



**LE VERRE,**  
source d'inspiration

**AGC**

\*Vos Rêves, Notre Défi

L'Orion - Chambéry France - Architecte : Diagonales Architecture / Stposol

Your Dreams, Our Challenge\*

# SOMMAIRE

Page

## Index des gammes et produits

4

### I. LE GROUPE AGC

<b>1</b>	<b>Présentation et contacts</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>AGC &amp; l'environnement</b>	<b>19</b>
2.1	Actions d'AGC	20
2.2	AGC et la philosophie Cradle to Cradle™	25

### II. LE VERRE

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>30</b>
1.1	Nomenclature et Conventions	32
1.2	Rayonnement solaire	35
<b>2</b>	<b>Propriétés du verre</b>	<b>40</b>
2.1	Caractéristiques lumineuses et énergétiques	42
2.2	Protection contre les UV	45
2.3	Indice de rendu des couleurs	47
2.4	Protection contre le rayonnement infra-rouge	48
2.5	Confort lumineux	50
2.6	Isolation et confort thermique	53
2.7	Performances et confort acoustique	65
2.8	Sécurité	84
2.9	Comportement au feu	100
2.10	Phénomènes inhérents au verre	108
2.11	Façonnage du verre	112
2.12	Nettoyage du verre	114
<b>3</b>	<b>Aperçu des produits verriers</b>	<b>117</b>
3.1	Float	119
3.2	Verre feuilleté de sécurité courant	120
3.3	Verre feuilleté de sécurité renforcée	122
3.4	Verre à couches	122
3.5	Verre laqué	124
3.6	Miroir	125
3.7	Verre imprimé à relief	125
3.8	Verre armé	125
3.9	Verre armé poli de sécurité	125
3.10	Verre dépoli acide	126
3.11	Vitrage isolant	126
3.12	Verre traité thermiquement	128
3.13	Emaillage	129
3.14	Photovoltaïque intégré au bâti	129
3.15	Verre résistant au feu	130
3.16	Verre avec leds	130
3.17	Verre bombé	131
3.18	Verre facile à nettoyer	131

### III. CHOIX D'UN VITRAGE

<b>1</b>	<b>Façades et toitures</b>	<b>134</b>
1.1	Les étapes du choix d'un vitrage	135
1.2	Applications en façade et verrières	154
<b>2</b>	<b>Le verre décoratif</b>	<b>157</b>
2.1	Type d'application	158
2.2	Installation	159
2.3	Aspect	159

## IV. GAMMES ET PRODUITS

<b>1</b>	<b>FLOAT</b>	
<b>1.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>162</b>
<b>1.2</b>	<b>Gamme Float</b>	<b>165</b>
	Planibel Clearlite	166
	Planibel Clearvision	167
	Planibel Linea Azzurra	168
	Planibel Coloured	171
	Planibel Clearsight	174
	Planibel Big Sizes	176
<b>2</b>	<b>VERRE POUR L'EXTÉRIEUR</b>	
<b>2.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>180</b>
<b>2.2</b>	<b>Isolation thermique</b>	<b>184</b>
	<u>Couches basse émissivité - gamme iplus</u>	186
	iplus Top 1.1 on Clearlite & iplus Top 1.1 <sup>T</sup> on Clearlite	188
	iplus Advanced 1.0 on Clearlite & iplus Advanced 1.0 <sup>T</sup> on Clearlite	189
	iplus LS	190
	iplus Energy <sup>N</sup> & iplus Energy <sup>NT</sup>	191
	iplus AF, iplus AF Top & iplus AF Energy <sup>N</sup>	192
	Couches pyrolytiques : Planibel G, Planibel G fast et Pure Comfort	193
	iplus 0.9	195
	<u>Vitrage isolant - gamme Thermobel</u>	196
	Thermobel Scena	198
<b>2.3</b>	<b>Contrôle solaire</b>	<b>204</b>
	Planibel Coloured	206
	Stopsol	208
	Sunergy	213
	Stopray & ipasol	216
<b>2.4</b>	<b>Verre acoustique</b>	<b>220</b>
	Stratophone	222
	Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone	225
<b>2.5</b>	<b>Verre feuilleté de sécurité</b>	<b>232</b>
	Stratobel	234
	Stratobel EVA	237
	Stratobel Security, Thermobel Stratobel Security	238
	Stratobel Strong	242
	Stratobel SentryGlas	244
<b>2.6</b>	<b>Verre traité thermiquement</b>	<b>246</b>
	Verre durci	248
	Verre trempé de sécurité Securit	251
	Verre trempé Securit HST	254
<b>2.7</b>	<b>Verre bombé</b>	<b>256</b>
<b>2.8</b>	<b>Verre émaillé et allèges</b>	<b>260</b>
	Colorbel	262
	Lacobel T & Matelac T	264
	Artlite & Artlite Digital	268
<b>2.9</b>	<b>Structura</b>	<b>270</b>
	Structura	271
<b>2.10</b>	<b>Façades tout verre - Verre extérieur collé</b>	
	<b>Vitrage isolant à clamer</b>	<b>275</b>
	Verre extérieur collé	276
	Verre isolant à clamer	278
<b>2.11</b>	<b>Verre facile à nettoyer</b>	<b>279</b>
	Planibel Easy	280

<b>3</b>	<b>VERRE POUR LA DÉCORATION</b>	
<b>3.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>284</b>
<b>3.2</b>	<b>Miroirs et verres réfléchissants</b>	<b>287</b>
	Mirox MNGE	289
	Mirolid Morena	293
	Stopsol Supersilver	295
<b>3.3</b>	<b>Verres laqués</b>	<b>297</b>
	Lacobel & Matelac	298
	SAFE+	304
	MyColour by Lacobel / Matelac	306
	Lacobel T & Matelac T	308
	FIX-IN : système de fixation adhésive pour :	
	Mirox, Lacobel, Lacobel T, Matelac et Matelac T	313
<b>3.4</b>	<b>Verre mat translucide</b>	<b>315</b>
	Matelux	316
<b>3.5</b>	<b>Verres imprimés en relief</b>	<b>320</b>
	Imagin	321
	Imagin armé	325
	Oltreluce	327
<b>3.6</b>	<b>Verres feuilletés décoratifs</b>	<b>329</b>
	Stratobel Colour	331
	Stratobel EVA Création	336
<b>3.7</b>	<b>Luxclear™ Protect</b>	<b>338</b>
<b>3.8</b>	<b>Verre pour l'encadrement</b>	<b>340</b>
	Matobel One Side	341
<b>4</b>	<b>PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ AU BÂTI</b>	
	<b>SunEwat XL</b>	<b>344</b>
<b>5</b>	<b>STORES INTÉGRÉS</b>	
	<b>Thermobel Store</b>	<b>350</b>
<b>6</b>	<b>VERRES RÉSISTANT AU FEU</b>	
<b>6.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>358</b>
<b>6.2</b>	<b>Verres feuilletés à intercalaires intumescent</b>	<b>361</b>
	Pyrobelite & Pyrobel	362
<b>6.3</b>	<b>Verres trempés résistant au feu</b>	<b>391</b>
	Pyropane	392
<b>7</b>	<b>BALUSTRA ET GARDE-CORPS</b>	
<b>7.1</b>	<b>Les systèmes Balustra</b>	<b>406</b>
<b>7.2</b>	<b>Autres systèmes</b>	<b>410</b>
<b>8</b>	<b>VERRES ET LEDS</b>	
<b>8.1</b>	<b>Description et applications</b>	<b>414</b>
<b>8.2</b>	<b>Gamme</b>	<b>417</b>

## V. ANNEXES TECHNIQUES ET RÉGLEMENTATION

<b>1</b>	<b>Marquage CE et Normes</b>	<b>424</b>
<b>2</b>	<b>Mise en œuvre</b>	<b>447</b>
<b>3</b>	<b>Nettoyage du verre</b>	<b>473</b>
<b>4</b>	<b>Les vitrages et la sécurité</b>	<b>479</b>
<b>5</b>	<b>Dimensionnement des vitrages</b>	<b>504</b>
<b>6</b>	<b>Validation technique des vitrages</b>	<b>543</b>
<b>7</b>	<b>Règlementation en France</b>	<b>562</b>



# INDEX

Artlite & Artlite Digital .....	268
Balustra .....	406
Colorbel .....	262
FIX-IN .....	313
Glassiled .....	417
Imagin .....	321
Imagin armé .....	325
ipasel .....	216
iplus .....	186
iplus 0,9 .....	195
iplus Advanced 1.0 / 1.0 <sup>T</sup> on Clearlite .....	189
iplus AF / AF Energy <sup>N</sup> / AF Top .....	192
iplus Energy <sup>N</sup> / Energy <sup>NT</sup> .....	191
iplus LS .....	190
iplus Top 1.1 / Top 1.1 <sup>T</sup> on Clearlite .....	188
Lacobel & Matelac .....	298
Lacobel T Matelac T .....	264 - 308
Luxclear Protect .....	338
MyColour by Lacobel / Matelac .....	306
Matelux .....	316
Matobel One Side .....	341
Miold Morena .....	293
Mirox MNGE .....	289
Oltreluce .....	327
Planibel Big Sizes .....	176
Planibel Clearlite .....	166
Planibel Clearsight .....	174
Planibel Clearvision .....	167
Planibel Coloured .....	171 - 206
Planibel Easy .....	280
Planibel G / G fast / Pure Comfort 10/14 .....	193
Planibel Linea Azzurra .....	168
Pyrobelite / Pyrobel .....	362
Pyropane .....	392
SAFE+ .....	304
Stopray .....	216
Stopsol .....	208
Stopsol Supersilver .....	295
Stratobel .....	234
Stratobel Colour .....	331
Stratobel Eva Création .....	237 - 336
Stratobel Security .....	238
Stratobel SentryGlas .....	244
Stratobel Strong .....	242
Stratophone .....	222
Structura .....	270
Sunergy .....	213
SunEwat XL .....	344
Thermobel .....	196 - 225
Thermobel Scena .....	198
Thermobel Store .....	350
Thermobel Stratobel .....	225
Thermobel Stratobel Security .....	238
Thermobel Stratophone .....	225
Verre bombé .....	256
Verre durci .....	248
Verre émaillé & allèges .....	260
Verre extérieur collé .....	276
Verre façonné .....	112
Verre feuilleté de sécurité .....	232
Vitrage isolant à clamer .....	278
Vitrage traité thermiquement .....	246
Verre trempé de sécurité Securit .....	251
Verre trempé Securit HST .....	254
Vitrages isolants acoustique .....	220
Vitrages isolants (général) .....	196



Ex-Sieroterapico - Milan, Italie - Architecte : Dante O. Benini & Partners - iplus Energy<sup>NT</sup>



I. LE GROUPE AGC PRÉSENTATION ET CONTACTS ENVIRONNEMENT	8
II. LE VERRE	28
III. CHOIX D'UN VITRAGE	132
IV. GAMMES ET PRODUITS	160
1. FLOAT	162
2. VERRE EXTÉRIEUR	178
3. VERRE POUR LA DÉCORATION	282
4. PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ AU BÂTI	342
5. STORES INTÉGRÉS	348
6. VERRES RÉSISTANT AU FEU	356
7. BALUSTRA & GARDE-CORPS	404
8. VERRES ET LEDS	412
V. ANNEXES TECHNIQUES - RÈGLEMENTATION	422
VI. AGC-YOURGLASS.COM	592

# Index des gammes et produits

Gammes	Descriptifs	Page
Artlite & Artlite Digital	Verres sérigraphiés ou imprimés numériquement	268
Balustra	Systèmes de garde-corps encastrés en pied ou fixés ponctuellement	406
Colorbel	Verres émaillés et traités thermiquement	262
FIX-IN	Système de fixation adhésive pour produits verriers décoratifs	313
Glassiled	Verres intégrant des leds	417
Imagin	Verres décoratifs imprimés	321
Imagin armé	Verres avec treillis métallique incorporé	325
ipasol	Vitrages à couche magnétron assurant contrôle solaire et isolation thermique renforcée	216
iplus	Verres à couche magnétron assurant une bonne isolation thermique	186
iplus 0,9	Ug 0,9 avec transmission lumineuse élevée et facteur solaire optimisé	195
iplus Advanced 1.0 on Clearlite iplus Advanced 1.0 <sup>T</sup> on Clearlite	Double vitrage avec une excellente isolation thermique	189
iplus AF	Verres à couche pyrolytique empêchant l'apparition de condensation	192
iplus AF Energy <sup>N</sup>	Verres à couches pyrolytique et magnétron combinant isolation thermique, contrôle solaire et propriétés anti-condensation	192
iplus AF Top	Verres à couches pyrolytique et magnétron combinant isolation thermique et propriétés anti-condensation	192
iplus Energy <sup>N</sup> iplus Energy <sup>NT</sup>	Verres à couleur neutre et haut niveau d'isolation thermique	191
iplus LS	Verres à couche basse émissivité	190
iplus Top 1.1 on Clearlite iplus Top 1.1 <sup>T</sup> on Clearlite	Double et triple vitrage avec une transmission lumineuse élevée	188
Lacobel & Matelac	Verres laqués brillants ou mats recuits / trempés	298
Lacobel T & Matelac T	Verres laqués brillants recuits / trempés	264 308
Luxclear Protect	Verres clairs pour parois de douche, dotés d'une couche pyrolytique invisible sur une face	338
MyColour by Lacobel/Matelac	Verres laqués - couleurs sur demande	306
Matelux	Verres matés à l'acide	316
Matobel One Side	Verres antireflets d'encadrement	341

Gammes	Descriptifs	Page
Mirolid Morena	Miroir oxydé d'aspect vieilli	293
Mirox MNGE	Miroirs écologiques sans cuivre, à faible teneur en plomb	289
Oltreluce	Verres décoratifs imprimés, conçus par le designer Michele De Lucchi	327
Planibel Big Sizes	Verres de grandes dimensions	176
Planibel Clearlite	Verres float clairs	166
Planibel Clearsight	Verres anti-reflets	174
Planibel Clearvision	Verres float extra-clairs ou hautement transparents	167
Planibel Coloured	Verres float teintés dans la masse	171 206
Planibel Easy	Couche pyrolytique permettant de réduire la fréquence de nettoyage des vitrages	280
Planibel G / G fast / Pure Comfort 10 / 14	Verres à couche pyrolytique trempables ne nécessitant aucun effacement des bords.	193
Planibel Linea Azzurra	Verres float clairs avec une teinte légèrement bleutée unique	168
Pyrobelite / Pyrobel	Verres feuilletés résistant au feu	362
Pyropane	Verres trempés résistant au feu	392
SAFE+	Film de sécurité en face arrière de produits décoratifs	304
Stopray	Vitrages à couche magnétron assurant contrôle solaire et isolation thermique renforcée	216
Stopsol	Verres à couche pyrolytique réfléchissante assurant un contrôle solaire	208
Stopsol Supersilver	Verres réfléchissants à couche pyrolytique aspect miroir	295
Stratobel	Verres feuilletés de sécurité pour la protection des biens et des personnes	234
Stratobel Colour	Verres feuilletés à intercalaire(s) en PVB clairs, colorés, mats ou opaques	331
Stratobel Eva Création	Verres feuilletés de sécurité avec incorporation de matières décoratives	237 336
Stratobel Security	Verres feuilletés de sécurité à intercalaire(s) en PVB - pour la protection renforcée (balles, explosion)	238
Stratobel SentryGlas	Verres feuilletés de sécurité pour des environnements extrêmes et des sollicitations fortes	244
Stratobel Strong	Verres feuilletés de sécurité avec des propriétés mécaniques améliorées	242

Gammes	Descriptifs	Page
Stratophone	Verres feuilletés de sécurité et acoustiques	222
Structura	Systèmes de verres extérieurs attachés (VEA)	270
Sunergy	Vitrages pyrolytiques combinant contrôle solaire, isolation thermique et faible réflexion lumineuse	213
SunEwat XL	Verres feuilletés de sécurité avec cellules photovoltaïques	344
Thermobel	La gamme de vitrages isolants d'AGC Glass Europe	196 225
Thermobel Scena	Vitrages isolants intégrant des intercalaires verticaux transparents	198
Thermobel Store	Vitrages isolants avec stores intégrés	350
Thermobel Stratobel	Verres pour des performances acoustiques augmentées	225
Thermobel Stratobel Security	Verres isolant de sécurité	238
Thermobel Stratophone	Haute isolation acoustique	225
Verre bombé	Verres bombés	256
Verre durci	Verres renforcés thermiquement	248
Verre émaillé & allèges	Verres recevant un dépôt d'émail suivi d'un traitement thermique	260
Verre extérieur collé	La technique VEC permet de créer une façade "tout verre"	276
Verre façonné	Traitement des bords et/ou toute exécution de perçage	112
Verre feuilleté de sécurité	Gamme Stratobel répondant aux exigences de sécurité	232
Vitrage isolant à clamer	Vitrage isolant avec incorporation de profilé en forme de U ou V pour faciliter la fixation	278
Verre traité thermiquement	Verres renforcés thermiquement	246
Verre trempé de sécurité Securit	Verres de sécurité traités thermiquement	251
Verre trempé Securit HST	Verres de sécurité traités thermiquement ayant subi un test heat soak (HST)	254
Vitrages isolants acoustique	Vitrages à isolation acoustique	220
Vitrages isolants (général)	Vitrages isolants toutes fonctions	196



Vertigo - Sofia, Bulgarie - Architecte : Panidea - Lacobel Red Luminous



AGC Glass Building - Louvain-la-Neuve, Belgique - Architecte : Philippe Samyn and Partners - Thermobel Top<sup>nt</sup> on Clearvision  
© AGC Glass Europe - Philippe SAMYN and PARTNERS sprl, architects and engineers - BEAI sa  
Intégration artistique : Georges Meurant - Photographe : Marie-Françoise Plissart





# — | — Le groupe AGC

1 Présentation et contacts

2 AGC et l'Environnement

2.1 Actions d'AGC

2.2 AGC et la philosophie Cradle to Cradle™

# — 1 — PRÉSENTATION ET CONTACTS



AGC Glass Building - Louvain-la-Neuve, Belgique - Architecte : Philippe Samyn and Partners sprl,  
architects and engineers - BEAI sa - Persiennes en verre réalisées à partir de verre feuilleté sérigraphié  
Planibel Clearvision© - AGC Glass Europe

## AGC GLASS EUROPE

### ▼ Brève présentation

AGC Glass Europe est la branche européenne d'AGC Glass, l'un des leaders mondiaux de la fabrication de verre plat. Le groupe AGC comprend 200 entreprises situées dans plus de 30 pays et se concentre sur trois domaines d'activité principaux : le verre, l'électronique et la chimie.

AGC Glass Europe produit, transforme et distribue du verre plat à destination du secteur de la construction (vitrages extérieurs et de décoration intérieure), de l'automobile (verre d'origine et de remplacement) et d'industries spécialisées.

Le Groupe dispose de 15 floats, 6 usines automobiles, un centre de R&D et plus de 100 sites à travers l'Europe, allant de l'Espagne à la Russie, dont un réseau de transformation en Belgique, en Allemagne, aux Pays-Bas, en France, en Pologne et en République Tchèque.

Au sein du centre ATC d'AGC, situé au cœur de la Belgique, 50% du budget de R&D est consacré aux produits, solutions et moyens de production durables.

### ▼ Le réseau de distribution d'AGC

La commercialisation du verre brut en Europe repose actuellement sur un réseau de 12 Centres de Distribution Régionaux et plus de 40 Centres de Distribution Locaux.

Une nouvelle offre de marché sous-tend cette infrastructure logistique au bénéfice des clients qui peuvent faire leur choix parmi une large sélection de produits disponibles (y compris des verres fabriqués dans d'autres pays), commander des livraisons mixtes de différents types de verre dans le même camion et bénéficier de délais de livraison plus courts.

Les Centres de Distribution Locaux livrent quant à eux de plus petites quantités de verre (par piles, qu'il s'agisse de commandes homogènes ou mixtes, et même par feuille) à des transformateurs de verre. Les clients peuvent également bénéficier de services supplémentaires tels que la possibilité d'enlever leurs commandes, et, dans certains centres, de demander que les produits soient découpés et façonnés.

### ▼ Des experts du verre à votre service

AGC Glass Europe assiste les clients, architectes et bureaux d'études lors de la conception et du traitement du vitrage.

Contactez-nous : [sales.france@eu.agc.com](mailto:sales.france@eu.agc.com).

## UNE HISTOIRE DE PIONNIER

### ▼ Une longue tradition verrière

Au XIXe siècle, la Belgique était le plus important exportateur de verre plat au monde et l'un des principaux fabricants de verre poli. À l'aube du XXe siècle, avec l'aide d'Émile Gobbe, l'ingénieur belge Émile Fourcault développe le premier système mécanique d'étirage vertical du verre, qui influencera l'industrie verrière mondiale en supplantant le soufflage à bouche.

Un mouvement de concentration s'opère alors en Belgique. Il aboutit, en 1961, à la naissance de Glaverbel.

### ▼ La révolution du verre float

En 1963, Glaverbel s'étend aux Pays-Bas et, en 1965, implante la première usine de float sur le continent européen, à Moustier (Belgique). En 1972, le groupe français BSN (Danone) prend le contrôle de Glaverbel. La mutation vers le procédé "float" entraîne l'arrêt des fours de verre à vitres et conduit l'industrie verrière dans une profonde restructuration. Glaverbel se lance alors dans une politique de diversification dans les activités de transformation du verre.

### ▼ Du Benelux vers un groupe international

En 1981, BSN se défait de sa branche verre plat. Glaverbel est racheté par Asahi Glass Co. Ltd. (Japon) et se développe en Europe occidentale par investissements, partenariats et acquisition de sociétés. L'élargissement géographique de sa base industrielle et l'investissement dans les produits à haute technologie suivent son entrée en bourse à Bruxelles en 1987.

## ▼ Pionnier et leader en Europe de l'Est

En 1991, Glaverbel est la première société industrielle occidentale à investir dans l'ex-Tchécoslovaquie en reprenant le producteur national de verre plat, l'actuel AGC Flat Glass Czech. Glaverbel constitue par la suite en Europe centrale un réseau de distribution et de transformation. En 1997, Glaverbel devient le premier verrier occidental à investir en Russie par l'acquisition progressive du leader national, l'actuel AGC Bor Glassworks.

Il y implante un vaste réseau de distribution. En 1998, Glaverbel reprend les opérations européennes en verre plat de PPG Glass Industries, principalement installées en France et en Italie. Enfin, Glaverbel conforte son leadership en Russie par la construction, en 2004, d'un complexe industriel à Klin (production de float, miroirs et verres isolants).

## ▼ Intégration complète dans AGC

En 2007, dans le cadre de sa réorganisation mondiale, AGC adopte un nom unique pour toutes ses sociétés dans le monde : Glaverbel devient AGC Flat Glass Europe, et en 2010, AGC Glass Europe.

## ▼ Alliance stratégique avec Interpane

En juillet 2012, AGC et Interpane, fabricant et transformateur de verre allemand de premier plan, ont uni leurs forces afin de mieux servir les clients.



AGC Glass Building - Louvain-la-Neuve, Belgique - Architecte : Philippe Samyn and Partners sprl, architects and engineers - BEAI sa - Persiennes en verre à partir de verre Planibel Clearvision, Thermobel TopN+, Lacobel T © AGC Glass Europe - Photographe : Marie-Françoise Plissart

**AUTRICHE****AGC Interpane**

Tél : +49 39 205 450 440 – Fax : +49 39 205 450 449  
igd@interpane.com

**BELGIQUE****AGC Glass Europe**

Tél : +32 2 409 30 00 – Fax : +32 2 672 44 62  
sales.belux@eu.agc.com

**BULGARIE / MACÉDOINE****AGC Flat Glass Bulgaria**

Tél : +359 2 8500 255 – Fax : +359 2 8500 256  
bulgaria@eu.agc.com

**CROATIE / SLOVÉNIE / BOSNIE-HERZÉGOVINE****AGC Flat Glass Adriatic**

Tél : +385 1 6117 942 – Fax : +385 1 6117 943  
adriatic@eu.agc.com

**RÉPUBLIQUE TCHÈQUE / SLOVAQUIE****AGC Flat Glass Czech**

Tél : +420 417 50 11 11 – Fax : +420 417 502 121  
czech@eu.agc.com

**ESTONIE****AGC Flat Glass Baltic**

Tél : +372 66 799 15 – Fax : +372 66 799 16  
estonia@eu.agc.com

**FINLANDE****AGC Flat Glass Suomi**

Tél : +358 9 43 66 310 – Fax : +358 9 43 66 3111  
sales.suomi@eu.agc.com

## FRANCE

### AGC Glass France SAS

Tél : 0805 20 00 07

contact.france@eu.agc.com

## ALLEMAGNE

### AGC Interpane

Tél : +49 39 205 450 440 – Fax : +49 39 205 450 449

igd@interpane.com

## GRÈCE / MALTE / ALBANIE

### AGC Flat Glass Hellas

Tél : +30 210 666 9561 – Fax : +30 210 666 9732

sales.hellas@eu.agc.com

## HONGRIE

### AGC Glass Hungary

Tél : +36 34 309 505 – Fax : +36 34 309 506

hungary@eu.agc.com

## ITALIE

### AGC Flat Glass Italia

Tél : +39 02 626 90 110 – Fax : +39 02 65 70 101

development.italia@eu.agc.com

## LETTONIE

### AGC Flat Glass Baltic

Tél : +371 6 713 93 59 – Fax : +371 6 713 95 49

latvia@eu.agc.com

## LITUANIE

### AGC Flat Glass Baltic

Tél : +370 37 451 566 – Fax : +370 37 451 757

lithuania@eu.agc.com



**PAYS-BAS****AGC Flat Glass Nederland**

Tél : +31 344 67 97 04 – Fax : +31 344 67 96 99  
sales.nederland@eu.agc.com

**POLOGNE****AGC Flat Glass Polska**

Tél : +48 22 872 02 23 – Fax : +48 22 872 97 60  
polska@eu.agc.com

**ROUMANIE****AGC Flat Glass Romania**

Tél : +40 318 05 32 61 – Fax : +40 318 05 32 62  
romania@eu.agc.com

**RUSSIE****AGC Glass Russia**

Tél : +7 495 411 65 65 – Fax : +7 495 411 65 64  
sales.russia@eu.agc.com

**SERBIE / MONTÉNÉGRO****AGC Flat Glass Jug**

Tél : +381 11 30 96 232 – Fax : +381 11 30 96 232  
jug@eu.agc.com

**ESPAGNE / PORTUGAL****AGC Flat Glass Ibérica**

Tél : +34 93 46 70760 – Fax : +34 93 46 70770  
sales.iberica@eu.agc.com

**SUÈDE / NORVÈGE / DANEMARK****AGC Flat Glass Svenska**

Tél : +46 8 768 40 80 – Fax : +46 8 768 40 81  
sales.svenska@eu.agc.com

## SUISSE

### AGC Interpane

Tél : +49 39 205 450 440 – Fax : +49 39 205 450 449

igd@interpane.com

## UKRAINE

### AGC Flat Glass Ukraine

Tél : +380 44 230 60 16 – Fax : +380 44 498 35 03

sales.ukraine@eu.agc.com

## ROYAUME-UNI

### AGC Glass UK

Tél : +44 1788 53 53 53 – Fax : +44 1788 56 08 53

sales.uk@eu.agc.com

## AUTRES PAYS

### AGC Glass Europe

Tél : +32 2 409 30 00 – Fax : +32 2 672 44 62

sales.headquarters@eu.agc.com

AGC Glass Europe a des représentants dans le monde entier.

*Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) pour d'autres adresses.*

# — 2 — AGC ET L'ENVIRONNEMENT



AGC Technovation Center - Gosselies, Belgique - Architecte : ASSAR Architects - SunEwat XL

## 2.1 – Actions d'AGC

L'environnement est l'une des 4 valeurs communes du Groupe AGC et un pilier essentiel de la Responsabilité Sociétale de l'Entreprise. Le but est d'atteindre le meilleur équilibre entre développement durable et économique.

Notre politique environnementale a un double objectif :

- > développer continuellement de nouveaux produits avec toujours de meilleures performances environnementales durant leur cycle de vie,
- > fabriquer ces produits en utilisant les meilleures technologies afin de minimiser l'impact environnemental lors de leur production.

Aujourd'hui 50% de notre budget R&D est consacré aux produits, solutions et processus de fabrication durables.

Sur ces bases, nous avons développé une approche holistique afin de clairement évaluer notre empreinte écologique. L'Analyse du Cycle de Vie, la mesure de notre empreinte carbone, la certification Cradle to Cradle™ de nos produits, la mise en place d'un Système de Gestion de l'Environnement efficace sont les moyens utilisés pour atteindre une approche environnementale intégrée.

*Pour plus d'informations sur l'Environnement chez AGC : [www.agc-glass.eu/fr/](http://www.agc-glass.eu/fr/) et autres sites AGC.*

### ▼ Bilan d'émissions de Gaz à Effet de Serre - (Fabrication de verre float)

AGC Glass France SAS effectue un bilan tous les trois ans des émissions de Gaz à Effet de Serre conformément à *l'article 75 de la loi n°2210-788 du 12 juillet 2010*. Les émissions de GES sont calculées selon la méthodologie publiée par le MDDE, Ministère en charge de l'Environnement.

Les progrès réalisés par l'entreprise en matière d'émissions de GES sont mesurés par rapport à la référence de l'année 2007.

*Pour plus d'information : un rapport 2017 est disponible sur le site [www.agc-glass.eu/en/sustainability](http://www.agc-glass.eu/en/sustainability).*

## ▼ Usage de verre recyclé

AGC encourage la pratique du recyclage. Le matériau verrier contient en moyenne un minimum de 30% de verre recyclé provenant de sources sélectionnées. L'utilisation de verre recyclé limite l'emploi des ressources naturelles, réduit la consommation d'énergie nécessaire à la fusion, et par conséquent diminue l'émission de CO<sub>2</sub>. A ce jour, AGC n'utilise pas de déchets de construction car ceux-ci sont de qualité trop variable.

## ▼ Exemples d'actions concrètes

- > Installation croissante de panneaux photovoltaïques sur nos usines, menant à une production totale de 6.380 MWh.
- > Investissement par AGC Interpane Seingbouse (FR) dans un bassin de récupération des eaux de 9.000 m<sup>3</sup> et économie annuelle de 10.500 m<sup>3</sup> d'eau à Sagunto (ES). Ces actions ont permis une réduction de consommation d'eau dans nos usines de plus de 70% sur base comparable depuis 1998.
- > Acheminement par train du sable et du carbonate de sodium à Boussois (FR) (près de 73% de nos matières premières sont transportées en bateau ou train diminuant le trafic routier d'environ 58.000 camions par an). Dans le même temps, 130.000 tonnes de verre prennent la voie du multimodal (train/camion), signifiant le retrait de 6.500 camions supplémentaires par an de la route.
- > Harmonisation de tous nos certificats Cradle to Cradle™. En utilisant activement les produits Cradle to Cradle™, les projets sont éligibles à l'attribution de points LEED dans plusieurs catégories, ce qui conduit à un meilleur classement de la certification écologique des bâtiments.

## ▼ COV

Beaucoup de produits verriers entrent dans le champ d'application du [décret n° 2011-321](#) relatif à l'étiquetage obligatoire en France des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils. Sont concernés notamment les miroirs, produits laqués, vitrages isolants ou feuilletés, cloisons, et produits nécessaires à la pose, dans la mesure où ceux-ci sont utilisés en intérieur.

Le niveau d'émission du produit est indiqué par une classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions). Cette information doit être fournie aux consommateurs ou maîtres d'ouvrage pour tous les produits mis sur le marché.



Les classements des produits AGC sont indiqués sur le site [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com), dans la rubrique OUTILS / puis COV.

Ni le verre float, trempé ou recuit, clair ou coloré, ni le verre émaillé, ni le verre à couche ne sont concernés par l'affichage du classement en COV.

### ▼ REACH

Le [règlement REACH n°1907/2006](#) concerne l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques ainsi que les restrictions applicables en Europe. Cette législation s'applique à toutes les substances chimiques fabriquées, importées, commercialisées et utilisées telles quelles, dans des mélanges ou des produits. Il incombe à AGC d'informer les utilisateurs de toute mesure de gestion des risques à prendre pour garantir une utilisation sûre du produit tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

### ▼ RoHS

La [directive 2011/65/UE du 8 juin 2011](#) est relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.

Aucun des produits commercialisés par AGC n'est concerné, les vitrages photovoltaïques n'étant pas dans le champ d'application de ce texte.

## ▼ ACV - Analyse du Cycle de Vie

Cet outil international permet de quantifier de façon standardisée les impacts environnementaux pendant toute la vie d'un produit (de la matière brute à la déconstruction).

L'ACV est le préalable aux démarches et attestations environnementales comme les EPD, FDES, Cradle to Cradle™ et les Certifications BREEAM ou LEED des bâtiments.

Pour mesurer les cycles de vie des produits qui les rendent durables, il est nécessaire de contrôler à travers la chaîne d'approvisionnement :

- > le degré de recyclabilité, la quantité de matière recyclée, l'orientation écologique de l'entreprise, les aspects locaux, la qualité de l'air intérieur, l'impact sur le cycle de vie, la responsabilité sociétale de l'entreprise, le management environnemental.

## ▼ EPD - Déclaration Environnementale de Produit

Ces déclarations sont établies conformément à [EN 15804](#), [ISO 14044](#) et [ISO 14025](#), et sont disponibles pour la plupart de nos produits.

En France, la base INIES regroupe [les Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires \(FDES\)](#) publiées par AGC.

Les EPD et FDES contiennent notamment la valeur de GES (ou GWP) nécessaire aux évaluations prévues par le Référentiel Energie-Carbone (GWP = potentiel de réchauffement climatique).

## ▼ Certifications BREEAM et LEED pour les bâtiments durables

Pour les bâtiments, les certifications les plus utilisées en Europe sont BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) et LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).

Elles sont utilisées pour classer les bâtiments, notamment en terme d'efficacité d'utilisation de l'énergie, de l'eau ainsi que d'autres ressources, dont il s'agit de minimiser l'impact sur l'environnement y compris en ce qui concerne les déchets et la pollution.

**BREEAM** est un système d'évaluation dans lequel des crédits sont accordés et pondérés pour chaque catégorie prise en compte (énergie, santé, bien-être, matériaux...).

Le siège social d'AGC Glass Europe inauguré en 2013 à Louvain la Neuve (Belgique), est certifié BREEAM avec un score «Excellent» grâce à l'utilisation de vitrages performants, de panneaux solaires et de la géothermie.

**LEED** est basée sur une quotation en nombre de points pour chaque catégorie. Il est possible de gagner des points supplémentaires grâce à l'innovation et à la priorité régionale.

**HQE - GBC** valorise un cadre de vie durable pour les bâtiments tertiaires neufs ou en rénovation. Le référentiel est calé sur les indicateurs du label "E + C~" pour les thèmes Energie et Carbone en France. Il s'appuie sur le contenu des EPD/FDES.

Les produits verriers du groupe AGC facilitent les certifications Breeam, Leed et HQE en permettant à ses clients d'améliorer le classement de leurs projets.

*Pour plus d'informations : [www.agc-glass.eu](http://www.agc-glass.eu)*



## 2.2 – AGC et la philosophie Cradle to Cradle™

Ce sont le chimiste allemand Michael Braungart et l'architecte américain William McDonough qui ont imaginé le concept Cradle to Cradle Certified™.

Ensemble, ils ont élaboré un programme appelé MBDC (McDonough Braungart Design Chemistry), incitant le monde des entreprises, les autorités, les universités, les constructeurs et les concepteurs à concevoir plus intelligemment les produits, les bâtiments et les maisons, par une utilisation optimale des processus de production contribuant à la préservation de l'environnement (par exemple, la production d'énergie et la diminution de la pollution de l'air).

La philosophie Cradle to Cradle Certified™ imagine un monde sans contraintes liées aux ressources :

- > le concept de déchet n'existe plus - les ressources peuvent être réutilisées indéfiniment ;
- > tous les matériaux sont sûrs et sains car ils ont été conçus avec les bons ingrédients ;
- > le carbone n'est plus la principale préoccupation car les processus sont alimentés par des énergies propres et renouvelables.

Cette philosophie est conforme à l'approche Going Green d'AGC, le premier fabricant de verre européen à proposer une large gamme de produits portant le label Cradle to Cradle Certified™.

Cradle to Cradle Certified™ est décerné par le Cradle to Cradle Products Innovation Institute.

Plus de 60% des produits certifiés Cradle to Cradle Certified™ sont destinés à la construction et à l'aménagement intérieur (carrelage, vitrage, mobilier, etc.). Le programme Cradle to Cradle Certified™ est reconnu au niveau international car les produits certifiés proviennent de leaders du marché mondial et le nombre d'initiatives de plateformes Cradle to Cradle Certified™ en Europe ne cesse d'augmenter.

## ▼ Notre engagement en faveur du Cradle to Cradle™

Alors que de nombreuses certifications concernent un aspect particulier du produit, le référentiel Cradle to Cradle Certified™ prend en compte cinq catégories liées à la santé et à la préservation de l'environnement. Pour obtenir le label, un produit doit répondre à des règles strictes dans les cinq catégories. AGC surpasse les exigences de base dans chacune de ces catégories.

- > Matériaux sains.
- > Utilisation des matériaux recyclés.
- > Énergie renouvelable.
- > Bonne gestion de l'eau.
- > Équité sociale.

## ▼ La valeur ajoutée des produits Cradle to Cradle Certified™

La certification LEED Version 4 pour les nouvelles constructions, accorde des points aux produits Cradle to Cradle Certified™. D'autres points peuvent être attribués, par projet LEED, dans les domaines "Énergie et Atmosphère" "Qualité de l'air intérieur" ou "Conception innovante". Ce crédit encourage les équipes de projet à choisir des «produits et matériaux plus sains» afin de minimiser l'utilisation et la production de substances nocives. Ainsi, en utilisant les produits Cradle to Cradle Certified™ d'AGC, les architectes et entrepreneurs sont susceptibles de gagner plus de points.

**AGC a obtenu la certification Cradle to Cradle Certified™ Gold pour la gamme de produits suivante :**

- > verre imprimés en relief Imagin.

**AGC a obtenu la certification Cradle to Cradle Certified™ Silver pour les gammes de produits suivantes :**

- > produits verriers float Planibel,
- > produits verriers à couche magnétron Stopray et ipasol,
- > verres laqués Lacobel et Lacobel T, Matelac et Matelac T, et verre dépoli Matelux.

