



GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLES DE PETITS BATIMENTS

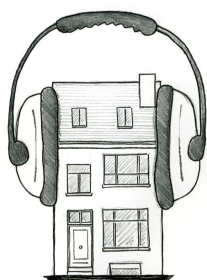
- RECOMMANDATION PRATIQUE CSS05 -

ASSURER LE CONFORT ACOUSTIQUE

Solutions pour la mise en œuvre de différents dispositifs de correction et d'isolation acoustique au sein des bâtiments en vue d'assurer le bien être des utilisateurs.

PRINCIPES

CONTEXTE



Le confort acoustique est un élément souvent négligé des espaces intérieurs. Or l'équilibre psychologique et la productivité au travail des occupants y sont intimement liés :

Un bon confort acoustique a une influence positive sur la qualité de vie au quotidien et sur les relations entre usagers d'un bâtiment.

A contrario, un mauvais confort acoustique génère des effets négatifs sur l'état de santé (nervosité, stress, sommeil contrarié, fatigue).

DEMARCHE

Le choix d'un ensemble de dispositifs constructifs de correction ou d'isolation acoustique dépend de la nature du bruit et du confort acoustique requis dans un lieu déterminé. Leur mise s'avère délicate et mérite d'être soigneusement préparée et réalisée pour éviter les points faibles car il sera toujours plus aisé de prévenir. Il faudra toujours avoir à l'esprit que le bruit passe où l'air passe et que les vibrations transmises ponctuellement peuvent se propager à tous les étages d'une structure.

Plusieurs recommandations du présent guide abordent directement ou indirectement la question du confort acoustique :

CSS05 - « Assurer le confort acoustique » : Décrit les principes spatiaux et architecturaux permettant de créer le confort acoustique des bâtiments. Elle traite des principes et solutions constructives permettant de composer et réaliser des éléments acoustiques.

MAT05 - « Isolation thermique : choisir des matériaux sains et écologiques » : Décrit l'ensemble des matériaux d'isolation thermique et leurs propriétés. Ces matériaux sont essentiellement les mêmes pour le confort acoustique. Pour visualiser une classification des isolants selon leur nature intrinsèque, il est donc préférable de recourir à la fiche MAT05.

MAT11 - « Matériaux acoustiques à écobilans favorable » : Suggère pour chaque solution acoustique constructive des matériaux à écobilan favorable.

Au-delà du confort, l'attention pour l'acoustique constitue une opportunité pour **créer un paysage sonore** par les dispositions spatiales (distribution, éloignement et proximité, ...), la géométrie des lieux, la nature des matériaux et les textures.



RAPPEL DES NOTIONS DE BASE

> Définition du son

Le son pur est une vibration dans un milieu élastique (air, eau, matière solide) caractérisé par la fréquence (nombre de vibrations par seconde), l'amplitude (niveau sonore ou volume du son) et la durée.

A partir de la fréquence, on peut classer les sons en 3 catégories :

- Les sons graves (fréquence inférieure à 100Hz = basse fréquence)
- Les sons moyens (fréquence allant de 100 Hz à 2 kHz = moyenne fréquence)
- Les sons aigus (fréquence supérieure à 2 kHz = haute fréquence)

En acoustique du bâtiment, on considère traditionnellement un intervalle de fréquences comprises entre 100 Hz et 5 kHz. La sensibilité de l'oreille humaine moyenne va de 20 Hz à 20 kHz.

> Mesure du son

Le son se mesure en décibels (dB), unité de mesure logarithmique, ce qui implique que :

- L'addition de deux sources sonores identiques entraîne une augmentation de 3 dB ($50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$)
- Une multiplication par 10 de la puissance acoustique entraîne une augmentation de 10 dB. ($50 \text{ dB} \times 10 = 60 \text{ dB}$)
- Si deux bruits ont des niveaux sonores différents d'au moins 10 dB, le plus élevé masque le plus faible, *effet de masque*. ($50 \text{ dB} + 60 \text{ dB} = 60 \text{ dB}$)

La mesure du niveau sonore se fait à l'aide d'un « sonomètre » qui transforme l'énergie du son en tension électrique.

Définition de dB(A), dB(B) :

Le système auditif a de particulier que pour un même niveau sonore (dB), la fréquence du son (Hz) peut donner des sensations auditives différentes.

Pour tenir compte de cette particularité, on a mis en place des filtres qui pondèrent les niveaux sonores en fonction des fréquences, ce qui donne des courbes d'isonomie indiquant ainsi des grandeurs physiologiques pour le niveau sonore et non plus exclusivement physique.

Le filtre le plus utilisé est le filtre A, qui correspond à un niveau perçu de 40 dB pour un son pur d'une fréquence de 1 kHz. Le niveau sonore exprimé en dB(A) est représentatif de la perception réelle par l'oreille humaine. (Le filtre B correspond à un niveau perçu de 70 dB pour un son pur d'une fréquence de 1 kHz.)

> Définition du bruit

Le bruit est une vibration de l'air qui se caractérise par sa fréquence, son intensité et sa durée d'émission. C'est un mélange complexe de sons purs à de multiples fréquences et amplitudes différentes. On associe le bruit à toute sensation désagréable, gênante ou non voulu (par exemple : bruit d'avion, de machine, parole, etc.).

> La propagation du bruit

C'est le chemin parcouru par les ondes émises par la source sonore pour atteindre notre oreille. La vitesse de propagation dépend du lieu dans lequel est émis le son, elle est dans l'air de 340 m/s.

Dans un espace acoustiquement ouvert, un bruit ne rencontre pas d'obstacle et son intensité diminue avec l'éloignement de la source sonore. La propagation se fait en champ libre.

Dans un environnement construit, un bruit rencontre de nombreux obstacles qui tantôt l'absorbent et tantôt le réfléchissent. Le niveau sonore est pratiquement le même en tous points. La propagation se fait en champ diffus.

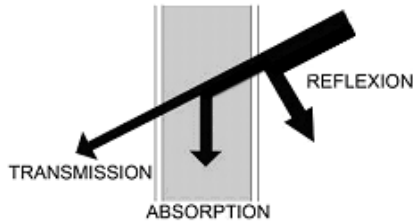
> Types de bruits en présence dans le bâtiment

- Les **bruits aériens** intérieurs et extérieurs (sons qui naissent et se propagent dans l'air) : voix, musique, voitures, avions, etc.
- Les **bruits d'impact** (sons qui naissent au contact d'un élément constitutif du bâtiment et se propage au travers de celui-ci) : pas, outils, etc.
- Les **bruits générés par les équipements** : ventilation, chaudière, etc.



NB : Les voies de transmission structurales ou aériennes doivent être considérées comme un tout. Par exemple, si je saute dans mon appartement, les voisins du dessous ressentiront un bruit d'impact, tandis que les gens qui m'accompagnent entendront un bruit aérien. Souvent, une stratégie acoustique devra tenir compte de l'interaction simultanée de bruits aériens et d'impacts. C'est par exemple le cas du passage d'un train (son + vibration).

> Comportement des bruits dans le bâtiment



Lorsqu'un son aérien atteint une paroi (verticale ou horizontale), trois phénomènes peuvent se produire :

- La **réflexion** sur la paroi
- L'**absorption** par la paroi
- La **transmission** au travers de la paroi

On observe les transmissions du bruit suivantes :

- **Transmissions directes** au travers des parois (façade, plancher, mur intérieur etc.)
- **Transmissions indirectes** par les parois latérales qui dépendent des liaisons entre parois latérales et la paroi de séparation.
- **Transmissions parasites** dues au défaut de la paroi (fissure, manque d'étanchéité, etc.)

> Correction acoustique et isolation acoustique

Le confort acoustique désiré peut nécessiter de réaliser, selon la situation, une correction acoustique au sein d'un local et/ou une isolation acoustique entre deux ou plusieurs locaux d'un bâtiment :

- On parle de **correction acoustique** lorsqu'on modifie la capacité d'absorption et de réflexion d'une ou de plusieurs parois en agissant sur leur texture, leur relief, leur géométrie et les matériaux de revêtement.
- On parle d'**isolation acoustique** lorsqu'on met en œuvre des solutions pour limiter la transmission du bruit au travers des parois, en agissant sur la structure même de celle-ci.

