

ACOUSTIQUE & BOIS Guide de préconisation



DES CONSTRUCTIONS PLUS FIABLES ET PLUS SÛRES

Sommaire

1. Introduction	3
2. Acoustique et bâtiment	
A - Le son	6
B - L'acoustique dans le bâtiment	10
C - L'acoustique dans le bâtiment bois	12
D - Exemple sur la performance des parois	14
E - Paramètres de calcul de la propagation du son	15
3. Produits adaptés	
A - Bande d'isolant phonique - SIT	20
B - Rondelle d'isolant phonique - SITW	21
C - Équerre renforcée pour CLT - ABR255	22
D - Équerre acoustique - ABAI	23
E - Gabarit de montage des ABAI - MOABAI	24
F - Fixations complémentaires	25
4. Solutions acoustiques	
A - Les différentes solutions acoustiques	28
B - Installation sans la bande isolante SIT	30
C - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur	32
D - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur et sous l'équerre	34
E - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur avec une équerre ABAI	36
5. Sur chantiers	
A - Étude de cas : La Gaité Montparnasse	40
B - Construction d'un immeuble locatif en Belgique	42
C - Construction d'un immeuble locatif au Royaume-Uni	43
D - Construction d'une résidence étudiante en France	44
E - Construction d'un immeuble mixte en France	45
6. Documents de référence	46
7. Lexique	47

1. Introduction



De nos jours, le confort acoustique est devenu un critère de qualité prépondérant dans la construction des bâtiments. Les bruits divers constituent une nuisance majeure qui se diffuse au sein des bâtiments et pénètre dans les zones de détente ou de travail. Des mesures constructives doivent être prises afin de limiter cette propagation avec des objectifs fixés en amont du projet. Le bois présente de nombreux atouts pour la construction de bâtiments et nécessite une étude acoustique plus approfondie qu'une construction en béton.

Afin de mieux déterminer les performances acoustiques du bâtiment, les caractéristiques de chaque élément doivent être définies. C'est pourquoi Simpson Strong-Tie vous propose ce guide qui aborde les performances de sa gamme acoustique pour la construction bois. Chaque solution est illustrée et présente des résultats issus d'essais en laboratoire. La volonté étant ici de partager des solutions qui garantissent des performances vis-à-vis de la propagation des ondes sonores dans la structure d'un bâtiment bois.



© CULLER

2. Acoustique et bâtiment

A - Le son	6
B - L'acoustique dans le bâtiment	10
C - L'acoustique dans le bâtiment bois	12
D - Exemple sur la performance des parois	14
E - Paramètres de calcul de la propagation du son	15

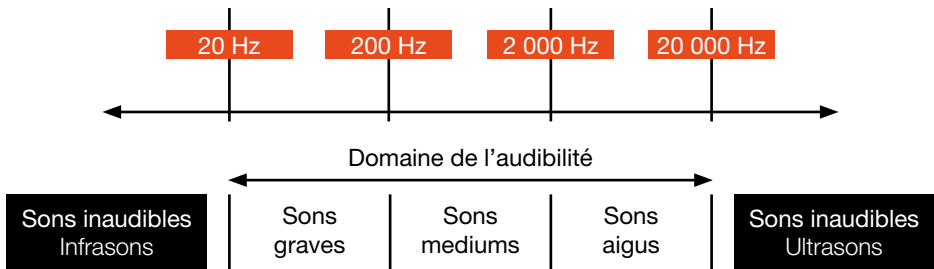
2. Acoustique et bâtiment

A - Le son

Le son est une onde qui se propage dans un milieu par le biais de la vibration des molécules. Ces vibrations viennent exercer une pression sur nos tympans, générant ainsi la sensation du son. Plusieurs caractéristiques permettent de définir un son. Dans ce document, nous nous intéresserons à deux d'entre-elles : la fréquence exprimée en Hertz [Hz], et l'amplitude, ou intensité, exprimée en décibels [dB].

Échelle des fréquences audibles

La fréquence d'un son caractérise le nombre d'oscillations par seconde, et définit si un son est grave ou aigu. L'oreille humaine n'est sensible qu'à une bande de fréquence comprise entre 20Hz et 20 000Hz.

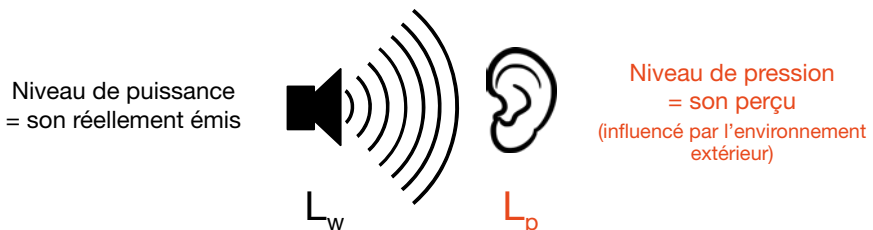


Définition de l'amplitude sonore

L'amplitude du son permet de faire la distinction entre un son faible (chuchotement) et un son fort (avion au décollage).

On peut distinguer deux types de niveau sonore :

- L_w : le niveau de puissance sonore qui est la puissance nécessaire pour générer les ondes sonores ;
- L_p : le niveau de pression sonore qui correspond au bruit que nous entendons.



2. Acoustique et bâtiment

On peut définir ces grandeurs avec les formules suivantes :

$$L_p = 20 * \log\left(\frac{P_e}{P_0}\right) \quad \left| \quad L_w = 10 * \log\left(\frac{W_e}{W_0}\right) = L_p + 10 * \log\left(\frac{S}{S_0}\right)$$

Ainsi on remarque que si on double la pression, l'amplitude du son augmente de 6dB, mais si on double la puissance de la source sonore, l'amplitude du son n'augmente que de 3dB.

Pour comprendre ceci, nous allons développer à partir des formules précédentes.

$$\text{Si : } P_e = P_0 \quad \text{alors : } L_p = 20 * \log\left(\frac{P_0}{P_0}\right) = 20 \log(1) = 0 \text{ dB}$$

On considère un niveau de pression acoustique L_{p1} pour une pression acoustique P_e , et un niveau de puissance L_{w1} pour une puissance sonore W_e .

$$L_{p1} = 20 * \log\left(\frac{P_e}{P_0}\right) \quad \left| \quad L_{w1} = 10 * \log\left(\frac{W_e}{W_0}\right)$$

Si la pression acoustique est doublée, on obtient :

$$L_p = 20 * \log\left(\frac{2 * P_e}{P_0}\right) = 20 * \log\left(\frac{P_e}{P_0}\right) + 20 * \log(2) = L_{p1} + 6 \text{ dB}$$

Maintenant si on double la puissance de la source sonore, cela donne :

$$L_w = 10 * \log\left(\frac{2 * W_e}{W_0}\right) = 10 * \log\left(\frac{W_e}{W_0}\right) + 10 * \log(2) = L_{w1} + 3 \text{ dB}$$

Lexique des grandeurs

- P_e : pression efficace de son considéré [Pa]
- P_0 : pression efficace de référence (2.10^{-5} Pa)
- W_e : puissance efficace [W]
- $W_0 = 1\text{pW} = 10^{-12}$ W
- S_e : surface de mesure [m²]
- S_0 : surface de référence (1m²)

2. Acoustique et bâtiment

Échelle des décibels

L'intensité des sons est exprimée en décibels dans une échelle allant de 0 dB(A), seuil de l'audition humaine, à environ 120 dB(A), limite supérieure des bruits usuels de notre environnement.

- **Le seuil de référence : 0 dB(A)**

Il correspond au niveau de pression acoustique minimal pour qu'un son puisse être perçu de nos oreilles. A ces faibles niveaux, nous captions les sons provenant de notre propre corps (articulations, battements de cœur, circulation sanguine, etc.) ce qui peut être déstabilisant.

- **Les niveaux d'apparition des effets extra-auditifs du bruit : 40-50 dB(A)**

Pour des niveaux d'exposition à des niveaux supérieurs à 40 dB(A) la nuit et à 50-55 dB(A) en journée, l'OMS considère que des effets extra-auditifs du bruit peuvent se manifester : troubles du sommeil, gêne, risques cardiovasculaires accrus, difficultés de concentration et retards dans les apprentissages.

- **Le seuil de risque pour l'audition : 80 dB(A)**

Il s'agit d'une valeur importante qui sert de base à la réglementation « bruit au travail ». A partir de ce seuil, l'employeur se doit d'apporter une information sur les risques auditifs encourus, de proposer un contrôle de l'audition (facultatif) et de mettre à disposition de ses salariés des protections auditives adaptées. A partir de 80 dB(A), la durée d'exposition à la source de bruit est un facteur important de risque.

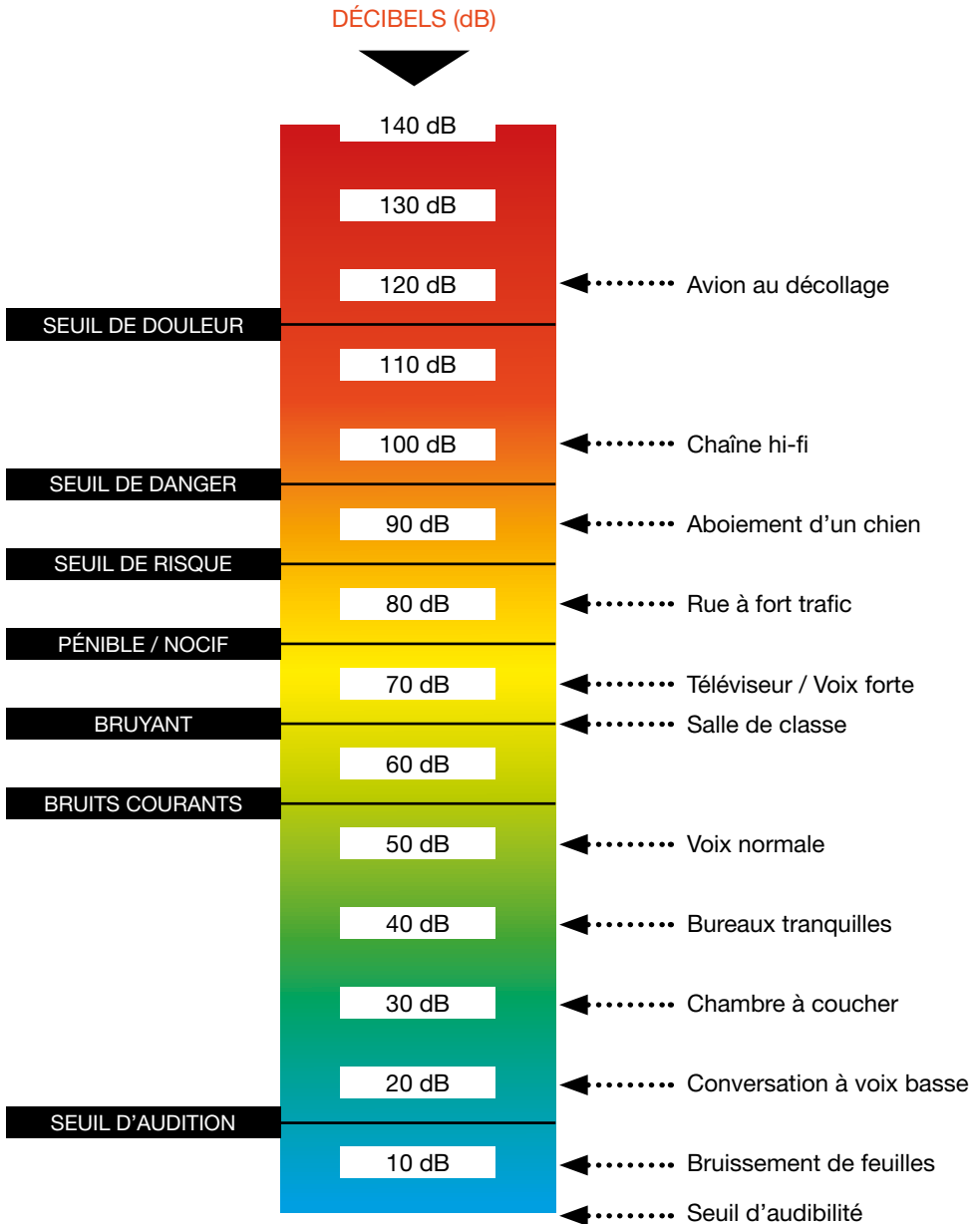
Toujours selon la réglementation « bruit au travail », lorsque le salarié est exposé à un niveau de 85 dB(A) sur une période de 8h, le port de protections auditives est obligatoire.

