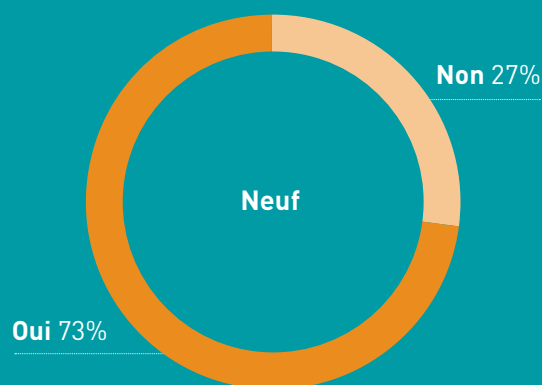
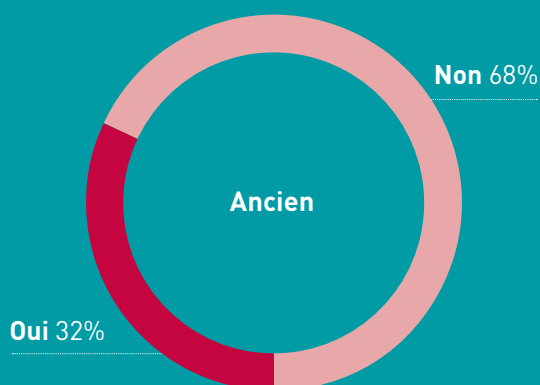
Des enquêtes ont été réalisées auprès des occupants de logements collectifs et font apparaître une demande forte en matière d'acoustique. Elles ont été réalisées entre 2016 et 2017 sur dix bâtiments de logements sociaux, dont l'année de construction variait entre 1930 et 1974.

Près de 70 % des personnes sont insatisfaites de la qualité acoustique de leur logement.

En 1955 déjà, le CSTB avait réalisé une étude sociologique auprès d'occupants de logements sociaux construits en banlieue parisienne ⁽¹⁾, et la « sonorité » des logements sociaux étaient critiquée par une grande proportion des habitants.

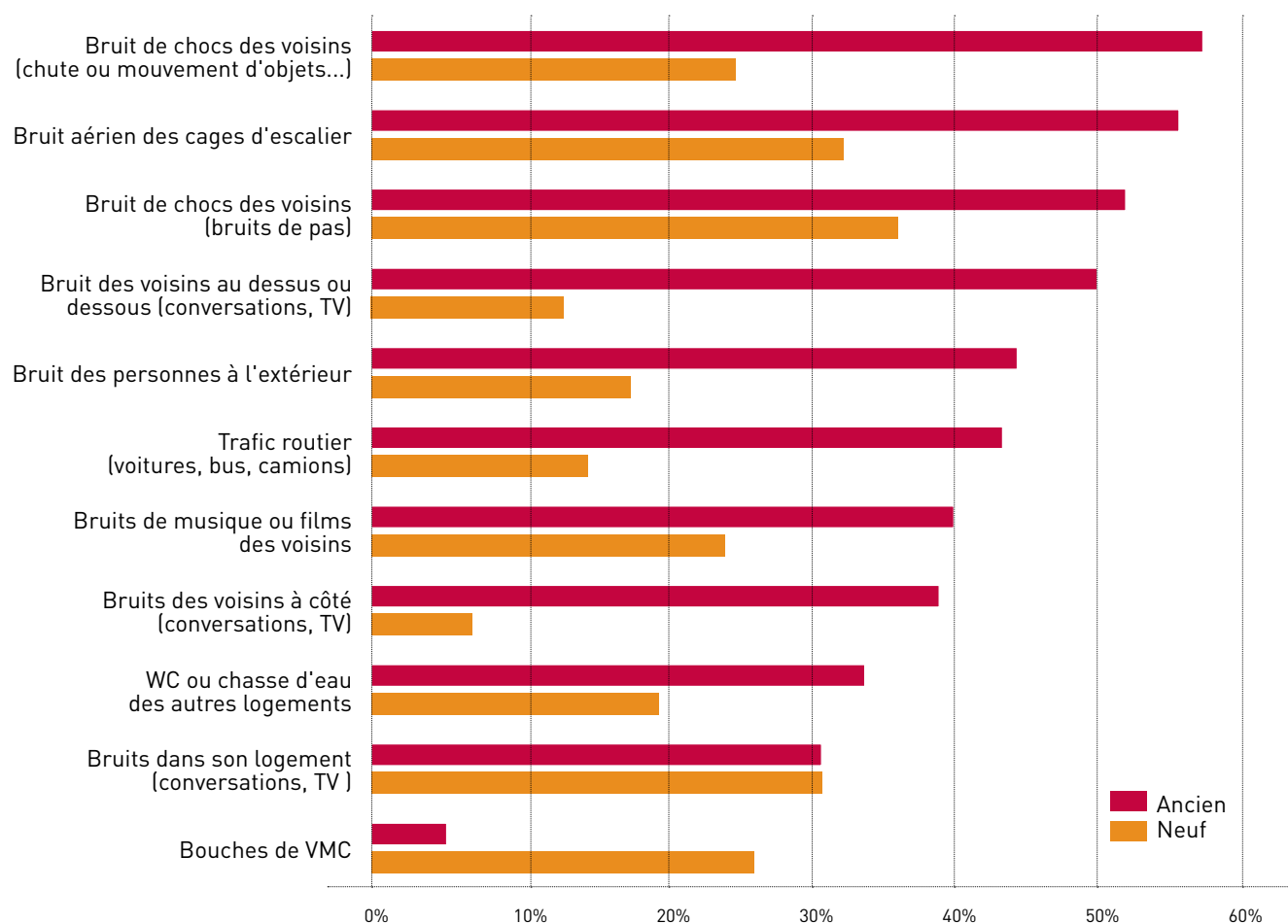
Pour les bâtiments récents, soumis à la réglementation de 1999 et à la certification, les insatisfaits ne représentent plus que 25 % environ.

► Êtes-vous satisfait de la qualité acoustique de votre logement ?



(1) Cahier CSTB 257

► Pourcentage de personnes gênées par type de bruits



Sur l'échantillon de l'étude qui a été menée, les bruits qui posent le plus problèmes sont essentiellement les bruits de chutes ou mouvements d'objets des voisins, le bruit provenant des cages d'escalier, les bruits de pas, le bruit aérien des voisins superposés : conversations, vie courante, et le bruit extérieur.

En comparaison avec les logements récents, les bruits de chocs (chutes d'objets et bruit de pas) restent toujours la nuisance principale, mais dans une moindre mesure, car la réglementation a été renforcée sur ce sujet.

Voici quelques citations des occupants recueillies lors des enquêtes :

INTIMITÉ

Le logement est l'espace privé qui devrait préserver l'intimité des personnes, et une mauvaise isolation acoustique n'assure pas ce besoin.

- « J'ai l'impression que ma voisine habite chez moi. »
- « J'entends le voisin qui urine, c'est très, très gênant. »
- « Je suis constamment stressée avec ces histoires de bruits et les voisins.
Je n'ai pas d'intimité chez moi, cela perturbe ma vie de famille. »
- « J'entends les ronflements et les ébats amoureux de mes voisins. »
- « Quand les voisins chuchotent, j'entends toujours leurs conversations. »

CONFLITS DE VOISINAGE & COMPORTEMENTS

Les nuisances sonores engendrent des conflits de voisinage, qui sont parfois dus à des comportements irrespectueux...

- « Je trouve qu'il y a une éducation à faire pour habiter en collectivité. »
- « Je me suis habitué au bruit, et je fais moins attention d'en faire,
parce que les autres ne se gênent pas. »

Ou parfois dus à des bruits qui ne sont pas toujours maitrisables, par exemple pour les enfants ou encore les personnes malades.

- « Je suis tout le temps agressée par cette voisine folle, qui entend tout. »
- « Le voisin à côté a des problèmes psychologiques, il crie et il pleure quand il boit. »

Et les conflits existent même lorsque tout le monde essaie de faire attention aux autres.

- « Il y a des problèmes des comportements, mais surtout des logements mal isolés. »
- « Il y a une très mauvaise ambiance dans l'immeuble,
les gens se disputent à cause du bruit, malgré les efforts de chacun. »

SENTIMENT DE CULPABILITÉ

La perte d'intimité et la mauvaise isolation acoustique amènent certains habitants à culpabiliser sur le bruit qu'ils font.

- « Je suis gêné par le fait que mon fils en bas âge puisse faire du bruit. »
- « Je pense qu'on entend tout entre les appartements, j'ai peur que quelqu'un vienne frapper
à ma porte pour se plaindre des bruits. »

AVOIR UNE VIE NORMALE

« C'est très pesant de ne pas pouvoir se comporter normalement. »

« Ici on n'a pas une vie normale, on ne peut pas recevoir de gens. »

Et dans certains cas, les occupants reconnaissent leur impossibilité de vivre normalement dans leur logement.

« Catastrophique ! » « Horrible ! » « Invivable ! »

« Je n'allume jamais ma chaîne hi-fi, ce n'est pas possible. »

TROUBLES DU SOMMEIL

De nombreuses personnes ont indiqué avoir des troubles du sommeil à cause du bruit nocturne.

« Je me couche à 3 heures du matin pour avoir du calme. »

« Je dors avec un casque toutes les nuits. »

Par ailleurs, plusieurs travailleurs de nuit ont même indiqué ne pas pouvoir se reposer en journée.

« Je travaillais de nuit, mais j'ai quitté mon travail à cause du bruit : je devenais fou pendant la journée à force de ne pas pouvoir dormir. »

SYSTÈME D

Parfois, les habitants s'adaptent et trouvent des moyens de réduire les nuisances sonores.

« Le bruit du couloir me gêne pour écouter mon émission, je porte un casque pour écouter la télévision. »

« J'ai fait un essai chez mon voisin pour voir si on entend ma télé quand elle est sur le niveau 2. »

« Nous utilisons un pot de chambre pour ne pas faire de bruit en allant aux toilettes la nuit. »

IMPORTANCE DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE

Plusieurs personnes ont indiqué que l'isolation acoustique, qui n'était pas un critère important avant pour eux, devient maintenant une nécessité.

« Avant l'isolation acoustique n'était pas importante pour moi, maintenant ça l'est. »

HISTOIRE DE LA CONSTRUCTION ET ÉVOLUTION DE LA PERFORMANCE ACOUSTIQUE

La performance acoustique des bâtiments est essentiellement liée à la nature de ses planchers et de ses revêtements.

Pour dresser un historique de l'acoustique des bâtiments de logements, ce guide présente l'évolution des techniques de construction des planchers.

Il est ensuite rappelé les différents **modes constructifs** qui se sont développés au fil du temps, selon les courants architecturaux, les techniques et le contexte économique.

La performance acoustique des éléments de construction anciens (planchers, murs, façades) n'a pas fait l'objet de beaucoup d'études, à l'exception du cahier du CSTB réalisé en 1984 (cahier 1914). Il est impossible de fixer des valeurs de performances précises selon les typologies de bâtiment, mais on peut déterminer des fourchettes de valeurs. Par ailleurs, la nature des séparatifs sur un bâtiment peut varier fortement d'un étage à l'autre, ou encore selon l'histoire du bâtiment (réaménagements, surélévations, reconstructions, etc.), et donc la performance acoustique n'est pas forcément partout la même.

Enfin, il faut garder à l'esprit que ce **guide présente des tendances**, et que la réalité des rénovations est que chaque projet est unique, et chaque bâtiment doit être étudié de manière spécifique. Ainsi, un **diagnostic acoustique**, couplé à des sondages de structure, constitue l'étape préalable à tout projet de rénovation d'ampleur.

TYPES DE PLANCHERS

L'origine du mot « **plancher** » provient de « planches » que l'on dispose sur des solives, éventuellement supportées par une poutre maîtresse. C'est le plancher le plus simple mais aussi le **plus mauvais sur le plan acoustique**.

Ces planchers ont évolué pour limiter la propagation des bruits d'impacts et aériens, en ajoutant **une aire en plâtre**, d'épaisseur pouvant aller jusqu'à plus de 10 cm, sur laquelle est installé un parquet bois sur lambourdes, ou des tomettes. **Il s'agit là des premiers traitements acoustiques** ! Cette technique permettait également de limiter les propagations des odeurs dans les bâtiments, en améliorant l'étanchéité à l'air entre les étages.

Une autre technique s'est également développée avec le remplissage en plâtre et plâtras (déchets de plâtre) entre les solives, qui sont maintenues par un lattis bois fixé en sous-face des solives et enduit au plâtre. Ce procédé est **plus efficace en acoustique que le précédent avec solives apparentes**.

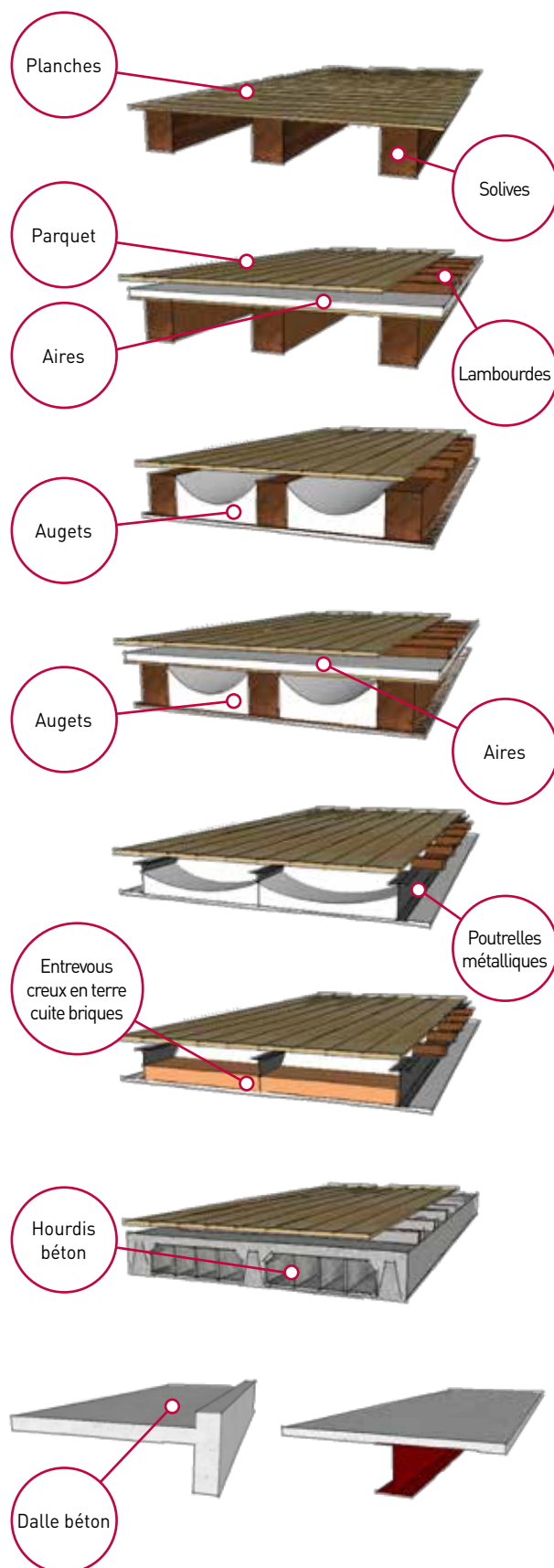
Enfin, certains planchers comportent à la fois un traitement avec des aires et un remplissage en augets, et dans ce cas peuvent apporter une isolation acoustique qui se rapproche de celle d'un bâtiment neuf.

À partir du milieu du XIX^{ème} siècle, la révolution industrielle a fait émerger des nouvelles techniques de planchers avec les poutrelles métalliques qui vont remplacer progressivement les solives bois. Du point de vue acoustique, les planchers à poutrelles métalliques ont des performances moins bonnes que les planchers à solives bois, du fait de **leur épaisseur qui a été diminuée**. En effet, un des avantages des poutrelles métalliques sur les solives bois était leur rigidité plus grande.

Les remplissages de ces planchers, à base d'augets, vont également être remplacés par des **entrevous creux en terre cuite**. Le traitement au-dessus des poutrelles reste identique à celles des planchers bois : parquets sur lambourdes ou tomettes disposées sur une éventuelle aire en plâtre.

Ensuite les planchers à **poutrelles béton et hourdis béton** et céramiques creux se développent, sans apporter de grand changement sur la performance acoustique.

Ces techniques vont progressivement être remplacées au cours du XX^{ème} siècle par **la construction en béton**, avec des techniques de planchers hourdis béton creux, puis des dalles béton portées par des poteaux et poutres en béton ou en métal, et enfin des voiles et dalles en béton coulés en place.



ÉVOLUTION DES MODES CONSTRUCTIFS

► La construction en bois et pierre d'avant 1850

Avant 1850, la construction pouvait être réalisée en pans de bois, en pierre ou en brique.

La **construction en pan de bois** est pratiquée depuis l'Antiquité. Elle est facilement reconnaissable lorsque les façades laissent encore apparaître les pans de bois ou « colombages ». Toutefois les façades pouvant être enduites, on pourra la reconnaître par la présence d'un escalier en bois, et par l'épaisseur des façades généralement faibles, de l'ordre de 15 cm, ce que l'on peut observer au niveau des fenêtres.

Le **bâti en pierre** est le plus traditionnel, et celui qui a le mieux résisté au temps, contrairement à la construction bois. On peut le reconnaître aisément lorsque la façade n'est pas enduite. Avec un enduit, l'encadrement de fenêtres est parfois laissé apparent. L'épaisseur des murs de façades est généralement importante de 50 à 80 cm, selon les époques et les techniques. La présence d'un escalier en pierre permet de confirmer que le bâti est entièrement en pierre. Néanmoins, la nature des planchers sera similaire à celui des constructions en pan de bois (solives bois), les façades et murs séparatifs de logements sont en revanche très épais et suffisants en termes d'isolation acoustique.



Construction en pan de bois



Construction en pierre

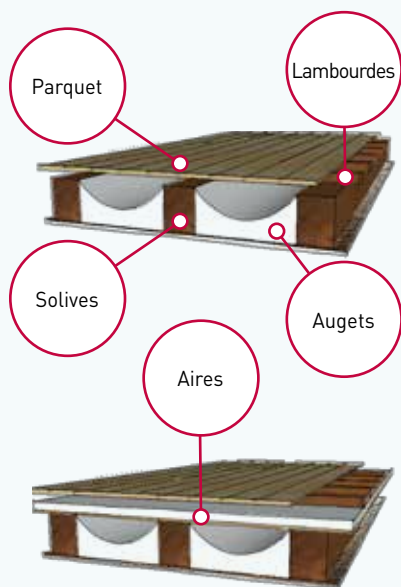


Constructions en pierre et pan de bois

PLANCHERS

Les **planchers** sont à **ossatures bois**, appelées solives, et les **augets** ou hourdis (entre les solives) et les éventuelles aires (au-dessus des solives) sont remplies de plâtras (débris de plâtre), de gravas, de terre, etc.

Les **revêtements de sol** sont historiquement des parquets sur des lambourdes ou des tomettes, mais suite à des rénovations, ce peut être des panneaux bois aggloméré ou du ragréage en béton léger avec autre revêtement par-dessus : carrelage, moquette, sol vinyle, parquet flottant, etc.



Dès lors que les poutres ne sont pas apparentes, et que les augets ou les aires (ou les deux) sont remplies de plâtre et plâtras, les performances d'isolation au bruit aérien sont moyennes à bonnes, pouvant être dans certains cas proches de celles d'un bâtiment neuf :

$D_{nT,A} \approx 45$ à 51 dB sans aires

$D_{nT,A} \approx 50$ à 53 dB avec aires

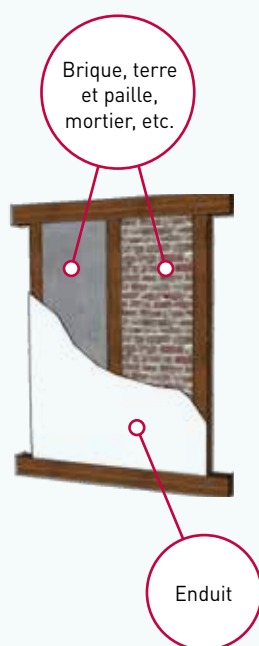
A moins que les parquets ne soient recouverts par des moquettes épaisses ou tapis, les bruit de chocs sont élevés :

$L'_{nT,w} \approx 58$ à 70 dB

MURS ET FAÇADES PAN DE BOIS

Les **murs** sont à **ossatures bois**, avec des remplissages variés : terre et paille, pierre, brique, épis de maïs, mortier, béton cellulaire, etc.

Les **façades** sont en **ossatures bois** de 15 cm environ d'épaisseur.



Ces murs sont généralement insuffisants entre logements :
 $D_{nT,A} \approx 40$ à 45 dB

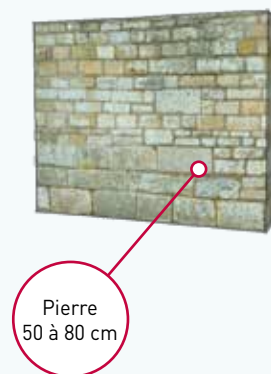
Vis-à-vis de l'extérieur, ils sont suffisants dans le cas d'un environnement calme.

(pour les spécialistes :

$R_{A,tr} \approx 35$ à 40 dB)

MURS ET FAÇADES PIERRE

Les **murs** sont constitués de **moellons** ou **pierre de taille** de 50 à 80 cm.



Ces murs sont généralement suffisants entre logements :
 $D_{nT,A} \geq 60$ dB

Ils sont également suffisants vis-à-vis de l'extérieur, même dans des environnements bruyants.

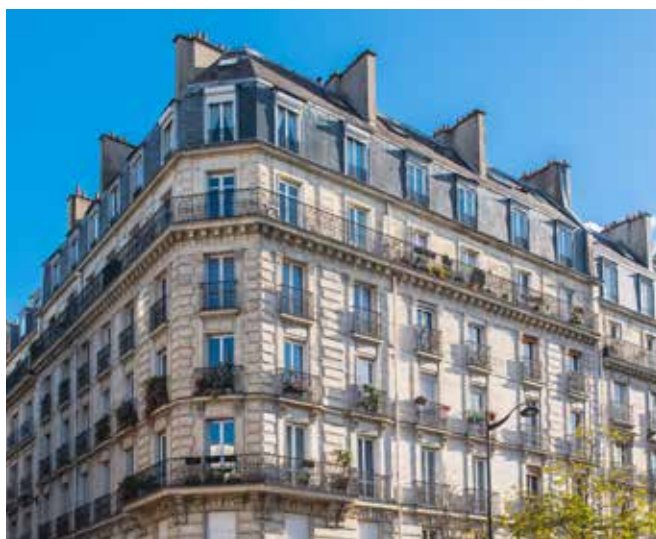
Attention : d'autres murs légers (bois, machefer, brique) peuvent exister entre logements, qui sont généralement peu performants en acoustique.