> Comportement des matériaux

- Indice d'affaiblissement acoustique R :
La capacité d'un matériau à empêcher la transmission des sons aériens est évaluée par son indice d'affaiblissement acoustique appelé R (dB). Celui-ci est déterminé en laboratoire et correspond à la différence entre les niveaux de pression acoustique régnant dans les locaux d'émission et de réception.
- Loi de masse :
L'indice d'affaiblissement varie en fonction de la fréquence du son et de la masse du matériau : de ± 40 dB pour une paroi de 100 kg/m^2 , il augmente de 4 dB si la masse double (c'est la « loi de masse ») ou si la fréquence double.
- Fréquence critique et fréquence de résonance :
Ces deux fréquences correspondent à deux modes de vibration d'une paroi homogène. La fréquence de résonance située dans les basses fréquences et la fréquence critique située dans les hautes fréquences.
Lorsque cette fréquence critique est rencontrée, il se produit une chute de l'isolation phonique de la paroi. Plus un matériau est rigide, plus cette diminution de l'isolement est importante. Si la fréquence critique se situe dans la zone sensible de l'oreille (fréquence de la parole par exemple), cette chute peut se révéler très gênante.

> Temps de réverbération

C'est le temps mis par les ondes pour s'atténuer après réflexion sur les parois d'un local. Ce temps est défini par rapport à une chute de l'intensité sonore de 60dB. Il varie selon la géométrie et le revêtement des parois de la salle.



Lorsqu'un son est émis, celui-ci est décomposé en sons directs et en sons réfléchis sur les différentes parois. Il faut intervenir sur ces derniers pour assurer le confort acoustique d'une pièce.

PRINCIPES DE CORRECTION ACOUSTIQUE

> Ajuster les surfaces réfléchissantes et absorbantes

L'état de la surface et de la composition des parois (murs, plafond, sol) d'un espace construit détermine en grande partie ses caractéristiques acoustiques.

En fonction de la destination du lieu, on alternera les parois lisses réfléchissant le son (par exemple les murs plafonnés), et les parois absorbantes (par exemple une contre cloison perforée avec isolant).

Pour éviter un effet « ping-pong » entre deux murs parallèles réfléchissants, on applique un matériau absorbant sur l'un d'eux.

Outre le travail sur les parois, certains accessoires ont pour effet de réduire la réverbération : déflecteurs, tissus (moquette, plafond tendu, etc.), mais également le mobilier.

L'atténuation de la réverbération est exigée par la réglementation acoustique applicable au résidentiel dans les parties communes tels que les couloirs et cages d'escalier.

> La géométrie des locaux

En fonction de la destination du local, on préconisera des proportions qui influencent l'acoustique. Une géométrie régulière peut avoir des conséquences désagréables sur un espace. Il est par conséquent important de bien choisir les rapports entre Hauteur / Longueur / Largeur. Rapports à éviter : (h, b, l) = (x, nx, nx)

Qualité	hauteur	facteur x	facteur y
1	1	1.9	1.4
2	1	1.9	1.3
3	1	1.5	2.1
4	1	1.5	2.2
5	1	1.2	1.5
6	1	1.4	2.1
7	1	1.1	1.4
8	1	1.8	1.4
9	1	1.6	2.1
10	1	1.2	1.4
11	1	1.6	1.2
12	1	1.6	2.3
13	1	1.6	2.2
14	1	1.8	1.3
15	1	1.1	1.5
16	1	1.6	2.4
17	1	1.6	1.3
18	1	1.9	1.5
19	1	1.1	1.6
20	1	1.3	1.7

Tableau: Rapports de Louden

PRINCIPES D'ISOLATION ACOUSTIQUE

> Agir au niveau de l'implantation

L'agencement des bâtiments en mitoyenneté ou en ordre ouvert reliés ou non par un mur de clôture ainsi que l'aménagement d'espaces tampons entre la source de bruit et le bâtiment influencent la manière dont le bruit atteint les lieux où on recherche le calme.

> Limiter les surfaces de séparation

Chaque m² de mur ou de plancher de séparation entre des espaces contigus représente un diffuseur sonore de plus. Plus cette surface de séparation est développée, plus la transmission du bruit est importante.



> Créer de la masse

Selon la « loi de masse », plus un matériau est lourd (dense et épais), plus il isole. Ce principe met en évidence l'intérêt des matériaux massifs dans l'acoustique architecturale. La présence de masse est particulièrement efficace dans l'atténuation des bruits aériens, puisque les ondes de l'air auront plus de difficulté à faire vibrer un élément lourd.

> Déphaser les ondes

Le spectre du son comporte toute une série de fréquences et de longueurs d'ondes différentes. Chaque matériau, par ses propriétés physiques et sa masse, absorbe une tranche sélective de ces ondes. La création d'un complexe de couches hétérogènes est donc particulièrement efficace dans le captage de la globalité des phases du son. Il s'agit de varier l'épaisseur et la densité volumique des matériaux employés dans l'élément acoustique. C'est le principe Masse/Ressort/Masse.

> Etanchéifier

Cette stratégie est la plus importante d'entre toutes.

Les effets des efforts d'isolation acoustique ne s'additionnent pas : c'est le point le plus faible d'une paroi qui détermine sa performance d'isolation. Un trou, une fente, le passage d'une canalisation, un mauvais jointolement au pourtour d'un châssis ou une fissure peut ruiner les efforts acoustiques de toute une paroi. Il faut donc rechercher une étanchéité et une homogénéité maximale de la paroi pour limiter le risque de fuites sonores. C'est simple : là où l'air passe, le bruit passe. Une bonne isolation acoustique suppose nécessairement une bonne étanchéité à l'air qui ne doit toutefois pas s'opérer au dépend d'une ventilation saine des espaces (voir à ce sujet les recommandations CSS07 : « assurer la qualité de l'air », CSS14 : « gérer la ventilation manuelle » et ENE23 : « choisir un mode de ventilation énergétiquement efficace »).

> Désolidariser

Afin d'éviter la propagation des vibrations, la désolidarisation des différents éléments (cloison – plancher, mur – plancher, canalisation – mur, etc.), au moyen de joints souples, doit être maximale. Ces coupures peuvent par exemple être réalisées à l'aide de joints de dilatation, "plots antivibratoires". On pourra isoler les espaces sensibles selon le principe de la "boîte dans la boîte".

INDICATEURS

Le niveau sonore représente le bruit à un instant donné en un lieu donné, il peut être fluctuant au cours du temps. Le seuil de douleur est de 80 dB (ex. tondeuse à gazon), au-delà de 100 dB cela devient dangereux (ex. marteau-piquet), et à plus de 120 dB, c'est insupportable (ex. sirène d'ambulance).

L'exposition quotidienne représente le niveau de bruit qu'une personne peut supporter en permanence durant toute une journée.

OBJECTIFS

* Minimum:

- Respect des normes en vigueur (voir mise en œuvre – législation)
NB : Les exigences pour un confort acoustique normal visent à contenter 70% des personnes interrogées (enquête auprès des usagers du bâtiment).

** Conseillé:

- Mise en œuvre de bons détails (chape flottante, désolidarisation, etc.). Vérifier si le contexte ne nécessite pas de meilleures précautions que celles en vigueur.
NB : Les exigences pour un confort acoustique élevé visent à contenter 90% des personnes interrogées (enquête auprès des usagers du bâtiment).

*** Optimum:

- Mettre en œuvre, tant au niveau de la conception que lors de l'exécution, toutes les solutions possibles afin de garantir aux utilisateurs d'un bâtiment un niveau de confort acoustique maximal.



