

# ISOLATION ACOUSTIQUE

Ces bruits qui ne nous laissent pas en paix



# Le problème, c'est que le bruit n'est pas du bruit, mais des sons que l'on entend au mauvais moment et au mauvais endroit.

Palmerston

## Editorial

Notre environnement sonore évolue de plus en plus vers une cacophonie généralisée: une composition pour orchestre en quatre mouvements intitulés «circulation routière», «trafic aérien», «vacarme des chantiers de construction» et «nuisances sonores de l'industrie».

C'est en nous éloignant de notre environnement quotidien que nous mesurons pleinement l'impact de l'omniprésence du bruit sur notre bien-être. Lors d'une randonnée en montagne ou de la promenade du soir dans la forêt, lorsque nous pouvons goûter aux bienfaits du silence en toute quiétude.

Tout bruit nuit à notre capacité de concentration et est susceptible de provoquer des insomnies ou d'accroître notre tension nerveuse. C'est pourquoi il convient de limiter autant que possible les nuisances sonores.

Cette édition de Glasinfo est consacrée exclusivement aux différents domaines d'application des verres d'isolation acoustique. Elle explique leur fonction respective, illustre son propos à travers des exemples tirés de la pratique et indique les coefficients d'isolation qui s'y rapportent. Un compte rendu détaillé qui pourrait être partie intégrante de votre processus de planification.



## Le bruit souvent à l'origine de maladies

Les problèmes de concentration et les troubles du sommeil sont certainement les effets secondaires les plus fréquents et les plus pénibles de l'augmentation des nuisances sonores en zone urbaine. L'un de nos besoins fondamentaux est justement celui de disposer du calme nécessaire pour nous reposer. Une bonne isolation sonore constitue donc en quelque sorte un moyen d'éviter que nous ne finissions par ne plus nous entendre à cause du bruit.

Les personnes souffrant d'insomnie, d'hypertension, de troubles cardio-vasculaires, de troubles du métabolisme ou encore d'allergies sont souvent mieux servies par un conseil compétent auprès du fabricant ou du vendeur de fenêtres qu'en se rendant chez leur médecin ou leur pharmacien. De nombreuses études ont montré que le bruit est non seulement incommodant, mais qu'il peut conduire à des problèmes de santé attestables. Dans ce contexte, il apparaît dans ces études qu'un grand nombre de personnes se sentent gênées par le bruit.

## Perception du son

Les ondes sonores sont perçues et ressenties différemment par chaque individu. Certains bruits, certains sons déclencheront des émotions positives chez une personne, tandis qu'ils irriteront une deuxième et qu'une troisième personne n'en aura même pas conscience. Cette perception subjective reflète la complexité de la problématique du son. C'est ainsi qu'en termes d'isolation acoustique, il est essentiel d'optimiser chaque solution à travers une planification rigoureuse et le choix d'un matériau approprié.

## Les bruits agissent de manière différenciée

Deux bruits similaires peuvent – même à niveau sonore égal – être perçus de manière très différente. Le murmure d'un ruisseau de montagne ou d'une petite cascade peut tout à fait avoir le volume sonore d'une route très fréquentée, à la différence que le bruit naturel a un effet calmant sur l'homme, voire très reposant, alors que les bruits de moteur croissants et décroissants du trafic routier sont perçus comme une nuisance majeure.



Nous percevons le trafic ferroviaire comme très gênant, alors qu'au même volume sonore, le murmure d'un ruisseau de montagne peut avoir un effet calmant.



Maison d'habitation à Muri (Berne)

# Du bruit qui s'évanouit en fumée

## Décibel

Lorsque Graham Bell a inventé le téléphone électromagnétique, il ne pouvait s'imaginer à quel point son nom – ou du moins une partie de celui-ci – allait profondément préoccuper le 21<sup>e</sup> siècle. En effet, c'est à Bell que l'on doit la désignation du niveau sonore par le terme décibel. Mais, en ce temps-là, le bruit occasionné par la circulation, les chantiers de construction et l'industrie n'avait que rarement une intensité de nature à indisposer ses contemporains.

## Perception du bruit

Un savoir-faire avéré permet aujourd'hui de réduire considérablement les nuisances sonores au moyen du verre d'isolation acoustique. Une amélioration de l'isolation acoustique jusqu'à 2 dB est à peine perceptible par l'oreille humaine. Une variation de 6 à 9 dB est en revanche déjà clairement perceptible et une réduction de 10 dB est ressentie comme une diminution du bruit de moitié.

## Sources de bruit

Des valeurs incommodes sont émises par le trafic routier et aérien ainsi que par les chemins de fer et les industries. Ils affectent profondément notre quotidien par la prolifération de nuisances sonores, telles que des vibrations et des déflagrations.

## Isolation phonique

Une fenêtre normale fonctionne un peu comme un filtre qui ne laisse passer que certains éléments: les sons aigus étant en général mieux amortis que les tonalités basses. Les sons qui nous parviennent à travers une fenêtre fermée sont dès lors «assourdis». Une bonne isolation acoustique doit par conséquent avoir la capacité d'amortir un spectre de fréquences sonores aussi large que possible.

Ce numéro de Glasinfo est dès lors consacré à ce sujet afin que les nuisances sonores croissantes ne constituent pas une menace pour notre qualité de vie.