Rappel : exigences pour un bâtiment neuf $D_{nT,A} \geq 53$ dB et $L'_{nT,w} \leq 58$ dB entre logements

► La construction haussmannienne/faubourienne et post haussmannienne : 1850 – 1920

La période dite « **haussmannienne** » correspond à la transformation de l'urbanisme de Paris de 1852 à 1870 par Napoléon III et le préfet Haussmann. L'architecture des bâtiments associée concerne d'abord le centre de Paris puis les autres grandes villes de province. La construction des faubourgs et des banlieues, reprend les caractéristiques des bâtiments haussmanniens, mais de manière plus modeste. On l'appellera « **faubourienne** ». La construction **post haussmannienne** s'inspire de la construction haussmannienne, mais se libère du cadre rigide imposé alors.

Avec le développement des industries, les matériaux utilisés comportent de plus en plus de fer, de ciment et de briques. Les poutrelles métalliques en planchers font leur apparition, avec des augets en plâtre ou des hourdis en brique. Les façades côté rue sont toujours en pierre et côté cour elles sont généralement en pan de bois.



Haussmannien



Faubourien

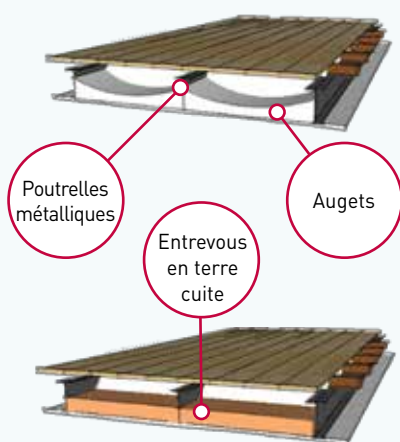


Post Haussmannien

PLANCHERS

Les **planchers** sont constitués de **poutrelles métalliques**, renforcées par des entretoises, avec des augets remplis de plâtras (débris de plâtre), de gravas, de terre, etc. Les hourdis en briques apparaissent et remplacent parfois les augets.

Les **revêtements de sol** sont toujours des parquets sur des lambourdes, des tomettes, mais suite à des rénovations, ce peut être des panneaux de bois aggloméré ou du ragréage en béton léger avec autre revêtement par-dessus : carrelage, moquette, sol vinyle, parquet flottant, etc.

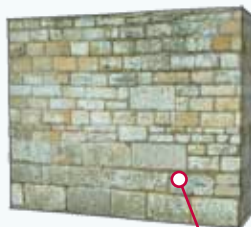


Les performances de ces planchers sont assez mauvaises, soit environ : $D_{nT,A} \approx 45 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \approx 70 \text{ dB}$

Elles peuvent varier selon les étages (car la hauteur sous plafond varie fortement dans l'immeuble haussmannien) et selon les variantes de planchers (notamment en présence de tomettes sur aires qui sont plus performantes).

MURS

Les **murs** sont constitués de **moellons**, **pierre de taille** ou de **briques pleines** de 50 à 80 cm.



Pierre
50 à 80 cm

Ces séparatifs sont généralement suffisants entre logements : $D_{nT,A} \geq 60 \text{ dB}$

Attention : d'autres murs légers (bois, machefer, brique) peuvent exister entre logements, qui sont généralement peu performants en acoustique.

FAÇADES

Les façades sur rue sont généralement en **pierre de taille** de 50 à 80 cm.

Les façades sur cour intérieure sont en **pan de bois**.



Pierre
50 à 80 cm

Ces façades sont suffisantes, même dans des environnements bruyants.

Attention : on voit apparaître avec l'époque post haussmannienne des bow-windows vitrés qui sont peu performants en acoustique.

Rappel : exigences pour un bâtiment neuf $D_{nT,A} \geq 53 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$ entre logements

► Construction HBM : 1920 – 1940

L'Habitation Bon Marché, ou **HBM**, a été construite entre 1920 et 1940, souvent sous forme d'ensemble de bâtiments en îlot. Les constructions HBM emploient généralement la brique en façade, avec une grande variété de calepinage de briques colorées. Les premières constructions poteaux poutres en béton apparaissent, avec un remplissage en briques.

Apparaissent également les hourdis en béton pour les planchers, ainsi que les briques creuses en façade et murs intérieurs.



HBM Structure poteaux-poutres en béton



HBM Façades en briques

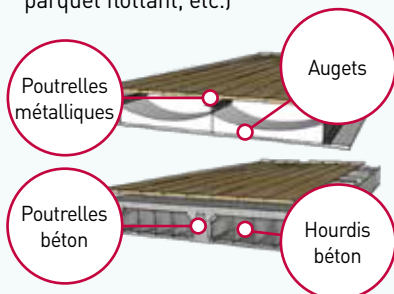


HBM Façade en remplissage brique puis parements en béton

PLANCHERS

Les **planchers** sont toujours constitués de poutrelles métalliques et augets, mais apparaissent **les hourdis béton, placés entre poutrelles béton**. Une chape de compression est coulée sur l'ensemble du plancher.

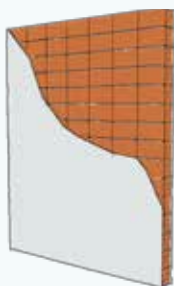
Les revêtements de sol ne changent pas : parquets sur lambourdes, tomettes, ou nouveau sol posé en recouvrement (moquette, vinyle, parquet flottant, etc.)



Les performances de ces planchers sont assez mauvaises, soit environ : $D_{nT,A} \approx 45 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \approx 70 \text{ dB}$

MURS

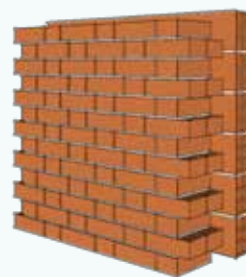
Les **murs** sont constitués de **parpaings de ciment, mâchefer** ou **briques creuses**, avec un enduit de chaque côté.



Ces séparatifs ne sont généralement pas suffisants entre logements : $D_{nT,A} \approx 40 \text{ à } 45 \text{ dB}$

FAÇADES

Les **façades** sont réalisées en **briques pleines** et/ou **creuses**, parfois en **doubles murs**, avec une lame d'air au milieu.



Ces façades sont suffisantes, même dans des environnements bruyants.

Le parement intérieur, s'il est trop léger peut transmettre des bruits entre logements.

Rappel : exigences pour un bâtiment neuf $D_{nT,A} \geq 53 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$ entre logements

Construction d'après-guerre : 1940 à 1960/1970

La reconstruction d'après-guerre fait appel plus massivement à la **préfabrication**, et on voit se développer les structures poteaux/poutres en béton, les parpaings et les hourdis béton. Il subsiste encore des constructions plus traditionnelles pendant un temps, mais l'explosion démographique d'après-guerre et l'immigration d'Afrique du nord vont accroître le besoin en logements. Les Habitations à Loyer Modéré (HLM), remplacent les HBM et les organismes d'HLM construisent de **grands ensembles** en périphérie des villes. La structure de planchers et voiles béton vient remplacer progressivement les structures poteaux-poutres.

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) est créé en 1947 afin d'accompagner la reconstruction. Il élabore en 1960 des exigences en termes d'isolation vis-à-vis des bruits aériens extérieurs, intérieurs et des bruits de chocs qui s'appliqueront aux HLM. Ces exigences seront reprises ensuite par la première réglementation de 1969, qui sera applicable à tous les bâtiments.

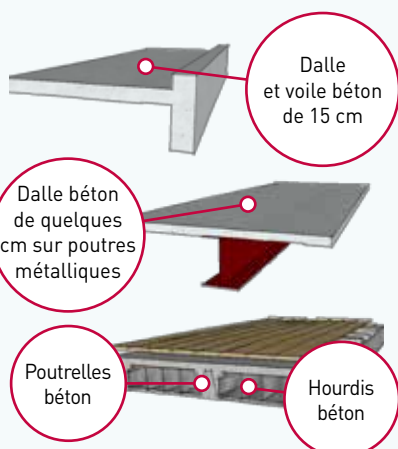


Construction en béton des années 60

PLANCHERS

Les **planchers** sont constitués de **dalles béton** d'épaisseur variable (15 cm environ). Ils peuvent être fins pour des constructions non résidentielles telles que des manufactures, bureaux, entrepôts, etc. Les planchers à hourdis béton perdurent pendant cette période.

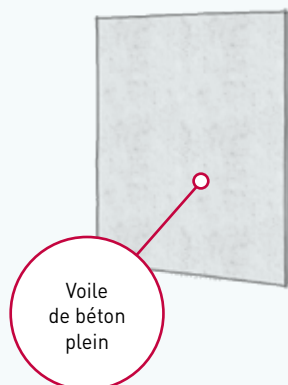
Les **revêtements de sols** se diversifient : **sols plastiques** en dalles vinyle-amiante, incorporant parfois des sous-couches en feutre enduit, du linoléum, des **moquettes**, du **carrelage**, **parquets**, etc.



Les performances en dalles et voiles de 15 cm sont assez mauvaises, soit environ : $D_{nT,A} \approx 45 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \approx 70 \text{ dB}$

MURS

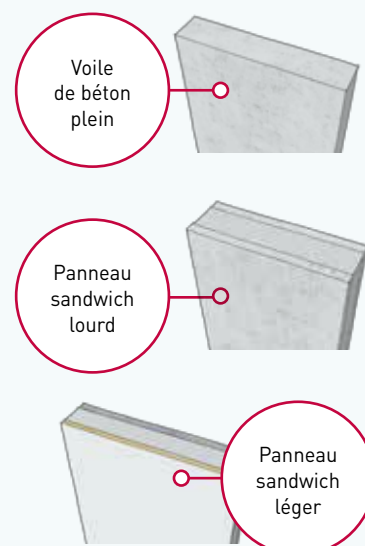
Les **murs** sont constitués de **béton** d'épaisseur variable (15 cm environ).



Ces séparatifs ne sont pas suffisants : $D_{nT,A} \approx 45 \text{ dB}$

FAÇADES

Les façades sont en **béton plein** coulé en place ou préfabriquées : **panneaux sandwichs** de compositions variées (béton, polystyrène, brique, ciment-amiante, bois, etc.).



Les façades en béton plein sont suffisantes, même dans des environnements bruyants.

Les éléments légers en revanche constituent des points faibles dans des environnements bruyants.

Rappel : exigences pour un bâtiment neuf $D_{nT,A} \geq 53 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \leq 58 \text{ dB}$ entre logements

► Constructions d'après 1970

Alors qu'un premier décret en 1955 imposait aux bâtiments d'habitation un « isolement acoustique suffisant », sans autre précision, **les constructions de logements à partir de 1970 sont soumises à des réglementations imposant des exigences acoustiques précises.**

La **construction béton** est quasiment généralisée, les planchers hourdis disparaissent en collectif petit à petit avec la réglementation de 1970. On peut noter le (re)développement de la construction à ossatures bois dans le logement collectif, à partir des années 2000.

Le tableau suivant indique les textes applicables aux bâtiments en fonction de la date de dépôt du permis de construire, ainsi qu'une estimation des principales performances entre logements :

Date de la demande de permis de construire	Texte applicable	$D_{nT,A}$	$L'_{nT,w}$
Du 1 ^{er} juillet 1970 au 30 juin 1976	Arrêté du 14 juin 1969	≥ 50 dB	≤ 63 dB
Du 1 ^{er} juillet 1976 au 31 décembre 1995	Arrêté du 22 décembre 1975	≥ 50 dB	≤ 63 dB
Du 1 ^{er} janvier 1996 au 31 décembre 1999	Arrêté du 28 octobre 1994	≥ 53 dB	≤ 58 dB
Depuis le 1 ^{er} janvier 2000	Arrêté du 30 juin 1999	≥ 53 dB	≤ 58 dB

Un guide du Conseil National du Bruit (CNB) relatif à la réglementation acoustique rappelle plus précisément les différentes performances exigées par chacun de ces textes. Il est disponible à l'adresse www.ecologique-solidaire.gouv.fr/conseil-national-du-bruit

On notera qu'un label a été créé en 1972 par l'État, relayé par le label Qualitel confort acoustique dès 1985. Dès 1980, le Guide Qualitel proposa une méthode d'évaluation de la qualité acoustique des logements, à partir des plans et descriptifs des projets. En 1994, la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) s'inspire du label Qualitel confort acoustique et ajoute des exigences supplémentaires concernant la réverbération dans les parties communes. Enfin, en 1999, elle s'adapte aux indices européens sans changer le niveau d'exigence.

RÈGLES APPLICABLES À LA RÉNOVATION DES BÂTIMENTS ANCIENS

La rénovation des bâtiments anciens est peu encadrée par des textes réglementaires, contrairement à la construction de bâtiments neufs.

On peut néanmoins citer les textes suivants :

- **Arrêté du 13 avril 2017** relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants : impose des exigences sur l'isolement vis-à-vis de l'extérieur pour les bâtiments très fortement exposés au bruit extérieur
- **Arrêté du 23 juin 1978** relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau d'eau chaude sanitaire : impose des exigences lors de l'installation d'une chaufferie
- De nombreux **arrêtés préfectoraux relatifs aux activités bruyantes ou aux bruits de voisinage** imposent que les travaux ou aménagements effectués dans les bâtiments, quels qu'ils soient, ne doivent pas avoir pour effet de diminuer (« sensiblement » dans certains arrêtés) les caractéristiques initiales d'isolement acoustique des bâtiments (des « parois » dans certains arrêtés)
- La plupart des **règlements de copropriété** demandent de ne pas dégrader les performances acoustiques en cas de changement de revêtements de sol ou de transformations d'équipements
- Enfin, plusieurs **jurisprudences** ont tendance à appliquer la réglementation du neuf (Arrêtés du 30 juin 1999) aux opérations de **rénovation lourde** (travaux d'ampleur ou changement de destination)

GUIDE POUR L'AMÉLIORATION DE L'ACOUSTIQUE DANS LES BÂTIMENTS DE LOGEMENTS COLLECTIFS

L'état des lieux mené sur les bâtiments anciens, que ce soit en termes de ressenti des habitants ou de performance acoustique, montre un besoin important d'amélioration. Pour cela, des éléments de méthode doivent être considérés en amont : faire un **diagnostic acoustique, des enquêtes et des études**, afin de définir les travaux adaptés en fonction de la contrainte de l'occupation.

Il est ensuite présenté, **à titre d'exemples, des solutions de traitement** qui permettent d'améliorer les différents types de bruit :

- Bruits aériens et bruits de chocs entre les logements : bruits de conversation, bruits de pas, etc.
- Bruit des circulations communes : bruits des conversations, réverbération, etc.
- Bruits aériens extérieurs : bruits du trafic routier, des conversations, etc.
- Bruits des équipements : bruits des écoulements dans les réseaux d'évacuations, de la ventilation, etc.

Les solutions de principe indiquées dans ce guide ont pour vocation de montrer un panel de possibilités, mais doivent systématiquement être adaptées aux projets et faire l'objet d'études par une équipe de maîtrise d'œuvre : architecte, bureau d'études structures, thermiques, et bien sûr, bureau d'études acoustiques.

Pour chaque technique, les **avantages** et **inconvénients** sont présentés, ainsi que les **coûts de mise en œuvre**.

COÛT DE MISE EN ŒUVRE

Les montants de travaux indiqués dans ce guide ont été calculés pour un **appartement de 70 m² minimum**, supposé **vide de tout occupant, d'accès aisé** et sans déménagement de meuble.

Les prix mentionnés concernent uniquement la part travaux, indépendamment d'autres prestations, sans frais d'étude, sans frais de désamiantage ou déplombage éventuel.

Les prix sont moyens, et issus de données statistiques réalisées par **UNTEC Services**, en valeur Octobre 2017 pour la France métropolitaine. En Ile-de-France, les coûts peuvent être sensiblement plus élevés, de 0 à 20 % du montant national.

MÉTHODOLOGIE

PREMIÈRE ÉTAPE : LE DIAGNOSTIC ET LES ÉTUDES ACOUSTIQUES

Le maître d'ouvrage qui souhaite améliorer l'acoustique de son bâtiment doit au préalable confier un diagnostic acoustique à un bureau d'étude spécialisé, qui évalue les performances par sondage sur le bâtiment. Sur les bâtiments les plus anciens, construits avant 1920, il est conseillé de réaliser plus de sondages que pour les bâtiments plus récents car les séparatifs ne sont peut-être pas tous homogènes.

Les normes de mesures utilisées sont celles en vigueur, à savoir le guide de mesures acoustiques de la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN).

L'acousticien peut également avoir besoin d'un relevé géomètre pour déterminer les épaisseurs de parois et les hauteurs sous plafond, ainsi que de sondages de structure pour affiner son analyse et proposer des solutions d'amélioration pertinentes.

Pour garantir les performances acoustiques du bâtiment, l'acousticien travaille avec l'équipe de maîtrise d'œuvre sur les solutions, et il suit notamment la phase chantier pour s'assurer de la bonne mise en œuvre des produits sur le plan acoustique.

Enfin il réalise des mesures à l'achèvement des travaux pour s'assurer que les objectifs sont bien atteints.

► **Pour trouver un acousticien** : se rapprocher du syndicat CINOV GIAC, groupement des ingénieurs acoustiques et consulter l'annuaire www.giac-acoustique.org/annuaire. Il existe par ailleurs la qualification OPQIBI 1604 (Ingénierie en acoustique du bâtiment), et un annuaire des qualifiés est disponible sur www.opqibi.com.

POUR ALLER PLUS LOIN : INTERROGER LES OCCUPANTS

Des enquêtes auprès des occupants peuvent compléter le diagnostic acoustique et permettre d'identifier des sujets d'insatisfaction que le mesureur ne pourrait pas relever. Par exemple, le bruit des circulations communes est souvent gênant pour les occupants, même lorsque les mesures acoustiques respectent les exigences de la réglementation du neuf.

Les occupants sont les mieux placés pour identifier les problèmes acoustiques. Il est donc plus judicieux de réaliser les enquêtes avant le diagnostic pour bien cibler les mesures acoustiques.

SE POSER LA QUESTION DE L'OCCUPATION

L'amélioration des isolements acoustiques entre logements nécessite une intervention sur les planchers et les murs intérieurs, et pose donc le problème de l'occupation des locaux.

Un propriétaire unique d'un bâtiment (bailleur par exemple) peut dans le meilleur des cas, faire réaliser les travaux en libérant complètement le bâtiment, en relogant les personnes sur son parc. Lorsqu'il y a suffisamment de logements vacants, il peut également réaliser une opération « à tiroirs », en réalisant les travaux par cage d'escalier, ou par logement, en relogant provisoirement les personnes.

Enfin, il est également possible de faire intervenir les entreprises lorsque les logements restent occupés. Ce type d'intervention permet l'ajout d'éléments de second œuvre, tels qu'un revêtement de sol, un doublage sur un mur ou une façade, ou un changement des fenêtres, coffres de volets roulants, etc.

Dans le cas de copropriétés, l'amélioration de l'acoustique entre les logements peut se faire sans l'accord de la copropriété à condition que les travaux ne portent pas atteinte à la structure de l'immeuble et qu'ils n'impactent pas les parties communes. Ainsi, les traitements qui augmentent les hauteurs des sols de manière significative, tels que les chapes flottantes, doivent faire l'objet d'une autorisation car ils peuvent avoir un impact sur la structure et sur les parties communes (surcharge et hauteurs de sols différents dans les logements et les parties communes). Dans tous les cas, le règlement de copropriété doit être respecté, et il est conseillé de se rapprocher du syndic avant d'entamer des travaux d'amélioration acoustique.



SOLUTIONS ACOUSTIQUES

RÉDUIRE LES BRUITS DE CHOCS ET LES BRUITS AÉRIENS ENTRE LOGEMENTS

OBJECTIFS

Les minimas de performance de la construction neuve définissent généralement le seuil « d'habitabilité » d'un logement. **Il est donc naturel de considérer que, lorsque les travaux sont d'ampleur (par exemple lorsque les planchers ou les murs sont modifiés, lorsque la destination des locaux change) on recherche dans la mesure du possible à atteindre la performance d'un bâtiment neuf.** Les exemples ci-dessous répondent à ces exigences, et sont définis sur des cas types. Un acousticien adaptera ces solutions en fonction du bâtiment, des critères de confort recherchés et des différentes contraintes, techniques ou économiques.

Pour aller plus loin dans la réflexion...

Afin de ne pas dégrader la situation existante, on peut raisonner en termes de **conservation de l'équilibre entre les bruits intérieurs et extérieurs** : ainsi l'amélioration apportée sur l'isolement extérieur par le changement des fenêtres doit à minima être retrouvée sur les isollements intérieurs.

Par exemple, pour un bâtiment ancien avec des isollements au bruit aérien D_{nTA} de 45 dB :

- Lors du remplacement de menuiseries anciennes en simple vitrage par du double vitrage courant, l'amélioration intérieure devrait être de 5 dB

- Lors du remplacement de menuiseries anciennes en simple vitrage par du double vitrage acoustique à proximité d'une voie bruyante (avec objectif sur l'extérieur $D_{nT,A,Tr} = 35$ dB), l'amélioration intérieure devrait être de 10 dB

Les performances d'un bâtiment ancien étant en général faibles, si les améliorations précédentes n'atteignent pas le niveau « neuf », les problèmes acoustiques existants vont demeurer. Il serait donc dommage d'entreprendre des travaux importants qui n'amélioreraient pas la situation pour l'occupant. Cette approche peut être intéressante néanmoins lorsque le niveau du neuf ne peut être atteint pour des raisons techniques ou économiques, en définissant un minimum de « non dégradation ».

En outre, lorsque la performance intérieure du bâtiment était déjà élevée avant la rénovation, il faudra dépasser les exigences du « neuf » pour conserver l'équilibre, en particulier pour les bruits de chocs ou ceux de certains équipements (VMC, chasses d'eau, ascenseur).

Encore une fois, ces réflexions sont à discuter avec un spécialiste en fonction du projet et des moyens disponibles.

MOYENS

Ce document présente d'une part les **principales techniques d'amélioration ou de reconstruction des murs et planchers**, puis des **scénarios d'amélioration** montrant comment ces solutions s'intègrent dans les bâtiments en fonction de leur typologie constructive.



Comme cela est rappelé dans les « **Notions en acoustique** », le seul traitement d'un mur ou d'un plancher n'est pas toujours suffisant car le bruit peut emprunter d'autres chemins, les façades, plafonds, planchers, cloisons, gaines...

► Amélioration des planchers entre logements

Revêtements de sols souples **SOLUTION S1**

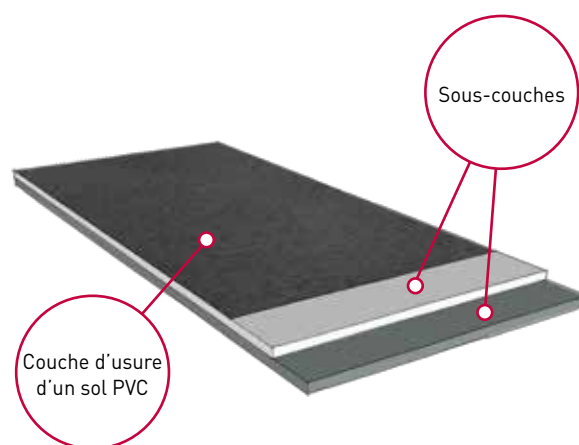
La solution la plus simple pour réduire les bruits de chocs est de recouvrir les planchers au moyen d'un revêtement de sol souple : sol PVC, vinyle, linoléum ou moquette. **Pour être réellement efficace, ces revêtements doivent être munis de sous-couches acoustiques et présenter une amélioration ΔL_w d'au moins 19 dB.**

Sur des planchers béton, les sols souples apportent une amélioration significative des bruits de chocs, lorsque le produit possède une performance ΔL_w d'au moins 19 dB.