VUE D'ENSEMBLE DES DIFFERENTS DISPOSITIFS

CORRECTION ACOUSTIQUE

Dispositifs	Éléments sensibles				
	Planchers	Murs	Plafonds / Toitures	Fenêtres	Equipements techniques
Matériau Absorbant	●	●	●	-	●
Panneau fléchissant	-	●	●	-	-
Résonateur	-	●	●	-	-

ISOLATION ACOUSTIQUE

Eléments sensibles	Dispositifs	Source de bruit	Transmissions du bruit		
			directes	indirectes	parasites
Planchers	Sous-plancher	I	●	●	*
	Dalle flottante	I	●	●	*
	Faux-plafond désolidarisé	A	●	●	*
Murs	Mur massif	A	●	●	*
	Cloison de doublage	A	●	-	*
	Cloison légère	A	●	●	*
	Mur double	A	●	●	*
	Mur mitoyen indépendant / maison	A	●	●	*
	Mur mitoyen indépendant / appartement	A	●	●	*
	Mur mitoyen indépendant / appartement avec cloison de doublage	A	●	●	*
Toitures	Toiture à versant isolée	A	●	●	*
	Toiture plate isolée	A	●	●	*
Fenêtres	Fenêtre à isolation acoustique normale	A	●	-	*
	Fenêtre à isolation acoustique supérieure	A	●	●	*
Equipement technique	Blocs anti-vibratiles	E	●	●	*
	Fixation anti-vibratile	E	●	-	*
	Caisson acoustique	E	-	-	*
	Accessoires : - Manchon acoustique - Réducteur de pression	E	●	●	*

- signifie que le dispositif est performant
- signifie que le dispositif est satisfaisant
- signifie est à utiliser en dernier recours
- * signifie que la performance du dispositif dépend de la qualité de mise en œuvre de celui-ci
- signifie que le dispositif n'est d'aucune utilité



LES ELEMENTS DU CHOIX DURABLE

ASPECTS TECHNIQUES

> Sources de bruit

Réduire les bruits à la source permet de diminuer les interventions et par conséquent l'investissement nécessaire à l'isolation acoustique.

> Charges structurales et encombrement

L'emploi d'une stratégie acoustique utilisant la masse pose la question des capacités structurales du bâtiment. En rénovation, en cas de doute, le choix d'un système acoustique léger peut s'avérer, selon le type de nuisance, judicieux.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

> Matériaux écologiques

Il existe des matériaux écologiques pour la plupart des matériaux d'isolation acoustique. Ces aspects sont développés dans la recommandation MAT 11 – « Matériaux acoustiques à écobilans favorable » pour chaque solution constructive.

ASPECTS ECONOMIQUES

> Productivité au travail

Une paroi de bonne acoustique architecturale représente un surcoût qui mérite d'être mis en parallèle avec les gains de productivité au travail qui en résultent.

> Stabilité des locataires

Assurer un confort acoustique de qualité assurera la stabilité des locataires. En effet, une mauvaise isolation acoustique est souvent un des motifs de déménagement.

> Anticipation versus correction

Assurer le confort acoustique d'un bâtiment nécessite de prendre des précautions le plus en amont possible du projet, au niveau de la programmation et de l'avant projet, car toutes les corrections appliquées ultérieurement reviendront plus chères et leurs mises en œuvre moins aisées.

> Primes

La Région Bruxelloise offre des aides financières pour certains travaux d'isolation acoustique, en rénovation. Toutes les informations nécessaires sont disponibles sur le site de Bruxelles Environnement (<http://www.ibgebim.be>)

ASPECTS SOCIAUX ET CULTURELS

> Impacts du bruit sur la santé

A long terme, le bruit peut générer des impacts négatifs sur la santé des utilisateurs (stress, fatigue, etc.). A contrario, assurer le confort acoustique permet d'améliorer la qualité de vie des occupants du bâtiment.

> Relations de voisinage et de travail

Garantir une bonne isolation acoustique entre les logements contribue à de bonnes relations entre voisins. Dans un milieu professionnel, il améliore la qualité et l'ambiance de travail.

> Relativité, adaptation et masquage

Si on s'isole fortement des bruits extérieurs, les bruits intérieurs risquent de gêner davantage. Relativité entre individus, masquage temporel, adaptation, perception de l'espace, de la présence de quelqu'un, de l'ambiance extérieure.

ARBITRAGE / AIDE A LA DECISION OU AU CHOIX

Afin d'apporter des solutions efficaces et cohérentes, il est important d'avoir une approche, une conception globale des choix de méthode d'isolation acoustique.

> Compromis

Assurer un confort acoustique de qualité aura une répercussion au niveau du budget mais



assurera une bonne qualité de vie des utilisateurs du bâtiment.

Le confort acoustique élémentaire constitue un compromis entre les exigences, le niveau de confort acoustique désiré par les utilisateurs et la faisabilité technico-économique.

> Isolation thermique et acoustique

Certains produits d'isolation thermique peuvent participer à l'isolation acoustique s'ils sont mis en œuvre avec une certaine épaisseur. Cette solution permet de réduire les coûts. Cependant, l'isolation thermique ne produit pas de facto au confort acoustique. On doit s'assurer que l'élément en question utilise adéquatement les stratégies énoncées plus haut (créer de la masse, déphaser, étanchéifier, désolidariser).

> La correction acoustique n'isole pas contre le bruit

La présence de matériaux absorbants dans un appartement ne réduit en rien le niveau sonore perçu par les voisins. Bien qu'améliorant l'esthétique du son, la correction acoustique n'est pas une stratégie d'isolation ou d'atténuation aux bruits aériens et aux bruits d'impacts.

MISE EN ŒUVRE – POINTS COMMUNS A TOUS LES DISPOSITIFS

PROGRAMMATION

> Législation

Les normes suivantes sont d'application :

- La norme NBN S01-400 (1977) pour les exigences d'isolation.
- Les normes EN ISO 140 (parties 1 à 16) pour les méthodes de mesures.
- La norme EN ISO 717 (parties 1 et 2) pour les valeurs uniques (moyenne acoustique).
- La norme EN ISO 12354 pour les modèles de calculs.

> Exigences de la nouvelle norme acoustique NBN S01-400-1

La norme est d'application pour tous les **immeubles d'habitation** (maisons et appartements).

Elle détermine les exigences auxquelles le bâtiment fini doit satisfaire aussi bien sur le plan de l'isolation aux bruits aériens et d'impact, qu'en ce qui concerne les niveaux sonores produits par les installations techniques et la maîtrise des résonances dans certains espaces spécifiques.

Les exigences imposées sont annulées lorsque certaines dispositions légales sont d'application (ex : façades à proximité d'un aéroport).

Il n'est pas toujours possible en rénovation d'atteindre les exigences requises. L'auteur de projet doit alors en informer le maître d'ouvrage, par écrit et avant le début des travaux, du manque possible de confort acoustique normal.

Le confort normal correspond plus ou moins à la sous-catégorie "a" de l'ancienne norme. Le confort acoustique supérieur nécessite la réalisation d'une étude acoustique.

- Exigences pour l'isolation aux bruits aériens

Local émetteur à l'extérieur de la maison	Local récepteur à l'intérieur de la maison	Confort acoustique normal (★)	Confort acoustique élevé (★★)
Tout espace	Tout espace sauf les locaux techniques ou hall d'entrée	$D_{nT,w} \geq 54 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$
Tout espace d'une maison mitoyenne neuve	Tout espace d'une maison mitoyenne neuve, sauf local technique	$D_{nT,w} \geq 58 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 62 \text{ dB}$
Local émetteur à l'intérieur de la maison	Local récepteur à l'intérieur de la maison	Confort acoustique normal (★)	Confort acoustique élevé (★★)
Chambre, cuisine, séjour	Chambre à coucher	$D_{nT,w} \geq 35 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 43 \text{ dB}$

$D_{nT,w}$ est le symbole pour l'isolation acoustique standardisé pondéré



- Exigences pour l'isolation aux bruits d'impacts

Local émetteur à l'extérieur de la maison	Local récepteur à l'intérieur de la maison	Confort acoustique normal (*)	Confort acoustique élevé (**)
Tout espace	Tout espace sauf les locaux techniques ou hall d'entrée	$L'nT,w \leq 58$ dB	$L'nT,w \leq 50$ dB
Tout espace sauf la chambre à coucher	Chambre à coucher	$L'nT,w \leq 54$ dB	$L'nT,w \leq 50$ dB
Local émetteur à l'intérieur de la maison	Local récepteur à l'intérieur de la maison	Confort acoustique normal (*)	Confort acoustique élevé (**)
Chambre, cuisine, séjour	Chambre à coucher	/	$L'nT,w \leq 58$ dB