## Perception du bruit

0-2 dB	imperceptible	
3-5 dB	juste perceptible, petite amélioration	
6-10 dB	clairement perceptible, amélioration sensible	assainissements acoustiques Valeur souhaitée > 5 dB
11-20 dB	grande amélioration convaincante	
> 20 dB	Amélioration très grande et très significative	



Sensation	Source sonore	Intensité sonore	Niveau sonore en décibels
Seuil de perception	Silence	1	0
à peine audible	Bruissement de feuilles dans la forêt	10	10
très doucement	robinet qui goutte, le tic-tac d'une montre	100	20
très doucement	chuchotement, un jardin très calme	1 000	30
doucement	Quartier résidentiel sans trafic, bourdonnement d'un frigo	10 000	40
doucement	niveau habituel de jour dans un appartement, ruisseau tranquille	100 000	50
fort	conversation normale, auto à 15 mètres de distance	1 000 000	60
fort	Moto, tondeuse à gazon, bureau bruyant	10 000 000	70
très fort	musique forte à la radio, auto à 50 km/h à 1 mètre de distance	100 000 000	80
très fort	camion lourd, auto à 100 km/h à 1 mètre de distance	1 000 000 000	90
très fort	klaxon d'auto à 5 m de distance, scie circulaire, orchestre de trombones	10 000 000 000	100
insupportable	perceuse bruyante, disco forte, marteau-piqueur	100 000 000 000	110
insupportable	avion de ligne à 7 m de distance	1 000 000 000 000	120
douloureux	avion de combat à 7 m de distance, puissance max. d'un walkman	10 000 000 000 000	130
douloureux	Moteur de fusée	100 000 000 000 000	140
douloureux	Tir de fusil à proximité de la gueule	10 000 000 000 000 000	160



Le bruit généré par l'industrie ou un chantier est considéré insupportable dans la plupart des cas.

# Investir dans l'avenir – par l'isolation acoustique

## L'isolation acoustique représente un immense potentiel d'amélioration de la qualité de vie dans les années à venir

La loi sur la protection de l'environnement (LPE) et l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) définissent les bases légales pour une limitation efficace des nuisances sonores à l'intérieur des habitations et des lieux d'exercice de l'activité professionnelle, ainsi que dans les bâtiments d'utilité publique. Y figurent des mesures de protection spécifique pour les groupes de la population qui sont exposés à des bruits nuisibles ou incommodants dont les répercussions sont souvent très graves pour la santé. Dès lors que les directives de protection contre le bruit de la loi sur la protection de l'environnement dépendent du règlement de police, il importe que les mesures de protection contre le bruit soient définies indépendamment du fait de savoir si les personnes concernées se sentent incommodées ou non. Il s'agit là de l'intérêt public et, partant, de la protection du bien-être et de la santé de la population.

## Moins de bruit, davantage de bien-être et de santé

La protection contre le bruit ne doit pas seulement être considérée du point de vue des coûts qu'elle engendre. Car l'application des mesures débouche pour ainsi dire toujours sur une considérable amélioration de la qualité de vie à l'intérieur des habitations et des locaux professionnels. En raison de la continuelle augmentation de la circulation routière et de la croissance de la population, la protection contre le bruit revêtira une importance primordiale dans les années à venir.

## Critères régissant les mesures de la protection contre le bruit

La loi sur la protection de l'environnement (LPE) stipule qu'il s'agit en première ligne de combattre le mal à la racine, en luttant contre l'émission de bruit ou du moins en limitant sa portée. Si cela n'est pas possible ou si cela est insuffisant, la propagation du bruit doit être empêchée au moyen de mesures adéquates. Ce n'est que dans un troisième temps que les mesures de protection contre le bruit sont appliquées aux bâtiments proprement dits. En se basant sur l'exemple du bruit de la circulation routière, une première mesure serait la limitation de la vitesse, une seconde la construction de murs d'isolation acoustique et, enfin, la pose de fenêtres d'isolation acoustique dans les habitations concernées.

## Plusieurs centaines de millions de francs investis en fenêtres d'isolation acoustique

L'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) estime l'enveloppe budgétaire nécessaire à la mise en place des mesures de protection contre le bruit le long des routes à un montant de l'ordre de quelques milliards de francs. Une grande partie de cette somme est destinée à des projets qui ont déjà été réalisés ou qui ont déjà reçu leur aval. La somme restante est destinée à la construction de murs d'isolation acoustique et à des projets similaires. On peut néanmoins partir du principe que ces prochaines années, plusieurs centaines de millions de francs seront investis pour équiper les habitations de fenêtres d'isolation acoustique.

## Mesures de protection contre le bruit appliquées aux nouvelles constructions

Alors que l'OPB définit avec précision les mesures de protection s'appliquant aux constructions existantes, elle renvoie à la norme SIA 181 en ce qui concerne les nouvelles constructions. Ainsi, on dispose également de bases légales contraignantes pour la protection contre le bruit dans ce domaine spécifique.



Mur d'isolation acoustique



# L'optimisation des valeurs d'isolation acoustique

## Une bonne fenêtre à isolation acoustique est le résultat de l'interaction des composantes les plus diverses

Tout comme dans une chaîne, c'est le maillon le plus faible qui détermine les qualités d'une fenêtre à isolation acoustique. Il en va de même pour le verre isolant et le cadre, mais aussi pour le système d'étanchéité entre le battant et le dormant. Et enfin, il faut aussi, pour que la chaîne soit complète, que la fenêtre soit montée avec soin dans les règles de l'art. Ainsi, l'OPB et la norme SIA 181 spécifient judicieusement que les valeurs d'isolation acoustique s'appliquent à la fenêtre une fois montée et non aux différentes composantes prises individuellement.

## Recette du succès pour des verres à isolation acoustique de qualité

Des vitrages à isolation acoustique performants sont le fruit de la combinaison de diverses mesures:

- un espace important entre les vitres
- un montage asymétrique (deux vitres d'épaisseurs différentes)
- les verres de sécurité feuilletés

Nos vitrages isolants peuvent atteindre des valeurs de 50 dB. Cela signifie que 1/100 000 seulement de l'énergie acoustique atteignant le vitrage parvient à l'intérieur de la pièce. Même si notre oreille ne perçoit pas le son de manière linéaire, cela signifie que la valeur perçue correspond à une réduction des nuisances sonores d'environ 97%.