AGC a obtenu la certification Cradle to Cradle Certified™ Bronze pour les gammes de produits suivantes :

- > miroir Mirox MNGE,
- > verres feuilletés Stratobel et Stratophone,
- > vitrage isolant Thermobel.

▼ **Il existe 5 niveaux de certification :**

Basic, Bronze, Silver, Gold et Platinum.™



Ghelamco Arena - Ghent, Belgique - Architecte : Bontick - Stopray Ultra-50 on Clearvision



# — II — Le verre

## **1 Introduction**

- 1.1 Nomenclature et conventions
- 1.2 Rayonnement solaire

## **2 Propriétés du verre**

- 2.1 Caractéristiques lumineuses et énergétiques
- 2.2 Protection contre les UV
- 2.3 Indice de rendu des couleurs
- 2.4 Protection contre le rayonnement infra-rouge
- 2.5 Confort lumineux
- 2.6 Isolation et confort thermique
- 2.7 Performances et confort acoustique
- 2.8 Sécurité
- 2.9 Comportement au feu
- 2.10 Phénomènes inhérents au verre
- 2.11 Façonnage du verre
- 2.12 Nettoyage du verre

## **3 Aperçu des produits verriers AGC**

- 3.1 Float
- 3.2 Verre feuilleté de sécurité courant
- 3.3 Verre feuilleté de sécurité renforcée
- 3.4 Verre à couche
- 3.5 Verre laqué
- 3.6 Miroir
- 3.7 Verre imprimé à relief
- 3.8 Verre armé
- 3.9 Verre armé poli de sécurité
- 3.10 Verre dépoli acide
- 3.11 Vitrage isolant
- 3.12 Verre traité thermiquement
- 3.13 Emailage
- 3.14 Photovoltaïque intégré au bâti
- 3.15 Verre résistant au feu
- 3.16 Verre avec LEDS
- 3.17 Verre bombé
- 3.18 Verre facile à nettoyer

# — 1 — INTRODUCTION



Ligne de float AGC

Les premiers vitrages appliqués à des bâtiments sont apparus il y a un peu plus de deux mille ans pour obturer les ouvertures des constructions. À l'époque déjà, le verre était utilisé pour ses principales fonctions : laisser pénétrer la lumière tout en offrant un certain niveau de protection contre le vent, le froid et la pluie.

Le verre ne s'est cependant généralisé dans les bâtiments que depuis quelques siècles, et ce n'est qu'au 20ème siècle que les performances du verre ont fortement évolué pour le résidentiel et le tertiaire.

À la fin des années 40, les doubles vitrages destinés à améliorer l'isolation thermique ont commencé à se développer ; leur essor définitif en Europe occidentale n'est cependant survenu qu'à la suite de la crise énergétique des années 70.

Par la suite, le développement des verres à couches, des verres feuilletés, d'autres produits verriers dérivés et des produits verriers actifs a apporté des solutions de qualité dans des domaines tels que l'amélioration du confort lumineux, la maîtrise de l'énergie solaire gratuite, l'isolation thermique accrue, la sécurité, la production d'énergie et le confort acoustique.

À l'heure actuelle, plusieurs fonctions dans les produits verriers destinés à des applications architecturales, sont cumulées systématiquement.

Ce chapitre consiste en :

- > une description des caractéristiques du verre,
- > une illustration des fonctionnalités de construction des produits verriers AGC,
- > un aperçu des produits verriers AGC.

# 1.1 – Nomenclature et conventions

Les normes [EN 410](#) et [EN 673](#) définissent les termes attribués aux caractéristiques énergétiques et lumineuses du vitrage.

## EN 410

Caractéristique	Nom	Symbole
Facteur de réflexion lumineuse	RL	$\rho_v$
Facteur de transmission lumineuse	TL	$\tau_v$
Transmission directe de l'énergie solaire	TED	$\tau_e$
Absorption directe de l'énergie solaire	AE	$\alpha_e$
Réflexion directe de l'énergie solaire	RE	$\rho_e$
Facteur solaire (hiver)	FS	g
Facteur de transmission UV		$\tau_{uv}$

## EN 673

Caractéristique	Dénomination	Symbole
Transmission thermique (vertical)	$U_{glass}$	$U_g$








En outre la réglementation française a introduit l'usage :

- d'un facteur solaire "été" calculé avec des conditions aux limites différentes de celui d' "hiver" ([EN 410](#)),
- de coefficients de transmission thermique  $U_g$  représentatifs d'autres inclinaisons de vitrage (voir p. 566).





## ▼ Symboles

### Symboles des vitrages

	Simple vitrage
	Simple vitrage d'épaisseur supérieure au précédent
	Double vitrage
	Triple vitrage
	Verre feuilleté avec (PVB ou PVB acoustique ou autre film / Pyrobel)
	Verre à couche
	Verre trempé thermiquement

### Exemples

	Double vitrage composé d'un verre à couches #2 et d'un verre feuilleté
	Double vitrage dissymétrique dont le verre le moins épais a une couche en position #2

Nous utilisons également pour désigner une composition de vitrage isolant les symboles ":" ou "I".

Exemple :

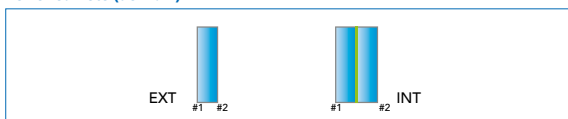
4/16/:4 ou 4-16-I4 pour un double vitrage avec une couche en face 3.

La numérotation des surfaces de verre et la position des couches pour différentes compositions sont données ci-après.

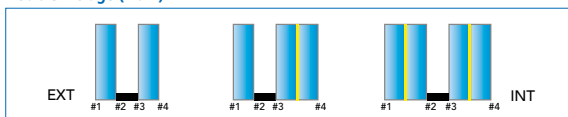
#### Verre monolithique (de 1 à 2)



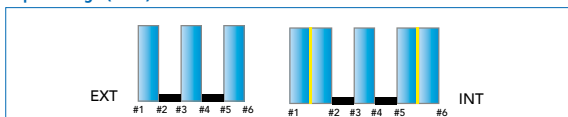
#### Verre feuilleté (de 1 à 2)



#### Double vitrage (1 à 4)

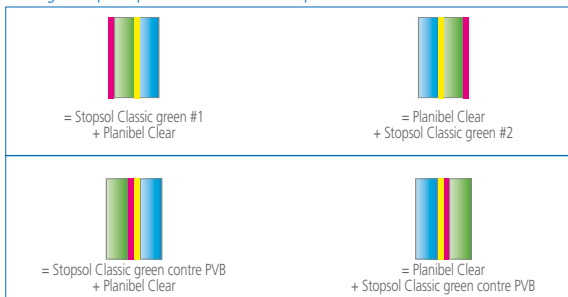


#### Triple vitrage (1 à 6)



#### Exemple : comment décrire le Stopsol Classic Green assemblé en verre feuilleté

Le rouge indique la position de la couche Stopsol



## 1.2 – Rayonnement solaire

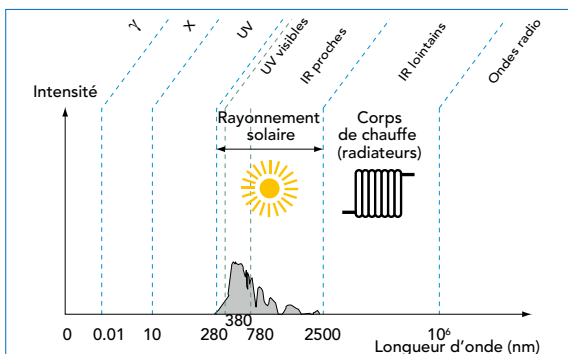
Nous sommes chaque jour soumis à différents types de rayonnements, provenant du soleil ou d'autres sources. Le tableau et la figure ci-après décrivent ces rayonnements.

**Classification des rayonnements électromagnétiques en fonction de leur longueur d'onde**

Type de rayonnement	Longueurs d'onde (nm) <sup>(1)</sup>
Rayons Gamma	de 0 à 0.01
Rayons X	de 0,01 à 10
Rayons ultraviolets (UV)	de 10 à 380
UV C	de 10 à 280
UV B	de 280 à 315
UV A	de 315 à 380
Rayons visibles	de 380 à 780
Rayons infrarouges (IR)	
proches IR A	de 780 à 1400
proches IR B	de 1400 à 3000
lointains IR C	de 3000 à 15 000
infrarouges lointains	de 15 000 à 1 000 000
Micro-ondes	de 1mm à 1m
Ondes radio	de 1mm à 100 000km

(1) 1 nm = 1 nanomètre =  $10^{-9}$ m.

## Les différents types d'ondes électromagnétiques



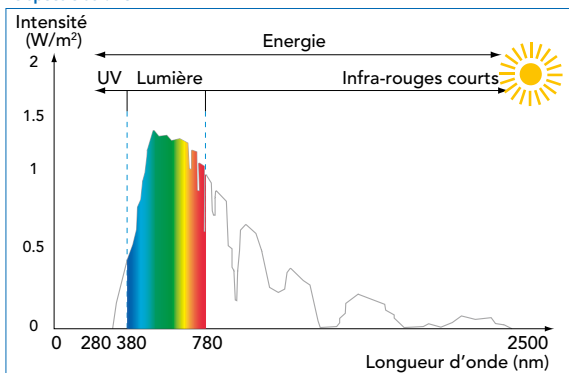
### 1.2.1 ENERGIE

Le rayonnement solaire ne correspond qu'à une petite partie du spectre des ondes électromagnétiques. Sa composition est donnée au tableau et à la figure ci-après.

#### Composition du spectre solaire

Type de rayonnement	Longueur d'onde (nm)	Fraction énergétique
UV	280 à 380	5 %
Visible	380 à 780	43 %
IR	780 à 2500	52 %

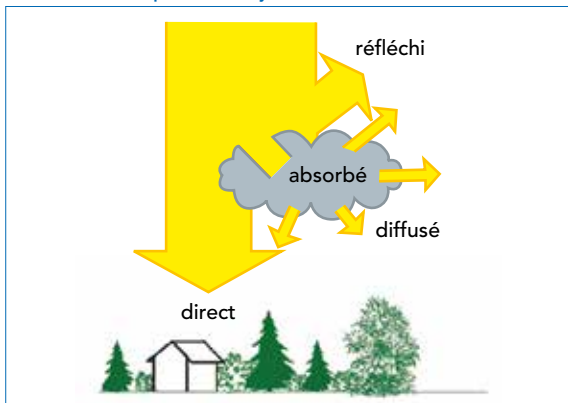
### Le spectre solaire



Le soleil dégage autour de lui une énergie de 66 millions de  $\text{W/m}^2$ , produite par des réactions nucléaires en chaîne. Seule une fraction de cette énergie atteint les limites de notre atmosphère. Cette fraction, d'une valeur de  $1353 \text{ W/m}^2$ , est appelée Constante solaire.

L'énergie reçue au niveau du sol est plus faible que la Constante solaire, car l'atmosphère absorbe une partie du rayonnement solaire (environ 15%) et en réfléchit une autre vers l'espace (environ 6%). Le rayonnement global au niveau du sol se définit donc comme étant la somme des rayonnements directs et diffus.

## Influence de l'atmosphère sur le rayonnement solaire



L'énergie reçue dépend en outre de la saison (angle d'incidence du soleil par rapport à la terre), de la latitude, des conditions météorologiques (nébulosité), du relief, de la pollution, de l'orientation de la façade, etc.

### 1.2.2 LUMIÈRE

La lumière est la partie du spectre solaire, de 380 nm à 780 nm, qui est perceptible par l'œil humain.

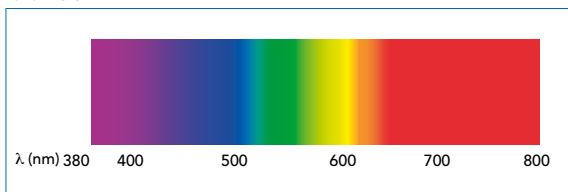
Sa composition est donnée ci-après.

#### Composition de la lumière

Couleur	Longueurs d'onde (nm) <sup>(1)</sup>
Violet	380 à 462
Bleu	462 à 500
Vert	500 à 577
Jaune	577 à 600
Orange	600 à 625
Rouge	625 à 780

(1) 1 nm = 1 nanomètre =  $10^{-9}$  m.

## La lumière



### 1.2.3 MODÉLISATION DU RAYONNEMENT SOLAIRE

L'illuminant normalisé selon [EN 410](#) est la référence D65.

Pour la simulation en laboratoire du comportement des vitrages soumis aux rayons du soleil, on utilise plusieurs types de lampes reproduisant certaines parties du rayonnement (par exemple, lampe à arc, à vapeur de mercure, lampe U.V...).

Pour les calculs thermiques des vitrages, tels que le risque de casse thermique ou pour calculer la production d'électricité produite par des cellules photovoltaïques, il existe nationalement des textes qui définissent les flux solaires à utiliser selon la région et l'exposition réelle (voir les annexes techniques).

## — 2 — PROPRIÉTÉS DU VERRE



Porta Nuova - Milan, Italie - Architecte : Piurarch - Stopray Vision-60<sup>T</sup>



Le chapitre suivant décrit une série de caractéristiques de base des produits verriers :

- > caractéristiques lumineuses et confort,
- > caractéristiques énergétiques,
- > isolation thermique et confort,
- > performances acoustiques,
- > sécurité des personnes et des biens,
- > comportement au feu,
- > phénomènes optiques ou de surface,
- > finition des bords,
- > rendu des couleurs.

*L'ensemble de ces caractéristiques peut être obtenue en quelques clics avec l'outil Glass Configurator de [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) pour un vitrage donné.*

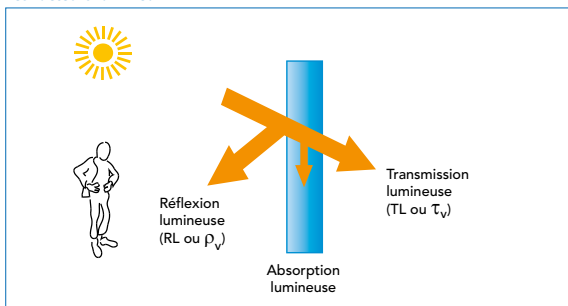
# 2.1 – Caractéristiques lumineuses et énergétiques

## 2.1.1 CARACTÉRISTIQUES LUMINEUSES

Les caractéristiques lumineuses sont définies en tenant seulement compte de la partie visible du spectre solaire (de 380 à 780 nm).

Les facteurs de transmission lumineuse  $\tau_v$  (ou TL) et de réflexion lumineuse  $\rho_v / \rho'_v$  (RL / RL') sont définis comme étant respectivement les fractions de lumière visible transmise et réfléchie par le vitrage sur ses 2 faces.

### Les facteurs lumineux



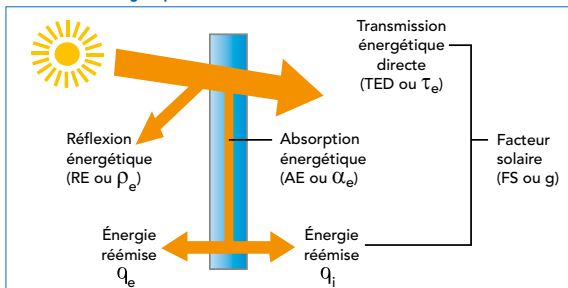
## 2.1.2 CARACTÉRISTIQUES ÉNERGÉTIQUES

Lorsque les rayons du soleil viennent frapper un vitrage, le rayonnement solaire total incident  $\phi_e$  (de 280 à 2500 nm) est réparti entre :

- > une fraction  $\rho_e \cdot \phi_e$  réfléchie vers l'extérieur, où  $\rho_e$  (ou RE) est le facteur de réflexion énergétique directe du vitrage ;
- > une fraction  $\tau_e \cdot \phi_e$  transmise à travers le vitrage, où  $\tau_e$  (ou TED) est le facteur de transmission énergétique directe du vitrage ;
- > une fraction  $\alpha_e \cdot \phi_e$  absorbée par le vitrage, où  $\alpha_e$  (ou AE) est le facteur d'absorption énergétique directe du vitrage ; l'énergie absorbée par le vitrage est ensuite partagée en :

- une fraction  $q_i \cdot \phi_e$  réémise vers l'intérieur, où  $q_i$  est le facteur de réémission thermique vers l'intérieur ;
- une fraction  $q_e \cdot \phi_e$  réémise vers l'extérieur, où  $q_e$  est le facteur de réémission thermique vers l'extérieur.

### Les facteurs énergétiques



Ces différents facteurs sont liés par les relations

$$\rho_e + \tau_e + \alpha_e = 1 \quad \text{ou} \quad RE + TED + AE = 100$$

et

$$\alpha_e = q_i + q_e$$

Le facteur solaire  $g$  (ou FS) représente la transmission totale d'énergie à travers le vitrage ; il s'agit de la somme du rayonnement transmis directement et du rayonnement absorbé qui est réémis vers l'intérieur :

$$g = \tau_e + q_i$$

### ▼ En France

On définit :

$$g = Sg_1 + Sg_2$$

où  $Sg_1$  est égal à  $\tau_e$

et où  $Sg_2$  est égal à  $q_i$

Ces caractéristiques sont utiles au calcul des caractéristiques complètes et réglementaires des baies vitrées.

Conventionnellement,  $g$  est suivant [EN 410](#) calculé pour des conditions d'hiver. Les règles de calcul associées à la réglementation thermique en France imposent également l'usage d'un facteur solaire en conditions d'été (voir p. 566).

### 2.1.3 SÉLECTIVITÉ

L'énergie solaire entrant dans un local provient des rayons ultra-violet, de la lumière visible et des infrarouges.

On peut limiter l'énergie solaire pénétrant dans le bâtiment, sans pour autant altérer la transmission lumineuse, en utilisant des verres à couches performants empêchant le passage des UV et des IR (rayons infrarouges), tout en permettant celui de la lumière visible. Ces verres sont dits "sélectifs".

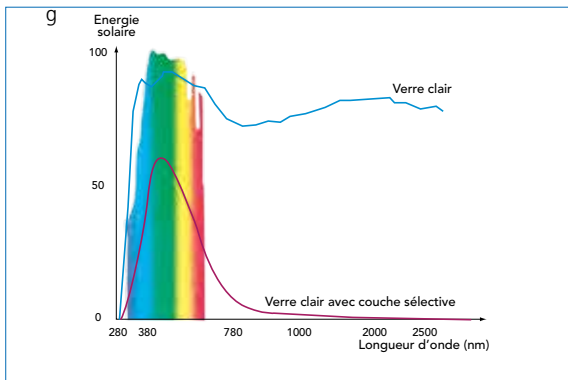
La sélectivité d'un vitrage est le rapport de sa transmission lumineuse (TL) et de son facteur solaire (FS) : sélectivité =  $TL / FS = \tau_v / g$ .

La sélectivité est toujours comprise entre 0,00 et 2,33 :

- > 0 correspond à un verre opaque qui a une transmission lumineuse nulle ;
- > 2.33 correspond à la meilleure sélectivité possible puisque la lumière représente 43% du spectre solaire.

Un vitrage sélectif laisse pénétrer la lumière pour un facteur solaire donné.

#### Sélectivité



## 2.2 – Protection contre les UV

### ▼ Décoloration

Le rayonnement solaire est une forme d'énergie susceptible, dans certains cas, d'affadir les couleurs des objets qui lui sont exposés. Cette altération des couleurs résulte de la dégradation progressive des liaisons moléculaires sous l'action des photons de forte énergie. Les rayonnements à l'origine de cet effet sont les ultraviolets et, dans une moindre mesure, la lumière visible de courte longueur d'onde (violette et bleue). De plus, le rayonnement solaire engendre des élévations de température qui accélèrent ce phénomène.

Certains produits verriers permettent de lutter contre la décoloration :

- > les verres feuilletés avec intercalaires en PVB absorbent plus de 99% des UV. Le verre feuilleté PVB arrête 99,9% des UV arrivant sur la paroi vitrée. La protection augmente avec le nombre de filtres PVB ;
- > les verres colorés à dominante jaune-orangée absorbent en partie la lumière violette et bleue ;
- > les vitrages ayant un facteur solaire faible limitent les élévations de température.

Aucun produit verrier ne garantit cependant à 100% l'absence de phénomènes de décoloration.

L'éclairage intérieur artificiel peut entraîner globalement une décoloration.

Différents indices permettent de quantifier la protection contre les UV et le risque de décoloration et de dégradation chimique :

- > le taux de la transmission UV (entre 280 et 380 nm suivant [EN 410](#)) ;
- > le CIE damage factor : cet indice est défini dans [l'ISO 9050](#) et tient compte de la transmission du rayonnement pour des longueurs d'ondes de 300 à 600 nm (celles contribuant à la décoloration des objets).

### ▼ Risque pour la peau

L'exposition aux rayons ultraviolets est à l'origine de la grande majorité des cancers de la peau.

SPF - Skin Protector Factor : cet indice est défini dans *l'ISO 9050* et tient compte de la transmission du rayonnement pour des longueurs d'ondes de 300 à 400 nm (celles contribuant à la détérioration de la peau.

### ▼ Performance des vitrages

Dénomination	$\tau_{UV} \%$	Indice CIE	Indice SPF
Clearlite 4 mm	70	83,2	25,7
Clearvision 4 mm	86	89,6	62,4
Clearlite 44.2 Stratobel / Stratophone	0	49,9	0,3
Clearvision 44.2 Stratobel / Stratophone	0	51,7	0,8
iplus Top 1.1 on Clearlite 4 / 16 / 4 Clearlite	44	67,8	12,3
6 Stopray Vision 72 / 16 / 4 Clearlite	14	47,4	4,1

## 2.3 – Indice de rendu des couleurs

Les objets que nous voyons, qu'ils soient transparents, translucides ou opaques, ont une certaine couleur.

Cette couleur dépend de nombreux paramètres tels que :

- > la lumière incidente (type d'illuminant),
- > les propriétés de réflexion et de transmission de l'objet,
- > la sensibilité de l'œil de l'observateur,
- > l'environnement de l'objet observé et le contraste entre cet objet et ceux qui l'entourent.

Un observateur ne percevra pas forcément un objet de la même façon en fonction, par exemple, du moment de la journée ou du niveau de lumière naturelle.

La teinte en transmission inhérente au verre clair est légèrement verte en raison de sa composition chimique. Les propriétés optiques des verres colorés varient fortement en fonction de leur épaisseur. Les floats colorés bronze, gris, bleus et verts permettent de réduire la quantité d'énergie solaire et de lumière transmise.

La vue au travers d'un vitrage coloré est donc influencée par la couleur du verre.

L'indice de rendu des couleurs RD65 donne une évaluation quantitative de la différence de couleur entre 8 échantillons de couleur test éclairés directement par l'illuminant de référence D65 et la lumière provenant du même illuminant, transmise par le vitrage. Plus sa valeur est élevée, moins la couleur est modifiée par la vue au travers du vitrage.

### Aperçu des valeurs TL, g, U<sub>g</sub> et RD65

Dénomination du produit	Composition du verre	TL (%)	g (%)	U <sub>g</sub>	RD65 (%)
Planibel Clearlite	4	90	86	5.8	99
Planibel Clearvision	4	92	91	5.8	100
Stratobel Clearlite	44.2	88	77	5.5	98
Stratobel Clearvision	44.2	91	84	5.5	100
Thermobel Advanced	4 / 16 / :4 (1)	76	55	1.0	97
Thermobel TG Top <sup>(1)</sup>	4 : / 14 / 4 / 14 / :4 (1)	72	51	0.6	96
Thermobel TG LS <sup>(1)(2)</sup>	4 : / 14 / 4 / 14 / :4 (2)	75	61	0.7	99

(1) Rempli à 90% d'argon.

(2) Avec Clearvision comme feuille intermédiaire.

## 2.4 – Protection contre le rayonnement infra-rouge

### 2.4.1 EMISSIVITÉ

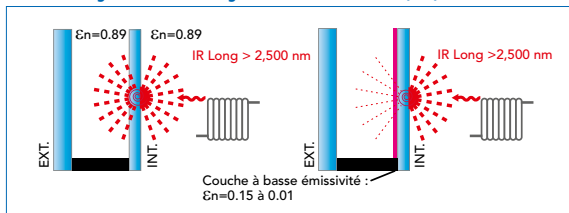
L'émissivité d'un matériau (généralement indiquée par  $\varepsilon$  ou  $e$ ) est la capacité relative de sa surface à émettre de l'énergie par rayonnement. Il s'agit du rapport entre l'énergie émise par ce matériau et celle émise par un corps noir à la même température.

Un véritable corps noir présente une émissivité  $\varepsilon = 1$  tandis que pour tout objet réel,  $\varepsilon < 1$ . L'émissivité est une grandeur sans dimension.

L'émissivité dépend de facteurs tels que la température, l'angle d'incidence et la longueur d'onde.

Afin d'améliorer les propriétés isolantes des vitrages, des revêtements en couches minces sont appliqués au verre brut par dépôt de vapeur chimique ou par technique magnétron sous vide.

#### Double vitrage et double vitrage à isolation renforcée (VIR)



Une émissivité de 0,03 signifie que 97% du flux de chaleur absorbé par le vitrage est réfléchi vers l'intérieur du bâtiment.

Une feuille de verre clair a une émissivité normale égale à 0,89 alors que les couches pyrolytiques permettent d'obtenir des valeurs de l'ordre de 0,15 à 0,30 et que les couches magnétron atteignent des valeurs de 0,01 à 0,04.

La norme [EN 12898](#) décrit la méthode de mesure de l'émissivité normale  $\varepsilon_n$ .

En pratique, dans les calculs de transfert thermique, on utilise la valeur de l'émissivité corrigée  $\varepsilon$  en multipliant l'émissivité normale par un facteur tenant compte de la distribution angulaire de l'émissivité.



### 2.4.2 IR COURTS

La protection contre les IR courts entrants (jusqu'à 2500 nm) ou contre la chaleur en général demande l'usage de verres de contrôle solaire ayant un facteur solaire adapté.

La surface des vitrages et leur facteur solaire influencent directement la performance et la capacité maximale du système de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment.

### 2.4.3 IR LONGS

Le contrôle des IR longs consiste à empêcher les ondes émises par des objets chauds, de quitter les bâtiments, afin d'en améliorer l'isolation thermique.

Ce contrôle s'obtient grâce à des verres à couches à basse émissivité.

Le niveau d'isolation thermique des vitrages (et du bâtiment en général) influence directement la consommation énergétique du bâtiment.

## 2.5 – Confort lumineux

La lumière entrant dans le bâtiment, qu'il s'agisse d'un immeuble résidentiel ou commercial, peut être maîtrisée au moyen de verre coloré ou de verre à couches.

La localisation d'un bâtiment influence fortement les exigences en termes de niveau de transmission lumineuse souhaitée. Dans les zones bénéficiant d'un fort ensoleillement, on essaye en général de limiter la transmission lumineuse et le facteur solaire. Par contre, dans les zones ayant peu d'ensoleillement, on essaiera au contraire de profiter de la lumière naturelle.

Les vitrages permettent de répondre à tous les types de demande puisque des transmissions lumineuses variant de quelques % (pour des applications visant à réduire l'éblouissement), jusqu'à plus de 90% (pour le verre extra-clair) peuvent être obtenues.

De plus, en fonction du type de couche ou de verre utilisé, ces niveaux de transmission lumineuse peuvent être combinés à des niveaux de facteur solaire faibles, moyens ou élevés.

La surface des vitrages et leur niveau de transmission lumineuse influencent directement le niveau d'éclairage artificiel nécessaire et le coût ultérieur en consommation.

L'éclairage naturel des locaux est une matière complexe. Nous ne donnerons ici que quelques règles générales pour les habitations privées et non pour les immeubles de bureau pour lesquels un éclairage artificiel est presque toujours présent.

Pour chaque projet, l'architecte doit adapter la position et la dimension des fenêtres en fonction de l'orientation et de la localisation du bâtiment et faire le choix du vitrage adéquat.

### ▼ Éclairage naturel

La quantité de lumière disponible dépend des conditions météorologiques, de la saison et du moment de la journée ainsi que des obstacles éventuels proches des fenêtres (arbres, protections solaires, éléments architecturaux, voilages, rideaux, ...).

Tout comme les apports énergétiques, les apports lumineux dépendent de l'orientation de la fenêtre. L'orientation au nord ne bénéficiant pratiquement pas du soleil, l'éclairage naturel y est le plus constant. Les orientations est et ouest ainsi que sud en hiver bénéficient par contre d'apports lumineux directs et variables.

## ▼ La position des fenêtres

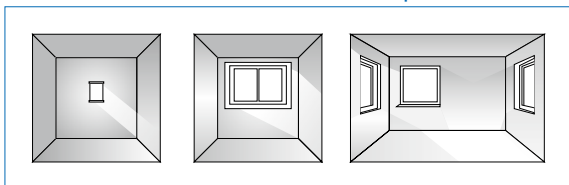
La lumière se propageant en ligne droite, ce sont les parties supérieures des fenêtres qui constituent la principale source de lumière de la pièce. Il est recommandé de disposer les vitrages de manière à ce que le bord supérieur se situe à une hauteur au moins égale à la moitié du mur.

Prévoir des fenêtres en toiture est un excellent moyen de laisser pénétrer la lumière du soleil.

La répartition de la lumière est également un facteur clef pour un éclairage de qualité. Il faut la distribuer harmonieusement. La lumière étant réfléchiée par les plafonds, les sols et les murs, on évitera les couleurs foncées qui absorbent la lumière.

Il est donc tout indiqué de placer des fenêtres dans les parties supérieures de plusieurs murs. Lorsque cela n'est pas possible, il convient de jouer sur la réflexion des murs intérieurs de la pièce, agissant comme autant de sources lumineuses secondaires. Un déséquilibre entre les intensités lumineuses de plusieurs sources sera avantageusement compensé par le choix de leur transmission lumineuse.

### Diffusion de la lumière en fonction de la taille et de la position des fenêtres



Enfin, si une lumière abondante est agréable, il convient néanmoins d'éviter qu'une trop forte intensité ne provoque l'éblouissement ou ne gêne les activités ayant lieu dans le local. L'éblouissement est dû à la présence dans le champ visuel de sources lumineuses trop intenses. La diminution de la surface des fenêtres n'est pas une bonne solution car elle accentue le contraste entre la fenêtre et le mur dans lequel elle est percée, augmentant ainsi encore l'inconfort. Par contre, l'éblouissement peut être atténué par l'emploi de verres à couches à transmission lumineuse réduite.

## ▼ Dimensions des fenêtres

Les dimensions des fenêtres doivent être suffisantes et la proportion d'éléments non transparents (par exemple : les subdivisions des châssis) doit être limitée. En effet, la surface vitrée - encore appelée clair de baie - est toujours plus petite que la surface de la fenêtre.

## ▼ Protection de l'intimité

Pour renforcer l'intimité des locaux en empêchant la vue vers l'intérieur, plusieurs types de produits verriers apportent des solutions :

- > **verres à couches réfléchissantes** : ils abritent partiellement un local contre les regards extérieurs pour autant que le local intérieur soit moins éclairé que l'environnement extérieur (Stopsol Supersilver ou Classic) ;
- > **verres translucides et/ou colorés** : verre imprimé Imagin, verre feuilleté avec PVB mat ou coloré, verre maté, verre sablé, briques en verre ;
- > **verres sérigraphiés ou émaillés** ;
- > autres systèmes de protection visuelle comme **Thermobel Store** ;
- > vitrages Halio.

## 2.6 – Isolation et confort thermique

### 2.6.1 TRANSMISSION DE CHALEUR À TRAVERS UN VITRAGE

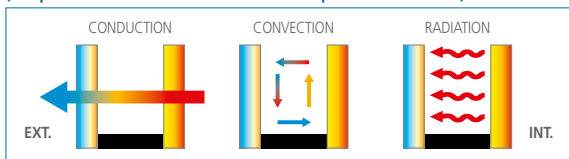
Une différence de température entre deux points d'un corps quel qu'il soit, entraîne un transfert de chaleur du point chaud vers le point froid.

Ce transfert peut s'opérer de différentes façons :

- > **par conduction**, c'est-à-dire au sein de la matière même ; la chaleur se transmet de molécule en molécule, sous l'influence d'une source de température. Il s'agit par exemple d'une barre métallique dont une extrémité est chauffée ;
- > **par convection dans les liquides et les gaz** : les différences de température provoquent des différences de densité qui mettent les molécules en mouvement puisque les molécules chaudes présentent une densité inférieure et se déplacent vers le haut alors que l'effet est inverse pour les molécules froides. C'est le cas de l'air chaud se dégageant d'un élément chauffant et se déplaçant vers le plafond d'une pièce, ces mouvements tendent à égaliser les températures ;
- > **par rayonnement** : tout corps chauffé émet de l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique.

Le verre isolant réduit le transfert de chaleur par conduction et convection grâce à sa lame étroite (généralement remplie d'un gaz thermique), combinée à une couche basse émissivité sur l'une des faces des feuilles de verre au moins.

**Mécanismes fondamentaux de transmission de chaleur à travers un vitrage (température extérieure inférieure à la température intérieure)**



En paroi inclinée, il est recommandé de limiter la convection et par conséquent la largeur de la lame gazeuse.

## 2.6.2 COEFFICIENT DE TRANSMISSION ET CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

### ▼ Coefficient de transmission thermique $U_g$

Il est défini comme la quantité de chaleur traversant le vitrage, en régime permanent et par unité de surface, pour une différence de température de 1 °K entre les ambiances.

Pour minimiser le transfert énergétique, il faut que le coefficient de transmission thermique ( $U_g$ ) du vitrage isolant ait une valeur aussi faible que possible (c'est-à-dire que la résistance thermique du vitrage soit aussi élevée que possible).

La *norme EN 673* donne la méthode de calcul conventionnelle en position verticale. La valeur obtenue correspond à la valeur  $U_g$  au centre du vitrage. Les effets de bords dus à la présence de l'espaceur et du châssis, influencent le transfert de chaleur, mais ils sont évalués par le biais d'un coefficient  $\psi$  de transmission thermique linéique qui dépend du type d'intercalaire (aluminium ou synthétique "warm edge") et du châssis d'installation. Le coefficient de déperdition de la fenêtre  $U_w$  représente l'ensemble (profilés + intercalaire + vitrage).

Le tableau ci-après donne les valeurs du coefficient de transmission thermique des différents types de vitrage isolant. Les espaceurs les plus couramment utilisés ont une épaisseur de 12 à 20 mm.

Valeurs  $U_g$  pour différents types de vitrage [W/(mK)]

	iplus Advanced 1.0 (#3)			iplus Top 1.1 (#3)		
	Air	Argon 90%	Krypton 90%	Air	Argon 90%	Krypton 90%
4 / 16 / 4	1.3	1.0	1.0	1.4	1.1	1.1
4 / 20 / 4	1.3	1.1	1.1	1.4	1.1	1.1
	iplus Advanced 1.0 (#2 et #5)			iplus Top 1.1 (#2 et #5)		
	Air	Argon 85%	Krypton 90%	Air	Argon 85%	Krypton 90%
4 / 12 / 4 / 12 / 4	0.9	0.7	0.4	0.9	0.7	0.5
4 / 16 / 4 / 16 / 4	0.7	0.5	0.4	0.8	0.6	0.5

Le coefficient  $U_g$  peut également être calculé pour une paroi inclinée. Il est toujours supérieur au  $U_g$  conventionnel.

### ▼ Conductivité thermique $\lambda$

C'est la quantité de chaleur traversant en une seconde un panneau de 1 m d'épaisseur et d'une surface d' $1\text{m}^2$ , lorsqu'il existe une différence de température de  $1^\circ\text{K}$  entre deux environnements.

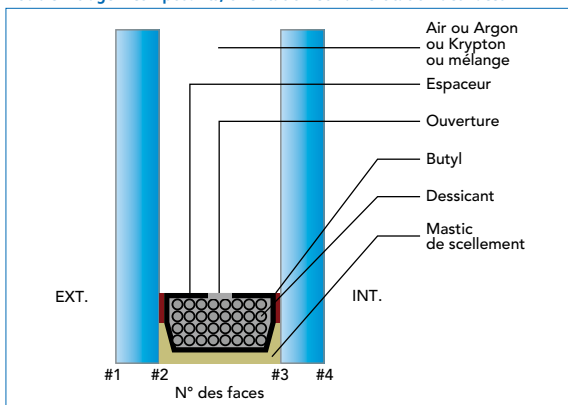
La conductivité thermique du verre vaut  $1.0\text{ W}/(\text{mK})$ . Les feuilles de verre monolithique ne peuvent donc pas être considérées comme un matériau isolant en soit puisque sont considérés comme tels des matériaux dont la conductivité thermique est inférieure à  $0,065\text{ W}/(\text{mK})$ .

## 2.6.3 DIFFÉRENTS TYPES DE VITRAGE ISOLANT

### ▼ Double vitrage traditionnel

Le double vitrage historique est constitué de deux feuilles de verre séparées par un espaceur. L'espace intérieur entre les 2 verres est rempli d'air déshydraté. Plus tard, la performance a été améliorée graduellement par le remplissage en argon de cette cavité.

#### Double vitrage : composants, orientation et numérotation des faces



Ces produits ne sont généralement plus utilisés, compte tenu des exigences de performance énergétique requises.

### ▼ Vitrages isolants à isolation renforcée VIR

Quasiment tous les vitrages isolants sont aujourd'hui remplis d'argon et comportent au moins une couche faiblement émissive ou "low  $\epsilon$ " sur une des faces.

Il peut s'agir :

- > de couches "tendres" à basse émissivité produites par magnetron,
- > de couches dures pyrolytiques à basse émissivité.

Ces couches sont caractérisées par les éléments suivants :

- > aspect neutre en réflexion,
- > transparence en transmission,
- > préservation des couleurs en transmission,
- > transmission lumineuse importante et facteur solaire élevé.

L'émissivité affecte le rayonnement d'IR longs générés par les objets, dont les sources de chaleur. En revanche, elle n'a pratiquement aucun effet sur le rayonnement solaire. L'utilisation des doubles vitrages favorise donc l'isolation thermique tout en permettant de conserver des apports solaires élevés.