- **Le seuil de douleur : 120 dB(A)**

Le seuil de 120 dB(A) marque le début de la douleur. Nos oreilles nous font mal. C'est un message d'alerte... qui arrive bien tard !

En effet, les seuils de danger pour l'audition et de détection de la douleur sont séparés de 40 dB(A) environ.

2. Acoustique et bâtiment



2. Acoustique et bâtiment

B - L'acoustique dans le bâtiment

Dans le domaine du bâtiment, les nuisances acoustiques ont un impact direct sur la qualité de vie et la santé au quotidien. Des normes et des réglementations sont mises en place afin de garantir un confort acoustique optimal aux occupants et usagers des locaux.

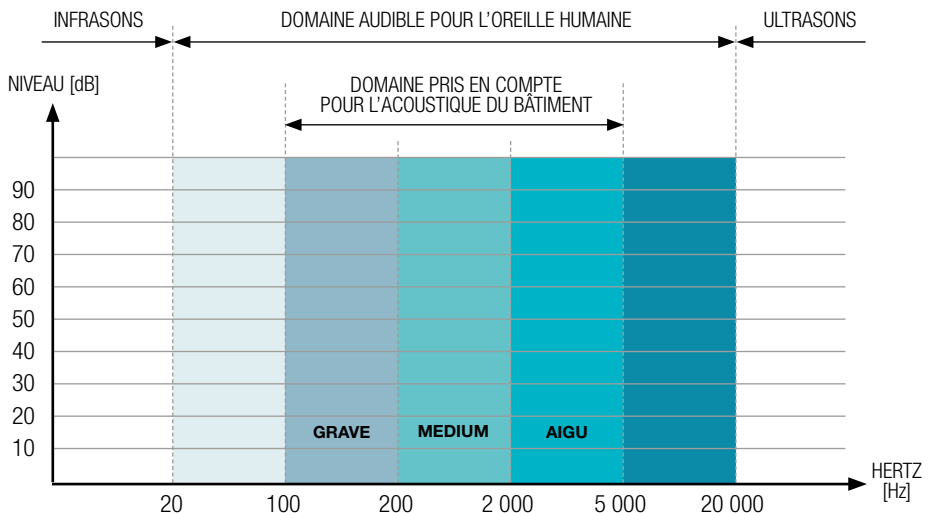
En France, l'isolation acoustique dans les bâtiments doit répondre à des exigences réglementaires. La Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) fixe des objectifs sur les performances acoustiques des bâtiments dont le permis de construire a été déposé à compter du 1er janvier 2000. L'arrêté du 30 juin 1999 du Code de la construction et de l'habitation, article R 111-4, relatif à l'arrêté du 30 mai 1996 précise les caractéristiques acoustiques requises pour les bâtiments neufs, ainsi que pour les surélévations et les extensions.

Les exigences minimales contenues dans la NRA sont les suivantes :

- isolement aux bruits extérieurs $D_{nTA,tr} \geq 30$ dB
- isolement aux bruits intérieurs $L_{n,w} \geq 53$ dB
- bruits d'impacts reçus $L'_{nT,w} \leq 58$ dB

Le respect des réglementations en vigueur ne rendra pas forcément un bâtiment agréable à vivre. Aucune réglementation ne prend en compte les bruits basses fréquences se trouvant sous la barre des 100Hz. Ces bruits peuvent être à l'origine de nuisances importantes, car les sons basses fréquences sont difficiles à atténuer.

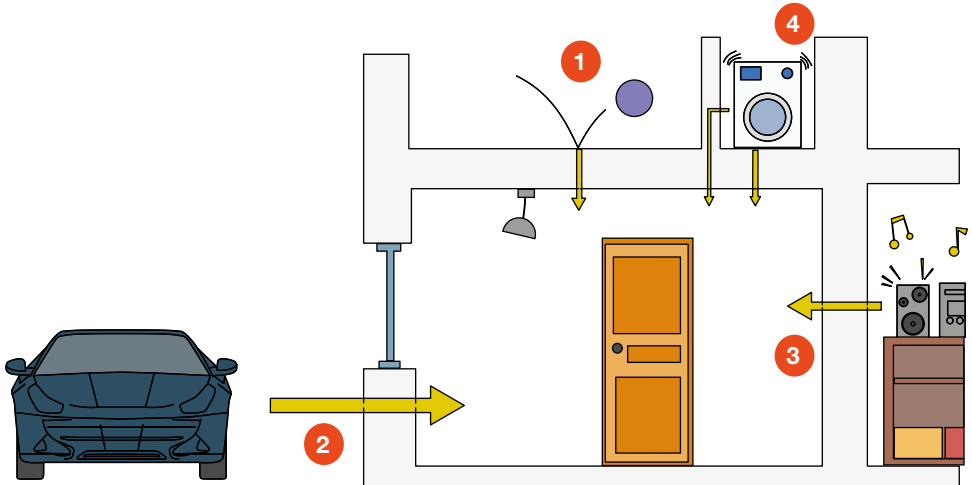
La perception des basses fréquences est différente des autres fréquences. Lorsque l'amplitude est faible, elles ne sont pas perceptibles, mais quand elles deviennent audibles, la sensation de son amplitude augmente plus vite qu'avec les autres fréquences. Pour palier à cela, une solution existe : désolidariser les éléments pour atténuer la propagation des ondes basses fréquences.



2. Acoustique et bâtiment

Les différentes sources de bruit

Les réglementations distinguent plusieurs sources de bruit : les bruits d'impact ou de choc (pas, chute d'objet, claquement de porte), les bruits aériens extérieurs (avion, circulation), les bruits aériens intérieurs (TV, discussions) et les bruits d'équipements qui combinent les bruits aériens intérieurs, et les bruits d'impact.



1

Bruits d'impact :

Le bruit d'impact est directement provoqué par le choc d'un élément contre une paroi qui la fait vibrer. On parle également de bruit solidien.

2

Bruits aériens extérieurs :

Lorsque le bruit aérien extérieur entre en contact avec une paroi, il fait «vibrer» la façade du bâtiment.

3

Bruits aériens intérieurs :

Lorsque le bruit aérien intérieur entre en contact avec une paroi il se diffuse dans toutes les parois adjacentes.

4

Bruits d'équipements :

Le bruit d'équipement se transmet par voie aérienne et sous forme de bruit d'impact (vibrations d'une machine à laver, un ascenseur).

2. Acoustique et bâtiment

C - L'acoustique dans le bâtiment bois

Afin de garantir une bonne isolation acoustique, une solution fréquente dans le bâtiment consiste à augmenter la masse des parois. En effet, plus une paroi est lourde, plus il sera difficile de la faire vibrer. C'est ce qui est couramment appelé la loi de masse.

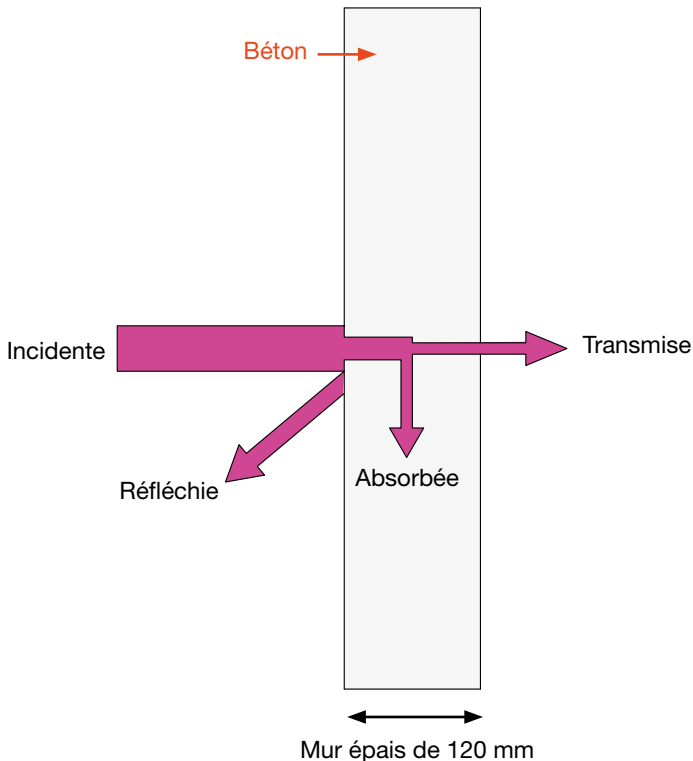
Cependant, il n'est pas toujours facile d'augmenter la masse des parois. C'est pourquoi il est possible d'utiliser le système masse-ressort-masse qui consiste à séparer deux parois avec un matériau qui jouera le rôle de ressort comme de l'air ou de l'isolant.

Augmenter l'épaisseur d'isolant entre les parois n'aura qu'un effet sur l'isolation thermique et non sur l'isolation acoustique, car contrairement aux idées reçues, l'amélioration de l'isolation thermique ne rime pas avec amélioration de l'isolation acoustique.