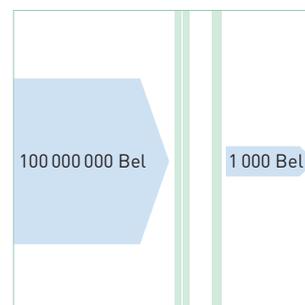
## Des vitrages isolants qui donnent une qualité de vie de haut niveau

L'absence de nuisances sonores indésirables est une condition importante pour une qualité de vie de haut niveau. La sécurité et un climat ambiant agréable sont tout aussi importants. Nos vitrages à isolation acoustique peuvent être complétés sans problème par des avantages supplémentaires dans le domaine de l'isolation thermique, la sécurité, la protection solaire et la protection contre les regards indiscrets.

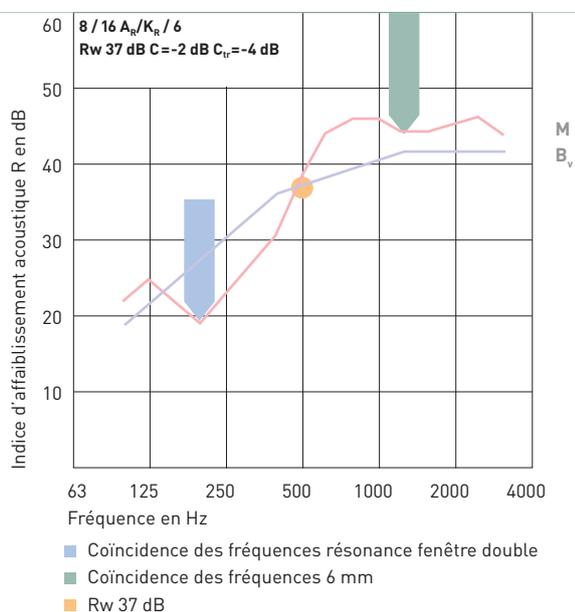
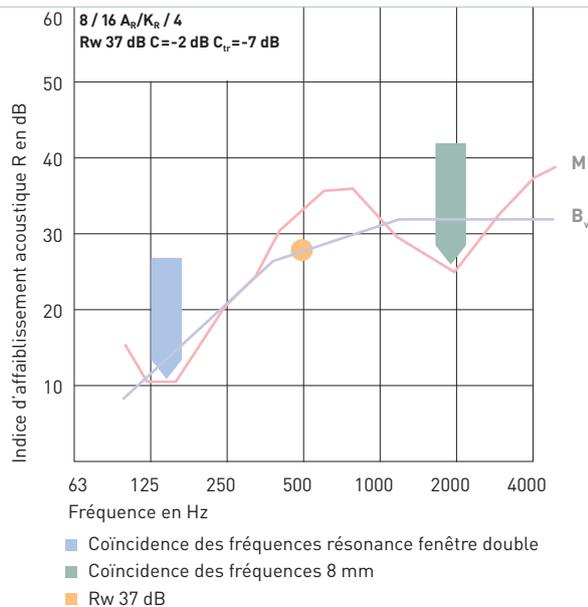
## L'indice d'affaiblissement acoustique $R_w$ pondéré

Le son est affaibli en opposant une résistance aux ondes sonores. Cette résistance peut être déterminée très précisément par une mesure en laboratoire. A intervalles réguliers, l'isolation est contrôlée en la soumettant à diverses fréquences et ces valeurs sont enfin réunies, selon des règles précises, en une seule valeur, l'indice d'affaiblissement acoustique  $R_w$ .

Pour exprimer les choses simplement, l'indice  $R_w$  est une valeur moyenne de la gamme audible. Les points forts et les faiblesses de l'élément contrôlé pour des fréquences spécifiques ne peuvent pas être identifiés au moyen de l'indice  $R_w$ .



Seulement 1/100 000 de l'énergie acoustique atteignant le vitrage parvient à traverser un vitrage isolant en verre de sécurité feuilleté 12-2 P et 8-2 P avec EEV 20 mm ; ce qui correspond à environ 50 dB.



## Courbes des mesures et leur signification

La vérification de verres d'isolation acoustique est soumise à des normes précises. L'indice d'affaiblissement acoustique est mesuré par intervalles de tierces pour les différentes fréquences de 100 à 3150 hertz. On reporte les valeurs obtenues dans un système de coordonnées et on les relie.

La courbe des mesures M ainsi obtenue est reportée sur une courbe de référence selon des règles clairement définies.

La valeur que la courbe de référence déplacée B<sub>v</sub> présente à 500 hertz correspond à l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré Rw.

L'indice d'affaiblissement acoustique Rw peut être considéré comme une espèce de valeur moyenne de mesures effectuées à différentes fréquences.

Cela ne signifie en aucun cas que les différentes valeurs mesurées soient additionnées, puis divisées par leur nombre. Le procédé d'évaluation prend bien davantage en compte les spécificités de notre ouïe qui réagit de manière moins sensible aux sources sonores à basse fréquence (de 100 à environ 400 hertz) qu'à celles à plus haute fréquence.

## Coïncidence de fréquences

Caractéristique des éléments de séparation monocoques consistant en un amoindrissement rapide de l'affaiblissement acoustique à des fréquences précises. Ce phénomène s'appelle la coïncidence de fréquences (effet de résonance). Sa localisation s'obtient à l'aide de la masse par unité de surface (kg/m<sup>2</sup>) et de la résistance à la flexion.

Spectres d'affaiblissement acoustique avec les mêmes indices d'affaiblissement acoustique Rw [37 dB], mais qui présentent un comportement isolant très différencié à des fréquences précises. Le vitrage du bas présente une valeur C<sub>v</sub>, sensiblement plus basse.

