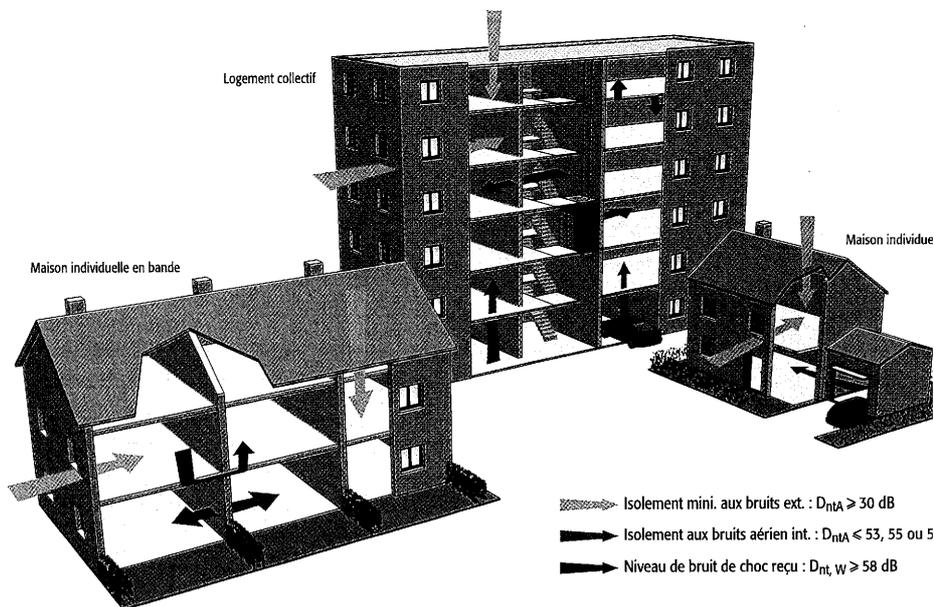


# RAPPELS

## 1 Théories sur le bruit et ses contraintes

Un son est à la fois une sensation auditive et un phénomène physique. Afin d'en maîtriser le cheminement et la réception, il est nécessaire de comprendre comment il se propage dans l'espace.

Les enjeux du confort acoustique portent principalement sur le confort des utilisateurs vis-à-vis des bruits générés à l'intérieur du bâtiment (parole, activités, équipements), des bruits provenant de l'extérieur (transports, activités) et des bruits émis vers le voisinage. Un son pur (celui du diapason) est une sensation auditive provoquée par une onde de pression purement sinusoïdale et n'existe pas dans la nature. Il est caractérisé par son niveau sonore ou niveau de pression acoustique  $L_p$  (pressure level), une donnée physique qui précise son amplitude et sa fréquence qui correspond au nombre de vibrations par seconde. Instrument de réception précis, l'oreille perçoit des pressions acoustiques dont la plus forte est de 10 000 milliards ( $10^{13}$ ) fois plus importante que la plus faible. Mais, elle est incapable de distinguer  $10^{13}$  sensations sonores différentes, aussi il a fallu définir une échelle plus conforme à la perception de l'oreille. La sensation physiologique d'un son varie sensiblement comme le logarithme décimal de l'excitation provoquant cette sensation : Sensation =  $k \cdot \log$  Excitation. (voir encadré).



Le niveau sonore est exprimé en décibels (dB). Afin de caractériser un bruit par une seule valeur – et pour tenir compte du fait que l'oreille est moins sensible aux sons graves qu'aux sons aigus – les niveaux sont au préalable, corrigés en fonction de cette sensibilité. On obtient ainsi un niveau de

bruit global en dB(A) qui constitue une échelle d'évaluation de la sensation et éventuellement du confort, de la gêne du danger. À ce titre, le dB(A) est une unité utilisée dans la réglementation. La pression acoustique correspond à des bruits de natures différentes et des perceptions allant du seuil d'audibilité (10 dB) au seuil de la douleur (120 dB). Cette qualification du bruit permet de définir, à partir d'un son identifié, un objectif d'isolation pour un niveau sonore visé. Pour être perceptible, toute amélioration acoustique doit être supérieure à 3 dB(A). Pour régler les dossiers de consultation des entreprises en conformité avec la réglementation en vigueur (1), le dB est utilisé pour les bruits aériens intérieurs et extérieurs et pour les bruits de chocs et le dB(A) n'est plus utilisé que pour les bruits d'équipements.