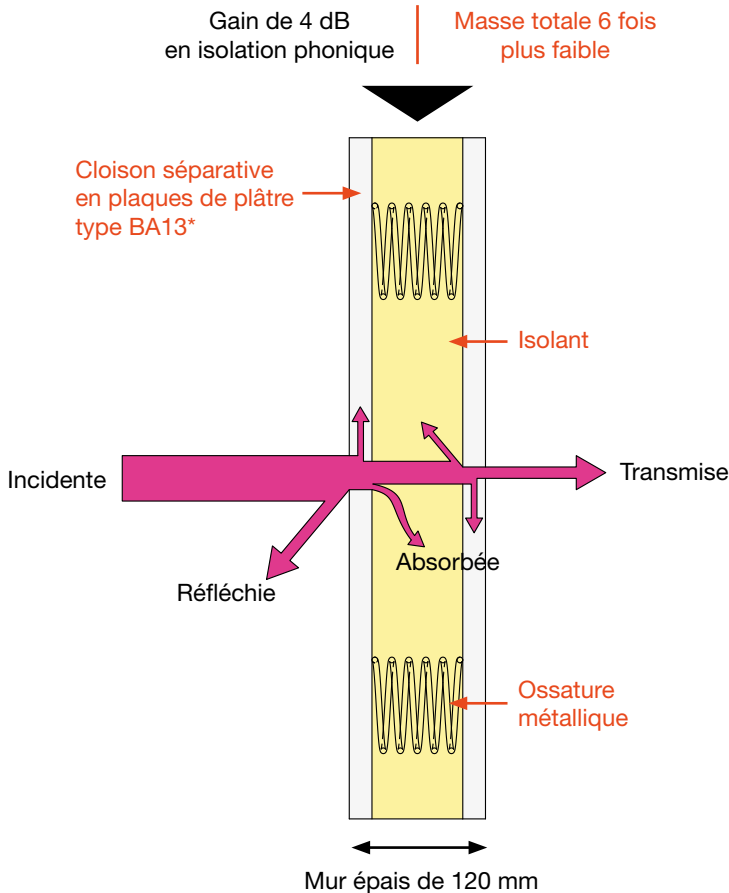
La dernière solution consiste à désolidariser les différents éléments. En effet, si un élément vibre mais pas le suivant, le son ne sera pas transmis et restera là où il est émis.

La règle des masses : loi masse - ressort - masse

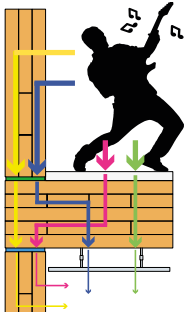
Pour un matériau homogène, plus sa densité est forte, plus il est isolant phoniquement !



2. Acoustique et bâtiment



Au contact d'un matériau, l'onde incidente est en partie réfléchiée et absorbée, le reste de l'onde est transmis à la pièce adjacente.



En acoustique du bâtiment, le principe est simple, augmenter la masse afin d'améliorer les performances. Dans le bâtiment bois, un des avantages de la structure est sa légèreté ($\sim 550 \text{ kg/m}^3$ pour du CLT contre $\sim 2200 \text{ kg/m}^3$ pour du béton), ce qui en fait une faiblesse pour les performances acoustiques si on considère la loi de masse. Il faut alors combiner les différentes méthodes pour obtenir les performances souhaitées (isolation, apport de masse et désolidarisation).

Simpson Strong-Tie intervient sur la désolidarisation et en particulier sur la désolidarisation des parois et l'étanchéité au niveau des jonctions de parois.

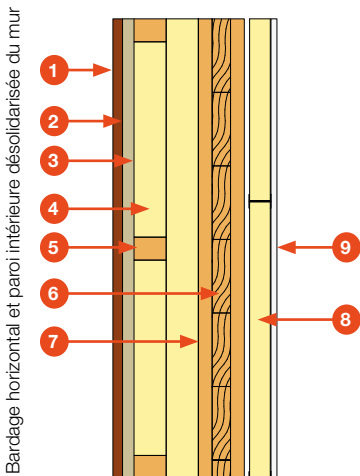
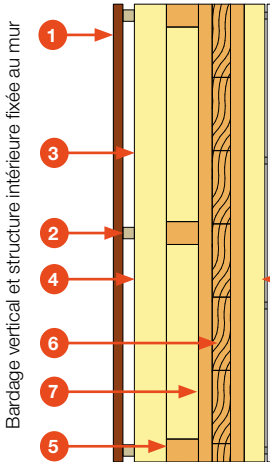
*BA13 : Plaque de plâtre 13 mm d'épaisseur

2. Acoustique et bâtiment

D - Exemple sur la performance des parois

L'étude ACOUBOIS financée par le CODIFAB donne les performances des parois isolées en fonction de différents paramètres. Ci-dessous un exemple du calcul de l'indice d'affaiblissement acoustique aux bruits extérieurs R_w+C_{tr} .

Façade en panneaux massifs contrecollés (CLT) : $[R_w + C_{tr}]_{base} = 39 \text{ dB}$



- 1 Bardage bois 21 mm (assemblage rainure-languette)
- 2 Liteaux bois ménageant une lame d'air de 25 mm minimum
- 3 Pare-pluie
- 4 Double couche d'isolant rigide ou semi-rigide en laine minérale de 70 mm maximum entre ossatures bois secondaires
- 5 Ossature bois secondaire double croisée 70x50 mm²
- 6 Panneau CLT de 93/94 mm minimum (sous avis technique)
- 7 Pare vapeur éventuel
- 8 Fourrures métalliques avec appui ponctuel intermédiaire, intégrant une laine minérale ou un isolant bio-sourcé de 45 mm, ou
 - Tasseau bois horizontaux ou verticaux intégrant une laine minérale ou un isolant bio-sourcé de 45 mm: $\Delta[R_w+C_{tr}] = - 5 \text{ dB}$
 - Montants métalliques de 48 mm indépendants de l'ossature bois, intégrant une laine minérale ou un isolant bio-sourcé de 45 mm : $\Delta[R_w+C_{tr}] = + 1 \text{ dB}$
- 9 Parements constitués de 1 BA13*, ou
 - 1 BA13 dB : $\Delta[R_w+C_{tr}] = + 4 \text{ dB}$
 - 1 BA18 : $\Delta[R_w+C_{tr}] = + 4 \text{ dB}$

Il est possible de cumuler trois corrections, dont la somme sera plafonnée à $\Delta[R_w+C_{tr}] = + 8 \text{ dB}$

L'ensemble de l'étude ACOUBOIS est disponible sur le site du CODIFAB (<https://www.codifab.fr>).

Cet exemple démontre l'effet bienfaiteur :

- de la désolidarisation ; il est possible de gagner 1dB en désolidarisant les montants,
- de l'apport de masse ; en optant pour du BA13 db qui est un BA13* alourdi, on peut gagner jusqu'à 4 dB.

Dans certaines configurations, ce gain peut être encore plus important.

2. Acoustique et bâtiment

E - Paramètres de calcul de la propagation du son

Indice d'affaiblissement en intérieur et niveau de bruits de choc

L'étude acoustique dans le bâtiment permet d'appréhender la propagation du son dans le bâtiment entre plusieurs pièces.

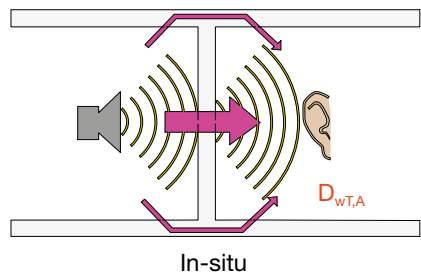
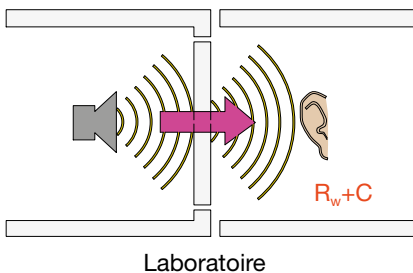
Plusieurs paramètres ont été mis en place afin de quantifier les performances acoustiques. Certains permettent d'évaluer les performances acoustiques des séparatifs comme l'indice d'affaiblissement acoustique $R_w(C;C_{tr})$, d'autres évaluent le niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L_{n,w}$.

Certains paramètres sont propres à un bâtiment et servent à évaluer les performances acoustiques in-situ, à savoir l'isolement acoustique standardisé $D_{nT,w}(C;C_{tr})$ et le niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L'_{nT,w}$.

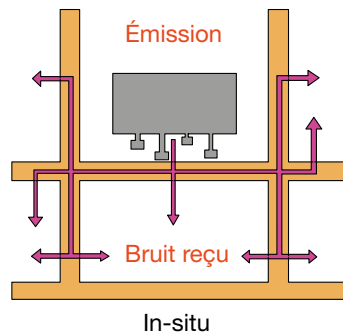
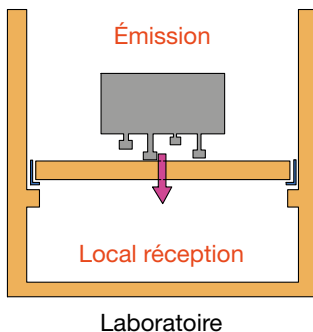
Les valeurs R_w et $L_{n,w}$ sont issues d'essais en laboratoire, avec $L_{n,w}$ le niveau global calculé selon la norme NF EN ISO 717-2 à partir du spectre L_n , le niveau de pression acoustique en dB dans le local réception mesuré en laboratoire selon la norme NF EN ISO 10140-1 et 3.

Ces valeurs se distinguent de celles mesurées in-situ, car dans le bâtiment, les transmissions latérales, les défauts ou autres différences de mise en œuvre diffèrent de la maquette ayant servi aux mesures en laboratoire.

Bruits aériens



Bruits de chocs

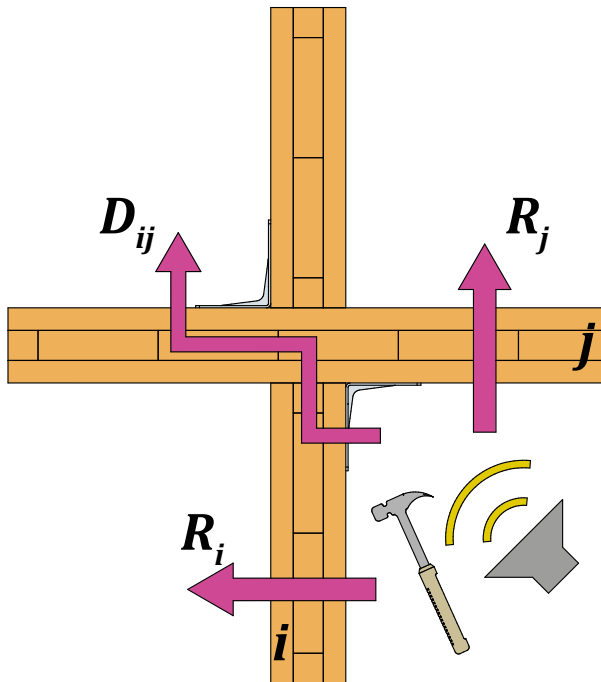


2. Acoustique et bâtiment

Calcul des transmissions latérales - Méthode dite de Gerretsen (1986) - EN12354-1

C'est en 2000 qu'est publiée la norme EN12354 contenant un modèle de calcul d'estimation du bruit aérien entre les pièces dans les bâtiments. Elle est basée sur la méthode de Gerretsen et utilise des valeurs mesurées caractérisant les transmissions directes et indirectes des éléments mis en jeu.

