

Acoustique

Sons et bruits maîtrisés grâce à la laine de verre Isover



Table des matières

GÉNÉRALITÉS SUR L'ACOUSTIQUE	4
1. Penser à temps à la protection acoustique	4
2. Qu'est-ce que le bruit ?	5
Agréable ou gênant ?	5
Transmission du son	5
Vitesse du son, longueur d'onde et hauteur du son	5
Seuil d'audibilité, pression acoustique et niveau de pression acoustique	6
Addition des niveaux sonores	7
Niveau de pression acoustique évalué en dB(A)	7
3. Acoustique dans le bâtiment	8
Isolation acoustique des bâtiments	8
Acoustique des salles et absorption acoustique	9
L'isolation phonique et l'absorption acoustique ne doivent pas être confondues	9
ISOLATION ACOUSTIQUE	10
1. Isolation contre les bruits aériens	10
Éléments de construction simples : principe de la masse	10
Éléments de construction à double paroi : principe « masse-ressort-masse »	10
Les avantages de la construction à double paroi	11
Facteurs influant sur les constructions « masse-ressort-masse »	11
2. Isolation contre les bruits de choc	13
Lutte contre le bruit à la source	13
Rigidité dynamique s'	13
3. Exigences relatives à l'isolation acoustique des façades, toitures, murs et plafonds selon la norme SIA 181:2020 « Protection contre le bruit dans le bâtiment ».	15
Base légale	15
Champ d'application	15
Exigences	15
Sensibilité au bruit	15
Exigences pour la protection contre le bruit aérien en provenance de sources extérieures	16
Exigences pour la protection contre le bruit aérien en provenance de sources intérieures	16
Exigences pour la protection contre le bruit de choc	17
Exigences pour les bruits des équipements techniques et des installations fixes du bâtiment	17
Types de bruits	18

ACOUSTIQUE DES SALLES	19
1. Acoustique géométrique des salles	19
2. Acoustique statistique des salles	20
Temps de réverbération T	20
Coefficient d'absorption acoustique α_s	21
Coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w	22
Diminution du niveau de pression acoustique ΔL	22
Affaiblissement géométrique	23
SOLUTIONS ISOVER	24
1. Protection contre les bruits aériens provenant de sources externes	25
Murs extérieurs	25
Toitures inclinées	27
2. Protection contre les bruits aériens provenant de sources intérieures	28
Cloisons	28
3. Protection contre les bruits aériens et les bruits d'impact provenant de sources intérieures	29
Planchers	29
4. Acoustique dans le bâtiment	30
Une acoustique équilibrée pour une sensation agréable	30
Une meilleure acoustique intérieure grâce aux surfaces acoustiques	30
5. Protection contre le bruit et réduction du niveau sonore	32
Protection contre le bruit	32
Réduction du niveau sonore dans les halles industrielles	33
ANNEXES	34
4 Protocoles de mesure - Laboratoire d'essai national TGM, Vienne	34
Aperçu des produits acoustiques Isover	36
Explication des termes et des unités de mesure	38
Plateforme Lignumdata	39

Généralités sur l'acoustique

1. Penser à temps à la protection acoustique

Notre cadre de vie se fait toujours plus bruyant. Les sources de bruit telles que la circulation ou les engins de chantier, mais aussi les activités humaines à l'intérieur des bâtiments, sont fréquemment perçues comme gênantes et font l'objet d'insatisfactions. Ces nuisances sonores altèrent le bien-être des occupants et diminuent leur capacité de concentration au travail.

Près de **200 000 personnes** en Suisse sont exposées dans le cadre de leur travail à un niveau sonore supérieur aux limites autorisées. Durant le jour, un habitant sur sept est exposé à un bruit routier excessif sur son lieu d'habitation ; la nuit, il s'agit d'une personne sur huit. (Source : Suva)



Le fait que le bruit dérange et, dans des cas extrêmes, nuise à la santé, ne concerne pas uniquement les sons forts et continus. Des bruits bien plus faibles peuvent eux aussi, en raison de leur contenu informatif et selon la sensibilité de la personne concernée, troubler le repos et la concentration.

Comme il n'est pas toujours possible d'éliminer le bruit à la source, il est nécessaire de mettre en place des mesures efficaces pour le réduire. Négliger l'importance de l'isolation acoustique, ou la diminuer pour des raisons financières, conduit à une nette dégradation de la qualité de vie ou des conditions de travail. De plus, le bien immobilier concerné perd de la valeur. Les mesures de protection contre le bruit mises en place après coup sont souvent très coûteuses, voire impossibles à réaliser. C'est pourquoi **une isolation acoustique optimale doit être intégrée dès le départ à la planification.**

2. Qu'est-ce que le bruit ?

D'un point de vue physique, le son est constitué d'oscillations mécaniques et d'ondes de matière gazeuse, liquide ou solide dans la gamme de fréquences audible par l'oreille humaine, comprise entre 20 et 20 000 Hz. **En acoustique du bâtiment, la gamme de fréquences la plus importante est celle comprise entre 100 et 5 000 Hz**, car c'est celle qui est perçue le plus sensiblement.

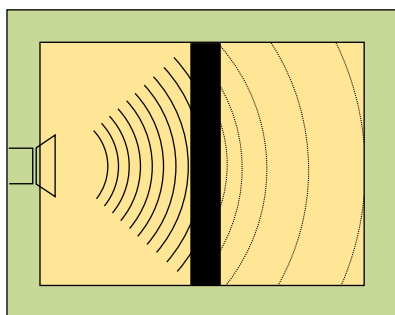
Agréable ou gênant ?

Tout ce que l'être humain entend est qualifié de son. Nous parlons de bruit lorsque ces sons deviennent gênants ou désagréables. Le bruit désigne ainsi toutes les impressions auditives susceptibles de provoquer une gêne ou de nuire à la santé. Il ne s'agit d'ailleurs pas uniquement de sons forts : des sons de faible intensité peuvent eux aussi être ressentis comme du bruit. **La perception du bruit est en effet hautement subjective** : le caractère dérangeant d'un son dépend non seulement de son volume, de sa durée ou du moment où il survient, mais également de sa nature, de la sensibilité individuelle, de l'heure de la journée ou encore de l'état de santé de la personne exposée.

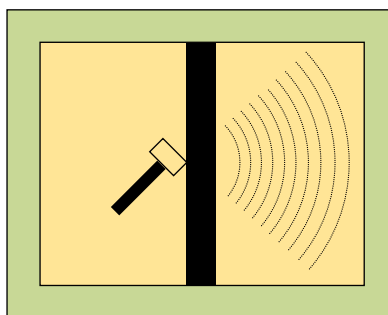
Transmission du son

Pour se propager, le son a besoin d'un milieu, comme l'air par exemple. Dans ce cas, on parle de **bruit aérien**. Si la propagation du son a lieu à travers des corps solides, on parle alors de **bruit solidien**. Si cette propagation dans des corps solides est déclenchée par des impacts de pas, on parle de **bruit de choc**. Mais dans les deux cas, le son est à nouveau émis par le corps solide dans l'air pour finalement atteindre nos oreilles sous forme de bruit aérien.

Emission de bruits aériens



Emission de bruits solidiens



L'intensité de la perception dépend de l'amplitude de la variation de la pression atmosphérique (pression acoustique p , Pa) et de la fréquence de cette variation par seconde (fréquence f , Hz).

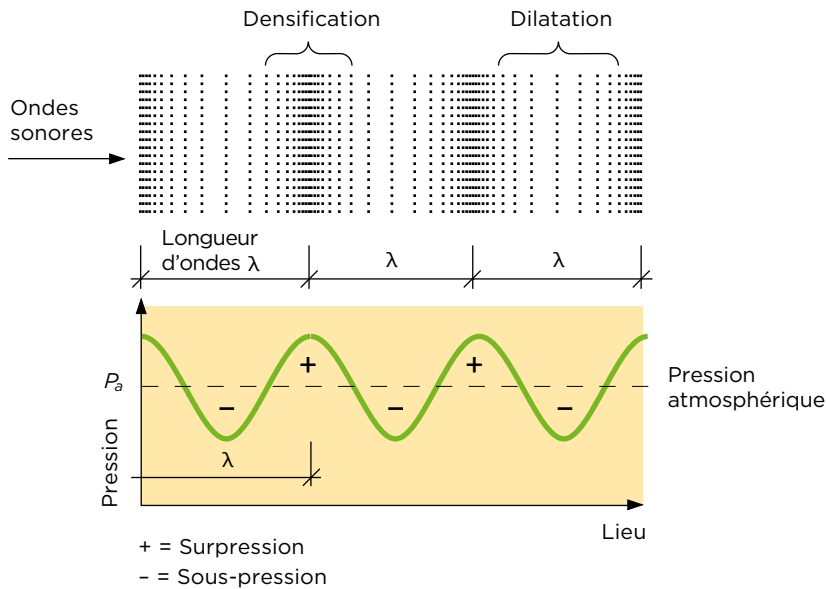
Vitesse du son, longueur d'onde et hauteur du son

Les différents fragments d'air sont extraits de leur état de repos et oscillent dans la direction de propagation, poussant les particules voisines, ce qui entraîne une propagation sonore dont la vitesse dépend du milieu. La vitesse du son dans l'air peut être déterminée comme suit :

$$c = \lambda \cdot f \quad [\text{m/s}]$$

λ Longueur d'onde [m]

f Fréquence [Hz]



La vitesse du son dans l'air dépend principalement de la température. À température ambiante, elle est d'environ 340 m/s.

Dans la gamme des fréquences de l'acoustique du bâtiment (100 Hz à 5 000 Hz), nous avons affaire à des longueurs d'onde comprises entre 3,4 m et environ 70 mm. Les sons graves ont une longueur d'onde élevée et sont beaucoup plus difficiles à isoler et à absorber que les sons aigus, qui ont une longueur d'onde courte.

Seuil d'audibilité, pression acoustique et niveau de pression acoustique

L'oreille humaine peut percevoir les sons aériens dans une plage de variations de pression allant du seuil d'audibilité de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa au seuil de douleur de 20 Pa. Une pression acoustique de 20 000 Pa provoque le déchirement du tympan.

L'oreille a une sensibilité variable : elle est élevée pour les signaux faibles et faible pour les signaux forts. C'est pourquoi, en acoustique, il est courant de convertir les pressions acoustiques absolues p (Pa) en grandeurs logarithmiques dérivées, les niveaux de pression acoustique L (dB). L'échelle des décibels correspond mieux à l'impression sonore.



L'échelle du niveau de bruit



10 à 40 dB, bruits légers
Chuchoter (vent dans les arbres, appartement calme, bibliothèque).



40 à 60 dB, bruits d'ambiance
Parler doucement (bureau calme, conversation à niveau normal).



60 à 80 dB, bruits fatiguants
Parler fort pour s'entendre (machine à laver, hurlements de bébé, salle de classe bruyante).



80 à 100 dB, bruits dangereux
Crier pour s'entendre (concert, passage d'un train).

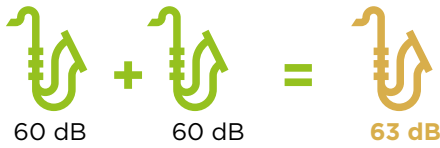


100 à 130 dB, bruits assourdissants
On ne s'entend plus (moteur d'avion à réaction au sol).

Addition des niveaux sonores

Le bruit ne s'additionne pas, mais obéit aux règles de l'échelle logarithmique :

<10 dB d'écart : Les bruits sont de niveaux voisins



Différence entre deux niveaux sonores (en dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valeur à ajouter au niveau le plus fort (en dB)	3.0	2.6	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5

60 dB + 60 dB ≠ 120 dB mais 63 dB
83 dB + 87 dB ≠ 170 dB mais 88,5 dB

>10 dB d'écart : Les bruits sont de niveaux très différents



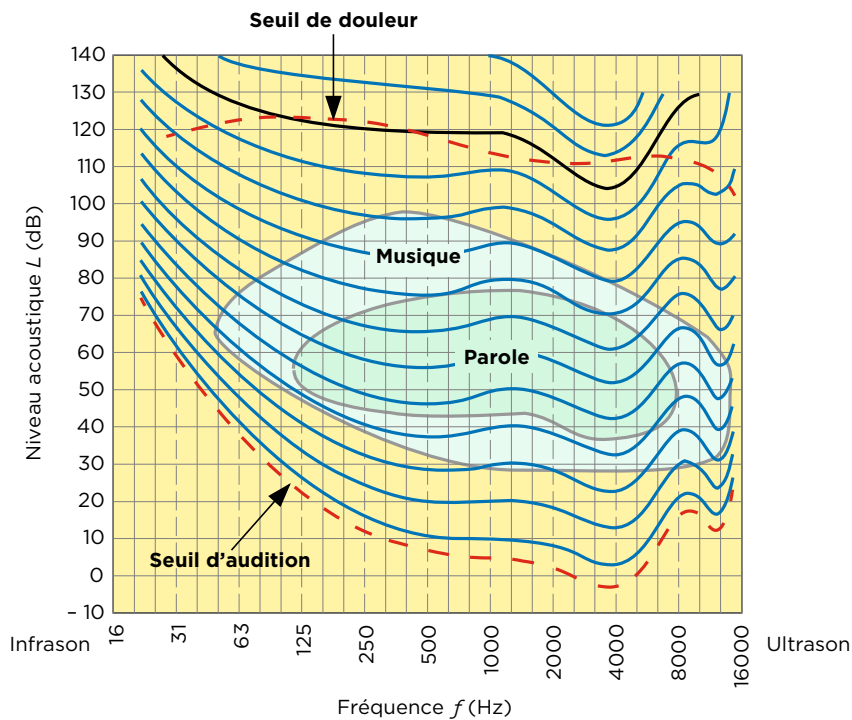
Le bruit le plus fort masque l'autre

Pour les différences de niveau sonore supérieures à 40 dB :

Variation du niveau	Description de la perception
1 dB	à peine perceptible
3 dB	clairement perceptible
6 - 10 dB	environ deux fois plus fort

Niveau de pression acoustique évalué en dB(A)

Si l'on considère l'audition humaine dans sa globalité, en tenant compte à la fois de la plage de fréquences — ou hauteur des sons — comprise entre 20 et 20 000 oscillations par seconde, et de l'étendue dynamique du niveau de pression acoustique allant du seuil d'audibilité au seuil de douleur, l'ensemble des sons perceptibles peut être représenté sous la forme d'une surface. Cette surface, illustrée ci-dessous, correspond à la zone d'audibilité de l'oreille humaine.