# Les termes et définitions essentielles

## ■ Indice d'affaiblissement acoustique R

Désigne les amoindrissements de l'isolation acoustique d'un élément de construction sans tenir compte de la propagation du son dans les structures.

## ■ Indice d'affaiblissement acoustique R'

Désigne les amoindrissements de l'isolation acoustique d'un élément de construction compte tenu de la propagation du son dans les structures.

## ■ Indice d'affaiblissement acoustique R<sub>w</sub>

Indice destiné à caractériser l'affaiblissement des bruits aériens. R<sub>w</sub> signifie: mesure sans tenir compte de la propagation du son dans les structures (pure mesure en laboratoire).

## ■ Indice d'affaiblissement apparent pondéré R'<sub>w</sub>

R'<sub>w</sub> signifie: mesure compte tenu de la propagation du son dans les structures.

## ■ Indice d'affaiblissement acoustique corrigé R'<sub>w</sub>

R'<sub>w</sub> tient compte d'amoindrissements de l'isolation acoustique dans une bande de fréquence séparée pour des spectres sonores et des courbes d'affaiblissement acoustique différents.

## ■ Décibel [dB]

Unité logarithmique non dimensionnelle pour la mesure du niveau acoustique, nommée ainsi en référence à Graham Bell. (1dB = 1/10 Bel)

## ■ Fréquence [f]

Nombre de vibrations par seconde. La hauteur tonale croît à mesure qu'augmente le nombre de vibrations. Dans la physique du bâtiment, la gamme de fréquences à 6 octaves et des fréquences moyennes de 125 à 4000 hertz jouent un rôle particulièrement important.

## ■ Hertz [Hz]

Unité de fréquence. Un hertz = une vibration par seconde.

## ■ Gamme audible

Gamme de fréquence que l'oreille humaine peut percevoir: 16 à environ 16 000 hertz.

## ■ Coïncidence de fréquences

Une caractéristique des éléments de séparation monocoques consiste en une diminution rapide de l'affaiblissement acoustique à des fréquences précises. Ce phénomène s'appelle la coïncidence de fréquences. Sa localisation (fréquence) s'obtient à l'aide de la masse par unité de surface (kg/m<sup>2</sup>) et de la résistance à la flexion.

## ■ Propagation du son dans les structures

Propagation du son dans les cloisons et les plafonds

## ■ Octave

2 fréquences f<sub>1</sub> et f<sub>2</sub> selon un rapport 1:2.

## ■ Analyse par filtres d'octaves

Filtrage du bruit en gammes de fréquences de la largeur d'une octave.

## ■ Résonance

Survient dès que la fréquence propre d'un système vibratoire coïncide avec la fréquence de l'onde sonore génératrice.

## ■ Son

Vibrations et ondes mécaniques d'un milieu élastique, notamment dans la gamme de fréquences audibles pour l'homme: de 16 à 20 000 hertz.

## ■ Indice d'affaiblissement acoustique [R]

Caractérise l'affaiblissement des bruits aériens d'un élément de construction.

$$R = 10 \log \frac{\text{puissance sonore arrivant}}{\text{puissance sonore traversant}}$$

## ■ Différence de niveau sonore [D]

Différence entre le niveau sonore L<sub>1</sub> dans le local d'émission et le niveau sonore dans le local de réception L<sub>2</sub>. D = L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> en dB.

## ■ Protection acoustique

Diminution de la propagation d'une source sonore vers une personne.

## ■ Indices de correction de spectre C et C<sub>tr</sub>

Valeurs de correction compte tenu de fréquences spéciales. L'indice de correction C est utilisé pour les bruits s'étendant sur un large spectre de fréquences (bruits dus aux chemins de fer ou aux activités industrielles). C<sub>tr</sub> («tr» = trafic) est l'indice de correction pour les bruits émis par les rues et les avions.

## ■ Tierce

Deux fréquences f<sub>1</sub> et f<sub>2</sub> selon un rapport 1:√<sup>3</sup>2. Une tierce correspond à 1/3 d'octave.

## ■ Analyse par filtres de tierces

Filtrage du bruit en gammes de fréquences de la largeur d'un tiers d'octave.

# Adaptation des valeurs du spectre et son application dans la pratique

Fondamentalement, les exigences de la protection phonique pour les fenêtres et façades sont prescrites par l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB).

Pour les bâtiments existants (assainissement acoustique) l'OPB règle les exigences directement, tandis que pour les nouvelles constructions, la norme SIA 181 doit être respectée.

Non seulement l'OPB (situation 12.9.2006) mais encore la SIA 181 (édition 1988) exige l'application des corrections de valeurs C et  $C_{tr}$ .

## Exemple :

Une fenêtre présente les valeurs caractéristiques suivantes (valeurs de test laboratoire)

**Rw(C;  $C_{tr}$ ) = 38 (-1; -3) dB**

Dans le cas où C est déterminant	$R_w = 38 - 1 = 37$ dB
Dans le cas où $C_{tr}$ est déterminant	$R_w = 38 - 3 = 35$ dB

## Application pratique

La détermination des indices d'atténuations acoustiques nécessaire est du ressort du planificateur. Il définit quelle valeur de correction (C ou  $C_{tr}$ ) est à prendre en considération. Cela signifie, par conséquent, que l'indice d'atténuation acoustique est en règle générale toujours une « valeur nette »



Une enveloppe en verre protège du bruit.