Lorsque le revêtement de sol existant contient de l'amiante, des sols souples mis en recouvrement ne peuvent pas être collés, ils sont scotchés, ce qui limite leur performance acoustique à 17 dB.

Leur efficacité vis-à-vis des bruits de chocs sera moindre sur les autres planchers, en particulier sur les planchers bois, elle sera de l'ordre de 10 dB s'il n'y a pas de plafond suspendu, mais inférieure à 5 dB s'il y a un plafond.

Ces revêtements n'empêchent pas les parquets de grincer, ces derniers devront être changés. Ils pourront à cette occasion faire l'objet d'une désolidarisation pour limiter les transmissions de bruit de chocs vers les voisins (voir solution S2).



AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛT*
• Amélioration significative du niveau de bruit de choc (> 15 dB) sur les planchers béton • Mise en œuvre • Coût	• N'améliore pas les bruits aériens	• Sol PVC en lés avec $\Delta L_w = 19$ dB : 35 € HT/m² • Sol PVC en lés scotchés avec $\Delta L_w = 17$ dB : 28 € HT/m²

*Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

Désolidarisation d'un parquet bois SOLUTION S2

Il s'agit d'interposer **des plots résilients** (en caoutchouc, élastomère, mousse polyuréthane, etc.) entre les solives et les lambourdes, afin d'atténuer essentiellement les bruits d'impacts. Cela nécessite la dépose complète du parquet et des lambourdes. Si le parquet est de qualité, chaque latte sera numérotée puis reposée à l'identique, sinon le parquet pourra être changé par un neuf.

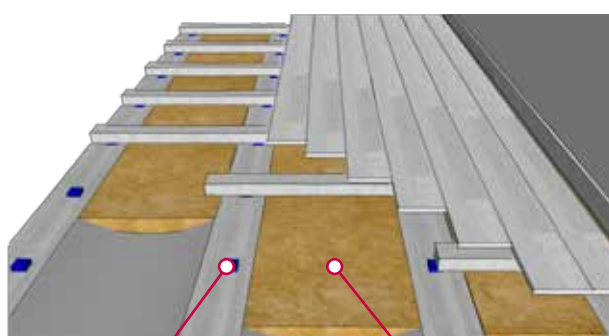
Une **laine minérale** peu dense pourra être déroulée dans le vide entre le parquet et les aires pour améliorer légèrement l'isolement au bruit aérien.

Les plots seront choisis de manière à assurer une atténuation théorique de 20 dB à partir de 63 Hz (sur support infiniment rigide), en fonction du poids du parquet, des lambourdes et du tiers de la charge maximale d'exploitation. Dans le logement, cette charge maximale d'exploitation est généralement considérée à 200 kg/m². Un calage pourra être nécessaire pour rattraper les niveaux entre les poutres qui peuvent présenter une certaine flèche.

La présence d'un plot résilient entraîne une augmentation de l'épaisseur du plancher de 1 cm environ, ce qui nécessite de recouper les portes pour conserver le transfert d'air de la ventilation par leur détalonnage, mais ne pose pas de problèmes d'accessibilité.

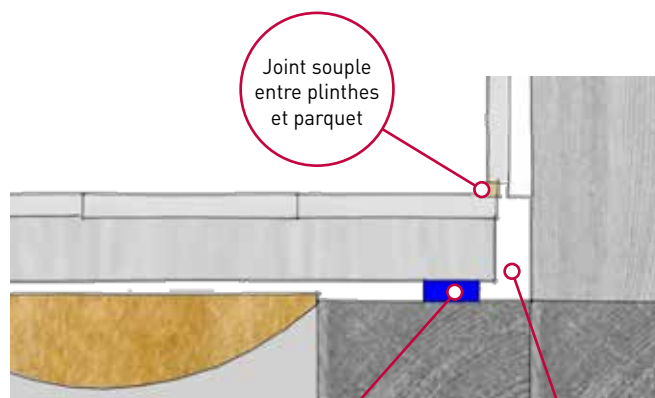
Les lambourdes et le parquet ne doivent pas être en contact avec les murs, afin de ne pas transmettre les bruits de chocs. La plinthe est fixée uniquement au mur, sans contact avec le parquet. Le vide est rempli par un joint souple. En périphérie, des plots doivent se situer à 15 cm maximum du mur, et l'on pourra les appuyer sur des poutres, voire du béton coulé uniquement sur une trame (sur un panneau bois en fond de coffrage).

Pour les parquets sur planchers hourdis, les lambourdes sont généralement scellées, il sera peut-être nécessaire de mettre des contre-lambourdes, ce qui posera dans ce cas le problème d'accessibilité.



Plot résilient
sous
lambourdes

Laine
minérale
entre parquet
et aires



Joint souple
entre plinthes
et parquet

Laine
minérale
entre parquet
et aires

Vide pour
éviter le contact
entre le parquet
et le mur

AVANTAGES

- Amélioration significative de l'isolement aux bruits de chocs (au moins 10 dB)
- Impact en hauteur faible (1cm environ)

INCONVÉNIENTS

- Coût
- Difficile en milieu occupé
- Gain aux bruits aériens faible

COÛT*

- Plots résilients + laine minérale entre solives : 105 € HT/m² (dont 70 € HT/m² de dépose et repose du parquet)

*Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

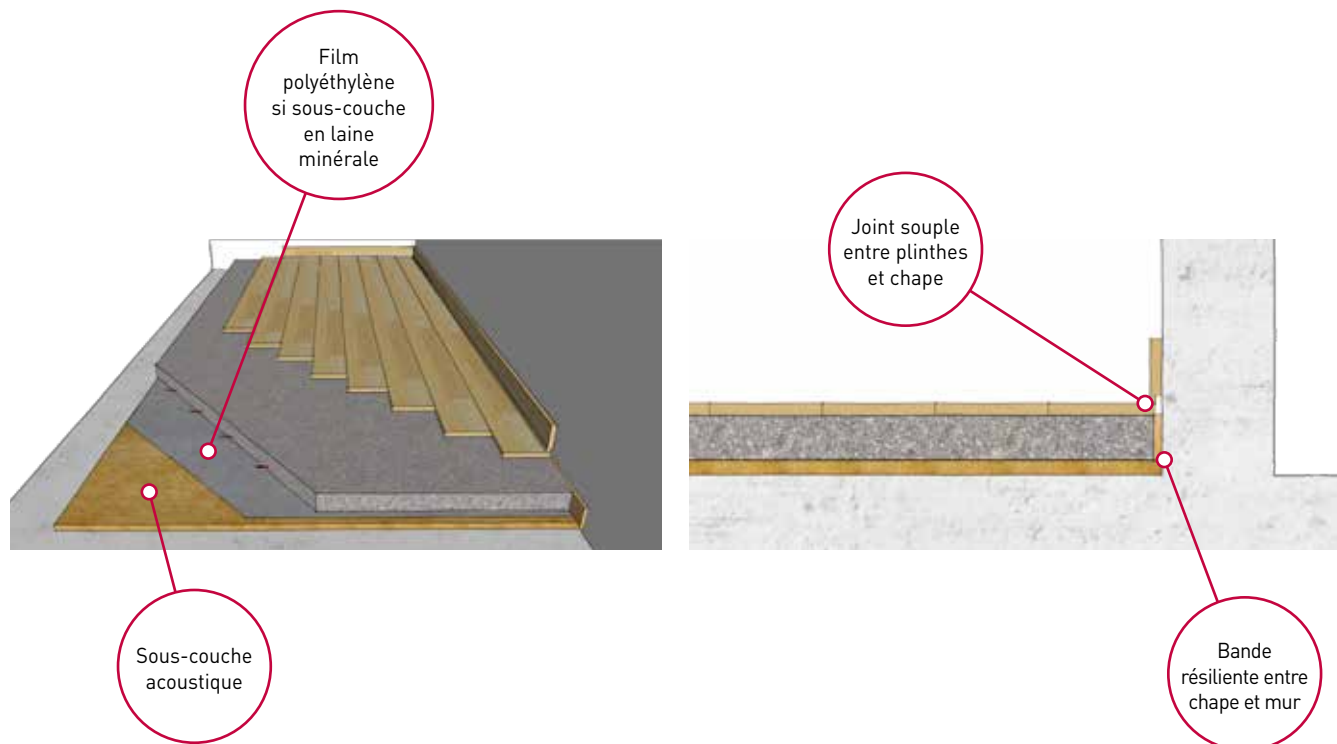
Chape mortier flottante sur sous-couche acoustique SOLUTION S3

Cette solution consiste à couler une **chape mortier, ciment ou fluide sur une sous-couche acoustique** sur tous types de planchers. Cette sous-couche peut être mince (moins de 5mm), mais nécessite une très bonne planéité du support (critères dans DTU 52.10), qui pourra être atteinte avec un ragréage par exemple. Ce dernier peut être également utile pour faire circuler des réseaux (qui ne peuvent pas être dans la chape désolidarisée).

La sous-couche devra présenter une amélioration ΔL_w de 17 dB au minimum, et pour s'assurer de sa qualité ainsi que du maintien dans le temps de sa performance, elle doit être certifiée QB.

La sous-couche peut également être épaisse, par exemple en laine minérale, de 12 à 40 mm, ce qui donne des performances acoustiques supérieures en bruit de chocs, ΔL_w d'au moins 23 dB, mais aussi en bruit aérien. Un film de polyéthylène (polyane) doit être mis en œuvre avant de couler la chape. Celle dernière doit néanmoins faire 6 cm au minimum (contre 5 cm pour une sous-couche mince).

Une bande résiliente est absolument nécessaire en périphérie, afin que la chape ne conduise pas les bruits de chocs. De même, la plinthe est fixée uniquement au mur, sans contact avec le parquet ou le carrelage. Le vide est rempli par un joint souple.



AVANTAGES

- Amélioration significative de l'isolement de chocs (5 à 10 dB) et aux bruits aériens si la sous-couche est en laine minérale (3 à 5 dB)
- Permet tout type de revêtements de sols

INCONVÉNIENTS

- Hauteur du complexe (+6 cm minimum) : seuils de portes, accessibilité, ascenseurs, etc.
- Charges importantes sur la structure
- Mise en œuvre sensible
- Ragréage éventuellement nécessaire

COÛT*

- 150 € HT/m² dont 70 € HT/m² de dépose et repose du parquet.

Il est également possible de réaliser un ragréage fibré sur le parquet existant s'il n'est pas conservé.

* Comprend la pose de panneaux bois 22mm + SCAM ou LM + chape mortier de 5cm ou 6cm, hors adaptation de la hauteur des portes du logement. Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

Chape flottante sur bac acier appuis résilients SOLUTION S4

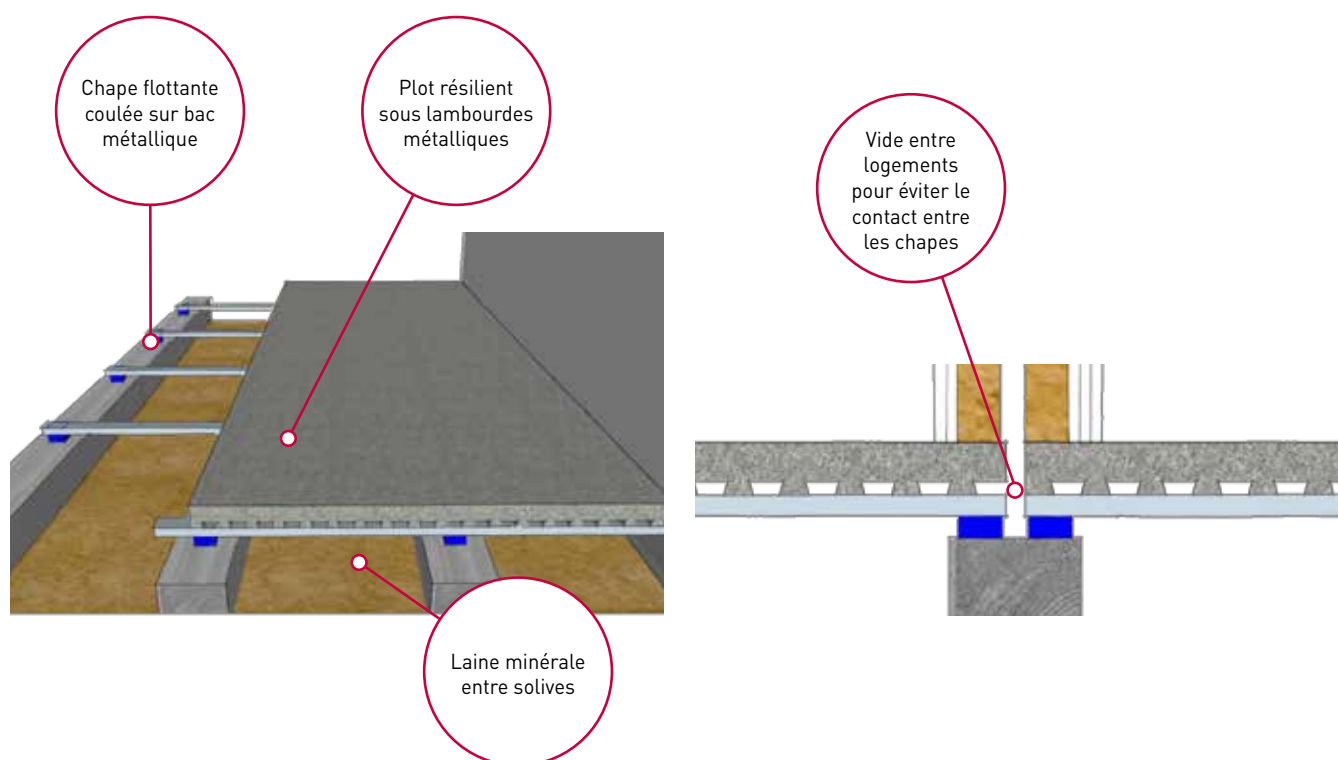
Il s'agit de créer une **chape flottante ciment** de 5 cm ($> 2000 \text{ kg/m}^3$) sur un **bac métallique**, de préférence extra plat, désolidarisé par des **plots résilients** (en caoutchouc, élastomère, mousse polyuréthane, etc.), afin d'atténuer les bruits d'impacts et les bruits aériens.

Les plots seront choisis de manière à assurer une atténuation théorique de 20 dB à partir de 63 Hz (sur support infiniment rigide), en fonction du poids de la chape, et du tiers de la charge maximale d'exploitation. Dans le logement, cette charge maximale d'exploitation est généralement considérée à 200 kg/m^2 .

Un calage pourra être nécessaire pour rattraper les niveaux entre les poutres qui peuvent présenter une certaine flèche.

Cette technique plutôt dédiée à une rénovation d'ampleur, entraîne une augmentation de l'épaisseur du plancher de plusieurs centimètres ce qui nécessite de revoir l'accessibilité du bâtiment.

Les chapes doivent être interrompues entre logements, et sans contact avec des éléments verticaux (façades, murs, tuyauterie, etc.).



AVANTAGES

- Amélioration significative de l'isolement aux bruits aériens et de chocs ($> 10 \text{ dB}$)
- Permet tout type de revêtements de sols

INCONVÉNIENTS

- Hauteur du complexe ($+10 \text{ cm}$ minimum) : seuils de portes, accessibilité, ascenseurs, etc.
- Charges importantes sur la structure
- Mise en œuvre sensible

COÛT*

- Plots résilients + chape sur bac acier + laine minérale entre solives : 175 € HT/m^2 (dont 70 € de dépose et repose du parquet)

*Hors adaptation de la hauteur des portes du logement. Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

Faux plafond en plaques de plâtre suspendu SOLUTION S5

Les **plafonds suspendus**, généralement appelés faux-plafond, sont les traitements les plus faciles à mettre en œuvre, pour autant que l'on ait une hauteur sous-plafond suffisante, ainsi qu'une distance suffisante entre les hauts de fenêtre et le plafond.

L'épaisseur minimum du faux plafond est généralement de 10 cm, et il est constitué d'une laine minérale et d'une plaque de plâtre.

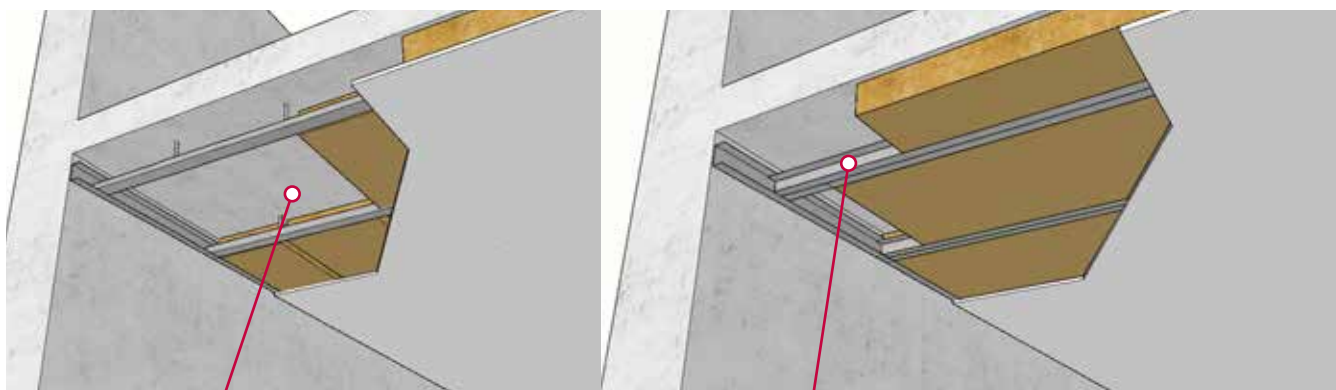
Pour améliorer la performance acoustique, il faut d'abord augmenter la distance entre le plancher et la plaque, avant d'ajouter d'autres plaques ou de choisir des plaques plus lourdes telles que les plaques « acoustiques ». Pour aller encore plus loin, le plafond

peut être suspendu à une structure indépendante du plancher, mais les transmissions latérales par les façades ou les murs risquent d'être telles qu'aucune amélioration ne sera obtenue.

L'isolant acoustique peut être une laine minérale (laine de verre ou de roche) ou une laine bio sourcée : laine de chanvre ou de bois.

Pour savoir si l'isolant est acoustique, il doit être poreux et présenter l'une des deux caractéristiques suivantes :

- Indice d'absorption acoustique : $\alpha_w \geq 0,95$ (essai acoustique)
- Résistivité à l'écoulement de l'air $4 \leq A_{Fr} \leq 70 \text{ kPa s/m}^2$ (données disponibles dans certains certificats ACERMI)



Plafond sur
suspentes
ponctuelles

Plafond
sur structure
indépendante
du plancher

AVANTAGES

- Amélioration de l'isolement aux bruits aériens et de bruits de chocs (3 à 5 dB) si la masse surfacique du plancher est inférieure à celle de la façade
- Coût
- Pas d'impact sur les hauteurs de sols

INCONVÉNIENTS

- Hauteur du complexe (+6 à 10 cm minimum)
- Contrainte éventuelle selon distance en haut de fenêtre
- Dommages lorsqu'il existe des moulures anciennes, mais qui peuvent être reproduites

COÛT*

- Laine minérale de 45 mm + 1BA13 sur suspentes ponctuelles 60 € HT/m²
- Laine minérale de 100 mm + 1BA13 sur suspentes ponctuelles 65 € HT/m²
- Laine minérale de 100 mm + 1BA13 sur ossature indépendante 95 € HT/m²

* Hors finition en peinture, adaptations en périphérie ou pose de luminaires existants. Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

Autres techniques

D'autres techniques existent et peuvent être mises en œuvre mais elles doivent impérativement être discutées avec un acousticien avant d'être entreprises car elles pourraient se révéler inefficaces voire dégrader la qualité acoustique du bâtiment selon les cas.

SOUS-COUCHES SOUS CARRELAGES, PARQUETS FLOTTANTS OU COLLÉS

Les sous-couches acoustiques mises en œuvre sous les parquets ou sous les carrelages permettent de réduire considérablement le niveau de bruit de chocs, de plus de 10 dB, en particulier lorsque les planchers sont en béton. En contrepartie, ces techniques ont la particularité d'augmenter la transmission des bruits aériens de quelques décibels, notamment pour les planchers béton.

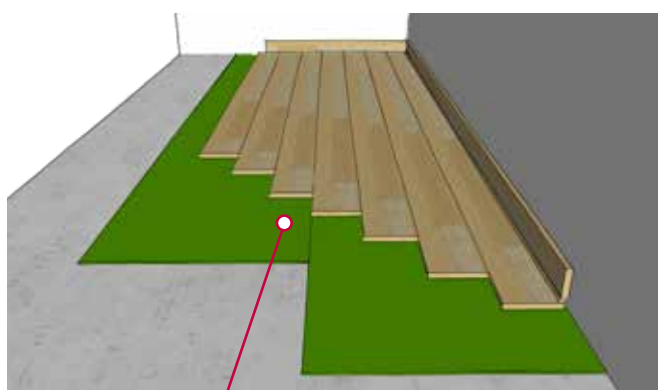
L'efficacité sur un plancher à poutrelles bois ou métal sera plus modérée, et l'impact sur l'isolation aux bruits aériens également moindre.

Ces techniques sont généralement **nécessaires lorsqu'un revêtement de sol existant, tel qu'une moquette, ou un sol souple est remplacé**, de manière à ne pas dégrader la performance existante.

On choisira des produits présentant une amélioration $\Delta L_w \geq 17$ à 19 dB, et on veillera, lors de la mise en œuvre, à bien désolidariser les plinthes.

Il existe des Avis Techniques pour les procédés d'isolation sous carrelage.

Cette technique n'est pas considérée dans les exemples de solutions du fait de la dégradation de l'isolement au bruit aérien, mais elle pourrait être envisagée avec le conseil d'un acousticien selon le projet.