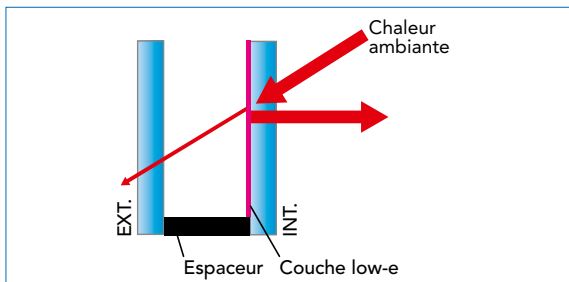
Ces couches low  $\epsilon$  sont positionnées en face 2 ou 3 d'un double vitrage, ou en face 2 et 5 d'un triple vitrage.

Il est toujours déconseillé de mettre en oeuvre de façon juxtaposée des vitrages isolants qui ne seraient pas fabriqués avec des couches de même provenance. Il peut en résulter une altération visuelle en réflexion.

Pour allier isolation thermique et contrôle solaire, il conviendra d'utiliser d'autres types de couches combinant ces deux fonctions (voir p. 62).



### Vitrage à basse émissivité



L'espaceur métallique en aluminium ou en acier courant est souvent remplacé, sur demande, par un espaceur en matière plastique de type «Warm Edge» (éventuellement renforcé par une âme métallique). On diminue ainsi les déperditions thermiques en périphérie (vitrages et feuillures). La performance est caractérisée par un coefficient  $\psi_g$  qui est lié au type et à la géométrie du châssis.

### ▼ Triple vitrage VIR

Les triples vitrages combinent deux espaces remplis d'argon ou de krypton et deux couches faiblement émissives. Ils sont également fabriqués avec des intercalaires warm-edge.

Le principal inconvénient du triple vitrage est son épaisseur et donc, son poids.

Etant donné l'isolation thermique accrue offerte par le triple vitrage, il est conseillé d'évaluer les risques de chocs thermiques, en particulier pour la feuille de verre centrale (voir p. 554). Ainsi nous déconseillons l'emploi de triples vitrages pour des châssis coulissants.

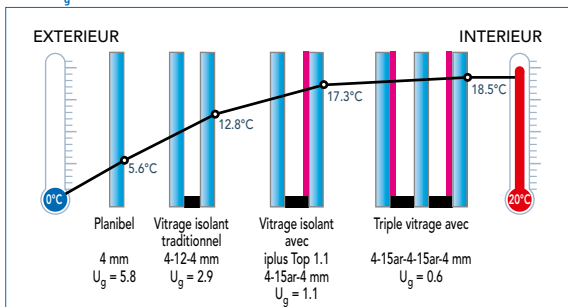
### ▼ Influence des croisillons

La présence de croisillons ne modifie pas le coefficient  $U_g$  du vitrage isolant. Par contre elle dégrade le coefficient  $U_w$  de la fenêtre de 0,1 à 0,2 W/m<sup>2</sup>/K.

## 2.6.4 TEMPÉRATURE DE SURFACE DU VITRAGE ISOLANT

L'évaluation du confort thermique dans un lieu donné ne dépend pas seulement de la température de l'air ambiant, mais également de la proximité éventuelle de surfaces froides. Lorsqu'il s'approche de telles surfaces, par exemple un simple vitrage, le corps humain, dont la température cutanée est de l'ordre de  $28^{\circ}\text{C}$ , se comporte comme un «radiateur». L'énergie ainsi dissipée se traduit par une désagréable sensation de froid. Comme l'indique la figure ci-après, l'utilisation de vitrage VIR permet non seulement de limiter les pertes énergétiques, mais aussi de supprimer la sensation d'inconfort engendrée par les parois froides.

**Évolution de la température de la face intérieure du vitrage en fonction de la valeur  $U_g$  en hiver**



Le coefficient  $U_g$  mesure la performance d'isolation du vitrage (g pour «glass» en anglais).

Ce coefficient de performance thermique se mesure en Watt (qui mesure l'énergie perdue), par  $\text{m}^2$  de vitrage et par degré Kelvin (la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur).

Ce coefficient mesure la capacité d'un vitrage à garder les calories à l'intérieur du bâtiment.

Plus ce coefficient est bas, meilleure est l'isolation.

*Exemple :  $U_g$  de  $5,8 \text{ W/m}^2/\text{K}$ . pour le Planibel Clearlite,  $U_g$  de  $1,0 \text{ W/m}^2/\text{K}$ . pour le Thermobel Advanced.*

## 2.6.5 CONDENSATION SUR LA SURFACE DU VITRAGE ISOLANT

On note trois phénomènes de condensation susceptibles de survenir sur les vitrages.

- > La condensation superficielle sur la face intérieure (position 4 pour un double vitrage / position 6 pour un triple vitrage) : ce phénomène se produit si l'humidité relative intérieure est élevée et/ou la température de la face intérieure est basse. Pour des climats intérieurs normaux (bâtiments chauffés sans source d'humidité particulière), ce phénomène ne se présente que très rarement avec des vitrages isolants VIR.
- > La condensation superficielle sur la face extérieure (position 1 d'un double ou triple vitrage) et au centre du vitrage : ce phénomène se produit parfois à l'aube, pour des vitrages isolants VIR, et uniquement après des nuits sans nuages et (pratiquement) sans vent. Dans ces conditions, vu l'isolation thermique très performante du vitrage isolant, la feuille extérieure se refroidit à un point tel que de la condensation se forme à l'extérieur. Celle-ci est passagère.
- > La condensation à l'intérieur de la cavité d'un vitrage isolant indique une défaillance du vitrage isolant dont le scellement n'est plus hermétique à la vapeur et à l'humidité. Le vitrage isolant devra être remplacé.

Les connaissances d'AGC en la matière et l'utilisation de technologies de pointe garantissent une longue durée de vie des vitrages isolants Thermobel.

## 2.6.6 ÉCHAUFFEMENT DES LOCAUX - EFFET DE SERRE

Le confort thermique dépend de la situation, de la proportion de baies vitrées sur la façade et du type de verre utilisé. La température à l'intérieur de la pièce dépend de la chaleur du soleil qui pénètre à travers les fenêtres. L'énergie solaire vient frapper les murs, les sols et les meubles, qui vont l'absorber partiellement et s'échauffer. À leur tour, ils vont restituer cette énergie sous forme de rayonnement infrarouge calorifique de longueur d'onde supérieure à 3000 nm, qui reste contenu par le local.

La température intérieure s'élève alors progressivement : c'est l'effet de serre.

Un verre teinté dans la masse ou un verre à couche de contrôle solaire permet un passage de la chaleur moindre et donc un échauffement moindre.

### ▼ Énergie solaire gratuite

Durant les mois les plus froids, l'énergie solaire gratuite est recherchée tant en résidentiel qu'en tertiaire car elle permet de réaliser des économies d'énergie.

En revanche, durant les mois les plus chauds, cette énergie solaire gratuite conduit à une hausse de la température dans les pièces et espaces de travail, et donc des coûts liés au conditionnement d'air. De plus, dans les bâtiments tertiaires, la chaleur dégagée par les occupants, l'éclairage artificiel et les appareils électriques génèrent également une hausse de la température intérieure.

### ▼ Orientation des fenêtres

La quantité des apports solaires dépend de l'orientation de la fenêtre. Dans l'hémisphère nord, les fenêtres orientées au nord reçoivent peu. Les fenêtres orientées au sud bénéficient d'un large ensoleillement en hiver et de peu d'ensoleillement en été.

Les fenêtres orientées à l'ouest et à l'est bénéficient d'apports solaires toute l'année. Celles orientées à l'ouest présentent l'inconvénient de bénéficier d'apports en fin de journée alors que le bâtiment a déjà eu le temps de s'échauffer ; il s'agit donc de l'orientation la plus critique lorsqu'on essaie de se prémunir des apports énergétiques du soleil. Les vitrages de contrôle solaire sont recommandés à l'ouest et au sud-ouest.

### ▼ Performances souhaitables des vitrages

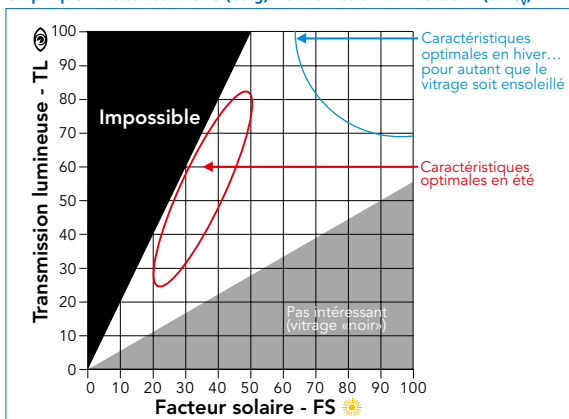
Le graphique ci-après montre les combinaisons de valeurs FS - TL :

- > le rayonnement visible représentant près de la moitié du spectre solaire, le facteur solaire ne peut pas être inférieur à la moitié de la transmission lumineuse. Cela correspond à la zone noire du graphique, dont les performances sont physiquement inatteignables ;
- > l'obtention d'un facteur solaire FS élevé (apports énergétiques

importants) avec une transmission lumineuse TL faible (peu d'apports lumineux) présente peu d'intérêt. Cela correspond à la zone inférieure grise du graphique.

La zone centrale claire du graphique correspond aux caractéristiques qu'il est possible d'atteindre. Selon le confort recherché, on cherchera des vitrages positionnés plutôt en haut ou en bas de cette zone.

**Graphique : facteur solaire FS (ou g) – transmission lumineuse TL (ou  $\tau_v$ )**



- > Dans les bâtiments résidentiels :
  - en été, il est souhaitable d'avoir un facteur solaire faible combiné à une transmission lumineuse plus ou moins élevée (zone entourée en rouge) ;
  - en hiver, il est souhaitable d'avoir un facteur solaire et une transmission lumineuse élevés (zone entourée en bleu).
- > Dans les immeubles de bureaux, en revanche, il se peut qu'en hiver également on essaye de limiter les gains solaires si les apports thermiques internes sont élevés

Les critères sélectionnés ne tiennent compte que de la transmission énergétique et lumineuse. Dans la pratique, lors du choix d'un vitrage, il convient de tenir compte également des impératifs en termes d'isolation thermique ( $U_g$ ).

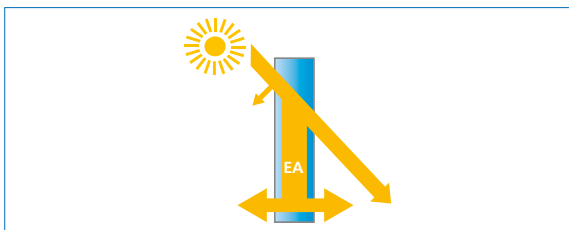
## 2.6.7 VERRES DE CONTRÔLE SOLAIRE

### ▼ Verres absorbants

Il s'agit de verres teintés dans la masse (bronze, gris, vert, bleu, ...) par adjonction d'oxydes métalliques lors de la fabrication du float. Selon la couleur et l'épaisseur du verre, le facteur solaire varie de 8% à 80%.

Ces verres absorbent une partie de l'énergie du rayonnement solaire avant de la réémettre vers l'intérieur et l'extérieur.

#### Verre absorbant



La quantité d'énergie émise vers l'extérieur et l'intérieur dépend de la vitesse du vent et des températures intérieures et extérieures. Pour évacuer au mieux la chaleur rayonnée vers l'extérieur, il convient de placer le verre absorbant le moins possible en retrait du plan de la façade.

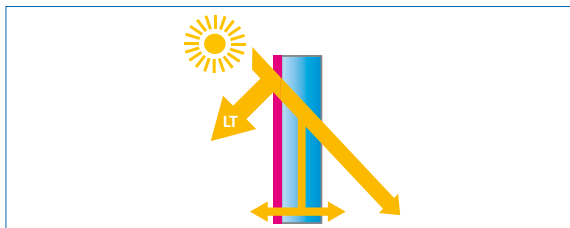
Les verres teintés et sans couche sont de moins en moins utilisés comme verres de contrôle solaire au profit des verres à couches performantes.

Les verres teintés s'échauffent plus rapidement que les verres classiques. Une étude du risque de bris par choc thermique doit être réalisée dans certains cas.

### ▼ Verres à couche

Il s'agit de verres dont la propriété est de réfléchir une partie de l'énergie solaire incidente.

## Verre à couches



Il existe différents types de couches.

- > Couches pyrolytiques à base d'oxydes métalliques déposées sur un verre clair ou coloré sur la ligne de production du verre ; elles sont placées en position 1 ou 2, en simple ou double vitrage (Stopsol ou Sunergy) ;
- > Couches sous vide à base d'oxydes métalliques ou de métaux. Ces couches s'oxydant au contact de l'air, elles doivent toujours être placées à l'intérieur d'un double vitrage, en position 2 (orientées vers la cavité). Ces verres sont disponibles sur différents substrats colorés (Stopray, ipasol, Energy).

Une étude du risque de choc thermique doit être réalisée dans certains cas.

*Remarques :*

- > *Il est important pour l'uniformité d'une façade d'utiliser le même type de vitrages (épaisseur, couleur, couches, ...) côte à côte.*
- > *Les verres à couches réfléchissent la lumière provenant du milieu le plus «lumineux». Lorsqu'il fait nuit à l'extérieur et que l'éclairage artificiel fonctionne dans les locaux, c'est cette lumière qui sera réfléchiée vers l'intérieur et la vue vers l'extérieur est diminuée.*

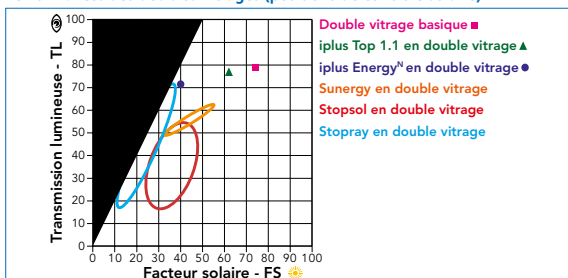
AGC propose une large gamme de verres de contrôle solaire : verres colorés, verres à couche pyrolytique et verres à couche magnétron (les plus performantes) (voir p. 204).

## Gamme de verres de contrôle solaire d'AGC

Verres colorés	Couche pyrolytique	Couche magnétron
Planibel Coloured	Stopsol - Sunergy	Stopray - ipasol - Energy

Le graphique ci-après illustre la position des différentes familles de verres de contrôle solaire d'AGC en double vitrage (configuration 6-12-6).

### Performances des doubles vitrages (positions de contrôle solaire)



Le tableau ci-dessous résume les différentes possibilités de transformation ainsi que les propriétés des verres à couches de contrôle solaire d'AGC.

### Utilisation et transformation des verres de contrôle solaire

	Verres à couches pyrolytique		Verres à couches magnétron
	Stopsol	Sunergy	Stopray / ipasol / iplus Energy <sup>N</sup>
Utilisation en simple vitrage	# 1 or 2	# 2	-
Utilisation en vitrage isolant	# 1 or 2	# 2	# 2
Emargeage : en périphérie des vitrages la couche est enlevée afin de garantir la bonne adhérence des mastics de scellement des vitrages isolants	non	non	oui <sup>(2)</sup>
Feuilletage <sup>(1)</sup>			
Transformations possibles <sup>(3)</sup>	Trempe	Trempe	Trempe Emallage Bombage iplus Energy <sup>NT</sup> Stopray <sup>T</sup>
	Emallage	Emallage	
	Bombage	Bombage	

(1) La couche ne peut pas entrer en contact avec le PVB dans le cas général, à l'exception de Stopsol.

(2) Les produits Stopray SMART n'ont pas besoin d'être émargés. Veuillez consulter le Guide de transformation sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

(3) Uniquement pour les versions trempables des couches Stopray et Energy<sup>N</sup> (Stopray<sup>T</sup> et iplus Energy<sup>NT</sup>).



## 2.7 – Performances et confort acoustique

### 2.7.1 NOTIONS D'ACOUSTIQUE

#### ▼ Son, pression et fréquence

Les mouvements d'un corps vibrant perturbent le milieu environnant. Ces perturbations se propagent de proche en proche dans toutes les directions, depuis la source jusqu'à l'organe de réception (l'oreille par exemple) à une vitesse qui dépend des propriétés physiques du milieu (dans l'air à 20°C : 340 m/s). Le son ne se transmet pas dans le vide.

Le son perçu par l'oreille correspond à une variation de pression sur le tympan transmise par la mise en mouvement d'un milieu, généralement l'air. Le système neuro-acoustique de l'oreille transforme ces vibrations en sensation sonore.

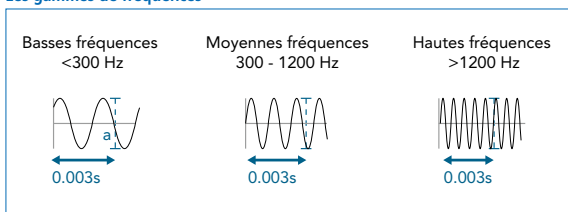
Pour caractériser un son, il faut le définir par deux grandeurs :

- > sa pression, exprimée en Pascal, ou plus généralement son niveau de pression acoustique, exprimé en décibels
- > sa fréquence, qui dépend de la durée d'une vibration complète, ou nombre de vibrations par seconde exprimée en Hertz (Hz).

Plus la fréquence d'un son est élevée, plus celui-ci paraît aigu. On distingue trois gammes de fréquences :

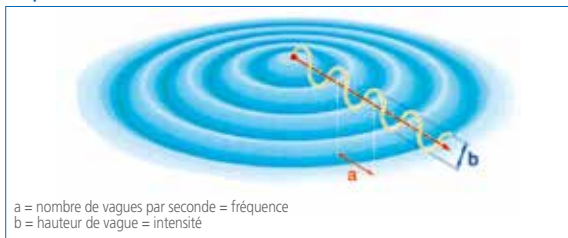
- les basses fréquences, inférieures à 300 Hz,
- les moyennes fréquences, de 300 à 1200 Hz,
- les hautes fréquences, supérieures à 1200 Hz.

#### Les gammes de fréquences



La propagation du son dans l'air peut être comparée à l'image laissée par les vagues à la surface de l'eau :

## Fréquence et intensité



Le seuil d'audibilité de l'oreille humaine correspond à un niveau de pression de  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa. Elle peut supporter sans dégradation des pressions jusqu'à 20 Pa, le seuil de douleur se situant environ à 200 Pa. La sensibilité de l'oreille humaine est donc telle que la variation de pression minimale audible est plus de 10 millions de fois inférieure à celle représentant le seuil de la douleur.

L'oreille peut en moyenne percevoir des sons allant d'environ 20 jusqu'à environ 16 000 à 20 000 Hz.

### ▼ Niveau de pression acoustique

En pratique, pour caractériser l'intensité d'un son, on n'utilise pas la pression acoustique car :

- > la gamme de pression est trop étendue : de  $2 \cdot 10^{-5}$  à 20, voire 100 Pa ;
- > la relation entre l'oreille humaine et la pression acoustique n'est pas linéaire mais logarithmique.

On définit donc le niveau de pression acoustique  $L_p$  d'un son par la relation :

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ (dB)}$$

où  $p$  est la pression sonore (Pa) de l'onde acoustique considérée,  
 $p_0$  est la pression de référence correspondant au seuil d'audibilité, soit  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa.

Cette grandeur est exprimée en décibels (dB).

Le tableau ci-après donne la correspondance entre les pressions acoustiques (Pa), les niveaux de pression acoustique (dB), et des exemples de bruits correspondants.

#### Pression sonore et niveau de pression acoustique

Effet	Exemple	Pression sonore P (Pa)	Pression acoustique $L_p$ (dB)
Syncope		200,000	200
			190
		20,000	180
			170
		2,000	160
			150
Seuil de douleur		200	140
	Moteur d'avion		130
Danger	Klaxon	20	120
	Tondeuse à gazon		110
	Arrivée métro	2	100
	Grand orchestre		90
	Trafic intense	0.2	80
	Rue bruyante		70
	Voix fortes	0.02	60
	Appartement calme		50
	Voix normales	0.002	40
	Calme montagne		30
	Chuchotement	0.0002	20
	Silence du désert		10
Seuil d'audibilité	Calme total	0.00002	0

#### ▼ Les décibels en pratique

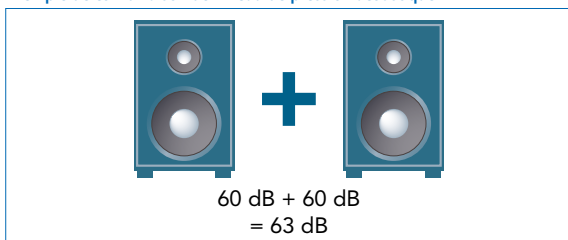
Lorsque plusieurs sources indépendantes produisent en un point des pressions acoustiques ( $p_1, p_2, p_3, \dots$ ), la pression résultante  $p$  est déterminée par  $p^2 = p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots$ , et le niveau de pression acoustique résultant vaut :

$$L_p = 10 \log \frac{p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots}{p_0^2}$$

Les niveaux de pression acoustique ne doivent jamais être additionnés.

En effet, deux bruits de même niveau de pression résultent un bruit de niveau 3 dB plus élevé que celui de chacun des composants.

### Exemple de combinaison de niveau de pression acoustique



Important : pour l'oreille, une différence de :

- > 1 dB est quasiment **inaudible** ;
- > 3 dB est à peine **perceptible** ;
- > 5 dB est **significative** ;
- > 10 dB correspond à une réduction de moitié de la perception de l'intensité sonore ;
- > 20 dB correspond à une **réduction de trois quarts** de la perception de l'intensité sonore.

### ▼ Confort acoustique

Le tableau ci-après donne les niveaux indicatifs de pression acoustique à respecter en fonction du type ou de l'activité du local. Ils peuvent être réglementés.

#### Niveaux de pression acoustique à ne pas dépasser dans les locaux

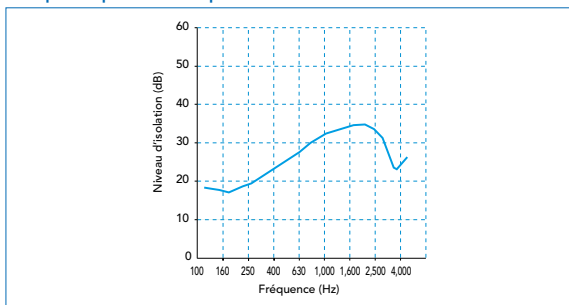
Locaux	Niveau de pression acoustique (dB)
Chambres, bibliothèques	20 à 30
Appartements, séjours	20 à 40
Écoles	25 à 40
Salles de cinéma et de conférences	30 à 40
Bureau individuel	30 à 45
Bureau collectif	40 à 50
Grands magasins, restaurants, cafés...	45 à 55

## ▼ Spectre acoustique

En réalité, les sons auxquels nous sommes confrontés sont formés par une superposition de sons, de fréquences et de pressions différentes, qui créent un spectre continu.

Le spectre acoustique exprime le niveau de pression (ou d'isolation acoustique) en fonction de la fréquence.

### Exemple de spectre acoustique



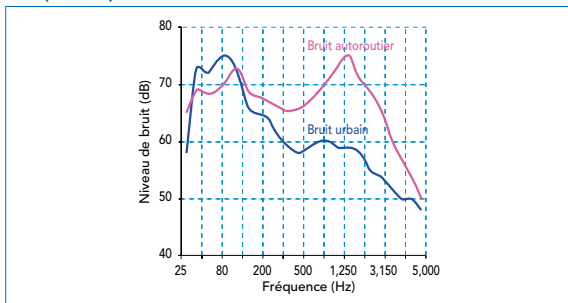
## ▼ Bruit extérieur

Le niveau et la tonalité des bruits de fond, de même que le niveau des bruits non identifiables sont des facteurs dont il faut tenir compte au stade de la conception si on veut isoler une façade correctement.

De plus, il est beaucoup plus difficile, dans la pratique, de réaliser une isolation aux sons graves.

Pour illustrer cela, la figure ci-après représente le spectre de deux types de sources sonores (trafic urbain et autoroutier).

## Exemples de spectres des trafics urbain et autoroutier



Le bruit traversant le vitrage sera perçu comme plus irritant dans un environnement très calme que dans un centre urbain.

Plus grande est la différence entre le bruit d'une source spécifique reconnaissable venant de l'extérieur (passage d'un vélomoteur par exemple) et celui d'une source non reconnaissable (beaucoup plus élevé dans un centre-ville), plus le bruit est perçu comme gênant. Le concepteur doit tenir compte de ces données.

### ▼ Indices d'affaiblissement acoustique

#### > Introduction

Les spectres d'isolation acoustique sont traités suivant la norme [EN ISO 717-1](#) pour en faciliter l'usage, ainsi que le choix du vitrage adapté à chaque cas.

Les performances acoustiques sont indiquées par une valeur unique  $R_w$  ( $C$  ;  $C_{tr}$ ) qui résume en quelque sorte le spectre d'isolation acoustique.

#### > Indicateur à valeur $R_w$ ( $C$ ; $C_{tr}$ )

L'indicateur à valeur unique est défini de la manière suivante :

- $R_w$  est l'indicateur à valeur unique appelé **indice pondéré d'affaiblissement acoustique** ;
- $C$  est le facteur d'adaptation pour un bruit rose ou aérien (riche en sons plus aigus), **fréquences hautes et moyennes** ;
- $C_{tr}$  est le facteur d'adaptation pour un bruit de trafic (riche en sons plus graves), **fréquences basses et moyennes**.

Pour classer des performances ou fixer des exigences, on additionne la valeur de l'indicateur unique et le facteur d'adaptation approprié, lequel est choisi selon la source de bruit (voir le tableau ci-dessous).

Les valeurs à considérer pour caractériser l'isolation acoustique d'un vitrage sont donc, selon les cas,  $(R_w + C)$  ou  $(R_w + C_{tr})$ .

Exemple : un vitrage ayant un isolement acoustique  $R_w$  ( $C$  ;  $C_{tr}$ ) de 38 (-2 ; -5) présentera :

- > vis-à-vis des bruits de haute fréquence :  
un isolement  $R_w + C = 38 - 2 = 36$  dB ;
- > vis-à-vis des bruits de basse fréquence :  
un isolement  $R_w + C_{tr} = 38 - 5 = 33$  dB.

**Choix du terme d'adaptation pour déterminer l'indicateur à valeur unique à utiliser en fonction de l'origine du bruit**

Source de bruit	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
Jeux d'enfants	✓	
Activités domestiques (conversation, musique, radio, télévision)	✓	
Musique de discothèque		✓
Trafic routier rapide (> 80 km/h)	✓	
Trafic routier lent		✓
Trafic ferroviaire de vitesse moyenne à rapide	✓	
Trafic ferroviaire lent		✓
Trafic aérien (avions à réaction) proche	✓	
Trafic aérien (avions à réaction) lointain		✓
Avions à hélices		✓
Entreprises produisant un bruit de moyennes et hautes fréquences	✓	
Entreprises produisant un bruit de moyennes et basses fréquences		✓

Les valeurs d'indice d'affaiblissement acoustique ainsi obtenues correspondent aux mesures en laboratoire.

En pratique, le niveau d'affaiblissement acoustique est inférieur éventuellement au niveau attendu (aléas de mise en oeuvre, dimensions, sources de bruits...).

Les indicateurs à valeur unique permettent cependant de classer conventionnellement les vitrages.

## 2.7.2 ISOLATION ACOUSTIQUE DES VITRAGES

Tout vitrage dans un châssis apporte une isolation acoustique. Cependant, certains feuilletés et certaines compositions de vitrage isolant permettent d'améliorer considérablement les performances acoustiques.

Le comportement des différents types de vitrages est décrit ci-dessous.

### ▼ Verre simple

Un verre simple se comporte au niveau acoustique comme une simple paroi ; il respecte dès lors deux lois acoustiques fondamentales :

- > la loi des fréquences,
- > la loi des masses.

La loi des fréquences exprime que, théoriquement, pour des parois minces de dimensions indéfinies, l'isolation acoustique croît de 6 dB par doublement de la fréquence moyenne.

En pratique, cette loi n'est pas parfaitement respectée, et sur un spectre, trois zones de fréquences peuvent être distinguées.

- > Dans une première zone, la loi des fréquences est assez bien respectée et l'isolation augmente avec la fréquence. Cependant, les parois ont des dimensions finies et produisent un certain amortissement, de sorte que les gains d'isolation atteints s'élèvent tout au plus à 4 ou 5 dB lorsqu'on double la fréquence moyenne, et ce jusque 800 Hz environ.
- > Dans une seconde zone, l'isolation acoustique marque un repli dû à la coïncidence autour de la fréquence critique de la feuille de verre. La fréquence critique d'une feuille de verre peu épaisse est la fréquence à laquelle une feuille de verre se met à vibrer spontanément suite à une onde.
- > Dans la troisième zone, après le phénomène de coïncidence, l'isolation est caractérisée par une croissance rapide.

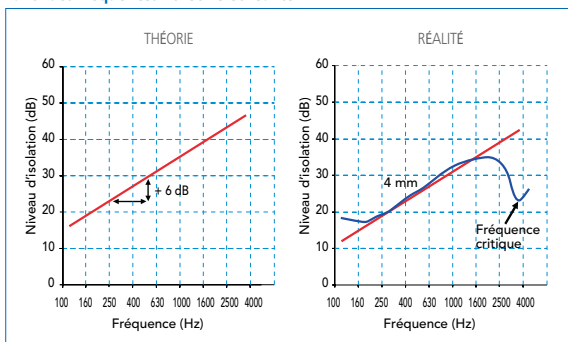


A température ambiante, la fréquence critique correspond approximativement à :

$$f_{cr} = \frac{12,800}{e}$$

où : **e** est l'épaisseur de la feuille de verre exprimée en mm.  
L'emplacement de cette zone est fonction de l'élasticité du matériau ; plus celui-ci est rigide, plus la zone de coïncidence est située vers les fréquences basses.

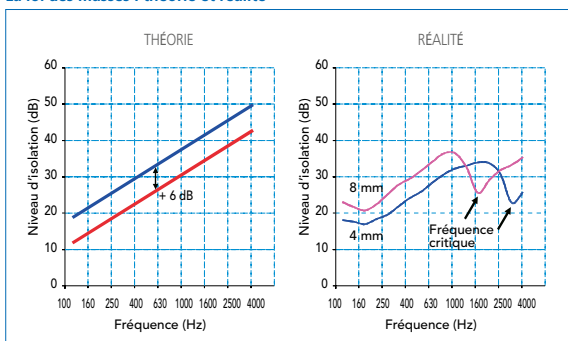
## La loi des fréquences : théorie et réalité



La loi des masses exprime que, théoriquement, si la masse d'une paroi est doublée, son isolation acoustique croît de 6 dB à fréquence égale.

En pratique, cette loi est bien respectée sauf dans la zone de coïncidence. Néanmoins, l'augmentation de l'épaisseur d'un simple vitrage entraîne également le déplacement de la fréquence critique vers un domaine de fréquence situé plus bas (cf. loi des fréquences).

## La loi des masses : théorie et réalité



Le tableau ci-après donne la fréquence critique des simples vitrages en fonction de leur épaisseur.

#### Fréquence critique (coïncidence) des simples vitrages

Épaisseur (mm)	Fréquence critique (Hz)
4	3200
5	2560
6	2133
8	1600
10	1280
12	1067
15	853
19	674

Conclusions.

- > Vu la loi des fréquences, tous les matériaux offrent naturellement une meilleure isolation acoustique aux hautes fréquences qu'aux basses fréquences. Cependant, les bruits dont il faut s'isoler en acoustique du bâtiment comportent souvent des basses fréquences.
- > L'augmentation de l'épaisseur d'un verre simple qui permet en théorie d'améliorer l'isolation acoustique est contrebalancée par le déplacement du puits de fréquence critique vers les basses fréquences et donc une dégradation de l'isolation aux bruits graves. Pour des basses fréquences, l'augmentation de l'épaisseur apporte des améliorations.
- > Les simples vitrages permettent d'obtenir un niveau d'isolation ( $R_w$ ) allant de 29 dB pour une épaisseur de 4 mm jusqu'à 35 dB pour 12 mm.

### ▼ Verre feuilleté

On distingue deux types de verre feuilleté.

- > Le verre feuilleté de sécurité à intercalaire en PVB (butyral de polyvinyle) : la fonction première de ce type de vitrage est la protection contre l'effraction et le renforcement de la sécurité des personnes et des biens. Néanmoins, ces vitrages apportent également une amélioration acoustique.

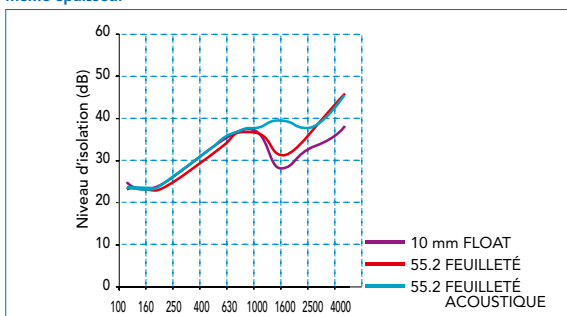
- > Le verre feuilleté de sécurité avec PVB acoustique. Ce PVB apporte une meilleure isolation acoustique.

Vu son élasticité, le PVB acoustique permet de désolidariser les deux feuilles de verre sur le plan acoustique. Le puits dû à la fréquence critique est à la fois amoindri et repoussé vers les hautes fréquences du fait de l'intercalaire.

*Nota : la génération très récente des PVB dits rigides (tels que Stratobel Strong d'AGC) n'est pas destinée à l'amélioration des performances acoustiques.*

Les spectres acoustiques d'un float et de ces deux types de verres feuilletés, de même épaisseur totale, sont représentés ci-après.

#### Spectres d'isolation acoustique d'un verre simple et de verres feuilletés de même épaisseur



- > Pour un verre feuilleté, à masse égale, l'isolation acoustique est surtout accrue dans la zone de coïncidence autour de la fréquence critique.

L'effet global est perceptible essentiellement pour  $R_w + C$ , moins pour  $R_w + C_{tr}$ .

- > Le verre feuilleté présente des performances  $R_w$  allant de 33 dB pour le 33.2 jusqu'à 39 dB pour le 88.2.
- > Le verre feuilleté à PVB acoustique présente des performances  $R_w$  allant de 36 dB pour le 33.2 jusqu'à 41 dB pour le 88.2.

## ▼ Vitrage isolant

Les performances d'un double vitrage symétrique sont souvent inférieures à celles d'un simple vitrage de même épaisseur totale de verre.

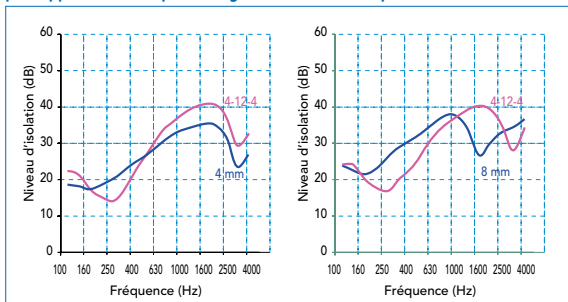
La figure suivante montre le spectre d'isolation acoustique d'un double vitrage 4-12-4 en comparaison avec des simples vitrages de 4 et 8 mm d'épaisseur.

On y constate.

- > Un affaiblissement de l'isolation acoustique aux alentours de 3200 Hz pour le double vitrage, correspondant à la fréquence critique des feuilles de verre de 4 mm.
- > Par rapport au simple vitrage, une isolation moins performante aux basses fréquences. Ce phénomène s'explique par le fait que le double vitrage se comporte comme un système acoustique de type masse – ressort – masse (m-r-m). Ce système m-r-m possède une fréquence de résonance située aux alentours de 200 à 300 Hz selon les épaisseurs ; l'isolation acoustique est fortement diminuée dans cette zone.
- > Entre le puits de résonance dû au système m-r-m et celui dû à la fréquence critique des feuilles de verre prises individuellement, l'isolation acoustique croît très vite.

L'isolation acoustique du double vitrage dans le domaine des basses et moyennes fréquences reste limitée lorsque les 2 composants ont la même épaisseur.

### Spectre d'isolation acoustique d'un double vitrage 4-12-4 par rapport à des simples vitrages de 4 et 8 mm d'épaisseur



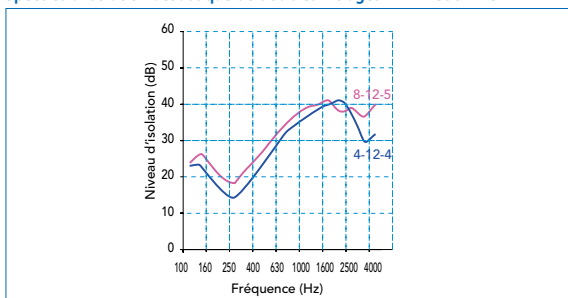
- > L'augmentation de la largeur de la lame d'air ou d'argon présente par ailleurs d'autres inconvénients (largeur totale, dégradation de  $U_g...$ ).
- > L'isolation acoustique des doubles vitrages peut facilement être améliorée (voir ci-contre) en utilisant des compositions dissymétriques ou des verres feuilletés.
- > Les doubles vitrages symétriques ont des performances  $R_w$  allant de 29 dB pour le 4-12-4 jusqu'à 34 dB pour le 10-12-10.

### ▼ Double vitrage dissymétrique

Pour améliorer l'isolation acoustique d'un double vitrage, on doit utiliser deux verres d'épaisseurs suffisamment différentes, de sorte que chacun des deux verres puisse masquer les faiblesses de l'autre lorsqu'il atteint sa fréquence critique.

On a alors un puits de coïncidence dans un domaine de fréquence plus large mais dont les pics sont moins marqués (figure ci-après, le puits aux alentours de 3200 Hz disparaît). Dans ce cas, l'augmentation de la masse par rapport au vitrage 4-12-4 permet également de diminuer le puits aux basses fréquences.

## Spectres d'isolation acoustique de doubles vitrages 4-12-4 et 8-12-5

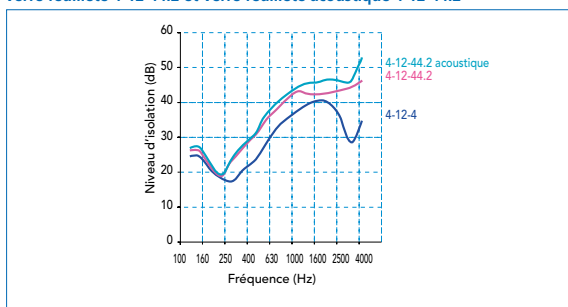


- > Les doubles vitrages dissymétriques ont des performances  $R_w$  allant de 34 dB pour le 6-15-4 jusqu'à 38 dB pour le 10-15-6.