## Dans quels cas l'indice d'atténuation acoustique est prescrit ?

Principalement il faut différencier entre :

$R_w + (C, C_{tr})$ verre isolant	Indice d'att. acoustique verre isolant (Mesure laboratoire)
$R_w + (C, C_{tr})$ fenêtre	Indice d'att. acoustique fenêtre (Mesure laboratoire)
$R'_w + (C, C_{tr})$ fenêtre	Indice d'att. acoustique fenêtre mesuré sur le bâtiment

Le fabricant de fenêtre ou façadier devrait s'assurer en premier, des trois valeurs, laquelle est demandée. En règle générale la valeur d'atténuation acoustique désignée pour la fenêtre sur la construction est ( $R'_w$ ). Souvent, les valeurs de laboratoire pour la fenêtre ( $R_w$ ) sont aussi demandées, en particulier pour les nouveaux bâtiments (selon SIA 181). En revanche, il est peu courant, qu'une valeur nette verre isolant ( $R_w$  verre isolant) soit désignée, car en fait, dans ce cas, cela n'a que peu de sens.

Par exemple, une description correcte devrait se présenter comme ceci :

$R'_w + C_{tr} \geq 35$ dB	Indice d'att. acoustique fenêtre mesuré sur le bâtiment.
$R'_w + C \geq 35$ dB	
$R_w + C_{tr} \geq 35$ dB	Indice d'att. acoustique fenêtre mesuré en laboratoire.
$R_w + C \geq 35$ dB	

# Isolation acoustique de verre flotté

Vitrage 1 extérieur	Espace entre les vitres EEV 1	Remplissage EEV	Vitrage 2	Espace entre les vitres EEV 2	Remplissage EEV	Vitrage 3 intérieur	Epaisseur de l'élément (mm)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw (dB)	C (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C (dB)	C <sub>r</sub> (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C <sub>r</sub> (dB)	No rapport de test isolation acoustique
<b>Vitrage isolant double</b>													
4	16	Ar	4				24	<b>30</b>	<b>-1</b>	29	<b>-4</b>	26	1101
6	16	Ar	6				28	<b>34</b>	<b>-2</b>	32	<b>-5</b>	29	1102
6	18	Luft	4				28	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-5</b>	30	108
6	18	Ar	4				28	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-5</b>	30	109
6	27	Ar	6				39	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-6</b>	29	111
8	12	Ar	4				24	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-5</b>	30	112
8	14	Ar	4				26	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-5</b>	30	115
8	16	Ar	8				32	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-5</b>	30	1103
6	18	Ar	4				28	<b>35</b>	<b>-2</b>	33	<b>-5</b>	30	1104
6	16	Ar	4				26	<b>36</b>	<b>-1</b>	35	<b>-5</b>	31	157
6	16	Ar/Kr	4				26	<b>36</b>	<b>-3</b>	33	<b>-7</b>	29	105
6	27	Ar	4				37	<b>36</b>	<b>-3</b>	33	<b>-7</b>	29	110
8	12	Ar	6				26	<b>36</b>	<b>-2</b>	34	<b>-5</b>	31	114
8	14	Ar	6				28	<b>36</b>	<b>-2</b>	34	<b>-5</b>	31	117
8	16	Luft	4				28	<b>36</b>	<b>-2</b>	34	<b>-5</b>	31	118
8	16	Ar	4				28	<b>36</b>	<b>-1</b>	35	<b>-5</b>	31	119
8	16	Ar	4				28	<b>36</b>	<b>-2</b>	34	<b>-6</b>	30	120
8	16	Ar	6				30	<b>36</b>	<b>-1</b>	35	<b>-4</b>	32	126
8	16	Ar	4				28	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-6</b>	31	121
8	16	Ar/Kr	4				28	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-6</b>	31	122
8	16	Ar/Kr	4				28	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-7</b>	30	123
8	16	Ar/Kr	6				30	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-4</b>	33	127
8	20	Ar	4				32	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-6</b>	31	129
10	16	Ar	4				30	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-6</b>	31	134
10	16	Luft	5				31	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-5</b>	32	140
10	16	Ar	5				31	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-5</b>	32	141
10	16	Ar	10				36	<b>37</b>	<b>-1</b>	36	<b>-3</b>	34	1106
8	16	Ar	6				30	<b>38</b>	<b>-2</b>	36	<b>-6</b>	32	150
10	14	Ar	4				28	<b>38</b>	<b>-2</b>	36	<b>-5</b>	33	133
10	16	Ar	4				30	<b>38</b>	<b>-3</b>	35	<b>-6</b>	32	135
10	20	Ar	4				34	<b>38</b>	<b>-3</b>	35	<b>-7</b>	31	142
10	22	Ar	6				38	<b>38</b>	<b>-1</b>	37	<b>-4</b>	34	144
8	27	Ar	6				41	<b>39</b>	<b>-3</b>	36	<b>-6</b>	33	132
10	16	Ar/Kr	4				30	<b>39</b>	<b>-4</b>	35	<b>-8</b>	31	136
10	16	Ar	5				31	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-6</b>	33	158
10	16	Ar	6				32	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-6</b>	33	146
10	27	Ar	6				43	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-6</b>	33	145
10	16	Ar	6				32	<b>40</b>	<b>-2</b>	38	<b>-5</b>	35	147
10	22	Ar	6				38	<b>40</b>	<b>-1</b>	39	<b>-4</b>	36	148
10	16	Ar	8				34	<b>40</b>	<b>-2</b>	38	<b>-4</b>	36	1108
10	20	Ar	6				36	<b>41</b>	<b>-2</b>	39	<b>-5</b>	36	159