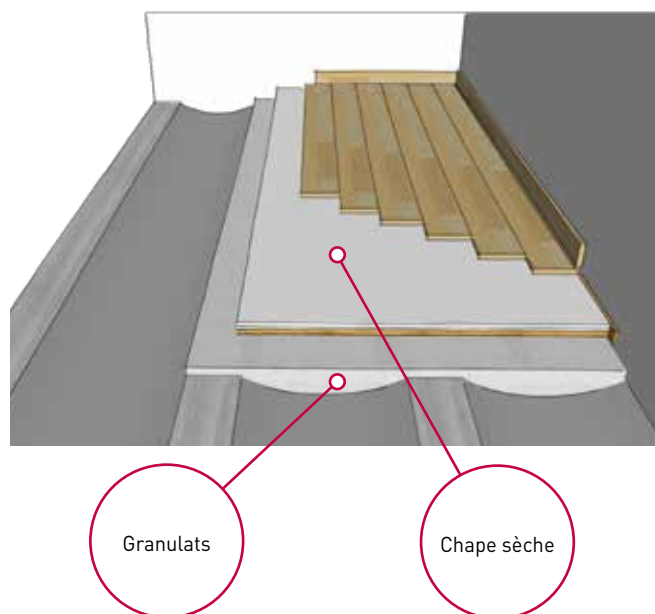
Sous-couche

CHAPE SÈCHE SUR GRANULATS LÉGERS

Les **chapes sèches**, constituées de plaques de plâtre à haute dureté avec une laine minérale, sont une solution d'amélioration des planchers anciens. Leur performance acoustique est plus significative lorsqu'elles sont mises en œuvre sur une couche de granulats légers, ce qui permet également de limiter les problèmes de fissuration et de gérer les problèmes de planéité du support.

Cette solution augmente l'épaisseur des planchers, mais apporte moins de poids qu'une chape mortier. Dès lors, la question des bruits de pas dans les basses fréquences peut se poser.

La pertinence de cette technique pourra être discutée avec un acousticien selon les projets étudiés.

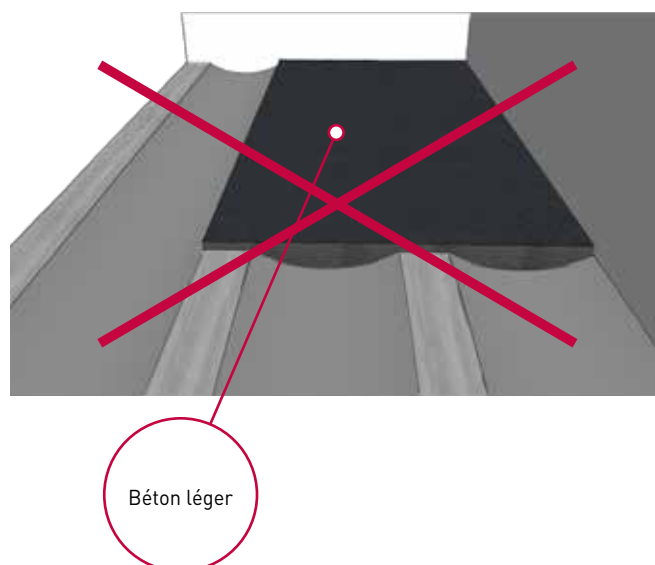


CHAPE BÉTON LÉGER

Il est **fortement déconseillé** de réaliser des remplissages des augets de planchers anciens avec du **béton léger** car cela dégrade la performance acoustique des planchers. En effet, cela augmente la rigidité du plancher sans ajouter suffisamment de masse.

Le remplissage en béton léger pourrait éventuellement permettre de réaliser un nivelage, afin de mettre en œuvre une chape flottante mortier sur une sous-couche acoustique mince ou une laine minérale, ou ponctuellement pour appuyer des résilients.

Par ailleurs, en l'absence de données, la réalisation de chape en béton léger sur une sous-couche acoustique n'est pas conseillée.



► Amélioration de murs entre logements

Doublage des murs séparatifs **SOLUTION S6**

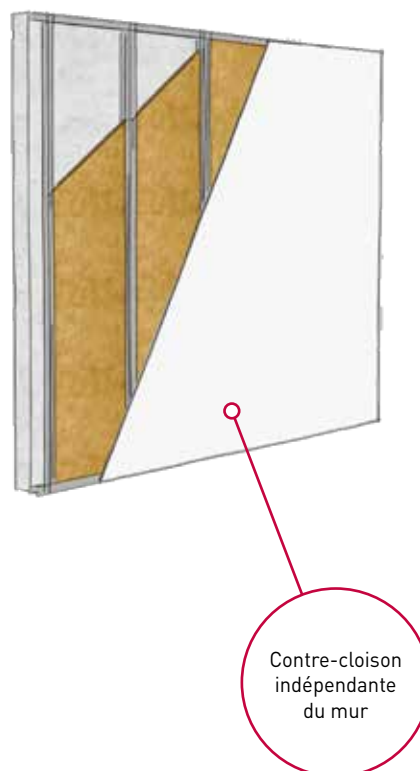
Il s'agit de réaliser une « **contre-cloison** » constituée d'une ossature métallique fixée au sol et au plafond, dans laquelle sera interposé un absorbant acoustique tel qu'une laine minérale de 45 mm minimum. Un parement en plâtre de type BA13 est fixé sur l'ossature. En laissant un vide d'un centimètre entre les montants et le mur, le complexe représente environ 7 cm.

Pour aller plus loin, il faut augmenter la distance entre le mur et la plaque, par exemple en interposant une laine minérale de 100 mm, avant d'ajouter d'autres plaques ou de choisir des plaques plus lourdes telles que les plaques « acoustiques ».

Il existe des systèmes spécifiques avec des appuis ponctuels au milieu de la cloison qui ne dégradent pas la performance acoustique.

On trouve également les doublages acoustiques, qui sont des panneaux constitués d'un isolant en laine minérale ou en polystyrène élastifié, collés en usine sur une plaque de plâtre. Sur le chantier, ces panneaux sont collés sur le mur support au moyen de plots de colle. Pour être parfaitement maintenus, une reprise du mur support peut être nécessaire, et en dessous de 10 cm d'épaisseur de doublage (soit 8 cm d'isolant), l'amélioration risque de ne pas être significative, voire négative. La contre-cloison sur ossature est donc plutôt conseillée.

La performance est caractérisée par le critère $\Delta[R_w+C]$ ou ΔR_A , qui dépend du mur support. Plus le mur sur lequel est testé la contre-cloison est faible (par exemple des briques creuses), plus cette performance sera élevée. Pour que l'amélioration soit significative, on retiendra des produits qui présentent un $\Delta[R_w+C]_{\text{mur lourd}} \geq 11$ dB (essai sur mur béton de 16 cm).



AVANTAGES

- Amélioration de l'isolement aux bruits aériens (de 5 à 10 dB)
- Pas de reprise du mur support
- Performance élevée pour épaisseur faible
- Permet l'intégration de réseaux

INCONVÉNIENTS

- Réduit la surface habitable

COÛT*

- Contre-cloison 1BA13 sur ossature métallique
 - avec laine minérale de 45 mm : 45 € HT/m²
 - avec laine minérale de 100 mm : 55 € HT/m²

*Hors finition en peinture, adaptations en périphérie, intégration réseaux électriques. Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

► Reconstruction de planchers entre logements

Bien souvent, **il est plus économique de reconstruire des planchers plutôt que de chercher à les améliorer**. Typiquement, la façade est conservée pour des raisons architecturales et patrimoniales, mais tout l'intérieur est intégralement reconstruit. Cela permet également de répondre à des problématiques sismiques.

Ce guide présente donc ici les principales solutions utilisées dans la construction neuve.

Encore une fois, nous rappelons que ces solutions et leurs combinaisons doivent être étudiées par un acousticien pour que leur intégration dans les projets soit efficace.

En ce qui concerne les coûts, **les aspects de démolition, le recyclage des déchets et l'accès pour réaliser les ouvrages** peuvent être très significatifs selon les projets, et doivent également être évalués pour être comparés aux solutions d'amélioration précédentes.

PLANCHERS BÉTON DE 20 CM

Il s'agit de la solution la plus courante pour les logements neufs.



AVANTAGES

- Cohésion structurelle
- Coût

INCONVÉNIENTS

- Charges importantes sur la structure
- Accès pour mise en œuvre

COÛT*

- 130 € HT/m²

*Hors démolition, recyclage, finitions (sol et peinture). Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

PLANCHER SUR BAC COLLABORANT AVEC CHAPE ET FAUX PLAFOND

Une composition type de ce plancher est la suivante :

- Chape mortier sur sous-couche acoustique
- Plancher collaborant sur bac métallique
- Plafond suspendu avec 2 BA13 et isolant en laine minérale



AVANTAGES

- Charges limitées sur la structure

INCONVÉNIENTS

- Encombrement

COÛT*

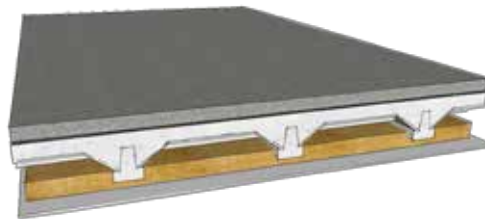
- 200 € HT/m²

*Hors démolition, recyclage, finitions (sol et peinture). Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

PLANCHERS HOURDIS LÉGERS AVEC CHAPE FLOTTANTE SUR SCAM

Une composition type de ce plancher est la suivante :

- Chape mortier sur sous-couche acoustique
- Plancher collaborant sur bac métallique
- Plafond suspendu avec 2 BA13 et isolant en laine minérale

**AVANTAGES**

- Charges limitées sur la structure

INCONVÉNIENTS

- Encombrement

COÛT*

- 285 € HT/m²

**Hors démolition, recyclage, finitions (sol et peinture). Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22*

PLANCHERS BOIS AVEC CHAPE FLOTTANTE SUR SOUS-COUCHE ACOUSTIQUE

Une composition type de ce plancher est la suivante :

- Chape mortier sur sous-couche acoustique
- Panneau OSB de 18 mm minimum
- Isolant en laine minérale de 100 mm minimum entre les solives
- Solives bois de 220 mm minimum
- Plafond suspendu avec 2 BA13

**AVANTAGES**

- Charges limitées sur la structure

INCONVÉNIENTS

- Encombrement

COÛT*

- 305 € HT/m²

**Hors démolition, recyclage, finitions (sol et peinture). Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22*

Comme pour l'amélioration des planchers existants, les chapes sèches ne sont pas recommandées.

► Reconstruction de murs entre logements

MURS LOURDS SIMPLES

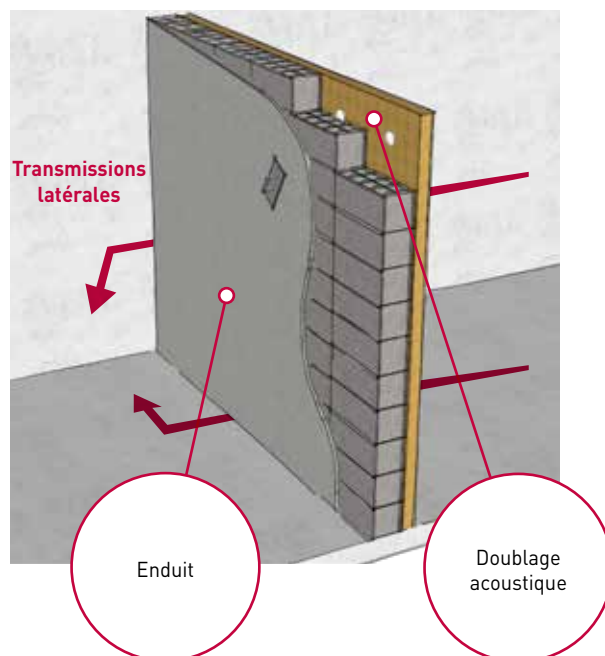
Les **murs maçonnés en blocs de béton** peuvent être mis en œuvre en rénovation, avec la composition suivante :

- Blocs creux, pleins ou pleins perforés de 20 cm, recouverts :
 - > D'un côté, d'un enduit ciment ou plâtre,
 - > De l'autre côté, d'un doublage acoustique de 10 cm (80 mm minimum d'isolant + plaque de plâtre) ou une contre-cloison de 7 cm (1BA13 sur une ossature métallique indépendante et une laine minérale de 45 mm, solution S6 décrite précédemment).

Du fait de sa masse, **ce type de mur limite les transmissions de bruit par les planchers, les façades ou les cloisons perpendiculaires au mur**, par rapport aux cloisons séparatives décrites ci-après (ce sont les « transmissions latérales »).

Donc bien souvent, l'isolement acoustique entre les locaux sera meilleur qu'avec des cloisons légères, même si l'indice d'affaiblissement de ce mur est inférieur à celui des cloisons légères.

Les doublages de façades, chapes flottantes sur laine minérale ou faux plafonds acoustiques, permettent de réduire les transmissions latérales.



AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛT*
• Meilleure performance acoustique au final que les cloisons légères • Inertie thermique	• Surcharge • Approvisionnement et manutention	• Blocs pleins perforés + doublage et enduit : 160 € HT/m² • Blocs creux + doublage et enduit : 140 € HT/m²

*Ouvrage neuf hors dépose et hors finitions (peinture), mais avec un enduit ciment sur la face opposée au doublage. Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

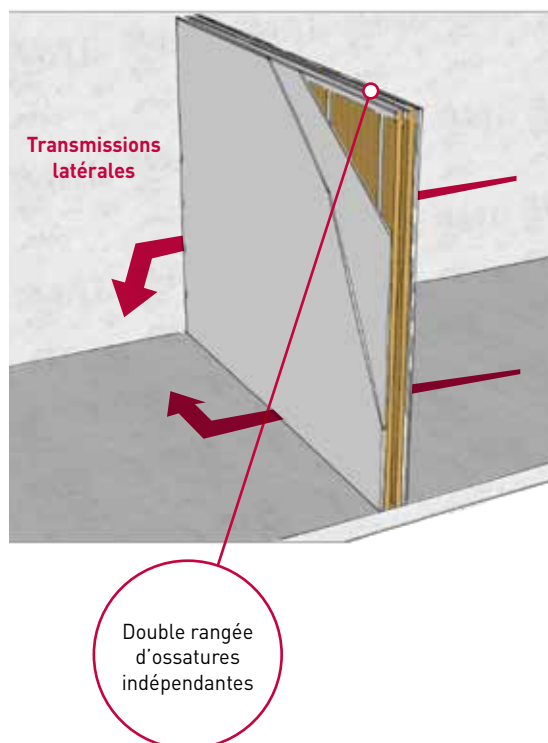
Cloisons légères séparatives en plaques de plâtre **SOLUTION S7**

Les **cloisons légères séparatives** sont intéressantes pour leur légèreté et leur mise en œuvre sèche. Elles sont réalisées au moyen de deux rangées d'ossatures dans lesquelles sont placées des couches de laines minérales. Plusieurs plaques de plâtre sont montées sur les ossatures (2 BA13 d'un côté et 3 BA13 de l'autre par exemple), et il existe également des plaques monoparements spécifiques. La cloison doit présenter un indice R_{w+C} ou R_A de 64 dB.

Cette solution a été développée pour les constructions neuves, et par extension se retrouve dans des rénovations. **Toutefois, l'isolement obtenu sera souvent réduit de plus de 20 dB si aucune précaution aux jonctions n'est prise, et si les transmissions latérales ne sont pas traitées.** La cloison ne doit pas être posée sur un parquet filant par exemple, ni sous un plafond filant. Il faut faire pénétrer la cloison dans les murs/sols et plafonds.

De plus, du fait de leur légèreté, les transmissions latérales par les façades, planchers et cloisons intérieures seront importantes, et limitent fortement l'isolement. Il faut alors doubler chacun de ces éléments pour atteindre une performance satisfaisante (en complétant avec les solutions S3, S5 ou S6). Sans toutes ces précautions, l'usage d'une telle cloison est un gâchis de place et de matériaux.

Des doublages de façades (solution S6) ne sont pas nécessaires si la façade est très lourde ($m_s \geq 400 \text{ kg/m}^2$).



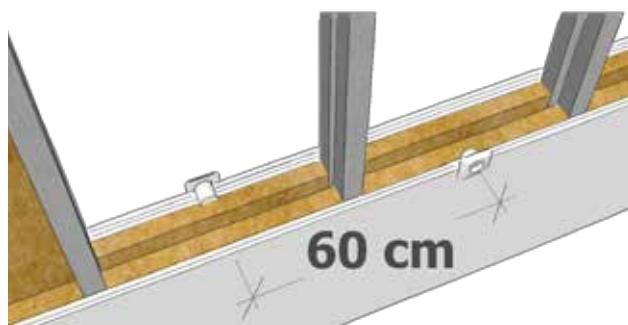
AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛT*
• Mise en œuvre sèche • Légèreté	• Performances limitées par les transmissions latérales et aux jonctions • Détails de jonctions délicats • Doublages des murs, sols et plafonds souvent nécessaires	• 140 € HT/m²

*Hors finitions (peinture). Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22

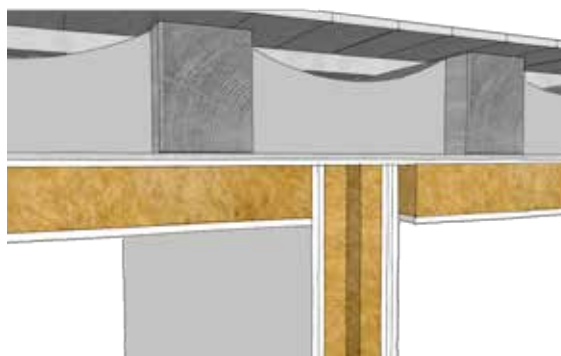
POINTS DE VIGILANCE

Lors de la mise en œuvre de cloisons légères, il faut faire particulièrement attention aux éléments ci-dessous :

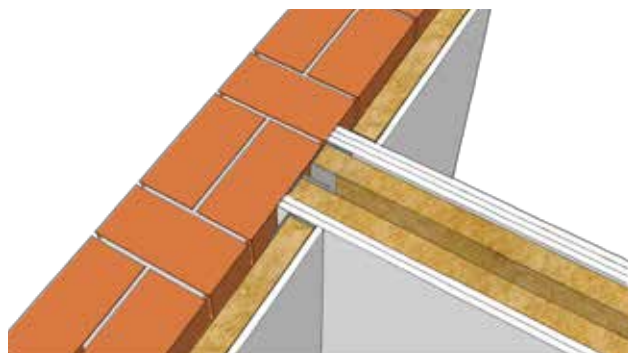
Boîtiers électriques incorporés décalés de 60 cm



Jonctions aux plafonds : le plafond suspendu doit être interrompu au droit de la cloison séparative

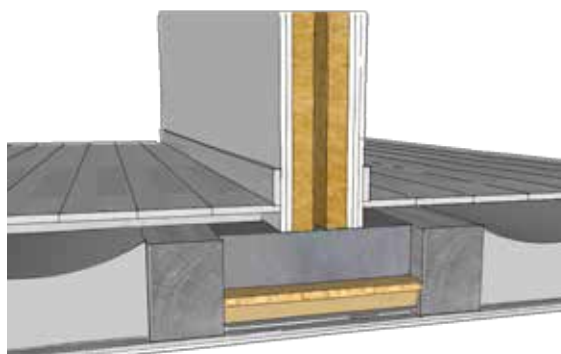


Jonctions aux façades : le doublage de façade doit être interrompu au droit de la cloison séparative



Jonctions aux plafonds :

- Soit plancher béton de 20 cm
- Soit doublage du plancher avec chape sur laine minérale
- Soit interruption des planchers
- Soit interruption du parquet et coulage d'une « poutre béton »

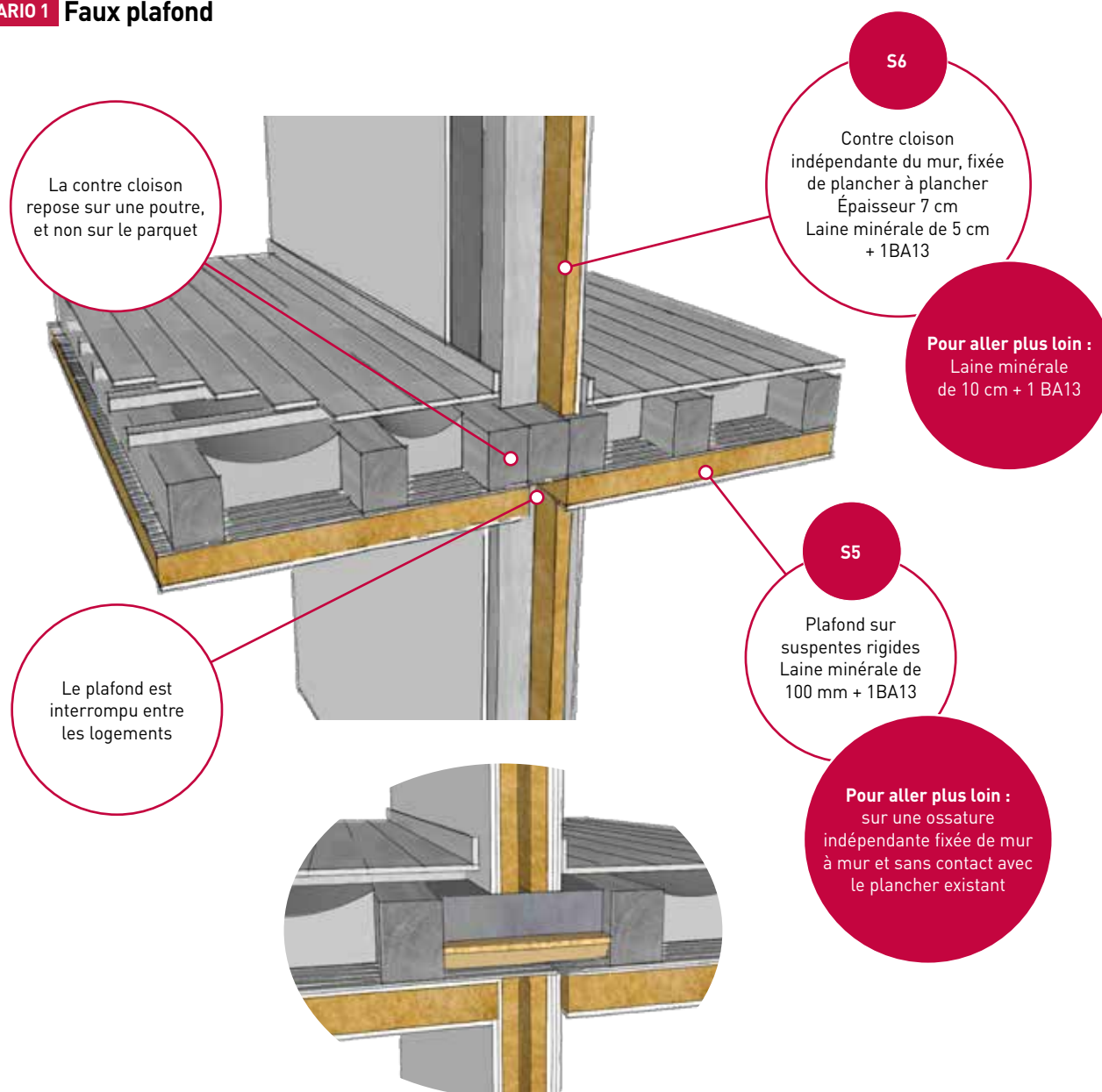


► Exemples de solutions techniques pour des planchers à solives bois ou poutrelles métalliques

Ces types de planchers concernent généralement les constructions d'avant 1920 : pan de bois, en pierre ou en brique pleine.