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_j}{2} + \frac{D_{ij} + D_{ji}}{2} + 10 * \log\left(\frac{S_0}{\sqrt{S_i * S_j}}\right)$$



R_{ij} est l'indice d'affaiblissement acoustique selon le chemin de passage de i vers j

R_i et R_j sont respectivement l'indice d'affaiblissement des parois i et j

D_{ij} et D_{ji} sont les facteurs de réduction vibratoire des chemins i vers j et j vers i

S_0 est la surface de référence égale à 10 m²

S_i et S_j sont les surfaces des parois i et j

2. Acoustique et bâtiment

Ce qui nous intéresse ici, c'est la prise en compte du chemin emprunté par l'onde, car dans le cadre d'un bâtiment bois, les connecteurs Simpson Strong-Tie font partie intégrante des liaisons entre les différents éléments et donc des performances acoustiques du bâtiment.

La norme EN12354 donne des expressions des indices de réduction vibratoire entre deux éléments i et j : K_{ij} , que nous retrouvons dans la partie 5 de ce guide avec les solutions Simpson Strong-Tie associées, ainsi que dans les équations suivantes :

$$D_{v,ij,n} = K_{ij} = \frac{D_{ij} + D_{ji}}{2} + 10 * \log\left(\frac{l_{ij} * l_0}{\sqrt{S_i * S_j}}\right)$$

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_j}{2} + K_{ij} + 10 * \log\left(\frac{S_0}{l_{ij} * l_0}\right)$$

l_{ij} est la longueur de liaison entre i et j

Ceci nous permet de calculer l'indice d'affaiblissement R_{ij} de chaque chemin pour déterminer l'affaiblissement acoustique global R' :

$$R' = -10\log\left(10^{-\frac{R}{10}} + \sum_{ij} 10^{-\frac{R_{ij}}{10}}\right)$$

R est l'indice d'affaiblissement acoustique des différentes parois.

L'affaiblissement acoustique global R' nous permet de calculer l'isolement acoustique normalisé D_{nT} :

$$D_{nT} = R' - 10\log\left(\frac{V}{6T_0S_s}\right)$$

T_0 est une durée de réverbération de référence égale à 0.5s

V est le volume de la pièce de réception [m^3]

S est la surface de la paroi séparant les deux locaux [m^2]



3. Produits adaptés

A - Bande d'isolant phonique - SIT	20
B - Rondelle d'isolant phonique - SITW	21
C - Équerre renforcée pour CLT - ABR255	22
D - Équerre acoustique - ABAI	23
E - Gabarit de montage des ABAI - MOABAI	24
F - Fixations complémentaires	25

3. Produits adaptés

A - Bande d'isolant phonique - SIT

La bande SIT est un matériau d'isolation conseillé dans les structures en CLT devant respecter un haut niveau de performance acoustique. Elle garantit une isolation phonique entre les murs et les planchers bois. Le choix de la densité des bandes dépend du poids du mur.



Matière

- Polyuréthane à structure cellulaire fermée
- Épaisseur : 6, 12,5 et 25 mm

Avantages

- Disponible en bande de longueur 2 mètres, largeur découpable à la demande
- Absorption des vibrations
- Résiste en milieu humide : pas de perte de performance, ni de réaction à l'eau
- Durée de vie estimée de 50 ans

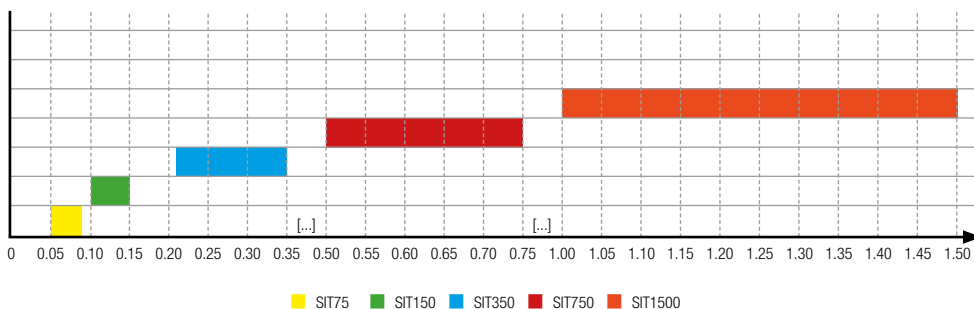
Propriétés mécaniques

Code article	Couleur	Pression dynamique ⁽¹⁾	Pic de pression ⁽¹⁾	Facteur de perte mécanique ⁽²⁾	Module E statique ⁽²⁾	Module E dynamique ⁽²⁾	Module de cisaillement statique ⁽²⁾	Module de cisaillement dynamique ⁽²⁾
SIT75	Yellow	0.12	2	0.06	0.63	0.92	0.16	0.27
SIT150	Green	0.25	3	0.03	1.25	1.65	0.22	0.35
SIT350	Blue	0.5	4	0.03	2.53	3.25	0.35	0.52
SIT750	Red	1.2	6	0.04	5.21	8.88	0.8	1.22
SIT1500	Orange	2	8	0.05	9.21	16.66	1.15	1.69

Les valeurs données dans ce tableau sont exprimées en N/mm².

(1) Les valeurs s'appliquent pour un facteur de forme $q = 3$. (2) Mesuré par la limite supérieure du secteur de performances statiques.

Charges statiques admissibles par type de SIT [N/mm²]



3. Produits adaptés

B - Rondelle d'isolant phonique - SITW

La rondelle SITW s'associe à la bande SIT pour constituer un système performant dans les structures en CLT devant respecter un haut niveau de performance acoustique. Elle s'intercale entre une rondelle métallique et le CLT lors de l'assemblage par vis, évitant la transmission des vibrations par les fixations.



Matière

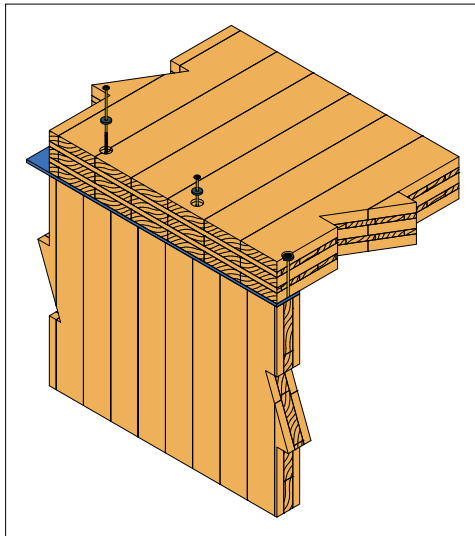
- Polyuréthane à structure cellulaire fermée

Avantages

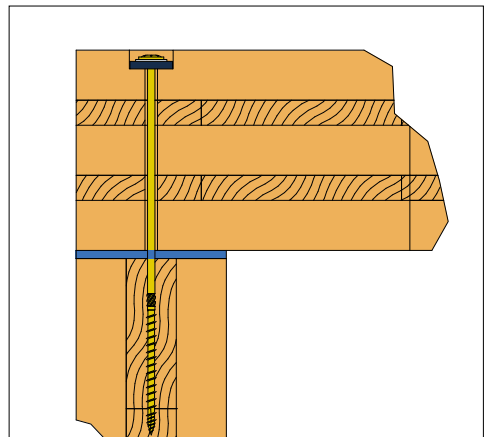
- Réduction du transfert phonique entre les composants de la structure
- Étanchéité à l'air améliorée

Dimensions et perçages

Code article	Ø vis [mm]	Dimensions des rondelles [mm]				Pré-perçage [mm]	
		Ø intérieur	Ø extérieur	Épaisseur	Tolérance	Ø partie lisse vis	Ø extérieur rondelle
SITW-M0608	6 ou 8	8.5	34	6	0.5	8 ou 10	35
SITW-M1012	10 ou 12	12.5	49	6	0.5	12 ou 14	30



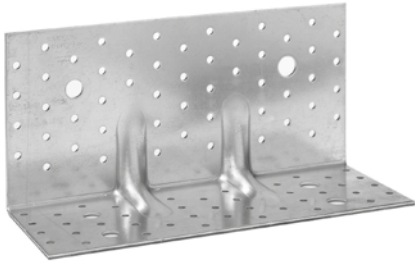
Le premier élément CLT doit être pré-percé pour éviter la transmission de la vibration dans la partie lisse de la vis.



3. Produits adaptés

C - Équerre renforcée pour CLT - ABR255

L'équerre renforcée ABR255 a été spécialement développée pour la fixation de panneaux CLT sur support bois ou support béton. Très polyvalente, elle est particulièrement résistante en cisaillement grâce à une géométrie optimisée.



Matière

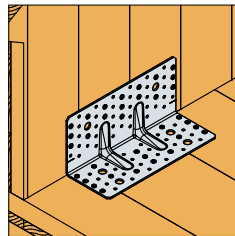
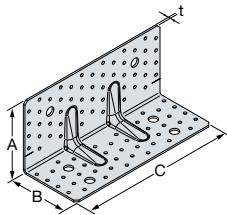
- Acier galvanisé S250GD + Z275 suivant la norme NF EN 10346
- Épaisseur : 3 mm

Avantages

- Idéale pour une utilisation en bâtiment CLT
- Grande polyvalence : peut être fixée sur support bois et support béton
- Performances élevées pour des directions d'efforts horizontales ($R_{2,k}/R_{3,k}$) et verticales ($R_{1,k}$)

Dimensions et perçages

Code article	Dimensions [mm]				Perçage Aile A		Perçage Aile B	
	A	B	C	t	Ø5	Ø14	Ø5	Ø14
ABR255	120	100	255	3	52	2	41	4



Valeurs caractéristiques - Bois sur bois - Clouage partiel

Code article	Fixations			Valeurs caractéristiques - Bois C24 - 1 équerre [kN]							
	Aile A	Aile B	Type	$R_{1,k}$		$R_{2,k} = R_{3,k}$		$R_{4,k}$		$R_{5,k}$	
	Qté	Qté		4.0x50	4.0x60	4.0x50	4.0x60	4.0x50	4.0x60	4.0x50	4.0x60
ABR255	24	21	CNA	min (15,6/ kmod [^] 0,4 ; 26,2 / kmod)	min (18,1/ kmod [^] 0,4 ; 26,2 / kmod)	28.6	31.4	15.9	18.3	10.8/ kmod [^] 0.3	min (12.7/ kmod [^] 0.3 ; 12.8 / kmod)

3. Produits adaptés

D - Équerre acoustique - ABAI

L'équerre acoustique ABAI est une équerre innovante car elle associe une équerre classique à un matériau d'isolation acoustique. Elle permet la connexion entre éléments de mur et de plancher en panneaux multiplis (CLT), tout en garantissant une isolation phonique grâce à une bande préinstallée de 12 mm sous l'équerre.