Zone d'audibilité de l'oreille humaine – courbes de perception de volumes sonores égaux

L'examen des courbes correspondant aux différents niveaux acoustiques montre clairement que l'oreille humaine ne possède pas une sensibilité uniforme selon la hauteur des sons. Elle est particulièrement réceptive aux fréquences comprises entre 500 et 5 000 Hz, tandis qu'elle perçoit beaucoup moins efficacement les sons très graves et les sons très aigus, proches du domaine des ultrasons. Ainsi, un niveau de pression acoustique de 80 dB à 4 000 Hz est perçu comme équivalent à un niveau de 90 dB à 125 Hz, ce qui explique pourquoi les sons aigus sont généralement ressentis comme plus gênants. Afin d'éviter de devoir systématiquement analyser le niveau de pression acoustique en fonction de chaque bande de fréquences pour estimer son impact sur l'oreille humaine, des courbes de pondération ont été mises en place. Parmi elles, la pondération A est celle qui reproduit le plus fidèlement la perception humaine. Elle ajuste le signal sonore en atténuant ou en renforçant certaines plages de fréquences selon la sensibilité de l'ouïe. Les niveaux de pression acoustique ainsi obtenus constituent une référence pertinente pour l'évaluation du bruit et sont appelés niveaux dB(A) pondérés.

Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	5000
Pondération filtre A (dB)	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1

3. Acoustique dans le bâtiment

Isolation acoustique des bâtiments

Lorsqu'il n'est pas possible d'assurer une isolation acoustique efficace à la source du bruit, des mesures d'isolation acoustique des bâtiments peuvent protéger les espaces de vie et de travail contre les nuisances sonores inacceptables.

La protection acoustique des bâtiments comprend notamment la protection contre les sources de bruit externes et internes ainsi que contre les sources externes et internes de bruit solidien rayonné.

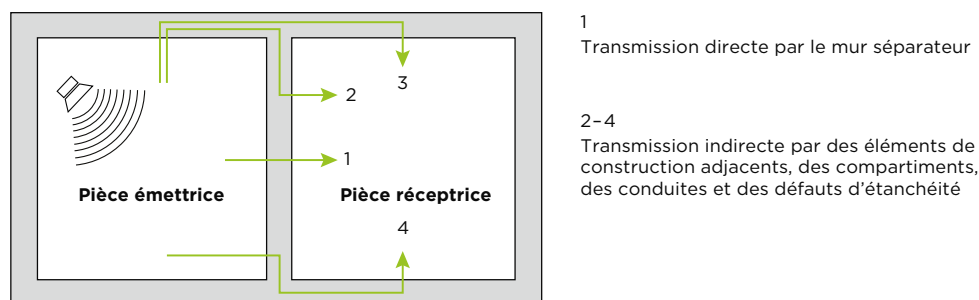
L'isolation acoustique contre les bruits de choc est au moins aussi importante que la protection contre les bruits aériens (intérieurs et extérieurs) et les bruits d'installations telles que les installations d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées, les appareils de ventilation et de climatisation, les ascenseurs et les parkings souterrains.

Quelle que soit la source du bruit, le son se propage directement et indirectement à travers toutes les parois d'une pièce : murs, cloisons, plafond, sol. Lors de la propagation directe, le son emprunte le chemin le plus court, c'est-à-dire celui qui sépare deux pièces : le mur ou le sol/plafond qui les sépare. Cependant, les ondes sonores et les vibrations du bruit nous parviennent également par d'autres voies indirectes et traversent tous les murs adjacents.

La transmission du son entre les pièces dépend du type d'excitation (bruit aérien ou bruit solidien) et des voies secondaires.

Isolation contre les bruits aériens

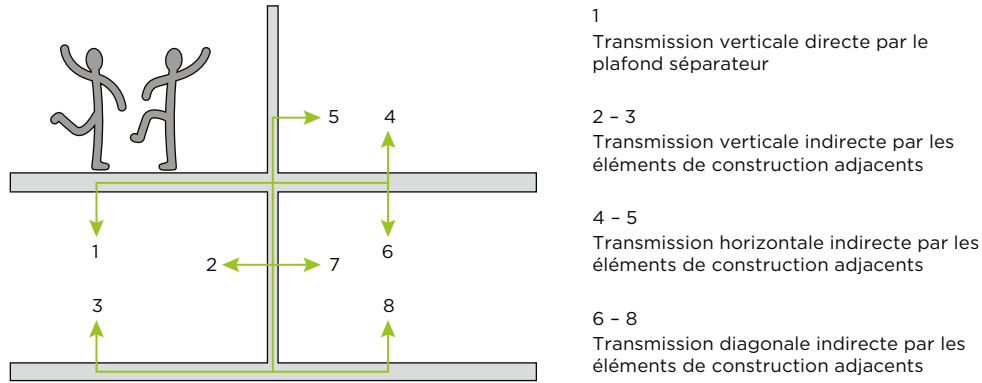
L'isolation phonique contre les bruits aériens a pour but de réduire la transmission des bruits aériens par les éléments de construction tels que les murs, les portes, les fenêtres ou les toits, ainsi que par des voies secondaires. **Plus l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w (ou l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré apparent R'_{w} , qui inclut les éléments de construction adjacents) est élevé, meilleure est l'isolation.** À titre indicatif, l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w pour les cloisons de séparation des logements est compris entre 55 et 60 dB.



Voies de transmission de bruits aériens entre pièces voisines

Isolation contre les bruits solidiens

Lorsque la propagation du son dans des corps solides est provoquée par des pas, on parle de bruit de choc. Il se forme un bruit solidien qui, propagé dans l'air, parvient finalement à l'oreille humaine sous forme de bruit aérien. L'isolation acoustique d'un plafond avec une sous-couche de chape ou un revêtement souple est d'autant meilleure que la valeur en dB du niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L'_{n,w}$ est faible. Pour l'indice d'affaiblissement acoustique des bruits de choc ΔL_w , c'est exactement l'inverse : plus la valeur en dB est élevée, meilleure est l'isolation (voir également le tableau en bas de la page 14).

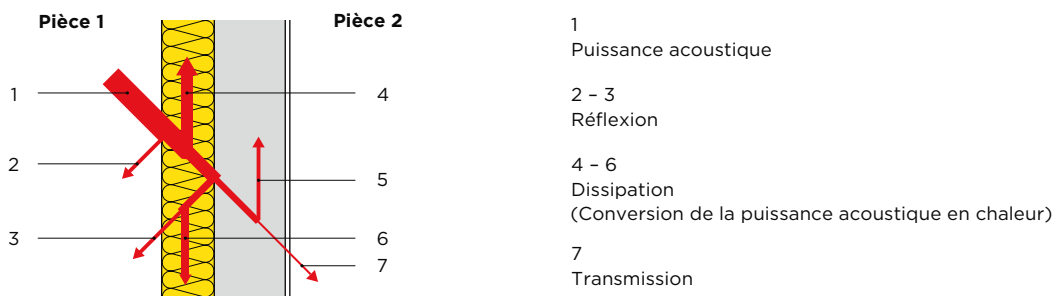


Voies de transmission de bruits solidiens

Acoustique des salles et absorption acoustique

L'acoustique des salles est une branche de l'acoustique qui traite de l'audibilité de la parole et de la musique dans les pièces ainsi que de la conception acoustique de ces pièces.

Grâce à des surfaces absorbant le son, il est possible de réduire le niveau sonore dans les pièces ou d'optimiser l'intelligibilité de la parole ou la perception sonore de la musique. L'absorption acoustique désigne le processus de réduction de l'énergie acoustique, notamment par sa conversion en chaleur. Dans la pratique, on utilise principalement des matériaux poreux et à cellules ouvertes, tels que la laine de verre Isover, pour absorber les bruits aériens. Le coefficient d'absorption acoustique α_s décrit l'absorption acoustique des éléments de construction ou des surfaces individuelles. Il désigne le rapport entre l'énergie acoustique absorbée et l'énergie acoustique incidente.



Réduction du niveau sonore par l'absorption

L'isolation phonique et l'absorption acoustique ne doivent pas être confondues

L'isolation phonique et l'absorption acoustique poursuivent des objectifs différents. Un matériau de construction qui isole bien n'est pas nécessairement adapté à l'absorption acoustique, et inversement. Un mur en béton isole efficacement du bruit, mais réfléchit pratiquement toute l'énergie sonore à sa surface. Un panneau acoustique absorbe très bien le bruit, mais ne l'isole pratiquement pas. À titre d'illustration, le tableau suivant compare une plaque en bois et un panneau en laine minérale :

Matériau	Absorption acoustique	Isolation phonique
Laine minérale de 20 mm	env. 70%	env. 3 dB
Plaque de bois de 20 mm	env. 3%	env. 22 dB

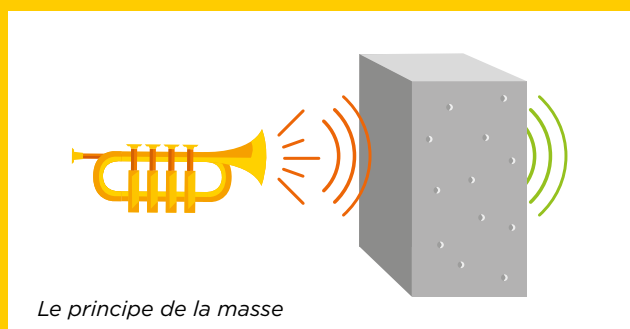
Isolation acoustique

1. Isolation contre les bruits aériens

Lorsqu'on évoque la transmission du son à travers un élément de construction ou son isolation acoustique, il est important de distinguer les constructions à simple paroi et celles à double paroi.

Éléments de construction simples : principe de la masse

La transmission du bruit à travers des éléments de construction à simple paroi dépend principalement de leur masse surfacique. Plus la masse surfacique d'un mur ou d'un plafond est élevée, meilleure est l'isolation acoustique, car plus le poids surfacique augmente, moins l'élément de construction peut être excité par les ondes sonores. Pour une bonne isolation acoustique ($R_w > 50$ dB) avec des éléments de construction à paroi simple, des masses surfaciques supérieures à 250 kg/m^2 sont nécessaires. Pour les bruits de choc, qui sont le type de bruit solidien le plus fréquent dans le bâtiment, cette relation entre la masse et l'isolation acoustique existe également pour les éléments de construction à simple paroi. Le bruit transmis (niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé) est plus faible pour les dalles en béton épaisses, donc lourdes, que pour les dalles minces.



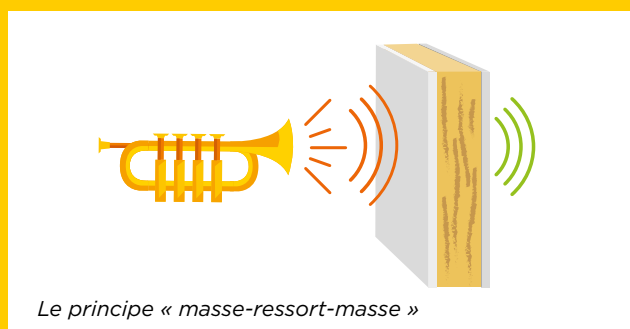
Le principe de la masse

Éléments de construction à double paroi : principe « masse-ressort-masse »

La transmission du son selon le principe « masse-ressort-masse » se produit dans les éléments de construction à double paroi, composés de deux parois et d'une couche intermédiaire aussi souple et élastique que possible. Les deux parois du mur agissent conjointement avec la cavité d'air et/ou la couche isolante comme un système oscillatoire « masse-ressort-masse ».

C'est le cas, par exemple, dans les éléments de construction suivants :

- les cloisons légères avec une ossature en bois ou massifs
- les plafonds en bois ou massifs
- les murs extérieurs de construction légère (construction légère en bois ou en acier)
- les toitures en bois.