Pour simplifier, il est considéré que le comportement acoustique des planchers à solives bois ou poutrelles métalliques est identique.

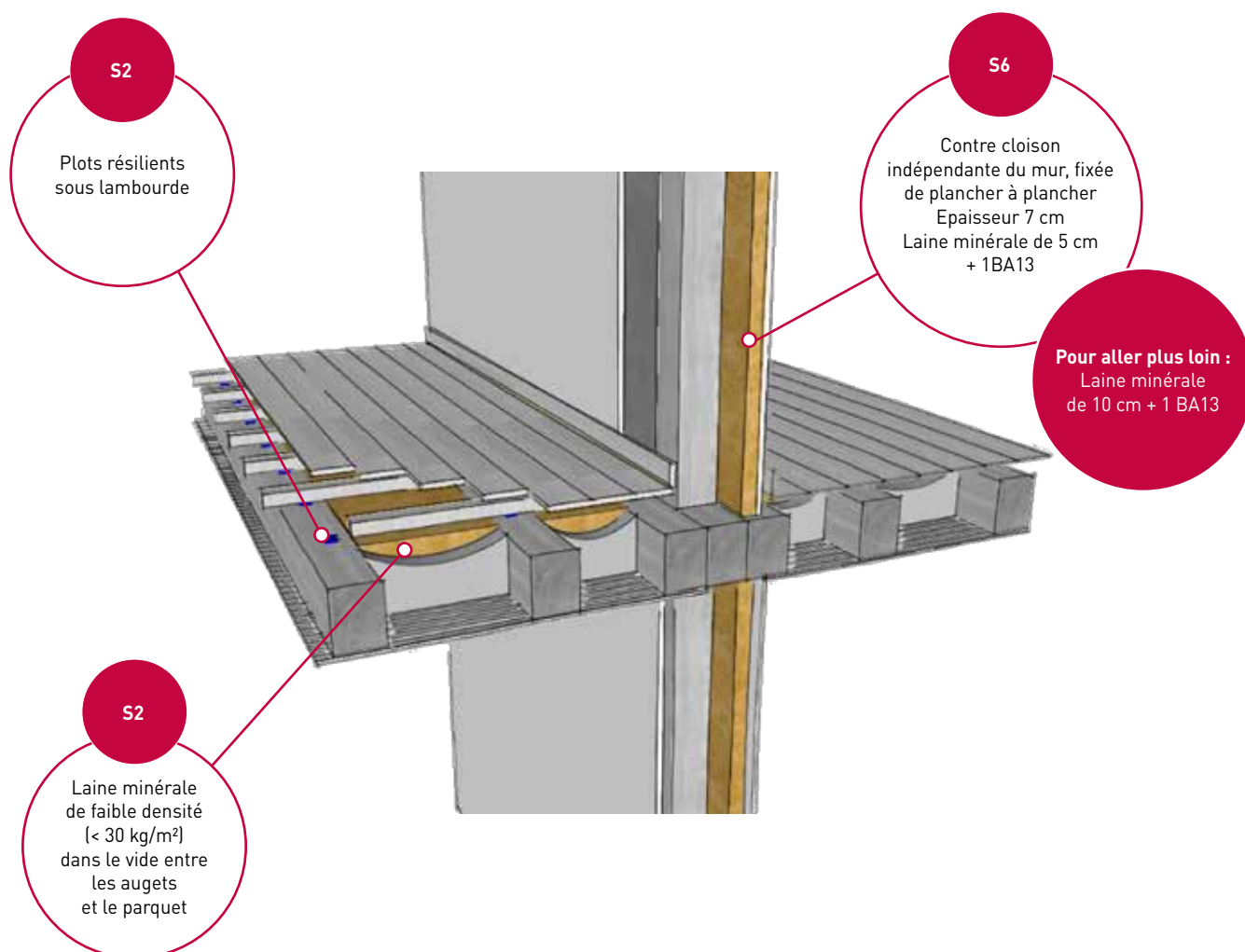
SCÉNARIO 1 Faux plafond



Les cloisons légères (S7) peuvent être montées sur un socle en béton ($>2000 \text{ kg/m}^3$) coulé sur un fond de coffrage maintenu par des tasseaux.

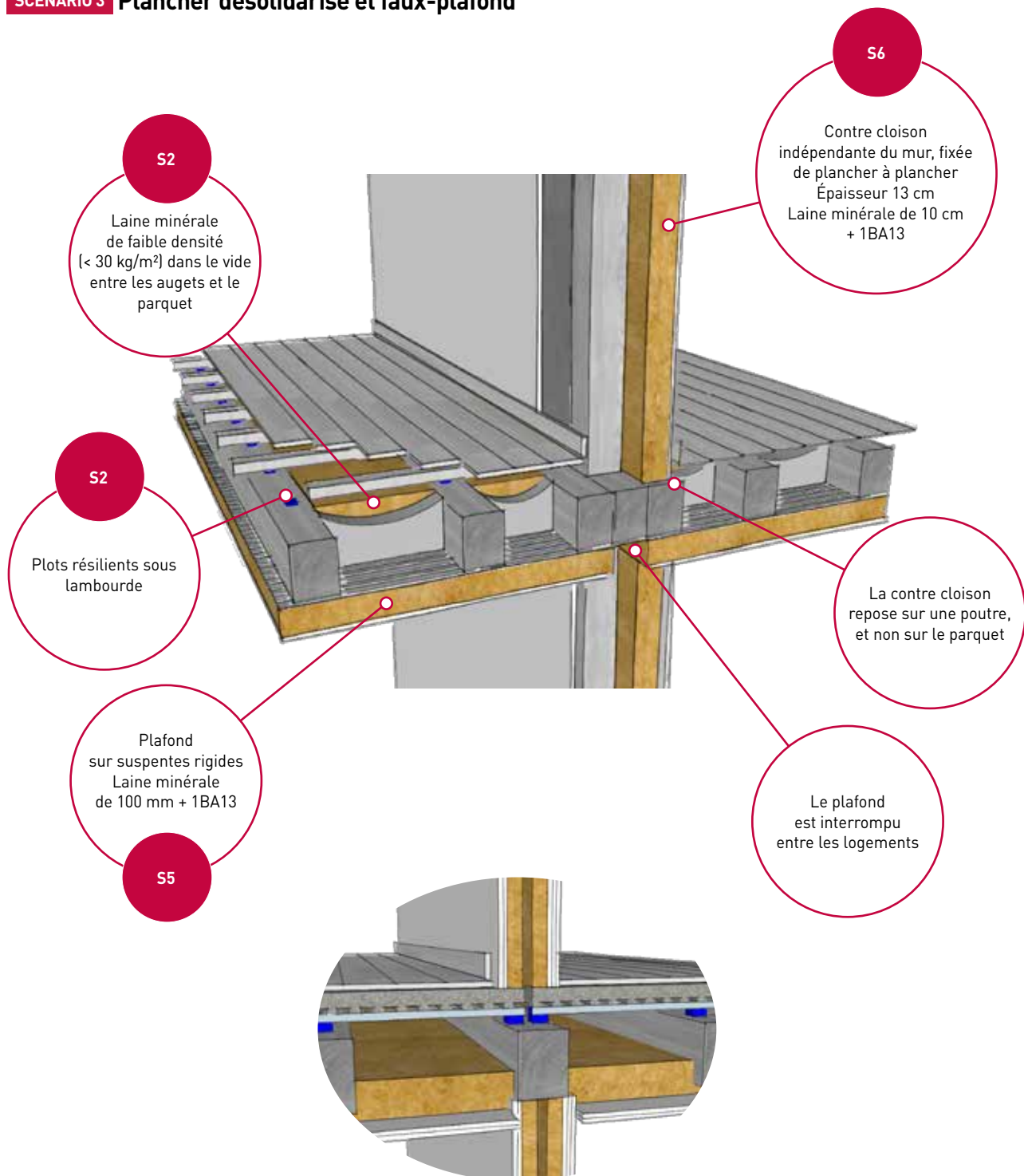
N'améliore pas les transmissions de bruits de chocs en horizontal.
Solution valable si performance existante $D_{nT,A} \geq 48 \text{ dB}$ et $L'_{nT,w} \leq 65 \text{ dB}$.

SCÉNARIO 2 Plancher désolidarisé



Solution valable si performance existante $D_{nT,A} \geq 50 \text{ dB}$ et quel que soit le $L'_{nT,w}$.
La mise en œuvre de cloisons légères n'est pas possible du fait des transmissions de bruit par les plafonds (cf scénario 3).

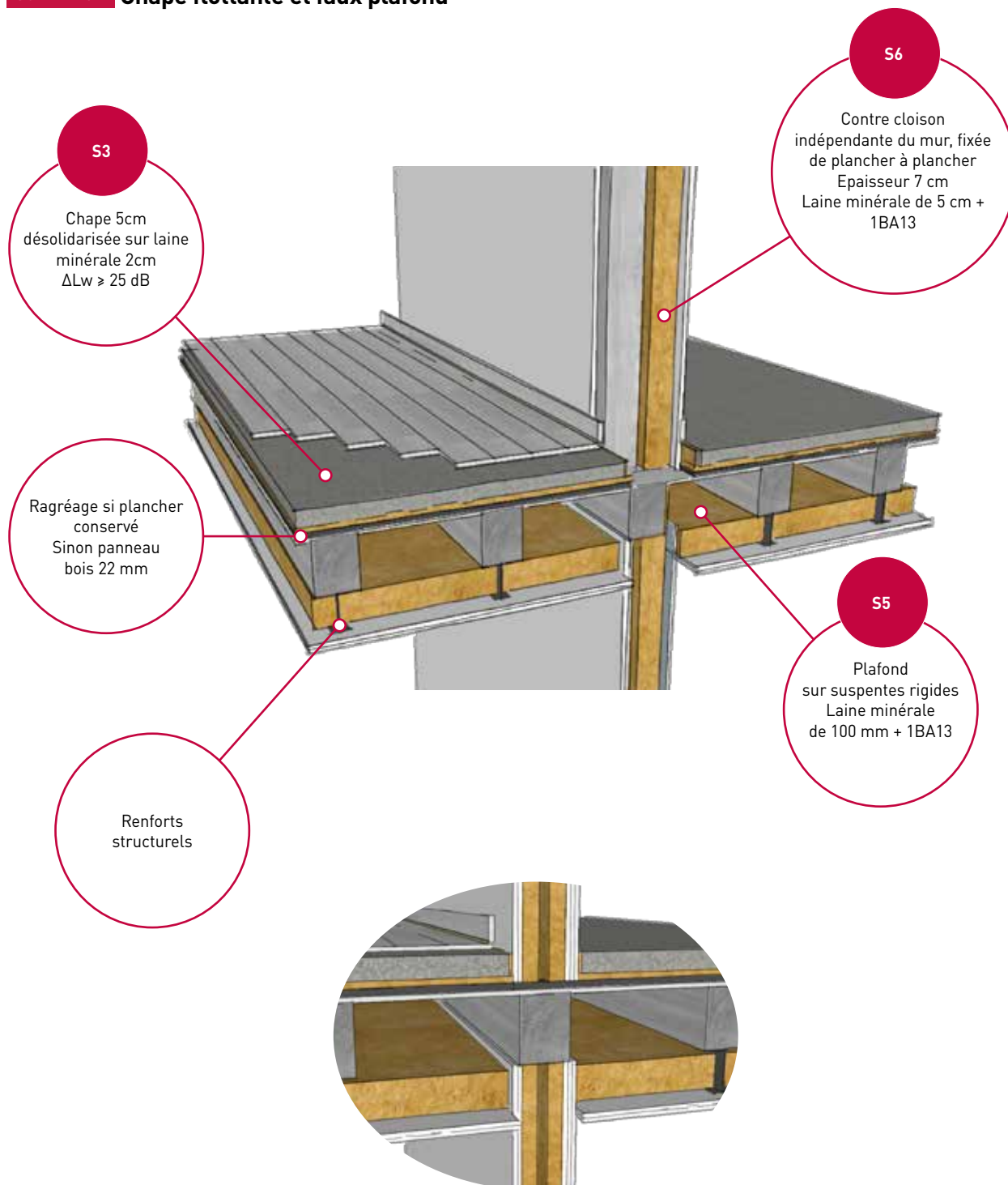
SCÉNARIO 3 Plancher désolidarisé et faux-plafond



Les cloisons légères (S7) peuvent être montées sur un socle en béton ($\geq 2000 \text{ kg/m}^3$) coulé sur un fond de coffrage maintenu par des tasseaux.

Cette solution est recommandée lorsque l'on ne connaît pas la performance du plancher ou du mur existant.

SCÉNARIO 4 Chape flottante et faux plafond



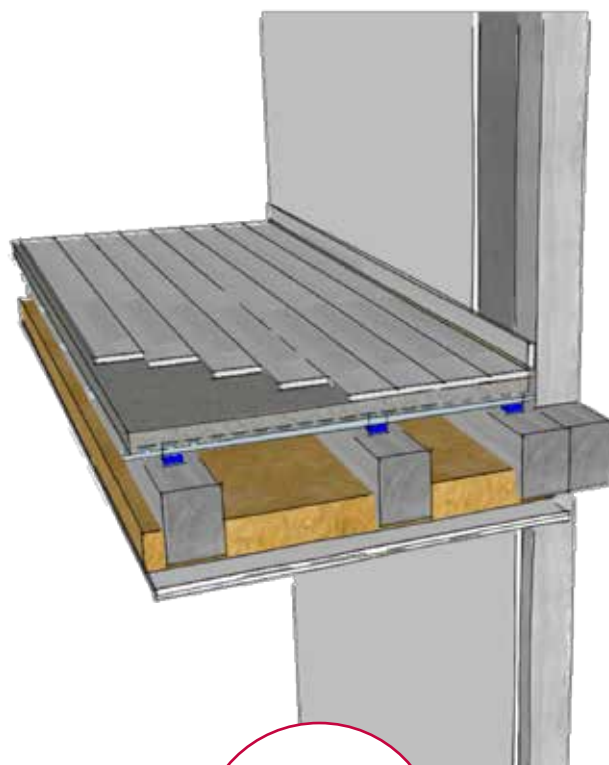
Cette solution est recommandée lorsque l'on ne connaît pas la performance du plancher ou du mur existant.

SCÉNARIO 5 Chape flottante sur bac métallique désolidarisée par plots et faux plafond

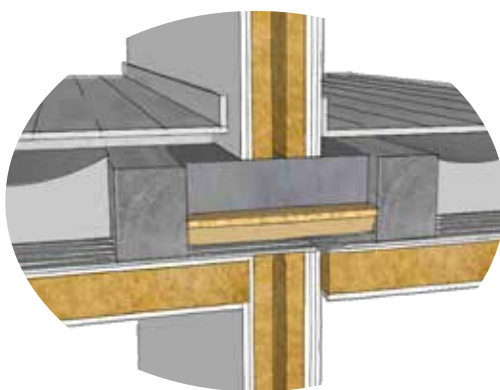
S4



En conservant
les augets



En supprimant
les augets et le plafond
lattis+plâtre



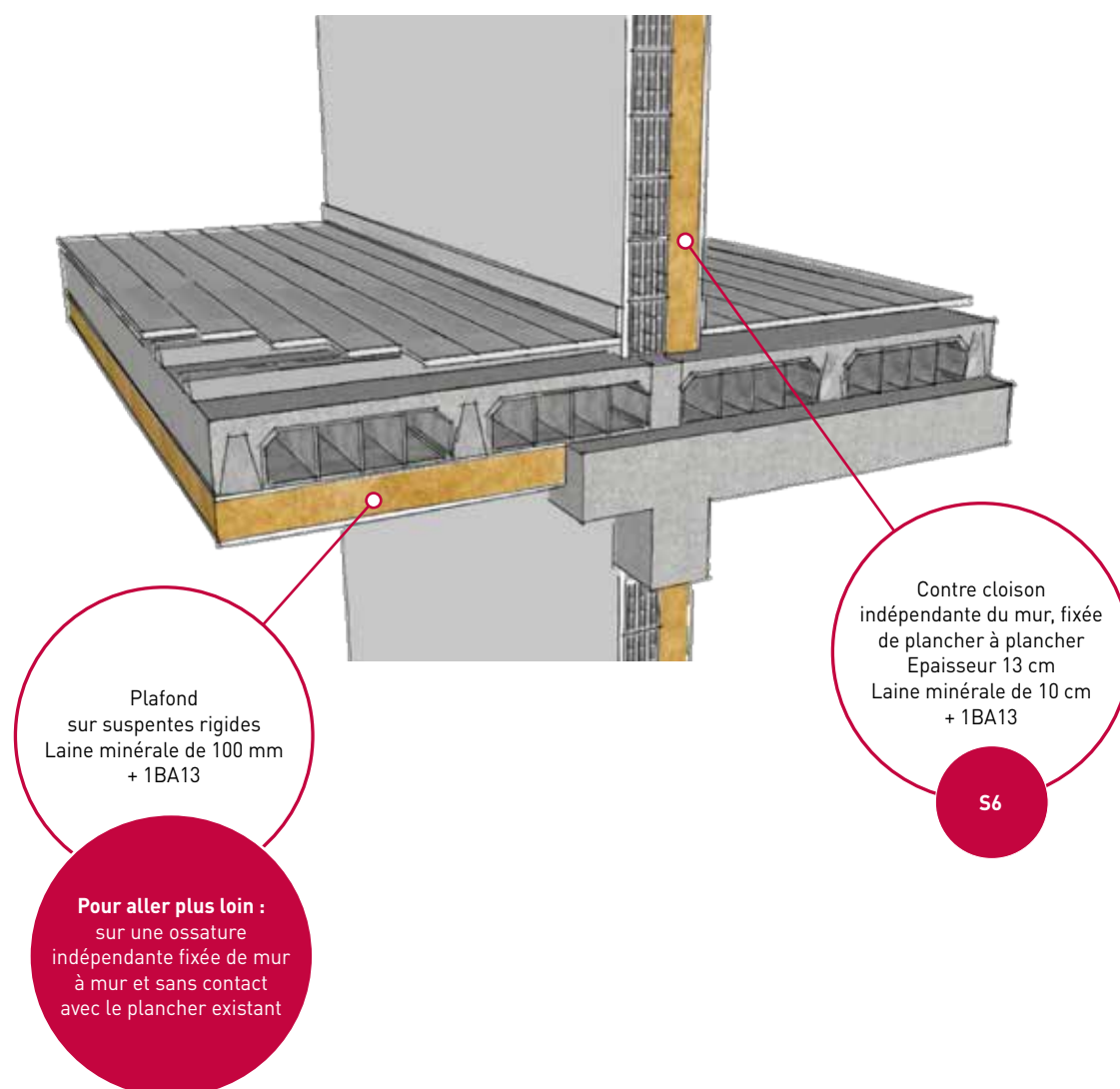
Les cloisons légères (S7) peuvent être montées de part
et d'autre de la chape qui est interrompue.

Solution recommandée si performance existante inconnue.
Permet les cloisons légères (redistribution des logements).

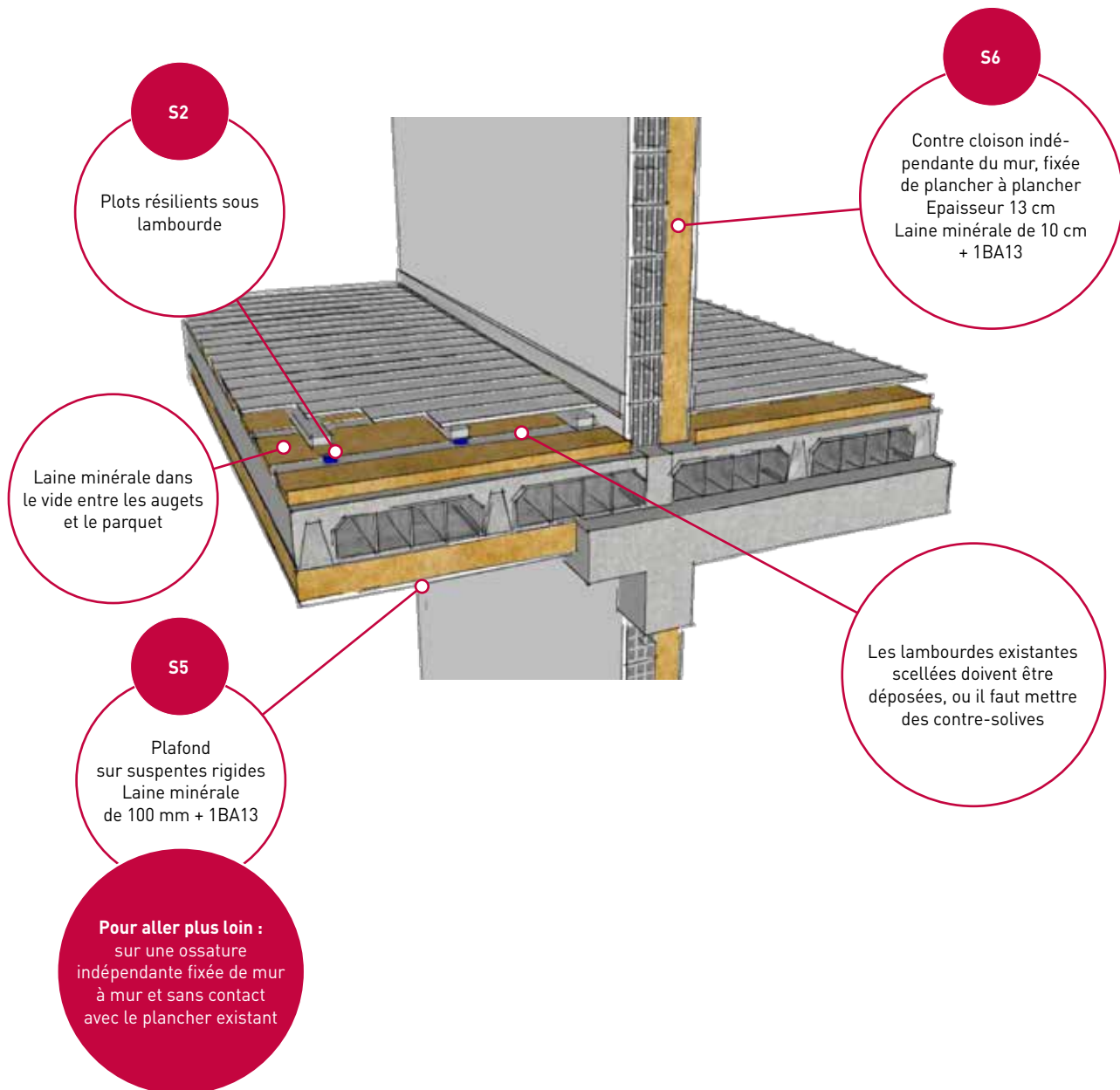
► Planchers hourdis

Ce type de planchers se retrouve plus souvent dans les constructions HBM et d'après-guerre (1920 – 1960).