Matière

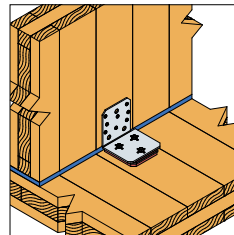
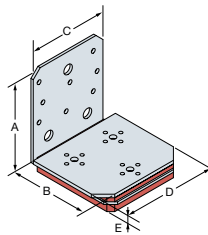
- Acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346
- Épaisseur : 3 mm

Avantages

- Réduction du transfert phonique entre composants de la structure
- Étanchéité à l'air améliorée
- Solution rapide à mettre en œuvre

Dimensions et perçages

Code article	Dimensions [mm]						Perçage Aile A		Perçage Aile B
	A	B	C	D	E	t	Ø5	Ø11	Ø7
ABAI105	113	103	90	106	18	3	8	3	3



Valeurs caractéristiques - Bois sur bois - Clouage total

Code article	Fixations				Valeurs caractéristiques - Bois C24 - 1 équerre [kN]			
	Aile A		Aile B		$R_{1,k}$	$R_{2,k} = R_{3,k}$	$R_{4,k}$	$R_{5,k}$
	Qté	Type	Qté	Type				
ABAI105	8	CNA4.0x60	3	SDS25600	7.9/kmod	5.9/kmod	7.3/kmod	5.4/kmod

3. Produits adaptés

E - Gabarit de montage des ABAI - MOABAI



Ce gabarit permet l'installation des équerres acoustiques ABAI. Il évite l'écrasement de la bande sous l'équerre lors de la fixation de cette dernière.


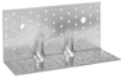


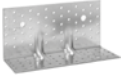




GABARIT DE MONTAGE MOABAI

<p>1 Positionnement de l'équerre ABAI.</p>	<p>2 Mise en place du gabarit MOABAI sous la plaque supérieure de l'équerre.</p>
<p>3 Pose des vis spéciales (SDS25600) dans le sol au moyen de l'embout fourni...</p>	<p>4 ...jusqu'à ce que la plaque supérieure de l'ABAI se situe sur les bords des blocs d'écartement.</p>
<p>5 Retrait latéral des blocs d'écartement par de légers coups de marteau sur un taquet.</p>	<p>6 Retrait du moule de montage MOABAI vers l'avant et clouage de l'équerre ABAI au mur avec pointes d'ancrage CNA4.0x60.</p>

3. Produits adaptés

F - Fixations complémentaires

Connexions bois sur bois

CNA		Traditionnellement, la fixation s'effectue à l'aide de pointes crantées CNA.		p. 22
				p. 23
CSA		La vis CSA peut remplacer la pointe CNA pour simplifier la pose.		p. 22
SDS		La vis SDS est une vis bois structurelle idéale pour l'installation d'équerre acoustique.		p. 23
ESCR		La vis ESCR est utilisée pour une large gamme d'applications dans la construction bois.		p. 21

Retrouvez nos catalogues de solutions sur :



strongtie.eu





4. Solutions acoustiques

A - Les différentes solutions acoustiques	28
B - Installation sans la bande isolante SIT	30
C - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur ...	32
D - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur et sous l'équerre	34
E - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur avec une équerre ABAI	36

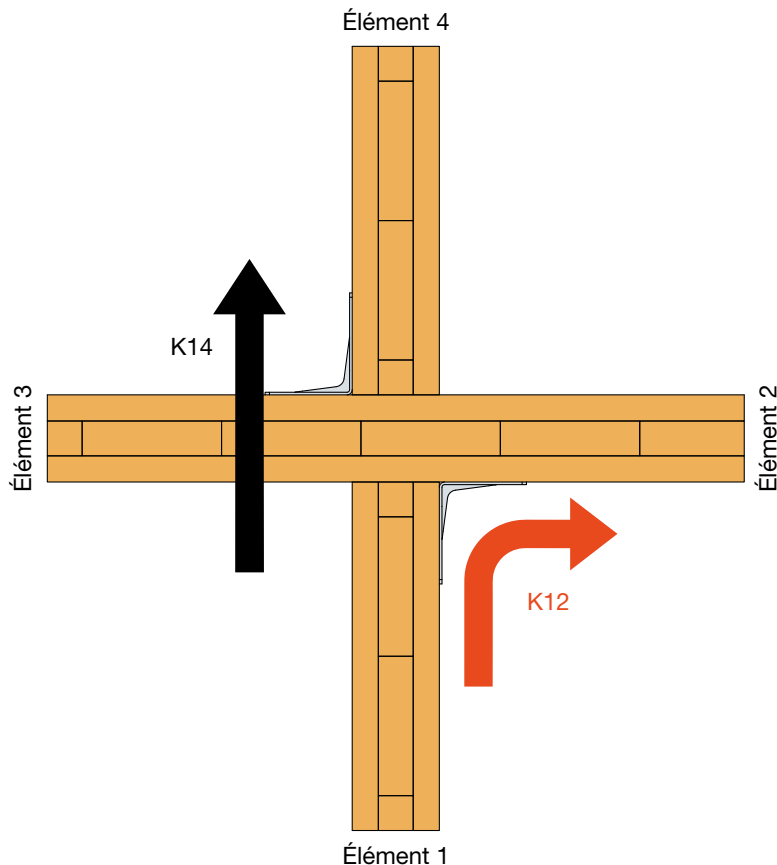
4. Solutions acoustiques

A - Les différentes solutions acoustiques

La performance acoustique des produits Simpson Strong-Tie a été évaluée par le laboratoire BOIS HD groupe ESB et est disponible dans le rapport BHD18705, version du 21/10/2019.

Les valeurs des indices d'affaiblissement vibratoire K_{ij} ont été déterminées à partir d'essais conformément aux normes NF EN ISO10848-1:2017 et NF EN ISO 10848-4:2017 qui, respectivement, régissent les calculs de l'indice d'isolement vibratoire et les méthodes d'essais.

La configuration étudiée est une jonction en X avec plancher séparatif, planchers et parois verticales nus. Sur le schéma ci-dessous sont identifiées deux voies de transmission des vibrations ; de l'élément 1 vers l'élément 2, qui représente la liaison entre le mur bas et le plancher, et de l'élément 1 vers l'élément 4 pour une transmission entre deux parois à travers le plancher.

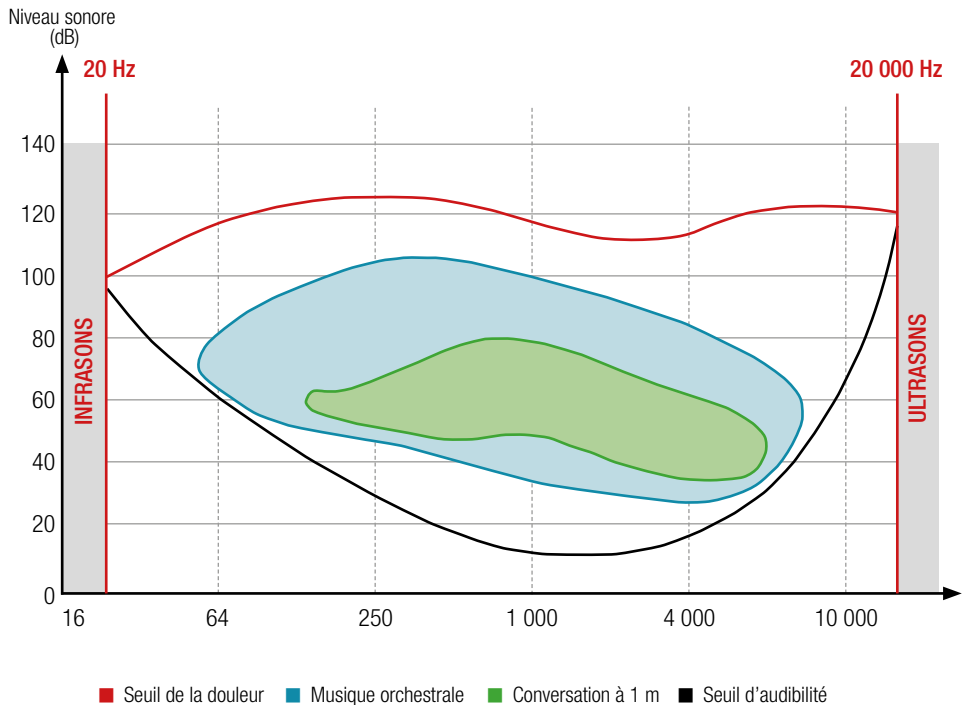


4. Solutions acoustiques

Afin de mieux appréhender les résultats de ce document, nous allons approfondir la notion de perception du niveau sonore avec les sensations auditives associées.

Augmenter le niveau sonore de :	C'est multiplier l'énergie sonore par :	C'est faire varier la sensation auditive
3dB	2	Légèrement
5dB	3	Nettement
10dB	10	Comme si le bruit était 2 fois plus fort
20dB	100	Comme si le bruit était 4 fois plus fort
50dB	100 000	Comme si le bruit était 30 fois plus fort

Il faut également savoir que la sensibilité de l'oreille humaine aux différentes fréquences dépend également de l'amplitude de cette même fréquence.

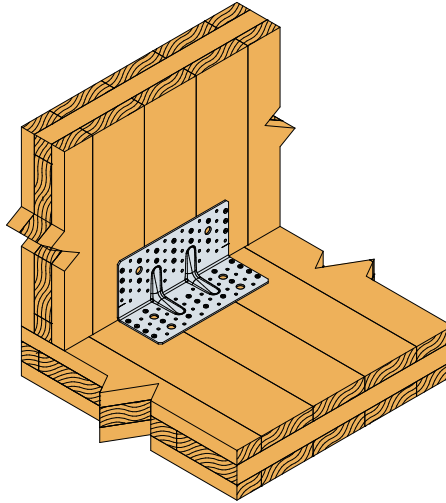


4. Solutions acoustiques

B - Installation sans la bande isolante SIT

Pose d'une équerre ABR255 sans bande acoustique

Le mur CLT et le plancher sont en contact direct. Une équerre renforcée ABR255 est utilisée pour solidariser les deux panneaux CLT. Cette configuration n'utilise aucune solution acoustique.