Vitrage 1 extérieur	Espace entre les vitres EEV 1	Remplissage EEV	Vitrage 2	Espace entre les vitres EEV 2	Remplissage EEV	Vitrage 3 intérieur	Epaisseur de l'élément (mm)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw (dB)	C (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C (dB)	C <sub>r</sub> (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C <sub>r</sub> (dB)	No rapport de test isolation acoustique
<b>Vitrage isolant triple</b>													
4	8	Kr	4	8	Kr	4	28	<b>31</b>	<b>-1</b>	30	<b>-4</b>	37	1114
4	10	Kr	4	10	Kr	4	32	<b>32</b>	<b>-1</b>	31	<b>-5</b>	27	1115
4	12	Ar	4	12	Ar	4	36	<b>33</b>	<b>-2</b>	31	<b>-6</b>	27	151
4	16	Ar	4	16	Ar	4	44	<b>33</b>	<b>-2</b>	31	<b>-5</b>	28	154
4	12	Kr	4	12	Kr	4	36	<b>33</b>	<b>-2</b>	31	<b>-5</b>	28	1116
6	12	Ar	4	12	Ar	4	38	<b>36</b>	<b>-2</b>	34	<b>-6</b>	30	1109
6	10	Kr	4	10	Kr	4	34	<b>36</b>	<b>-1</b>	35	<b>-5</b>	31	1117
6	12	Ar	4	12	Ar	5	39	<b>37</b>	<b>-2</b>	35	<b>-6</b>	31	152
8	12	Ar	4	12	Ar	4	40	<b>37</b>	<b>-1</b>	36	<b>-6</b>	31	1111
8	12	Ar	4	12	Ar	6	42	<b>38</b>	<b>-1</b>	37	<b>-5</b>	33	153
6	12	Kr	4	12	Kr	4	38	<b>38</b>	<b>-2</b>	36	<b>-6</b>	32	1118
8	10	Kr	4	10	Kr	4	36	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-6</b>	33	160
8	12	Ar	4	12	Ar	4	40	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-6</b>	33	162
8	12	Ar	4	12	Ar	6	42	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-5</b>	34	1112
8	12	Kr	4	12	Kr	6	42	<b>39</b>	<b>-1</b>	39	<b>-5</b>	34	1119
8	12	Luft	4	12	Luft	6	42	<b>39</b>	<b>-1</b>	38	<b>-5</b>	34	164
8	16	Luft	4	16	Luft	6	50	<b>40</b>	<b>-2</b>	38	<b>-5</b>	35	156
8	14	Ar	4	14	Ar	6	46	<b>40</b>	<b>-2</b>	38	<b>-5</b>	35	165
10	8	Kr	4	10	Kr	6	38	<b>41</b>	<b>-2</b>	39	<b>-5</b>	36	161
10	12	Ar	4	12	Ar	6	44	<b>41</b>	<b>-2</b>	39	<b>-5</b>	36	163

# Isolation acoustique de verre de sécurité

Vitrage 1 extérieur	Espace entre les vitres EEV 1	Remplissage EEV	Vitrage 2	Espace entre les vitres EEV 2	Remplissage EEV	Vitrage 3 intérieur	Epaisseur de l'élément (mm)*	Indice d'affaiblissement acoustique Rw (dB)	C (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C (dB)	C <sub>r</sub> (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C <sub>r</sub> (dB)	No rapport de test isolation acoustique
<b>Verre simple VSG P</b>													
8-2 P							8	37	-1	36	-3	34	1350
9-3 P							9	37	-1	36	-3	34	1351
8-1 P							8	37	0	37	-2	35	383
10-2 P							10	37	0	37	-2	35	301
10-2 P							10	38	-1	37	-3	35	1352
10-1 P							10	39	-1	38	-3	36	353
12-2 P							12	39	0	39	-2	37	1353
12-2 P							12	39	-1	38	-2	37	346
15-4 PA							15	40	-1	39	-3	37	302
16-2 P							16	41	-1	40	-3	38	1354
20-2 P							20	42	0	42	-3	39	1355
20-1 P							20	43	0	43	-2	41	354
24-2 P							24	43	0	43	-3	40	1356
<b>Verre isolant double 1x VSG</b>													
4	15	Ar	6-2				25	35	-1	34	-5	30	318
4	16	Luft	8-2				28	36	-2	34	-6	30	319
4	16	Ar	8-2				28	36	-2	34	-5	31	320
4	16	Luft	9-4				29	37	-2	35	-7	30	321
4	16	Ar	9-4				29	37	-2	35	-6	31	322
6	16	Ar	8-1				30	38	-2	36	-6	32	375
6	16	Ar	9-4				31	39	-2	37	-5	34	323
8	16	Ar	9-4				33	39	-2	37	-5	34	324
6	16	Ar	10-6				32	39	-2	37	-5	34	325
8	16	Ar	10-6				34	40	-1	39	-5	35	326
5	16	Ar	14-6				35	40	-1	39	-5	35	329
8	16	Ar	12-6				36	41	-2	39	-5	36	327
5	16	Luft	14-6				35	41	-2	39	-6	35	328
8	20	Ar	12-1				40	41	-2	39	-4	37	331
10-2	16	Ar	10-2				36	41	-1	40	-5	36	1302
9-4	20	Ar	9-4				38	43	-1	42	-5	38	336
8-1 P	20	Ar	6-1				34	43	-2	41	-7	36	1303
11-8	18	Ar	12-6				41	45	-1	44	-5	40	337
<b>Verre isolant double 1x VSG P</b>													
4	16	Ar	6-1 P				26	36	-1	35	-5	31	356
4	14	Ar	8-2 P				26	37	-1	36	-5	32	304
4	14	Ar	8-1 P				26	38	-2	36	-6	32	355
4	16	Ar	8-2 P				28	38	-2	36	-6	32	306
4	16	Ar	8-1 P				28	38	-1	37	-5	33	359
4	14	Ar/Kr	8-2 P				26	39	-3	36	-7	32	305
6	16	Ar	6-1 P				28	39	-1	38	-5	34	357
4	16	Ar/Kr	8-2 P				28	40	-3	37	-8	32	307
6	16	Ar	8-2 P				30	40	-3	37	-7	33	308
6	16	Ar/Kr	8-2 P				30	40	-3	37	-7	33	310
6	14	Ar	9-3 P				29	40	-2	38	-6	34	1309
10	12	Ar	6-2 P				28	41	-2	39	-5	36	347
6	12	Kr	8-2 P				26	41	-3	38	-7	34	348
8	16	Ar	6-1 P				30	41	-2	39	-6	35	358
6	16	Ar	8-1 P				30	41	-2	39	-6	35	360
8	16	Ar	8-2 P				32	41	-3	38	-8	33	340
8	14	Ar	9-3 P				31	41	-2	39	-6	35	1312
8	16	Ar	8-2 P				32	41	-2	39	-7	34	1313
6	16	Ar	10-2 P				32	41	-2	39	-6	35	1315
10	12	Ar	8-2 P				30	42	-2	40	-6	36	349
6	16	Ar	8-1 P				30	42	-3	39	-7	35	380
8	16	Ar	8-1 P				32	42	-2	40	-6	36	361
8	16	Ar	12-1 P				36	42	-2	40	-4	38	384
6	20	Ar	8-2 P				34	42	-2	40	-6	36	311
6	20	Ar	8-1 P				34	42	-3	39	-7	35	367