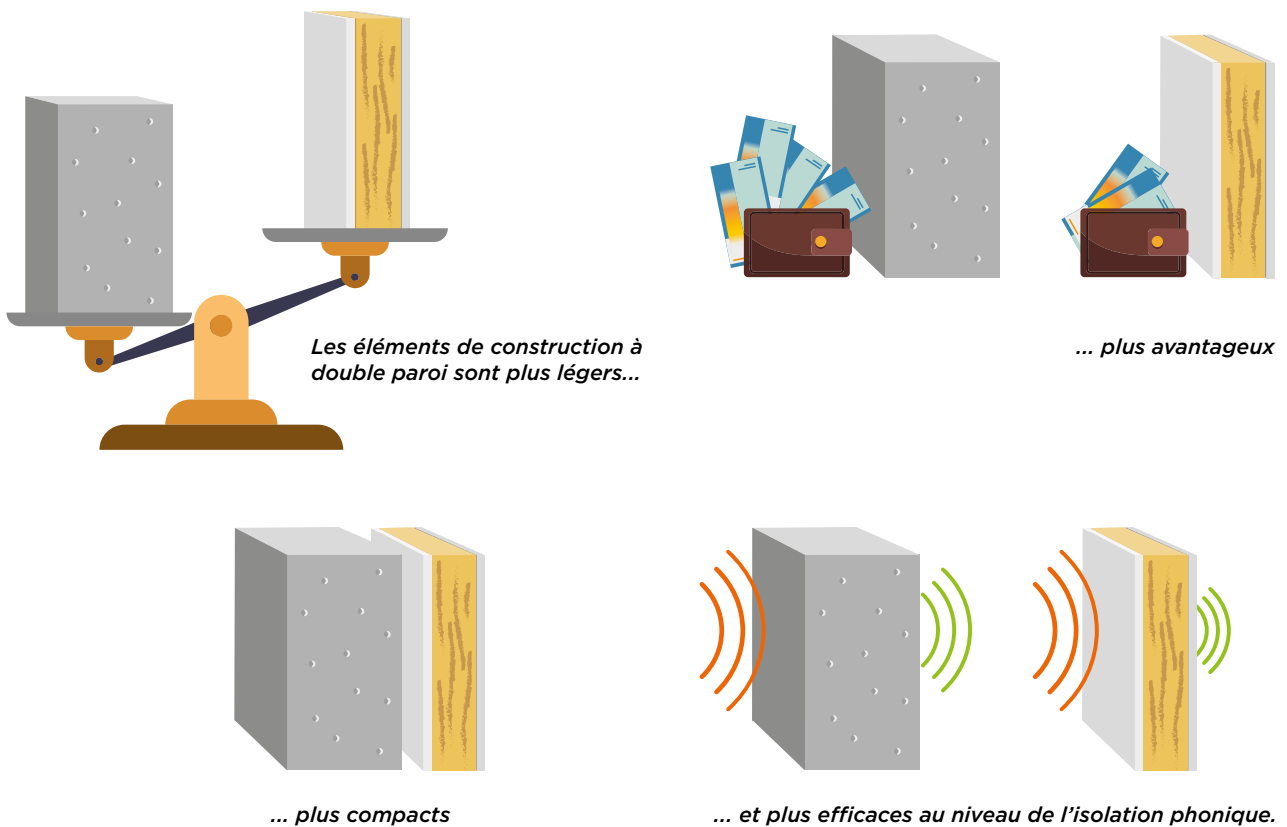


Le principe « masse-ressort-masse »

Dans les cas les plus favorables, **les mêmes valeurs d'isolation acoustique peuvent être atteintes avec un dixième de la masse d'un élément de construction à simple paroi.**

Les avantages de la construction à double paroi

De bonnes valeurs d'isolation acoustique peuvent être obtenues aussi bien avec des structures à simple paroi qu'à double paroi. **Les éléments à double paroi permettent toutefois d'obtenir la même performance d'isolation avec un poids nettement inférieur.**



Facteurs influant sur les constructions « masse-ressort-masse »

Les éléments suivants influencent l'isolation acoustique :

> Les parois

- Masse surfacique
- Distance
- Rigidité
- Revêtements : nombre de couches
- Revêtements : type de fixation

> L'isolation de la cavité

- Niveau de remplissage
- Impédance acoustique linéique de l'isolant

> L'ossature pour les constructions légères

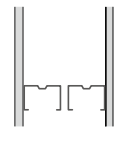
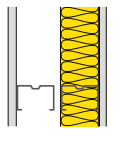
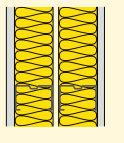
- À simple paroi, à double paroi
- Matériau (bois, métal)

La masse volumique de l'isolation n'a aucune influence.

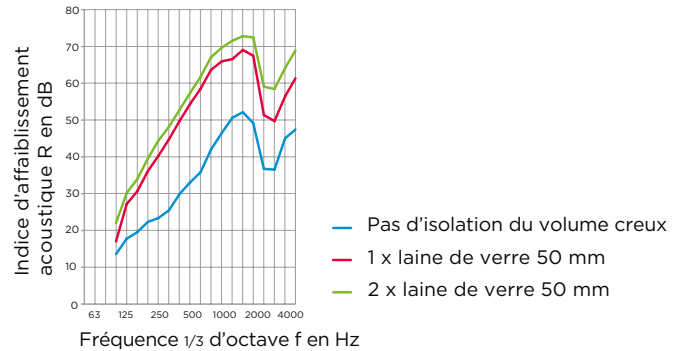
L'examen approfondi de l'isolation des volumes creux permet de dégager les trois principes fondamentaux suivants :

Premier principe : un taux de remplissage élevé optimise l'isolation

Un degré de remplissage élevé de la cavité permet d'optimiser facilement et simplement l'isolation acoustique, comme le montre clairement l'exemple ci-dessous. La cloison légère testée se compose de deux ossatures en profilés de 50 mm, d'un revêtement simple face en plaques de plâtre de 12,5 mm de type A. Cette structure a fait l'objet de mesures une fois sans isolation du volume creux, une fois avec 50 mm de laine de verre Isover et une fois avec 2 x 50 mm cette même laine. L'isolation phonique contre les bruits aériens R_w varie entre 35 et 53 dB en fonction de la situation. Le meilleur niveau d'isolation est obtenu avec le taux de remplissage le plus élevé.

Sans isolation du volume creux	1 x 50 mm Laine de verre	2 x 50 mm Laine de verre
		
$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$
35 (-2; -6)	48 (-4; -12)	53 (-5; -12)

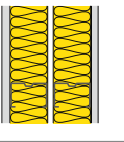
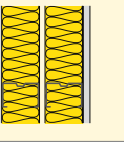
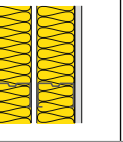
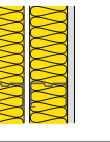
Mesure de comparaison du degré de remplissage du volume creux



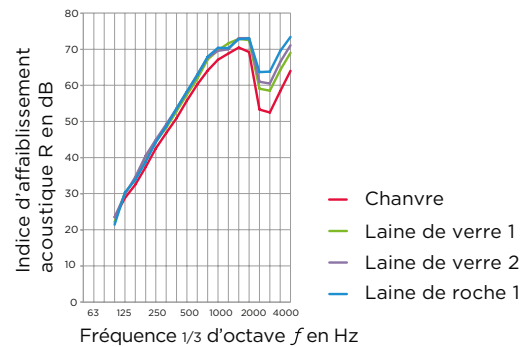
Deuxième principe : la résistance spécifique à l'écoulement de l'air doit être d'au moins 5 (kPa s)/m².

Le deuxième facteur déterminant est la résistance spécifique à l'écoulement de l'air de l'isolation. Elle doit atteindre une valeur minimale de 5 (kPa s)/m². Une résistance spécifique à l'écoulement de l'air plus élevée n'apporte aucune amélioration supplémentaire de l'isolation acoustique.

L'exemple suivant montre que la variante avec une résistance spécifique à l'écoulement de l'air inférieure à 5 (kPa s)/m² atteint un indice d'isolation acoustique R_w de 51 dB, toutes les autres atteignant 53 dB. Tous les matériaux isolants Isover répondent à l'exigence relative à la résistance spécifique à l'écoulement de l'air de (5 kPa s)/m².

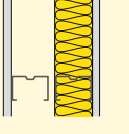
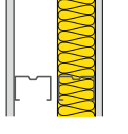
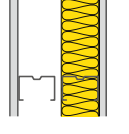
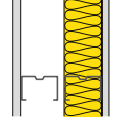
Chanvre $r = 1.5 \text{ kPa s/m}^2$	Laine de verre 1 $r = 5.4 \text{ kPa s/m}^2$	Laine de verre 2 $r = 8.0 \text{ kPa s/m}^2$	Laine de roche 1 $r = 9.4 \text{ kPa s/m}^2$
			
$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$	$R_w (C; C_{tr})$
51 (-3; -10)	53 (-5; -12)	53 (-4; -11)	53 (-5; -13)

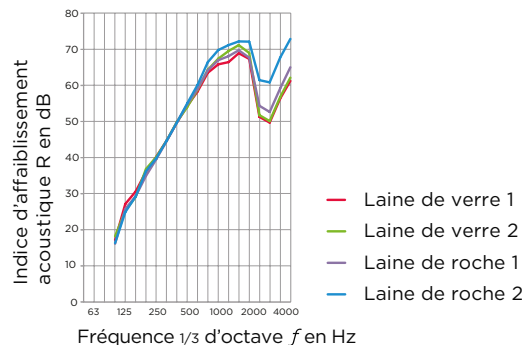
Comparaison de la résistance spécifique à l'écoulement de l'air de l'isolation



Troisième principe : la masse volumique du matériau isolant n'a aucune influence sur les performances d'isolation

Le matériau isolant constitue le « ressort » du système d'isolation acoustique et non la « masse ». C'est pourquoi sa masse volumique n'a aucune influence sur l'isolation acoustique. L'isolation contre les bruits aériens ne varie pas selon la masse volumique des laines minérales utilisées. La série de mesures suivante illustre ce fait pour des masses volumiques comprises entre 11 et 128 kg/m³ :

Laine de verre 1 11 kg/m ³	Laine de verre 2 14 kg/m ³	Laine de roche 1 30 kg/m ³	Laine de roche 2 128 kg/m ³
			
R _w (C; C _{tr}) 48 (-4; -12)	R _w (C; C _{tr}) 48 (-4; -11)	R _w (C; C _{tr}) 48 (-5; -13)	R _w (C; C _{tr}) 48 (-5; -13)



Comparaison selon la masse volumique apparente de l'isolant

2. Isolation contre les bruits de choc

Lutte contre le bruit à la source

La majeure partie du bruit généré à l'intérieur des bâtiments provient des bruits de choc dans les chapes. Les matériaux d'isolation acoustique Isover répondent aux exigences les plus élevées de la norme SIA 251 « Chapes flottantes à l'intérieur des bâtiments » et combattent efficacement les bruits solidiens à la source. Les produits légers en laine de verre se distinguent par leur maniabilité sur le chantier, leur résistance élevée à la compression et leur adaptabilité aux éléments de construction existants.

Rigidité dynamique s'

Plus la valeur de la rigidité dynamique est faible, meilleure est l'isolation de la dalle contre les bruits solidiens. Le tableau suivant rassemble les rigidités dynamiques des produits Isover PS 81, ISOCALOR et LURO 814, qui sont très bonnes.

Produit Isover	Épaisseur (mm)	Rigidité dynamique s' (MN/m ³)
PS 81	12	16
	15	12
	20	9
	25	7
	30	6
ISOCALOR	22	12
	32	9
	43	6
LURO 814	20-40	≤9

La rigidité dynamique résultante s'_{res} des isolations phoniques contre les bruits de choc posées en deux ou plusieurs couches se calcule selon la formule suivante :

$$s'_{res} = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2} + \frac{1}{s'_3} + \dots} \text{ MN/m}$$

Dans une structure composée d'une couche d'ISOCALOR 22 mm sur une couche de LURO 814 30 mm, la rigidité dynamique résultante s'_{res} est donc la suivante :

$$s'_{res} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{9}} = 5.1 \text{ MN/m}^3$$

Avec une pose multicouche d'isolants acoustiques Isover sous des chapes flottantes, l'isolation acoustique d'une dalle peut ainsi être maximisée.

Produit Isover	Épaisseur	Rigidité dynamique s' (MN/m ³)	Symbole	Épaisseur de la couche de ciment en mm			
				50	70	100	120
PS 81	12 mm	16	ΔL_w $L_{n,w,r}$	28 dB 50 dB	32 dB 46 dB	35 dB 43 dB	35 dB 43 dB
	15 mm	12	ΔL_w $L_{n,w,r}$	31 dB 47 dB	34 dB 44 dB	37 dB 41 dB	35 dB 43 dB
	20 mm	9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	32 dB 46 dB	35 dB 43 dB	38 dB 40 dB	36 dB 42 dB
	25 mm	7	ΔL_w $L_{n,w,r}$	35 dB 43 dB	38 dB 40 dB	40 dB 38 dB	38 dB 40 dB
	30 mm	6	ΔL_w $L_{n,w,r}$	36 dB 42 dB	38 dB 40 dB	41 dB 37 dB	39 dB 39 dB
ISOCALOR	22 mm	12	ΔL_w $L_{n,w,r}$	33 dB 45 dB	34 dB 44 dB	32 dB 46 dB	34 dB 44 dB
	32 mm	9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	34 dB 44 dB	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB
	43 mm	6	ΔL_w $L_{n,w,r}$	37 dB 41 dB	37 dB 41 dB	38 dB 40 dB	38 dB 40 dB
LURO 814	40 mm	<9	ΔL_w $L_{n,w,r}$	33 dB 45 dB	35 dB 43 dB	37 dB 41 dB	35 dB 43 dB

Indice d'affaiblissement acoustique des bruits solidiens ΔL_w et niveau de pression pondéré du bruit solidien normalisé $L_{n,w,r}$ en dB pour les plafonds avec revêtement



3. Exigences relatives à l'isolation acoustique des façades, toitures, murs et plafonds selon la norme SIA 181:2020 « Protection contre le bruit dans le bâtiment ».