## ▼ Double vitrage avec verres feuilletés

Le gain se marque principalement dans le domaine des hautes fréquences en permettant de gommer le puits dû aux fréquences critiques.

## Spectre d'isolation acoustique de doubles vitrages classiques 4-12-4, avec verre feuilleté 4-12-44.2 et verre feuilleté acoustique 4-12-44.2



Le sens de pose du double vitrage dissymétrique et/ou comprenant un verre feuilleté n'a pas d'influence sur les performances acoustiques du vitrage.

- > Les améliorations se marquent principalement au niveau des hautes fréquences, donc de l'indice  $R_w + C$ .
- > Avec du verre feuilleté, on atteint des performances  $R_w$  allant de 36 dB pour le 6-12-44.2 jusqu'à 41 dB pour le 10-12-66.2.
- > Avec du verre feuilleté acoustique, on atteint des performances  $R_w$  allant de 40 dB pour le 6-12-44.2 jusqu'à 44 dB pour le 10-12-66.2 et 50 dB pour un 44.2-20-66.2.

### ▼ Triple vitrage

Le triple vitrage affichera des résultats légèrement supérieurs à ceux du simple vitrage grâce à de meilleures performances acoustiques en-dessous de 250 Hz. Cependant, par rapport à du double vitrage, il présente deux fréquences de résonance à prendre en considération.

En général, le triple vitrage offre de meilleurs résultats pour de hautes fréquences.

### ▼ Conclusion

- > En simple vitrage :
  - augmentation de l'épaisseur,
  - utilisation de verre feuilleté et de verre feuilleté acoustique.
- > En vitrage isolant :
  - recours à un vitrage dissymétrique dans tous les cas,
  - utilisation d'une lame d'air importante,
  - utilisation de verres épais,
  - utilisation d'un verre feuilleté (PVB traditionnel ou sécurité) en remplacement d'un verre monolithique,
  - utilisation d'un verre feuilleté avec PVB acoustique pour des nuisances sonores importantes.

Sont sans influence :

- > le sens de pose du vitrage,
- > la présence de couches,
- > le recours à du verre trempé ou durci,
- > l'utilisation d'argon (isolation thermique).



### 2.7.3 PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES FENÊTRES ET FAÇADES

Les indices d'affaiblissement acoustique sont obtenus à l'issue de tests acoustiques effectués dans des laboratoires notifiés (conformément à la *norme EN ISO 140-3*).

Les performances d'isolement acoustique in situ peuvent différer en fonction de nombreux paramètres tels que :

- > les dimensions effectives du vitrage/châssis,
- > les types de châssis et d'assemblage,
- > l'étanchéité à l'air de la fenêtre,
- > l'environnement acoustique propre à l'application (type de source sonore, localisation par rapport à ces sources, ...),
- > la qualité acoustique des autres éléments de la construction.

Les dimensions testées sont toujours de 1,23 x 1,48 m. Une moindre performance est attendue en cas de vitrages nettement plus grands.

Cette perte est de l'ordre de 2 à 3 dB pour des dimensions atteignant 5-6 m<sup>2</sup>. Il est indispensable d'en tenir compte lors du choix du vitrage.

Les fenêtres et les vitrages en particulier isolent des bruits aériens (transmis par l'air) et non des bruits de contact (choc) par les parois (bruits graves de basse fréquence se transmettant par les parois).

Il est indispensable que le châssis soit exempt de fuites par l'utilisation notamment de joints à double frappe. Un châssis bien étanche peut apporter une amélioration allant jusque 2 dB par rapport aux valeurs annoncées pour le vitrage.

En revanche, des fuites trop importantes peuvent faire chuter le résultat annoncé de 10 dB.

- > Les fenêtres équipées de volets avec caisson extérieur nécessitent une isolation du caisson à l'aide de matériaux absorbants.
- > L'étanchéité entre le dormant du châssis et la maçonnerie devra faire l'objet du plus grand soin.
- > La présence de grilles de ventilation ou d'entrées d'air dégrade les performances acoustiques.
- > Les performances in situ des fenêtres dépendent également du type de bruit extérieur et de l'angle d'incidence du bruit sur la façade.
- > Pour des niveaux d'isolation élevés, il est conseillé de choisir un vitrage dont les performances sont légèrement plus élevées que le niveau requis.

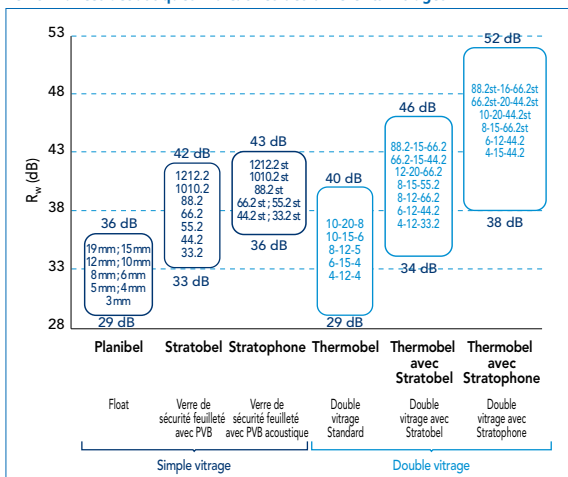
*Bon à savoir : la norme EN 14351-1 (et son annexe B) informent comment évaluer dans ces cas  $R_w$  (fenêtre) à partir d'un  $R_w$  (vitrage).*

Le bon indice d'affaiblissement  $R_w + C$  ou  $R_w + C_{tr}$  doit être choisi en fonction du type de bruit concerné.

Les vitrages monolithiques (float et feuilletés) permettent de couvrir une gamme de performances acoustiques (valeur  $R_w$ ) allant de 29 à environ 43 dB.

Les vitrages isolants permettent de couvrir une gamme de performances acoustiques allant de  $R_w$  32 dB jusqu'à environ 51 dB.

## Performances acoustiques indicatives des différents vitrages



En simple vitrage, pour un niveau de performance équivalent, un Stratobel a une épaisseur moindre qu'un Planibel, et un Stratophone a une épaisseur moindre qu'un Stratobel.

Exemple : Le tableau ci-après indique les verres monolithiques à utiliser pour obtenir une performance R<sub>w</sub> de 35 dB et les épaisseurs correspondantes.

Vitrage	Épaisseur totale	R <sub>w</sub>
Planibel 12 mm	12 mm	35 dB
Stratobel 44.2	9 mm	35 dB
Stratophone 33.1	7 mm	35 dB

De même, en vitrage isolant, à performances égales, un double vitrage avec Stratobel a une épaisseur moindre qu'un double vitrage avec Planibel, et un double vitrage avec Stratophone a une épaisseur moindre qu'un double vitrage avec Stratobel.

## 2.8 – Sécurité

### 2.8.1 INTRODUCTION

La notion de sécurité est large et comporte plusieurs aspects.

- > Protection des personnes contre le risque de blessures provoquées par :
  - des morceaux de verre brisés et/ou coupants,
  - une chute (défenestration).

Dans le cas où seul le risque de blessure par coupure doit être évité, c'est la fragmentation du verre qui est importante : il faut éviter que le bris du verre ne libère des morceaux susceptibles de provoquer des blessures ; si une protection contre les chutes est exigée également, il faut que le verre reste en place.

- > Protection des biens et la sécurité contre l'effraction et le vandalisme des habitations privées, des magasins et des bureaux. Dans ce cas, le vitrage doit rester en place et retarder, voire empêcher la pénétration.
- > Protection contre les armes à feu.
- > Protection contre les explosions.

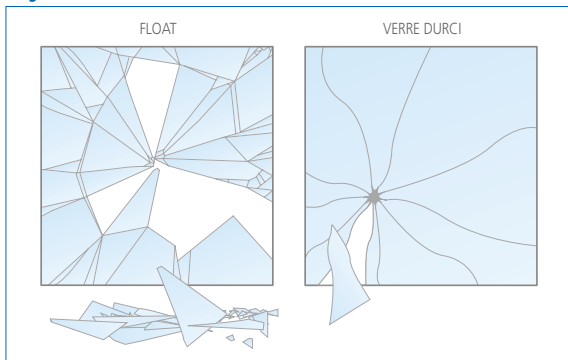
Les produits verriers satisfaisant aux exigences de fragmentation, de défenestration et de résistance évoquées ci-dessus, sont des verres trempés thermiquement et des verres feuilletés.

Les caractéristiques de ces produits sont brièvement rappelées ci-dessous.

#### ▼ Float, verre durci, verre armé

Vu sa fragmentation en grands morceaux coupants, le float, dit aussi recuit (verre plat), ne peut pas être considéré comme un verre de sécurité. Il en va de même pour le verre durci dont la fragmentation est comparable à celle du float.

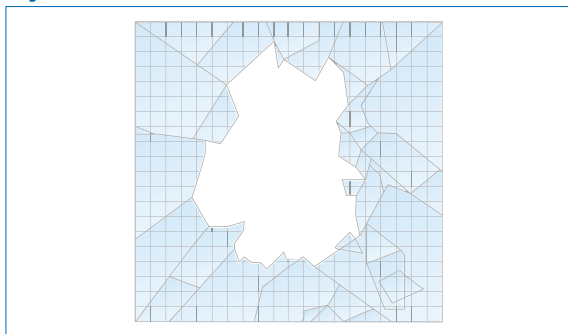
### Fragmentation du float et du verre durci



Le verre armé (plat ou profilé) comporte des fils métalliques. Néanmoins, s'il est soumis à un impact, des morceaux de verre et le treillis métallique peuvent se libérer et présenter des risques de blessures.

Ce type de vitrage ne peut donc prétendre à éviter les blessures ou à résister à la chute d'un corps humain.

### Fragmentation du verre armé

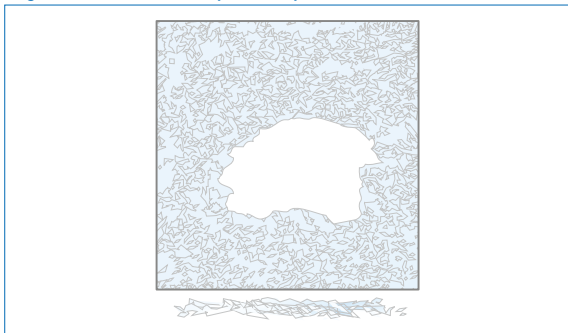


Son comportement dépend de son épaisseur et du maillage métallique.

## ▼ Verre trempé thermiquement

Les contraintes internes inhérentes à leur processus de fabrication, provoquent, en cas de choc, la fragmentation en petits morceaux peu coupants.

### Fragmentation du verre trempé thermiquement



Des critères de fragmentation sont définis dans la [norme EN 12150](#), suivant un test normalisé sur échantillon 1100 x 300 mm.

Le tableau suivant donne le nombre minimum de morceaux à compter dans une fenêtre de 50 mm x 50 mm de cet échantillon. La longueur du plus gros fragment ne peut dépasser 100 mm.

#### Nombre minimum de fragments à l'intérieur d'un carré de 50 mm x 50 mm exigé pour un float trempé thermiquement (selon EN 12150)

Épaisseur (mm)	Nombre minimum de morceaux
2 à 3	15
4 à 12	40
15 à 19	30

Le verre trempé conforme à [EN 14179](#) qui est traité Heat Soak, présente les mêmes caractéristiques de fragmentation.

Les vitrages émaillés totalement ou partiellement doivent également satisfaire à ces critères.

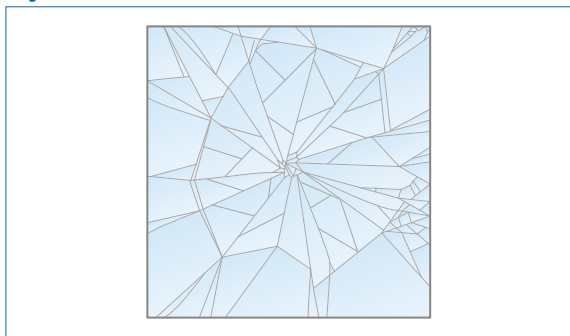
Le verre trempé pour les parois de douche ([EN 14448](#)) doit, en épaisseur 3 mm, produire également 40 morceaux au moins.

## ▼ Verre feuilleté de sécurité

Un verre feuilleté de sécurité est un assemblage constitué d'au moins deux feuilles de verre, collées entre elles sur toute leur surface par un intercalaire. L'intercalaire le plus couramment utilisé est un film plastique en PVB (butyral de polyvinyle). Des films polyuréthane ou EVA (éthylène vinyle acétate) peuvent également être utilisés. En cas de bris, l'adhérence entre le verre et l'intercalaire garantit le maintien des morceaux brisés du vitrage en place (tout au moins pendant un temps ou jusqu'à un niveau de charge déterminé).

Les intercalaires PVB dit rigides (Strong d'AGC) et les intercalaires ionomères (Sentry Glas) améliorent notablement la sécurité résiduelle après rupture d'un ou de deux composants d'un verre feuilleté.

### Fragmentation du verre feuilleté



Les verres feuilletés de sécurité avec intercalaires (PVB, PVB acoustique, intercalaires Strong) sont décrits par deux (ou plusieurs) chiffres indiquant l'épaisseur des différentes feuilles de verre en mm, suivis d'un chiffre donnant le nombre (et non l'épaisseur) de films de PVB placés entre chaque feuille de verre.

Les films de PVB sont calculés avec une épaisseur de 0,38 mm.

Exemples.

- > Un vitrage 66.2 correspond à deux feuilles de verre (float) de 6 mm séparées par deux films de PVB de 0,38 mm d'épaisseur chacun. Certains pays décrivent également le verre feuilleté en donnant son épaisseur totale, à savoir 12,76 dans le cas du verre feuilleté 66.2.
- > Un double vitrage composé d'un verre simple de 4 mm, d'une lame d'air de 12 mm et d'un verre feuilleté 66.2 est noté 4-12-66.2 (composition indiquée de l'extérieur vers l'intérieur).

Selon la norme [EN ISO 12543-2](#), un verre feuilleté peut être considéré comme un verre feuilleté de sécurité s'il satisfait au moins à une classe de résistance 3B3 suite à l'essai pendulaire décrit dans la norme [EN 12600](#). Dans certains cas, on a recours à du verre trempé ou durci pour la fabrication de verre feuilleté. Le classement [EN 12600](#) n'en est pas affecté.

Les intercalaires EVA ont des épaisseurs variables selon les fournisseurs (0,40 mm environ par film). Les intercalaires ionomères ont des épaisseurs de 0,89 mm ou proportionnelles à 0,76 mm.

Dans les cas où le verre est soumis à d'importantes charges, on utilise parfois un verre feuilleté composé d'un verre trempé et d'un verre durci ou recuit. Le premier assure la résistance mécanique et le second donne une stabilité résiduelle suffisante en cas de bris du verre, jusqu'au moment du remplacement.

### ▼ Verre avec film collé

Un film autocollant peut être apposé sur un verre de manière à maintenir les morceaux en place en cas de bris. Les films à apposer en face arrière sont conformes à [EN 15752](#).

Ces films sont en général utilisés pour des applications telles que les miroirs ou les verres laqués opaques. Voir la disponibilité du film autocollant SAFE + pour les produits verriers décoratifs d'AGC.

*Remarque : ces films ne sont utiles que s'ils sont apposés sur le vitrage avant sa pose en feuillure ; coller un film sur la partie apparente d'un vitrage déjà posé n'a en effet pas d'efficacité en cas de bris éventuel ; de plus, certains films posés in situ peuvent causer des problèmes de bris par choc thermique.*



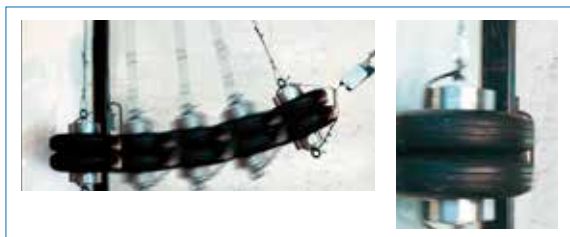
L'adhérence de film autocollant doit faire l'objet de tests de résistance. Les miroirs et verres laqués d'AGC (Mirox, Matelac et Lacobel) pourvus par AGC d'un film de sécurité SAFE + sont, selon épaisseur, classés 2B2, suivant la [norme européenne EN 12600](#). Le film est appliqué au dos du verre de décoration, côté peinture, en usine de production. Ce produit ne convient pas pour les applications extérieures. Le verre filmé doit être conforme à [EN 15755](#).

## 2.8.2 NORMES ET ESSAIS

### ▼ Résistance à l'impact - EN 12600

La norme [EN 12600](#) «Essai au pendule – Méthode d'essai d'impact et classification du verre plat» permet la classification des vitrages à l'impact d'un corps mou. Il s'agit d'un test avec un impacteur (2 pneus jumelés). Ce test s'applique à tous les produits verriers.

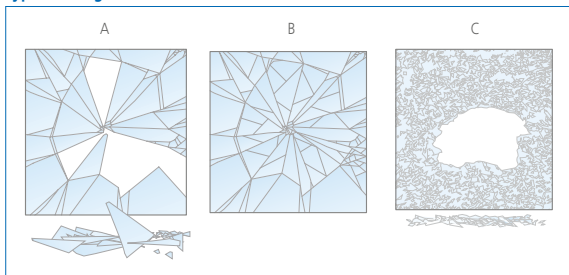
#### Essai d'impact



La classification distingue d'une part la hauteur de chute et d'autre part le type de fragmentation.

- > Hauteur de chute :
  - 1 : 1200 mm,
  - 2 : 450 mm,
  - 3 : 190 mm.
- > Type de fragmentation :
  - A : fissures avec fragments séparés (recuit, durci, trempé chimiquement),
  - B : fissures avec fragments liés (feuilleté, film sur verre recuit),
  - C : désintégration en petites particules (trempé thermiquement).

## Types de fragmentation



La performance d'un produit verrier est exprimée au moyen de 2 chiffres et 1 lettre :  $\alpha$  ( $\beta$ )  $\Phi$ .

- où :
- $\alpha$  est la plus grande hauteur de chute pour laquelle le verre ne se casse pas ou se casse selon un des deux modes de fragmentation B ou C définis ci-dessous ;
  - $\beta$  est le type de casse (A, B ou C) ;
  - $\Phi$  est la plus grande hauteur de chute pour laquelle le verre ne se casse pas ou se casse sans permettre la pénétration (selon le mode B).

Les 2 modes de fragmentation acceptés par la norme sont les suivants.

**B** : de nombreuses fissures apparaissent, mais aucune cassure ou fracture permettant la pénétration d'une sphère d'un diamètre de 76 mm à travers l'éprouvette sous l'application d'une force maximale de 25 N n'est autorisée (conformément à l'annexe A). De plus, le poids total des particules pouvant se détacher et leurs dimensions sont limités.

**C** : une désintégration est observée et le poids cumulé des 10 plus grandes particules exemptes de fissure recueillies dans un délai de 3 min après l'impact est limité.

Pour un verre de 4 mm, cela représente une masse de 65 grammes ; pour un verre de 19 mm, 309 grammes.

Le mode **A** est celui du verre recuit (grands fragments coupants).

Les produits feuilletés dissymétriques qui n'ont pas un sens unique d'utilisation doivent être testés dans les deux sens.

#### Exemples :

- > Un verre feuilleté est classé 1B1 s'il résiste à un impact d'une hauteur de chute de 1200 mm sans permettre la pénétration.
- > Un verre feuilleté est classé 2B2 s'il résiste à un impact d'une hauteur de chute de 450 mm sans permettre la pénétration
- > Un verre trempé est classé 1C1 s'il résiste à un impact d'une hauteur de chute de 1200 mm sans casser.
- > Un verre trempé est classé 1C2 s'il résiste à un impact d'une hauteur de chute de 450 mm sans casser et s'il casse à une hauteur de chute de 1200 mm avec une fragmentation conforme à un des deux modes autorisés par la norme.

Par extension, un vitrage 44.2 classé 1B1 permet de classer 1B1 tous les vitrages contenant le même intercalaire, ou plus épais, ou tous les vitrages plus épais. Exemples : 44.4 ou 55.2 sont automatiquement 1B1.

Le classement [EN 12600](#) n'est pas modifié si l'un des verres ou la totalité sont remplacés par un verre trempé ou durci. Le classement [EN 12600](#) dépend du type d'intercalaire utilisé, à épaisseurs de verre égales.

Attention : les vitrages feuilletés EVA ne présentent pas du tout les mêmes classements que les vitrages avec PVB.

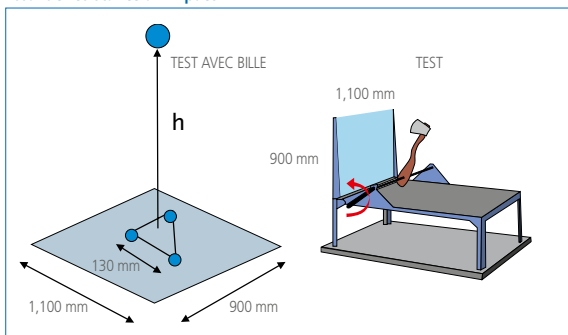
### ▼ Résistance à l'effraction - [EN 356](#)

La norme [EN 356](#) «Vitrage de sécurité – Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle» définit des méthodes d'essais afin de classer les produits verriers en fonction de leur résistance à l'effraction. Huit classes sont définies par ordre croissant de résistance.

- > Les 5 premières classes, notées P1A à P5A, sont basées sur l'essai de chute de bille.

- > Les 3 classes suivantes, notées P6B à P8B, sont basées sur un essai à la hache.

#### Essai de résistance à l'impact



Pour les essais avec la bille, une éprouvette de 1100 mm x 900 mm est placée horizontalement et des impacts d'une bille de 4,1 kg sont réalisés en triangle au centre du vitrage (13 cm entre les impacts). Le nombre d'impacts et la hauteur de chute varient selon les classes.

Pour les essais à la hache, une éprouvette de 1100 mm x 900 mm est placée verticalement. Dans un premier temps, les différents verres de l'éprouvette sont brisés à l'aide de coups de marteaux (minimum 12) ; par la suite, on essaye de pratiquer une ouverture au centre du verre à l'aide de coups de hache.

#### Classes de résistance à l'effraction selon la norme EN 356

Essai	Classe	Hauteur de chute de la bille	Nombre de coups
Bille	P1A	1,5 m	3 en triangle
	P2A	3,0 m	3 en triangle
	P3A	6,0 m	3 en triangle
	P4A	9,0 m	3 en triangle
	P5A	9,0 m	3x3 en triangle
Hache	P6B	-	30 à 50
	P7B	-	51 à 70
	P8B	-	> 70

L'essai à la bille est considéré comme réussi si la bille ne traverse pas entièrement l'éprouvette dans les 5 secondes qui suivent le moment de l'impact.

L'essai à la hache est considéré comme réussi si la partie (de dimension 400 mm x 400 mm), sur laquelle ont été donnés les coups de hache n'est pas détachée totalement du reste de l'éprouvette.

Lorsqu'un verre bénéficie d'un test pour une certaine classe (par exemple 44.2 PVB = P1A), il est communément accepté que les produits verriers plus épais, ayant le même nombre de films PVB, sont de la même classe (dans ce cas, 55.2 et 66.2 sont également de classe P1A).

La norme [EN 1627 \(2011\)](#) définit une méthode de classification de résistance à l'effraction des fenêtres, portes et fermetures.

La norme donne également la classe de vitrage ([selon EN 356](#)) à utiliser en relation avec la classe de châssis pour obtenir une fenêtre «homogène» vis-à-vis de la résistance à l'effraction.

#### Classes de correspondance EN 1627 - EN 356

Classe de châssis	Classe de vitrage
CR2	P4A
CR3	P5A
CR4	P6B
CR5	P7B
CR6	P8B

La norme [EN 1627](#) prévoit des limitations quant aux dimensions d'utilisation par rapport aux dimensions d'essais.

CR1N et CR2N sont sans exigence.

**Attention :** les vitrages feuilletés EVA ne présentent pas du tout les mêmes classements que les vitrages avec PVB.

## ▼ Résistance aux armes à feu - EN 1063

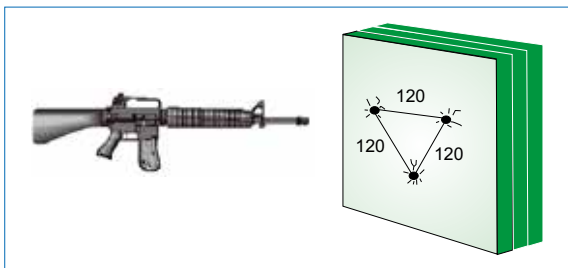
La norme [EN 1063](#) «Vitrage de sécurité – Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle» décrit une méthode de classification des produits verriers résistant aux armes à feu.

La norme distingue la résistance à deux types d'armes :

- > les pistolets et fusils (classe BR),
- > les fusils de chasse (classe SG).

Neuf classes sont définies. Le vitrage est classé comme résistant aux armes à feu, pour la catégorie d'arme essayée, s'il arrête toutes les balles sur trois éprouvettes testées (dimensions 500 mm x 500 mm). De plus, le procès-verbal indique s'il y a eu des éclats (S) ou non (NS) à l'arrière du vitrage.

### Essai de résistance aux armes à feu



Les classes BR1 à BR7 sont classées par niveau croissant de protection offerte. Cela signifie qu'un verre satisfaisant aux exigences définies pour une classe donnée satisfait également aux classes inférieures.

Il n'y a pas de corrélation entre les classes SG et BR.

La même méthode d'essai et de classification s'applique aux portes et fenêtres ([EN 1522](#) et [EN 1523](#)). La classification est alors notée FB1 à FB7 et FSG (pour la classe SG2 de verre) ; il n'y a pas de correspondance pour la classe SG1.

AGC teste également les vitrages les plus adaptés dans le cas d'armes courantes (Kalashnikov), à ce jour non inclus dans [EN 1063](#).

## ▼ Résistance aux explosions - EN 13541

La norme [EN 13541](#) «Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à la pression d'explosion» donne une classification des vitrages résistants à l'explosion (méthode dite du «tube à onde de choc»).

Le vitrage est placé à l'extrémité d'un tube. À l'autre extrémité, une charge est placée, puis explose de manière à créer une surpression.

Quatre classes sont définies de ER1 à ER4 pour les vitrages. De plus, le procès-verbal indique s'il y a eu des éclats (S) ou non (NS) à l'arrière du vitrage.

### Classes de résistance à l'explosion selon la norme EN 13541

Classe	Pr Bar	Surpression positive maximale (kPa)	Impulsion positive spécifique i+ (kPa ms)	Durée de la période de pression positive t+ (ms)
ER1	$0,5 \leq Pr < 1$	$50 \leq Pr < 100$	$370 \leq i+ < 900$	$\geq 20$
ER2	$1 \leq Pr < 1,5$	$100 \leq Pr < 150$	$900 \leq i+ < 1,500$	$\geq 20$
ER3	$1,5 \leq Pr < 2$	$150 \leq Pr < 200$	$1,500 \leq i+ < 2,200$	$\geq 20$
ER4	$2 \leq Pr < 2,5$	$200 \leq Pr < 250$	$2,200 \leq i+ < 3,200$	$\geq 20$

L'essai est considéré comme réussi si, pour 3 éprouvettes, il n'y a aucune perforation «traversante» de la face exposée à la face arrière, ni aucune ouverture entre le cadre support du vitrage et les bords de l'éprouvette.

La résistance à l'explosion ne concerne que la protection des personnes situées dans un bâtiment contre une explosion se produisant à l'extérieur.

Les normes [EN 13123-1 & 2](#) et [13124-1 & 2](#) définissent des méthodes d'essais de résistance des châssis aux explosions. La partie 1 de chaque norme est basée sur un essai en tube ; les classes sont alors notées de EPR1 à EPR4. La partie 2 de chaque norme est basée sur un essai en plein air ; les classes sont alors notées de EXR1 à EXR5.

### 2.8.3 UTILISATION

Les paragraphes qui suivent donnent des indications générales quant à l'utilisation du verre de sécurité.

Ces notions doivent être complétées au cas par cas en fonction des spécificités des chantiers, des réglementations locales ou des exigences du maître d'ouvrage.

Dans tous les cas, les épaisseurs réelles à utiliser doivent être adaptées aux dimensions et aux sollicitations du vitrage ainsi qu'à son mode de mise en œuvre. Les épaisseurs correspondant à une classe ne constituent en effet qu'un minimum vis à vis de l'essai.

Les verres float recuits, bien que résistant aux impacts, ne sont pas considérés comme des verres de sécurité.

En France, le [DTU 39 P5](#) est d'application pour tous les usages de vitrages dans le Bâtiment. Le maître d'ouvrage ou son délégué doivent également définir les niveaux de protection souhaités pour les aménagements intérieurs (décoration, miroirs, etc...).

#### ▼ Protection contre les blessures et les chutes

- > Risque de blessure par morceaux de verre coupants : utilisation possible de verre trempé ou feuilleté.
- > Risque de chute au travers du verre (défenestration) : seul le verre feuilleté 1B1 peut être utilisé.

Les épaisseurs effectives de verre à utiliser doivent être déterminées au cas par cas en fonction des sollicitations, des dimensions réelles du verre et de son mode de fixation.

#### ▼ Protection contre les blessures

Pour limiter le risque de blessure par éclats, seuls conviennent des verres trempés classés 1C3 ou mieux ou des verres feuilletés classés 2B2 au moins. Les verres de ce type peuvent être utilisés dans les applications suivantes :

- > vitrines de magasin,
- > parois intérieures (si la base du verre est proche du niveau du sol) sans risque de chute dans le verre,
- > portes et fenêtres dans les lieux publics ou privés,



- > mobilier urbain : abribus, cabines téléphoniques, etc...,
- > cabines de douche, tablettes, mobilier, etc...,
- > revêtement mural ou revêtement de meubles.

Dans le cas de vitrages en toiture, du verre feuilleté de sécurité est obligatoire pour protéger les personnes se trouvant sous la paroi vitrée contre le risque de blessures par éclats détachés, notamment à la suite d'objets extérieurs tombant sur celle-ci.

La retenue de ces objets n'est par contre pas garantie ; elle ne sera effective que si les sollicitations engendrées par l'impact ne dépassent pas les performances offertes par le produit utilisé.

Lorsque les bords d'un verre sont accessibles, ceux-ci doivent être rôdés (et dans certains cas, il convient de tremper les verres).

### ▼ Protection contre les chutes de personnes dans le vide

Le verre feuilleté de sécurité classé 1B1 doit être utilisé dans les cas suivants, entre autres :

- > fenêtres et portes intérieures (si la base du verre est proche du niveau du sol) contigus à un vide,
- > garde-corps,
- > sols et escaliers.

### ▼ Protection contre les chutes de morceaux

Seul le verre feuilleté 2B2 au moins convient. Certains auvents (pour la prévention de chute de morceaux des étages supérieurs ou en prévention para-sismique) pourront être exigibles en P5A suivant [EN 356](#).

### ▼ Position du verre de sécurité

La réglementation locale fixe les exigences qui peuvent s'appliquer (*cf. DTU 39 P5 en France*).

On peut envisager l'utilisation de deux faces en verres de sécurité si le choc peut survenir de part et d'autre (par exemple dans le cas d'un double vitrage placé dans une porte dans un lieu public). Les combinaisons possibles en double vitrage sont dès lors trempé-trempé, trempé-feuilleté ou feuilleté-feuilleté.

Pour les doubles vitrages en toiture, c'est le verre en sous-face qui doit être feuilleté.

## ▼ Résistance à l'effraction

Le tableau ci-après renseigne sur la classe de produit à utiliser en fonction du niveau de protection souhaité.

Que le but soit d'offrir une protection contre le vandalisme ou de protéger les habitations et commerces contre le vol, il convient d'utiliser un verre feuilleté de sécurité composé d'au moins 2 feuilles de verre et d'un nombre croissant de films PVB selon le degré de sécurité recherché et/ou les exigences des compagnies d'assurance.

Pour de très hauts niveaux de sécurité, on optera pour du verre multi-feuilleté.

En vitrage isolant, il est conseillé de placer le verre feuilleté résistant à l'effraction de sécurité du côté intérieur.

### Norme EN 356

	Degré de protection	Classe conseillée EN 356	Exemples d'application
Protection contre le vandalisme	Protection contre le vandalisme non organisé	P1A P2A P3A	Rez-de-chaussée d'habitation (vitrines de magasins présentant un risque limité ou contenant des objets de grandes dimensions)
Protection contre l'effraction	Protection contre l'effraction	P4A P5A	Rez-de-chaussée d'habitation (vitrines de magasins présentant un risque limité ou contenant des objets de grandes dimensions)
	Protection de haut niveau	P6B P8B	Vitrines de magasins présentant un risque élevé ou contenant de petits objets
	Très haut niveau de protection contre toutes formes d'agression à l'arme blanche		Vitrines de magasins présentant un risque très élevé ou contenant des objets de grande valeur

## ▼ Résistance aux armes à feu et aux explosions

Le verre de sécurité feuilleté ou multi-feuilleté PVB, résiste aux armes à feu et aux explosions. Un vitrage trempé chimiquement peut également être incorporé à un verre feuilleté PVB.

Il appartient à l'utilisateur de définir le niveau de protection spécifique souhaité et il est recommandé de consulter un spécialiste afin de déterminer les produits verriers répondant aux performances escomptées. Les vitrages sont classés sur [EN 13541](#) pour les risques d'explosion et [EN 1063](#) pour leur comportement vis à vis des armes à feu.

## ▼ Châssis et mise en oeuvre des verres de sécurité

Dans tous les cas, l'utilisation de verre de sécurité n'a de sens que si la menuiserie présente les mêmes qualités de résistance car c'est le composant le plus faible qui déterminera la résistance de l'ensemble.

Lors de la mise en œuvre de verres de sécurité, les prescriptions générales ainsi que les prescriptions spécifiques au verre de sécurité doivent être respectées.

## 2.9 – Comportement au feu

### 2.9.1 INTRODUCTION

La protection contre l'incendie prend une part de plus en plus importante dans la conception des bâtiments et des façades.

Deux notions distinctes doivent être considérées : la réaction au feu et la résistance au feu.

- > **La réaction au feu** caractérise le comportement d'un matériau donné lorsqu'il est soumis au feu et sa contribution à la propagation de celui-ci.

On peut distinguer les matériaux non-combustibles (ne manifestant aucun dégagement notable de chaleur), les matériaux combustibles (matériaux ayant tendance à émettre de la chaleur en fonction de l'échauffement auquel ils sont soumis) et les matériaux inflammables (matériaux ayant tendance à dégager des gaz dont la nature et la quantité sont susceptibles de produire une combustion en phase gazeuse, c'est-à-dire de produire des flammes).

Chaque produit peut être caractérisé par une classe de réaction au feu ou une valeur caractéristique de son potentiel calorifique.

- > **La résistance au feu** d'un élément est le temps exprimé en minutes pendant lequel il satisfait à des critères de capacité portante et/ou d'étanchéité et/ou d'isolation. La résistance au feu porte sur l'ensemble verre-châssis et non sur le vitrage seul.

### 2.9.2 RÉACTION AU FEU

#### ▼ Classification européenne

Les produits de construction sont hiérarchisés en 7 Euroclasses : A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B, C, D, E et F.

Les meilleurs matériaux du point de vue de la réaction au feu sont répertoriés dans les classes A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> et les plus mauvais dans la classe F.

Une distinction est opérée entre la classification des revêtements de sol et des autres matériaux. Ainsi, l'indice se complète des lettres FL (pour «floor») pour les revêtements de sol (par exemple A<sub>FL</sub>, B<sub>FL</sub>, etc.).

Le tableau ci-après résume les normes d'essais à considérer en fonction des cas.

#### Normes d'essais pour la réaction au feu

	Revêtements de sol	Autres produits
Niveau bas de sollicitation	Sollicitation par contact direct avec petite flamme (EN ISO 11925-2)	
Niveau moyen de sollicitation	Sollicitation radiative résultant d'un écoulement de gaz chauds sous plafond (EN ISO 9239-1)	Sollicitation par contact avec la flamme d'un objet isolé en feu (EN 13823)
Niveau élevé de sollicitation	Embrasement généralisé du contenu du combustible du local (EN ISO 1716 et EN ISO 1182)	

Ces 5 méthodes d'essais sont liées à deux autres qui traitent de la classification ([EN 13501-1](#)) et du conditionnement et du choix de supports ([EN ISO 13238](#)).

Des classifications additionnelles mettent en jeu deux aspects complémentaires.

Le premier aspect est relatif à la production de fumée («s») : s1, s2 et s3 ; s3 représentant l'élément n'ayant aucune performance particulière pour cet aspect.

Un second aspect est relatif à la production de gouttelettes («d») : d0 (pas de gouttelettes en feu dans les 600 secondes lors d'un test conformément à [EN 13823](#)), d1 (pas de gouttelettes en feu plus de 10 secondes dans les 600 secondes lors d'un test conformément à [EN 13823](#)) et d2 (si aucune performance n'est déclarée, ou si le produit n'est pas conforme aux critères de classification d0 et d1, ou enflamme le papier lors du test d'inflammabilité [EN 11925-2](#)).

Leur indication n'est pas obligatoire, contrairement aux Euroclasses. Un classement type est par exemple Bs, do.

### ▼ Classement sans essais

Le verre float, le verre imprimé, le verre durci, le verre trempé thermiquement, le verre trempé chimiquement, le verre à couches inorganiques et le verre armé sont repris dans la liste des matériaux considérés de **classe A1** sans devoir faire de test (*Journal Officiel des Communautés Européennes 96/603/CE et 2000/605/CE*).

Les autres types de verre doivent être testés s'ils contiennent une fraction organique supérieure à 0,1% de leur poids.

*Voir "Classification of reaction to fire of glass product" - Glass For Europe, April 2015 - qui établit des généralités sur le classement des verres feuilletés.*

### ▼ Pouvoir Calorifique Supérieur et masse combustible

Le pouvoir calorifique d'une substance est la quantité maximale de chaleur que peut dégager l'unité de masse de cette substance dans une combustion complète. Le PCS s'exprime en MJ/kg de façon générale.