### Principe de calculs en décibels

Le déciBel – 1/10 du Bel – est une unité sans dimension exprimant sous forme logarithmique le rapport entre l'intensité sonore mesurée et l'intensité la plus petite audible par l'oreille. Parce que ce sont des logarithmes, les décibels ne s'additionnent pas de façon arithmétique. Statistiquement, un individu a la sensation que le bruit double lorsque l'énergie acoustique est

multipliée par 10. En comparant la pression  $P$  d'un bruit à la pression de référence  $P_0$  (qui correspond au seuil d'audibilité), cette sensation deux fois plus forte se traduit par la valeur 2 (exprimée en bels ou 20 en dB) qui correspond au rapport des énergies acoustiques  $P/P_0 = 10$ . Cela peut se schématiser dans le tableau suivant, en se limitant aux multiples de 10 de  $P/P_0$ :

Pression acoustique (pascal)	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	2	$2 \cdot 10^1$
$P/P_0$	1	10	100	1000	10 000	100 000	1 000 000
$P/P_0$ présenté en $10^n$	$10^0$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$
$\log P/P_0$	0	1	2	3	4	5	6
$L_p$ (en dB) = $20 \log P/P_0$	0	20	40	60	80	100	120

La variation de pression acoustique entre 20 et 40 dB est  $10^2$  fois plus faible qu'entre 80 et 100 dB : c'est pour cette raison qu'un bruit fort « couvre » les bruits plus faibles. Par exemple, 1 poids lourd + 1 voiture = 1 poids lourd.

## Les textes réglementaires

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.
- Circulaire UHC/QC 1/4 n° 2000-5 du 28 janvier 2000 relative à l'application de la réglementation acoustique dans les bâtiments neufs d'habitation.
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation des bruits dans les hôtels.
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation des bruits dans les établissements d'enseignement.

## Quelques exemples de niveaux de bruits en dB(A)

Campagne tranquille	20
Chambre très calme	25
Appartement calme	30
Bureau calme	40
Bureau – conversation moyennement bruyante	50
Rue animée	60
Machine à laver	60 à 75
Aspirateur	70
Rue à fort trafic	80
Musique forte – train à 25 m	90
Cris d'enfants – piano	100
Atelier très bruyant – chaudronnerie	110
Avion à réaction à 30 m	120

(source : Certu – Cete de l'Ouest : Mémento technique du bâtiment – confort acoustique)

confus de vibrations sonores qui correspondent à des variations aléatoires de la pression de l'air audibles par l'homme. Il y a deux types de bruits : aériens et d'impacts. Les bruits aériens extérieurs sont transmis par l'air, au travers des murs, des fenêtres et de la toiture, et égalent latéralement par les murs et les cloisons. Les bruits aériens intérieurs se propagent par les murs et cloisons séparant deux locaux. Les bruits d'impact sont transmis par vibration de la paroi (plancher, murs, cloisons). Les bruits d'équipement se transmettent directement ou indirectement par voie aérienne ou sous forme de bruits d'impact par vibration des parois. Pour se protéger des bruits, deux notions ne doivent pas être confondues : l'isolation et la correction acoustique. L'isolation est l'ensemble des dispositions prises pour



Les qualités (ou les défauts) acoustiques d'une salle sont exprimés par le temps de réverbération. (Doc. DR.)

réduire la transmission de l'énergie depuis les sources sonores jusqu'aux lieux à protéger. Elle s'oppose à la propagation du bruit d'un local à l'autre. Elle est caractérisée par l'indice d'affaiblissement  $R$  exprimé en dB. Sa valeur est d'autant plus élevée que l'isolation est meilleure. Par exemple, une source de bruit aérien de niveau sonore  $L_1$  est entendue dans le local contigu avec un niveau  $L_2$  : l'affaiblissement acoustique est mesuré par la valeur  $L_2 - L_1$ . Plus cette différence est élevée, plus l'isolation phonique est efficace. Il est plus simple de caractériser l'indice d'une paroi par une valeur unique appelé l'indice d'affaiblissement pondéré  $R_w$  exprimé en dB (A). Il est déterminé en comparant les valeurs mesurées à une courbe de référence donnée par la norme européenne NF EN 717-1. Il faut savoir que la réglementation impose une obligation de résultat pour une isolation phonique aux bruits aériens de l'ordre de plus de 50 dB pour les habitations et de un peu moins de 50 dB pour les locaux scolaires et hospitaliers. Pour information, un niveau de 50 dB correspond à la confidentialité de la conversation.