Base légale

L'Ordonnance sur la Protection contre le Bruit (OPB) impose à l'art. 32 que les projets de construction respectent les règles de l'art en matière d'isolation acoustique, en particulier la norme SIA 181.

Champ d'application

La norme SIA 181 régit la protection contre le bruit en provenance de sources extérieures et intérieures. Elle s'applique aux constructions neuves et aux transformations, ainsi qu'aux changements d'affectation.

Exigences

La norme SIA 181 distingue les exigences minimales, les exigences accrues et les exigences particulières. Les exigences minimales garantissent une protection acoustique qui permet uniquement d'éviter les nuisances importantes dans le cas d'une utilisation normale.

Les exigences accrues offrent une meilleure isolation acoustique que les exigences minimales et des exigences spéciales peuvent être fixées en cas d'exigences de calme plus élevées ou d'utilisations particulières. Les exigences accrues s'appliquent aux nouvelles constructions en propriété, telles que des villas individuelles ou mitoyennes, ainsi qu'aux propriétés par étages.

Les exigences minimales doivent être respectées dans tous les cas (art. 32 LIS).

Les exigences s'appliquent de manière permanente et sans tolérance. Elles sont applicables à un bâtiment prêt à être réceptionné. Les valeurs déterminantes pour l'évaluation sont celles obtenues par des mesurages sur la construction et arrondies à l'unité.

Les exigences sont déterminées en fonction du degré de nuisance des locaux d'émission et de la sensibilité des locaux de réception.

Sensibilité au bruit

Sensibilité au bruit	Description du type et de l'utilisation du local d'immission (local de réception)
Aucune	Surfaces de dégagement et de circulation, locaux utilisés occasionnellement ou locaux dont le bruit inhérent à l'exploitation est considérable. Exemples: local de stockage, entrepôt et cave, local abritant des installations de chauffage, de ventilation ou des installations techniques du bâtiment, local de bricolage, garage, cage d'escaliers, coursive, etc.
Faible	Locaux utilisés essentiellement pour des activités manuelles. Locaux occupés par plusieurs personnes ou durant de courtes périodes. Exemples: atelier, salle de travaux manuels, cantine, restaurant, cuisine sans partie habitable, bain, douche, WC, local de vente, couloir interne au logement, salle d'attente.
Moyenne	Locaux utilisés pour l'habitat, pour y dormir ou pour des activités intellectuelles. Exemples: salle de séjour, chambre à coucher, studio, salle de classe, salle de musique, cuisine habitable, bureau, salle de réception, chambre d'hôtel.
Élevée	Locaux à l'usage d'utilisateurs qui ont besoin de beaucoup de tranquillité. Exemples: salles spéciales de repos dans les hôpitaux et les sanatoriums, salles pour thérapies spéciales avec un besoin élevé de tranquillité, salle de lecture ou d'étude.

SIA 181, tableau 1 : Classement de la sensibilité au bruit en fonction du type et de l'utilisation du local d'immission.

Exigences pour la protection contre le bruit aérien en provenance de sources extérieures

Le classement de la sensibilité au bruit se fait conformément au tableau 1 de la norme SIA 181. Le degré de nuisance du bruit extérieur est déterminé à partir du niveau d'évaluation L_r selon les prescriptions de l'Ordonnance sur la Protection contre le Bruit.

Degré de nuisance	Faible à modéré		Important à très fort	
Période d'évaluation	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Niveau d'évaluation dB	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Sensibilité au bruit	Valeurs d'exigences D_e			
Faible	22 dB	22 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
Moyenne	27 dB	27 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
Élevée	32 dB	32 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

SIA 181, tableau 2 : Exigences minimales D_e en matière de protection contre le bruit aérien provenant de sources extérieures

Pour les exigences accrues, on applique les valeurs du Tableau 2 majorées de 3 dB.

Les cas particuliers sont les sources de bruit sans niveau d'évaluation selon l'OPB, pour lesquelles une protection acoustique adaptée est à convenir, et les locaux à usage exclusivement diurne ou nocturne pour lesquels la période de séjour correspondante détermine l'exigence.

Exigences pour la protection contre le bruit aérien en provenance de sources intérieures

Le classement de la sensibilité au bruit est effectué conformément au tableau 1, SIA 181. Le degré de nuisance du bruit intérieur se détermine en interprétant par analogie les exemples du tableau 3.

Degré de nuisance	Faible	Modéré	Fort	Très fort
Utilisation	Peu bruyante	Normale	Bruyante	Très bruyante
Exemples de genre et d'utilisation pour le local d'émission	Salle de lecture ou d'attente, archive, local de stockage, entrepôt et cave, local à vélos.	Séjour, chambre à coucher, cuisine, bain, douche, WC, corridor, cage d'ascenseur, local de machinerie d'ascenseur, cage d'escalier, jardin d'hiver, parking souterrain, bureau, salle de réunion, laboratoire, local de vente sans sonorisation	Salle polyvalente, salle de classe, crèche, jardin d'enfants, local technique, restaurant sans sonorisation, local de vente avec sonorisation et locaux annexes, parking souterrain à affectation commerciale	Exploitation artisanale, atelier, salle de répétition de musique, salles de sports, restaurant avec sonorisation et locaux annexes
Sensibilité au bruit	Valeurs d'exigences D_i			
Faible	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
Moyenne	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
Élevée	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

SIA 181, tableau 3 : Exigences minimales D_i pour la protection contre le bruit en provenance de sources intérieures

Pour les exigences accrues, on applique les valeurs du tableau 3 majorées de 4 dB.

Les cas particuliers sont les locaux avec porte d'accès donnant sur un espace de circulation commun, où, en fonction de la sensibilité au bruit, des exigences réduites et des exigences minimales en matière d'isolation acoustique des portes s'appliquent conformément au tableau 3, ainsi que les émissions importantes en basse fréquence pendant la nuit (bars, pubs, boîtes de nuit, discothèques), où des exigences minimales spécifiques sont fixées.

Exigences pour la protection contre le bruit de choc

La classification de la sensibilité au bruit est effectuée conformément au tableau 1, SIA 181. Le degré de nuisance du bruit est fixé par analogie avec les exemples du tableau 5.

Degré de nuisance	Faible	Modéré	Fort	Très fort
Exemples de types de local et d'utilisation côté émission	Archive, salle d'attente ou de lecture, balcons	Séjour, chambre à coucher, cuisine, bain, douche, WC, bureau, corridor, escalier, coursive, terrasse, garage souterrain	Local de vente, restaurant, salle polyvalente, salle de classe, crèche, jardin d'enfants, salle de sports, atelier, salle de répétition de musique	Les utilisations classées dans la catégorie « fort », lorsqu'elles concernent également la période nocturne de 19h00 à 07h00
Sensibilité au bruit	Valeurs d'exigences L'			
Faible	63 dB	58 dB	53 dB	48 dB
Moyenne	58 dB	53 dB	48 dB	43 dB
Élevée	53 dB	48 dB	43 dB	38 dB

SIA 181, tableau 5 : Exigences minimales L' pour la protection contre le bruit de choc

Pour les exigences accrues, les valeurs du tableau 5 réduites de 4 dB s'appliquent. Pour les transformations et les changements d'affectation, les valeurs augmentées de 2 dB par rapport aux valeurs du tableau 5 s'appliquent, pour la transmission des bruits de choc provenant des balcons, les valeurs augmentées de 5 dB s'appliquent.

Les constructions accessibles à pied qui ne sont utilisées qu'occasionnellement, telles que les locaux de chauffage, les centrales de climatisation, les locaux de stockage, etc., ne sont soumises à aucune exigence en matière d'isolation des bruits de choc. Les constructions accessibles qui sont utilisées de manière intensive sont soumises à des exigences supplémentaires.

Exigences pour les bruits des équipements techniques et des installations fixes du bâtiment

Le classement de la sensibilité au bruit est effectué conformément au tableau 1, SIA 181. Les types de bruit sont classifiés par interprétation analogique des exemples du tableau 7.

Type de bruit émis (local d'émission)	Bruits ponctuels		Bruits continus
	Bruits de fonctionnement	Bruits provoqués par l'utilisateur	Bruits de fonctionnement ou bruits provoqués par l'utilisateur
Sensibilité au bruit	Valeurs d'exigences L_H		
Faible	38 dB	43 dB	33 dB
Moyenne	33 dB	38 dB	28 dB
Élevée	28 dB	33 dB	25 dB

SIA 181, tableau 6 : Exigences minimales L_H pour la protection contre le bruit des équipements techniques et des équipements du bâtiment

Pour les exigences accrues, les valeurs réduites de 4 dB par rapport aux valeurs du tableau 6 s'appliquent. La valeur minimale est de 25 dB.

Types de bruits

Bruits de courte durée	<p>Bruits de fonctionnement (contrôle avec le bruit réel) Lavabo, remplissage, resp. vidange du lavabo et de la baignoire; rinçage de la cuvette de WC, y compris déclenchement du processus de rinçage (sans matières solides); bruits de fonctionnement d'installations de distribution d'eau; ouverture, modification du réglage, fermeture de vannes et autre robinetterie; ascenseurs; bruits de portes de garage à commande automatique, ferme-porte et stores automatiques, bruits de commutation d'installations électriques.</p>
	<p>Bruits d'utilisateur (contrôle avec bruit réel) Manipulation de cloisons de douche, de portes de garage, de stores et de volets à rouleau, de portes d'immeubles, de portes et de fenêtres coulissantes.</p>
	<p>Bruits d'utilisateur (contrôle avec marteau basculant EMPA) Utilisation de la baignoire, de la cuvette de douche et du sol de douche de plain-pied, de WC, de lavabo, combiné lavabo, du bidet, de l'évier, surfaces de travail dans la cuisine, armoires, éléments hauts et éléments bas de cuisine, armoire à miroir.</p>
Bruits continus	<p>Bruits de fonctionnement (contrôle avec le bruit réel) Utilisation d'installations de ventilation et de climatisation, lave-vaisselle, lave-linge, sèche-linge, installation de réfrigération, ventilateur, chauffage, compresseur, pompe à chaleur, jacuzzi, évacuation de l'eau du toit.</p>
	<p>Bruits d'utilisateur (contrôle avec le bruit réel) Bruits d'installations industrielles ou artisanales desservies manuellement.</p>

SIA 181, tableau 7 : exemples de classification des bruits en types de bruits



Acoustique des salles

L'acoustique des salles traite de la propagation du son et de la répartition de l'énergie sonore dans les espaces clos. Son objectif est de garantir une audibilité optimale adaptée à l'utilisation de la pièce. Cela signifie, par exemple, créer les meilleures conditions acoustiques pour les salles de concert, une intelligibilité optimale pour les théâtres et une réduction maximale du bruit pour les halles industrielles et les locaux commerciaux.

Les caractéristiques d'une pièce influencent directement notre perception du son, ce qui rend essentielle la maîtrise de sa propagation dans l'espace et dans le temps lors de la conception d'un local. De bonnes performances acoustiques ne peuvent être atteintes que si plusieurs exigences sont satisfaites simultanément. Cela passe notamment par le choix d'une forme adaptée à l'usage prévu, afin d'assurer une diffusion homogène du son et d'éviter des phénomènes indésirables tels que l'écho ou la focalisation.

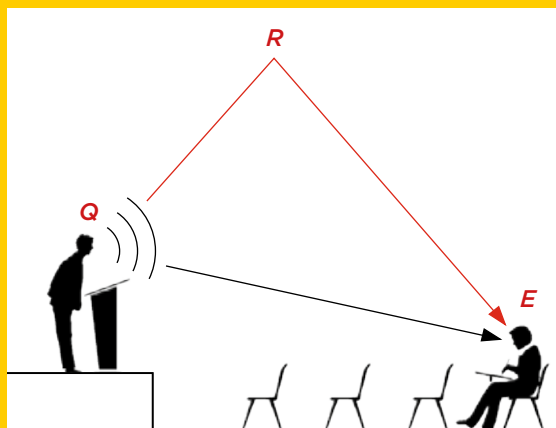
L'acoustique des salles peut être divisée en deux domaines principaux : l'acoustique géométrique et l'acoustique statistique.

1. Acoustique géométrique des salles

Les ondes sonores ne se propagent pas seulement directement dans une pièce, elles sont également réfléchies, diffractées ou absorbées. L'acoustique géométrique des salles décrit les rayons sonores idéalisés selon les lois de la réflexion. Les longueurs d'onde considérées doivent être inférieures aux dimensions des surfaces réfléchissantes. Seules les surfaces dures engendrent une réflexion. Une surface molle absorbe le son : la majeure partie de l'énergie sonore incidente est absorbée, ce qui est généralement souhaitable, en particulier lorsqu'aucune amélioration géométrique n'est possible.