SCÉNARIO 1 Faux plafond

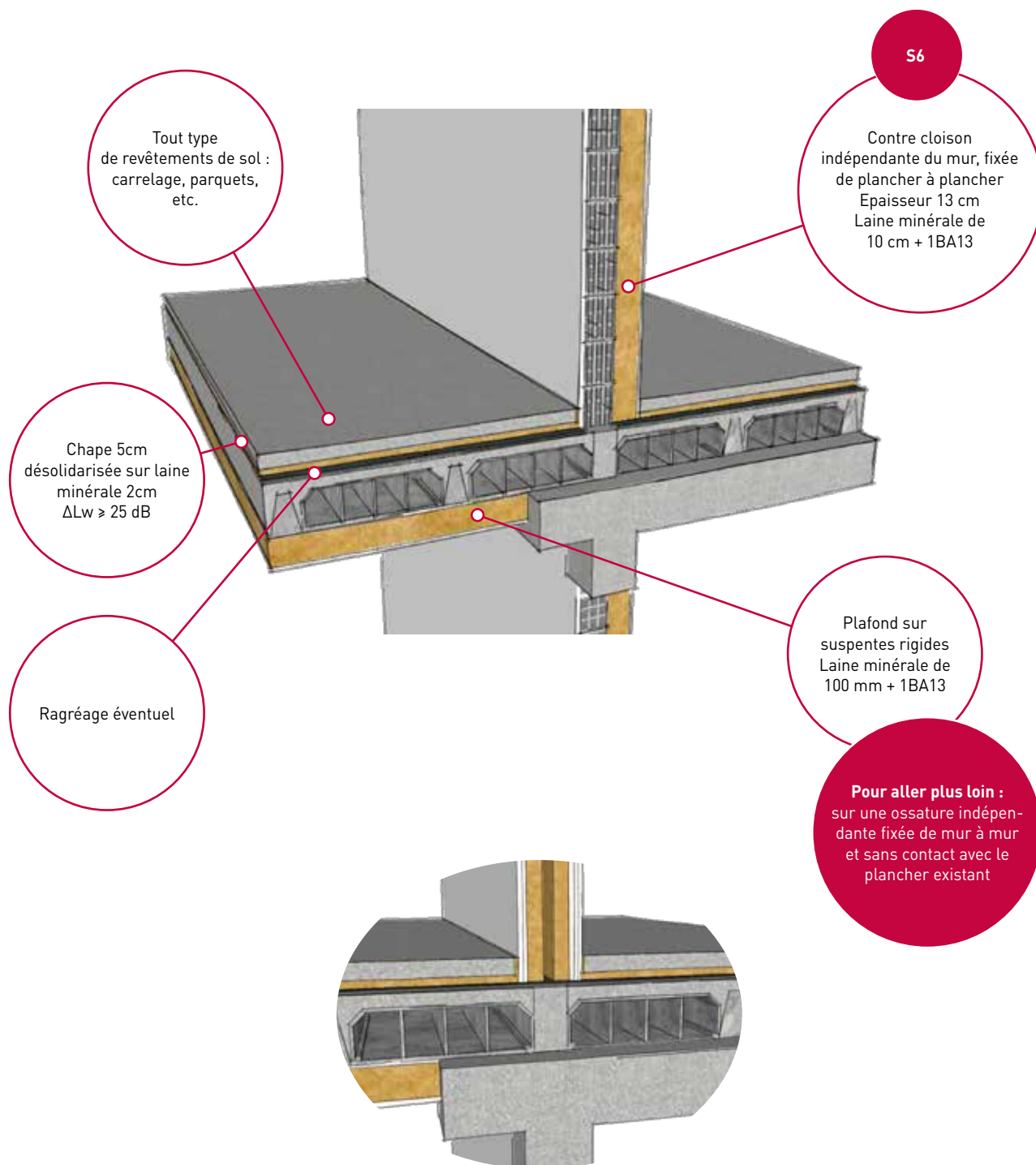


Cette solution n'améliore pas les transmissions de bruits de chocs en horizontal, mais ce n'est généralement pas la transmission la plus gênante. La mise en oeuvre de cloisons légères n'est pas possible du fait des transmissions de bruit par les planchers (cf scénario 3).

SCÉNARIO 2 Plancher désolidarisé et faux plafond


Cette solution diminue les transmissions de bruits de chocs et de bruits aériens en horizontal

SCÉNARIO 3 Chape flottante et faux plafond



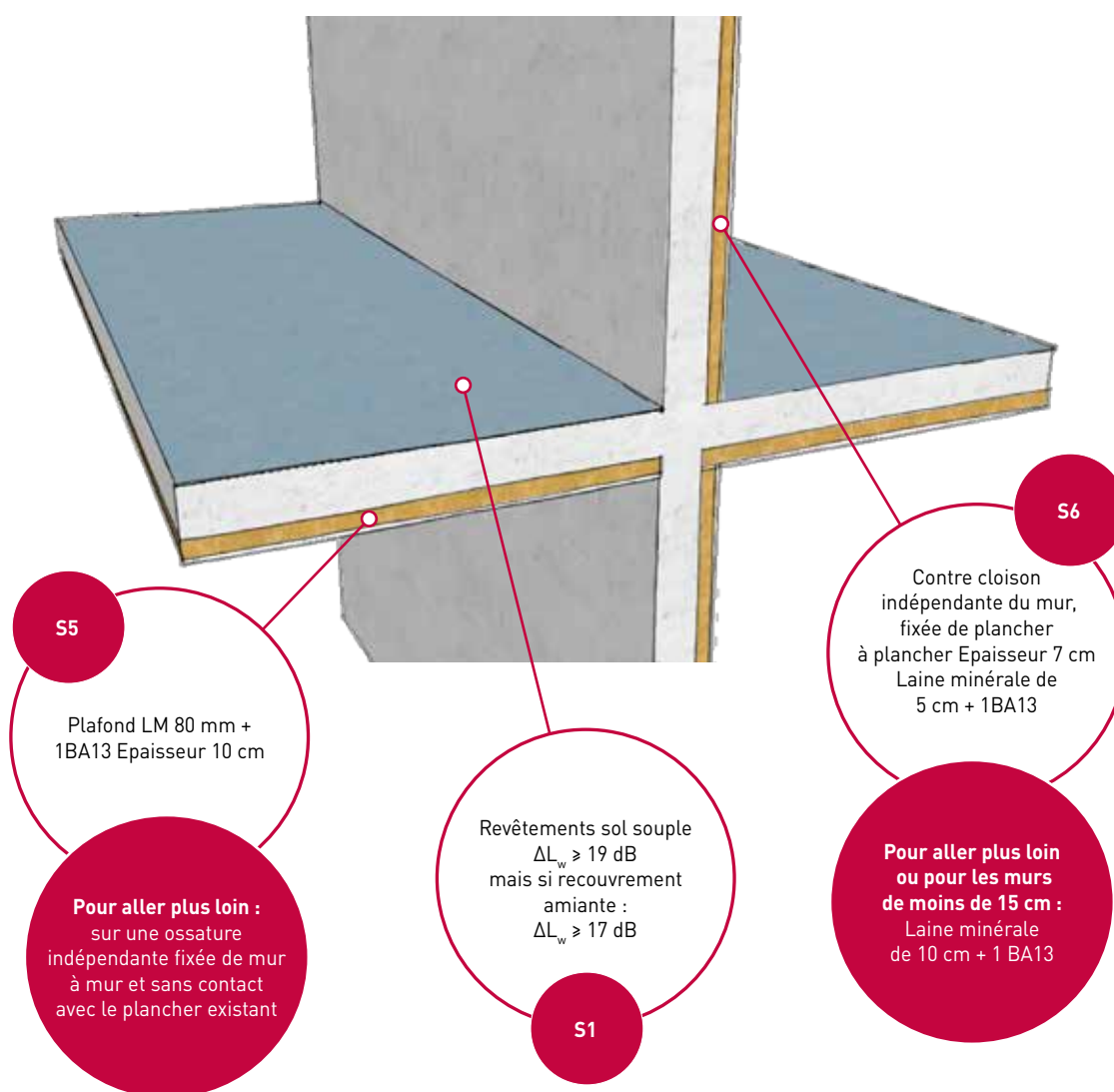
Les cloisons légères (S7) peuvent être montées directement sur le ragréage ou les hourdis. Elles pénètrent dans le plafond suspendu.

Solution recommandée si performance existante inconnue.
Permet les cloisons légères (redistribution des logements).

► Planchers béton

Les planchers en béton se rencontrent dans les constructions d'après-guerre, après 1940.

SCÉNARIO 1 Faux plafond

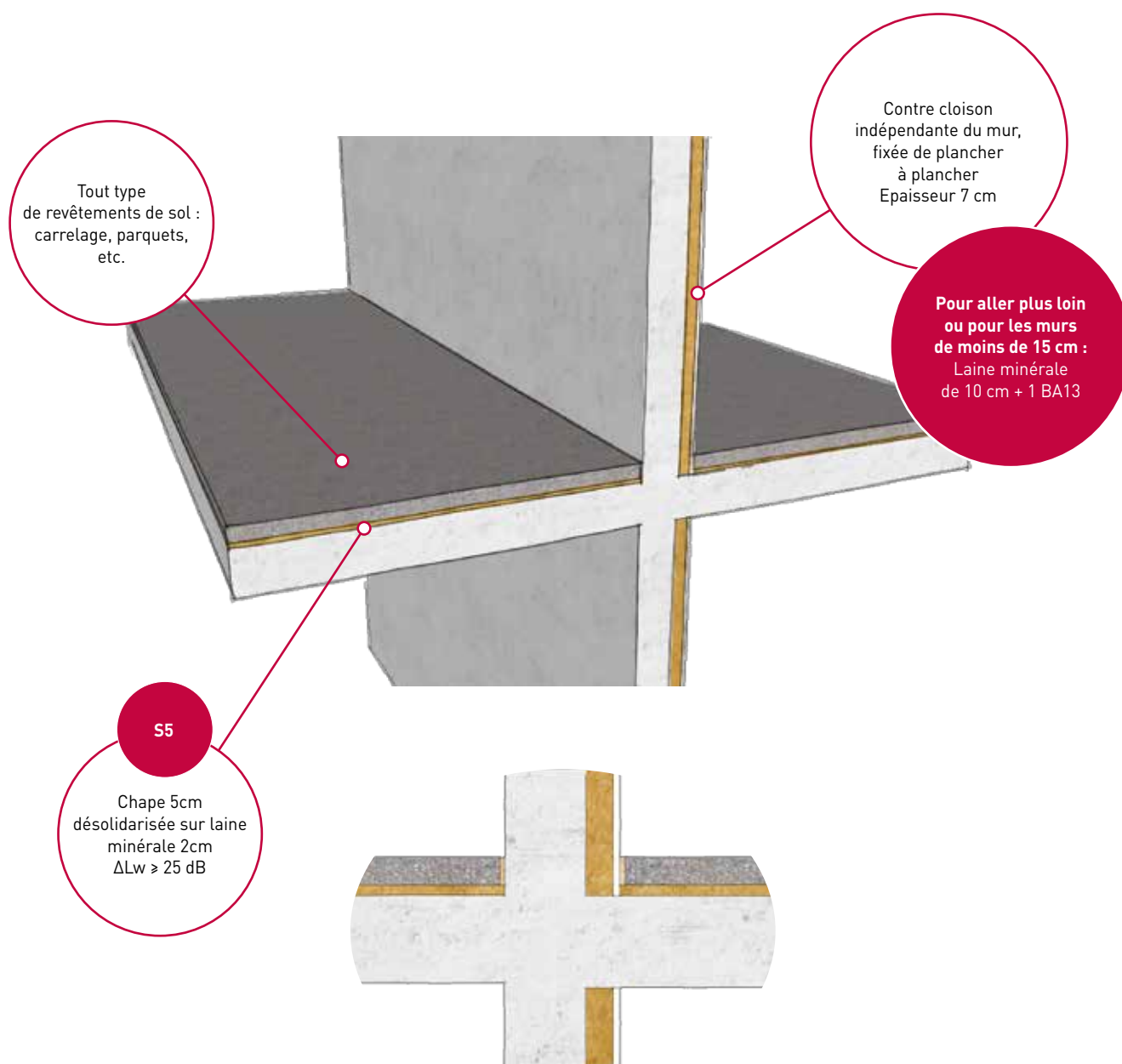


Solution valable si dalles et refends en béton de 15 cm minimum.

La mise en œuvre de cloisons légères n'est pas possible du fait des transmissions de bruit par les planchers (cf scénario 3).

Les cloisons de distributions en maçonnerie légère (brique plâtrière, mâchefer, carreau de plâtre) doivent être remplacées ou désolidarisées (trait de scie dans le plénum du faux plafond).

SCÉNARIO 2 Chape flottante

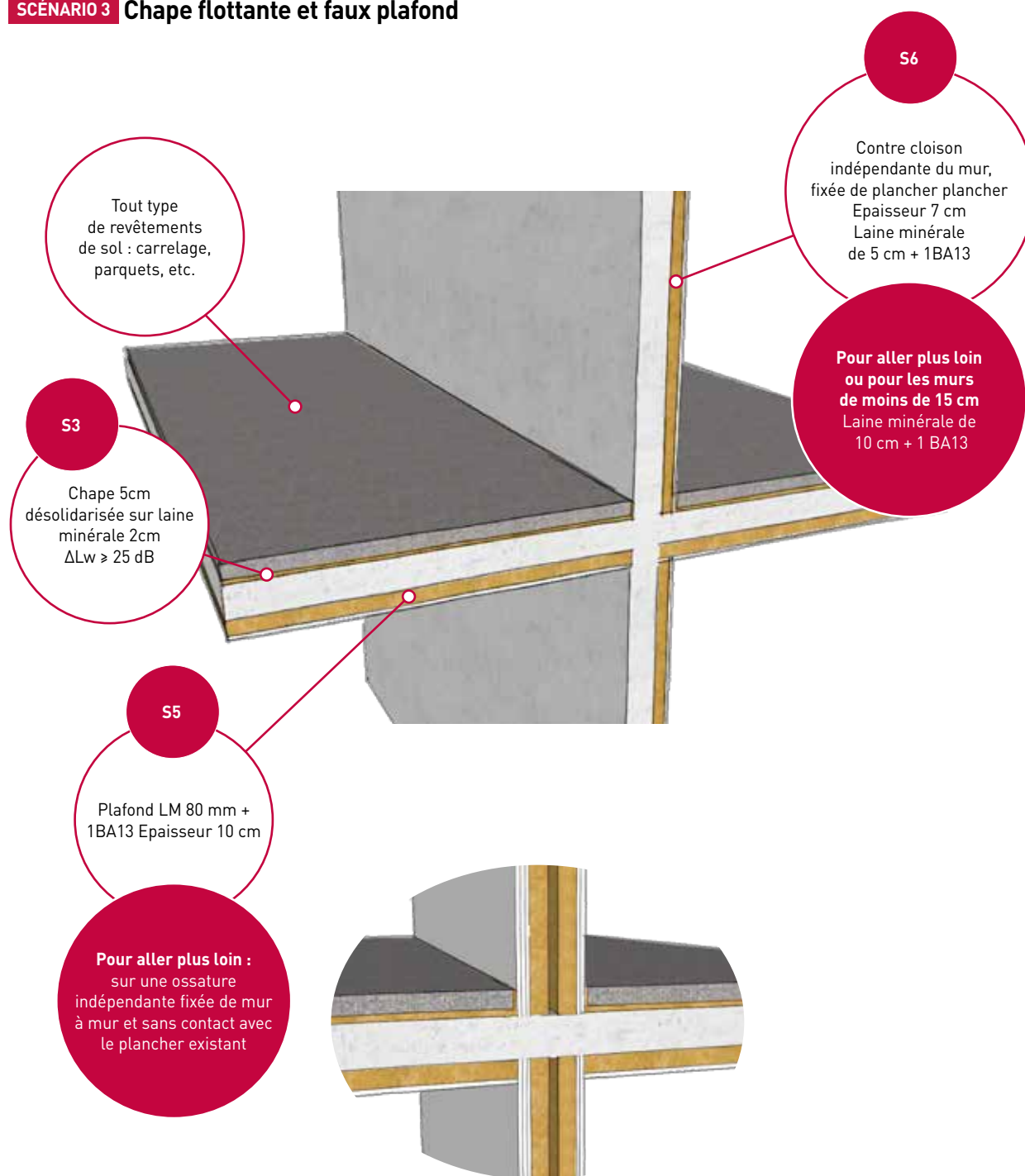


Les chapes flottantes doivent être bien désolidarisées des parois verticales.

Solution valable si dalles et refends en béton de 15 cm minimum.

La mise en œuvre de cloisons légères n'est pas possible du fait des transmissions de bruit par les planchers (cf scénario 3).

Les cloisons de distributions en maçonnerie légère (brique plâtrière, mâchefer, carreau de plâtre) doivent être remplacées ou désolidarisées (trait de scie dans le plénum du faux plafond).

SCÉNARIO 3 Chape flottante et faux plafond

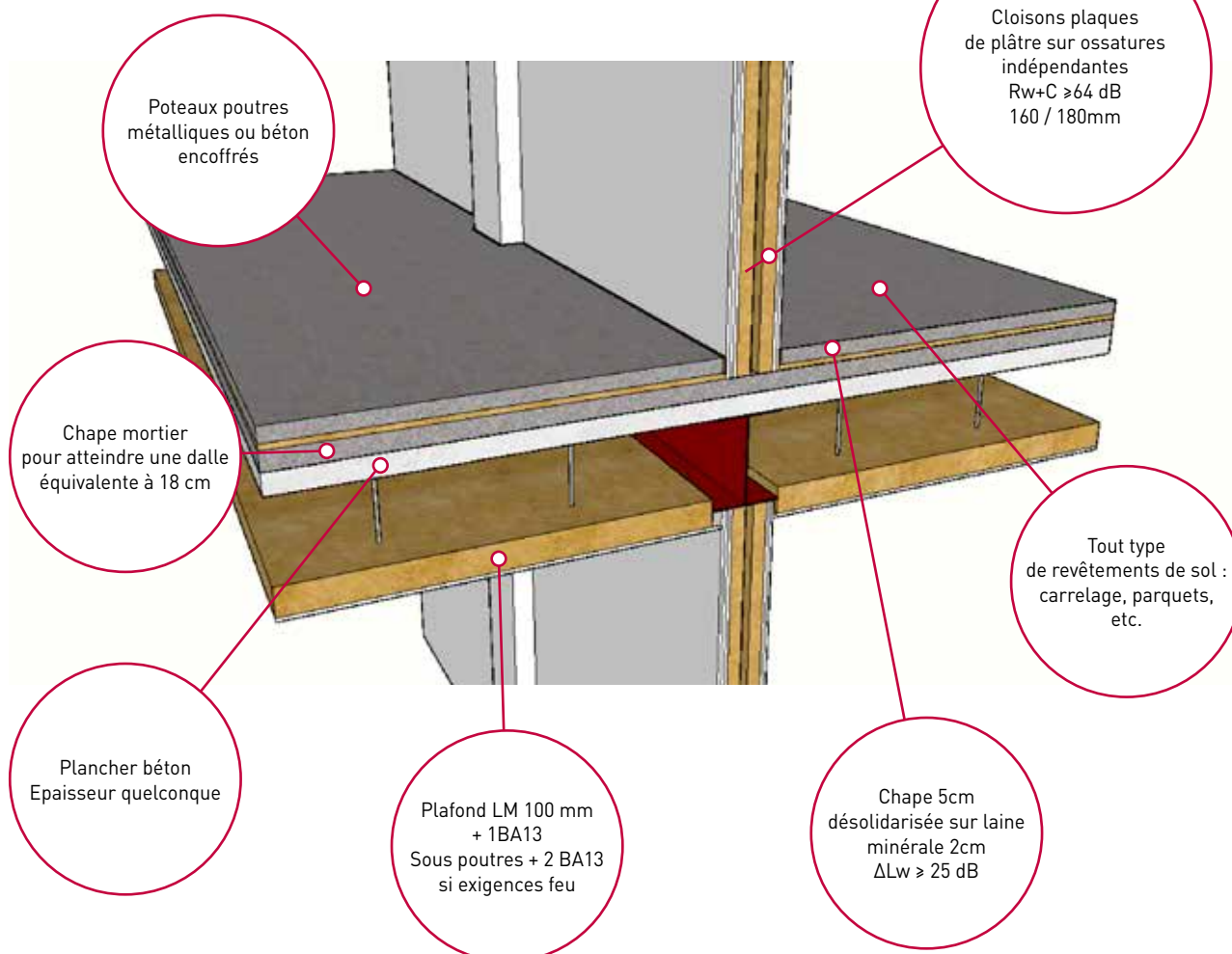
Les cloisons légères (S7) peuvent être montées directement sur la dalle.
 Elles pénètrent dans le plafond suspendu.

Solution valable si dalles et refends béton de 12 cm minimum.

Les cloisons de distributions en maçonnerie légère (brique plâtrière, mâchefer, carreau de plâtre) doivent être remplacées ou désolidarisées (trait de scie dans le plénum du faux plafond).

SCÉNARIO 4 Recharge, chape flottante et cloisons légères

S7



Solution valable quelle que soit l'épaisseur de la dalle, typiquement pour les bâtiments industriels reconvertis en logements.

RÉDUIRE LE BRUIT DES CIRCULATIONS COMMUNES

Le bruit des circulations communes est la deuxième nuisance la plus souvent citée par les occupants, après les bruits de chocs. Dans l'étude menée auprès d'occupants de logements anciens, on remarque une forte insatisfaction des occupants bien que les performances d'isolation acoustique d'un bâtiment neuf soient atteintes. En revanche, dans les bâtiments anciens, **les parties communes sont très souvent réverbérantes.** Ce point mérite donc une attention particulière.

Les objectifs à retenir sont a minima les exigences du neuf, voire celles de la **certification NF Habitat** pour la construction, qui va plus loin en particulier en ce qui concerne la limitation de la réverbération.

Les moyens pour y arriver sont relativement simples à mettre en œuvre, car ils concernent généralement **le remplacement des portes palières et l'ajout de matériaux absorbants dans les parties communes.** Les murs séparatifs entre circulations communes et logements ne doivent pas être percés, ou sinon rebouchés à pleine épaisseur par du mortier ou du plâtre.

► Remplacer les portes palières

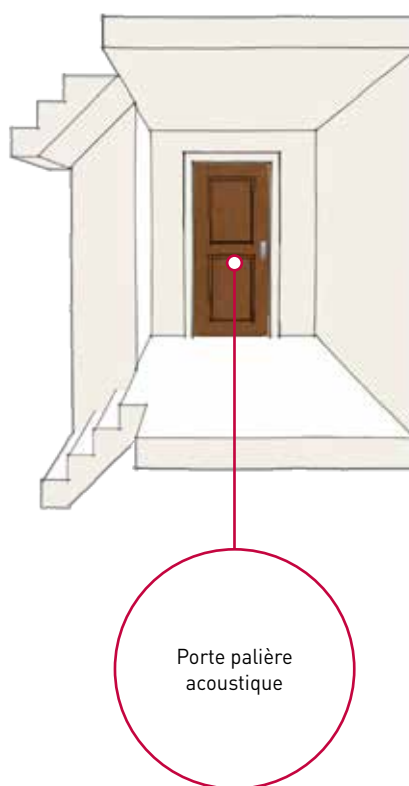
Les portes peuvent être remplacées par des blocs portes présentant un indice d'affaiblissement R_w+C d'au moins 37 dB. Ces dernières présentent des joints sur quatre côtés et doivent être munies de seuil à la suisse (pas de joint balais dont la pérennité est mauvaise).