Basses fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	10.5	13.7
50	11.0	10.9
63	9.6	9.3
80	11.1	16.9
100	11.6	14.4
125	15.1	15.2
160	13.2	14.6

Moyennes fréquences

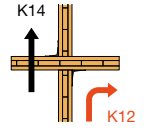
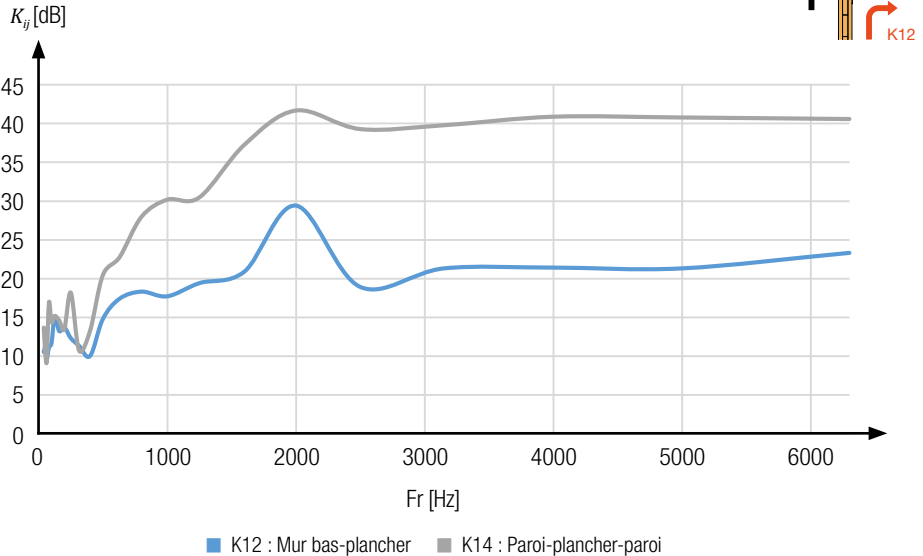
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	13.7	13.5
250	12.3	18.2
315	11.3	10.7
400	10.0	13.3
500	14.8	20.5
630	17.4	22.8
800	18.3	28.8
1000	17.7	30.2

Hautes fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1250	19.4	30.5
1600	20.9	37.3
2000	29.4	41.7
2500	18.9	39.3
3150	21.3	39.8
4000	21.4	40.9
5000	21.3	40.8
6300	23.3	40.6

4. Solutions acoustiques

Indices d'affaiblissement vibratoire



Les résultats obtenus pour la solution ABR255 seule vont servir de base pour l'évaluation acoustique des solutions alternatives proposées dans les pages suivantes. Pour cela, nous introduirons trois grandeurs afin de calculer le gain associé en basses fréquences BF, moyennes fréquences MF et en hautes fréquences HF :

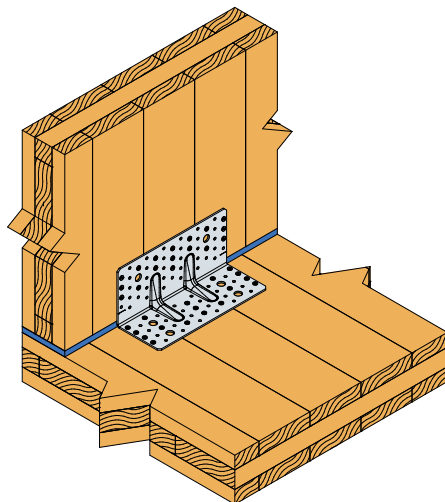
- $K_{ij,BF}$: moyenne arithmétique des K_{ij} pour $Fr < 200\text{Hz}$
- $K_{ij,MF}$: moyenne arithmétique des K_{ij} pour $200\text{ Hz} < Fr < 1250\text{Hz}$
- $K_{ij,HF}$: moyenne arithmétique des K_{ij} pour $Fr > 1250\text{ Hz}$

4. Solutions acoustiques

C - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur

Pose d'une équerre ABR255 avec bande acoustique entre le mur et le plancher

La bande acoustique SIT est faite de polyuréthane à structure cellulaire fermée. Elle est capable de filtrer jusqu'à 15Hz. Le choix de la bande se fait en fonction de la charge à reprendre.



Basses fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	12.3	22.6
50	14.4	19.0
63	12.4	17.0
80	11.8	10.0
100	11.3	9.1
125	9.3	13.7
160	12.2	13.0

Moyennes fréquences

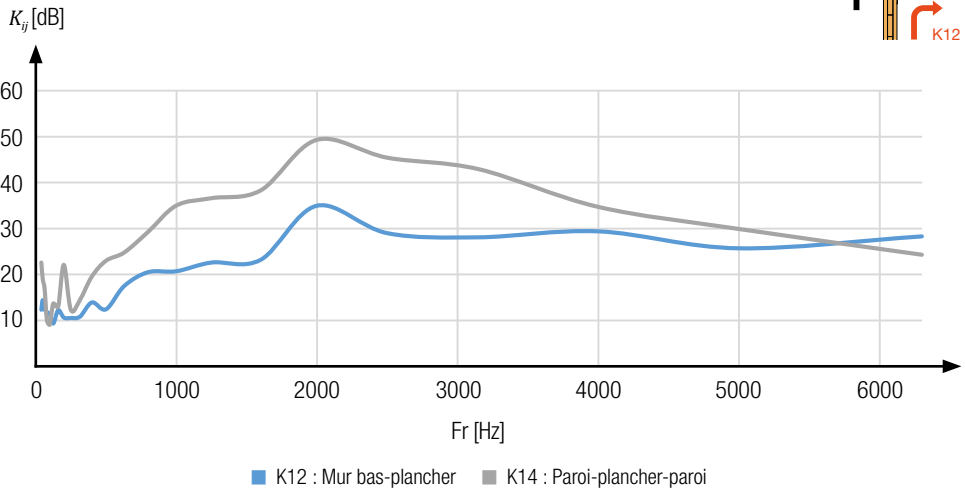
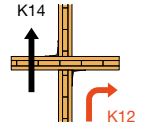
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	10.6	22.1
250	10.5	12.3
315	10.8	14.5
400	13.9	19.6
500	12.4	23.0
630	17.5	24.8
800	20.5	29.3
1000	20.7	35.0

Hautes fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1250	22.6	36.6
1600	23.2	38.3
2000	35.0	49.3
2500	29.0	45.4
3150	28.1	42.9
4000	29.4	34.7
5000	25.7	29.9
6300	28.3	24.3

4. Solutions acoustiques

Indices d'affaiblissement vibratoire



Calcul du gain par rapport à la solution ABR255 sans bande acoustique

	K12 [dB]	Gain12 [dB]	K14 [dB]	Gain14 [dB]
BF	12.0	0.2	15.0	1.4
MF	14.7	0.2	22.6	2.9
HP	27.7	5.7	37.7	-1.2

Pour la transmission mur/plancher, le gain le plus significatif par rapport à une équerre seule se situe sur les hautes fréquences. Pour une transmission entre niveaux, le changement de perception auditive est à peine audible en moyenne fréquence, voir non perceptible en hautes et basses fréquences.

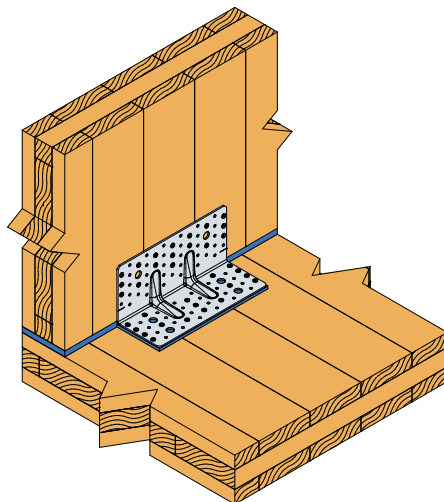
Il s'agit là de la solution la plus courante en chantier. Les bandes acoustiques sont disponibles en longueur de 2 m et la largeur est découpable à la demande par rapport aux murs CLT.

4. Solutions acoustiques

D - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur et sous l'équerre

Pose d'une équerre ABR255 avec bande acoustique sous l'équerre, entre le mur et le plancher

En plus de désolidariser le mur CLT du plancher, on rajoute une bande acoustique SIT1500 de 6 mm d'épaisseur afin de désolidariser le connecteur du plancher CLT. Cette configuration est couverte par l'ETE06/0106 (plan de clouage NP4, pointes CNA4.0x60).



Basses fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	12.3	23.2
50	14.5	17.2
63	14.4	15.1
80	12.0	11.5
100	13.9	10.4
125	12.6	12.4
160	14.4	14.9

Moyennes fréquences

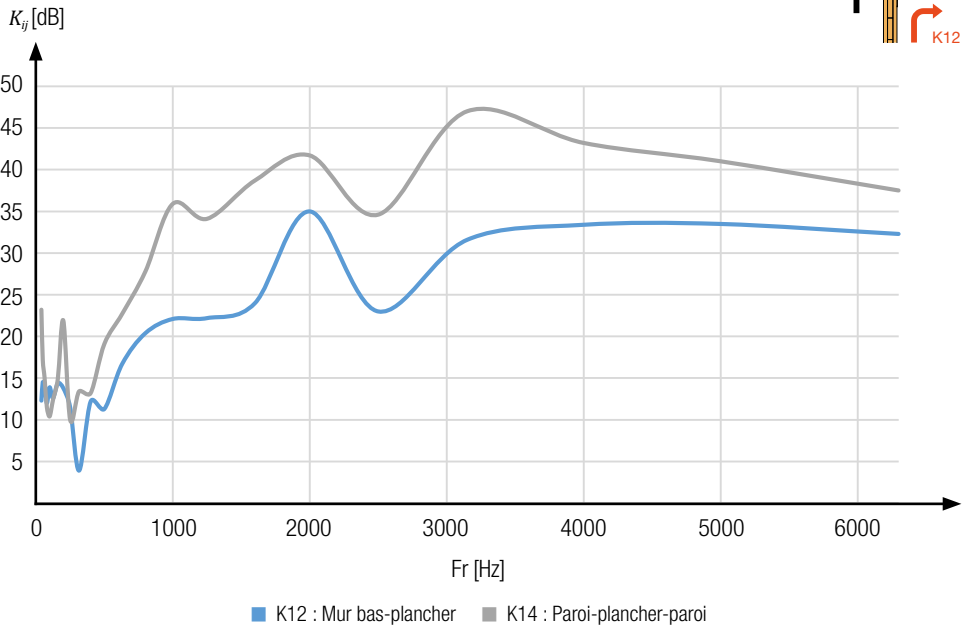
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	13.8	21.9
250	11.5	10.0
315	3.9	13.4
400	12.2	13.2
500	11.3	19.1
630	16.7	22.7
800	20.4	27.8
1000	22.1	35.9

Hautes fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1250	22.2	34.1
1600	24.0	38.7
2000	35.0	41.7
2500	23.0	34.6
3150	31.6	47.0
4000	33.4	43.2
5000	33.5	41.0
6300	32.3	37.5

4. Solutions acoustiques

Indices d'affaiblissement vibratoire



Calcul du gain par rapport à la solution ABR255 sans bande acoustique

	K12 [dB]	Gain12 [dB]	K14 [dB]	Gain14 [dB]
BF	13.5	1.7	15.0	1.4
MF	14.0	-0.5	20.5	0.8
HP	29.4	7.4	39.8	0.9

Pour la transmission mur/plancher, le gain est très significatif sur les hautes fréquences. Alors que pour une transmission entre niveaux, il n'y a pas de changement notable sur la perception auditive par rapport à une équerre seule.

Note : Les reprises de charges ne sont pas modifiées par l'ajout d'une bande sous l'équerre.

La raideur en R1 n'est pas modifiée par l'ajout d'une bande sous l'équerre.