*L'nT,w symbolise le niveau de pression pondérée du bruit d'impact standardisé.
Attention, dans ce cas ci, plus le chiffre est bas, plus le confort acoustique est élevé.*

- Exigences pour l'isolation des façades

	Confort acoustique normal (*)	Confort acoustique élevé (**)
Type 1 ≤ 60 dB - Campagne/rues urbaines très calmes		
Confort acoustique séjour, cuisine	$Dtr,wi \geq 30$ dB	$Dtr,wi \geq 30$ dB
Confort acoustique chambres	$Dtr,wi \geq 30$ dB	$Dtr,wi \geq 30$ dB
Type 2 60 dB à ≤ 65 dB - Rues urbaines circulation normale		
Confort acoustique séjour, cuisine	$Dtr,wi \geq 30$ dB	$Dtr,wi \geq 32$ dB
Confort acoustique chambres	$Dtr,wi \geq 32$ dB	$Dtr,wi \geq 35$ dB
Type 3 65 dB à ≤ 70 dB - Rues à circulation intense à vitesse réduite		
Confort acoustique séjour, cuisine	$Dtr,wi \geq 34$ dB	$Dtr,wi \geq 36$ dB
Confort acoustique chambres	$Dtr,wi \geq 36$ dB	$Dtr,wi \geq 39$ dB
Type 4 70 dB et plus - Rues à circulation très intense		
Confort acoustique séjour, cuisine	$Dtr,wi \geq 38$ dB	$Dtr,wi \geq 40$ dB
Confort acoustique chambres	$Dtr,wi \geq 40$ dB	$Dtr,wi \geq 42$ dB

*Dtr,wi symbolise le facteur d'isolation acoustique standardisé pondéré.
Toute façade doit y satisfaire. Si deux façades sont orientées vers le même type de zone, le facteur d'isolation acoustique doit être augmenté de 2 dB.*

- Exigences pour les installations

Exigences acoustiques des installations		
	Confort acoustique normal (*)	Confort acoustique élevé (**)
Ventilation mécanique salle de bain / wc	$LA_{instal,nt} \leq 35$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 30$ dB
Appareils sanitaires salle de bain / wc	$LA_{instal,nt} \leq 65$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 60$ dB
Ventilation mécanique cuisine	$LA_{instal,nt} \leq 35$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 30$ dB
Hotte cuisine	$LA_{instal,nt} \leq 60$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 40$ dB
Ventilation mécanique séjour	$LA_{instal,nt} \leq 30$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 27$ dB
Ventilation mécanique chambre à coucher	$LA_{instal,nt} \leq 27$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 25$ dB
Locaux techniques avec installations pour moins de 10 maisons	$LA_{instal,nt} \leq 75$ dB	$LA_{instal,nt} \leq 75$ dB

LA_{instal,nt} symbolise le bruit des installations

Remarque : Ces exigences doivent être considérées comme l'objectif à atteindre mais une tolérance de 2 dB (mesurée) est autorisée.

La norme exige de respecter ces valeurs après mesures in situ.



AVANT PROJET

C'est la phase de conception pendant laquelle s'opèrent le choix des dispositifs acoustiques appropriés et sont réservées les surfaces et épaisseurs nécessaires à la mise en œuvre des systèmes d'isolation ou de correction acoustique.

Au delà de l'approche technique, basée sur des niveaux sonores, c'est également à ce stade que se pense **le paysage sonore du projet** par un choix de matériaux et textures, et l'agencement des espaces.

> Etude acoustique

Réaliser une étude acoustique du projet afin de cibler les problèmes et les types de bruits à combattre. Cette étude consistera à :

- Repérer et identifier les sources de bruit existantes autour du site (chemin de fer, aéroport, circulation,), sur le site et dans le bâtiment (équipements, activités, circulations internes)
- Comprendre la nature de ces bruits (haute fréquence, basse fréquence, aérien, d'impact, intensité) afin d'évaluer les solutions à mettre en œuvre.

> Disposition spatiale

Il vaut mieux prévenir que guérir : on privilégiera les solutions spatiales simples basées sur l'éloignement et l'isolement des sources de bruit plutôt que les dispositifs onéreux de correction. La démarche consiste à :

- Eviter de placer les locaux et équipements bruyants (circulations communes, garages, cages d'ascenseurs, chaufferie, ventilation) en contact direct avec les pièces calmes (chambres, etc.).
- Chercher à juxtaposer les différentes pièces humides de telle sorte que les gaines de ventilation, descentes d'eau et alimentations ne soient pas en contact direct avec les pièces calmes de l'appartement ou d'un autre.
- Se servir de l'architecture comme écran sonore.

> Ouvertures.

Chercher à concilier confort visuel et confort acoustique en limitant l'exposition des pièces et locaux aux bruits par une implantation et une orientation qui tiennent compte du paysage sonore environnant.

DOSSIER D'EXECUTION

Exiger, dans le contrat avec l'entrepreneur, des niveaux de confort acoustique.

CHANTIER ET EXECUTION

Faire respecter les exigences acoustiques obligatoires et/ou convenues.

Un défaut de mise en œuvre pouvant réduire à néant les efforts développés pour s'assurer un confort acoustique de qualité. Il est donc nécessaire de contrôler la bonne mise en œuvre des détails de construction des différents corps de métier (ex : lors de la mise en œuvre d'une dalle flottante, d'une cloison de doublage, ...).

En cas d'isolement acoustique insuffisant, la première chose à faire est de rechercher les fuites sonores (fentes, trous, élément de faible affaiblissement), de les supprimer si possible ou de les réduire au minimum. (Exemples : orifices dans les capots, passages de canalisations (ex : gaines de ventilation), boîtiers électriques, fentes autour des portes et fenêtres, vide entre les chambranles et les murs, etc.)

Pour colmater les fuites (apparentes et non apparentes), on utilisera des matériaux isolants (béton, plâtre) et non absorbants.

RECEPTION

Effectuer une campagne de vérifications grâce à des sonomètres et machines à frappes afin de contrôler le niveau d'isolation acoustique et déterminer si les exigences sont respectées ou non.



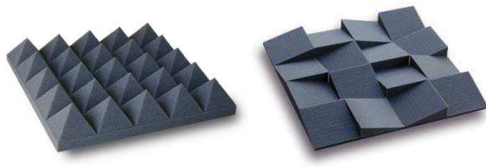
MISE EN ŒUVRE – DISPOSITIF PAR DISPOSITIF

CORRECTION ACOUSTIQUE

Pour la mise en œuvre des solutions de corrections acoustique on évoquera la pertinence des principes suivants :

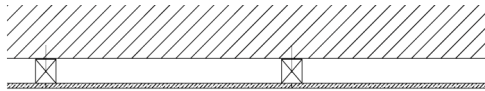
- Superposer autant que possible des matériaux afin de pouvoir lutter contre un large spectre de fréquence.
- Éviter les surfaces réfléchissantes parallèles en vis-à-vis.
- Morceler les surfaces d'intervention. Il est préférable de placer 10 panneaux de 1m² répartis sur une grande surface au sein du local corrigé acoustiquement plutôt qu'un seul panneau de 10m².

> Matériau absorbant



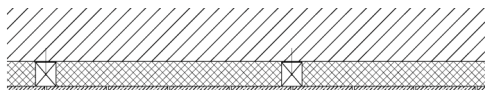
Ce type de matériau est nettement plus efficace aux hautes fréquences qu'aux basses fréquences. Les matériaux fibreux et les matériaux à porosité ouverte (moquette, rideaux, laine minérale, béton cellulaire, ...) possèdent de très bonnes caractéristiques au niveau de l'absorption. On peut augmenter leurs performances aux basses fréquences en augmentant leur épaisseur mais cela n'augmentera pas l'absorption pour les hautes fréquences.