Les portes blindées répondant au critère de sécurité d'au moins BP1 répondent généralement à cette exigence acoustique.

Pour aller plus loin, car les enquêtes montrent que le simple respect des exigences du neuf n'est pas toujours satisfaisant, on choisira des **portes plus performantes : R_w+C d'au moins 41 dB et jusqu'à 45 dB.**

- Coût porte 37 dB : 1600 € HT (dépose porte existante + nouvelle porte bois)
- Coût porte 41 dB : 1750 € HT (dépose porte existante + nouvelle porte bois)

Le sas apporte a priori une meilleure isolation, mais il est peu utilisé en pratique par les occupants.



► Réduire la réverbération dans les parties communes

Les circulations communes telles que les halls et les escaliers ne possèdent généralement pas de matériaux absorbants acoustiques, et sont donc réverbérantes. **Les bruits des personnes, des conversations, des claquements de portes, des ascenseurs se propagent donc très facilement dans toute la cage d'escalier.** Ces nuisances sonores sont notamment proportionnelles au nombre de logements dans la même cage d'escalier : plus il y a de logements dans une même cage, plus le nombre de personnes qui circulent est important et plus le nombre de personnes gênées est grand. **Si l'installation de matériaux absorbants est une solution intéressante, le cloisonnement de ces espaces permet également de limiter les volumes et le nombre de logements qui donnent sur ces locaux partagés.**

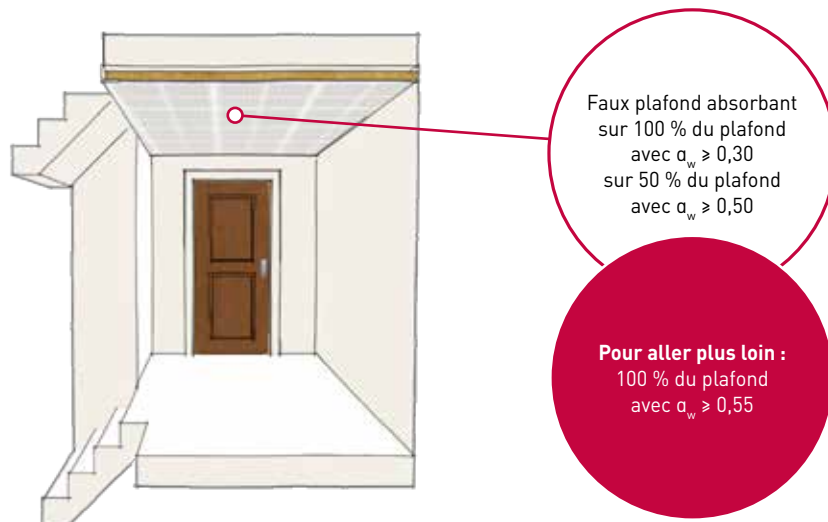
Les matériaux absorbants sont caractérisés par leur **coefficient α_w** , qui varie entre 0,2 pour les moins performants et 1 pour les produits les plus absorbants.

Faux plafond absorbant **SOLUTION S1**

Cette solution consiste à mettre en œuvre un plafond suspendu acoustique au niveau des paliers. Ce plafond peut être constitué de **plâtre ou de métal perforé, avec ou sans laine minérale** dans le plénum. Ce peut être également un plafond en **dalles de fibres minérales**, qui possèdent des performances plus élevées, jusqu'à des valeurs α_w de 1.

Cette solution est plus durable qu'une moquette (solution S2).

La mise en œuvre la plus aisée consiste à rapporter un plafond sur la totalité du plafond, mais il est également possible d'avoir des plafonds suspendus partiels pour intégrer des luminaires.



AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	COÛT*
• Solution durable • Performance acoustique qui peut être élevée	• Mise en œuvre un peu plus complexe qu'un tapis ou qu'une moquette	• Faux plafond en plâtre perforé, intégrant une laine minérale et un voile de verre Avec $\alpha_w = 0,30$: 70 € HT /m²

* Hors dépose plafond existant, fixation sur structure existante, hors finition en peinture, adaptations en périphérie ou pose de luminaires existants.

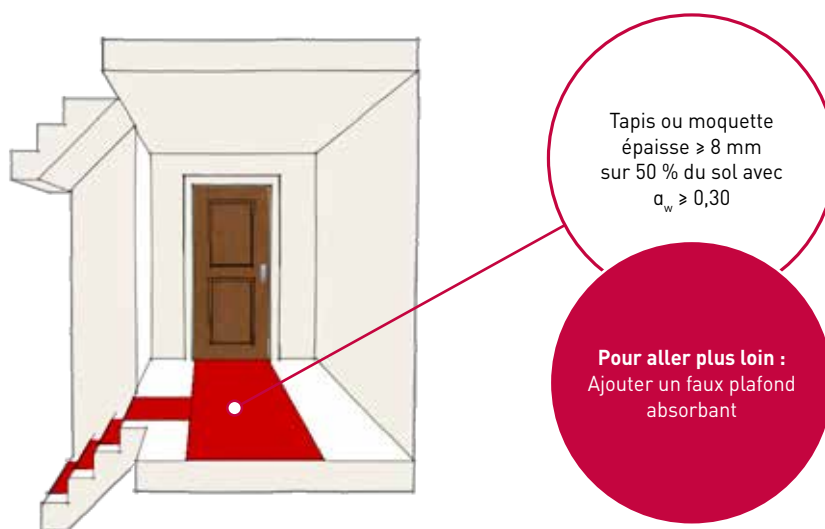
* Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22.

Tapis ou moquette épaisse **SOLUTION S2**

Une moquette suffisamment épaisse possède des propriétés absorbantes, avec des coefficients α_w de l'ordre de 0,20 à 0,30.

Les moquettes sont moins performantes que les plafonds en absorption acoustique, mais elles permettent de **réduire également les bruits de pas**, que ce soit dans les circulations (sonorité à la marche) ou dans les logements (par transmission de vibrations dans les planchers).

En revanche, **ces produits nécessitent un entretien** régulier et possèdent une durée de vie inférieure à celle des plafonds.



AVANTAGES

- Réduit la réverbération mais aussi les bruits de pas

INCONVÉNIENTS

- Entretien régulier et durabilité limitée

COÛT*

- Moquette épaisse (≥ 8 mm) avec $\alpha_w = 0,30$: 50 € HT /m²

* Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22.

RÉDUIRE LE BRUIT EXTÉRIEUR

L'isolement au bruit extérieur dépend essentiellement de trois éléments : les fenêtres, les entrées d'air et les coffres de volets roulants. Leur performance acoustique, leur quantité dans la pièce et le volume du local joue également, les petites pièces étant plus difficiles à isoler du bruit extérieur que les grandes.

OBJECTIFS

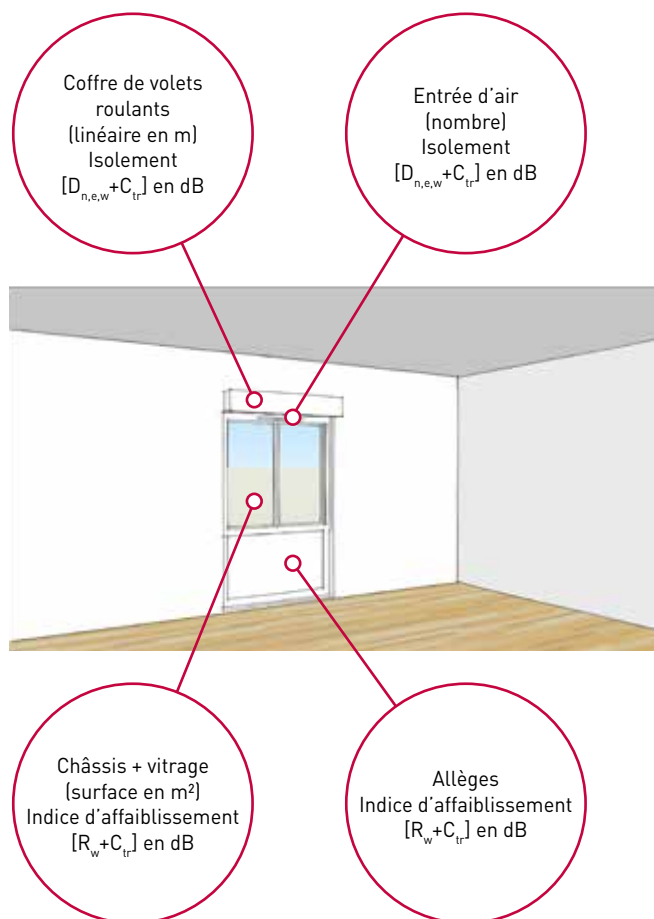
D'un point de vue réglementaire, l'arrêté du 13 avril 2017 fixe des exigences d'isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur, lorsque le bâtiment se situe dans des zones de bruit important (Plan de Gêne Sonore des aéroports et Carte de dépassements de seuils de bruit type C pour le trafic terrestre).

Dans la certification NF Habitat, les exigences sont calculées sur la base de la méthode de l'arrêté du 30 mai 1996, puis réduites de 5 décibels lorsqu'il s'agit de bruits routiers, afin de limiter l'effet de la résurgence des bruits intérieurs.

Les isolements minimaux pour un bâtiment neuf sont de 30 dB, ce qui est faible au regard des isolements entre logements (53 dB), mais ils découlent des faiblesses induites par l'entrée d'air, la fenêtre et le coffre. A proximité de voies très bruyantes, cet isolement peut atteindre 45 dB, ce qui requiert des dispositions techniques très spécifiques, qui sont parfois difficiles à mettre en œuvre en rénovation (doubles fenêtres et ventilation double flux notamment).

MOYENS

Pour savoir si le bâtiment respecte ces exigences, un calcul peut être réalisé en fonction de la performance des éléments de façade, leurs quantités et le volume des pièces. Ce calcul est détaillé dans le **Référentiel Qualitel Acoustique**.



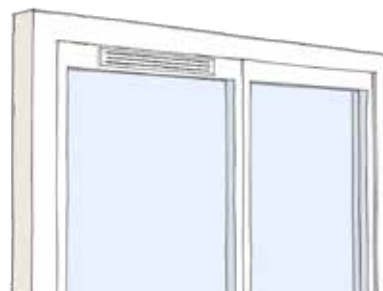
► Entrées d'air

Il existe différents types d'entrées d'air, avec différentes performances acoustiques et position d'installation :

ENTRÉE D'AIR SIMPLE

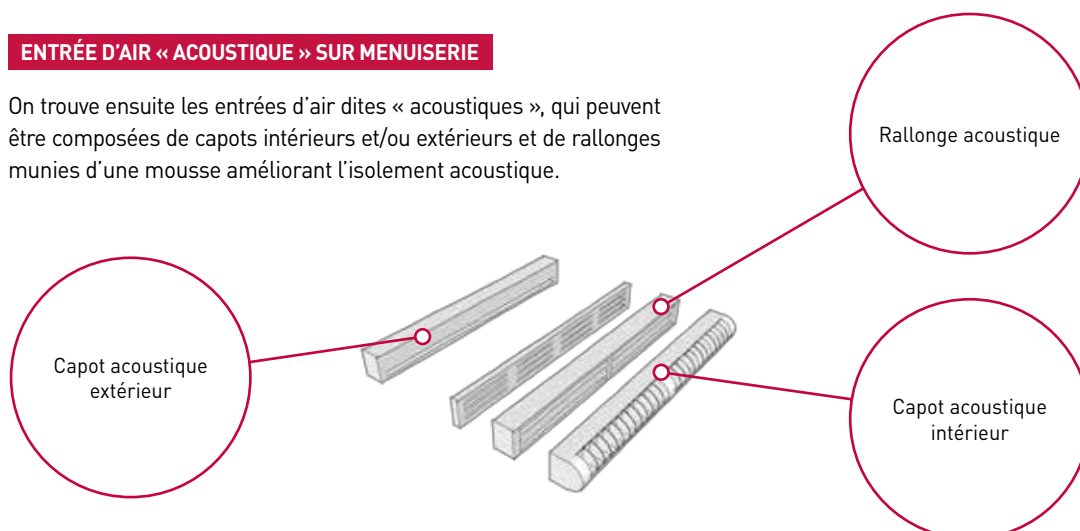
L'entrée d'air la plus simple est un trou avec une grille. Lorsqu'elle est placée sur la menuiserie, elle possède une performance d'isolement $D_{n,e,w} + C_{tr} = 33 \text{ dB}$

Ces entrées d'air ne permettent pas d'atteindre un isolement $D_{nT,A,tr}$ de 30 dB.

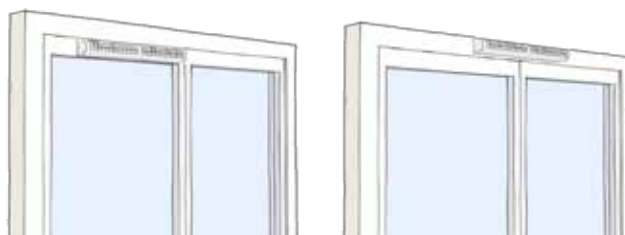


ENTRÉE D'AIR « ACOUSTIQUE » SUR MENUISERIE

On trouve ensuite les entrées d'air dites « acoustiques », qui peuvent être composées de capots intérieurs et/ou extérieurs et de rallonges munies d'une mousse améliorant l'isolement acoustique.



Elles peuvent être installées sur l'ouvrant ou le dormant de la menuiserie, et leur performance acoustique va de $D_{n,e,w} + C_{tr} = 36$ à 41 dB . Les valeurs les plus élevées sont obtenues avec un auvent extérieur. Ces entrées d'air permettent généralement d'atteindre un isolement $D_{nT,A,tr}$ de 30 à 35 dB.

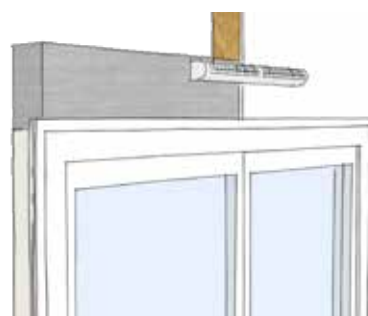


ENTRÉE D'AIR « ACOUSTIQUE » EN HAUT DE FENÊTRE

Des entrées d'air peuvent également être installées sur le coffre de volets roulants intérieurs. Leur performance acoustique peut aller jusqu'à $D_{n,e,w} + C_{tr} = 44 \text{ dB}$ avec le coffre.

Ces systèmes (entrées d'air + coffres) permettent généralement des isolements $D_{nT,A,tr}$ jusqu'à 38 dB.

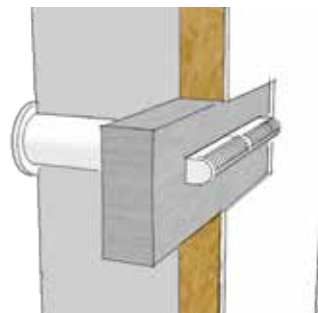
Attention toutefois de s'assurer qu'il y a toujours un transfert d'air lorsque le volet est remonté.



ENTRÉE D'AIR « ACOUSTIQUE » EN TRAVERSÉE DE MUR

Enfin, il existe des entrées d'air plus performantes qui s'installent en traversée de mur de façade. Elles sont constituées de conduits qui nécessitent un percement de la façade, ainsi que des modules intérieurs pouvant être intégrés dans le doublage intérieur ou extérieur. Leur performance acoustique $D_{n,e,w} + C_{tr}$ varie de 46 à 49 dB.

Ces entrées d'air permettent généralement des isolements $D_{nT,A,tr}$ supérieurs à 40 dB.

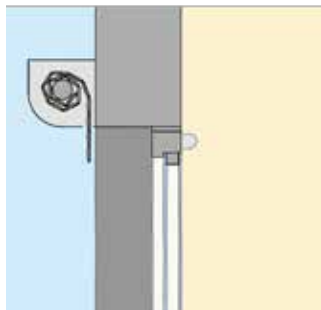


► Coffres de volets

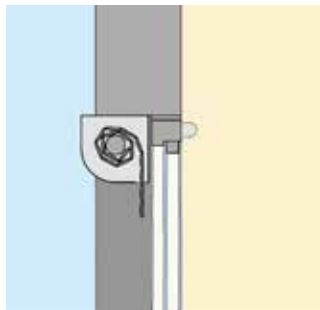
En fonction de leur position d'installation, les coffres peuvent avoir plus ou moins d'influence sur l'isolement acoustique. Les performances sont établies avec les volets enroulés, **et exprimées avec l'indice $D_{n,e,w} + C_{tr}$** . Dans le cas des blocs-baies, c'est-à-dire lorsque le coffre est livré avec la fenêtre, la performance acoustique est donnée uniquement en indice d'affaiblissement global $R_w + C_{tr}$.

EXTÉRIEUR

Devant linteau



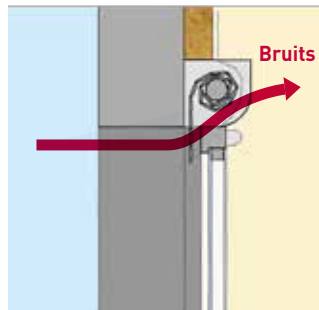
Sous linteau



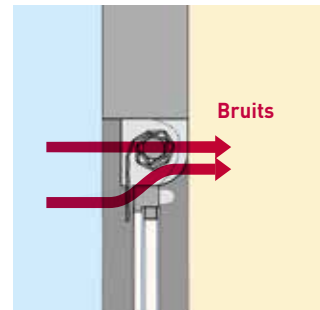
Placés à l'extérieur, ils n'ont pas d'influence sur l'isolement acoustique.

INTÉRIEUR

Derrière linteau



Sous linteau



Placés à l'intérieur, ils ont une influence sur l'isolement acoustique.

Derrière un linteau béton,
les performances
des coffres sont :
 $D_{n,e,w} + C_{tr} \approx 37 \text{ à } 50 \text{ dB}$

Sous linteau,
les performances
des coffres sont :
 $D_{n,e,w} + C_{tr} \approx 34 \text{ à } 45 \text{ dB}$



Attention,
le coffre doit
avoir été testé
dans cette
configuration



Attention, dans ces trois configurations, à la distance entre le volet et la fenêtre, qui peut empêcher la mise en œuvre d'un auvent extérieur d'une entrée d'air.

► Menuiseries

Châssis

Les techniques de survitrage, châssis coulissants et changement de vitrage sont des solutions à éviter si on vise à améliorer la performance acoustique. On privilégiera les châssis à battants, les coulissants à translation ou l'installation de doubles fenêtres. Attention toutefois cette dernière technique nécessite une étude sur la ventilation (entrées d'air) et apporte un isolement acoustique élevé, qui fera ressurgir fortement les bruits intérieurs si aucune amélioration n'est recherchée dans le bâtiment (voir guide RAGE « Doubles Fenêtres – Rénovation »).



SURVITRAGE



COULISSANTS



CHANGEMENT VITRAGE



BATTANTS



COULISSANTS À TRANSLATION



DOUBLE FENÊTRE

Les points **faibles des châssis** sont :

Leur l'étanchéité à l'ouverture et la fermeture : les joints doivent être bien comprimés.

La jonction entre le châssis et la façade.

Vitrages

La performance acoustique du vitrage seul $R_{A,tr}$ dépend de sa composition, notamment de la **distance entre les vitrages et de leur dysmétrie**, comme le suggère le tableau suivant extrait de la certification CEKAL :

AR Classe	$R_w + C_{tr}$ ou $R_{A,tr}$	Compositions génériques
AR1	25 à 27 dB	Lame d'air ou d'argon 6 à 16 mm Somme épaisseurs composants verriers ≥ 8 mm
AR2	25 à 27 dB	Lame d'air ou d'argon 6 à 16 mm Somme épaisseurs composants verriers ≥ 10 mm Et différence épaisseurs composants verriers ≥ 2 mm
AR3	30 à 32 dB	Lame d'air ou d'argon 6 à 16 mm Somme épaisseurs composants verriers ≥ 14 mm Et différence épaisseurs composants verriers ≥ 4 mm
AR4	33 à 34 dB	Lame d'air ou d'argon 6 à 16 mm Somme épaisseurs composants verriers ≥ 18 mm Et différence épaisseurs composants verriers ≥ 2 mm
AR5	35 à 36 dB	Pas de compositions génériques certification des performances acoustiques après mesures en laboratoire
AR6	≥ 37 dB	

La performance acoustique du vitrage avec le châssis $R_{A,tr}$ est généralement supérieure d'un ou deux décibels par rapport à celle du vitrage seul.

Les doubles vitrages permettent en général d'atteindre des isolements acoustiques $D_{nTA,tr}$ de 30 dB à 40 dB. Au-delà de 40 dB, il faudra envisager des doubles fenêtres.

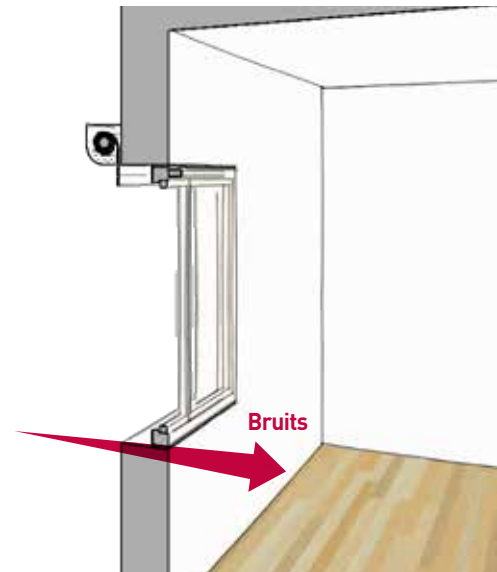
On notera que le triple vitrage n'est pas meilleur en acoustique qu'un double vitrage.

On privilégiera les menuiseries certifiées présentant la marque ACOTHERM, qui possèdent des valeurs de $R_{A,tr}$ selon des classes de performances :

Classes Acotherm en fonction du $R_{A,tr}$	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
Sans entrée d'air	≥ 28	≥ 33	≥ 36	≥ 40
Avec une entrée d'air	≥ 26	≥ 31	≥ 34	≥ 38

Une **reprise des tableaux de fenêtre** doit être réalisée aux bonnes dimensions avant la pose de la menuiserie et la jonction doit être réalisée au moyen de joint d'étanchéité expansif en mousse imprégnée.