Les réflexions sonores qui arrivent dans les 35 à 50 premières millisecondes après le son direct ne sont pas perçues comme un événement sonore distinct, mais produisent une seule impression sonore dans l'oreille, en fonction du spectre sonore de la source. Les ondes sonores réfléchies pendant cet intervalle de temps et qui atteignent le récepteur amplifient le son direct de manière utile. Les réflexions individuelles fortes qui arrivent plus de 50 ms après le son direct sont perçues séparément comme un écho.

L'illustration ci-dessous illustre cette situation. Le son direct parcourt la distance entre la source **Q** et le récepteur **E** (rayon noir). La réflexion, en revanche, prend un détour de **Q** à **E** via **R** (rayon rouge). Si la réflexion arrive au récepteur 35 ms après le son direct, cela doit être corrigé par un plafond acoustique.



Pour évaluer approximativement le comportement acoustique d'une pièce en fonction de son utilisation, il est possible de formuler une exigence générale concernant le volume optimal par personne. Ce volume spécifique ne doit pas être supérieur à celui indiqué dans le tableau ci-dessous.

Volume optimal en fonction de l'utilisation	m ³ /personne
Auditorium	4
Salle de chant	5
Salle de concert	7
Espaces sacrés	10

Il convient de noter ici que le volume de la salle ne doit en aucun cas dépasser 2 000 m³ pour un orateur non spécialement formé.

2. Acoustique statistique des salles

L'acoustique statistique des salles considère comme un tout les ondes sonores qui se propagent dans une pièce et sont réfléchies plusieurs fois sur les surfaces qui délimitent la pièce, et les enregistre statistiquement.

Lorsqu'une source sonore commence à émettre dans une pièce fermée, les ondes sonores se propagent d'abord comme dans un champ libre jusqu'à ce qu'elles soient réfléchies par les surfaces délimitant la pièce et se superposent aux ondes incidentes. Après un court laps de temps, un état stationnaire est atteint.

Lorsque la source sonore est éteinte, le son continue de résonner pendant un certain temps, jusqu'à ce que les multiples réflexions s'estompent. Cette résonance est appelée réverbération. Le temps de réverbération est la grandeur acoustique déterminante pour l'évaluation et la qualité d'une pièce. En acoustique statistique, la forme de la pièce n'a aucune importance tant qu'elle peut être caractérisée par un temps de réverbération défini. Seuls le volume et le comportement d'absorption de toutes les surfaces sont importants.

Temps de réverbération T

Il s'agit du laps de temps T en secondes pendant lequel l'énergie sonore moyenne dans une pièce diminue d'un millionième de sa valeur initiale après l'arrêt de la source sonore, ce qui correspond à une diminution du niveau sonore de 60 dB. La relation mathématique entre le temps de réverbération, le volume et la capacité globale d'absorption des surfaces est exprimée par la formule de Sabine :

$$T = 0.163 \cdot \frac{V}{A} \quad [s]$$

0.163 constante de Sabine

V volume de la pièce vide [m³]

A aire d'absorption globale équivalente [m²]

Temps de réverbération optimaux

Compte tenu des utilisations très diverses qui peuvent être faites des pièces et en concordance avec les « volumes optimaux » décrits précédemment, le temps de réverbération d'une pièce peut être adapté à son usage. Nous faisons ici essentiellement la distinction entre les pièces destinées à la parole et celles destinées à la musique.

Dans les pièces destinées à la parole, l'objectif premier est d'obtenir une bonne intelligibilité. Si le temps de réverbération est trop long, les syllabes individuelles ne sont plus perçues séparément, mais comme un brouillard de syllabes incompréhensible en raison de la réverbération. Si le temps de réverbération est trop court, c'est-à-dire si l'absorption est trop importante, le volume sonore diminue tellement que l'intelligibilité est compromise sans amplification électroacoustique.

Dans les salles destinées à la musique, la perception subjective joue un rôle essentiel et peut donc varier considérablement. Le type de musique et les préférences personnelles influencent l'évaluation du temps de réverbération optimal. En général, celui-ci est toutefois plus long que pour la parole.

En raison de la dépendance de l'absorption à la fréquence, le temps de réverbération dans une pièce est également fonction de la fréquence. Le spectre de réverbération varie parfois considérablement, en particulier lorsque le nombre de personnes et l'équipement changent.

Aire d'absorption équivalente A

L'aire d'absorption équivalente est le produit des surfaces délimitant la pièce et des coefficients d'absorption acoustique correspondants. Comme ceux-ci dépendent de la fréquence, les surfaces d'absorption acoustique équivalentes en dépendent également. Elles sont dites « équivalentes » car les surfaces en m^2 sont multipliées par une grandeur sans dimension et donnent ainsi des m^2 acoustiques correspondants.

L'aire d'absorption équivalente globale d'une pièce est la somme des différentes surfaces d'absorption. Elle se calcule comme suit :

$$A = \alpha_{S,1} \cdot S_1 + \alpha_{S,2} \cdot S_2 + \dots + \alpha_{S,n} \cdot S_n \quad [m^2]$$

α_S coefficient d'absorption acoustique (sans unité)

S surface $[m^2]$

$1,2,\dots,n$ nombre des différentes surfaces avec degrés d'absorption acoustique différents

La surface S n'est pas seulement une aire d'absorption partielle de la surface délimitant la pièce, mais peut également représenter la surface des personnes et des objets placés dans l'espace.

	Aire d'absorption équivalente A en bandes d'octave, fréquence moyenne (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Personnes, debout ou sur chaises en bois	0.15	0.30	0.50	0.55	0.60	0.50
Personnes sur chaises rembourrées	0.20	0.40	0.55	0.60	0.60	0.50
Personnes avec instruments sur estrade	0.40	0.80	1.00	1.40	1.30	1.20
Chaises en bois sans public	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.05
Chaises rembourrées recouvertes de tissu, sans public	0.10	0.30	0.35	0.45	0.50	0.40
Chaises rembourrées recouvertes de cuir, sans public	0.10	0.25	0.35	0.35	0.20	0.10

Aire d'absorption équivalente A en m^2 par unité de différents objets

Coefficient d'absorption acoustique α_S

Pour pouvoir décrire l'absorption acoustique de composants ou de surfaces individuelles, il faut connaître le coefficient d'absorption acoustique. Celui-ci désigne le rapport entre l'énergie acoustique absorbée et l'énergie acoustique incidente. Il est mesuré en laboratoire dans une chambre réverbérante et dépend de la fréquence.

	Coefficient d'absorption acoustique α_s , en bande d'octave, fréquence moyenne (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Béton, mur crépi	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Mur sans crépi	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07
Revêtement de paroi en bois	0.40	0.30	0.20	0.10	0.10	0.20
Revêtement de sol dur sur plancher massif	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06
Revêtement de sol souple ≤ 5 mm sur plancher massif	0.02	0.03	0.06	0.15	0.30	0.40
Revêtement de sol souple ≤ 10 mm sur plancher massif	0.04	0.08	0.15	0.30	0.45	0.55
Plancher en bois, parquet sur lattage	0.12	0.10	0.06	0.05	0.05	0.06
Fenêtre, façade de verre	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02
Portes en bois	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
Rideau en filet jusqu'à 200 mm devant une surface dure	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Rideau < 200 g/m ² jusqu'à 200 mm devant une surface dure	0.05	0.06	0.09	0.12	0.18	0.22
Rideau, étoffe tissée env. 400 g/m ² avec plis ou froufrous $> 1:3$, jusqu'à 200 mm devant une surface dure	0.10	0.40	0.70	0.90	0.95	1.00
Grandes ouvertures	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Grille de ventilation, 50% de surface ouverte	0.30	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Isover PB A 031 60 mm, posé directement sur chape dure	0.20	0.80	1.12	1.10	1.05	1.05
Isover PB A 031 60 mm, avec 25 mm de vide	0.25	0.86	1.14	1.10	1.05	1.05
Isover PB A 031 60 mm, avec 300 mm de vide	0.64	0.88	1.14	1.10	1.05	1.05

Coefficient d'absorption acoustique α_s [-] de différents matériaux

Coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w

Selon la norme EN ISO 11654, il est également possible de déterminer une valeur unique à partir des données de bande de fréquence. Cette valeur unique du coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w présente l'avantage de permettre la comparaison de caractéristiques spécifiques des produits à l'aide d'une seule valeur. La valeur pondérée ne doit en revanche pas être utilisée pour calculer les propriétés acoustiques d'une pièce dans les conditions réelles. Elle est en effet trop imprécise pour cela.

Diminution du niveau de pression acoustique ΔL

La géométrie, les propriétés des parois et la puissance de la source sonore déterminent le champ sonore et le niveau de pression acoustique dans une pièce.

Nous distinguons les pièces volumineuses, dans lesquelles un champ sonore diffus se forme en raison des réflexions sur les parois, et les pièces allongées, dans lesquelles une distribution uniforme de l'énergie n'est plus possible.

À proximité immédiate de la source sonore, les lois de la propagation du son à l'air libre s'appliquent toujours. La distance par rapport à la source est appelée rayon de réverbération r_H . Si l'absorption acoustique dans une pièce augmente, le rayon de réverbération augmente aussi. Dans les pièces volumineuses, le point de transition entre le champ sonore direct et le champ sonore diffus s'éloigne de la source : le niveau de pression acoustique diminue lorsque la distance par rapport à la source augmente. Cela permet d'expliquer pourquoi l'installation de panneaux acoustiques est une mesure efficace pour réduire le bruit.

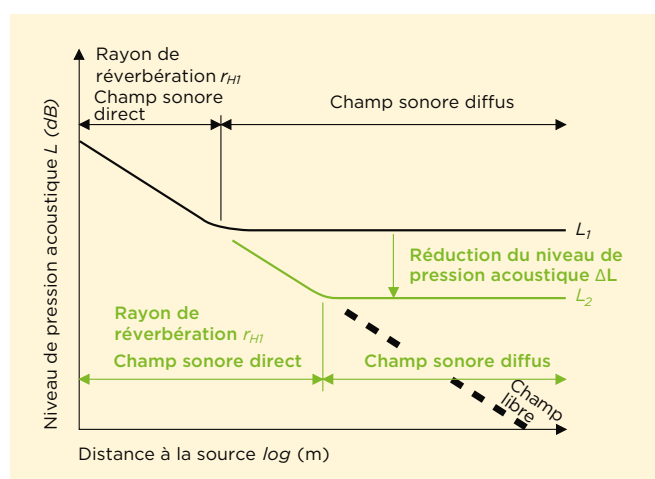


Schéma de réduction du niveau de pression acoustique

Affaiblissement géométrique

Dans les pièces allongées, dans lesquelles il n'y a plus de champ sonore diffus, les surfaces du plafond et du sol exercent une influence déterminante sur le champ sonore. Les réflexions des parois latérales sont largement négligeables. Il serait erroné de calculer une diminution du niveau sonore selon les règles de l'acoustique statistique des salles.

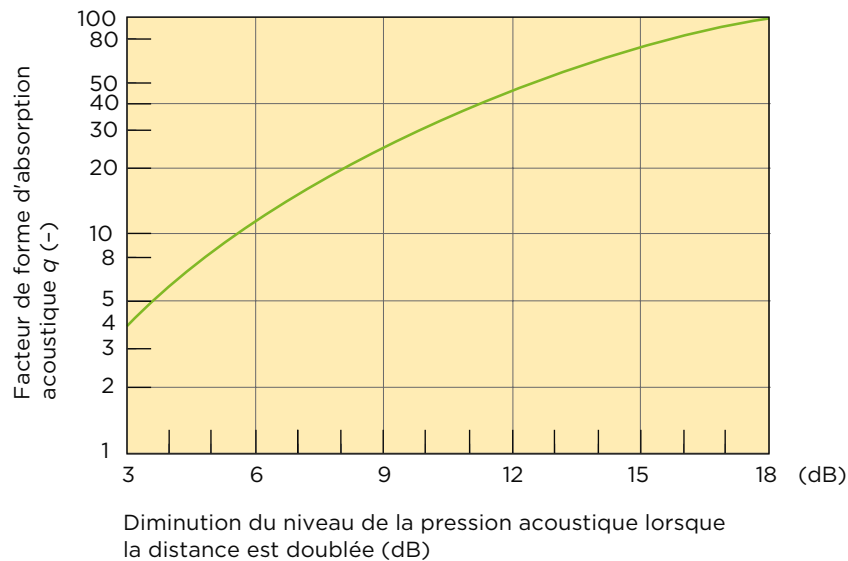
Le « facteur de forme de l'absorption acoustique q » est une caractéristique sans dimension qui permet de déterminer pour une pièce donnée (et en particulier pour les halles industrielles), si l'on peut appliquer les règles de l'acoustique statistique ou si les mesures de lutte contre le bruit doivent plutôt être calculées selon les lois de l'atténuation géométrique. Il est le produit des caractéristiques acoustiques de la pièce et de la diagonale de la pièce.

$$q = \frac{A}{V} \cdot \sqrt{l^2 + b^2 + h^2} \quad [-]$$

$q \leq 1$ les lois de l'acoustique statistique des salles s'appliquent.

$q > 1$ aucun champ sonore diffus n'est plus présent.

A	aire d'absorption acoustique équivalente totale	[m ²]
V	volume de la salle vide	[m ³]
l	longueur de la salle	[m]
b	largeur de la salle	[m]
h	hauteur de la salle; si une toiture shed (toiture à redans partiel) est installée, h ne vaut que jusqu'à la bordure inférieure shed	[m]



Si des mesures d'isolation acoustique – telles que l'installation de panneaux acoustiques ou d'absorbants suspendus – sont prises dans des pièces allongées, leur efficacité peut être déterminée à partir du graphique ci-dessus, à l'aide du facteur de forme de l'absorption acoustique.