> Panneaux fléchissant



De tels panneaux seront utilisés pour l'absorption de sons de basses fréquences. Il s'agit d'une plaque de contre-plaqué, clouée sur un cadre de bois à une certaine distance d'un mur. Le principe d'un tel système est d'absorber l'énergie acoustique du son incident en mettant le panneau en vibration et de « piéger » le son dans le vide derrière le panneau.

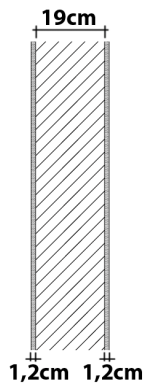
> Résonateurs



Le système sera d'autant plus efficace que la fréquence propre du résonateur est proche de la fréquence du son incident. Il s'agit d'une plaque perforée placée à une certaine distance d'une paroi. Le principe est d'absorber une partie de l'énergie du son incident en mettant en mouvement la masse d'air comprise dans chaque trou. On peut donc absorber un son d'une fréquence spécifique en choisissant adéquatement le diamètre des trous et l'épaisseur de la cavité. On peut également élargir le spectre d'absorption en variant le diamètre des trous.

ISOLATION ACOUSTIQUE DES MURS ET CLOISONS

> Murs massifs



Suivant la loi de masse, plus un mur est lourd, meilleure est l'isolation (aux bruits aériens).

L'indice d'affaiblissement acoustique moyen d'un mur massif, recouvert d'une couche de plâtre étanche et homogène, est de ± 47 dB.

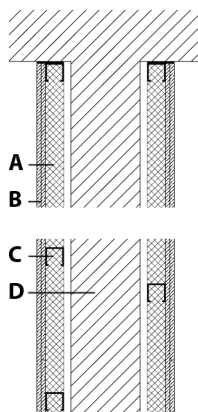
Importance de la finition sur l'acoustique d'un mur maçonné (réf : cstc) :

La finition permet d'atteindre l'étanchéité acoustique du mur maçonné et contribue donc significativement à ses performances d'atténuation du bruit.

Sur les blocs relativement "poreux", comme les blocs à base d'argile expansée, la présence du plafonnage revêt une importance capitale. L'indice R_w passe en effet de 25 dB pour un mur de 140 mm non enduit, à 43 dB pour un mur de même épaisseur, enduit sur une face. Une fois l'étanchéité assurée sur une face, le fait de plafonner les deux faces n'améliore pas sensiblement l'indice d'affaiblissement. Même chose pour l'épaisseur de l'enduit. C'est la présence de l'enduit qui compte.

Pour certains types de blocs, plus "étanches", la présence de l'enduit aura un effet moins significatif. Il en sera ainsi, pour les blocs de type silico-calcaire.

> Cloison de doublage pour mur massif ou mur mitoyen existant



Désolidarisation par joint souple, sur tout le pourtour de la cloison. Montant métallique anti-vibratile.

L'isolant doit être souple et non rigide.

Les plaques de plâtres sont posées à joints alternés pour limiter le risque de fuites sonores.

Ce type de solution est pratique et facile à mettre en œuvre en rénovation et permet une augmentation de l'indice d'affaiblissement acoustique.

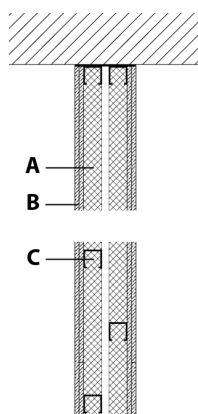
A = Isolant type absorbant acoustique ou souple (min 600 mm)

B = Double plaque de plâtre (12 mm x 2)

C = Structure bois ou métallique

D = Mur massif (ép. : 19 cm)

> Cloisons légères doubles



Désolidarisation par joint souple, sur tout le pourtour de la cloison.

Les montants métalliques sont de type anti-vibratile.

L'isolant doit être souple et non rigide.

Les plaques de plâtres sont posées à joints alternés pour limiter le risque de fuites sonores. Elles sont d'épaisseur différentes pour limiter le risque d'effet de résonance de la paroi.

Ces cloisons permettent d'obtenir des affaiblissement aussi ou plus élevés qu'une paroi simple en béton (± 47 dB).

La construction à paroi double idéale n'a pas de liaison mécanique rigide entre ses deux éléments.

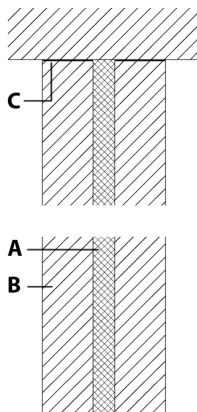
A = Isolant type absorbant acoustique ou souple (min 600 mm)

B = Double plaque de plâtre (12 mm + 15 mm)

C = Structure bois ou métallique



> **Murs doubles**



Désolidarisation par joint souple, sur tout le pourtour de la cloison. Attention à l'écrasement du joint lors de la pose de la dalle.

L'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi double dépend de :

- la masse surfacique de chacune des parois.
- la largeur de la lame d'air séparant les deux parois.
- l'épaisseur et le type de l'isolant placé entre les deux parements.
- la fréquence critique de chacun des parements. Idéalement, les parois seront différentes.
- la présence ou non de ponts phoniques

Ces cloisons, sans défaut de mise en œuvre, permettent d'obtenir des indices d'affaiblissement de l'ordre de 60 dB aux bruits aériens si les planchers contigus sont munis de chape flottante.

A = Isolant type absorbant acoustique ou souple – min 600 mm

B = Blocs de maçonnerie (90 mm ou 140 mm)

C = Joint souple

> **Murs de façade en maçonnerie**

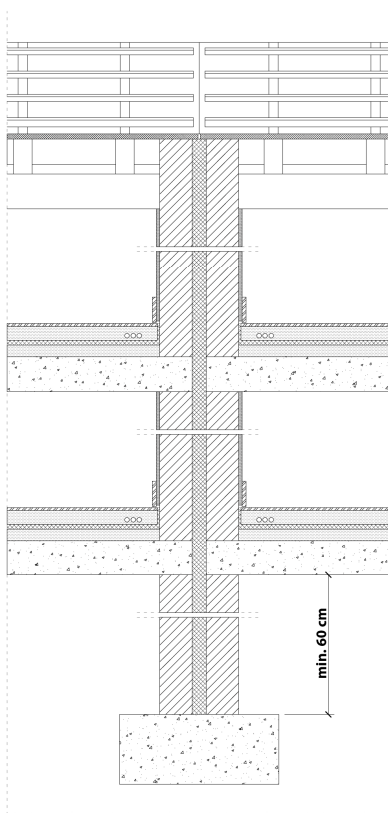
Ces murs ne fonctionnent pas comme des parois acoustiques doubles, vu la présence de crochets reliant la maçonnerie aux murs porteurs. Toutefois les façades massives présentent en général une isolation acoustique suffisante (cstc). L'amélioration de l'acoustique des façades se fait principalement par des interventions sur les portes, fenêtres et menuiseries. En cas d'exposition prononcée aux bruits extérieurs, des crochets pour maçonnerie comportant un bris acoustique peuvent être bénéfique.

> **Murs de façade en bois**

La construction à ossature en bois est un système de construction léger, ce qui implique que pour l'isolation acoustique on ne peut pas faire appel à la masse, mais qu'il faut prévoir des systèmes de masse-ressort-masse.

Pour une meilleure isolation aux bruits aériens, on peut entre autres prévoir une double couche de panneaux ou des panneaux plus lourds. Si on désire améliorer encore les performances (par ex. pour des parois mitoyennes), on peut dédoubler les parois (deux parois sans joints rigides, allant des fondations à la toiture). On peut également remplir la lame d'air entre les deux parties de la paroi au moyen de matériau d'isolation acoustique.

> Murs mitoyens



Il faut veiller à la désolidarisation totale entre les deux habitations.