\* La cote nominale est arrondi

Vitrage 1 extérieur	Espace entre les vitres EEV 1	Remplissage EEV	Vitrage 2	Espace entre les vitres EEV 2	Remplissage EEV	Vitrage 3 intérieur	Epaisseur de l'élément (mm)*	Indice d'affaiblissement acoustique Rw (dB)	C (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C (dB)	C <sub>r</sub> (dB)	Indice d'affaiblissement acoustique Rw + C <sub>r</sub> (dB)	No rapport de test isolation acoustique
<b>Suite verre isolant double 1x VSG P</b>													
6	12	Kr	8-1 P				26	<b>43</b>	<b>-3</b>	40	<b>-7</b>	36	383
8	16	Ar	10-1 P				34	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-6</b>	37	363
8	16	Ar	12-2 P				36	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-5</b>	38	350
8	16	Luft	12-1 P				36	<b>43</b>	<b>-1</b>	42	<b>-5</b>	38	365
8	20	Ar	8-2 P				36	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-6</b>	37	313
10	20	Ar	10-2 P				40	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-5</b>	38	314
8	16	Ar	9-4 P				33	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-6</b>	37	1359
8	16	Ar	13-3 P				37	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-6</b>	37	1317
8	16	Ar	13-3 P				37	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-5</b>	38	1319
10	16	Ar	17-4 P				43	<b>44</b>	<b>-1</b>	43	<b>-4</b>	40	351
8	20	Ar	8-1 P				36	<b>44</b>	<b>-2</b>	42	<b>-6</b>	38	386
12	16	Ar	8-2 P				36	<b>44</b>	<b>-1</b>	43	<b>-5</b>	39	1321
10	16	Ar	8-1 P				34	<b>45</b>	<b>-2</b>	43	<b>-6</b>	39	362
10	16	Ar	10-1 P				36	<b>45</b>	<b>-1</b>	44	<b>-5</b>	40	364
10	16	Luft	12-1 P				38	<b>45</b>	<b>-1</b>	44	<b>-5</b>	40	366
10	18	Ar	8-2 P				36	<b>45</b>	<b>-2</b>	43	<b>-6</b>	39	341
10	20	Ar	13-4 P				43	<b>45</b>	<b>-1</b>	44	<b>-4</b>	41	315
8	24	Ar	8-1 P				40	<b>45</b>	<b>-2</b>	43	<b>-6</b>	39	387
10	20	Ar	10-1 P				40	<b>46</b>	<b>-2</b>	44	<b>-5</b>	41	370
10	20	Luft	12-1 P				42	<b>46</b>	<b>-1</b>	45	<b>-4</b>	42	371
10	24	Ar	8-1 P				42	<b>47</b>	<b>-2</b>	45	<b>-6</b>	41	388
<b>Verre isolant double 2x VSG P</b>													
8-1 P	12	Kr	6-1 P				26	<b>44</b>	<b>-3</b>	41	<b>-8</b>	36	381
11-2 PA	16	Ar	8-2				35	<b>44</b>	<b>-2</b>	42	<b>-6</b>	38	344
8-1 P	12	Kr	8-1 P				28	<b>45</b>	<b>-3</b>	42	<b>-7</b>	38	382
10-2 P	12	Ar	8-2 P				30	<b>45</b>	<b>-2</b>	43	<b>-7</b>	38	352
11-2 PA	16	Ar	8-2 P				35	<b>46</b>	<b>-2</b>	44	<b>-6</b>	40	345
12-1 P	12	Ar	8-1 P				32	<b>47</b>	<b>-2</b>	45	<b>-6</b>	41	372
12-2 P	16	Ar	8-2 P				36	<b>47</b>	<b>-2</b>	45	<b>-6</b>	41	1323
9-3 P	16	Ar	13-4 P				38	<b>48</b>	<b>-2</b>	46	<b>-7</b>	41	1330
12-1 P	16	Ar	8-1 P				36	<b>49</b>	<b>-3</b>	46	<b>-8</b>	41	373
12-2 P	20	Ar	8-2 P				40	<b>49</b>	<b>-2</b>	47	<b>-6</b>	43	317
12-1P	20	Ar	8-1 P				40	<b>50</b>	<b>-3</b>	47	<b>-8</b>	42	374
9-3 P	12	Ar	13-3 P				34	<b>48</b>	<b>-3</b>	45	<b>-7</b>	41	1334
9-3 P	20	Ar	11-3 P				40	<b>50</b>	<b>-2</b>	48	<b>-7</b>	43	1331
<b>Verre isolant triple VSG</b>													
6	12	Ar	6	12	Ar	8-2	44	<b>38</b>	<b>-2</b>	36	<b>-6</b>	32	1335
6	16	Ar	6	16	Ar	8-2	52	<b>39</b>	<b>-2</b>	37	<b>-6</b>	33	1336
6	12	Ar	6	12	Ar	10-2	46	<b>40</b>	<b>-2</b>	38	<b>-5</b>	45	1337
8	12	Ar	6	12	Ar	10-2	48	<b>40</b>	<b>-2</b>	38	<b>-5</b>	35	1338
6	16	Ar	6	16	Ar	10-2	54	<b>41</b>	<b>-2</b>	39	<b>-5</b>	36	1339
8	12	Ar	6	12	Ar	12-2	50	<b>41</b>	<b>-2</b>	39	<b>-5</b>	36	1340
6	12	Ar	6	12	Ar	12-2	48	<b>42</b>	<b>-2</b>	40	<b>-6</b>	36	1341
6	16	Ar	6	12	Ar	12-2	52	<b>42</b>	<b>-1</b>	41	<b>-5</b>	37	1342
<b>Verre isolant triple VSG P</b>													
6	12	Ar	4	12	Ar	8-1 P	42	<b>42</b>	<b>-2</b>	40	<b>-6</b>	36	377
8	12	Ar	6	12	Ar	8-1 P	46	<b>42</b>	<b>-2</b>	40	<b>-6</b>	36	376
6	10	Kr	4	10	Kr	8-1 P	38	<b>43</b>	<b>-2</b>	41	<b>-6</b>	37	389
8	12	Ar	6	12	Ar	10-1 P	48	<b>45</b>	<b>-2</b>	43	<b>-6</b>	39	393
10	10	Kr	6	10	Kr	10-1 P	46	<b>46</b>	<b>-2</b>	44	<b>-7</b>	39	390
10	12	Ar	6	12	Ar	10-1 P	50	<b>46</b>	<b>-1</b>	45	<b>-5</b>	41	378
8	12	Ar	6	12	Ar	12-1 P	50	<b>46</b>	<b>-2</b>	44	<b>-6</b>	40	394
10	10	Kr	6	10	Kr	12-1 P	48	<b>47</b>	<b>-2</b>	45	<b>-6</b>	41	391
8-1P	12	Ar	6	12	Ar	8-1 P	46	<b>47</b>	<b>-2</b>	45	<b>-7</b>	40	392
8	12	Ar	6	12	Ar	16-1 P	54	<b>47</b>	<b>-2</b>	45	<b>-5</b>	42	379
8-1 P	12	Ar	6	12	Ar	12-1 P	50	<b>48</b>	<b>-2</b>	46	<b>-7</b>	41	395