La connaissance de l'ensemble des PCS de tous les matériaux entrant dans la composition d'une façade permet de calculer la masse combustible mobilisable et est nécessaire en ingénierie incendie. Le PCS des vitrages dépend de la quantité de matière organique qu'ils renferment. Il est évalué sur demande. Le PCS du verre (classé A1) float recuit ou trempé ou à couche inorganique est égal à 0.

## 2.9.3 RÉSISTANCE AU FEU

### ▼ Classification européenne

La résistance au feu d'un produit se mesure en minutes et avec trois performances principales.

- > R (capacité portante).
- > E (étanchéité).
- > I (isolation thermique).

En général, les classes sont exprimées comme suit.

- > Éléments porteurs :
  - REI tt : tt étant la période durant laquelle tous les critères (capacité portante, étanchéité et isolation) sont satisfaits ;
  - R tt : tt étant la période durant laquelle le critère de capacité portante est satisfait.
- > Éléments non porteurs :
  - EI tt : tt étant la période durant laquelle les critères d'étanchéité et d'isolation sont satisfaits ;
  - E tt : tt étant la période durant laquelle le critère d'étanchéité est satisfait ;

### ▼ Application de la classification au verre

Pour le verre, on utilise les indices.

- > E : étanchéité ou capacité de l'élément à empêcher le passage de flammes et gaz chauds. Un transfert de chaleur est autorisé - exemple : E 30.
- > EW : étanchéité et faible rayonnement thermique ou capacité de l'élément à empêcher le passage de flammes et de gaz chauds et à limiter le niveau de transfert de chaleur à travers lui - exemple : EW 60.
- > EI : étanchéité et isolation thermique ou capacité de l'élément à empêcher le passage de flammes et de gaz chauds et à bloquer le transfert de chaleur à travers lui - exemple : EI 90.

### ▼ Essais de résistance au feu

Une série d'essais normalisés permet de couvrir tous les produits et plusieurs scénarios. Un essai par type d'éléments est nécessaire. Les conditions requises pour tester une porte coupe-feu sont très différentes de celles requises pour tester une poutre.

Les *Exigences Générales (EN 1363-1)* - éventuellement modifiées par d'autres modes opératoires - ainsi que la méthode d'essais propre à l'élément de construction à tester, notamment *EN 1364-1* et éventuellement des règles d'extension (*EN 15254-4*), s'appliquent.

### > Description sommaire de l'essai

L'élément à tester est placé devant un four. Il est testé en taille réelle ou maximale possible.

#### Dispositif d'essai



La courbe température / temps standard est appliquée pendant toute la durée de l'essai et correspond à :

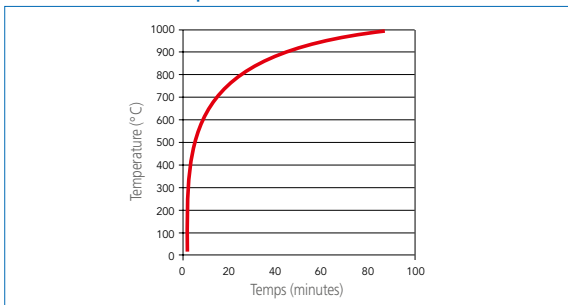
$$T = 345 \log_{10} (8\tau + 1) + 20$$

où :

- $\tau$  est le temps en minutes (min) à partir du début de l'essai,
- $T$  est la température moyenne du four en degrés (°C) au temps  $\tau$ .

Le rayonnement du côté non exposé est mesuré à l'aide d'un radiomètre et la température sur la surface non exposée, au moyen de thermocouples.

#### Courbe de montée en température du four



La réussite du test est évaluée de la manière suivante avec une durée en minutes (15, 30, 45, 60, ... mn).



- > Critère d'étanchéité : l'éprouvette continue à assurer sa fonction de séparation pendant le test sans provoquer l'embrassement d'un tampon de coton placé durant 30 secondes devant la paroi, sans permettre la pénétration d'un calibre à fourche, ni donner lieu à une inflammation soutenue du côté non exposé.
- > Critère de faible rayonnement thermique : le rayonnement, mesuré à un mètre de la surface non exposée, doit rester inférieur à 15 kW/m<sup>2</sup>.
- > Critère d'isolation thermique : l'éprouvette continue à assurer sa fonction de séparation pendant le test sans engendrer, sur la surface non exposée, des conditions qui :
  - a) soit font augmenter la température moyenne de plus de 140 °C au-dessus de la température initiale ;
  - b) soit font augmenter, à n'importe quel endroit (y compris le thermocouple mobile), la température de plus de 180 °C au-dessus de la température moyenne initiale.

### ▼ Produits verriers résistants au feu

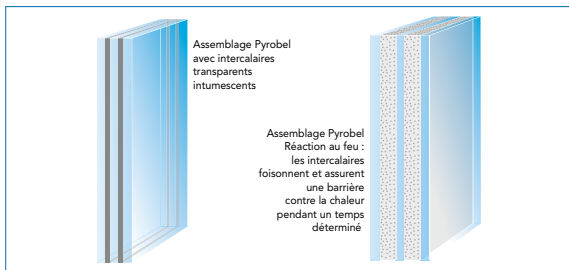
Certains produits verriers, tels que les verres simples recuits, les verres feuilletés (PVB, EVA, résine) et les doubles vitrages standard n'offrent pas une résistance valable au feu puisqu'ils se brisent par choc thermique dès que la température s'élève brusquement.

Les produits suivants peuvent être envisagés pour la résistance au feu.

- > Glace armée polie : en cas d'incendie, le verre se brise mais reste en place grâce au treillis métallique et garde sa transparence. De plus, dès que la température de ramollissement est atteinte, les fissures se ressoldent. Le passage des flammes ne se fait que lorsque le fluage est devenu tel qu'une ouverture se forme dans le vitrage.
- > Verre trempé thermiquement : la trempe thermique améliore la résistance du verre à la traction et aux chocs thermiques. Le procédé de trempe est spécifique aux produits résistants au feu afin d'obtenir des performances élevées. La présence d'une couche permet également de limiter le rayonnement. Les applications peuvent être en simple, double vitrage ou feuilleté.

- > Verre feuilleté avec intercalaire intumescent : il s'agit d'un verre feuilleté ou multi-feuilleté contenant un intercalaire solide qui foisonne en cas d'incendie.

#### Verre feuilleté avec intercalaire foisonnant



Dans des conditions normales, les intercalaires sont transparents. En cas d'incendie, ils se transforment en un écran pare-feu rigide, opaque et absorbant la chaleur.

Plus il y a de couches, plus la durée de résistance au feu du vitrage augmente.

#### Réaction d'un verre feuilleté avec intercalaires intumescents sous l'action du feu



Pour pouvoir être utilisés comme tels, les produits verriers et leur environnement doivent disposer d'un rapport d'essai attestant leurs performances.

AGC propose une gamme de produits en verre trempé (Pyropane) et en verre feuilleté à intercalaire intumescent (Pyrobelite et Pyrobel) offrant différents niveaux de résistance au feu.

Le tableau ci-dessous résume cette gamme.

*Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site [www.yourpyrobel.fr](http://www.yourpyrobel.fr).*

	Verre feuilleté avec intercalaire intumescent	Verre trempé
E	Pyrobelite	Pyropane
EW	Pyrobelite	Pyropane
EI	Pyrobel	-
DH	-	Pyropane

### ▼ Verres Pyropane

Pyropane est la gamme de vitrages trempés résistant au feu d'AGC. Les vitrages de cette gamme s'obtiennent en traitant et en trempant, suivant [EN 14179](#), un verre revêtu ou non d'une couche métallique spéciale. La gamme Pyropane est conforme aux normes européennes spécifiques et dispose de classements après essais dans des systèmes de châssis adéquats jusqu'à EW 60.

Elle est adaptée à plusieurs usages :

- > double vitrage isolant résistant au feu (E/EW 30 et E/EW 60) pour façades ;
- > vitrage intérieur résistant au feu pour cloisons et portes (E 30/EW 20) ;
- > écran de cantonnement des fumées (DH 30).

En tant que vitrage trempé, Pyropane offre tous les avantages de la sécurité des personnes contre les blessures.

### ▼ Pyrobel et Pyrobelite

Les verres Pyrobel et Pyrobelite sont des verres feuilletés à intercalaires intumescents. En cas d'incendie, les intercalaires se dilatent lorsque la paroi atteint une température voisine de 120°C et forment un écran rigide qui constitue une barrière aux flammes, aux gaz chauds et au transfert de chaleur.

En cas d'incendie, le **Pyrobelite** permet d'atteindre des performances EW 30 et EW 60.

En cas d'incendie, le **Pyrobel** permet d'atteindre des performances allant de EI 15 jusqu'à EI 120.

## 2.10 – Phénomènes inhérents au verre

### 2.10.1 BRIS PAR CHOC THERMIQUE

Un bris par choc thermique peut se produire s'il existe entre deux zones d'un verre recuit une différence de température trop importante. En effet, si la température du verre augmente, celui-ci se dilate ; ce phénomène ne présente pas d'inconvénient si l'augmentation de température est uniforme sur tout le vitrage. Par contre, si une partie du vitrage reste froide, elle empêchera la partie chaude de se dilater librement.

Il en résulte des contraintes de traction qui sont susceptibles de dépasser la contrainte admissible dans le verre courant avec risque de casse. Si un tel risque existe, le verre doit être trempé ou durci.

Sauf étude préalable, les vitrages en allèges doivent être trempés ou durcis thermiquement. Pour ce qui est de la partie vision lorsque la température est proche de la limite, l'utilisation de verre Clearvision, à faible absorption énergétique, peut améliorer la situation.

### 2.10.2 DÉFORMATION DES IMAGES

La lame d'air entre les différentes feuilles de verre d'un vitrage isolant constitue un volume scellé hermétiquement, au sein duquel les lois universelles relatives aux gaz s'appliquent.

Le volume compris entre les feuilles se modifie au rythme des fluctuations de température et de pression.

Ceci se traduit par une déformation des images réfléchies.

En réalité, cette déformation est une preuve de la qualité du vitrage isolant dans la mesure où il démontre l'étanchéité de la lame d'air.

"L'effet verre isolant" dépend notamment des dimensions et de la géométrie des verres, de la largeur de la lame d'air et de l'épaisseur des verres, ainsi que du coefficient de réflexion du verre à couche.

Pour des vitrages posés en altitude, cet effet doit être correctement appréhendé pour éviter des casses de vitrages à cause d'une contrainte mécanique trop élevée dans le vitrage mécanique.

### 2.10.3 PHÉNOMÈNES D'INTERFÉRENCES DANS LE VITRAGE ISOLANT

Lorsque les deux surfaces d'un verre float sont très planes et parfaitement parallèles, des phénomènes optiques peuvent survenir sous certaines conditions d'éclairage.

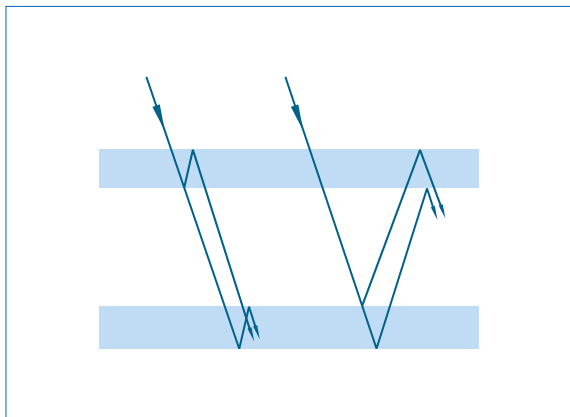
Ces phénomènes se manifestent à la surface du verre sous la forme de taches, de bandes ou de cercles aux couleurs de l'arc-en-ciel dont la position change lorsque l'on sollicite le vitrage par une légère pression.

Ces phénomènes purement physiques sont dus à une réfraction et une superposition.

La survenue de ces phénomènes dépendant des conditions d'éclairage, de la position des verres et de l'angle d'incidence de la lumière, ceux-ci ne se manifestent que très rarement, lorsque plusieurs conditions sont satisfaites simultanément. Par ailleurs, ils ne sont visibles que sous un certain angle de vue en réflexion, rarement en transmission.

Ces phénomènes d'interférences sont des manifestations physiques démontrant l'excellente planéité du verre float.

**Phénomènes d'interférences pouvant survenir dans des vitrages isolants composés de feuilles d'une même épaisseur**



## 2.10.4 ANISOTROPIE

Les anisotropies sont des phénomènes d'irisation pouvant apparaître sur des verres qui ont été traités thermiquement (verre de sécurité trempé thermiquement ou verre durci thermiquement).

Les procédés de fabrication de ces vitrages entraînent l'apparition de champs de tensions sur le vitrage, lesquels génèrent une biréfringence sous l'effet d'une lumière polarisée. Lorsque le verre est observé sous une lumière polarisée, les champs de contrainte deviennent visibles sous forme de motifs, appelés champs de polarisation.

La lumière naturelle est plus ou moins polarisée selon les conditions météorologiques et le moment de la journée.

## 2.10.5 CONDENSATION

Le point de rosée est la température à laquelle l'humidité relative atteint une valeur de 100%. Si la température est plus basse, alors que le taux d'humidité reste inchangé, on observe la formation de condensation.

La condensation peut apparaître à différents endroits.

### ▼ Condensation sur la vitre côté intérieur du local

- > L'air relativement frais est humide, par exemple cuisines, salles-de-bains, buanderies ou chambres. De la buée se forme alors rapidement et l'humidité contenue dans l'air se dépose sur les vitres froides.

La condensation sur le verre peut être nettement réduite en utilisant un vitrage à isolation thermique renforcée, comportant l'iplus Top 1.1 ou l'iplus Advanced 1.0.

Plus le coefficient  $U_g$  est bas, plus la température du verre sera élevée, et la condensation ne sera plus observée.

Pour faire face à un taux d'humidité important, un système de ventilation adapté sera installé.

## ▼ Condensation sur la vitre côté extérieur du local

Dans certains cas, de la condensation peut également apparaître sur la surface du vitrage isolant orientée vers l'extérieur du local.

Elle apparaît tôt le matin, lorsque le taux d'humidité de l'air extérieur est élevé, et généralement au centre du vitrage et non sur les bords.

À ce moment de la journée, la température de la vitre extérieure peut descendre en dessous de la température de rosée. Ceci s'explique par le fait que la surface extérieure du vitrage isolant en partie courante se refroidit sensiblement durant la nuit grâce à la bonne isolation thermique du vitrage.

La température de l'air extérieur peut augmenter plus rapidement que celle de la vitre et la condensation se forme. Elle disparaît toutefois rapidement, dès l'apparition des premiers rayons du soleil qui réchauffe la surface du verre.

La formation de condensation sur le vitrage, aussi bien du côté intérieur qu'extérieur, est déterminée par des facteurs physiques et climatiques.

AGC propose une gamme de vitrages à couche spécifique aux propriétés anti-condensation.

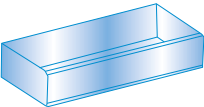
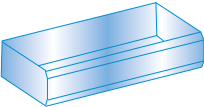
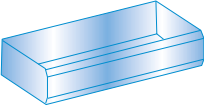
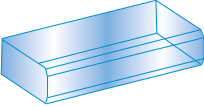
Il s'agit d'un float clair sur lequel est déposée une couche pyrolytique transparente. La couche à basse émissivité iplus AF est positionnée sur la face externe du verre (position 1). Elle permet d'élever la température externe du verre, ce qui aura pour conséquence de retarder le phénomène de condensation.

## 2.11 – Façonnage du verre

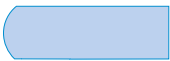
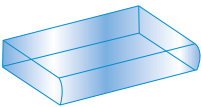
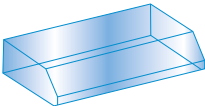
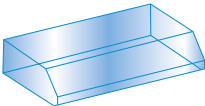
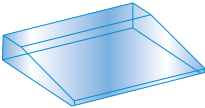
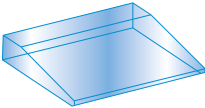
Par façonnage, on entend toute opération mécanique ou manuelle exécutée à froid sur un vitrage après découpe aux dimensions d'utilisation, pour traiter les bords du vitrage (joints), obtenir des formes particulières (découpes en forme), réaliser des perçages (trous et encoches) et répondre à des exigences pratiques ou esthétiques. Les façonnages ne peuvent être exécutés que sur des vitrages non traités thermiquement.

### ▼ Joints

Le façonnage des joints est réalisé par enlèvement de matière sur les bords du vitrage, par abrasion et polissage afin d'améliorer l'aspect des bords et la fonctionnalité du vitrage.

Désignation	Définition	Type de joint
AA	Simple élimination des angles coupants sur les bords du vitrage	Arêtes abattues 
JPI	Rodage grossier sur toute l'épaisseur du vitrage. Il ne doit rester aucune trace de la surface de découpe. Aspect dépoli, très légèrement rugueux	Joint plat industriel 
JPPI	Joint semblable au JPI mais avec un rodage fin. La tranche est mate, d'aspect satiné	Joint plat poli industriel 
JPP	Après satinage, la tranche est entièrement polie. Elle devient lisse, brillante et transparente comme le reste du verre	Joint plat poli 



Désignation	Définition	Type de joint
JAI	<p>Equivalent du JPPI mais avec la tranche arrondie</p> 	<p>Joint arrondi industriel</p> 
Chanfrein	<p>L'une des arêtes est fortement rodée sur la presque totalité de l'épaisseur de la glace. Le chanfrein peut être poli industriel ou poli brillant</p> 	
Biseau	<p>Joint poli brillant avec bord oblique</p> 	

## 2.12 – Nettoyage du verre

Par nature, le verre est un matériau durable, résistant et simple à maintenir propre. Pour garder les propriétés optiques des vitrages, il est recommandé de les nettoyer à une fréquence suffisante (deux fois par an, par exemple, pour les façades). Lisse et non poreux, le verre est facile à nettoyer avec un chiffon, de l'eau et /ou un produit ménager courant.

Les vitrages dont une couche est tournée vers l'intérieur d'un vitrage isolant ne demande aucun entretien.

Toutefois, les caractéristiques techniques des vitrages, telles que la transparence ou la réflexion, ne sont préservées que si les surfaces sont entretenues régulièrement. Consultez nos différents guides dans leur dernière version.

*Guide de Nettoyage et d'Entretien des Façades en Verre :*  
[https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical\\_documents/original/maintenance10503.pdf](https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical_documents/original/maintenance10503.pdf).

*Guide pour les Verres Décoratifs pour Applications en Intérieur :*  
[https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical\\_documents/original/cleaning10485.pdf](https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical_documents/original/cleaning10485.pdf).

### ▼ Entretien

Tous les produits contenant de l'acide fluorhydrique ou des dérivés fluorés sont interdits car ils risquent d'attaquer la surface du verre ou d'une couche. Les produits fortement acides et alcalins, et les produits ou matières abrasifs doivent être évités également.

Si possible, ne procédez pas au nettoyage en cas de températures trop froides ou trop élevées, ni lorsque le verre est directement exposé aux rayons du soleil.

Assurez-vous en permanence du bon état des chiffons, raclettes et autres outils utilisés. Nettoyez abondamment le verre à l'eau claire. De temps à autre, quelques gouttes de détergent neutre ou d'un produit de nettoyage approprié du commerce peuvent être ajoutées à l'eau. Rincer à l'eau claire et éliminez l'eau à l'aide d'une raclette.

Profitez du nettoyage pour inspecter les joints, la capacité d'écoulement de l'eau et le châssis.

La fréquence de nettoyage du verre dépend des conditions environnementales et des niveaux de pollution, elle peut être indiquée par un document contractuel : les [DTU 39](#) et [33](#) recommandent deux entretiens par an au moins.

### ▼ Fin de chantier ou nettoyage spécifique

Avant de commencer le processus de nettoyage spécial, procédez toujours à un essai sur une surface de quelques centimètres.

Un tel nettoyage peut être rendu nécessaire par la conséquence de laitances de béton, colle d'étiquettes, matériaux de séparation (pastilles) ou d'autres facteurs locaux.

L'identification de la nature de la salissure va guider le choix de la méthode et des produits adaptés en fonction du type de verre. Éliminer tout dépôt résiduel tel que du mastic d'étanchéité, du ciment, etc..., avec une extrême précaution, avec un grattoir spécial ou une lame de rasoir, sans griffer le verre. Les verres à couche, vitrages dépolis à l'acide ou sablés sont particulièrement sensibles.

Éliminez toute trace d'huile ou de pollution organique à l'aide de solvants tels que de l'alcool isopropylique ou de l'acétone appliqué au moyen d'un chiffon doux.

Les traces de doigts ainsi que les taches de graisse ou de mastic sont traitées à l'aide de solvants tels que l'acétone ou le méthyléthylcétone (MEC) qui n'attaquent pas les joints et pénètrent dans la feuillure.

L'ammoniac ne doit pas être utilisé avec des vitrages Lacobel ou Matelac. Les solvants ne doivent jamais atteindre la face arrière, peinte ou argentée, des verres décoratifs. Les vitrages dépolis Matelux doivent être nettoyés à l'eau.

Rincez toujours abondamment afin d'éliminer un maximum de poussières.

D'autres résidus peuvent être enlevés en polissant légèrement à l'aide d'une suspension d'oxyde de cérium diluée dans de l'eau (entre 100 et 200 grammes par litre), avant rinçage soigneux puis lavage courant.

Les méthodes à haute pression ou nettoyages à vapeur sont possibles seulement après examen de la situation et tests.

## ▼ Verre facile à nettoyer

Comment la couche fonctionne-t-elle ?



Une couche pyrolytique invisible spécifique est déposée en face 1 : le revêtement aide à répartir les gouttes d'eau chargées de matières diverses sur le verre.

La couche réagit sous l'effet du rayonnement UV pour dégrader les matières organiques des salissures en une semaine environ.

La pluie ou une aspersion régulière permettent l'élimination des résidus, sous réserve qu'une pente suffisante ait été prévue pour l'ouvrage.

Le vitrage Planibel Easy est conforme à [EN 1096-5](#). Il est esthétiquement neutre, est transformable par trempe, feuilletage, bombage et assemblage en vitrage isolant.

## ▼ Nettoyage des verres dépolis

Concernant les vitrages dépolis (mats), tels que Matelux, Matelac, Matelac T, des solutions pratiques sont proposées par AGC dans un guide spécifique sous la rubrique "technical docs/ Short Cleaning Guide". Notons également que des produits d'entretien dédiés sont disponibles en ligne sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).

# — 3 — APERÇU DES PRODUITS VERRIERS



Galeo - Issy les Moulineaux, France - Architecte : Christian de Portzamparc - Stratobel et Artlite

Le type de verre plat le plus communément utilisé dans le bâtiment est un silicate sodo-calcique obtenu par fusion du mélange de matières premières dans un four chauffé à environ 1550 °C.

Le verre silico-sodo-calcique de base est principalement constitué de :

- > silice [dioxyde de silicium ou sable de silice ( $\text{SiO}_2$  pour 69% à 74%)], qui donne sa texture au verre. On l'appelle le vitrifiant ou formateur de réseau  $\text{SiO}_2$  ;
- > soude [oxyde de sodium ( $\text{Na}_2\text{O}$  pour 10% à 16%)], utilisé comme fondant dans le but d'abaisser la température de fusion du dioxyde de silicium et comme affinant dans le but d'homogénéiser le mélange en fusion et d'en éliminer les bulles ;
- > calcium [oxyde de calcium ( $\text{CaO}$  pour 5% à 14%)], utilisé comme stabilisant donnant au verre sa résistance chimique ;
- > autres matières telles que :
  - des affiants, dont le rôle est de remuer le mélange en fusion de façon à provoquer un dégagement gazeux et à en uniformiser les qualités, ajustant ainsi les propriétés physiques et chimiques du verre ;
  - divers oxydes métalliques servant à améliorer les caractéristiques mécaniques du verre ainsi que sa résistance aux agents atmosphériques ;
  - des colorants.

Pour la fabrication de float, AGC utilise du verre recyclé à raison de 30%. La température de fusion s'en trouve abaissée.

### 3.1 FLOAT (EN 572-1 et 2)

Verre de silicate sodo-calcique plan, transparent, clair ou coloré (vert, gris, bronze, bleu).

Les épaisseurs standard pour des applications architecturales sont de 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 19 et 25 mm et les dimensions maximales standard sont de 6 m par 3,21 m.

Le float est le composant de base utilisé dans toutes les opérations ultérieures de transformation du verre.

La feuille de verre finale est obtenue au moyen d'un processus de production en ligne, dit «float», où les matières premières sont mélangées selon un procédé discontinu, alimentant, avec le calcin (déchets de verre) adéquat, ajouté dans des proportions contrôlées, un four chauffé à environ 1550 °C.

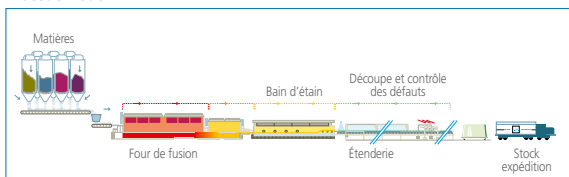
Une fois fondu, la température du verre est stabilisée à environ 1200 °C afin de garantir une masse de verre homogène.

Le verre fondu est versé, grâce à un canal de distribution, sur un «bain d'étain» liquide sur lequel il «flotte» et forme une feuille de verre. Le réglage de la vitesse d'écoulement détermine l'épaisseur de la feuille de verre finale.

La température est progressivement réduite jusqu'à environ 600 °C tandis que le ruban de verre se déplace le long du bain d'étain, jusqu'à pouvoir le soulever sur des rouleaux. La température du ruban de verre est abaissée, de façon contrôlée, jusqu'à environ 50 °C ; il peut alors être découpé en feuilles de verre plat par des machines et est stocké avant expédition.

AGC peut produire du float Planibel Clearlite ou Clearvision jusqu'à 16 mètres de long.

#### Procédé float



**Valeurs des caractéristiques générales**  
**Les principales propriétés du verre silico-sodo-calcique**

Caractéristiques	Symbole	Valeur numérique et unité
Densité (à 18 °C)	$\rho$	2500 kg/m <sup>3</sup>
Dureté (Knoop)	HK <sub>0.1/20</sub>	6 GPa
Module de Young (module d'élasticité)	E	7 x 10 <sup>10</sup> Pa
Module de cisaillement	G	2,92 x 10 <sup>10</sup> Pa
Coefficient de Poisson	$\mu$	0.2
Résistance caractéristique à la rupture par flexion	f	45 x 10 <sup>6</sup> Pa
Capacité thermique massique	C	0.72 x 10 <sup>3</sup> J / (kg.K)
Coefficient moyen de dilatation linéaire entre 20 °C et 30 °C	$\alpha$	9 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
Résistance à des différences et à des changements soudains de température		40 K
Conductivité thermique	$\lambda$	1 W/(mK)
Indice de réfraction moyen au rayonnement visible (380nm à 780nm)	N	1.5
Température de fusion		≈ 1550 °C
Température de transition vitreuse		≈ 630 °C
Transmission lumineuse (float clair 4mm)	$\tau_v$	90%
Facteur solaire (float clair 4mm)	g	87%
Émissivité normale	$\epsilon_n$	0.89

**Principales gammes AGC :** Planibel Clearlite, Planibel Clearvision, Planibel Linea Azzurra, Planibel Coloré.

## 3.2 VERRE FEUILLETÉ DE SÉCURITÉ COURANT (EN ISO 12543-1 à 2)

Ensemble constitué d'au moins deux feuilles de verre, assemblées sur toute leur surface par un intercalaire de sécurité. L'intercalaire peut être un (ou plusieurs) film(s) plastique(s) (PVB, Strong, EVA,...), une résine, un silicate ou un gel. Il a pour fonction de coller les feuilles de verre tout en conférant des performances supplémentaires au produit fini.



Ces performances peuvent être :

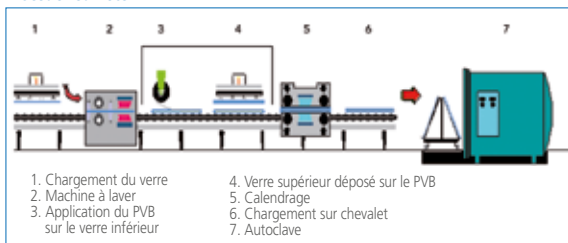
- > la sécurité des personnes et des biens (limitation du risque de blessure en cas de bris, protection contre la défenestration, le vandalisme et l'effraction, etc.) ;
- > la protection contre les armes à feu et les explosions ;
- > la protection contre l'incendie ;
- > l'isolation acoustique ;
- > la décoration.

**Principales gammes AGC :** Stratobel, Stratophone.

La méthode de fabrication du verre feuilleté avec intercalaires en PVB ou Strong comprend les étapes suivantes.

- > Le(s) film(s) est/sont déposé(s) sur le premier verre, puis le second verre est à son tour déposé sur le(s) film(s).
- > Le verre passe dans une calandreuse : à température élevée, un rouleau passe sur le verre de manière à éliminer les bulles d'air incluses et à assurer un début de collage entre le verre et le PVB ou Strong.
- > Passage dans un autoclave pour le traitement final de l'intercalaire en PVB ou Strong.

#### Procédé feuilleté



### 3.3 VERRE FEUILLETÉ DE SÉCURITÉ RENFORCÉE (EN 356, EN 14351, EN 1063)

Ensemble constitué de plusieurs feuilles de verre assemblées en PVB. Ces vitrages multicouches sont destinés à la protection contre les attaques à main armée, les effractions lourdes ou les explosions. Il existe des versions compatibles avec une excellente isolation thermique.

#### ▼ Protection contre les effractions

Verre feuilleté de sécurité classé P6B ou P7B ou P8B suivant [EN 356](#).

Principale gamme AGC : Stratobel Security Burglary.

#### ▼ Protection contre une attaque armée

Verre feuilleté de sécurité capable de résister aux balles. La classe est définie selon le type d'arme et de munitions.

Principale gamme AGC : Stratobel Security Bullet.

#### ▼ Protection contre une explosion

Verre feuilleté de sécurité capable de résister à une explosion.

Principale gamme AGC : Stratobel Security Explosion.

### 3.4 VERRE À COUCHE (EN 1096-1 à 3)

Verre obtenu par dépôt d'une couche inorganique afin d'en modifier les propriétés électromagnétiques (propriétés lumineuses et énergétiques, facteur solaire, émissivité et couleur).

Le verre à couche peut être classé selon les critères suivants.

- > le procédé industriel utilisé pour déposer la couche :
  - magnétron (hors ligne),
  - pyrolytique (en ligne).
- > la fonctionnalité de la couche :
  - isolation thermique,
  - contrôle solaire,
  - isolation thermique et contrôle solaire,
  - etc... (anticondensation, AB).

La norme [EN 1096-1](#) définit différentes classes de verres à couches en fonction de leur usage et de leurs propriétés.

- > Classe A : le verre à couche peut être utilisé en face extérieure ou intérieure de l'immeuble.
- > Classe B : le verre à couche peut être utilisé en vitrage monolithique mais le côté couche doit être à l'intérieur du bâtiment.
- > Classe C : le verre à couche ne peut être utilisé qu'en vitrage isolant, la couche étant du côté de l'espaceur.
- > Classe D : le verre à couche ne peut être utilisé qu'en vitrage isolant, la couche étant du côté de l'espaceur. De plus, l'assemblage en vitrage isolant doit se faire immédiatement après la fabrication de la couche. Ces couches ne sont donc pas disponibles en vitrages monolithiques.
- > Classe S : le verre à couche peut être utilisé en surface extérieure ou intérieure de l'immeuble, mais seulement pour certaines applications bien définies (par exemple devantures de magasins).

### ▼ Verre à couche pyrolytique

Les couches à base d'oxydes métalliques sont déposées sur un float clair ou coloré lors de la production du verre (processus en ligne). Ces feuilles de verre à couches présentent la particularité de pouvoir être installées en simple vitrage et peuvent également être traitées thermiquement, émaillées ou sérigraphiées et bombées.

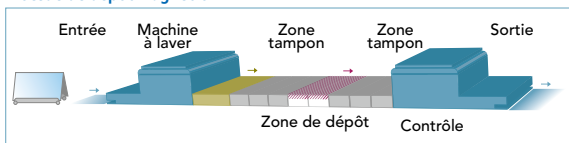
**Principales gammes AGC :** iplus AF (anti-condensation), Stopsol (contrôle solaire), Sunergy (isolation thermique et contrôle solaire).

## ▼ Verre à couches magnétron

Couches à base d'oxydes métalliques ou de métaux déposées sur un float clair ou coloré dans une ligne sous vide (processus de dépôt hors ligne). Cette ligne est constituée de plusieurs chambres de dépôt permettant de réaliser des produits multicouches haute performance.

Ce procédé de dépôt magnétron est également appelé «dépôt par pulvérisation sous vide».

### Procédé de dépôt magnétron



**Principales gammes AGC :** iplus (isolation thermique), ipasol bright (contrôle solaire), Stopray et ipasol (isolation thermique et contrôle solaire).

## 3.5 VERRE LAQUÉ (EN 16477-1)

Verre dont une des faces est revêtue d'une peinture laquée de grande qualité. La peinture est appliquée de façon homogène sur le verre grâce à un processus «d'application par rideau» qui lui confère une apparence uniforme.

La gamme de verres laqués est disponible dans une large palette de couleurs standard, proposant 20 couleurs brillantes, 20 variantes mates et 10 versions à tremper mates ou brillantes.

L'option MyColour by Lacobel / Matelac permet également de créer une couleur sur mesure.

**Principales gammes AGC :** Lacobel, Lacobel T, Matelac, Matelac T.

Les produits susmentionnés sont également disponibles en version SAFE+ : l'arrière du verre est revêtu d'un film PET (polyéthylène téréphtalate) afin d'offrir une protection contre le risque de blessure. Si le verre se brise, les fragments ne sont pas dispersés mais restent collés au film ([EN 12600, classe 2B2 en 4 mm](#)).

Lacobel T et Matelac T sont conformes à [EN 12150](#) après trempe.

### 3.6 MIROIR (EN 1036-1)

Verre sur lequel est déposée une couche d'argent afin de permettre la réflexion du miroir. Cette couche d'argent est elle-même protégée par une peinture.

Le procédé de fabrication des miroirs est appelé l'argenture.

**Principales gammes AGC :** Mirox MNGE (Miroir New Generation Ecological), Miold Morena.

Les produits susmentionnés sont également disponibles en version SAFE+ : l'arrière du verre est revêtu d'un film PET afin d'offrir une protection contre le risque de blessure. Si le verre se brise, les fragments ne sont pas dispersés mais restent collés au film (EN 12600, classe 2B2 en 4 mm).

### 3.7 VERRE IMPRIMÉ À RELIEF (EN 572-1 et 5)

Verre comportant un dessin en relief sur une ou deux faces, obtenu en faisant passer la feuille de verre entre des rouleaux texturés durant le processus de fabrication.

Une ligne de fabrication de verre imprimé (parfois appelé coulé) est proche d'une ligne float, si ce n'est que le flottage sur un bain d'étain est remplacé par un formage entre 2 rouleaux.

**Principales gammes AGC :** Imagin, Oltreluce.

### 3.8 VERRE ARMÉ (EN 572-1 et 6)

Verre imprimé dans lequel un treillis de fils métalliques est incorporé juste avant le formage. L'armature a pour but de maintenir les morceaux de verre en place en cas de bris mais améliore également la résistance mécanique. Ce n'est pas un verre de sécurité.

**Principales gammes AGC :** Imagin armé (wired).

### 3.9 VERRE ARMÉ POLI DE SÉCURITÉ (EN 572-1 et 3)

Le verre armé poli de sécurité est un verre armé et imprimé avec un très léger dessin. Ce dessin est ensuite adouci et poli de manière à obtenir la transparence et la clarté d'un float.

**Principale gamme AGC :** verre armé poli (voir Imagin wired). Il est classé 3B3 en 7 mm (anti-blessures, anti-éclats).

### 3.10 VERRE DÉPOLI ACIDE

L'acide attaque la surface du verre et lui confère un aspect mat translucide et un toucher lisse et mat. Il a la même résistance mécanique que le verre de base.

**Principales gammes AGC :** Matelux, Matobel One Side, Matelac, Matelac T.

### 3.11 VITRAGE ISOLANT (EN 1279-1 à 6)

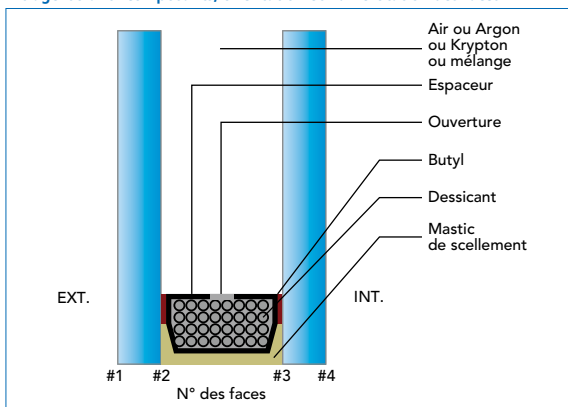
Vitrage isolant scellé sur son périmètre et constitué de deux (double vitrage) ou trois (triple vitrage) feuilles de verre séparées par un/des espaceur(s) remplis d'air déshydraté ou de gaz (argon ou krypton ou mélange).

Il est possible de combiner l'isolation thermique du vitrage isolant à des fonctions de contrôle solaire, d'isolation acoustique ou de sécurité en utilisant les produits verriers adéquats comme composants du vitrage isolant.

De plus, les vitrages isolants sont fabriqués à la demande avec des intercalaires dits "warm-edge" qui limitent les échanges thermiques en périphérie.

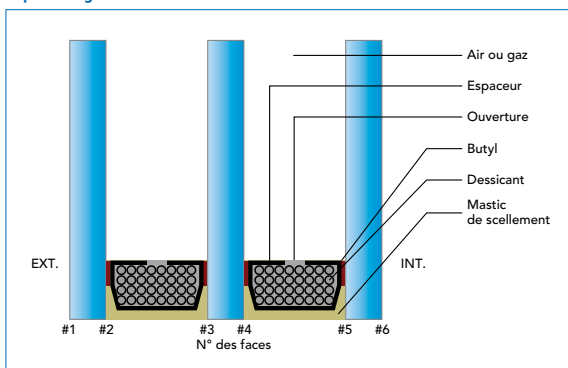
La codification habituelle des surfaces en double et triple vitrage est donnée ci-après.

### Vitrage isolant : composants, orientation et numérotation des faces



Principale gamme AGC : Thermobel.

### Triple vitrage



Principale gamme AGC : Thermobel TG.