La correction acoustique concerne la propagation du bruit à l'intérieur d'un même local. Elle consiste à réduire le temps de réverbération (écho) d'un bruit dans la pièce où il est produit. L'indice d'absorption acoustique  $\alpha$  est indépendant de la fréquence qui caractérise l'absorption d'un

matériau. La valeur de cet indice est comprise entre 0 (toute l'énergie incidente est réfléchiée) et 1 (toute l'énergie incidente est absorbée). Plus cette valeur est élevée, plus le matériau est absorbant. Dans les circulations des bâtiments d'habitation, des établissements de santé et des hôtels, la réglementation fait référence à l'indice d'évaluation de l'absorption  $\alpha_w$ , appelé également indice d'absorption acoustique pondéré. Il s'agit d'une valeur unique – indépendante de la fréquence – établie pour une fréquence égale de 500 Hz, indiquée par une courbe de référence donnée par la norme européenne NF EN 717-2. Pour le choix des produits participant à l'isolation acoustique d'un bâtiment, certaines précautions sont à prendre. Sur la fiche technique d'un produit, des valeurs sont annoncées pour les indices d'affaiblissement acoustique. Ceux-ci sont théoriques car déterminés en laboratoire suivant des procédures définies dans les normes. Alors que le produit mis en œuvre n'est jamais placé dans les mêmes conditions : forme des locaux, interaction entre les différents matériaux, ponts phoniques... En général, la différence des qualités isolantes entre celles affichées dans le catalogue et celles réelles sur site est inférieure de l'ordre de 5 à 7 dB. □ A. D.

1- Les dispositions réglementaires sont celles mentionnées dans la nouvelle réglementation thermique (NRA) modifiées en 2000.

# 2 | CONCEPTION

## Un traitement spécifique pour chaque volume

Pour traiter l'acoustique d'une construction, chaque volume est – par sa géométrie, ses composants, sa destination – un cas particulier. D'où l'importance de bien comprendre les phénomènes en jeu afin de prévoir dès la conception, les meilleures solutions pour les corriger.

**E**n matière d'acoustique, il est toujours plus complexe et plus coûteux d'intervenir après coup, que d'anticiper les problèmes et de les prévenir par un traitement intégré dès la conception. Avant tout traitement, il importe d'identifier correctement les sources et nuisances sonores de façon à cerner la manière dont le bruit se propage et arrive jusqu'au local à isoler. Car le bruit, à l'instar de l'eau, peut se faufiler dans n'importe quel endroit de la construction et apparaître là où on ne l'attend pas. La nature même du bruit – aérien ou solidien – revêt une importance particulière dans le choix des solutions à mettre en œuvre. Véhiculés par le gros œuvre (les solides), les bruits solidiens sont produits par un choc qui fait vibrer les éléments de la construction. À l'opposé de ces transmissions solidiennes, les bruits aériens proviennent d'une source sonore qui fait vibrer l'air. Lorsque le bruit aérien rencontre une paroi, celle-ci vibre et transmet le bruit. Les bruits aériens se propagent aussi à travers les trous, fissures et interstices qui forment autant de fuites sonores ou ponts phoniques. Ces derniers sont dus à des erreurs de conception ou à des malfaçons lors de la mise en œuvre : boîtiers électriques face à face, canalisation d'évacuation d'eau ou colonne montante affaiblissant la paroi, trous insuffisamment rebouchés (notamment les espaces de coffrage), conduits de fumées dans l'épaisseur d'une paroi, encastrement de pannes ou de solives, absence de remplissage à la liaison solive/refend... Dans ces cas précis, améliorer l'acoustique relève essentiellement d'un contrôle qualité de la construction sur le chantier.