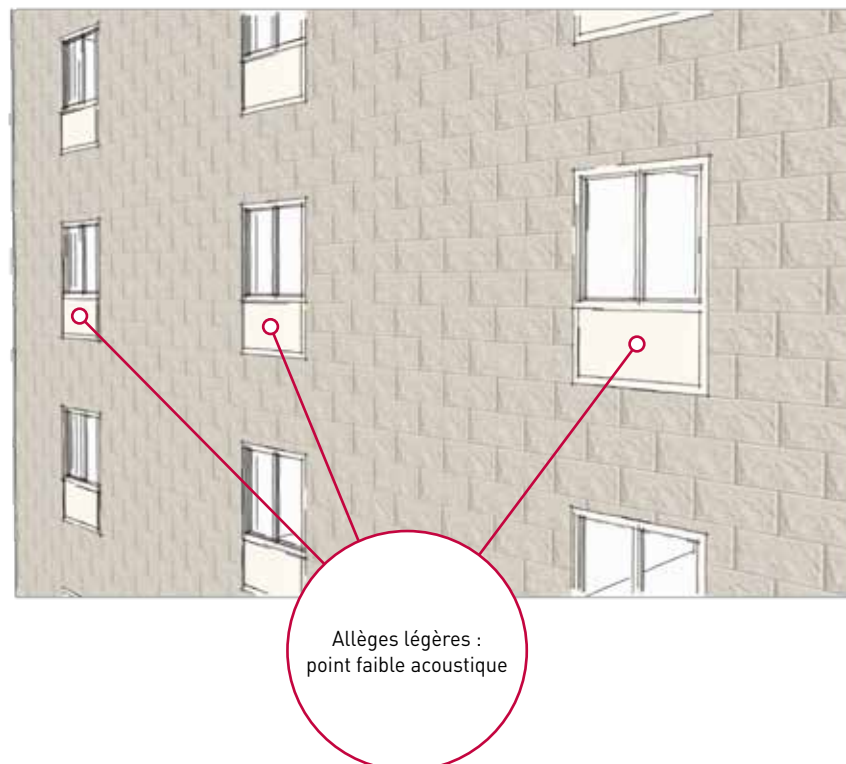
Lorsque la menuiserie est placée en tunnel, on ne pourra raisonnablement pas atteindre un isolement $D_{nTA,tr}$ supérieur ou égal à 35 dB. Pour aller au-delà, il faut envisager une installation en applique avec isolation thermique et acoustique intérieure ou des doubles châssis.



$D_{nTA,tr} = 35 \text{ dB maximum}$
si pose en tunnel

Allèges légères / oriels (bow-window)

Les éléments opaques de menuiseries, que l'on peut retrouver dans des oriels et dans des allèges légères de menuiserie sont des points faibles en acoustique, de par leur composition en aluminium, bois, polyuréthane, etc. Dans des zones bruyantes, ces éléments doivent être renforcés par l'ajout de laine minérale et de plaques de plâtre, ou être remplacés par des éléments de maçonneries (blocs de béton, briques, etc.).



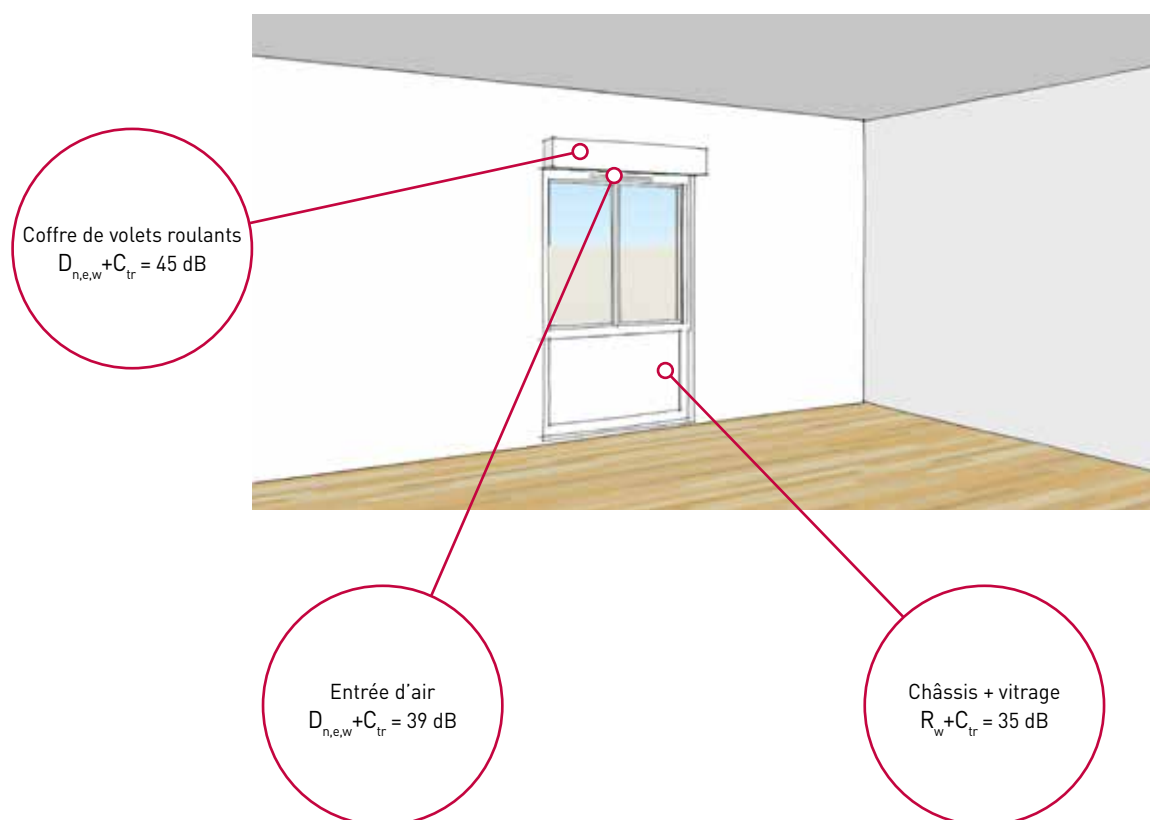
Exemple de scénario de renforcement acoustique d'une fenêtre

A titre d'exemple, dans le cas d'une exigence $D_{nTA,tr}$ de 35 dB minimum à atteindre pour une chambre de 12 m², d'une hauteur sous plafond de 2,5 m, pourvue d'une fenêtre de 1,4 m x 1,20 m, d'une entrée d'air installée en menuiserie et d'un coffre de volets roulants, les performances minimales de chaque élément sont les suivantes :

- Menuiserie : double vitrage avec feuilleté acoustique $R_w + C_{tr} \geq 35$ dB 8(12)44.1A [coût dépose fenêtre existante + pose en rénovation de la fenêtre neuve : 800 € HT/m²]
- Une entrée d'air avec $D_{n,e,w} + C_{tr} \geq 39$ dB (fourniture et pose d'une unité : 50 € HT)
- Coffre de volets roulants $D_{n,e,w} + C_{tr} \geq 45$ dB (hors dépose d'un volet existant, coffre PVC, manœuvre manuelle : 350 € HT/m² de baie)

Le coût total pour le remplacement de la fenêtre et de son volet roulant est de 2000 € HT environ*

* Coût moyen constaté selon étude UNTEC, voir encadré page 22.



RÉDUIRE LE BRUIT DES ÉQUIPEMENTS DU BÂTIMENT

D'une manière générale, les bâtiments anciens sont moins pourvus d'équipements que les neufs. Par exemple, la Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) n'est introduite qu'à partir des années 70. Les bruits d'équipements les plus souvent gênants sont ceux générés par **les chasses d'eau des WC des voisins et les ascenseurs**. Lors de rénovations de logements anciens, les chaudières individuelles sont parfois remplacées et une VMC peut être installée.

On recherchera a minima **les mêmes exigences qu'un bâtiment neuf** (arrêté du 30 juin 1999) dont les principales exigences sont rappelées ci-dessous, exprimées en niveaux de pression acoustique standardisés L_{nAT} :

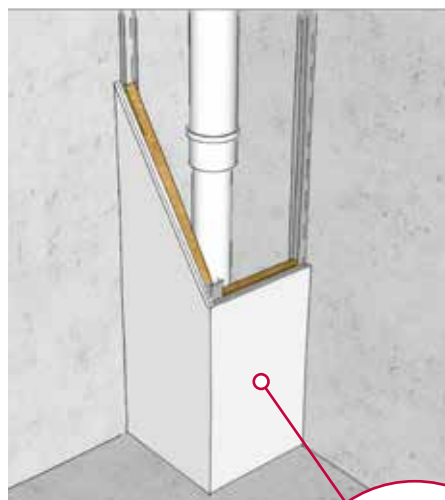
- Pour les équipements collectifs et individuels situés dans les autres logements : $L_{nAT} \leq 30$ dB(A) en pièce principale et $L_{nAT} \leq 30$ dB(A) en cuisine
- Pour les équipements individuels de chauffage ou de climatisation situés dans le logement : $L_{nAT} \leq 35$ dB(A) en pièce principale

On notera que pour les chaufferies collectives, **l'arrêté du 23 juin 1978** impose des niveaux de bruit à ne pas dépasser dans les logements, qui sont similaires à ceux requis pour les équipements collectifs des bâtiments neufs.

► Chutes d'eau

Les **chutes d'eau** (eaux usées, eaux vannes, eaux pluviales) dans l'ancien sont généralement réalisées en fonte. Bien que ce matériau soit plus favorable du point de vue acoustique que les conduits en PVC, **les chutes en fonte restent néanmoins sonores lors des écoulements d'eau, et conduisent également du bruit entre les logements**. Une contre-cloison avec deux plaques de plâtre et une laine minérale de 45 mm permet de limiter ces problèmes.

Néanmoins, des bruits peuvent se propager par vibrations dans les planchers, en particulier pour les planchers en béton. Pour limiter ces transmissions de bruit, il faudrait désolidariser la conduite du plancher, mais cela implique de démolir le plancher ponctuellement autour de la conduite, de mettre un fourreau résilient autour de celle-ci, puis de reboucher au mortier sur toute l'épaisseur du plancher. Si nécessaire, il conviendra d'ajouter des colliers antivibratiles.



Contre-cloison

► Ascenseurs

Les ascenseurs génèrent différents types de nuisances sonores perçus dans les logements :

- Bruits liés au fonctionnement du moteur
- Bruits de frottement sur les rails
- Bruit d'ouverture et de fermeture des portes

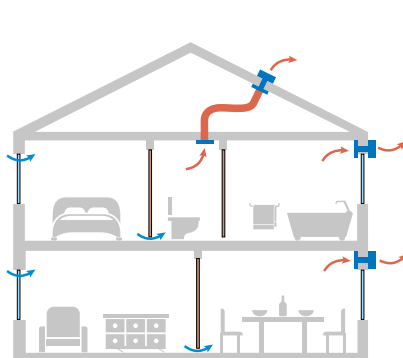
Ces bruits sont généralement dus à des transmissions de vibrations dans la structure du bâtiment. La réduction de ces nuisances est généralement obtenue soit par une **désolidarisation** au moyen de résilients, soit par des **réglages** réalisés par un ascensoriste afin de limiter les frottements et les divers impacts liés au fonctionnement de l'ascenseur.



Le déplacement d'un local machinerie et l'installation en gaine d'un moteur doivent être étudiés pour éviter de créer des nouvelles nuisances dans le bâtiment.

► Ventilation mécanique contrôlée VMC

Il existe différents types de ventilation, qui présentent des avantages et des inconvénients.



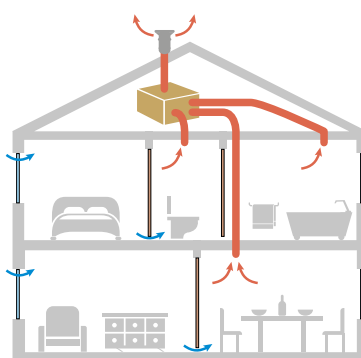
VENTILATION RÉPARTIE



Facile à mettre en œuvre



Les extracteurs sont bruyants et déconseillés.



VENTILATION SIMPLE FLUX



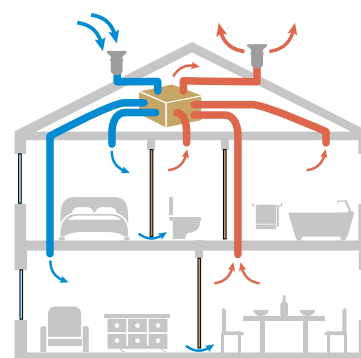
Largement déployée dans la construction neuve



Ce système amène une nouvelle nuisance sonore dans les logements.

L'installation dans un bâtiment existant doit être étudiée (équilibre des réseaux, vitesses d'air).

Les variantes basse-pression, ventilation naturelle, assistée ou non, ne sont pas recommandées en l'absence de retours d'expérience.



VENTILATION DOUBLE FLUX



Permet une bonne isolation des bruits extérieurs



Les exigences doivent être renforcées dans les chambres
 $L_{nAT} \leq 25 \text{ dB(A)}$

Les bouches risquent d'être obstruées par l'occupant car trop bruyantes à 30 dB(A)

Les réseaux de ventilation peuvent conduire les bruits entre les logements lorsqu'un réseau est collectif, on parle alors d'interphonie. Les bouches de ventilation utilisées dans les bâtiments neufs fonctionnent à des plages de pression élevées (80 à 160 Pa en moyenne), et apportent ainsi une certaine atténuation du bruit, du voisin (interphonie) et du moteur d'extraction. Cette atténuation peut être également un peu augmentée avec un anneau acoustique absorbant. **Les systèmes basse pression ou ventilation naturelle n'apportent pas cette même atténuation et ne traitent pas les problèmes d'interphonie et de bruit du moteur.**

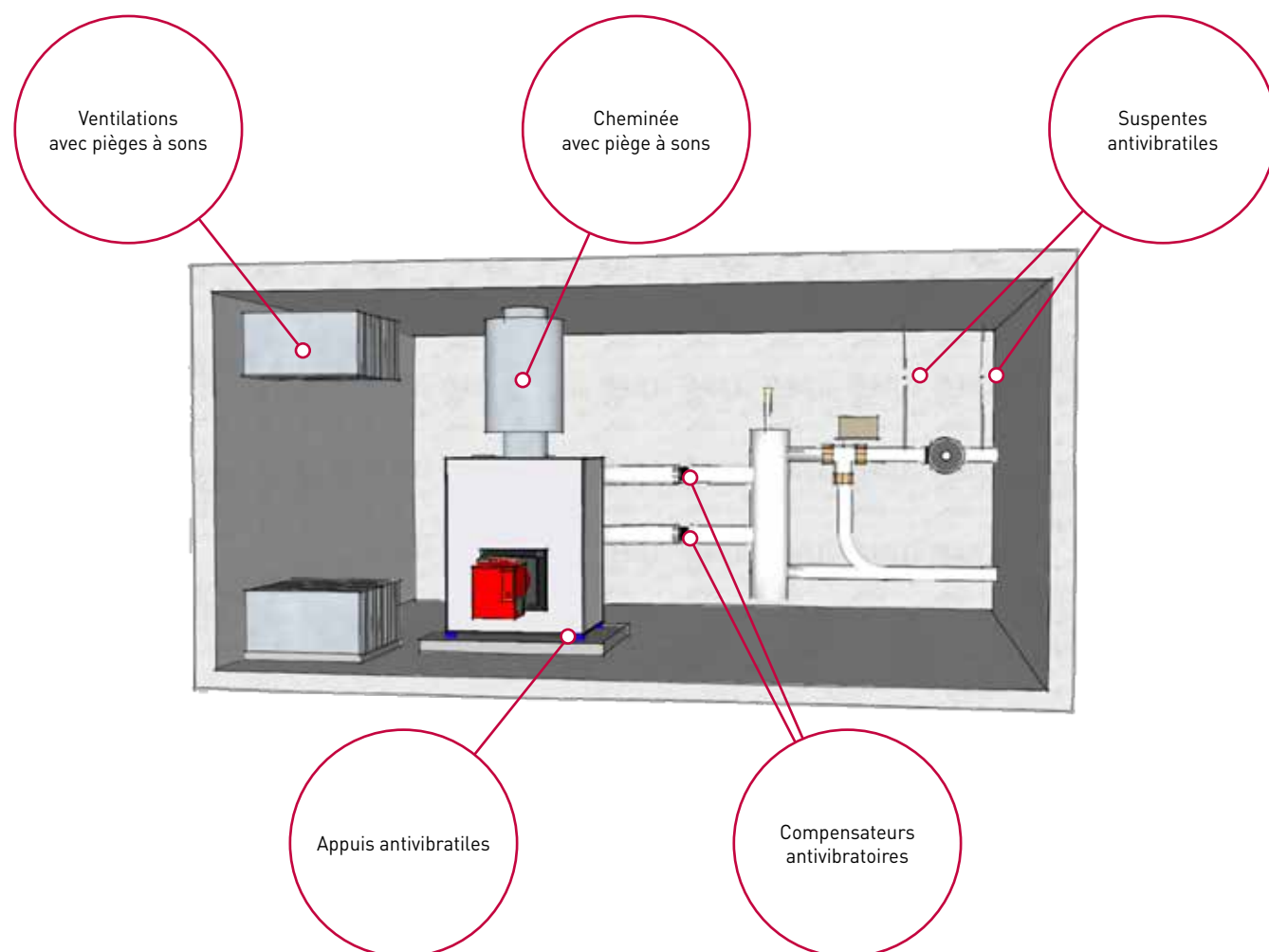
► Chaudières individuelles

Les **chaudières individuelles** doivent être placées de préférence dans un débarras, un cellier ventilé ou une cuisine. Installée dans une cuisine, il faudra choisir un modèle peu bruyant, avec un niveau de puissance acoustique L_w inférieur ou égal à 47 dB.

Ces équipements peuvent générer des vibrations et ne doivent pas être **adossés à des murs ou cloisons donnant dans des chambres** ou des séjours, ou alors les chaudières doivent être munies de supports antivibratiles et les murs doivent être lourds, avec une masse surfacique $m_s \geq 150 \text{ kg/m}^2$.

► Chaudières collectives

Contrairement aux autres équipements, **les chaudières collectives sont soumises à des exigences réglementaires par l'arrêté du 23 juin 1978**, qui sont similaires à celles d'un bâtiment neuf. Le schéma suivant illustre des précautions à prendre pour limiter le bruit de la chaufferie :



Enfin, tous les équipements bruyants tels que les pompes ou surpresseurs doivent être désolidarisés.

CONCLUSION

Le bruit est une des principales sources de nuisances pour les habitants de logements collectifs. Cela s'explique en partie par une qualité acoustique des constructions anciennes qui n'est généralement pas suffisante pour permettre une bonne cohabitation, en particulier pour les bâtiments construits entre 1900 et 1970.

Les opérations de rénovation envisagent rarement une amélioration de l'acoustique à l'intérieur du bâtiment, alors que la performance énergétique, elle, est en revanche systématiquement renforcée, ce qui aura tendance à augmenter la perception des bruits du voisinage si aucune précaution n'est prise.

Lors des opérations de rénovation, les travaux d'ordre acoustique se heurtent à la problématique de l'occupation des bâtiments, en particulier dans les copropriétés, mais aussi pour les bailleurs qui doivent anticiper cette contrainte. En revanche, viser l'amélioration acoustique d'un bâtiment devrait être systématique et sans surcoût lorsqu'il est nécessaire de rénover les planchers par exemple pour des raisons structurelles ou lorsque des travaux d'ampleur sont entrepris.

Les exemples de solutions présentés dans ce guide se destinent à un public professionnel, mais non spécialiste, pour l'accompagner vers la réussite d'un projet de rénovation dans lequel le volet acoustique est pris en considération. Cette réussite passe par l'accompagnement par un acousticien, qui sait qualifier l'existant et adapter les techniques en fonction des objectifs visés et des contraintes des projets.

REMERCIEMENTS

L'association QUALITEL a confié la rédaction de ce guide à Nicolas BALANANT de CERQUAL Qualitel Certification. Elle remercie vivement toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce guide :

- Les maîtres d'ouvrages qui ont proposé des bâtiments pilotes, et qui ont participé aux nombreux groupes de travail : ELOGIE, notamment Dominique BERHAULT et Frédéric GROULET, I3F, notamment Renaud HERZOG, PARIS HABITAT, notamment Laurence WACQUEZ-SENEZ, Isabelle QUET-HAMON, Marion COTTIN, Marc ROPARS, Jérôme CLARENSON et Rose DUFAY, RIVP, notamment Jean FERRARI, Groupe SNI, notamment Daniel DANDINE
- QIOS, notamment Omar CHABHAR pour la réalisation des mesures acoustiques
- Holly HELFRICH pour la réalisation des enquêtes
- Le CSTB, notamment Catherine GUIGOU-CARTER pour une analyse acoustique
- L'UNTEC, notamment Sylvain TEISSIER, pour l'analyse économique
- Autres experts : Sophie BRINDEL-BETH, Guy CAPDEVILLE de GAMBA ACOUSTIQUE, Jacques DALIPHARD, Aline GAULUPEAU de SOCOTEC, Tristan JAGUT de BREZILLON, René GAMBA, Patrick PEPOSI de l'USH, Sébastien BERÇOT de BOUYGUES CONSTRUCTION, Thomas TOULEMONDE d'IMPEDANCE, Ghislain BEILLARD d'ALHYANGE ACOUSTIQUE et Thierry HOUDIN de QIOS
- Les équipes de CERQUAL Qualitel Certification et de QUALITEL
- La Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP) pour son soutien financier, en particulier Anne-Marie SOULIER
- Enfin, tous les occupants des bâtiments pilotes qui nous ont ouvert leur porte pour répondre aux enquêtes et nous permettre de réaliser les mesures acoustiques

BIBLIOGRAPHIE

Rénovation Energétique, Confort Acoustique Et Qualité De L'air En Habitat Individuel – CIDB / ADEME
 Acoustique et Réhabilitation – Améliorer le confort sonore dans l'habitat existant – Christine SIMONIN-ADAM / PUCA
 Amélioration acoustique des logements existants - GINGER CATED
 Guide RAGE 2014 « Doubles fenêtres - Rénovation »
 Guide ABC - Amélioration thermique des bâtiments collectifs – André POUGET
 Guide CNB Réglementation acoustique
 Fiches métiers Mathias MEISSER
 JURIBRUIT - FICHE C2 : Désordres acoustiques immobiliers – Mai 2015
 Guide RAGE Parc Résidentiel Existant 2012
 Les nuisances sonores de voisinage dans l'habitat - Académie de Médecine
 Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental - ANSES
 Coût social des pollutions sonores – CNB / ADEME
 Cahiers du CSTB
 Pratique de la ventilation en 41 fiches outils – Pierre Bardou

Crédits photos :

Fotolia : Lotharingia - StockPhotoPro - Pressmaster - Marco Scisetti - MO:SES - Zakhar Marunov

Shutterstock : EQRoy - Natalia Bratslavsky - Sue Martin - Pascale Gueret

Agence Parisienne du Climat

Y.Vaulé « ARCHIVES PARIS HABITAT »

Rénovation énergétique, confort acoustique et qualité de l'air en habitat individuel – CIDB/ADEME

Pour en savoir plus :
www.qualite-logement.org