### ▼ Vitrage isolant avec stores intégrés

Les stores sont intégrés entre deux feuilles de verre.

Principale gamme AGC : Thermobel Store.

### 3.12 VERRE TRAITÉ THERMIQUEMENT (EN 1863, EN 12150, EN 14179)

#### ▼ Verre durci (EN 1863-1)

Verre qui a subi un traitement thermique consistant à le réchauffer à environ 650°C puis à le refroidir de manière contrôlée par jets d'air, plus lentement que dans le cas du verre trempé thermiquement. De la sorte, une contrainte superficielle permanente en compression est induite dans le verre, ce qui lui procure une résistance accrue aux contraintes mécaniques et thermiques et des caractéristiques de fragmentation prescrites.

En cas de bris, le verre durci se casse en grands morceaux coupants comme le float et n'est dès lors pas considéré comme un produit verrier de sécurité.

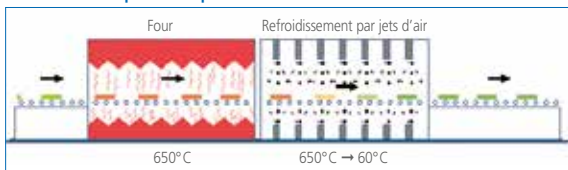
Le verre durci ne nécessite pas de traitement Heat Soak.

Principale gamme AGC : verre durci.

#### ▼ Verre de sécurité trempé thermiquement (EN 12150-1)

Verre qui a subi un traitement thermique consistant à le réchauffer à environ 600°C puis à le refroidir rapidement.

##### Procédé de trempé thermique



Une contrainte superficielle permanente en compression est dès lors induite dans le verre. Ceci lui procure une résistance accrue aux contraintes mécaniques et thermiques et des caractéristiques de fragmentation prescrites. En cas de bris, le verre se fragmente en morceaux peu coupants et plus petits que le verre recuit, ce qui limite les risques de coupure. Le verre trempé est dès lors considéré comme un verre de sécurité offrant une protection contre les blessures pour certaines applications (cabines de douches, cloisons, etc.).

Principale gamme AGC : verre Securit de sécurité trempé thermiquement.



### ▼ Verre de sécurité trempé thermiquement et testé Heat Soak (EN 14179-1)

Un traitement thermique supplémentaire est appliqué au verre trempé afin d'éliminer au maximum les éventuelles inclusions de soufre de nickel non stables, empêchant ainsi les ruptures spontanées.

Principale gamme AGC : verre Securit de sécurité trempé thermiquement et testé Heat Soak ; verre Structaflex, de haute résistance à la flexion et spécialement fabriqué pour les applications structurelles.

## 3.13 ÉMAILLAGE

### ▼ Verre émaillé (EN 1863-1, EN 12150-1, EN 14179-1)

Verre recouvert sur toute sa surface d'une couche d'émail et vitrifié durant le traitement thermique. Le verre émaillé est très souvent utilisé en allège

Principales gammes AGC : Colorbel, Lacobel T, Matelac T.

### ▼ Verre sérigraphié (EN 1863-1, EN 12150-1, EN 14179-1)

Procédé apparenté à l'émaillage qui consiste à déposer un émail sur une partie d'un verre au travers d'un écran ou par impression numérique et à le vitrifier par une opération de trempe ou de durcissement.

Principale gamme AGC : Artlite, Artlite Digital.

## 3.14 PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ AU BÂTI

Constitué de cellules photovoltaïques encapsulées dans un vitrage feuilleté de sécurité.

En mêlant le matériau verre à des cellules photovoltaïques, AGC combine le design architectural à la production d'électricité.

Les modules photovoltaïques BIPV d'AGC répondent aux exigences esthétiques et fonctionnelles nécessaires à leur parfaite intégration dans les bâtiments. Ils sont utilisés en lieu et place des matériaux conventionnels et satisfont à la fois aux normes relatives aux produits du bâtiment et aux produits photovoltaïques. Chaque module BIPV d'AGC est fabriqué sur mesure et ainsi adaptable à chaque projet.

Ce produit offre aux architectes une multitude de possibilités intégrant la production d'électricité à des façades, verrières, brise-soleil, balustrades, ventelles, allèges, etc.

L'assemblage est réalisé entre deux feuilles de verre trempé, le verre extérieur étant un verre extra-clair afin de maximiser la production d'électricité. La face intérieure peut, quant à elle, être un verre clair, extra-clair, coloré, sérigraphié ou de tout autre type.

Les modules BIPV peuvent être assemblés en vitrage isolant (Thermobel) afin d'offrir l'isolation thermique nécessaire.

La mise en œuvre des modules BIPV d'AGC améliore la performance énergétique du bâtiment et renforce son image environnementale.

**Principale gamme AGC :** SunEwat XL, Thermobel SunEwat XL.

### 3.15 VERRE RÉSISTANT AU FEU

**Principales gammes AGC :**

- > **Pyrobel - Pyrobelite** : verres résistants au feu composés de deux ou plusieurs intercalaires intumescent qui se dilatent en cas d'incendie.
- > **Pyropane** : verre de sécurité trempé thermiquement et résistant au feu.

Ces vitrages sont assemblés le cas échéant en vitrage isolant pour répondre aux exigences courantes dans les bâtiments d'aujourd'hui.

### 3.16 VERRE AVEC LEDS

Glassiled offre une nouvelle dimension à la créativité, grâce à l'intégration de LEDs (Light-emitting diodes) dans un verre feuilleté de sécurité ou un vitrage isolant.

Monochromes ou RGB (Red, Green, Blue), les LEDs sont alimentées grâce à une couche conductrice transparente haute performance. La vision n'est pas obstruée et le verre conserve sa fonction première : la transparence. Et quand vous le souhaitez, votre support s'illumine et se transforme selon vos envies.

**Principales gammes AGC :** Glassiled Motion, Glassiled Sign, Glassiled Uni.

### 3.17 VERRE BOMBÉ (EN ISO 11485-1 ET -2)

Verre auquel on donne, par déformation à chaud, la courbure du moule sur lequel il repose.

#### Procédé de bombage du verre



Il peut comporter une couche faiblement émissive ou de contrôle solaire.

Il est conforme à *EN ISO 11485-1* et *EN ISO 11485-2*.

**Principale gamme AGC :** verre bombé recuit simple ou feuilleté, vitrage isolant Thermobel.

### 3.18 VERRE FACILE À NETTOYER

Verre float recouvert d'une couche pyrolytique très résistante et invisible, qui, activée par le rayonnement UV, détruit les dépôts organiques. Ceux-ci seront emportés par la pluie.

**Principale gamme AGC :** Planibel Easy Clear, Planibel Easy Blue.





# — III — Choix d'un vitrage

## 1 Façades et toitures

- 1.1 Les étapes du choix d'un vitrage
- 1.2 Applications en façade et verrières

## 2 Le verre décoratif

- 2.1 Type d'application
- 2.2 Installation
- 2.3 Aspect

# — 1 —

## FAÇADES ET TOITURES



Torre Iberdrola - Bilbao, Espagne - Architecte : César Pelli - Stopray Vision-60<sup>T</sup>

# 1.1 – Les étapes du choix d'un vitrage

Pour spécifier sa composition, il convient de prendre en considération plusieurs facteurs tels que la stabilité mécanique, les propriétés lumineuses et énergétiques, l'isolation thermique, le degré de luminosité et de contrôle solaire, la couleur, les performances acoustiques, les exigences de sécurité, etc. La pertinence de chacun de ces différents points dépend du type de bâtiment (résidentiel, commercial, public), des applications verrières et des fonctions requises. Il peut être pertinent de débiter l'analyse par l'exigence la plus contraignante, par exemple, en matière acoustique ou de sécurité des biens ou des personnes. La résistance mécanique devra être vérifiée ensuite.

Différentes fonctions (isolation thermique, contrôle solaire, sécurité, isolation acoustique, décoration) peuvent être combinées dans un même vitrage en intégrant plusieurs vitrages, offrant chacun des fonctions, avantages et caractéristiques particuliers.

## 1.1.1 RÉSISTANCE MÉCANIQUE

La composition minimale de verre requise est déterminée par un calcul mécanique basé sur les charges spécifiées. Ces charges sont définies dans les normes nationales ou européennes (par ex. Eurocode). Pour le verre, cela concerne principalement la charge du vent, le poids propre du verre (pour des applications inclinées), la charge de neige, les charges d'exploitation, les charges linéaires, concentrées, ou d'impact. Des charges spécifiques peuvent être définies pour chaque projet.

L'épaisseur du verre doit être déterminée selon les normes locales si elles existent ou en utilisant un logiciel basé sur la méthode des éléments finis. Le comportement après rupture peut également être intégré à l'analyse. La conception est souvent complexe et peut nécessiter la connaissance des technologies disponibles. Elle devrait donc être confiée à un spécialiste dans le domaine du verre.

Les informations nécessaires sont généralement :

- > type de verre et dimensions des éléments ;
- > norme en vigueur pour la détermination des charges ;
- > norme de référence pour le calcul ;
- > position (verticale, horizontale ou inclinée, pente et localisation) ;
- > dimensions du bâtiment (hauteur) ;
- > hauteur d'installation et position sur la façade ou la toiture, ou en intérieur ;
- > type d'installation (feuillure, presseurs ponctuels, VEA, collage, etc.) ;
- > environnement autour du bâtiment (au bord de la mer, dans une zone rurale, dans une ville, etc...).

### 1.1.2 PERFORMANCES ACOUSTIQUES

La composition du verre (qu'il s'agisse d'un verre simple, feuilleté de sécurité ou isolant) doit tenir compte des exigences en matière de performances et de confort acoustiques.

Les exigences en matière de performances acoustiques auront un impact sur la structure du verre car une amélioration sur ce plan nécessite généralement un verre plus massif, et donc plus épais. Pour des niveaux élevés de performances acoustiques, la composition du verre est caractérisée par :

- > une masse de verre plus importante ;
- > l'utilisation de verre feuilleté de sécurité, éventuellement avec un intercalaire acoustique PVB ;
- > l'utilisation de verre isolant avec :
  - une structure asymétrique,
  - une plus grande cavité,
  - un verre feuilleté de sécurité (voir p. 72).



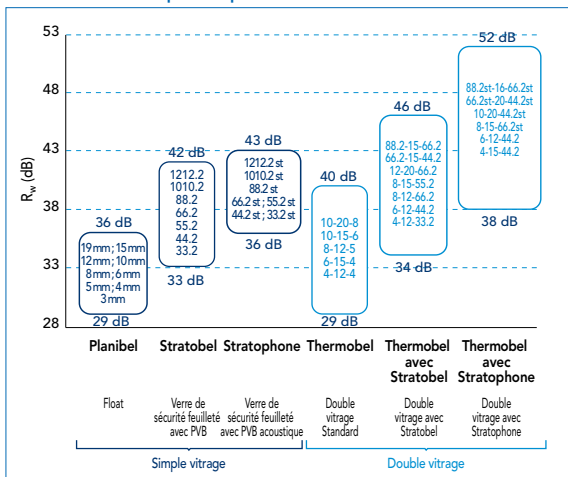
Les niveaux de performance acoustique se traduisent au travers de l'indice  $R_w$  ( $C$ ;  $C_{tr}$ ), exprimé en décibels (dB), de la façon suivante.

- >  $R_w$  est utilisé pour classer les produits les uns par rapport aux autres.
- > L'indice  $R_w + C$  détermine le niveau d'isolation acoustique d'un élément particulier pour des bruits comportant une prédominance de hautes et moyennes fréquences.
- > L'indice  $R_w + C_{tr}$  détermine le niveau d'isolation acoustique d'un produit pour des bruits comportant une prédominance de basses et moyennes fréquences (bruit routier).

Le tableau ci-après montre les performances que l'on peut atteindre, en vitrage monolithique et en vitrage isolant (double et triple vitrage) à l'aide de Planibel, Stratobel et Stratophone.

*Veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) pour d'autres valeurs disponibles et mises à jour.*

#### Performances acoustiques des produits verriers



### 1.1.3 EXIGENCES EN MATIÈRE DE PROPRIÉTÉS LUMINEUSES ET ÉNERGÉTIQUES

Les exigences peuvent être régies par voie réglementaire. Elles tiennent compte des performances énergétiques globales du bâtiment en conception neuve ou grosse rénovation. En rénovation, notamment pour l'habitat, il convient d'être attentif aux éléments spécifiques au bâtiment : orientation des façades, pourcentage de verre en façade et toiture, finition intérieure, etc...

Les propriétés énergétiques et lumineuses de la baie vitrée doivent, le cas échéant, tenir compte du châssis (type et couleur), de la présence de protections solaires, intérieures ou extérieures, ou de dispositions architecturales qui affectent les valeurs résultant des seuls vitrages.

#### ▼ Propriétés lumineuses

La transmission lumineuse détermine le niveau de confort visuel et lumineux pour les occupants. Elle peut réduire le coût d'éclairage. La réflexion lumineuse détermine l'esthétique visuelle du bâtiment, l'aspect réfléchissant pouvant être élevé, moyen ou faible vu de l'extérieur.

#### ▼ Performances énergétiques et thermiques

Le facteur solaire qui détermine les gains de chaleur solaire, constitue une première propriété énergétique clé. Elle joue un rôle important dans l'évaluation du confort thermique dans des conditions estivales et hivernales.

L'isolation thermique  $U_g$ , qui indique le flux énergétique au travers de l'élément verrier est une propriété énergétique clé. Elle est importante pour établir le bilan énergétique entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment.

Le facteur solaire et la valeur  $U_g$  permettent tous deux de déterminer les besoins énergétiques nécessaires au chauffage, à la climatisation et à la ventilation.

A mesure que l'on prend conscience de la nécessité de réduire la consommation énergétique dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et publics, les réglementations se font plus strictes. Celles-ci constituent un moteur incitant à l'installation de vitrage isolant haute performance.

La plupart des réglementations thermiques nationales stipulent des niveaux de performance pour la fenêtre (valeur  $U_w$ ) plutôt que pour le vitrage seul (valeur  $U_g$ ).

> Applications résidentielles.

- Le double vitrage à couches basse émissivité est à présent considéré en Europe comme un minimum. Le triple vitrage, s'impose comme la solution standard dans un nombre croissant de pays.

Pour les applications résidentielles, les vitrages isolants (commercialisés par AGC sous la marque Thermobel) sont généralement dotés de couches basse émissivité (Low E) afin d'offrir une isolation thermique accrue, une grande quantité de lumière et des gains solaires.



En fonction des applications, d'autres fonctions peuvent également s'avérer nécessaires, telles que le contrôle solaire ou les propriétés anti-condensation.



> Bâtiments tertiaires. On utilise généralement des vitrages isolants à couches de contrôle solaire :



- le vitrage à couches Stopray ou ipasol permet d'atteindre une valeur  $U_g$  de  $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  ;
- le vitrage à couches Sunergy permet d'atteindre une valeur  $U_g$  de  $1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  ;
- le vitrage à couches Stopsol n'a pas d'influence sur l'isolation thermique et permet d'atteindre, comme le double vitrage sans couches, une valeur  $U_g$  de  $2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  ;
- le vitrage à couches Sunergy ou Stopsol, assemblé en double vitrage avec un vitrage à couche iplus Advanced 1.0, permet également d'atteindre une valeur  $U_g$  de  $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

## ▼ Thermobel LOW-E

Vitrages à isolation thermique combinant esthétique neutre et transmission lumineuse élevée.

Doubles vitrages isolants - 4/15/4 (Argon 90%)											
			Nom du produit	Type et position de la couche	Couleur	Performances lumineuses			Performances énergétiques		Valeur Ug (W/m²K)
						$\tau_v$ (%)	$\rho_{v,ext}$ (%)	$\rho_{v,int}$ (%)	AE (%)	g (%)	
-	✓		Thermobel Top	iplus Top 1.1 sur Clearlite pos.2	Neutre	82	12	12	15	61	1,1
-	✓		Thermobel Top	iplus Top 1.1 sur Clearlite pos.3	Neutre	82	12	12	14	64	1,1
-	✓		Thermobel Top <sup>T</sup>	iplus Top 1.1 <sup>T</sup> sur Clearlite pos.3	Neutre	83	12	12	12	66	1,1
-	✓		Thermobel Advanced	iplus Advanced 1.0 sur Clearlite pos.2	Neutre	78	16	15	15	52	1,0
-	✓		Thermobel Advanced	iplus Advanced 1.0 sur Clearlite pos.3	Neutre	78	15	16	14	57	1,0
-	✓		Thermobel Advanced <sup>T</sup>	iplus Advanced 1.0 <sup>T</sup> sur Clearlite pos.3	Neutre	82	13	14	12	62	1,0
✓	✓		Thermobel Energy <sup>N</sup>	iplus Energy <sup>N</sup> sur Clearlite pos.2	Neutre	74	12	14	23	41	1,0
✓	✓		Thermobel Energy <sup>NIT</sup>	iplus Energy <sup>NIT</sup> sur Clearlite pos.2	Neutre	74	12	14	20	42	1,0
-	✓		iplus 0.9 - Façade	iPlus Advanced 1.0 position 2 & iPlanibel GFast position 4	Neutre	70	18	17	19	50	0,9
-	✓		iplus 0.9 - Acotherm	iPlus Advanced 1.0 position 2 & iPlanibel GFast position 4	Neutre	70	18	17	19	50	1,0

Doubles vitrages super-isolants - 4/10/4 (AGC Gas Mix) non certifié en France										
		Nom du produit	Type et position de la couche	Couleur	Performances lumineuses			Performances énergétiques		Valeur U <sub>g</sub> (W/m²K)
					τ <sub>v</sub> (%)	ρ <sub>v ext</sub> (%)	ρ <sub>v int</sub> (%)	AE (%)	g (%)	
-	✓	Thermobel Advanced 0.9	iplus Advanced 1.0 sur Clearlite pos.2	Neutre	78	16	15	15	52	0,9
-	✓	Thermobel Advanced 0.9	iplus Advanced 1.0 sur Clearlite pos.3	Neutre	78	15	16	14	57	0,9
✓	✓	Thermobel Advanced 0.8	iplus Advanced 1.0 sur Clearlite pos.2 & iplus AF pos. 4	Neutre	73	19	19	16	50	0,8

Triples vitrages isolants - 4/15/4/15/4 (Argon 90%)									
			Nom du produit	Type et position de la couche	Couleur	Performances lumineuses			Valeur $U_g$ (W/m²·K)
						$\tau_v$ (%)	$\rho_{v,ext}$ (%)	$\rho_{v,int}$ (%)	
-	✓	✓	Thermobel TG Top	iplus Top 1.1 sur Clearlite pos.2 & pos.5	Neutre	75	16	16	0,6
-	✓	✓	Thermobel TG Advanced	iplus Advanced 1.0 sur Clearlite pos.2 & pos.5	Neutre	68	21	21	0,6
-	✓	✓	Thermobel TG LS	iplus LS pos.2 & pos.5	Neutre	75	17	17	0,7
-	✓	✓	Thermobel TG LS	iplus LS pos.3 & pos.5	Neutre	74	17	17	0,7
Triples vitrages isolants avec contrôle solaire - 4/15/4/15/4 (Argon 90%)									
✓	✓	✓	Thermobel TG Energy <sup>N</sup>	iplus Energy <sup>N</sup> sur Clearlite pos.2 & iplus Top 1.1 sur Clearlite pos.5	Neutre	68	15	17	0,6
✓	✓	✓	Thermobel TG Stopray Vision-51	Stopray Vision-51 pos.2 & iplus Top 1.1 sur Clearlite pos.5	Neutre	47	16	18	0,6

## ▼ Facteurs clés dans le choix d'un vitrage de contrôle solaire

Les paramètres à examiner sont :

- > le facteur solaire (FS ou  $g$ ),
- > l'isolation thermique ( $U_g$ ),
- > la transmission lumineuse (TL ou  $\tau_v$ ),
- > la réflexion lumineuse extérieure (RL ou  $\rho_v$ ).

L'énergie totale utilisée pour le chauffage, la climatisation et la ventilation sera déterminée dans une large mesure par le facteur solaire et la valeur  $U_g$  du verre choisi pour l'enveloppe du bâtiment. Le facteur solaire indiquera l'apport en chaleur solaire en été ou en hiver.

La TL va déterminer la quantité de lumière naturelle, le confort visuel (risque d'éblouissement) et le type d'éclairage.

La réflexion lumineuse (transparence ou effet miroir) et la couleur sont des critères esthétiques.

Ces données ne sont pas indépendantes les unes des autres et le choix de certaines valeurs limite les autres.

Les performances solaires et lumineuses sont obtenues à l'aide de verres colorés ou de verres à couches, ces derniers permettant d'obtenir les meilleures performances.

AGC dispose de deux technologies de dépôt de couches :

- > couches pyrolytiques : Stopsol et Sunergy,
- > couches magnétron : ipasol, Stopray.

Dans certains cas, des verres sérigraphiés, des verres feuilletés à couches ou des verres à intercalaires colorés permettent également d'assurer le contrôle solaire ou visuel.

Il convient de vérifier l'épaisseur disponible par type de couche.

*L'outil "Product Finder" sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) permet à l'utilisateur de choisir le produit le mieux adapté.*

## ▼ Stopray - ipasol

Verre à couche magnétron, offrant isolation thermique et contrôle solaire.

Double vitrage 6/16/4 (Argon 90%)									
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)					EN 673	Trempe / Bombage
			$\tau_v$ (%)	g (%)	$\rho_v$ ext (%)	$\rho_v$ int (%)	AE (%)		
Stopray Vision-72 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	72	38	13	15	26	1.0	Oui
Stopray Vision-60 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	62	30	13	15	35	1.0	Oui
Stopray Vision-61 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	61	33	13	13	34	1.0	Oui
Stopray Vision-51 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	51	27	14	14	39	1.0	Oui
Stopray Vision-40 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	40	21	19	15	39	1.0	Oui
Stopray Vision-72	#2	Neutre	72	38	13	15	26	1.0	Non
Stopray Vision-60	#2	Neutre	61	35	15	18	37	1.0	Non
Stopray Vision-61	#2	Neutre	61	33	13	13	34	1.0	Non
Stopray Vision-51	#2	Neutre	51	27	14	14	39	1.0	Non
Stopray Ultraselect-50 on Clearvision	#2	Neutre	51	24	20	13	30	1.0	Non
Stopray Silverflex(3)	#2	Neutre	44	27	48	46	21	1.0	Oui
Stopray Vision-40	#2	Neutre	40	21	19	15	39	1.0	Non
(1) Valeurs identiques pour un espaceur de 15 à 16 mm. (2) Ce produit doit toujours être trempé pour atteindre ses performances finales. Il ne peut être utilisé recuit. (3) Stopray Silverflex peut être utilisé en version trempée ou non trempée avec les mêmes performances.									



Double vitrage 6/16/4 (Argon 90%)										
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)				EN 673		Trempe / Bombage	Couche sur verre trempé
			$\tau_v$ (%)	g (%)	$\rho_v$ ext (%)	$\rho_v$ int (%)	AE (%)	Valeur $U_g$ (W/m <sup>2</sup> K) (1)		
Stopray Lime-61 <sup>†</sup> (2)	#2	Vert	60	31	10	13	64	1.0	Oui	Oui
Stopray Vision-50 <sup>†</sup> (2)	#2	Neutre	50	30	17	22	39	1.0	Oui	Oui
Stopray Indigo-48 <sup>†</sup> (2)	#2	Dark blue	47	27	8	13	67	1.0	Oui	Oui
Stopray Vision-36 <sup>†</sup> (2)	#2	Neutre	36	21	31	34	40	1.0	Oui	Oui
Stopray Titanium-37 <sup>†</sup> (2)	#2	Gris	36	24	6	12	64	1.0	Oui	Oui
Ipasol Neutral 70/37	#2	Neutre	70	37	12	15	29	1.0	Non	Oui
Ipasol Neutral 69/37	#2	Neutre	69	37	12	13	31	1.0	Non	Oui
Ipasol Ultraselct 69/29	#2	Neutre	62	29	10	11	32	1.0	Non	Oui
Stopray Ultra-60	#2	Neutre	60	28	13	14	38	1.0	Non	Oui
Ipasol Light grey 60/33	#2	Neutre	60	33	10	11	35	1.0	Non	Oui
Stopray Silverflex (3)	#2	Neutre	44	27	48	46	21	1.0	Oui	Oui

(1) Valeurs identiques pour un espaceur de 15 à 16 mm.

(2) Ce produit doit toujours être trempé pour atteindre ses performances finales. Il ne peut être utilisé recuit.

(3) Stopray Silverflex peut être utilisé en version trempée ou non trempée avec les mêmes performances.

Double vitrage 6/16/4 (Argon 90%)												
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)				EN 673	Trempe / Bombage	Couche sur verre trempé	Emargeage	Durée de stockage	
			$\tau_v$ (%)	g (%)	$\rho_v$ ext (%)	$\rho_v$ int (%)						AE (%)
Stopray Vision-50	#2	Neutre	50	28	19	22	41	1.0	Non	Oui	Oui	3 mois
Ipsol Neutral 50/27	#2	Neutre	50	27	9	11	48	1.1	Non	Oui	Oui	3 mois
Ipsol Platin 47/29	#2	Gris-argent	47	30	40	30	30	1.1	Non	Oui	Oui	3 mois
Stopray Silverflex (3)	#2	Neutre	44	27	48	46	21	1.0	Oui	Non	Oui	3 mois
Ipsol Shine 40/22	#2	Bleu	40	22	16	12	54	1.1	Non	Oui	Oui	3 mois
Ipsol Sky 30/17	#2	Bleu	30	17	18	11	63	1.1	Non	Oui	Oui	3 mois
Ipsol Platin 25/17	#2	Gris-argent	25	17	64	34	20	1.1	Non	Oui	Oui	3 mois
Stopray Smart 51/33	#2	Neutre	51	33	25	18	39	1.1	Oui	Non	Non (6)	9 mois
Stopray Smart 30/20	#2	Neutre bleuté	30	21	28	15	51	1.1	Oui	Non	Non (6)	9 mois

(1) Valeurs identiques pour un espaceur de 15 à 16 mm.

(3) Stopray Silverflex peut être utilisé en version trempée ou non trempée avec les mêmes performances.

(6) Merci de suivre les instructions de transformation détaillées dans le "Stopray Smart Processing Guide" et le "Stopray Smart Sealant Compatibility Guide" disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

Triple vitrage 6/16/4/14/4 (Couche en #2 - Clearvision - i-plus Top 1.1 sur Clearlite en #5 - Argon 90%) (5)													
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)					EN 673		Trempe / Bombage	Couche sur verre trempé	Emargeage	Durée de stockage
			$\tau_v$ (%)	g (%)	$\rho_v$ ext (%)	$\rho_v$ int (%)	AE (%)	Valeur $U_g$ (W/m²K) (1)					
Stopray Vision-72 <sup>2</sup> (2)	#2	Neutre	66	35	16	18	28	0.6	Oui	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-60 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	57	28	15	18	37	0.6	Oui	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-61 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	56	31	15	17	36	0.6	Oui	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-51 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	47	25	16	18	41	0.6	Oui	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-40 <sup>1</sup> (2)	#2	Neutre	37	19	20	19	40	0.6	Oui	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-72	#2	Neutre	66	35	16	18	28	0.6	Non	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-61	#2	Neutre	56	31	15	17	36	0.6	Non	Non	Oui	3 mois	
Stopray Vision-51	#2	Neutre	47	25	16	18	41	0.6	Non	Non	Oui	3 mois	
Stopray Ultraselect-50 on Clearvision	#2	Neutre	47	23	22	17	32	0.6	Non	Oui	Oui	3 mois	
Stopray Vision-40	#2	Neutre	37	19	20	19	40	0.6	Non	Non	Oui	3 mois	

(1) Valeurs identiques pour un espaceur de 15 à 16 mm.

(2) Ce produit doit toujours être trempé pour atteindre ses performances finales. Il ne peut être utilisé recuit.

(5) Dans le cadre de la certification CEKAL, le taux de remplissage à prendre en compte est 85% d'Argon.

(1) Valeurs identiques pour un espaceur de 15 à 16 mm.

(2) Ce produit doit toujours être trempé pour atteindre ses performances finales. Il ne peut être utilisé recuit.

(5) Dans le cadre de la certification CEKAL, le taux de remplissage à prendre en compte est 85% d'Argon.

D'autres performances peuvent être obtenues en faisant varier les épaisseurs de verre, principalement dans le cas de verres colorés.  
*Ces performances peuvent être consultées dans le Glass Configurator sur [www.agc-younglass.com](http://www.agc-younglass.com).*

## ▼ Stopsol

Verre à couche réfléchissante, à contrôle solaire.

Double vitrage 6/16/4 (plus Advanced 1.0 on Clearlite en #3 - Argon 90%)										
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)					EN 673		Durée de stockage
			$\tau_v$ (%)	g (%)	$\rho_v$ ext (%)	$\rho_v$ int (%)	AE (%)	Valeur $U_g$ (W/m <sup>2</sup> K) (1)	Trempe / Bombage	
Stopsol Classic Clear	#2	Neutre	33	29	28	36	41	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Classic Grey	#2	Gris	16	18	10	35	72	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Classic Green	#2	Vert	27	18	20	36	73	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Classic Bronze	#2	Bronze	19	19	12	35	68	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Supersilver Clear	#2	Neutre	55	42	37	36	22	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Supersilver Grey	#2	Gris	26	24	12	36	65	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Supersilver Green	#2	Vert	45	27	26	36	62	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Supersilver Dark Blue	#2	Dark Blue	35	24	18	36	65	1.0	Oui	Illimitée
Stopsol Supersilver PrivaBlue	#2	Intense Blue	23	16	8	28	82	1.0	Oui	Illimitée

## ▼ ipasol Bright

Verre à couche réfléchissante, à contrôle solaire.

Double vitrage 6/16/4 (plus Advanced 1.0 on Clearlite en #3 - Argon 90%)										
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)				EN 673		Trempe / Bombage	Couche sur verre trempé
			$\tau_v$ (%)	g (%)	$\rho_v$ ext (%)	$\rho_v$ int (%)	AE (%)	Valeur $U_g$ (W/m <sup>2</sup> K) (1)		
ipasol Bright Neutral	#2	Neutre	55	42	36	36	24	1.0	Oui	Non
ipasol Bright White	#2	Neutre	57	45	38	36	12	1.0	Oui	Non
										Durée de stockage
										3 mois
										3 mois

## ▼ Sunergy

Verre neutre à couche pyrolytique, offrant contrôle solaire et bonne isolation thermique.

Double vitrage 6/16/4 (Iplus Advanced 1.0 on Clearlite en #3 - Argon 90%)												
Nom du produit	Position couche	Couleur	EN 410 (2011)					EN 673	Trempe / Bombage	Couche sur verre trempé	Emargeage	Durée de stockage
			τ <sub>v</sub> (%)	g (%)	ρ <sub>v</sub> ext (%)	ρ <sub>v</sub> int (%)	AE (%)					
Sunergy Clear	#2	Neutre	58	41	13	18	48	1.0	Oui	N/A	Non	Illimitée
Sunergy Green	#2	Vert	48	28	10	17	69	1.0	Oui	N/A	Non	Illimitée
Sunergy Azur	#2	Light Blue	48	30	10	17	66	1.0	Oui	N/A	Non	Illimitée
Sunergy Dark Blue	#2	Dark Blue	35	24	8	17	74	1.0	Oui	N/A	Non	Illimitée
Sunergy Grey	#2	Gris	29	24	6	17	72	1.0	Oui	N/A	Non	Illimitée

## ▼ Couleur

La couleur constitue généralement un facteur décisif lors du choix du type de vitrage approprié (verre coloré, verre à couches, etc.). Dans les applications résidentielles, la tendance est à des solutions neutres et transparentes. Pour les bâtiments commerciaux et publics, de nombreuses couleurs sont disponibles. Des échantillons, l' "Architectural Glass Visualiser", des maquettes ou encore le Glass Shuttle d'AGC peuvent aider à se décider pour une couleur ou une teinte donnée. Dans des façades rideaux, un choix judicieux d'allège, s'harmonisant ou donnant le contraste recherché avec le vitrage de vision, est nécessaire.

### 1.1.4 ASSURER LA SÉCURITÉ

Les spécifications et évaluations liées à la sécurité (risque de blessure, protection contre les chutes, résistance à l'effraction, protection contre les armes à feu, les explosions et l'incendie, etc.) doivent faire l'objet d'un examen attentif et le vitrage de sécurité doit être choisi en fonction des performances requises. L'utilisation de verre de sécurité trempé thermiquement ou feuilleté s'impose. Le niveau de sécurité offert par les différents types de verre de sécurité est défini par des tests réalisés afin de les classer en fonction de plusieurs critères (impact, effraction, résistance aux balles, résistance aux explosions) et de leur application :

	Normes	Verre de sécurité trempé thermiquement Securit	Verre feuilleté		Pyrobel EG	Stratobel Strong Stratobel EVA Stratobel SG
			Stratobel PVB	Stratophone PVB		
Résistance à l'impact et prévention des accidents	EN 12600	✓	✓	✓	✓	✓
Protection contre la défenestration	EN 12600		✓	✓	✓	✓
Résistance à l'effraction	EN 356		✓	✓		
Résistance aux balles	EN 1063		✓			
Résistance aux explosions	EN 13541		✓			

En termes de sécurité, Stratobel et Stratophone offrent les mêmes performances.

*Un vitrage isolant avec un seul composant feuilleté de sécurité offre une protection contre les chocs et les blessures du côté feuilleté uniquement.*

Voici quelques exemples tels qu'appliqués dans la plupart des pays.

- > Dans le cas de vitrages en toiture, le verre feuilleté en sous-face est indispensable pour protéger les personnes se trouvant sous la fenêtre contre le risque de blessures par éclats détachés, notamment à la suite d'objets extérieurs tombant sur celui-ci.
- > Pour des fenêtres allant jusqu'au sol, il peut exister un risque de chute de personne en cas de choc et de bris de verre. Seul un verre feuilleté offre une protection satisfaisante contre la défenestration (classement 1B1).
- > En ce qui concerne les vitrines de magasins ou les vitrages en résidentiel, en fonction de la valeur et de la taille des objets à protéger, un verre feuilleté de composition adaptée offre une protection contre l'effraction et le vol (classement P5A à P8B).

*Remarque : le niveau de performance de la menuiserie et de la quincaillerie doit être équivalent à celui du vitrage pour obtenir des prestations adéquates. Des normes de classification permettent de faire le bon choix.*

### 1.1.5 ASSURER LA RÉSISTANCE AU FEU

Le niveau requis de protection contre l'incendie est spécifié par les réglementations nationales en matière de construction à l'issue d'une évaluation des risques basée sur les caractéristiques du bâtiment et la localisation de l'élément devant résister au feu (façade, cloisons, cages d'escalier, etc...).

Pour certaines applications telles que les portes, les verres situés à proximité du sol ou dans d'autres endroits dangereux, le vitrage résistant au feu doit aussi satisfaire à un classement conformément à la norme [EN 12600](#).



Le vitrage ne constitue qu'une partie de l'élément complet résistant au feu. L'entreprise doit s'assurer que l'ensemble du système résistant au feu répond aux spécifications et normes requises et/ou est approuvé par les autorités compétentes. A cette fin, AGC met à disposition des rapports d'essai officiels et/ou Procès-Verbaux.

L'entreprise est responsable de l'installation du vitrage résistant au feu dans un châssis satisfaisant.

Différents niveaux de performances (E, EW, EI) peuvent être obtenus au moyen de vitrages résistants au feu pendant des durées de 15 mn à 120 mn selon la configuration. Le tableau suivant donne un aperçu de la gamme AGC.

Performances	Verre armé poli	Pyropane	Pyrobel/Pyrobelite
E	✓	✓	✓
EW		✓	✓
EI			✓
DH		✓	

### 1.1.6. FAISABILITÉ

Après avoir déterminé la composition, il convient de vérifier avec AGC la disponibilité du produit, la faisabilité de la production et les conditions de livraison.

*Il est également possible de consulter le catalogue produits sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > outils > Product Catalogue.*

Il faut également être attentif à la manipulation du verre dans le bâtiment (façade, toiture ou mur intérieur).

Il convient de s'assurer que la taille et le poids permettront le transport jusqu'au chantier, une manipulation et une installation en toute sécurité, et de vérifier l'accès pour le nettoyage et la maintenance, ainsi que les aspects pratiques en cas de remplacement, particulièrement lorsque des vitrages lourds ou très grands sont mis en oeuvre.

# 1.2 – Applications en façade et verrières

## 1.2.1 VITRAGE EXTÉRIEUR COLLÉ

La technique de collage VEC permet de coller des éléments verriers (simple vitrage ou vitrage isolant) sur un cadre de mur-rideau à l'aide de colles et mastics. Cette technique permet de maximiser la transparence du bâtiment grâce à la réduction, voire la suppression, des fixations mécaniques.

Les projets VEC doivent faire l'objet d'une étude préliminaire.

Des systèmes de murs-rideaux prévoient la fixation de vitrages isolants par le biais de clames qui viennent se placer dans une gorge ou un profilé U disposé à cet effet par le fabricant de vitrage isolant dans le joint de scellement.

Ces vitrages isolants font l'objet de précautions spécifiques et sont exclusivement à base de mastic silicone. Consulter les filiales AGC pour ces fabrications.

## 1.2.2 ALLÈGES

Les vitrages d'allèges masquent les parties opaques et la structure portante des façades.

Les allèges peuvent être combinées à des vitrages de vision afin de créer des façades «tout verre».

Les allèges peuvent combiner différentes fonctions telles que l'isolation thermique ou acoustique et la protection contre l'incendie.

Les différents types d'allèges sont :

- > **un verre émaillé** : une feuille de float clair, de verre teinté dans la masse ou de verre à couche pyrolytique est utilisée comme substrat avec une couche d'émail et est ensuite trempée ou durcie ;
- > **un vitrage isolant** : composé du même verre que la partie vision pour la face extérieure et d'un verre émaillé pour la face intérieure. Les produits de scellement du vitrage isolant sont en ce cas soumis à des conditions de température qui nuisent à la durabilité. Cette solution n'est généralement pas viable en France ;
- > **un shadow-box** : allège composée d'un vitrage monolithique de vision combiné à un arrière plan opaque (tôle,...) de manière à obtenir une partie opaque en accord avec le bâtiment.