### Le principe masse-ressort-masse

Autre point délicat : en voulant corriger une nuisance sonore, on en souligne parfois une autre. C'est le cas typique en rénovation lors du remplacement d'anciennes fenêtres par de nouvelles, plus



Dans les gammes des plafonds suspendus démontables, de nouvelles plaques acoustiques offrent un taux de perforation compris entre 19,70 et 21,30 %, permettant d'atteindre des coefficients d'absorption acoustique pondérés de 0,80 (sans laine) à 0,95 (avec laine), selon les modèles. (Doc. Knauf)

performantes. La diminution des bruits provenant de la rue rend plus présents les bruits internes de l'immeuble. L'amélioration acoustique est donc à considérer dans sa globalité. Par exemple, mettre en place une sous-couche acoustique pour réduire le niveau des bruits de chocs sous un carrelage ou un parquet est inutile si, par ailleurs, les plinthes ne sont pas désolidarisées du sol. Dans ce cas, elles se transforment en véritables ponts phoniques. Pour apporter les bonnes solutions, une étude préalable, effectuée par un acousticien et souvent utile, est obligatoire dans les cas les plus complexes. Pour assurer une bonne isolation aux

bruits aériens, la technique de base consiste à employer des matériaux denses et massifs. Par définition, les matériaux lourds sont plus difficiles à mettre en vibration que les matériaux légers et minces. C'est tout simplement la loi de masse. Toutefois, les murs massifs ne sont pas toujours réalisables, coûtent cher et vont pas forcément dans une logique d'économie de matière. Il convient alors d'améliorer l'acoustique par des procédés reprenant un principe connu des acousticiens : le système masse-ressort-masse. Ce principe s'appuie sur la séparation acoustique entre deux masses – une paroi bétonnée par exemple – et une plaque de plâtre par exemple – par



## **FOCUS** Logement particulier (Paris)

# Cloison séparative acoustique en rénovation

Avec un isolement acoustique de seulement 34 dB, la cloison séparative en mâchefer, entre une chambre transformée en bureau pour cause de travail à domicile et le salon de cet appartement des années soixante, ne correspondait plus au besoin des propriétaires en raison d'une mauvaise isolation acoustique aux bruits aériens. Cette cloison a donc été remplacée, sous le contrôle d'un acousticien, par une cloison acoustique comportant, sur chacune des deux faces, une plaque de plâtre constituée d'une structure cristalline de gypse spécifique avec amortissant. La mise en œuvre de la cloison – un rail de 48 mm + 2 plaques de plâtre spécifique BA 13 de chaque côté – est traditionnelle et conforme au DTU. Lors de la mise en œuvre, les points singuliers ont été pris en compte : renforcement de l'isolation acoustique au passage du tuyau de chauffage dans la cloison, la liaison avec l'hubriserie de la porte et changement de cette dernière par une porte acoustique. L'épaisseur de la nouvelle cloison finie est identique à 2 cm près, son isolation acoustique fait un bond de 11 dB en passant de 34 à 45 dB.

«ressort» dont la vocation est d'empêcher la transmission du son d'une masse à l'autre. Cela peut être de l'air, un isolant, voire un véritable ressort. Depuis longtemps, les industriels ont développé de véritables systèmes de cloisons et de plafonds acoustiques réalisés à partir de plaques de plâtre et de laines minérales. À épaisseur équivalente d'une paroi massive, ceux-ci vont apporter des performances égales ou supérieures, tout en diminuant la contrainte de poids des fondations et de la structure. Pour assurer les performances de ces parois, il est indispensable de tenir compte des transmissions latérales qui pourront être plus importantes en présence d'une paroi double légère que dans le cas d'une paroi lourde. Lors de la mise en œuvre, il faut également prendre en compte les éventuelles prises électriques sur chaque parement à décaler et calfeutrer, afin d'éviter tout pont phonique. De même, contrairement aux idées reçues, l'augmentation de l'isolation thermique ne rime pas forcément avec renforcement de l'isolation acoustique. Il existe même des situations où l'on va observer une dégradation sérieuse de l'acoustique. C'est le cas, par exemple, entre deux locaux adossés à la même façade et pour lesquels on renforce l'isolation thermique par l'intérieur. Le risque : une augmentation des transmissions latérales. Pour éviter cet écueil, il est indispensable de trouver des solutions avec des isolants dits «thermo-acoustiques», ou encore d'isoler par l'extérieur. Dans ce cas, il n'y aura que peu ou pas d'interactions sur l'isolation acoustique entre deux locaux du même bâtiment.