Solutions Isover

Isover propose des solutions adaptées et efficaces pour tous les domaines de l'acoustique, permettant une bonne acoustique et une isolation acoustique efficace de la cave au toit, tant contre les bruits extérieurs qu'intérieurs.

Peu importe la partie du bâtiment à isoler : dans les constructions multicouches dont l'isolation acoustique fonctionne selon le principe masse-ressort-masse, l'isolation constitue le « ressort » du système. La valeur caractéristique déterminante du matériau est la résistance spécifique à l'écoulement de l'air r , qui doit être d'au moins 5 (kPa s)/m^2 . Des résistances spécifiques à l'écoulement de l'air plus élevées n'apportent aucune amélioration.

Grâce à sa structure extrêmement fine, la laine de verre Isover est idéale pour convertir l'énergie sonore en énergie thermique.



Structure de la laine de verre agrandie 100 fois

1. Protection contre les bruits aériens provenant de sources externes

L'enveloppe du bâtiment est importante pour le confort intérieur, car elle réduit les bruits extérieurs, provenant par exemple de la circulation, de l'industrie ou des chantiers, et améliore ainsi le cadre de vie et de travail. En Suisse, les exigences en matière d'isolation acoustique contre les bruits extérieurs doivent être respectées conformément à l'Ordonnance sur la Protection contre le Bruit et à la norme SIA 181 « Protection contre le bruit des bâtiments ».

Murs extérieurs

Les murs extérieurs massifs en maçonnerie ou en béton, qu'ils soient dotés de façades ventilées ou crépies, offrent tout comme les doubles murs d'excellentes performances d'isolation acoustique lorsqu'ils sont isolés avec de la laine de verre Isover. Dans le cas de ces murs extérieurs, la protection acoustique résultante dépend presque exclusivement de la qualité des fenêtres.

PRODUITS RECOMMANDÉS

> Façade ventilée

PB F 030 | PB F 032

> Façade crépie

ISOCOMPACT

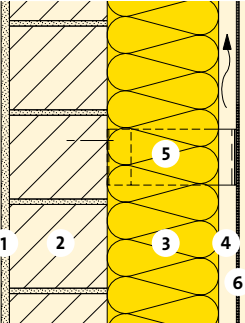
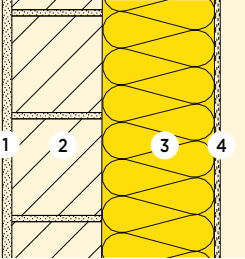
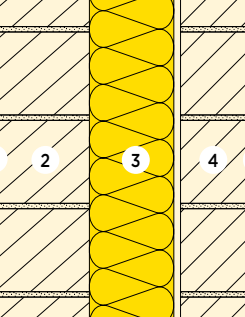
> Construction en bois

PB M 030 | SWISSROLL 030

ISOPONTE 032 | PB M 032

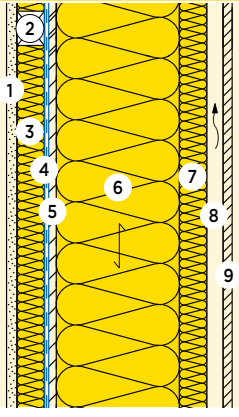
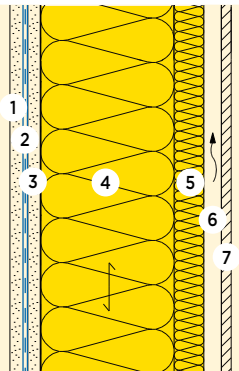
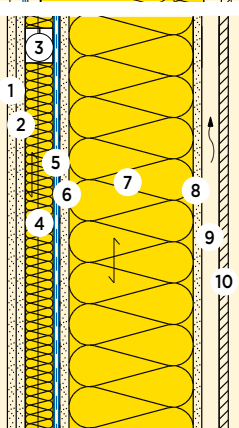
ISOCONFORT 032 | PB M 034

UNIROLL 034

Structure des murs extérieurs	Description	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w et termes d'adaptation spectrale (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enduit intérieur 15 mm 2. Brique 17,5 cm 3. Isolation thermique et phonique PB F 030 180 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Ventilation arrière 5. Consoles 6. Revêtement en fibrociment 13 kg/m³ 	58 (-2; -6) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enduit intérieur 15 mm 2. Brique 17,5 cm 3. Isolation thermique et phonique ISOCOMPACT 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Enduit env. 7 mm 	55 (-2; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enduit intérieur 15 mm 2. Brique 15 cm 3. Isolation thermique et phonique PB F 030 120 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Brique 12,5 cm 5. Enduit extérieur 20 mm 	65 (-1; -5) dB

Pour d'autres structures, consulter les détails de construction sur notre site internet

Les murs extérieurs en bois peuvent également présenter des valeurs d'isolation acoustique très élevées. Contrairement aux structures massives, la masse d'isolation acoustique varie toutefois considérablement en fonction de la structure (construction, parement intérieur) et du revêtement de façade.

Structure des murs extérieurs	Description	Indice d'affaiblissement pondéré R_w et termes d'adaptation du spectre (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 2. Lattage / conduites 3. Isolation thermique et phonique PB M 030 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Pare-vapeur / étanchéité à l'air VARIO® XTRA 5. OSB 18 mm 6. Isolation thermique et phonique UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 7. Isolation thermique et phonique ISOPONTE 032 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 8. Vide d'aération 9. Lambrissage 22 mm 	47 (-2; -8) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 2. Pare-vapeur / étanchéité à l'air VARIO® XTRA 3. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 4. Isolation thermique et phonique UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Isolation thermique et phonique ISOPONTE 032 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 6. Vide d'aération 7. Lambrissage 22 mm 	48 (-2; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 2. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 3. Profilé ou étrier élastique 4. Isolation thermique et phonique PB M 034 50 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 5. Pare-vapeur / étanchéité à l'air VARIO® XTRA 6. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 7. Isolation thermique et phonique UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 8. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 9. Vide d'aération 10. Lambrissage 22 mm 	65 (-1; -5) dB

Pour d'autres structures, consulter les détails de construction sur notre site internet et www.lignumdata.com

Toitures inclinées

Comme pour les murs extérieurs dans les constructions en bois, l'isolation acoustique des toitures inclinées dépend fortement de la structure, en particulier du type de couverture, mais aussi du revêtement intérieur. Dans le cas des toitures inclinées, il existe un risque supplémentaire de nuisances sonores en raison du bruit de la pluie, notamment en cas de couverture en tôle.

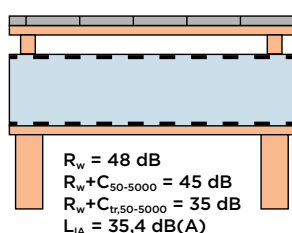
PRODUITS RECOMMANDÉS

ISOTHERM 034 | ISORIGID

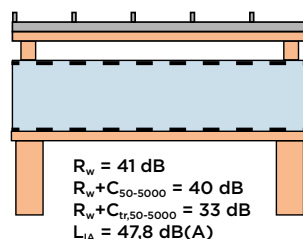
Structure de toit incliné	Description	Indice d'affaiblissement pondéré R_w et termes d'adaptation du spectre (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> Tuiles en terre cuite / Lattage Contre-lattage / vide d'aération Sous-couverture souple par ex. VARIO® ROOFTIGHT + Panneau isolant de sous-toiture ISORIGID 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² Isolation thermique et phonique UNIROLL 034 240 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² Pare-vapeur / étanchéité à l'air VARIO® XTRA Lattage / Conduites Isolation thermique et phonique PB M 034 40 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² Plaque de plâtre 15 mm 	<p>49 (-4; -11) dB</p>
	<ol style="list-style-type: none"> Tuiles en terre cuite / Lattage Contre-lattage / vide d'aération Sous-couverture souple par ex. VARIO® ROOFTIGHT + Isolation thermique et phonique ISOTHERM 034 180 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² Pare-vapeur / étanchéité à l'air VARIO® KM SUPRAPLEX-SKS Coffrage 20 mm Chevrans 	<p>51 (-1; -5) dB</p>

Pour d'autres structures, consulter les détails de construction sur notre site internet et www.lignumdata.com

Le type de couverture influence considérablement la masse d'isolation acoustique. Les couvertures en tôle peuvent entraîner des nuisances dues au bruit de la pluie. L'indice d'isolation acoustique R_w d'un toit incliné avec une isolation entre chevrons de 200 mm en laine minérale est de 48 dB pour une couverture en béton et de 41 dB pour une couverture en tôle d'aluminium. Le niveau d'intensité sonore L_{IA} , qui sert d'indicateur pour l'isolation acoustique contre le bruit de la pluie, est de 35 dB pour une couverture en béton et de 48 dB pour une couverture en tôle d'aluminium.



Couverture en tuiles de béton



Couverture en tôle d'aluminium

Protection contre les bruits aériens provenant de sources intérieures

Pour assurer une bonne isolation acoustique, les cloisons de séparation doivent être construites à double paroi. Ainsi, qu'il s'agisse de maçonnerie ou de béton, de cloisons sèches avec ossature métallique ou de constructions en bois, des valeurs d'isolation acoustique très élevées sont atteintes : la valeur caractéristique déterminante du matériau d'isolation est à nouveau la résistance spécifique à l'écoulement r .

Cloisons

PRODUITS RECOMMANDÉS

> Cloisons légères

ISOVOX | ISORESIST PIANO PLUS |
ISORESIST PIANO PLUS P |
ISOVOX R CONFORT

> Doublages

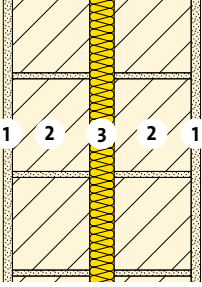
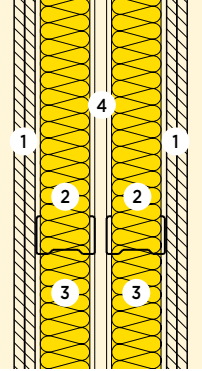
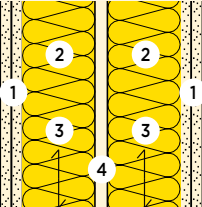
ISOVOX | PB M 030 | PB M 032 | PB M 034

> Cloisons de séparation en béton

LURO 814

> Cloisons de séparation maçonnées

ISOLENE P 032 | PB F 032
PB M 032 | PB M 034

Structure des murs extérieurs	Description	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w et termes d'adaptation du spectre (C ; C_{tr})
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enduit intérieur 15 mm 2. Brique 12,5 cm 3. Isolation thermique et acoustique PB M 030 40 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 	64 (-1; -7) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plaque de plâtre GKB, type A, 2 x 12,5 mm 2. Ossatures métalliques CW/UW 75 mm 3. Isolation thermique et acoustique ISORESIST PIANO PLUS 60 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Espace 10 mm 	64 (-5; -13) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plaque de plâtre fibrée ou dure 2 x 15 mm 2. Montants en bois 60 x 120 mm 3. Isolation thermique et acoustique ISOFIX 034 120 mm, $r \geq 5$ (kPa s)/m² 4. Espace 10 mm 	69 (-4; -11) dB

3. Protection contre les bruits aériens et les bruits d'impact provenant de sources intérieures

La protection contre les bruits d'impact représente un enjeu majeur dans la conception des planchers. En pratique, les performances globales d'isolation acoustique sont généralement remplies lorsque l'isolation contre les bruits de choc est correctement assurée. Qu'il s'agisse de planchers massifs ou de planchers de séparation en bois, la rigidité dynamique — exprimée en MN/m^3 — joue un rôle déterminant dans l'atténuation des bruits d'impact : plus cette rigidité est faible, plus les panneaux d'isolation acoustique sont efficaces.