Idéalement, l'épaisseur de l'allège doit être la même que celle du verre extérieur du verre de vision, offrant ainsi une correspondance parfaite en termes de couleur et d'esthétique.

Par défaut, le verre d'allège doit être traité thermiquement (verre de sécurité trempé ou verre durci).

Une étude préliminaire s'avère nécessaire lorsqu'un vitrage isolant ou un vitrage feuilleté est installé en allège. Il convient de vérifier, pour chaque constituant, la température maximale autorisée, fournie par le fabricant.

En effet les forts échauffements peuvent rendre incertaine la durabilité du vitrage isolant et limiter la garantie offerte.

Sont également concernés par ces restrictions les vitrages isolants qui sont partiellement devant des parties opaques (retombées de plafond, poteaux, ...) du fait d'échauffements importants. L'emploi d'un vitrage Thermobel 85° peut apporter une solution fiable.

Les recommandations d'harmonisation de couleurs faites pour chaque produit sont données à titre indicatif. Elles résultent d'examens visant à déterminer la solution optimale, sans que celle-ci soit obligatoirement une correspondance parfaite (harmonie).

Il n'est pas rare qu'un architecte recherche non pas une harmonie totale, mais un certain contraste entre vitrages de vision et allèges.

Certaines combinaisons de vitrages peuvent laisser apparaître des différences plus ou moins marquées en matière de couleur ou de réflexion. Celles-ci sont dues à la nature même des vitrages utilisés, à l'angle de vision, à la nature de l'environnement, aux conditions climatiques, à l'intensité lumineuse du moment, etc.

Pour toutes ces raisons, AGC recommande à ses clients de réaliser des prototypes pour chaque projet et de les visualiser sur chantier pendant la phase de construction pour entériner leur choix. AGC ne peut en aucun cas être tenu responsable du manque d'harmonie de couleur ou de réflexion d'une façade réalisée.

### 1.2.3 FAÇADES TOUT VERRE ET VERRIÈRES

Signature architecturale forte, les façades de type VEA comportent des vitrages simples ou isolants fixés en leurs angles à l'ossature avec des pièces métalliques ponctuelles dédiées.

Les vitrages sont nécessairement trempés ou trempés et feuilletés.

Du fait des larges surfaces vitrées, l'apport de chaleur solaire devra être étudiée et le facteur solaire limité en conséquence selon les principes du §1.1.3.

La gamme des Sunergy en Structura Vision, ou Stopray Vision T / Stopray Ultra T ou Stopray Silverflex en Structura Duo, est particulièrement recommandée.

Les vitrages de toiture sont préférablement prévus avec un vitrage isolant de contrôle solaire apte à réduire l'éblouissement. ipasol et Stopray rendent possibles toutes les combinaisons de transmission de lumière et facteur solaire possibles.

### 1.2.4 BARDAGE VERRIER

Le verre émaillé totalement ou par sérigraphie intervient en matériau de finition sur un système d'isolation par l'extérieur ou sur une paroi aveugle.

Toutes les autres mises en œuvre sont possibles (collage, par-closage, pièces ponctuelles) pour les produits Colorbel ou Artlite ou Lacobel T. Le bardage verrier est une solution durable et ouvre la voie à la couleur.

### 1.2.5 FAÇADES MULTIPLES

Composées de deux «peaux», ces façades sont constituées d'un vitrage extérieur trempé ou feuilleté (gamme Planibel ou Sunergy) séparé de la paroi intérieure en double vitrage par un espace ventilé naturellement ou mécaniquement.

Les performances thermiques et lumineuses sont à étudier au cas par cas.

# — 2 — LE VERRE DÉCORATIF



Hall de réception

Le choix d'un verre décoratif pour un projet architectural est guidé à la fois par des impératifs esthétiques et fonctionnels. Les verres décoratifs d'AGC offrent une solution pour chaque projet.

AGC a mis en place un réseau de transformateurs et installateurs de produits verriers destinés aux aménagements intérieurs sous la marque GLASTETIK.

Quel que soit le client final ou le prescripteur, les architectes, architectes d'intérieur, magasins, bureaux, restaurants, propriétaires de maisons individuelles, les partenaires du réseau GLASTETIK peuvent livrer tout type de verre, pour toute application intérieure, toute quantité, et dans les délais les plus courts, tout en garantissant l'assistance et les conseils techniques d'AGC.

Tous nos vitrages affichent un classement COV réglementaire A+ ou A (polluants volatiles).

*Pour de plus amples informations, vous pouvez consulter le site [www.glastetik.fr](http://www.glastetik.fr).*

## 2.1 TYPE D'APPLICATION

Les produits verriers peuvent être utilisés pour de nombreuses applications.

- > Sols, escaliers.
- > Garde-corps.
- > Revêtements muraux.
- > Cloisons.
- > Mobilier : tant en applications horizontales (tables, étagères, etc.) que verticales (éléments décoratifs ou structuraux).
- > Portes : portes de mobilier, portes coulissantes, portes d'entrée.
- > Miroirs.
- > Autres.

Le type d'application détermine les exigences fonctionnelles et esthétiques du produit verrier.

## 2.2 INSTALLATION

Les produits verriers décoratifs peuvent être mis en oeuvre comme tous les produits verriers par collage, fixation mécanique, serrage, etc.

Il convient de suivre les directives d'installation fournies par AGC.

*Celles-ci peuvent être téléchargées sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).*

*Veuillez consulter le "Guide d'installation des Applications Intérieures du verre" sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) (partie FIX-IN). Il existe également des guides d'installation spécifiques par type de produit, mis à jour régulièrement.*

*La réglementation nationale impose d'utiliser un produit verrier sécurisé dans certaines utilisations. Veuillez nous consulter pour les applications de collage dans les EPR.*

## 2.3 ASPECT

La particularité du matériau verrier réside dans sa possibilité d'être transparent, translucide ou opaque, mat ou brillant, lisse ou à relief, réfléchissant ou pas, clair ou coloré.

Exemples :

	Transparent	Translucide	Opaque
Neutre	Planibel Clearlite, Clearsight, Clearvision, Coloured Stratobel		
Coloré	Planibel Coloured Stratobel Colour	Stratobel Colour (Matelux & PVB colorés) Artlite (Digital)	Stratobel avec PVB opaque ou coloré Lacobel, Lacobel T Colorbel
Réfléchissant	ipasol bright	Stopsol Supersilver	MNGE Black Mirox
Maté		Matelux	Matelac, Matelac T
Imprimé		Stratobel EVA & Création Imagin Oltreluca	



Blue Pavilion - Fiera Del Mare, Gènes, Italie - Architecte : Sandro Carbone - Planibel Clear & Sunergy Clear





# — IV — Gammes et produits

## 1. Float

- 1.1 Introduction
- 1.2 Gamme Float
  - Planibel Clearlite
  - Planibel Clearvision
  - Planibel Linea Azzurra
  - Planibel Coloured
  - Planibel Clearsight
  - Planibel Big Sizes

# 1.1 – Introduction



IBGE/BIM - Bruxelles, Belgique - Architecte : Cepezed bv / Samyn and Partners - Thermobel EnergyN (feuilleté) sur Planibel Clearvision

Planibel est la gamme de verre float haute qualité d'AGC, se prêtant à de multiples transformations destinées aux secteurs de la construction, de la décoration, de l'automobile, de l'high-tech, etc.

Le verre Planibel est produit selon le procédé de fabrication «float», dont AGC a la maîtrise dans ses usines européennes. Le verre transparent présente des faces parfaitement planes et parallèles ainsi qu'une uniformité sur l'ensemble de la surface. La gamme Planibel se décline en :

- > 3 teintes claires et neutres : Clearlite, Clearvision (extra-clair ou hautement transparent) et Linea Azzurra ;
- > 7 couleurs teintées dans la masse : Green, Grey, Bronze, Azur, PrivaBlue, Dark Blue, Dark Grey ;
- > 1 verre antireflet : Planibel Clearlight.

Clearlite est un float à moindre teneur en fer, ce qui lui confère une transmission lumineuse améliorée et une faible absorption énergétique.

La gamme Planibel est composée de produits satisfaisant aux principales normes européennes telles que *EN 572-1 et 2 – Verre dans la construction – Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Partie 1 : Définitions et propriétés physiques et mécaniques générales et Partie 2 : Glace*.

Tous les produits portent le marquage CE conformément à la norme *EN 572-9*.

Le verre float Planibel peut être utilisé en simple vitrage monolithique, en double ou triple vitrage isolant, ainsi qu'en verre feuilleté. Il est par ailleurs compatible avec pratiquement tous les types de transformation du verre.

Le Planibel Clearlight (verre antireflets) n'est, quant à lui, pas trempable.

Le verre float Planibel est un produit respectueux de l'environnement pouvant être intégralement recyclé. Les produits Planibel Clearlite, Clearvision, Coloured et Linea Azzurra, sont labélisés Cradle to Cradle™ Silver.

# Introduction

## Les trois variantes de float Planibel (Linea Azzurra – Clearlite – Clearvision)



## Les sept types de verre coloré Planibel



## 1.2 – Gamme float



Arca Regler GmbH - Düsseldorf, Allemagne - Architecte : AJF Projekt GmbH - Planibel Linea Azzurra

# Planibel Clearlite, Clearvision, Linea Azzurra

## ▼ DESCRIPTION

### Planibel Clearlite



Maison privée - Bruxelles, Belgique - Architecte : E. Bouffioux - Planibel Clearlite

- > Planibel Clearlite est le verre float d'AGC adapté à de multiples applications dans les secteurs de la construction, de la décoration intérieure et, plus largement, de l'automobile et de l'high-tech.

C'est le fruit de la recherche d'AGC. Ce float très clair présente une transmission lumineuse plus élevée et une absorption énergétique réduite.

- > Planibel Clearlite se prête à toutes les transformations possibles : vitrage isolant, verre feuilleté de sécurité, verre trempé, verre émaillé, verre sérigraphié, verre sablé, verre maté à l'acide, verre bombé, etc...

## Planibel Clearvision



Torre Iberdrola - Bilbao, Espagne - Architecte : César Pelli - Planibel Clearvision

- > Planibel Clearvision est un float extra-clair ou hautement transparent, à faible teneur en fer. Planibel Clearvision s'inscrit dans la tendance architecturale actuelle de neutralité, pureté et luminosité.
- > Sa faible teneur en fer donne à ce verre un aspect très transparent, (sans la dominante verte du verre ordinaire), une très haute transmission lumineuse (92%) et une haute transmission énergétique.
- > Un excellent indice de rendu de couleur lui confère un magnifique aspect. Même dans des versions très épaisses, le substrat demeure parfaitement neutre.
- > Tous les procédés de transformation sont possibles : vitrage isolant, verre feuilleté de sécurité, verre trempé, verre émaillé, verre sablé, verre maté à l'acide, verre bombé, etc.
- > Planibel Clearvision peut être utilisé pour des applications diverses en décoration et en façade, ainsi que pour toute application où un gain solaire optimal est recherché.

## Planibel Linea Azzurra



- > Planibel Linea Azzurra est un verre clair disponible en fortes épaisseurs et présentant un aspect unique légèrement bleuté (du 8 au 25 mm).
- > Il est idéal pour les grands espaces vitrés ainsi que pour les créations de qualité en ameublement et décoration.
- > La haute qualité du verre permet une transformation aisée surtout au niveau de la découpe et du bombage.

### ▼ AVANTAGES

- > Une large gamme de verres float neutres et clairs adaptés à une multitude d'applications intérieures et extérieures.
- > Les Planibel Linea Azzurra, Clearlite, Clearvision bénéficient du label Cradle to Cradle Certified™ Silver.



Planibel Linea Azzurra, Clearlite, Clearvision



## ▼ PERFORMANCES

Planibel	Épaisseur (mm)	Lumineuse		Énergétique		Valeur $U_g$ W/(m²K)
		$\tau_v$ (%)	$\rho_v$ (%)	$\tau_e$ (%)	g(%)	
Clearlite	3	91	8	88	89	5.8
	4	90	8	87	88	5.8
	5	90	8	86	87	5.7
	6	90	8	85	86	5.7
	8	90	8	82	85	5.7
	10	88	8	80	83	5.6
	12	87	8	79	82	5.5
Clearvision	3	92	8	1	91	5.8
	4	92	8	1	91	5.8
	5	91	8	2	91	5.7
	6	91	8	2	90	5.7
	8	91	8	3	90	5.6
	10	91	8	3	89	5.6
	12	91	8	4	89	5.5
Linea Azzurra	8	87	8	20	78	5.6
	10	86	8	24	75	5.6
	12	85	8	28	72	5.5
	15	83	8	33	69	5.4
	19	81	7	38	65	5.3
	25	78	7	44	60	5.2





## ▼ DIMENSIONS ET ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponibles dans de nombreuses dimensions et épaisseurs standard.

*Pour plus de détails, voir le catalogue "Product Catalogue" pour les produits AGC sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com), onglet "outils".*




Planibel Clearlite et Planibel Clearvision peuvent être fabriqués en 3,21 m jusqu'à 16 m.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION (mm)

Traitement thermique		
Trempe ou durcissement		Oui
Sérigraphie et émaillage		Oui
Bombage		Oui
Feuilletage		
PVB et Strong		Oui
EVA		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour des assemblages avec PVB de sécurité, voir Stratobel</li> <li>- Pour des assemblages avec PVB de sécurité acoustique, voir Stratophone</li> <li>- Pour des assemblages avec PVB de sécurité décoratif ou EVA , voir verre feuilleté décoratif</li> </ul>

Voir p.112 "Façonnage".

## ▼ UTILISATIONS

Verre monolithique		Oui
Vitrage isolant		Oui
Vitrage isolant basse émissivité		Oui – avec couche basse émissivité en #2 & #5 ou #3 & #5 (pour du triple vitrage)

# Planibel Coloured



Planibel Coloured

## ▼ DESCRIPTION

- > La gamme Planibel Coloured d'AGC est composée de verres teintés dans la masse, pouvant être utilisés à des fins de contrôle solaire, décoratives, industrielles et autres.
- > Ce verre se prête à de nombreuses transformations dans les secteurs de la construction, de la décoration, de l'automobile, etc.
- > Il est disponible en plusieurs teintes (Green, Grey, Bronze, Azur, Priva-Blue, Dark Blue, Dark Grey).
- > Le verre coloré permet d'obtenir des niveaux de contrôle solaire moyens.
- > Assemblé avec un verre basse émissivité en vitrage isolant, il peut en outre offrir des performances accrues en matière d'isolation thermique.
- > Utilisations : simple vitrage, vitrage isolant, verre feuilleté, verre trempé, verre émaillé.

## ▼ AVANTAGES

- > Se prête à de nombreuses transformations : feuilletage, traitement thermique, bombage, etc...
- > Large gamme de couleurs, y compris un choix unique de couleurs bleues. Principalement pour des applications en façade et en intérieur.

- > Faible réflexion lumineuse.
- > Niveau moyen de contrôle solaire.
- > Bénéficie du label Cradle to Cradle Certified™ Silver.



Planibel Coloured

### ▼ COMMENTAIRES





- > Niveau élevé d'absorption énergétique. Nous recommandons de vérifier si le verre doit être trempé ou non.
- > Afin d'assurer une uniformité parfaite de la couleur en façade, nous déconseillons de combiner des verres colorés Planibel de différentes épaisseurs.
- > Plus le verre Planibel est épais, plus la couleur est foncée.

### ▼ PERFORMANCES ET COULEURS DISPONIBLES




Planibel	Lumineuses		Énergétiques		
	$\tau_v(\%)$	$\rho_v(\%)$	$\alpha_e \text{ tot } (\%)$	g (%)	SC
<b>6 mm Planibel</b>					
Green	73	7	51	56	0.64
Bronze	51	6	45	61	0.70
Grey	44	5	49	58	0.67
Azur	73	7	45	60	0.69
PrivaBlue	35	5	75	38	0.44
Dark Blue	58	6	54	53	0.61
Dark Grey	8	4	88	29	0.33

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Voir p.112 "Façonnage".

Traitement thermique		
Trempe ou durcissement		Oui
Sérigraphie et émaillage		Oui
Bombage		Oui
Feuilletage		
PVB et Strong		Oui - Pour des assemblages avec PVB de sécurité, voir Stratobel - Pour des assemblages avec PVB acoustique de sécurité, voir Stratophone - Pour des assemblages avec PVB décoratif de sécurité ou avec EVA, voir Verre feuilleté décoratif
EVA		

## ▼ UTILISATIONS

Verre monolithique		Oui
Vitrage isolant		Oui
Vitrage isolant basse émissivité		Oui

# Planibel Clearsight



## ▼ DESCRIPTION

- > Planibel Clearsight est le verre antireflet. Son revêtement spécifique réduit de manière significative la réflexion de la lumière (seulement 0,8 %) par rapport à un verre plat conventionnel (8%).

De l'extérieur, ce verre est particulièrement transparent et ne reflète pas ce qui l'entoure. Les objets de l'autre côté du verre bénéficient d'une parfaite visibilité restituée au travers du verre de la manière fidèle.

Il est conforme à [EN 1096-1 \(Classe A\)](#).

## ▼ AVANTAGES

- > Réduction significative de la réflexion de la lumière : 0,8 % (4 mm, 2 faces traitées).
- > Vision et clarté optimales, haute transmission lumineuse.
- > Contraste des objets présentés amélioré.
- > Feuilletage et utilisation dans des vitrages isolants possibles.
- > Revêtement résistant pour les applications extérieures et intérieures.

## ▼ UTILISATIONS

- > Planibel Clearlight peut être utilisé dans des applications intérieures et extérieures : présentoirs, vitrines, musées, zoos, enceintes sportives, verrières, etc...

## ▼ PERFORMANCES

Clearlight		$\tau_v$	$\rho_v$	$\alpha_e$	g	SC	Valeur $U_g$
1 face	4 #1 ou #2	95	5	3	86.0	0.99	5.8
	6 #1 ou #2	95	5	3	86.0	0.99	5.7
	8 #1 ou #2	95	5	4	85.0	0.98	5.6
2 faces	4 #1 et #2	99	0.8	3	84.0	0.97	5.8
	6 #1 et #2	98	0.8	4	83.0	0.95	5.7
	8 #1 et #2	98	0.8	4	83.0	0.95	5.6

# Planibel Big Sizes



Planibel Big Sizes



### ▼ DESCRIPTION

- > Verres de grandes dimensions jusqu'à 16 mètres de long par 3,21 mètres de large (par rapport à un maximum standard actuel de 6 mètres de long).

Pour la réalisation de grands projets architecturaux de prestige (shoppings centers de luxe....).



# Gammes et produits

## 2. Verre pour l'extérieur

### 2.1 Introduction

### 2.2 Isolation thermique et performances

Couches basse émissivité – Gamme iplus

iplus Top 1.1 & iplus Top 1.1<sup>T</sup>

iplus Advanced 1.0 & iplus Advanced 1.0<sup>T</sup>

iplus LS

iplus Energy<sup>N</sup> & iplus Energy<sup>NT</sup>

iplus AF, iplus AF Top & iplus AF Energy<sup>N</sup>

Couches pyrolytiques

Planibel G, G fast & Pure Comfort

iplus 0.9

Vitrage isolant - Gamme Thermobel

Thermobel Scena

### 2.3 Contrôle solaire et performances

Planibel Coloured

Stopsol

Sunergy

Stopray & ipasol

### 2.4 Verre acoustique et performances

Stratophone

Thermobel, Thermobel Stratobel

& Thermobel Stratophone

### 2.5 Verre feuilleté de sécurité

Stratobel / Stratobel EVA

Stratobel Security / Thermobel Stratobel Security

Stratobel Strong / Stratobel SentryGlas

### 2.6 Verre traité thermiquement

Verre durci

Verre trempé de sécurité Securit

Verre trempé Securit HST

### 2.7 Verre bombé

### 2.8 Verre émaillé et allèges

Colorbel

Lacobel T & Matelac T

Artlite & Artlite Digital

### 2.9 Structura

### 2.10 Façades tout verre

Verre extérieur collé / Vitrage isolant à clamer

### 2.11 Verre facile à nettoyer

Planibel Easy

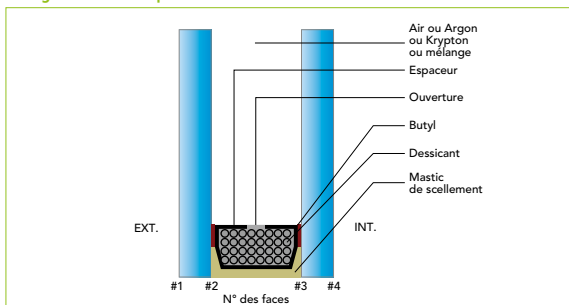
## 2.1 – Introduction



Ex-Sieroterapico - Milan, Italie - Architecte : Dante O. Benini & Partners - iplus Energy<sup>NT</sup>

## ▼ ASSEMBLAGE D'UN VITRAGE ISOLANT – GÉNÉRALITÉS

Vitrage isolant : composants et numérotation des faces



Numérotation des faces d'un double vitrage



Le double vitrage est composé des éléments suivants :

- > l'espaceur délimite la lame de gaz. Il est assemblé avec des pièces de coins ou éclisses. Il est plié ou soudé. L'espaceur est en aluminium ou en matières synthétiques ou composites («warm edge») ;
- > le butyl empêche la pénétration d'humidité dans la lame d'air ou de gaz ;
- > le mastic de scellement assure la liaison des verres et de l'espaceur. Il permet la stabilité mécanique de l'assemblage. Ce joint est en polysulfure, polyuréthane ou silicone. Seul le silicone convient dans le cas où le mastic est soumis au rayonnement solaire ou pour des applications particulières ;

### Numérotation des faces d'un triple vitrage



- > Le dessiccant contenu dans l'espaceur est destiné à absorber, dès la fermeture du vitrage, la vapeur d'eau qui serait présente au départ, ou pénétrerait éventuellement au fil du temps par diffusion au travers du scellement périphérique.

Si le scellement n'est plus hermétique, de la condensation se forme à l'intérieur du vitrage. Le vitrage doit être remplacé.

La composition des vitrages isolants est donnée par 3 valeurs indiquant dans l'ordre :

- > l'épaisseur de la feuille de verre extérieure,
- > l'épaisseur de l'espace d'air ou de gaz,
- > l'épaisseur de la feuille de verre intérieure.

Exemple : 6/12/4 correspond à un verre extérieur de 6 mm, un espaceur de 12 mm et un verre intérieur de 4 mm.

Les propriétés isolantes d'un vitrage sont quantifiées grâce à la valeur  $U_g$  (définie dans la norme [EN 673](#)). Plus cette valeur est faible, meilleure est l'isolation thermique.

### ▼ LA GARANTIE AGC

Le vitrage isolant fourni par AGC Glass Europe est de marque Thermobel. La garantie concerne la non-altération de la vision par la formation de condensation ou par dépôt de poussière sur les faces internes du vitrage isolant. Elle est valable 10 ans pour tous les vitrages Thermobel.

Cette garantie ne couvre pas le bris et les fêlures du vitrage ni les vitrages de remplacement devenus défectueux après l'échéance de la période de garantie accordée pour le vitrage initial.

*[Veuillez vous référer aux termes et conditions de garantie, disponibles sur \[www.agc-yourglass.com\]\(http://www.agc-yourglass.com\).](http://www.agc-yourglass.com)*

### ▼ ALTITUDE

Les vitrages isolants qui doivent transiter ou être posés à une altitude de plus de 300 m de dénivelé par rapport au lieu de production feront soit l'objet d'un pré-équilibrage en atelier ou seront munis d'un dispositif de rééquilibrage après vérification. Il est important de le préciser lors de la commande.

### ▼ MULTIFONCTIONNALITÉ

En faisant varier les composants du Thermobel, il est possible d'obtenir des fonctions complémentaires à l'isolation thermique : contrôle solaire, isolation acoustique, sécurité des biens et des personnes et décoration.

## 2.2 – Isolation thermique et performances



Habitation privée - Paris, France - Architecte : G. Hamonic & JC Masson - Thermobel Energy<sup>N</sup>



### ▼ INTRODUCTION

Au fil des années, AGC a développé une gamme complète de couches à basse émissivité offrant, outre l'isolation thermique, différentes fonctions (compatibilité avec le processus de trempe, contrôle solaire, anti-condensation, etc...) pour différentes applications (double vitrage, triple vitrage, etc...).

La marque déposée des couches basse émissivité d'AGC est iplus.

AGC fournit :

- > des feuilles de verre simples (iplus) à des clients fabriquant leur propre vitrage isolant,
- > des vitrages isolants finis (marque Thermobel).

# Couches basse émissivité - Gamme iplus

## ▼ INTRODUCTION

La gamme iplus de couches basse émissivité d'AGC comprend divers produits avec une série de propriétés en commun.

- > Les couches présentent une **basse émissivité**, c'est-à-dire qu'elles sont conçues pour éviter que la chaleur ne s'échappe du bâtiment et permettent dès lors de réaliser des économies d'énergie et d'améliorer le confort thermique.
- > Elles sont caractérisées par une **transmission lumineuse élevée**, ce qui signifie qu'une grande quantité de lumière pénètre dans le bâtiment, favorisant le confort visuel.
- > Elles sont **neutres**, ce qui signifie que la couleur d'un objet n'est pas altérée lorsque celui-ci est observé au travers du vitrage.
- > Elles sont caractérisées par une **faible réflexion lumineuse**, améliorant encore le confort visuel en évitant des reflets gênants.
- > Elles peuvent être **facilement transformées** : leur résistance mécanique facilite la découpe, le façonnage et l'assemblage en vitrage isolant par les transformateurs.




Les couches iplus<sup>(1)</sup> **satisfont aux exigences réglementaires et légales et bénéficient en outre du label** Cradle to Cradle Certified™ Silver.



*NB : Les avantages et propriétés de ces couches sont détaillés dans les paragraphes suivants. Pour de plus amples informations concernant, par exemple, la transformation et la disponibilité, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).*

(1) Exception faite des produits iplus AF.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION DE LA GAMME IPLUS

Traitement thermique		
Trempe ou durcissement obligatoire		iplus Top 1.1 <sup>T</sup> iplus Advanced 1.0 <sup>T</sup> iplus Energy <sup>NT</sup>
Sérigraphie ou émaillage sur couche uniquement et sous conditions		
Bombage		iplus Top 1.1 <sup>T</sup> iplus Advanced 1.0 <sup>T</sup> iplus Energy <sup>NT</sup> : oui sous conditions
Feuilletage		
PVB et Strong		Toute la gamme iplus
EVA		

Pour certaines applications et certains marchés, les couches doivent être trempées afin d'améliorer leur résistance mécanique aux chocs thermiques et de garantir leur conformité avec certaines normes de sécurité.

# iplus Top 1.1 on Clearlite & iplus Top 1.1<sup>T</sup> on Clearlite



Habitation privée - Espagne - iplus Top 1.1 on Clearlite

## ▼ DESCRIPTION

- > Utilisé en double et triple vitrage pour des applications résidentielles et tertiaires, **iplus Top 1.1 on Clearlite** offre une transmission lumineuse élevée ( $TL = 82\%$ ), une faible réflexion ( $RL = 12\%$ ) et une couleur très neutre.
- > **iplus Top 1.1<sup>T</sup> on Clearlite** est la version à tremper d'iplus Top 1.1 on Clearlite ; après avoir été trempé, il devient cinq fois plus résistant, notamment aux chocs thermiques.
- > **iplus Top 1.1 et Top 1.1<sup>T</sup>** doivent être émargés avant l'assemblage en vitrage isolant. Ils sont positionnés #2 ou #3.

## ▼ AVANTAGES

- > Grâce à un facteur solaire élevé ( $FS = 64\%$ ) et une bonne isolation thermique ( $U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), iplus Top 1.1 on Clearlite satisfait aux exigences actuelles en matière de performance énergétique des vitrages, surtout en résidentiel\*.
- > iplus Top 1.1<sup>T</sup> on Clearlite est également caractérisé par une transmission lumineuse élevée ( $TL = 82\%$ ), une faible réflexion ( $RL = 12\%$ ), un facteur solaire élevé ( $FS = 66\%$ ) et une isolation thermique performante ( $U_g = 1.1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ )\*.
- > Après trempage, iplus Top 1.1<sup>T</sup> on Clearlite présente exactement la même apparence qu'iplus Top 1.1 on Clearlite ; ces deux couches peuvent par conséquent être utilisées sur les mêmes surfaces.
- > iplus Top 1.1 et Top 1.1<sup>T</sup> sont disponibles sur support Clearvision.

(\*) Les valeurs sont données pour un assemblage en 4 / 16 Argon / 4, couche en face # 3.

# iplus Advanced 1.0 on Clearlite & iplus Advanced 1.0<sup>T</sup> on Clearlite



Habitation privée - Irlande - iplus Advanced 1.0<sup>T</sup> on Clearlite

## ▼ DESCRIPTION

- > Principalement destiné à une utilisation en double vitrage pour des applications résidentielles.
- > **iplus Advanced 1.0 on Clearlite** est caractérisé par une excellente isolation thermique ( $U_g = 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ).
- > **iplus Advanced 1.0<sup>T</sup> on Clearlite** est un vitrage avec la même performance.
- > **iplus Advanced 1.0 et 1.0<sup>T</sup>** doivent être émargés avant l'assemblage en vitrage isolant. Ils sont positionnés #2 ou #3.

## ▼ AVANTAGES

- > iplus Advanced 1.0 on Clearlite présente une transmission lumineuse élevée ( $TL = 77\%$ ) et un facteur solaire performant ( $FS = 57\%$ )\*.
- > Tout comme son équivalent iplus Advanced 1.0 on Clearlite, iplus Advanced 1.0<sup>T</sup> on Clearlite assure un confort visuel remarquable, ainsi que des qualités satisfaisant aux nouveaux standards énergétiques : une excellente isolation thermique ( $U_g = 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ) et un facteur solaire élevé ( $FS = 62\%$ )\*.
- > Une transmission lumineuse et un facteur solaire particulièrement élevés, permettent à l'utilisateur de bénéficier également de gains solaires.
- > iplus Advanced 1.0 et 1.0<sup>T</sup> existent sur support Clearvision.

(\*) Les valeurs sont données pour un assemblage en 4 / 16 Argon / 4, couche en face # 3.

# iplus LS



Habitation privée - Allemagne - iplus LS

## ▼ DESCRIPTION

- > **iplus LS** est une couche basse émissivité spécialement adaptée pour laisser passer plus de lumière et d'énergie solaire gratuite pour les assemblages en triple vitrage.
- > Il s'agit du choix idéal pour les consommateurs souhaitant une habitation à haut rendement énergétique à l'image des maisons passives, où toutes les sources (ou pertes) d'énergie ont leur importance.
- > **iplus LS** doit être émargé avant l'assemblage en vitrage isolant.

## ▼ AVANTAGES

- > Parfait équilibre entre haut niveau d'isolation thermique ( $U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), transmission lumineuse élevée ( $TL = 74\%$ ) et facteur solaire élevé ( $FS = 60\%$ )\*.

(\*) Les valeurs sont données pour un assemblage en 4 / 16 Argon 85% / 4 / 16 Argon 85% / 4.

# iplus Energy<sup>N</sup> & iplus Energy<sup>NT</sup>



Habitation privée - Suisse - iplus Energy<sup>N</sup>

## ▼ DESCRIPTION

- > Dans les habitations dotées de grands vitrages orientés au sud-ouest ou au sud, ou les bâtiments commerciaux présentant des façades vitrées, le rayonnement solaire doit être contrôlé pour éviter une surchauffe.
- > **iplus Energy<sup>N</sup>** empêche la pénétration excessive d'énergie solaire ( $FS = 41\%$ ) afin que les occupants puissent profiter confortablement des journées ensoleillées et réaliser des économies sur les coûts de climatisation.
- > **iplus Energy<sup>NT</sup>** est la version à tremper d'iplus Energy<sup>N</sup> et devient, après trempage, cinq fois plus résistant.
- > **iplus Energy<sup>N</sup>** et **Energy<sup>NT</sup>** doivent être émargés avant assemblage en vitrage isolant.

## ▼ AVANTAGES

- > **iplus Energy<sup>N</sup>** présente une couleur neutre et un haut niveau d'isolation thermique ( $U_g = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), tout en offrant une transmission lumineuse élevée ( $TL = 73\%$ ) et une faible réflexion de la lumière ( $RL = 12\%$ )\*.
- > **iplus Energy<sup>NT</sup>** présente les mêmes propriétés qu'iplus Energy<sup>N</sup> : même teinte neutre, isolation thermique renforcée ( $U_g = 1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), faible réflexion lumineuse ( $RL = 12\%$ ), transmission lumineuse élevée ( $TL = 74\%$ ) et faible transmission énergétique totale ( $FS = 42\%$ )\*.

(\*) Les valeurs sont données pour un assemblage en 4 / 16 Argon / 4, couche en face 2.

# iplus AF, iplus AF Top & iplus AF Energy<sup>N</sup>

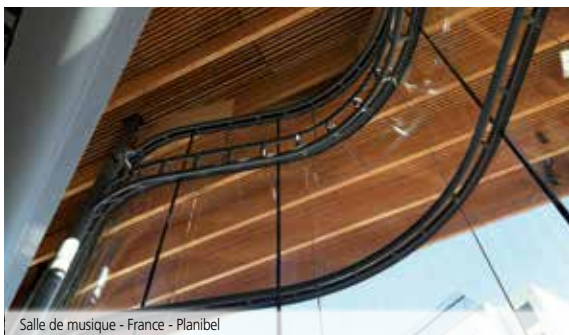


## ▼ DESCRIPTION

- > Le risque de formation de condensation extérieure augmente à mesure que nous améliorons l'isolation de nos fenêtres avec des vitrages hautement isolants. Voir p. 111 pour l'explication de ce phénomène.
- > **iplus AF** est une couche pyrolytique dure conçue pour être utilisée sur la face externe du vitrage afin d'éviter la condensation en augmentant la température de la feuille de verre.
- > En plus d'assurer une vision nette du monde extérieur, iplus AF améliore le confort de l'espace de vie tout en réduisant les factures énergétiques et en protégeant l'environnement.
- > **iplus AF Top**, comporte une couche sur chaque face du verre ; dans le cas présent : iplus AF et iplus Top 1.1 ; il s'agit donc d'une solution deux-en-un alliant les performances d'isolation thermique d'iplus Top 1.1 et les propriétés anti-condensation d'iplus AF sur la même feuille de verre.
- > **iplus AF Energy<sup>N</sup>**, comporte une couche sur chaque face du verre ; dans le cas présent : iplus AF et iplus Energy<sup>N</sup> ; il s'agit donc d'une solution deux-en-un alliant les performances d'isolation thermique et de contrôle solaire d'iplus Energy<sup>N</sup> et les propriétés anti-condensation d'iplus AF sur la même feuille de verre.
- > **Les faces Top ou Energy<sup>N</sup>**, doivent être émargées avant assemblage en vitrage isolant.



# Couches pyrolytiques : Planibel G, Planibel G fast & Pure Comfort



## ▼ INTRODUCTION

Grâce à leur surface hautement résistante, certaines couches basse émissivité sont particulièrement adaptées à des applications industrielles telles que : les appareils ménagers, la réfrigération commerciale, le verre chauffant, les écrans tactiles, mais également en verre extérieur des façades multiples, etc...

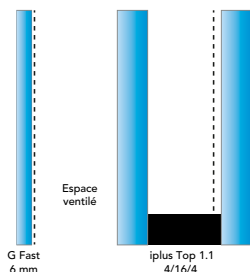
## ▼ DESCRIPTION

- > **Planibel G, Planibel G fast, Pure Comfort 10 et Pure Comfort 14** sont des couches dures pyrolytiques pouvant être trempées et ne nécessitant pas d'émargeage des bords.
- > Grâce à leur durabilité et à leur résistance, **Planibel G, Planibel G fast et Pure Comfort** sont particulièrement adaptés pour les applications industrielles susmentionnées, ainsi que pour le vitrage isolant exposé à des conditions climatiques rigoureuses.

### ▼ AVANTAGES

- > **Planibel G** et **Planibel G fast** présentent un aspect neutre, offrant un niveau élevé de transmission lumineuse et une faible réflexion.
- > **Planibel G** et **Planibel G fast** se prêtent à diverses transformations, y compris la trempe et le bombage.
- > **Planibel G fast** bénéficie de traitement de surface supplémentaire, afin d'être trempé dans tous types de four avec un cycle de trempe plus rapide.
- > Grâce à un traitement de surface en ligne, **Planibel G fast** présente un niveau élevé de protection contre les rayures et nécessite moins d'entretien.
- > **Planibel G fast** positionné en #1 ou #2 diminue le risque de condensation en augmentant la température du vitrage.

Exemple d'utilisation en châssis respirant :



- >  $TL = 68\%$ .
- >  $RL = 18\%$ .
- >  $U_g$  suivant l'espace ventilé.
- >  $g = 43\%$ .
- >  $\tau_e = 46\%$ .

# iplus 0,9



Habitation privée - iplus 0,9

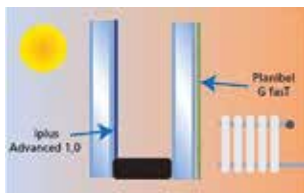
## ▼ DESCRIPTION

En associant un verre à couche iplus Advanced 1.0 (#2) à un verre Planibel G Fast (#4), les performances du vitrage isolant sont significativement améliorées pour atteindre  $U_g = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  tout en maintenant une transmission lumineuse élevée ( $TL = 70\%$ ) et un facteur solaire optimisé ( $g = 49\%$ ).

## ▼ AVANTAGES

En France, cette combinaison issue de la recherche d'AGC permet de déclarer une valeur  $U_g = 0,9$  en double vitrage.

Une valeur  $U_g = 1,0$  sera retenue pour les fenêtres certifiées Acotherm.



# Vitrage isolant - Gamme Thermobel



Thermobel, la marque déposée d'AGC pour le verre isolant, est synonyme de qualité et de fiabilité, chaque composant ayant été sélectionné en vue de satisfaire à des spécifications internes, généralement plus strictes que les normes en vigueur sur le marché. Naturellement, les produits Thermobel sont basés sur l'utilisation de la large gamme de couches existante, mais également sur les capacités d'innovation d'AGC, aboutissant à quelques spécificités quant à la conception même du verre isolant.

Ces innovations vont de techniques de transformation spécifiques permettant de manipuler les vitrages de manière plus propre et plus sûre (Thermobel Green), à des assemblages multicouches améliorant l'isolation thermique (Thermobel iplus 0.9).