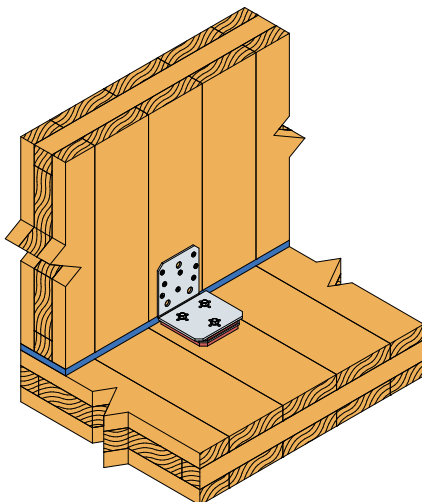
La raideur en R2 est 15% inférieure quand on ajoute une bande sous l'équerre.

4. Solutions acoustiques

E - Installation d'une bande isolante SIT sous le mur avec une équerre ABAI

Pose d'une équerre ABAI105 avec bande acoustique entre le mur et le plancher

L'ABAI105 est l'équerre acoustique développée par Simpson Strong-Tie. Cette équerre possède deux couches anti-vibratiles dans le but de restreindre la transmission des vibrations par le biais de l'équerre et des fixations.



Basses fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
40	16.6	25.1
50	12.4	16.3
63	14.1	19.9
80	9.7	18.1
100	12.0	11.9
125	7.6	15.6
160	16.2	20.7

Moyennes fréquences

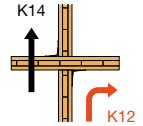
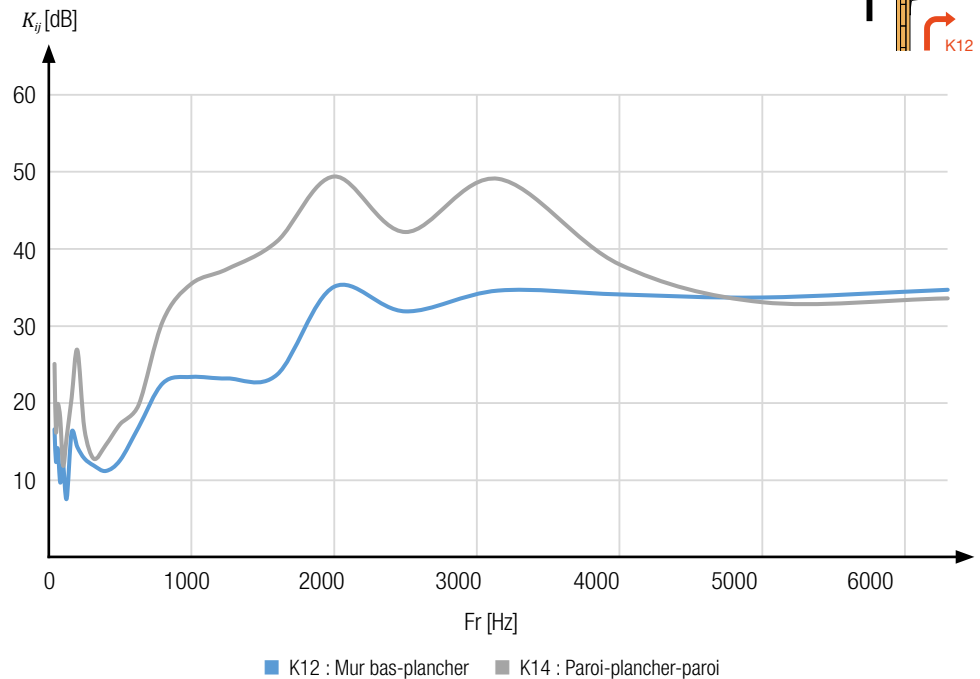
Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
200	14.3	26.9
250	12.8	16.6
315	11.9	12.8
400	11.2	14.6
500	12.6	17.3
630	16.9	19.8
800	22.6	30.7
1000	23.4	35.5

Hautes fréquences

Fr [Hz]	K12 [dB]	K14 [dB]
1250	23.2	37.4
1600	23.7	41.0
2000	35.1	49.4
2500	31.9	42.2
3150	34.6	49.1
4000	34.1	38.0
5000	33.7	33.1
6300	34.7	33.6

4. Solutions acoustiques

Indices d'affaiblissement vibratoire



Calcul du gain par rapport à la solution ABR255 sans bande acoustique

	K12 [dB]	Gain12 [dB]	K14 [dB]	Gain14 [dB]
BF	12.7	0.9	18.3	4.7
MF	15.8	1.3	21.8	2.1
HP	31.4	9.4	40.5	1.6

Pour la transmission mur/plancher, le gain est très important sur les hautes fréquences. Pour la transmission entre niveaux, il y a un gain significatif sur la perception auditive en basses fréquences par rapport à une équerre ABR255 seule.



© CULLER

5. Sur chantier

- A - Étude de cas : La Gaité Montparnasse 40
- B - Construction d'un immeuble locatif en Belgique 42
- C - Construction d'un immeuble locatif au Royaume-Uni 43
- D - Construction d'une résidence étudiante en France ... 44
- E - Construction d'un immeuble mixte en France 45



5. Sur chantier

A - Étude de cas : La Gaité Montparnasse

Inscrit dans le projet de modernisation du quartier Montparnasse à Paris, l'îlot Gaité Montparnasse est un bâtiment R+7 composé d'une structure CLT sur noyau béton. Situé à deux pas de la gare éponyme, ce nouveau bâtiment abritera des logements et une crèche, implanté dans un ensemble immobilier comprenant, en plus, un centre commercial, des bureaux et un hôtel. Dans un tel contexte, l'isolation acoustique est une problématique majeure à prendre en compte. C'est pourquoi une étude acoustique complète a été effectuée en collaboration avec Kraiburg. Pour ce chantier Eiffage, mis en œuvre par Cuiller Frères et étudié par le Bureau d'études Oregon, Simpson Strong-Tie a fourni équerres, plaques, fixations et bandes acoustiques.

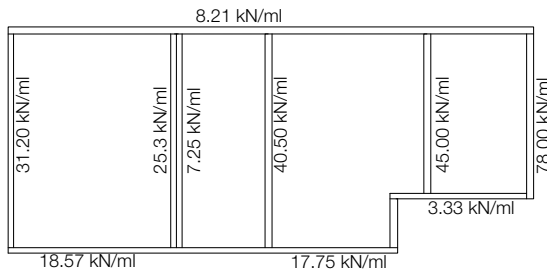
Objectif : Filtration à 15Hz

Principe de dimensionnement

Le dimensionnement des bandes est réalisé en utilisant les charges permanentes (G) et d'exploitation (Q) et la combinaison de charges suivante : $G+0.3Q$

Cela donne une charge linéaire introduite dans le logiciel de Kraiburg.

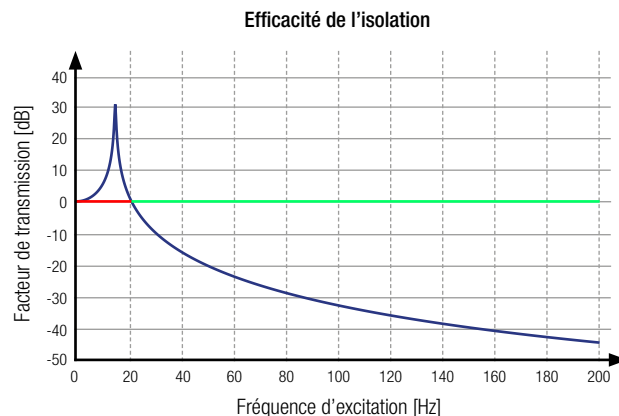
Ci-dessous un extrait du bâtiment (vue de dessus) avec les charges correspondantes.



L'exemple s'effectue sur le mur chargé à 17.75 kN/m. Une fois la charge introduite dans le logiciel, on obtient le SIT350/60/12.5, c'est-à-dire une bande de largeur 60 mm et d'épaisseur 12.5 mm.

Les performances calculées sont :

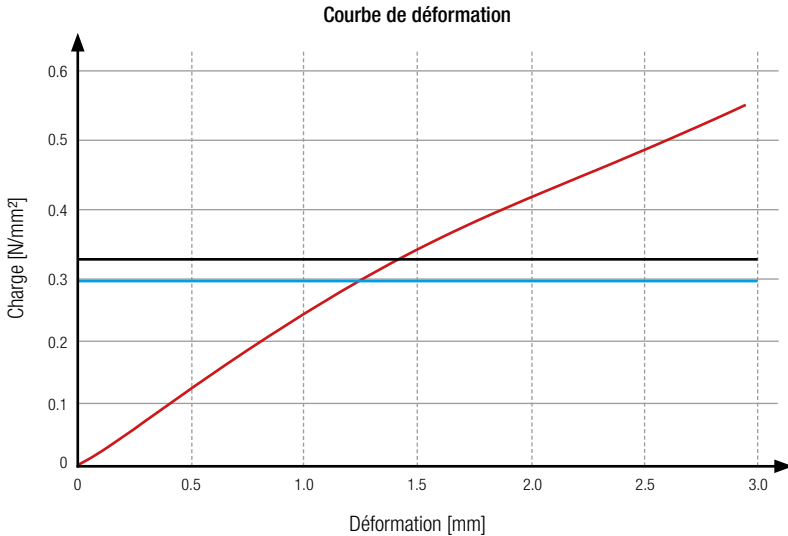
- Taux de travail de 89.5%
- Ecrasement de 1,24 mm
- Fréquence de filtration de 15Hz.



Fréquence	Efficacité de l'isolation
4 Hz	0.6 dB / -8 %
5 Hz	1.0 dB / -12 %
6.3 Hz	1.7 dB / -21 %
8 Hz	2.9 dB / -40 %
10 Hz	5.1 dB / -80 %
12.5 Hz	10.3 dB / -226 %
15 Hz	30.5 dB / -3235 %
16 Hz	17.0 dB / -607 %
20 Hz	2.2 dB / -29 %
25 Hz	-5.0 dB / 44 %
31.5 Hz	-10.6 dB / 71 %
40 Hz	-15.7 dB / 84 %
50 Hz	-20.1 dB / 90 %
63 Hz	-24.4 dB / 94 %
80 Hz	-28.7 dB / 96 %
100 Hz	-32.6 dB / 98 %
125 Hz	-36.4 dB / 98 %
160 Hz	-40.6 dB / 99 %
200 Hz	-44.3 dB / 99 %

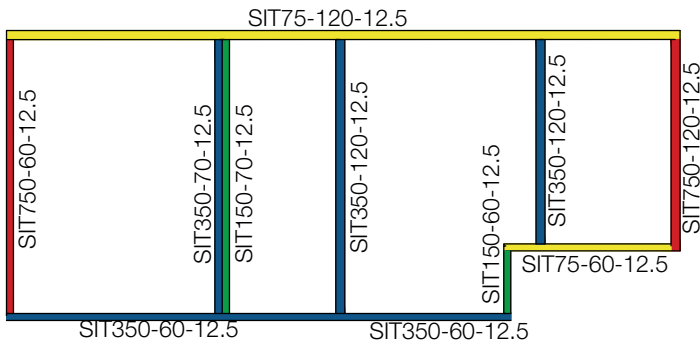
5. Sur chantier

L'écrasement est un élément important. En plus de la fréquence de filtration, il faut s'assurer que sous charge, il n'y ait pas de mouvement différentiel entre les différentes parois. Ainsi, il peut être nécessaire de modifier localement la référence de bande acoustique afin de limiter la déformation sous charge.