Planchers

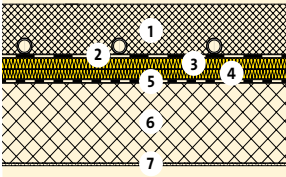
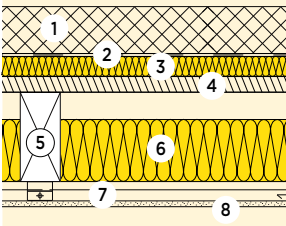
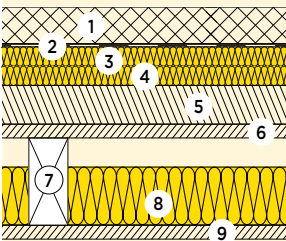
PRODUITS RECOMMANDÉS

> Chapes flottantes sans chauffage au sol

LURO 814 | PS 81

> Chapes flottantes avec chauffage au sol

ISOCALOR

Structure de la dalle	Description	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w et termes d'adaptation du spectre (C ; C_{tr})	Niveau de pression du bruit de choc normalisé $L_{n,w}$ et terme de correction du spectre C_1
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chape fluide à base de sulfate de calcium KBS Eco-21 50 mm 2. Couche de séparation 3. Isolation phonique ISOCALOR 22 mm, $s' = 12 \text{ MN/m}^3$ 4. Isolation phonique LURO 814 20 mm, $s' = 9 \text{ MN/m}^3$ 5. Barrière contre l'humidité PE 0,2 mm 6. Béton 16 cm 7. Enduit 5 mm 	65 (-2; -9) dB	42 (-2) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chape fluide à base de sulfate de calcium 55 mm 2. Couche de séparation 3. Isolation phonique PS 81 30 mm, $s' = 6 \text{ MN/m}^3$ 4. Panneau dérivé du bois 25 mm 5. Poutraison 100 x 280 mm 6. Isolation thermique et phonique UNIROLL 034 200 mm, $r \geq 5 \text{ (kPa s)/m}^2$ 7. Profilé ou étrier élastique 8. Plaque de plâtre fibrée ou dure 15 mm 	66 (-4; -12) dB	49 (1) dB
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chape fluide à base de sulfate de calcium 55 mm 2. Couche de séparation 3. Isolation phonique PS 81 30 mm, $s' = 6 \text{ MN/m}^3$ 4. Isolation phonique LURO 814 30 mm, $s' = 9 \text{ MN/m}^3$ 5. Plaques de ciment 60 mm, 2000 kg/m^3 6. Panneau dérivé du bois 25 mm 7. Poutraison 100 x 240 mm 8. Isolation thermique et phonique UNIROLL 034 160 mm, $r \geq 5 \text{ (kPa s)/m}^2$ 9. Panneau dérivé du bois 25 mm 	68 (-3; -7) dB	47 (-1) dB

Pour d'autres structures, voir les détails de construction sur notre site internet et www.lignumdata.com

4. Acoustique dans le bâtiment

Une acoustique équilibrée pour une sensation agréable

L'acoustique d'une pièce, c'est-à-dire l'ensemble des conditions d'écoute, influence directement l'intelligibilité de la parole et la qualité sonore perçue à l'intérieur du local. Une acoustique bien conçue améliore ainsi le confort, le bien-être et la capacité de concentration des occupants.

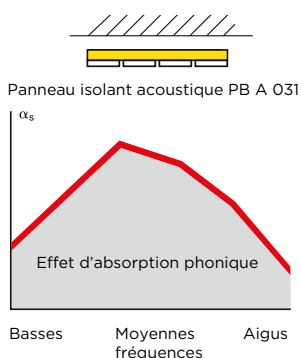
Pour obtenir une acoustique optimale, plusieurs facteurs entrent en jeu : la forme de la pièce, la maîtrise de la réverbération et un niveau de bruit de fond aussi faible que possible. Selon l'usage prévu, le temps de réverbération peut être ajusté. Il convient notamment de différencier les locaux destinés à la parole et ceux dédiés à la musique. La régulation de la réverbération se fait notamment grâce à des surfaces d'absorption acoustique, appelées « surfaces acoustiques », constituées de panneaux adaptés.

Une meilleure acoustique intérieure grâce aux surfaces acoustiques

Afin d'améliorer l'acoustique des pièces et d'atténuer la réverbération dans les pièces bruyantes, les panneaux isolants Isover sont montés comme remplissage dans des revêtements perforés et rainurés. Isover propose également des plafonds acoustiques décoratifs très efficaces.



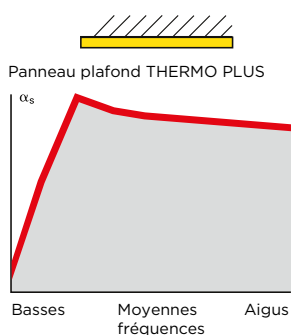
PRODUITS RECOMMANDÉS



> Matériaux d'isolation acoustique pour plafonds acoustiques suspendus

PB A 031 - Panneau acoustique

Le panneau isolant est posé directement sur le revêtement perforé ou rainuré recouvert d'un non-tissé. Il offre une excellente absorption acoustique avec une résistance spécifique à l'écoulement de l'air $r > 37 \text{ kPa s/m}^2$. Voir le détail de construction 34-200.



> Panneaux pour plafonds acoustiques à montage direct

Panneau plafond THERMO-PLUS

Ce panneau en laine de verre est revêtu sur la face visible d'un tissu de verre robuste rebordé sur les quatre côtés. Il offre une excellente absorption acoustique avec une résistance spécifique à l'écoulement de l'air $r \geq 37 \text{ kPa s/m}^2$. Voir le détail de construction 34-310.



Des solutions acoustiques pour l'aménagement intérieur sont disponibles auprès de notre société sœur Ecophon.

5. Protection contre le bruit et réduction du niveau sonore

Des surfaces, éléments et murs antibruit sont utilisés pour réduire les niveaux sonores élevés causés par le bruit de la circulation routière, ferroviaire et des tirs, mais aussi sur les lieux de travail, par exemple dans les ateliers mécaniques.

Protection contre le bruit

De nombreux axes routiers traversent des zones résidentielles, occasionnant des nuisances sonores importantes. Pour y remédier, on utilise des murs antibruit absorbants simples ou doubles. Les panneaux d'absorption phonique Isover ont fait leurs preuves, que ce soit dans des murs antibruit en métal, en bois, dans les briques acoustiques perforées ou dans des constructions massives.

Les produits acoustiques Isover répondent également aux exigences les plus élevées en matière d'absorption phonique dans les revêtements de tunnels, les toitures à cassettes métalliques et les toitures insonorisantes. Dans ces applications, leur incombustibilité est une condition préalable indispensable. Ils protègent ainsi les utilisateurs tout en leur garantissant le calme qu'ils méritent.



Mur antibruit à Berne-Wittigkofen avec panneaux acoustiques PB A

Réduction du niveau sonore dans les halles industrielles

La réduction du niveau sonore dans les halles industrielles est nécessaire à la fois pour préserver la santé des collaborateurs et respecter les réglementations légales en matière de réduction du bruit. De nombreux environnements de production génèrent des niveaux sonores élevés qui non seulement nuisent au bien-être des employés, mais augmentent également le risque de troubles auditifs à long terme et de stress. Il en va de même pour les installations sportives.

L'installation de surfaces absorbant le son sur les murs intérieurs et les toitures / plafonds est une mesure de réduction du niveau sonore qui a fait ses preuves.



Arène Mobilière Gumligen



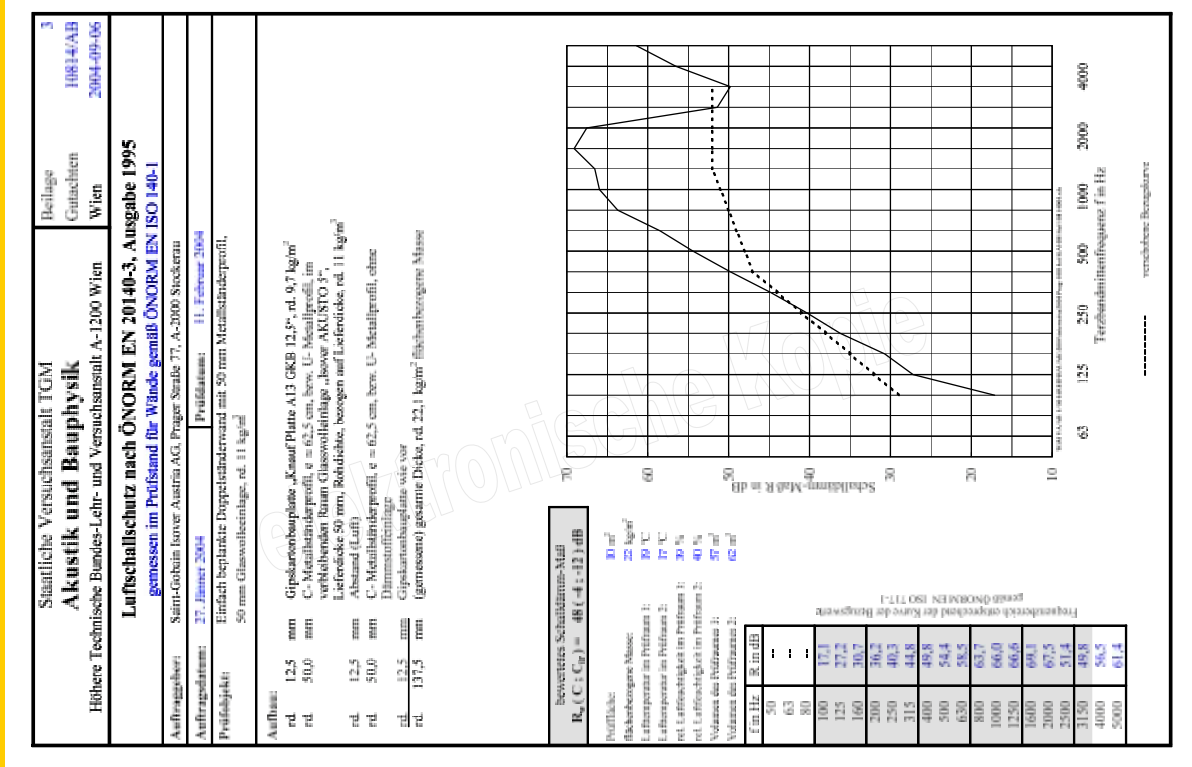
Atelier à Brittnau

Annexes

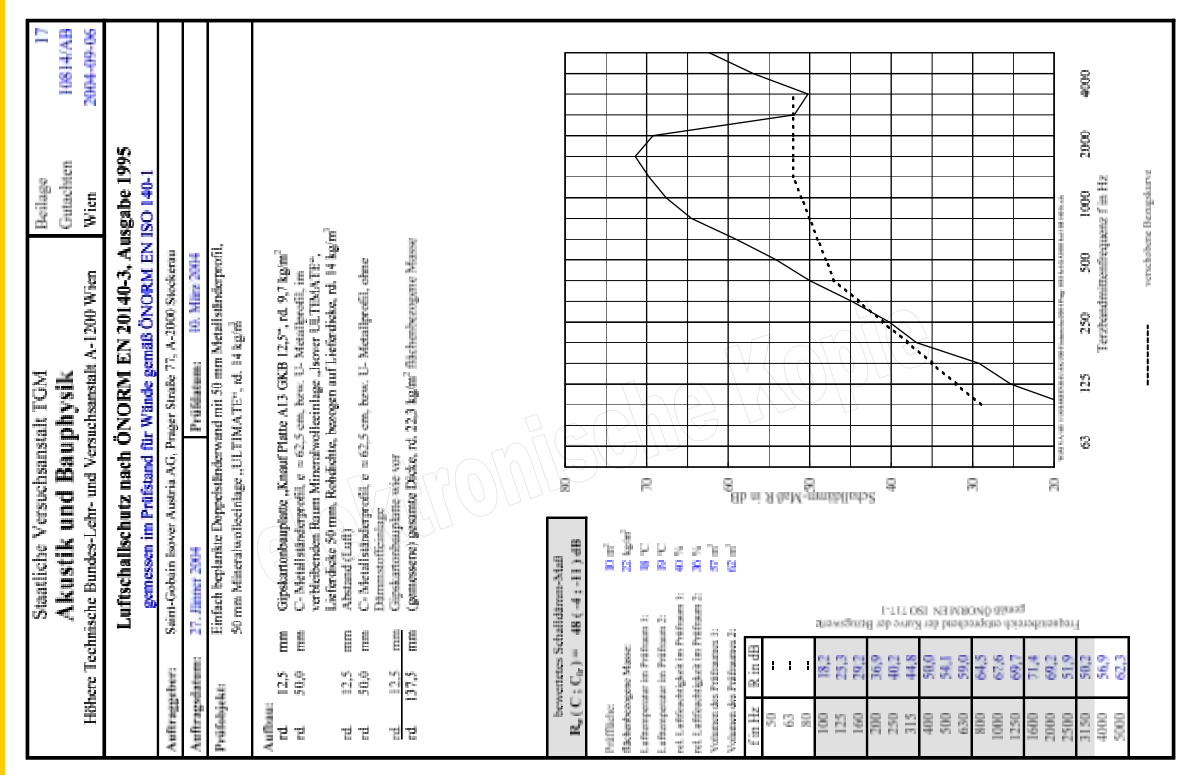
4 protocoles de mesure - Laboratoire d'essai national TGM, Vienne

4 protocoles de mesure originaux pour le tableau « Comparaison selon la masse volumique apparente de l'isolant », page 13.