\* La cote nominale est arrondi

**Suisse centrale**

Glas Trösch AG conseil plateau / reste de la Suisse  
Tél. +41 (0)62 958 53 81, Fax +41 (0)62 958 53 90  
[beratung@glastroesch.ch](mailto:beratung@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG Isoliervglas, CH-4922 Bützberg  
Tél. +41 (0)62 958 51 51, Fax +41 (0)62 963 27 62  
[isobuetzberg@glastroesch.ch](mailto:isobuetzberg@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, Swissslamex, CH-4922 Bützberg  
Tél. +41 (0)62 958 53 00, Fax +41 (0)62 958 53 01  
[swissslamex@glastroesch.ch](mailto:swissslamex@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, CH-3065 Bolligen Glas  
Tél. +41 (0)31 924 33 33, Fax +41 (0)31 921 86 42  
[bolligen@glastroesch.ch](mailto:bolligen@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, CH-5727 Oberkulm  
Tél. +41 (0)62 768 80 80, Fax +41 (0)62 768 80 81  
[oberkulm@glastroesch.ch](mailto:oberkulm@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, CH-4133 Pratteln  
Tél. +41 (0)61 816 96 16, Fax +41 (0)61 811 45 18  
[pratteln@glastroesch.ch](mailto:pratteln@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, CH-3613 Steffisburg  
Tél. +41 (0)33 439 51 00, Fax +41 (0)33 439 51 01  
[steffisburg@glastroesch.ch](mailto:steffisburg@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, CH-8604 Volketswil  
Tél. +41 (0)44 908 50 60, Fax +41 (0)44 908 50 70  
[volketswil@glastroesch.ch](mailto:volketswil@glastroesch.ch)

**Suisse ouest**

Glas Trösch AG conseil Suisse romande  
Tél. +41 (0)26 919 34 84, Fax +41 (0)26 919 34 85  
[conseil@glastroesch.ch](mailto:conseil@glastroesch.ch)

Bützberg Glas Trösch SA, CH-1630 Bulle  
Tél. +41 (0)26 919 66 80, Fax +41 (0)26 919 66 81  
[bulle@glastroesch.ch](mailto:bulle@glastroesch.ch)

**Suisse est**

Trösch AG conseil Suisse orientale  
Tél. +41 (0)71 313 02 20, Fax +41 (0)71 313 02 04  
[a.amplatz@glastroesch.ch](mailto:a.amplatz@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG Isoliervglas, CH-9015 St. Gall-Winkeln  
Tél. +41 (0)71 313 02 02, Fax +41 (0)71 313 02 03  
[isostgallen@glastroesch.ch](mailto:isostgallen@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG Swissslamex, CH-9015 St. Gall-Winkeln  
Tél. +41 (0)71 313 93 93, Fax +41 (0)71 313 93 83  
[vsg-st-gallen@glastroesch.ch](mailto:vsg-st-gallen@glastroesch.ch)

Glas Trösch AG, CH-7208 Malans  
Tél. +41 (0)81 300 08 88, Fax +41 (0)81 300 08 89  
[malans@glastroesch.ch](mailto:malans@glastroesch.ch)

[www.glastroesch.ch](http://www.glastroesch.ch)