■ Charge statique limite ■ Déformation de la bande isolante sous charge ■ Charge

On décline ensuite le calcul pour l'ensemble du bâtiment et on obtient des plans de pose tels que présentés ci-dessous :



5. Sur chantier

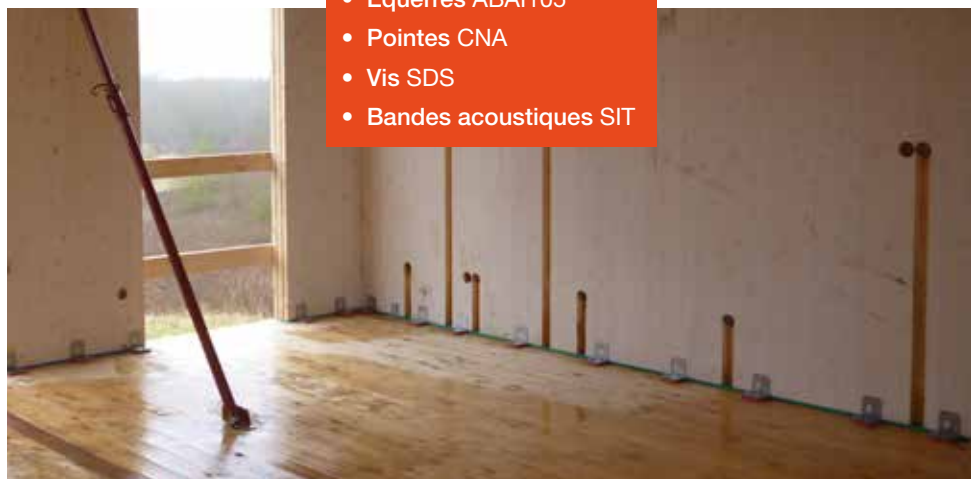
B - Construction d'un immeuble locatif en Belgique



Structure 100% CLT

Produits et fournitures
Simpson Strong-Tie :

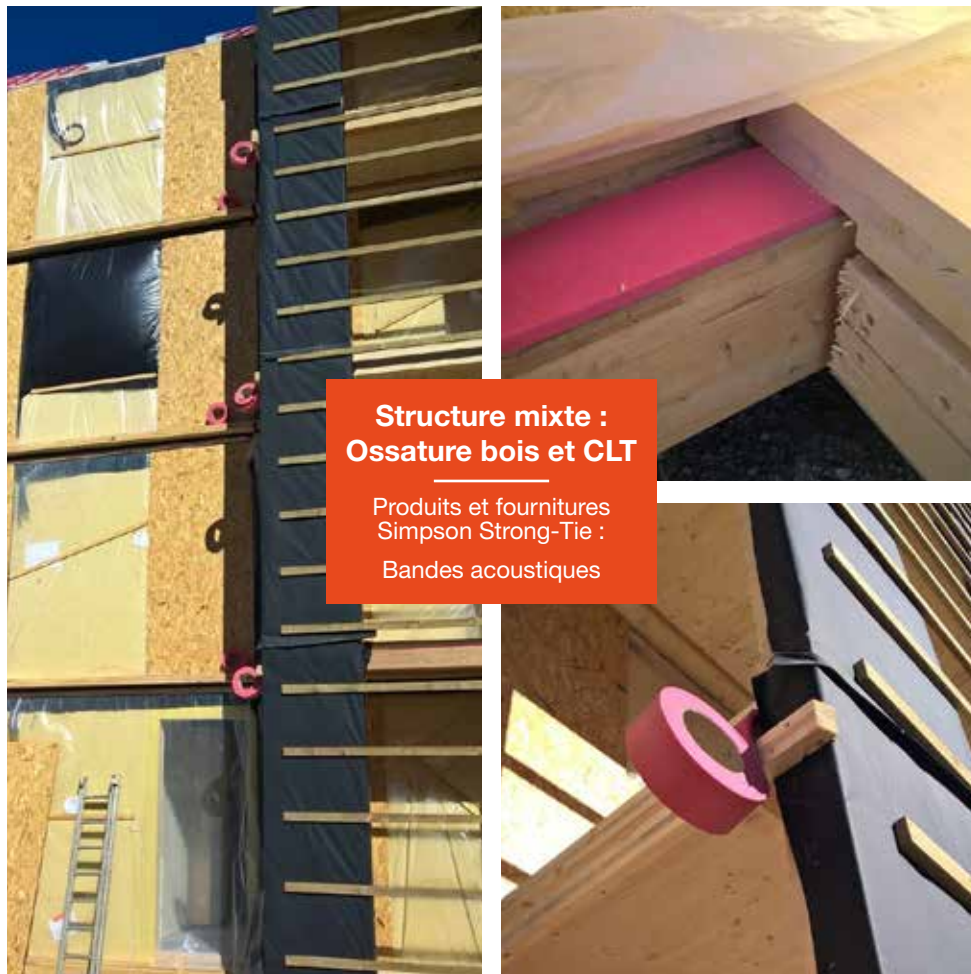
- Équerres ABAI105
- Pointes CNA
- Vis SDS
- Bandes acoustiques SIT



Laminated Timber Solutions

5. Sur chantier

C - Construction d'un immeuble locatif au Royaume-Uni



5. Sur chantier

D - Construction d'une résidence étudiante en France



Structure mixte : Ossature bois et CLT

Produits et fournitures
Simpson Strong-Tie :

- Équerres et vis structurales
- Ancrages pour panneaux bois
- Bandes acoustiques SIT
- Chevilles
- Plaques perforées



Denis Aubineau

5. Sur chantier

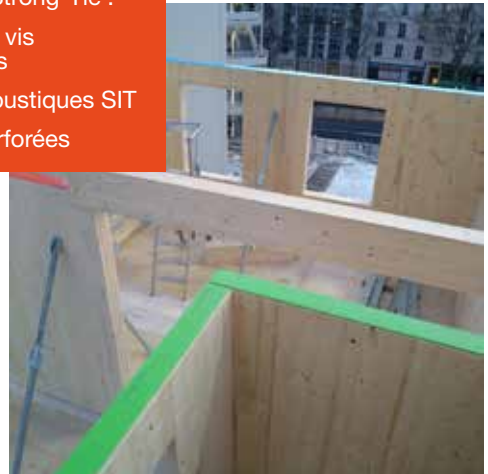
E - Construction d'un immeuble mixte en France



Structure mixte : Noyau béton + planchers et murs CLT

Produits et fournitures
Simpson Strong-Tie :

- Équerres et vis structurelles
- Bandes acoustiques SIT
- Plaques perforées



Cuiller Frères

6. Documents de référence

Simpson Strong-Tie s'appuie sur les normes en vigueur pour développer chacun de ses produits et propose ci-dessous un inventaire des textes de référence.

La réglementation

Arrêté du 30 juin 1999 du Code de la construction et de l'habitation, article R 111-4, relatif à l'arrêté du 30 mai 1996.

Les normes

NF EN ISO 717-2:2013 : Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2 : protection contre le bruit de choc.

NF EN ISO 10140-1:2016 : Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 1 : règles d'application pour produits particuliers.

NF EN ISO 10140-3:2013 : Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 3 : mesurage de l'isolation au bruit de choc.

NF EN 12354-1: 2017 : Acoustique du bâtiment - Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments - Partie 1 : isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux.

NF EN ISO 10848-1:2017 : Acoustique - Mesurage en laboratoire et in situ des transmissions latérales des bruits aériens, des bruits de choc et des bruits d'équipements entre des pièces voisines - Partie 1 : Document cadre.

NF EN ISO 10848-4:2017 : Acoustique - Mesurage en laboratoire des transmissions latérales du bruit aérien et des bruits de choc entre des pièces adjacentes - Partie 4 : Application aux jonctions ayant au moins un élément de Type A.

Études complémentaires

Rapport Acoubois (<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/acoubois-performance-acoustique-des-constructions-ossature-bois-1310>) : Etude française comprenant différentes conceptions de parois Bois (MOB et CLT) donnant leurs performances et l'influence de changement sur celles-ci.

<https://www.dataholz.eu/en.htm> : Site internet (Allemand et Anglais) permettant d'avoir les performances acoustiques (mais aussi feu et autre), de différentes conceptions de parois.

Deckenkonstruktionen für den mehrgeschossigen Holzbau : Document édité par l'institut du bois autrichien donnant des combinaisons de parois verticale et horizontale et leurs performances associées : <https://www.irbnet.de/daten/rswb/15049000686.pdf>

7. Lexique

Amplitude : Caractérise l'ampleur des variations d'une grandeur. En acoustique, il s'agit des variations de la pression de l'onde sonore.

Décibel : Unité définie comme dix fois le logarithme décimal du rapport entre deux puissances [dB].

Désolidarisation : Technique constructive permettant d'isoler ou de séparer des éléments afin d'éviter la transmission des vibrations entre ceux-ci.

Facteur de réduction vibratoire : Capacité d'une jonction à atténuer les vibrations qui la traversent.

Fréquence : Nombre d'oscillations d'un phénomène périodique par unité de temps, s'exprime en Hertz [Hz].

Fréquence de filtration : Il s'agit de la fréquence critique pour laquelle les vibrations sont les plus amplifiées. Dans un bâtiment, il est nécessaire que cette fréquence soit en dehors des fréquences audibles par l'oreille humaine.

Gain : Sert à quantifier l'avantage d'un dispositif par rapport à un autre.

Indice d'affaiblissement : Caractérise l'affaiblissement d'une grandeur physique à travers un matériau. En acoustique, il s'agit de la quantité de son arrêtée par un matériau ou un produit.

Nuisances acoustiques : La notion de nuisance acoustique est subjective et représente la perception que nous avons des sons qui nous entourent. La nuisance sonore n'a pas d'effet sur l'acuité auditive, mais sur la qualité de vie (fatigue, stress).

Onde incidente : Onde sonore qui entre en contact avec la paroi.

Pression : Force exercée par un fluide par unité de surface, s'exprime en Pascals [Pa].

Réverbération : Persistance d'un son dans un local après l'interruption de la source sonore.

Son : C'est une onde qui se propage dans un milieu par le biais de la vibration des molécules.

Transmissions latérales : Transmissions passant par les parois adjacentes à la paroi séparant les locaux étudiés (murs, plafond, sol).



QUI
fabrique
ses connecteurs
en France et
vous accompagne
sur vos chantiers ?

© Simpson Strong-Tie®



SIMPSON STRONG-TIE
Zac des Quatre Chemins
85400 Sainte Gemme La Plaine
FRANCE
Tel : + 33 2 51 28 44 00
Fax : + 33 2 51 28 44 01
commercial@strongtie.com

D/G-ACOUSTIQUE