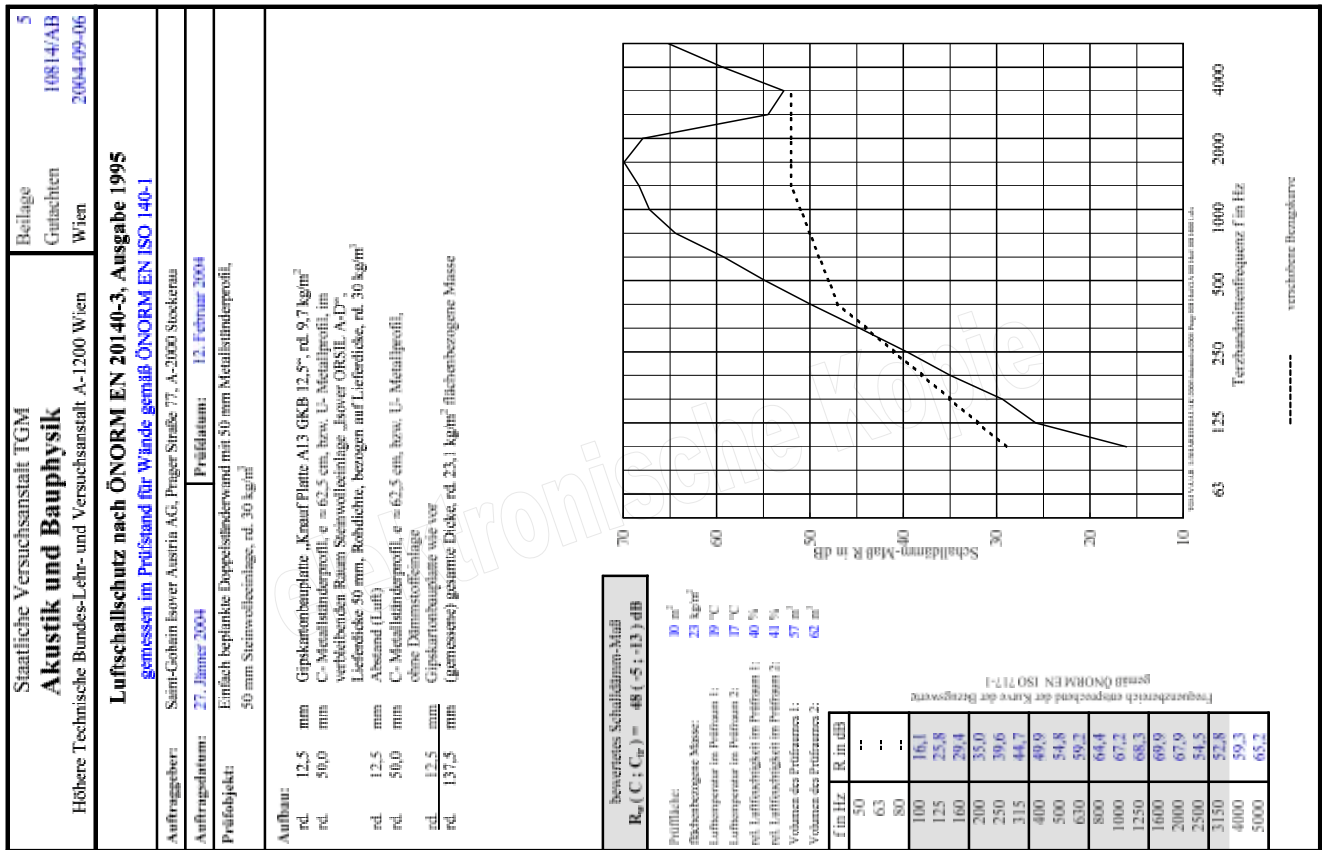
Laine de verre 1



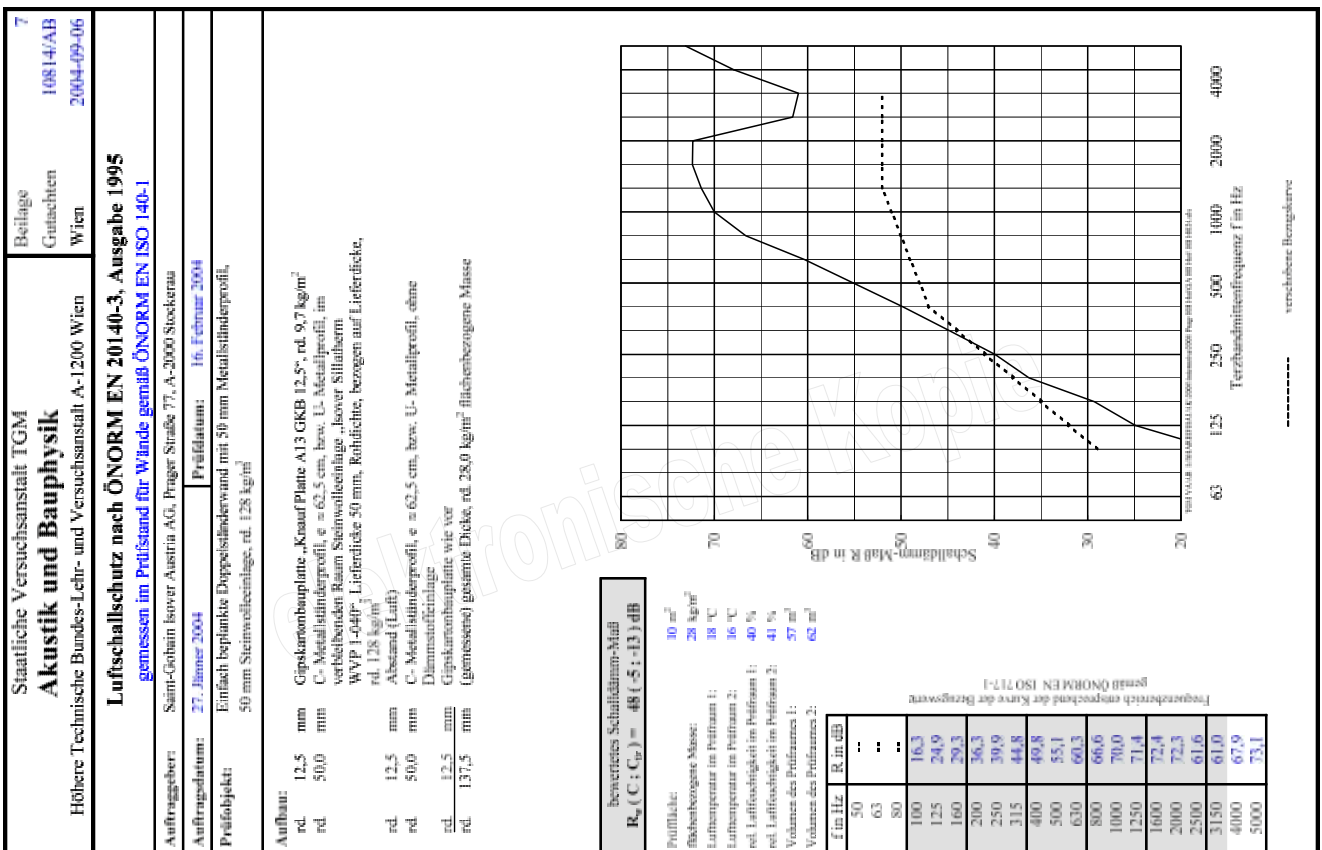
Laine de verre 2



Laine de roche 1



Laine de roche 2



Aperçu des produits acoustiques Isover

	ISOVOX	ISORESIST PIANO PLUS / ISORESIST PIANO PLUS P	PS 81	LURO 814	ISOCALOR	PB A 031	THERMO-PLUS	PB F 030	PB F 032
Application									
Murs à ossature métallique	✓	✓							
Murs à ossature bois									
Isolation pour façades ventilées								✓	✓
Isolation pour cassettes métalliques								✓	✓
Isolation pour façades crépies									
Isolation intérieure et de noyau									
Isolation de toiture par-dessus chevrons et chape									
Panneau isolant de sous-toiture									
Isolation pour plafonds acoustiques						✓			
Isolation pour plafonds de cave							✓		
Isolation phonique contre les bruits d'impact			✓	✓	✓				

Impédance acoustique linéique selon SIA 181.205									
$r \geq 5 \text{ kPa s/m}^2$		✓							
$r \geq 10 \text{ kPa s/m}^2$	✓								
$r \geq 25 \text{ kPa s/m}^2$									✓
$r \geq 37 \text{ kPa s/m}^2$						✓			
$r \geq 40 \text{ kPa s/m}^2$								✓	
$r \geq 45 \text{ kPa s/m}^2$			✓	✓	✓		✓		

Rigidité dynamique selon SIA 181.201									
$s' \geq 16 \text{ MN/m}^3$			12 mm						
$s' \geq 12 \text{ MN/m}^3$			15 mm		22 mm				
$s' \geq 9 \text{ MN/m}^3$			20 mm	20-80 mm	32 mm				
$s' \geq 6 \text{ MN/m}^3$			20 mm 30 mm		43 mm				

ISOCOM-PACT	PB M 030	SWISS-ROLL 030	ISOPONTE 032	PBM 032	ISOCONFORT 032	PB M 034	UNIROLL 034	ISOTHERM 034	ISORIGID	ISOLENE P 032
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
										✓
✓										
	✓			✓		✓				
								✓		
									✓	
										✓

						✓	✓			
✓				✓	✓			✓		
	✓	✓								✓
			✓						✓	

Explication des termes et des unités de mesure

Son

En acoustique, on distingue, selon le milieu de transmission du son :

- Son aérien : son se propageant dans l'air
- Son solide : son se propageant dans les matériaux solides
- Son liquide : son se propageant dans les liquides

Le son se propage dans un milieu, par exemple dans l'air, sous forme d'ondes sonores. Les molécules d'air oscillent autour d'une position de repos et transmettent leurs vibrations aux molécules voisines. Ces vibrations mécaniques sont liées à des variations de pression selon les lois de la physique. La propagation des ondes sonores se fait à la vitesse du son, qui varie en fonction du milieu. Dans l'air, la vitesse du son est d'environ 340 m/s à 15 °C. L'oreille perçoit le son suite aux effets des variations de pression sur le tympan ; les vibrations ainsi produites sont transmises aux cellules nerveuses de l'oreille interne.

Pression acoustique

La pression acoustique est exprimée en pascals (Pa) : le seuil de perception (p_0 = seuil d'audibilité) est de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, le seuil de douleur de 20 Pa et à environ 20 000 Pa, le tympan humain se déchire. Le niveau sonore, ou plus exactement le niveau de pression acoustique, caractérise l'intensité d'un bruit et est exprimé en décibels (dB).

Fréquence f

La fréquence est le nombre d'oscillations par seconde. L'unité de fréquence est le hertz (Hz). Une oreille humaine en bonne santé peut entendre une gamme de fréquences comprise entre environ 20 et 20 000 Hz. Une perte auditive peut survenir avec l'âge ou à la suite d'une exposition à des bruits forts. La plage de fréquences étudiée en acoustique du bâtiment se situe entre 100 Hz et 5 000 Hz.

Plage audible

La sensibilité de l'oreille humaine dépend de la fréquence. À niveau sonore égal, les sons graves sont perçus comme plus faibles que les sons médiums autour de 1 000 Hz. La plage audible de l'oreille est limitée vers les basses fréquences par le seuil d'audibilité et vers les hautes fréquences par le seuil de douleur.

Isolation contre les bruits aériens des éléments de construction à simple paroi

L'isolation contre les bruits aériens des éléments de construction homogènes à simple paroi peut être représentée en fonction de la masse surfacique.

En raison du phénomène d'adaptation des voies (coïncidence), aucune augmentation de l'indice d'affaiblissement acoustique n'est constatée pour les éléments de construction en matériaux courants pour le gros œuvre et dont la masse surfacique est comprise entre 8 et 40 kg/m².

Isolation contre les bruits aériens des éléments de construction à double paroi

Les éléments de construction à double paroi présentent généralement une isolation acoustique plus élevée que les éléments à simple paroi de poids équivalent.

Le niveau d'amélioration est déterminé par différents facteurs : rigidité des parois, distance entre les couches, liaison mécanique entre les parois, remplissage du volume creux, fréquence de résonance du système et masse surfacique des parois. Outre ces facteurs d'influence résultant de considérations théoriques, les points suivants doivent également être pris en compte dans la pratique de la construction : étanchéité acoustique, forme des raccords.

Rigidité dynamique s'

La rigidité dynamique désigne la résistance d'un ressort à l'action d'une force alternative. En général, la rigidité dynamique est supérieure à la rigidité sous l'action d'une force statique. Dans les systèmes d'isolation acoustique, le ressort est formé, par exemple, par le coussin d'air emprisonné entre deux parois ou par la couche isolante élastique sous une dalle de chape.

Pour les matériaux isolants plats, la rigidité dynamique s' est exprimée en MN/m³.

Résistance spécifique à l'écoulement de l'air r

La résistance spécifique à l'écoulement de l'air r est une grandeur caractéristique du matériau qui est principalement importante pour les exigences acoustiques. Elle fournit des informations sur les propriétés structurelles des absorbeurs poreux, et permet de comparer différents produits en fonction de leurs qualités d'absorption acoustique. Pour les matériaux isolants utilisés comme isolation des cavités, la résistance à l'écoulement spécifique à la longueur doit être d'au moins 5 kPa s/m².

Coefficient d'absorption acoustique α_s

Le coefficient d'absorption acoustique α_s est défini comme le rapport entre l'énergie acoustique absorbée et l'énergie acoustique incidente. En cas de réflexion totale, $\alpha_s = 0$, en cas d'absorption totale, $\alpha_s = 1$. Le coefficient d'absorption acoustique α_s dépend de la fréquence.

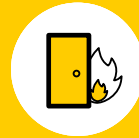
Thermique, acoustique, protection incendie: Des conseils professionnels



**Isolation
thermique**



**Isolation
phonique**



**Protection
incendie**



Toits
Toitures inclinées,
toitures plates



Sols et plafonds
Chapes, sous-planchers,
planchers, plafonds,
plafonds acoustiques



Murs
Façades, parois,
constructions légères,
constructions bois



Isolation technique
Conduites, réservoirs,
gainés



SAINT-GOBAIN
ISOVER SA
Route de Payerne 1
1522 Lucens
021 906 01 11

Customer Service / Ventes
021 906 05 70
07:30 - 11:45
13:30 - 17:00
vendredi jusqu'à 16:00
sales@isover.ch

Helpdesk / Technique
0848 890 601



isover.ch

imprimé en
suisse