## Des solutions pour les sols et plafonds

En plafond, les systèmes adoptent des suspentes particulières, dites antivibratiles. Ces éléments sont constitués d'un carter métallique et d'un ensemble ressort en acier spécial. Les performances acoustiques de l'ensemble rail-suspente-plaques de plâtre dépendent de plusieurs paramètres. Ainsi, plus la hauteur du plénum est importante, plus les gains sont significatifs. Plus le nombre de suspentes est réduit, plus le plafond est efficace. Avec le plafond autoportant qui est le nec plus ultra, plus la masse surfacique est élevée – grâce à l'épaisseur de la laine minérale ainsi que le nombre et l'épaisseur des plaques – plus le gain est important. Ces systèmes ne sont pas toujours simples à mettre en œuvre en rénovation. C'est pourquoi certains industriels ont développé, pour les murs et les cloisons, des solutions minces qui ne font pas plus de 5 cm d'épaisseur. Idéales dans les constructions anciennes, elles ne (...)

(...) modifient pas les surfaces habitables car elles ne font pas plus de 5 cm d'épaisseur, soit la limite généralement admise pour une solution acoustique. Il s'agit de systèmes constitués de profilés métalliques et de plaques de plâtre dotées d'un isolant en mousse polyester.

Au sol, les revêtements souples mis en œuvre sur une sous-couche acoustique, ou l'intégrant directement, détiennent la palme. Les plus performants d'entre eux permettent de réduire de 17 à 20 dB le bruit de résonance, tout en diminuant de moitié les bruits de pas. Ces derniers présentent le double avantage d'assurer des interventions sans travaux lourds, de bénéficier d'une faible épaisseur pour un coût acceptable. Dans le cas du carrelage, l'alternative est la suivante : soit des systèmes en rouleaux sur minichape, soit des systèmes en plaques avec une sous-couche acoustique. Ces derniers apparentés à des systèmes flottants reçoivent le carrelage en pose directe. Cette caractéristique leur permet de s'affranchir d'un ragréage (minichape), d'où une plus grande rapidité de réalisation pour des performances quasi identiques aux solutions en rouleaux sur minichape. La mise en œuvre de ces produits requiert une grande précision. Il s'agit d'assurer la continuité de l'isolation et d'éliminer les ponts phoniques. Idem pour les parquets et pour les stratifiés : la mise en place d'une sous-couche acoustique est indispensable. Il convient également de placer un matériau résilient à l'interface du mur et du revêtement de sol, de façon à empêcher les transmissions latérales. Dans le cas des fenêtres, la mise en place d'un vitrage acoustique n'est pas obligatoire, sauf proximité d'une route à grande circulation, d'un aéroport, etc. Le plus souvent, une menuiserie classique double vitrage suffit, les gains acoustiques étant surtout générés par une meilleure étanchéité des menuiseries et une action sur les entrées d'air. Il en est de même pour les portes palières qui ne sont pas nécessairement estampillées acoustiques. Dans les deux cas, une attention particulière doit être portée sur la nature du joint périphérique. Le but : plaquer la porte (ou la fenêtre) sur ses quatre faces afin d'empêcher le passage du bruit. □ St. M.

**ENTREPRISE** Aubry-Nogueira (93).

**ACOUSTICIEN** Maurice Auffret, ingénieur acousticien, membre du Centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB).