L'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi double dépend de :

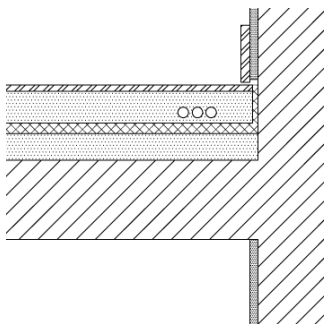
- La masse surfacique de chacune des parois.
- La largeur de la lame d'air séparant les deux parois.
- L'épaisseur et le type de l'isolant placé entre les deux parements.
- La fréquence critique de chacun des parements. Idéalement, les parois seront différentes.
- La présence ou non de ponts phoniques

Ces parois, sans défaut de mise en œuvre, permettent d'obtenir des indices d'affaiblissements de l'ordre de :

- 60 dB (masse surfacique cumulée des deux parois 400 kg/m²) à
- 65 dB (masse surfacique cumulée des deux parois 500 kg/m²).

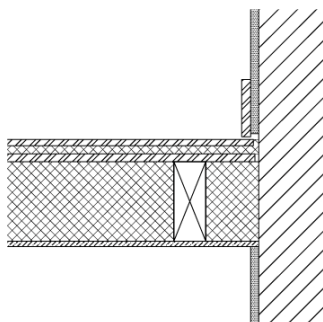
ISOLATION ACOUSTIQUE DES PLANCHERS ET PLAFONDS

> Dalle flottante pour plancher béton



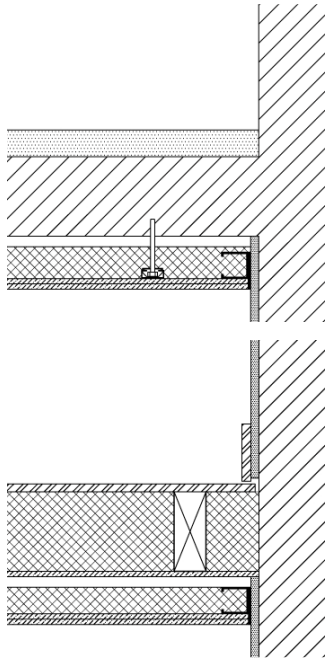
Le principe de la chape flottante est d'intégrer une couche intermédiaire souple entre la structure porteuse et la chape. Cette solution permet d'éviter la transmission des vibrations de la chape vers la structure porteuse mais également des vibrations extérieures générées sur la structure du bâtiment vers la chape flottante.

> Sous-plancher pour plancher bois



La solution la plus économique consiste à placer un matériau à propriétés résilientes sous le plancher afin de réduire l'intensité des chocs générés sur le celui-ci.

> Faux-plafond

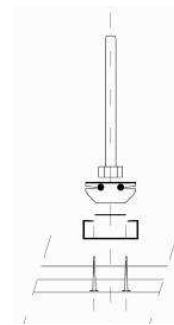
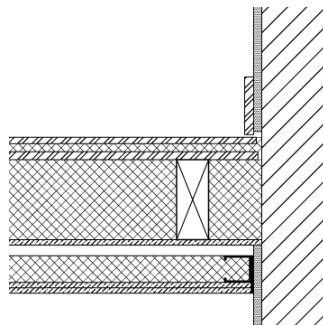
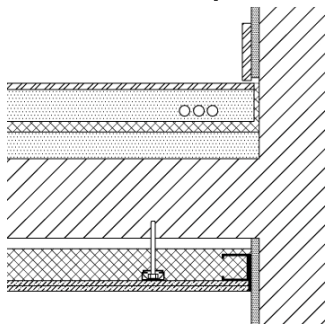


Le faux-plafond sera constitué de plaques de plâtre ou de fibroplâtre ou encore de plaques composites (constituées de plusieurs matériaux, p.ex. mousse de papier + fibres + plâtre...) sur lesquelles est déposée une couche d'isolant souple (50mm suffisent).

Le faux-plafond doit être mis en place par des fixations ou des suspentes antivibratoires et doit être désolidarisé des murs par un bandeau antivibratoire. Plus la lame d'air qui subsiste au-dessus du faux-plafond est grande, meilleur sera le résultat, mais si la hauteur sous plafond est limitée, une lame d'1cm donne déjà des résultats satisfaisants.

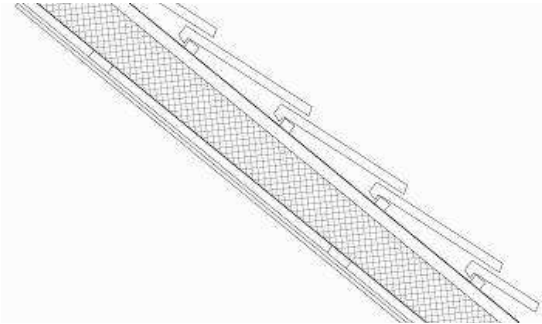
Concernant les bruits d'impacts, une intervention au-dessus du plancher sera toujours plus efficace que l'intervention au niveau d'un plafond. Si une intervention au niveau du plancher n'est pas possible, la seule solution envisageable consiste en l'ajout d'un faux-plafond "masse/ressort/masse", désolidarisé de la structure afin d'empêcher la transmission des vibrations du plancher (et donc du bruit) vers le local inférieur, ou inversement.

> Combinaison plancher - plafond



ISOLATION ACOUSTIQUE DES TOITURES

> Toiture à versants



L'isolation thermique, à elle seule, ne suffit pas ; elle doit être mise en œuvre de façon à constituer un complexe d'isolation qui fonctionne comme une cloison légère (masse-ressort-masse).

Pour obtenir une bonne isolation acoustique, il faut mettre en œuvre une sous-toiture lourde, en lieu et place de la simple feuille de polyéthylène microperforée, trop légère.

La composition idéale est la suivante (en commençant par l'extérieur) :

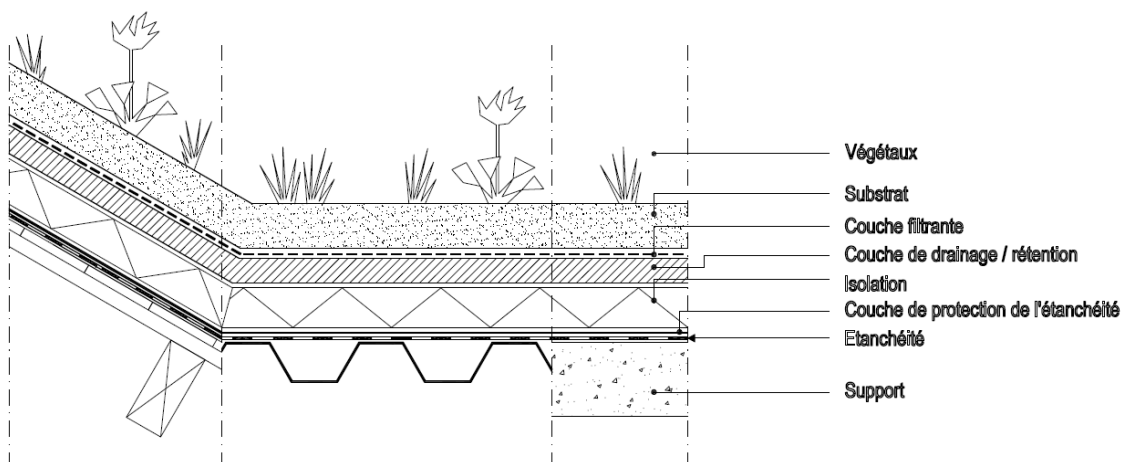
- **Couverture** de toiture ;
- **Sous-toiture** lourde en aggloméré de bois - idéalement deux panneaux (36 à 44 mm) si leur poids peut être supporté. La sous-toiture doit être étanche à l'eau mais laisser passer la vapeur. Les panneaux d'aggloméré peuvent être imprégnés de bitume ou combinés à une feuille de polyéthylène microperforée ;
- **Isolant** en panneaux, en rouleaux ou en vrac - au moins 12 cm - placé entre les pannes ou sous les pannes ;
- **Pare-vapeur** - ne pas oublier de laisser un espace entre le pare-vapeur et les plaques de finition pour le passage des canalisations ;
- **Panneaux de finition** - en plaques de plâtre, de fibro-plâtre ou autres, fixées à la charpente de manière antivibratoire (par des crochets spéciaux ou sur un cadre métallique léger). Si la structure permet de reprendre la surcharge, deux ou même trois plaques sont plus efficaces qu'une.