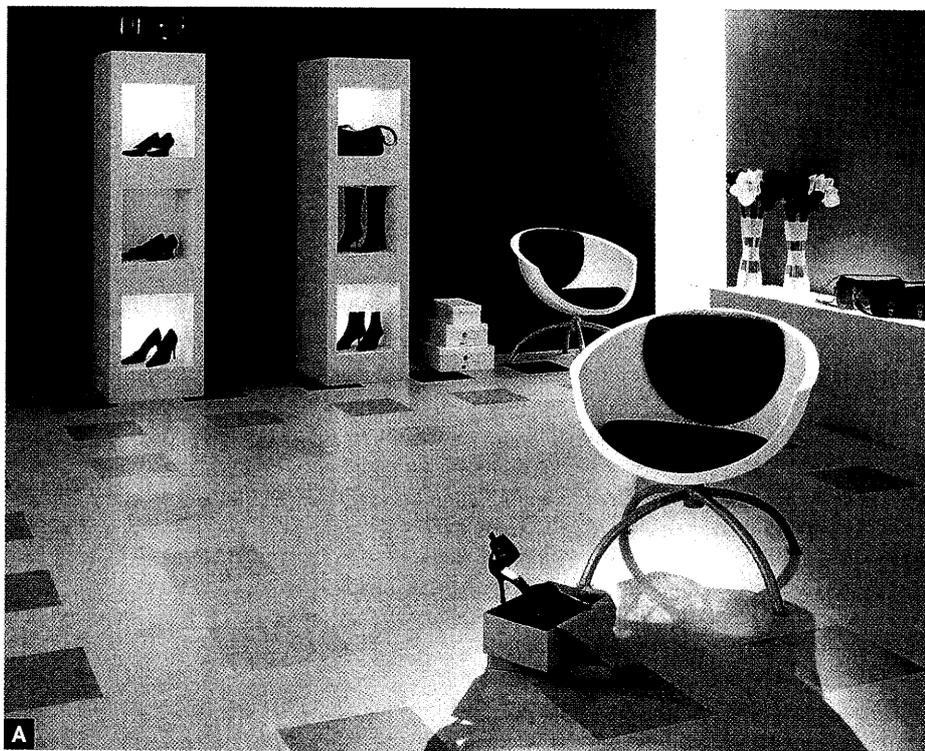
**PRODUIT** Cloison Placo phonique de Placo.

## Correction et isolation acoustiques

- La correction acoustique consiste à traiter la diffusion du son à l'intérieur d'un local en agissant sur les qualités d'absorption et/ou de réflexion de la paroi mur-cloison ou plafond. L'objectif est de diminuer le niveau sonore des locaux bruyants en augmentant l'absorption, tout en jouant sur les réflexions entre la source et l'auditoire. Il s'agit notamment de réduire les réflexions tardives du son par absorption (temps de réverbération). Les capacités d'absorption sont mesurées par le coefficient d'absorption Sabine, qui représente le rapport entre la quantité d'énergie acoustique absorbée et celle reçue par une paroi.

- L'isolation acoustique aux bruits aériens traite la transmission des bruits d'un local à un autre. Apportée par une paroi (mur, cloison, plancher), elle exprime sa faculté ici à s'opposer à la transmission des bruits aériens d'un côté à l'autre de la paroi. Sa performance est donnée par son indice d'affaiblissement acoustique  $R_w + C$  en dB, mesuré en laboratoire (1) : plus cet indice est élevé, plus la paroi est performante et meilleur est l'affaiblissement.

1. Anciennement Rose exprimé en dB(A).



**A** Avec une couche d'envers acoustique de 1,3 mm en mousse polyuréthane, les linoléums «acoustiques» bénéficient d'une performance de réduction des bruits d'impact aux alentours de 17 dB. Des solutions adaptées aux contraintes des ERP, dont la majorité des locaux sont classés U4P3E1/2C2. (Doc. Tarkett.)

**B** En maison individuelle ou en logement collectif, de nouvelles générations de gaines techniques verticales en panneau-sandwich (plaque de plâtre, laine minérale) bénéficient d'une performance acoustique  $LnAT = 24$  dB(A), assurent une protection efficace contre les bruits de conduites. (Doc. Placo.)

**C** Les systèmes de sous-couches en plaques collées assurent une isolation acoustique aux bruits d'impacts. Avantages : simplicité et rapidité grâce à une pose directe du carrelage sur l'isolant phonique sans ragréage ou minichape. (Doc. DR.)