> Toiture plate

Le principe est ici aussi, de créer un complexe masse – ressort – masse.

Suivant le principe de masse, l'épaisseur d'isolant acoustique à mettre en œuvre pour une toiture constituée de matériaux lourds (hourdis, dalle de béton armé), sera plus petite.

La mise en œuvre d'une **toiture verte** améliore fortement les performances acoustiques d'une toiture plate.



ISOLATION ACOUSTIQUE DES BAIES (FENETRES ET PORTES)

Les fenêtres et portes font partie des zones acoustiques faibles d'une façade. Leur performance globale est déterminée par:

- **La conception du châssis** en elle-même : épaisseur, profilés (frappes dormant/ouvrant), étanchéité, etc.
On utilisera des châssis munis de joints d'étanchéités performants et de fermetures à plusieurs points. On veillera à une liaison châssis/vitrage étanche.
Le matériau utilisé importe peu pour la performance d'isolation acoustique.
- **La qualité de la mise en œuvre du châssis** (raccord châssis – maçonnerie).
Un manque d'étanchéité peut réduire à néant les performances de la fenêtre.
Lorsque les joints sont supérieurs à 5 mm, on les bouchera avec du mortier et non du silicone.
- **Le rapport entre la surface du châssis et la surface totale fenêtre.**
Par exemple, l'emploi d'un vitrage acoustique devient inutile lorsque le châssis compose pour plus de 40% de la surface totale d'une fenêtre ou d'une porte.
- **Les performances propres de la partie vitrée.** On veillera à utiliser des doubles vitrages avec des feuilles de verre d'épaisseur différentes pour augmenter le spectre de réactions aux différentes fréquences.

Composition (mm)	Rw (dB)
6-15-4	33
8-12-5	35
8-20-5	35
10-12-6	36
10-15-6	37
10-12-8	38

*Performances acoustiques des doubles vitrages
pour différents assemblages (source : UCL)*

- **Les dispositifs pour la ventilation** (même ceux pour la ventilation naturelle) qui n'affectent pas les performances d'isolation acoustique aux bruits aériens si ils sont bien conçus.

> Fenêtre présentant un Indice d'affaiblissement R < 35 dB

Le châssis n'influence pas les performances si :

- Le rapport surface châssis / surface vitrée < 30%
- La section du châssis en bois est de minimum 60 mm
On utilise des profilés en aluminium ordinaires
- On utilise des profilés simples en PVC

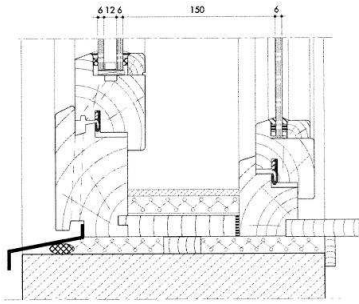
> Fenêtre présentant un Indice d'affaiblissement 35 dB < R < 40 dB

Le châssis n'influence pas les performances si :

- Le rapport surface châssis / surface vitrée < 30%
- La section du châssis en bois est de minimum 75 mm
On utilise des profilés en aluminium à coupure thermique
- On utilise des profilés en PVC épais, renforcés métalliquement



> Double fenêtre (R de 40 à 50 dB) pour une haute isolation aux bruits aériens



Ce type de fenêtre se compose de deux fenêtres totalement distinctes et consistera en général à conserver le châssis extérieur et à rajouter un nouveau châssis à l'intérieur.

L'isolation atteinte dépendra :

- Du choix du vitrage
- De l'épaisseur de la lame d'air et présence ou non d'un absorbeur acoustique. La lame d'air devra être supérieure à 40 mm pour être efficace.
- De la conception des châssis (épaisseur, masse, coupure thermique et étanchéité à l'air)
- Du type de jonction entre les deux châssis. Si les châssis sont totalement désolidarisés l'un par rapport à l'autre, il est possible d'augmenter l'affaiblissement acoustique R au-delà de 50 dB.

Source : http://www.bbri.be/antenne_norm/akoestiek/media/pdf_files/akoestiek/MAG%201998_3_acfenetres_2.pdf

> Portes

Comme les fenêtres, les portes font partie des zones acoustiques faibles d'une façade. Les serrures doivent être étanches. Pour améliorer le confort d'une façon significative, l'étanchéité des portes doit également être assurée au niveau du seuil.

DISPOSITIFS ACOUSTIQUES DES EQUIPEMENTS DE PLOMBERIE ET SANITAIRES

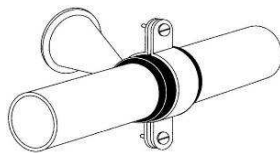
Il convient d'agir prioritairement directement sur la source pour qu'elle émette le moins de bruit possible et ensuite d'éviter que le bruit ne se propage dans l'installation ou dans la structure, par l'interposition de plots et **colliers** antivibratoires.

> Canalisations

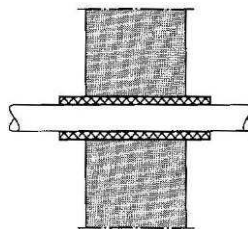
- Limiter la pression du système de distribution à 3 bars et limiter la vitesse de l'eau dans les canalisations (max 3 m/s)
- Préférer les canalisations lourdes aux canalisations légères
- Respecter le diamètre minimal des canalisations d'alimentation des appareils sanitaires :

Eviers, lavabos, douches :	12 mm
Lave-mains, W.C., urinoirs, machines à laver, lave-vaisselle :	10 mm
Baignoires :	14 mm
- Désolidariser les canalisations par rapport à la structure du bâtiment (murs, planchers, etc.) au moyen de colliers et fourreaux en matières résiliente

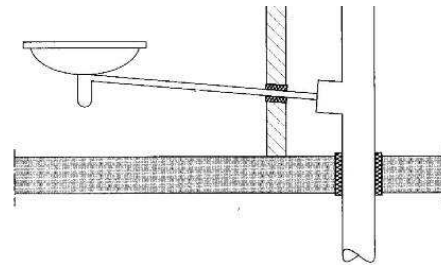
Collier antivibratoire



Canalisation + fourreau



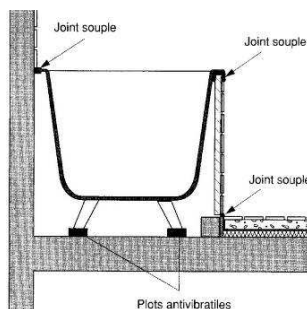
Evacuation des eaux usées – principes



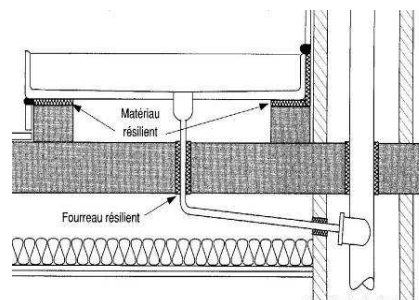
> Appareils sanitaires

- Choisir des appareils silencieux et émettant peu de vibrations.
- Désolidariser les appareils sanitaires par rapport à la structure du bâtiment.
- Eviter de placer le local émetteur près d'une chambre.
- Mettre en œuvre des séparations présentant un indice d'affaiblissement acoustique élevé.

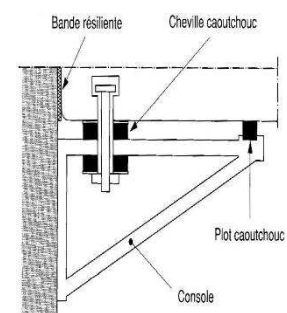
Désolidarisation d'une baignoire



Désolidarisation d'un bac de douche



Désolidarisation d'un lavabo



DISPOSITIFS ACOUSTIQUES DES EQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE

> Au niveau de la chaufferie – installations collectives

- Isoler le local de chauffe des autres locaux.
- Prévoir le local de chauffe avec des dimensions adéquates (un local correctement proportionné par rapport à l'installation qui s'y trouve est moins sensible à la résonance sonore).

> Au niveau de la chaufferie – installations individuelles

- Isoler la chaudière du reste du volume occupé/protégé
- Installer des cloisons de séparation ayant un indice d'affaiblissement acoustique élevé (dans le cas d'un petit local à chaudière, l'exécution soignée des joints et raccords entre les différentes parois et la porte donnant accès au local est de grande importance).

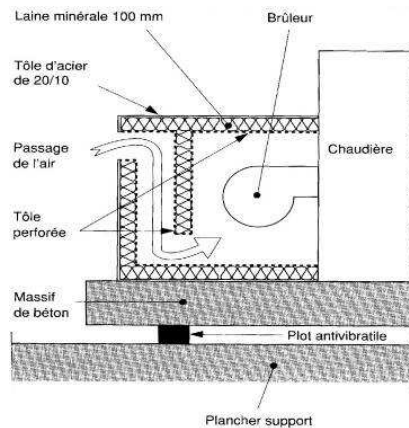
> Au niveau de l'installation de distribution

- Utiliser des manchons antivibratoires entre les gaines et l'appareil.
- Limiter la vitesse de l'eau à 1m/s dans les canalisations.

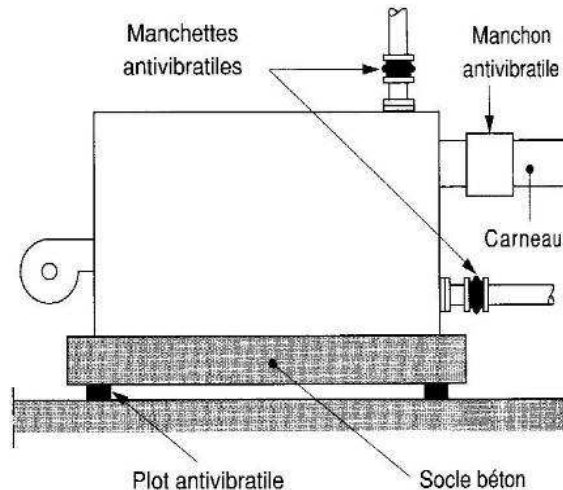
> Au niveau des appareils

- Prescrire des équipements techniques dont le niveau sonore est faible, émettant peu de vibrations.
- Mettre en œuvre un capot autour d'un brûleur. Cette solution, légère, est peu efficace contre les basses fréquences.
- Désolidariser les appareils par rapport à la structure du bâtiment au moyen plots ou fixations antivibratoires.

Capotage du brûleur



Désolidarisation de la chaudière / sol



DISPOSITIFS ACOUSTIQUES DES EQUIPEMENTS DE VENTILATION

> Au niveau du local technique

- Eloigner le local technique de ventilation des autres locaux.

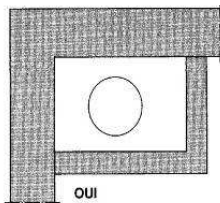
> Au niveau des appareils

- Choisir des ventilateurs silencieux et ayant une faible vitesse de rotation.
- Afin de réduire les bruits d'impacts, il faut relier les conduits d'aérations au ventilateur avec des manchons souples et poser le ventilateur sur une dalle en béton reposant sur des plots antivibratoire.

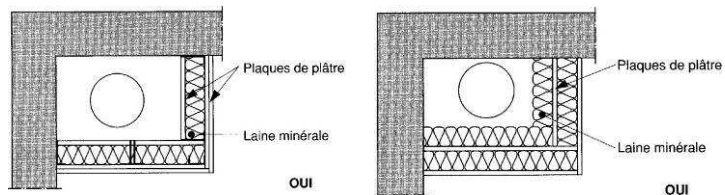
> Au niveau des gaines et conduites

- Munir les conduits et les bouches de ventilation de silencieux.
- Réaliser des entrées d'air acoustique qui permettent le passage de l'air, mais limitent les entrées sonores par des chicanes et des matériaux absorbants le long du trajet.
- La vitesse de l'air dans les conduits sera de 3 à 4 m/s maximum. Ces conduits doivent être étanche.
- Désolidariser les conduits des planchers par un matériau antivibratoire.
- Proscrire deux bouches situées au même niveau, sur le même conduit de ventilation, desservant deux appartements différents. Les bouches doivent être éloignées de 5 mètres minimum. Le mieux est de séparer les conduits et de desservir les étages pairs avec un conduit et les étages impairs avec l'autre conduit.
- Eviter les gaines en matériaux rigides et légers. Préférer l'utilisation de matériaux lourds ou de plusieurs plaques de (fibro) plâtre entre lesquelles est placé un isolant compressible (ex. de la laine de mouton, minérale, chanvre,...)

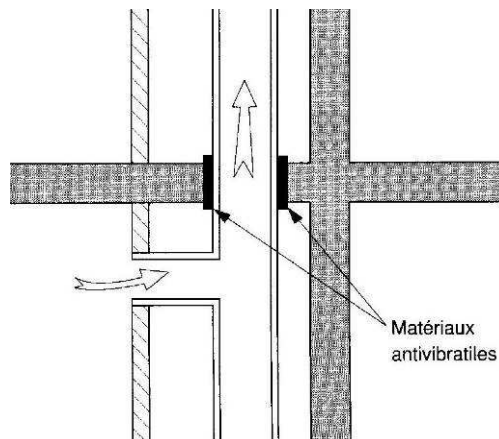
Gaine en matériaux lourds
 $\geq 150 \text{ kg/m}^2$



Gaines en plaques de plâtre et laine minérale



Désolidarisation des conduits au passage d'un plancher



INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

AUTRES ELEMENTS A GARDER À L'ESPRIT

Voici une liste de fiches dont les thématiques croisent celles du confort acoustique :

- MAT11 - Matériaux acoustiques à écobilans favorable
- MAT05 - Isolation thermique: choisir des matériaux sains et écologiques
- TER06 - Réaliser des toitures vertes

BIBLIOGRAPHIE

- ACTION ACOUSTIQUE, "supplément au Tu bâtis, je rénove" : Le bruit vous gêne, ne vous laissez pas faire ! , Mars 2007.
- BEAUMIER, Jean-Luc ; L'isolation phonique écologique, Matériaux et mise en œuvre, ISBN 978-2-914717-26-7 ; 2007
- CERTU, Confort Acoustique, Mémento techniques du bâtiment, Juillet 2003.
- CSTC, La nouvelle norme d'habitation NBN S 01-400-1, critères acoustiques pour les immeubles d'habitation, supplément à CSTC-contact N° 13 1ier trimestre 2007.
- CSTC, Cours d'hiver ; Acoustique du bâtiment : Bruits entre locaux – Réverbération (2ième partie), Novembre 2006.
- CSTC, Isolation acoustique des fenêtres (1ième partie), Notes d'informations techniques, Printemps 1998.
- CSTC, Isolation acoustique des fenêtres (2ième partie), Notes d'informations techniques, Automne 1998.
- DELPIRE, Xavier, L'architecte et l'isolation acoustique ; de la théorie à la pratique, Mémoire de fin d'études, ISA St Luc Bruxelles, promotion 2006-2007.
- HAMAYON, Loïc, Réussir l'acoustique d'un bâtiment, 2ième édition, Ed. LE
- HAMAYON Loïc. REUSSIR L'ACOUSTIQUE D'UN BATIMENT, Le moniteur, 2006

SITES INTERNET

- <http://www.cstc.be>
- <http://www.bruxellesenvironnement.be>
- <http://www.curbain.be>
- <http://www.insonorisation.wallonie.be>
- <http://www.sobane.be>
- <http://www.dbstop.com>
- <http://www.planete-acoustique.com/global.htm>
- <http://www.>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Acoustique_architecturale
- http://www.preventica.com/dossier_confort_acoustique.php
- <http://www.peutz.fr/index.php?page=lacoustique&cat=concepts&def=isolation>
- <http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/bruit/index.htm>.
- http://www.acoustique-gamba.fr/logiciels/acous_stiff.htm
- http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/cbd/cbd239_f.html
- <http://software.cstb.fr>
- <http://www.anah.fr/technique/tech-frameset.htm>
- http://www.actionacoustiques.be/isolation_principes_types_bruits.html