Les produits de la gamme Thermobel sont étiquetés A+, suivant les arrêtés français relatifs aux émissions de polluants volatils dans l'air intérieur et obligatoires depuis 2013.

## ▼ LA FAMILLE TG

Thermobel TG est la marque déposée d'AGC pour sa gamme de triples vitrages.

De plus en plus populaire, le triple vitrage offre un niveau d'isolation thermique largement supérieur à celui du double vitrage standard, et permet par conséquent de réaliser des économies d'énergie et d'améliorer le confort thermique.

AGC a développé une couche i plus spécifiquement adaptée à de tels assemblages, telle que le Thermobel TG LS, qui apporte l'isolation thermique d'un triple vitrage sans impact négatif sur la luminosité et les gains de chaleur solaire.

### ▼ L'OPTION WARM EDGE

La performance thermique finale d'une fenêtre dépend non seulement de l'isolation thermique obtenue grâce au vitrage (caractérisée par la valeur  $U_g$ ), mais également des performances des espaceurs utilisés sur le bord du vitrage isolant.

En version Warm Edge, Thermobel utilise des espaceurs dont la conception et les matériaux diminuent les ponts thermiques et améliorent ainsi l'isolation de la fenêtre, réduisent les risques de condensation sur les bords et assurent une température uniforme sur l'ensemble du vitrage.

L'option Warm Edge est compatible avec tous les produits Thermobel.

### ▼ L'OPTION CROISILLONS

Dans cette version, des croisillons sont intégrés au vitrage Thermobel, offrant d'innombrables possibilités esthétiques. Plusieurs matériaux, textures (par exemple imitation bois), largeurs et couleurs (même en version double-face) sont disponibles. Il est également possible de combiner différents croisillons sur un même vitrage.

Outre l'effet visuel obtenu, l'intégration des croisillons au vitrage isolant facilite l'entretien.

L'option *Croisillons* est compatible avec tous les produits Thermobel.

### ▼ THERMOBEL 85°

Les vitrages isolants Thermobel 85° sont dédiés spécifiquement aux ouvrages tels que les produits sont exposés à des conditions de température élevée. Les produits courants sont couramment évalués jusqu'à 60°C environ. Thermobel 85° a été testé en vieillissement afin d'assurer la durabilité des mastics d'étanchéité et de collage des vitrages isolants, pour un emploi en France jusqu'à 80°C. Il est notamment mis en œuvre avec un composant SunEwat XL.

# Thermobel Scena



Thermobel Scena est un vitrage isolant intégrant des intercalaires verticaux transparents pour les montages de fenêtres ne nécessitant pas de meneaux (menuiseries verticales). Ce produit peut être assemblé avec toutes les gammes de verres à couche basse émissivité et de contrôle solaire.

Il est donc particulièrement adapté pour les vitrines donnant sur l'extérieur des bâtiments ayant besoin d'une isolation thermique tout en garantissant une vue large et une transparence maximale. Compromis idéal pour pouvoir transporter, manipuler et installer des vitrages isolants pour vitrine de taille plus réduites.

## ▼ AVANTAGES

- > Conception sans meneau : l'intercalaire vertical transparent garantit une vision large à travers une vitrine ou une baie vitrée sans perturbation du champ visuel par les composants structurels d'une menuiserie verticale.
- > Absence de décoloration : l'intercalaire transparent résiste aux UV.
- > Assemblage du double-vitrage avec les verres à couche basse émissivité permettant d'obtenir un Ug de 1,3 W/(m²K).
- > Compatibilité avec les vitrages de contrôle solaire pour réduire les déperditions énergétiques de climatisation.

- > Assemblage possible avec un produit à couche antireflet Planibel Clearsight. Celui-ci rend le vitrage totalement transparent grâce à une quasi absence de réflexion lumineuse (0,8%).
- > Sécurité : Assemblage possible en verres feuilletés.
- > Les dimensions sont limitées à LxH = 2.3 x 4.0 m.

*Bon à savoir : Ces vitrages sont considérés comme non traditionnels en France. Chaque projet doit être étudié et fera éventuellement l'objet d'une procédure d'avis de chantier ou d'Atex.*

Feuille à couche simple	Assemblage en double vitrage	Composition typique	Position(s) de la couche	Valeur $U_g$ W/(m²K)	$\tau_v$ (%)	$\rho_v$ (%)	g (%)	Principales propriétés
iplus Top 1.1	Thermobel Top	4 - 16 Ar 90% - 4	#3	1.1	82	12	64	Isolation thermique
iplus Top 1.1 <sup>T</sup>	Thermobel Top <sup>T</sup>	4 - 16 Ar 90% - 4	#3	1.1	82	12	66	Isolation thermique, verre trempé
iplus Advanced 1.0	Thermobel Advanced	4 - 16 Ar 90% - 4	#3	1.0	77	15	57	Isolation thermique 1.0
iplus Advanced 1.0 <sup>T</sup>	Thermobel Advanced <sup>T</sup>	4 - 16 Ar 90% - 4	#3	1.0	81	13	62	Isolation thermique 1.0, verre trempé
iplus Energy <sup>N</sup>	Thermobel Energy <sup>N</sup>	4 - 16 Ar 90% - 4	#2	1.0	73	12	41	Isolation thermique, contrôle solaire
iplus Energy <sup>NT</sup>	Thermobel Energy <sup>NT</sup>	4 - 16 Ar 90% - 4	#2	1.0	74	12	42	Isolation thermique, contrôle solaire, verre trempé
iplus AF Top	Thermobel AF Top	4 - 16 Ar 90% - 4	#1 et #2	1.1	76	16	57	Isolation thermique, anti-condensation
iplus AF Energy <sup>N</sup>	Thermobel AF Energy <sup>N</sup>	4 - 16 Ar 90% - 4	#1 et #2	1.0	69	16	39	Isolation thermique, contrôle solaire, anti-condensation
Advanced / iplus Top Advanced 1.0 iplus Top 1.1	Thermobel Thermobel AF	4 - 16 Ar 90% - 4	#2 #2	1.0 1.1	77 82	16 12	51 61	Isolation thermique 1.0, Isolation thermique
iplus Energy <sup>N</sup> ipasol Neutral 70/37	Thermobel Energy Thermobel ipasol	4 - 16 Ar 90% - 4 4 - 16 Ar 90% - 4	#2 #2	1.0 1.0	71 70	13 12	38 37	Isolation thermique, contrôle solaire
iplus Advanced 1.0 Planibel G Fast	Thermobel iplus 0,9	4 - 16 Ar 90% - 4	#2 et #4	0.9 1.0*	70	17	49	Isolation thermique et certification*

\* Valeur retenue pour les fenêtres certifiées Acotherm.



Couches	Nom de l'assemblage en triple vitrage	Composition typique	Couche en position	Valeur $U_g$ W/(m²K)	$\tau_v$ (%)	$\rho_v$ (%)	g (%)	Principales propriétés
iplus Top 1.1	Thermobel TG Top	4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.7	74	16	53	Isolation thermique
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.5				
		4 - 12 Kr 90% - 4 - 12 Kr 90% - 4	#2 et #5	0.5				
iplus LS	Thermobel TG LS	4 - 12 Kr 90% - 4 - 12 Kr 90% - 4	#2 et #5	0.6	74	17	60	Isolation thermique
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.6				
		4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.8				
Ipasol Neutral 70/37 #2 iplus Top 1.1 #5	Thermobel TG Ipasol Neutral 70/37	4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.6	64	15	35	Isolation thermique Contrôle solaire
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.5				

Couches	Nom de l'assemblage en triple vitrage	Composition typique	Couche en position	Valeur $U_g$ W/(m <sup>2</sup> K)	$\tau_v$ (%)	$\rho_v$ (%)	g (%)	Principales propriétés
iplus Advanced 1.0 #2 et #5	Thermobel TG Advanced	4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.6	65	21	43	Isolation thermique
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.5				
		4 - 12 Kr 85% - 4 - 12 Kr 85% - 4	#2 et #5	0.4				
iplus Energy <sup>N</sup> #2 iplus Top 1.1 #5	Thermobel TG iplus Energy	4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.6	67	15	38	Isolation thermique contrôle solaire
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#2 et #5	0.5				
		4 - 12 Kr 85% - 4 - 12 Kr 85% - 4	#2 et #5	0.4				
iplus AF Top iplus Top 1.1 #5		4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#1, #2 et #5	0.7	69	19	50	Isolation thermique anti-condensation
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#1, #2 et #5	0.5				
		4 - 12 Kr 85% - 4 - 12 Kr 85% - 4	#1, #2 et #5	0.5				

Couche	Nom de l'assemblage en triple vitrage	Composition typique	Couche en position	Valeur $U_g$ W/(m <sup>2</sup> K)	$\tau_v$ (%)	$\rho_v$ (%)	g (%)	Principales propriétés
iplus AF Energy <sup>N</sup> iplus Top 1.1 #5	Thermobel TG AF Energy	4 - 14 Ar 85% - 4 - 14 Ar 85% - 4	#1, #2 et #5	0.6	62	18	36	Isolation thermique contrôle solaire anti-condensation
		4 - 18 Ar 85% - 4 - 18 Ar 85% - 4	#1, #2 et #5	0.5				
		4 - 12 Kr 85% - 4 - 12 Kr 85% - 4	#1, #2 et #5	0.5				

## 2.3 – Contrôle solaire et performances



Covent Garden - Bruxelles, Belgique - Architecte : Montois&Partners et Art&Build  
Stopsol Supersilver Dark Blue

### ▼ INTRODUCTION

Un verre de contrôle solaire aide à contrôler la quantité d'énergie solaire pénétrant dans un bâtiment. Il permet le passage de la lumière à travers le vitrage tout en reflétant en grande partie la chaleur du soleil.

Par conséquent, l'espace intérieur reste lumineux et plus frais qu'en cas d'utilisation d'un vitrage normal.

L'utilisation de vitrage solaire permet d'économiser d'importantes quantités d'énergie quand le bâtiment est climatisé.

AGC propose une large gamme de verres de contrôle solaire, disponibles en simple, double ou triple vitrage. Plusieurs aspects esthétiques (neutre ou coloré), de niveaux de luminosité et de réflexion sont possibles.

Les performances en matière de contrôle solaire, exprimées par le facteur solaire (g), dépendent de :

- > **l'utilisation de float teinté dans la masse** (verre coloré Planibel) : la solution la plus économique, mais présentant des performances moyennes ;
- > **l'utilisation de verres à couches pyrolytiques** (Stopsol ou Sunergy) : transformation aisée, créativité sans limites et bonnes performances ;
- > **l'utilisation de verres à couches magnétron** (Stopray ou ipasol) : excellente luminosité et performances énergétiques.

# Planibel Coloured



Maison de l'Agglomération - Lorient, France - Architecte : Ducan-Lewis - Planibel Coloured Azur, Privablue et Dark Blue

La gamme Planibel Coloured est constituée de verres teintés dans la masse pouvant être utilisés pour des applications de contrôle solaire. En double vitrage, ils peuvent être combinés à l'emploi d'une couche de faible émissivité iplus.

**Attention :** la plupart des compositions avec un vitrage coloré peut conduire à un risque de casse thermique et nécessite donc de tremper le verre coloré. A vérifier au cas par cas.

*Voir le chapitre Float-Planibel pour des informations détaillées sur cette gamme.*

## ▼ PERFORMANCES ET GAMME DE COULEURS

Composition	Lumineuses		Énergétiques		Valeur U <sub>g</sub> W/(m²K)
	τ <sub>v</sub> (%)	ρ <sub>v</sub> (%)	α <sub>e</sub> tot (%)	g (%)	
6 mm Planibel					
Green	73	7	51	56	5.7
Bronze	51	6	45	61	5.7
Grey	44	5	49	58	5.7
Azur	73	7	45	60	5.7
PrivaBlue	35	5	75	38	5.7
Dark Blue	58	6	54	53	5.7
Dark Grey	8	4	88	29	5.7

Composition	Lumineuses		Énergétiques		Valeur U <sub>g</sub> W/(m²K)
	τ <sub>v</sub> (%)	ρ <sub>v</sub> (%)	α <sub>e</sub> (1)(%)	g(%)	
Planibel Coloured 6 mm - 16 Ar 90% - 4 iplus Top 1.1					
Green	66	10	55	39	1.1
Bronze	46	7	50	38	1.1
Grey	40	6	54	36	1.1
Azur	66	10	50	42	1.1
Dark Blue	52	8	59	36	1.1
Dark Grey	7	4	90	10	1.1
PrivaBlue	31	6	77	21	1.1

(1) Valeurs identiques pour un espaceur 15 ou 16 mm.

# Stopsol



Torre Gas Natural - Barcelone, Espagne - Architecte : Enric Miralles & Benedetta Tagliabue  
Stopsol Supersilver Grey & Classic Clear

## ▼ DESCRIPTION

- > Stopsol est un verre de contrôle solaire à couche pyrolytique réfléchissante (Classe A conformément à la norme [EN 1096-1](#)).  
Grâce à sa couche très dure, Stopsol se prête à un grand nombre de transformations y compris la trempe, le feuilletage, le bombage et la sérigraphie.
- > La gamme Stopsol regroupe trois types de couches : Classic (aspect ambré), Supersilver (aspect argenté) et Silverlight (aspect bleuté). Ces couches sont disponibles sur verres clairs, ainsi que sur certains verres colorés.
- > La couche peut être en position 1 ou 2. Cette position aura un impact sur l'esthétique du verre, surtout sur verre coloré.
- > Assemblage possible en vitrage isolant avec un verre iplus basse émissivité.
- > Gamme d'allèges disponible en verre monolithique et en double vitrage.



## ▼ AVANTAGES

- > Verre à couche caractérisé par un bon contrôle solaire et un aspect réfléchissant unique.
- > La large gamme Stopsol permet de multiples combinaisons en matière de contrôle solaire, de transmission lumineuse et de couleur.
- > Créativité sans limites pour l'architecte : un seul et même produit peut être utilisé pour diverses applications.

## ▼ REMARQUES

	Couche #1	Couche #2
Esthétique extérieure	Sur verre clair : toujours réfléchissant	
	Sur verre coloré : très réfléchissant	Sur verre coloré : peu réfléchissant
	En #1 pour les Stopsol durcis, trempés ou émaillés, les déformations optiques inhérentes au traitement thermique peuvent être plus marquées que pour des verres non réfléchissants. En # 1, en vitrage isolant, les déformations obliques dues aux charges climatiques peuvent être marquées. On peut les réduire par une épaisseur adaptée	
Esthétique intérieure	La réflexion et l'aspect miroir vu de l'intérieur du bâtiment sont importants lorsque la couche est utilisée en #2	
Aspect	L'aspect de la couche ressort principalement	La couleur du float ressort principalement
Absorption	Elle est plus élevée si la couche est en #2 et si le float est coloré La trempe peut être nécessaire	

- > Les couches Stopsol n'ont pas de propriétés basse émissivité.
- > Il est conseillé de garder la même épaisseur de vitrage pour l'ensemble de la façade, surtout quand les couches Stopsol sont en position 2.





## ▼ PERFORMANCES ET GAMMES DE COULEURS

Composition	Aspect	Lumineuses		Énergétiques			Valeur U <sub>g</sub> W/(m²K)
		τ <sub>v</sub> (%)	ρ <sub>v</sub> (%)	α <sub>e tot</sub> (%)	g (%)	SC	
Stopsol 6 mm #1 ou #2							
Classic Clear #1	Yellowish silver	38	34	25	52	0.60	5.7
Classic Clear #2	Clear metallic	38	27	33	54	0.62	5.7
Classic Bronze #1	Yellowish silver	22	34	43	39	0.45	5.7
Classic Bronze #2	Metallic bronze	22	12	60	45	0.52	5.7
Classic Green #1	Silvered	31	34	50	34	0.39	5.7
Classic Green #2	Metallic green	31	20	67	38	0.44	5.7
Classic Grey #1	Silvered	19	34	45	37	0.43	5.7
Classic Grey #2	Metallic grey	19	10	63	42	0.48	5.7
Supersilver Clear #1	Brilliant silver	63	35	9	65	0.75	5.7
Supersilver Clear #2	Slightly bluish silver	63	34	13	66	0.76	5.7
Supersilver Green #1	Steel silver	51	35	42	42	0.48	5.7
Supersilver Green #2	Brilliant green	51	24	55	45	0.52	5.7
Supersilver Grey #1	Steel silvered	29	34	39	43	0.49	5.7
Supersilver Grey #2	Metallic steel	29	11	56	47	0.54	5.7
Supersilver Dark Blue #1	Silvered blue	40	34	45	40	0.46	5.7
Supersilver Dark Blue #2	Brilliant blue	40	17	59	43	0.54	5.7
Silverlight PrivaBlue #1	Silvered blue	27	24	64	31	0.396	5.7
Silverlight PrivaBlue #2	Intense blue	27	8	77	34	0.39	5.7
Stopsol 6 mm #1 ou #2 - 16 Ar 90% - Iplus Top 1.1 4 mm #3 <sup>(1)</sup>							
Classic Clear #1	Yellowish silver	34	35	33	32	0.37	1.1
Classic Clear #2	Metallic clear	34	28	41	33	0.38	1.1
Classic Bronze #1	Yellowish silver	19	34	51	21	0.24	1.1
Classic Bronze #2	Metallic bronze	20	12	67	22	0.25	1.1
Classic Green #1	Silvered	28	35	56	19	0.22	1.1
Classic Green #2	Metallic green	28	20	73	20	0.23	1.1
Classic Grey #1	Silvered	17	34	53	19	0.22	1.1
Classic Grey #2	Metallic grey	17	10	71	21	0.24	1.1
Supersilver Clear #1	Brilliant silver	57	37	19	46	0.53	1.1
Supersilver Clear #2	Slightly bluish silver	57	36	21	46	0.53	1.1
Supersilver Green #1	Steel silver	46	36	48	28	0.32	1.1
Supersilver Green #2	Brilliant green	46	26	60	29	0.33	1.1
Supersilver Grey #1	Steel silvered	26	35	49	25	0.29	1.1
Supersilver Grey #2	Metallic steel	27	11	65	26	0.30	1.1
Supersilver Dark Blue #1	Silvered blue	36	35	51	25	0.29	1.1
Supersilver Dark Blue #2	Brilliant blue	36	18	65	26	0.30	1.1
Silverlight PrivaBlue #1	Silvered blue	24	25	68	16	0.18	1.1
Silverlight PrivaBlue #2	Intense blue	24	8	81	17	0.20	1.1

(1) Valeurs identiques avec un espaceur 15 ou 16 mm.




Pour plus de détails sur les performances, consultez [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Traitements thermiques		
Trempe ou durcissement		Oui
Sérigraphie et émaillage		Oui – pas de sérigraphie ou d'émaillage sur la couche Supersilver
Bombage		Oui
Feuilletage		
PVB ou Strong		Oui
EVA		- Pour des assemblages avec PVB de sécurité, voir Stratobel - Pour des assemblages avec PVB de sécurité et acoustique PVB, voir Stratophone - Pour des assemblages avec PVB de sécurité ou décoratif, voir Stratobel Color, voir Verre feuilleté décoratif

Voir «Matelux Stopsol Supersilver Clear» pour verre au toucher maté, (p. 317).

## ▼ UTILISATIONS

Verre monolithique		Oui
Vitrage isolant		Oui – L'émargeage de la couche n'est pas nécessaire. La couche Stopsol est en #1 ou #2
Vitrage isolant avec couche basse émissivité		La couche Stopsol est en #1 ou #2. La couche basse émissivité est en #3

### ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en différentes épaisseurs en fonction de la couleur.

*Voir le "Product Catalogue" sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) dans la section "Outils".*

### ▼ ENTRETIEN

Se référer au guide d'entretien pour le nettoyage de fin de chantier et courant.

*Pour plus de détails, [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Stopsol > "Technical docs".*

# Sunergy



Blue Pavilion - Fiera Del Mare - Gênes, Italie - Architecte : Sandro Carbone - Sunergy Clear

## ▼ DESCRIPTION

- > Sunergy est un verre de contrôle solaire à couche pyrolytique (Classe A conformément à la norme [EN 1096-1](#)). Il se prête à un grand nombre de transformations, y compris la trempe, le feuilletage, le bombage et la sérigraphie.
- > Disponible en cinq teintes : Clear, Green, Grey, Blue et Dark Blue.
- > Assemblage possible en double ou triple vitrage avec un verre basse émissivité pour une isolation thermique et un contrôle solaire accrus.
- > Utilisation conseillée en position 2.

## ▼ AVANTAGES

- > Esthétique incomparable et confort visuel grâce à une haute transmission lumineuse et une faible réflexion.
- > Aspect particulièrement neutre pour le Sunergy Clear.
- > Confort intérieur : bonne isolation thermique combinée au contrôle solaire.
- > Facilité de transformation.
- > Créativité sans limites pour les architectes : un seul et même verre peut être utilisé pour diverses applications.

## ▼ REMARQUES




- > Absorption : veiller à tremper le verre lorsque l'absorption énergétique est élevée. Les couches pyrolytiques peuvent être trempées aisément.
- > Il est conseillé de garder la même épaisseur de vitrage sur l'ensemble de la façade.



## ▼ PERFORMANCES ET GAMMES DE COULEURS

Composition	Aspect	Lumineuses		Énergétiques			Valeur U <sub>g</sub> W/(m²K)
		τ <sub>v</sub> (%)	ρ <sub>v</sub> (%)	α <sub>e</sub> tot (%)	g (%)	SC	
Sunergy 6 mm #2							
Clear #2	clear	68	9	37	60	0.69	4.1
Green #2	green	56	7	63	41	0.47	4.1
Azur #2	azur	56	7	60	44	0.52	4.1
Dark Blue #2	dark blue	40	6	68	37	0.44	4.1
Grey #2	grey	34	5	64	41	0.48	4.1
Sunergy 6 mm #2 - 16 Ar (90%) - 4 mm avec iplus Top 1.1 #3 <sup>(1)</sup>							
Clear #2	clear	61	11	47	45	0.52	1.1
Green #2	green	50	9	68	30	0.34	1.1
Azur #2	azur	50	9	65	32	0.37	1.1
Dark Blue #2	dark blue	36	7	73	26	0.30	1.1
Grev #2	grey	30	6	71	27	0.31	1.1




(1) Valeurs identiques avec espaceur de 15 ou 16 mm

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Traitement thermique		
Trempe ou durcissement		Oui
Sérigraphie et émaillage		Oui – sous certaines conditions – Nous consulter pour plus de détails
Bombage		Oui

Feuilletage		
PVB et Strong		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pour des assemblages avec PVB de sécurité, voir Stratobel</li> <li>- Pour des assemblages avec PVB de sécurité et acoustique, voir Stratophone</li> </ul>
EVA		Oui

## ▼ UTILISATIONS

Verre monolithique		Oui
Vitrage isolant		Oui – voir Thermobel – Introduction générale. L'émargeage de la couche n'est pas nécessaire. La couche Sunergy est en #2
Vitrage isolant avec couche basse émissivité		La couche Sunergy est en #2 La couche basse émissivité est en #3

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en différentes épaisseurs, en fonction de la couleur.

Pour plus de détails, voir le "Product Catalogue" d'AGC sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com)  
> Outils > "Product Catalogue".

# Stopray & ipasol



Sede Ámbar - Santander, Espagne - Architecte : Sobrellano Arquitectos - Stopray Vision-50<sup>T</sup>

## ▼ DESCRIPTION

- > Stopray et ipasol sont des gammes de verres de contrôle solaire à couche magnétron (couches de classe C conformément à la norme [EN 1096-1](#)). Stopray et ipasol offrent les meilleures performances en matière de contrôle solaire et d'isolation thermique, ainsi qu'une large gamme d'aspects différents.
- > Différents niveaux de performance et couleurs disponibles, y compris une large gamme de verres neutres et à basse réflexion lumineuse.
- > Certains produits de la gamme Stopray sont trempables après dépôt de la couche (voir Stopray<sup>T</sup> et Stopray Smart).
- > Utilisation : toujours en double ou triple vitrage (position 2), verres simples disponibles pour les transformateurs verriers.
- > Verres à basse émissivité.



- > Les produits Stopray et ipasol bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Silver.



Stopray, ipasol

### ▼ STOPRAY SMART

Stopray Smart est caractérisé par deux innovations majeures.

- > Il peut être utilisé en version trempée ou non trempée avec le même aspect. Donc les stocks sont limités à un seul produit.
- > En fonction du type de mastic utilisé pour le vitrage isolant, l'émargeage n'est plus nécessaire.

*Pour de plus amples informations, consulter les instructions de transformation dans le "Stopray Smart Sealant Compatibility Guide" disponible sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > section Stopray Smart > "Documents Techniques".*

### ▼ AVANTAGES DES GAMMES STOPRAY & IPASOL

- > Haute transmission lumineuse et faible apport de chaleur solaire à l'intérieur.
- > Haute sélectivité pour la gamme des teintes neutres. Les nouveaux produits Stopray Ultra et ipasol Ultraselect offrent un niveau particulièrement élevé de sélectivité (TL/FS > 2), grâce à leur «triple couche d'argent» spéciale.
- > Convient à tous types de climats : allie une fonction de contrôle solaire en été à une fonction d'isolation thermique en hiver. Particulièrement bien adapté à des bâtiments tertiaires équipés de conditionnement d'air pour maintenir une température agréable tout en minimisant les coûts énergétiques.
- > Finition : choix étendu de niveaux de réflexion et de transmission lumineuse.
- > Aspect : différentes teintes – large gamme de teintes neutres.

## ▼ REMARQUES

- > La couche est toujours en position 2, orientée vers la lame gazeuse du V.I.
- > Absorption : variable. Réaliser une étude de risque de choc thermique.
- > Les composantes du Stopray en double et triple vitrage peuvent varier afin d'obtenir d'autres fonctionnalités du point de vue acoustique et sécurité.

## ▼ PERFORMANCES ET GAMMES DE COULEURS



Thermobel Stopray ou Thermobel ipasol	Aspect	Lumineuses		Energétiques			Valeur $U_g$ W/(m²K)
		$\tau_v(\%)$	$\rho_v(\%)$	Tot EA (%)	g (%)	SC	
Stopray Vision-61 <sup>T</sup>	neutral	61	13	31	33	0,38	1,0
Stopray Vision-60 <sup>T</sup>	neutral	60	14	38	37	0,43	1,0
Stopray Vision-51 <sup>T</sup>	neutral	51	14	39	27	0,31	1,0
Stopray Vision-50 <sup>T(1)</sup>	neutral	50	17	40	30	0,34	1,0
Stopray Vision-36 <sup>T</sup>	neutral	36	31	40	21	0,24	1,0
Stopray Lime 61 <sup>T</sup>	green	59	10	64	30	0,34	1,0
Stopray Indigo 48 <sup>T</sup>	dark blue	47	8	67	27	0,31	1,0
Stopray Titanium 37 <sup>T</sup>	grey	36	6	64	24	0,28	1,0
ipasol neutral 70/37	neutral	70	12	34	38	0,44	1,0
ipasol ultraselect 62/29	neutral	62	10	33	29	0,33	1,0
Stopray Vision-60	neutral	61	15	37	35	0,40	1,0
Stopray Vision-61	neutral	61	13	34	33	0,38	1,0
Stopray Ultra-60	neutral	60	13	38	28	0,32	1,0
ipasol light grey 60/33	neutral	60	10	35	33	0,38	1,0
Stopray Vision-51	neutral	51	14	39	27	0,31	1,0
Stopray Vision-50 <sup>(1)</sup>	neutral	50	19	42	28	0,32	1,0
ipasol neutral 50/27	neutral	50	9	49	27	0,31	1,1
Stopray Ultra-50 on Clearvision	neutral	49	18	33	23	0,26	1,0
ipasol platin 47/29	silver	47	40	30	29	0,33	1,1
Stopray SilverFlex	silver	44	48	21	27	0,31	1,0
ipasol platin 25/17	silver	25	64	20	17	0,20	1,1
ipasol shine 40/22	blue	40	16	54	22	0,25	1,1
ipasol sky 30/17	blue	30	18	63	17	0,20	1,1
Stopray Smart 51/33	neutral	51	25	39	33	0,38	1,1
Stopray Smart 30/20	neutral bluish	30	28	52	20	0,23	1,1*
ipasol bright white	neutral	59	36	11	51	0,59	1,1*
ipasol bright neutral	neutral	57	35	23	47	0,54	1,1

(1) Légère différence esthétique en transmission entre Stopray Vision-50 et Stopray-50<sup>T</sup>.


(\*) Associé à iplus 1.1 en face 3.

Les propriétés sont données pour 6/16/4 Clearlite, couche en face en position 2.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Traitement thermique		
Durcissement ou trempe		Oui – avant dépôt de la couche pour les Stopray et ipasol non trempables Les vitrages de type Stopray <sup>T2</sup> et Stopray Smart ont une couche trempable. La trempe peut dans ce cas s'effectuer après dépôt de la couche
Émaillage ou sérigraphie		Oui – sous certaines conditions
Feuilletage		
PVB		Oui – la couche ne peut en aucun cas être en contact avec le PVB (seule exception : Stopray LamiSmart)
EVA		- Pour des assemblages avec PVB de sécurité, voir Stratobel - Pour des assemblages avec PVB de sécurité acoustique, voir Stratophone - Pour des assemblages avec PVB de sécurité décoratif, voir Verre feuilleté décoratif

(2) Les vitrages Stopray<sup>T</sup> doivent être trempés pour obtenir les performances déclarées.

Bombage	
	Oui – Stopray avec indice T et Stopray Smart ou SilverFlex

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	Non
Extérieures	Oui

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en différentes épaisseurs, en fonction de la couleur.

Pour plus de détails, voir le "Product Catalogue" d'AGC sur [www.agc-verreglass.com](http://www.agc-verreglass.com) > Outils > Product Catalogue.

## 2.4 – Verre acoustique et performances



Porta Nuova - Milan, Italie - Architecte : Piuarch - Stratobel & Stratophone

## ▼ INTRODUCTION

Plus l'isolation acoustique est élevée, plus le confort est important, avec un impact positif sur le bien-être et la santé.

Les propriétés acoustiques d'un vitrage sont mesurées à l'aide des valeurs  $R_w$  ( $C$ ,  $C_{tr}$ ), définies dans la norme [EN ISO 717-1](#) et exprimées en décibels (dB).

- > La valeur obtenue en additionnant  $R_w$  et  $C$  représente l'isolation acoustique vis-à-vis des bruits de plus haute fréquence comme le trafic routier rapide, des jeux d'enfants, la radio ou la télévision.
- > La valeur obtenue en additionnant  $R_w$  et  $C_{tr}$  représente l'isolation acoustique vis-à-vis des bruits de plus basse fréquence comme le trafic routier lent ou la musique d'une discothèque.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées en vue d'améliorer l'isolation acoustique en fonction du type de vitrage (monolithique ou assemblage en vitrage isolant).

- > Pour le verre monolithique, l'isolation acoustique peut être améliorée par l'utilisation de verre feuilleté. La marque AGC pour le verre feuilleté doté d'intercalaires spécifiquement dédiés à l'acoustique est Stratophone.
- > Pour les vitrages isolants, l'isolation acoustique peut être améliorée par l'utilisation d'un espaceur plus large entre les feuilles, par des assemblages asymétriques ou par l'utilisation de verre feuilleté (acoustique) dans l'assemblage. La marque AGC pour le vitrage isolant est Thermobel, qui est disponible en version Stratobel du Stratophone (verre feuilleté acoustique).

# Stratophone



Prague Ruzyně Airport - Prague, République Tchèque - Stratophone

## ▼ DESCRIPTION

- > Les produits Stratophone d'AGC, composés d'au moins 2 feuilles de verre avec un (ou plusieurs) intercalaire(s) en PVB<sup>(1)</sup> acoustiques, sont des verres feuilletés conçus pour répondre à des exigences acoustiques et de sécurité.
- > D'autres fonctions comme le contrôle solaire, l'isolation thermique et la décoration peuvent également être obtenues par l'assemblage avec divers substrats verriers (float clair, extra-clair ou coloré, etc.) et couches (iplus, Stopray, Ipasol, etc...).
- > Les produits Stratophone bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Bronze.



Stratophone

(1) Polyvinyle de butyral.

- > Les produits Stratophone sont étiquetés A+ suivant les arrêtés français relatifs aux émissions de polluants volatils dans l'air intérieur et obligatoires depuis 2013.

La composition du Stratophone est identifiée par un code :

- > une série de chiffres indiquant l'épaisseur nominale de chacune des feuilles de verre ;
- > le dernier chiffre indique le nombre de films PVB de 0,38 mm d'épaisseur.

Exemple : 44.2 est un verre feuilleté composé de deux feuilles de 4 mm séparées par une épaisseur de 0,76 mm de PVB.

### ▼ AVANTAGES

- > Les produits Stratophone offrent de meilleures performances acoustiques que le verre feuilleté normal (environ 3 dB pour des structures comparables) tout en garantissant un niveau comparable de sécurité.
- > Stratophone peut être utilisé seul en tant que verre feuilleté ou être intégré à un vitrage isolant.

## ▼ PERFORMANCES

Les chiffres relatifs aux performances sont fournis dans le tableau ci-dessous. À noter, les valeurs  $R_w$  augmentent de 35 dB à 41 dB en fonction de l'épaisseur du verre. Pour comparaison, une différence de 10 dB de la valeur acoustique équivaut à deux fois moins de bruit perçu.

Composition	Valeurs acoustiques (EN ISO 717-1) (dB)			Épaisseur (mm)	Poids/m² (kg)
	R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub> +C	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>		
Planibel					
6 mm	31	29	28	6	15
8 mm	32	31	30	8	20
Stratobel					
44.2	35	34	32	9	21
66.2	36	35	33	13	31
Stratophone					
33.2 st	36	36	33	7	16
44.2 st	37	37	35	9	21
55.2 st	39	38	36	11	26
66.2 st	40	39	37	13	31
88.2 st	41	40	39	17	41

*NB : Pour les compositions non reprises dans cette liste, consultez [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) et ses outils en ligne, ou contactez un représentant local.*



# Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone



Habitation privée - Belgique - Thermobel Stratophone

## ▼ DESCRIPTION

Thermobel, la marque de vitrages isolants d'AGC est conçue pour offrir l'isolation acoustique recherchée grâce à une sélection rigoureuse de composants. Différentes techniques sont utilisées.

- > La performance acoustique d'un vitrage Thermobel est considérablement améliorée lorsque les deux (trois) composants ont des épaisseurs différentes.
- > Le Thermobel Stratobel comprend au minimum un verre feuilleté Stratobel, augmentant encore les performances acoustiques.
- > Le Thermobel Stratophone permet d'obtenir les meilleures performances, grâce à l'utilisation de verre feuilleté acoustique Stratophone.

## ▼ AVANTAGES

- > Haute isolation acoustique.
- > Les performances acoustiques ne sont pas modifiées lorsque les vitrages comportent une couche ou lorsqu'ils sont colorés ou trempés.

## ▼ PERFORMANCE

Les performances acoustiques de la gamme Thermobel sont détaillées dans le tableau ci-contre. Pour comparaison, une différence de 10 dB sur  $R_w$  équivaut à deux fois moins de bruit perçu.

À noter :

- > les performances acoustiques sont très étendues : de 30 dB à 52 dB ;
- > un double vitrage asymétrique augmente les performances d'environ 5dB par rapport à un double vitrage symétrique ;
- > l'utilisation de Stratobel ou mieux encore de Stratophone, augmente considérablement les performances ;
- >  $R_w(C;C_{tr})$  ne dépend pas du sens de mise en oeuvre = 6/15/55.2 et 55.2/15/6 présentent la même performance.

# Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone

Exemples de compositions	Perte de transmission par bande de fréquence (dB)						Indice acoustique (dB)			Épaisseur (mm)	Poids (kg/m²)	
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	R <sub>w</sub> (C,C <sub>tr</sub> )	R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub> +C			R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>
Thermobel												
4 - 14 - 8	23.8	24.0	31.5	40.6	43.4	44.8	37 (-2,-5)	37	35	32	26	30
4 - 16 - 4	20.5	16.8	25.7	36.4	41.4	36.5	30 (-1,-4)	30	29	26	24	20
4 - 16 - 10	22.9	23.5	35.7	41.4	45.2	49.1	38 (-2,-6)	38	36	32	30	35
6 - 15 - 6	21.5	21.4	31.0	38.7	30.8	39.2	32 (-1,-3)	32	31	29	27	30
6 - 15 - 4	22.0	23.5	31.8	43.1	41.9	43.4	36 (-1,-5)	36	35	31	25	25
8 - 16 - 4	23.2	24.6	31.9	41.1	43.6	44.1	37 (-2,-5)	37	35	32	28	30
10 - 15 - 6	22.0	28.7	36.4	40.7	39.1	49.6	38 (-1,-4)	38	37	34	31	40
Thermobel Stratobel												
4 - 16 - 44.2	22.0	23.2	33.6	43.3	48.6	50.6	37 (-2,-6)	37	35	31	29	31
44.2 - 16 - 33.2	23.7	26.4	37.7	43.3	41.9	53.7	39 (-1,-5)	39	38	34	32	37
44.2 - 14 - 44.6	26.6	27.0	38.8	43.0	43.1	60.8	40 (-1,-5)	40	39	35	33	43
6 - 15 - 55.2	23.5	28.6	36.5	43.2	39.6	47.4	39 (-1,-4)	39	38	35	32	41
8 - 15 - 55.2	26.1	32.3	39.5	41.0	40.2	53.6	41 (-2,-4)	41	39	37	34	46
10 - 12 - 44.6	27.8	28.0	39.8	43.5	43.7	55.4	41 (-1,-5)	41	40	36	32	45
10 - 12 - 66.2	29.2	33.8	40.5	38.7	43.7	58.1	41 (-1,-3)	41	40	38	35	55
66.2 - 15 - 44.2	26.5	33.6	39.7	41.3	44.6	60.8	42 (-2,-5)	42	40	37	37	52
66.2 - 16 - 55.2	29.2	34.0	42.4	39.3	45.1	60.6	42 (-1,-4)	42	41	38	40	57
88.2 - 16 - 55.2	30.5	35.5	41.3	40.1	46.9	62.0	43 (-1,-4)	43	42	39	44	67
88.2 - 15 - 66.2	28.3	39.0	43.5	43.5	51.0	61.9	46 (-1,-5)	46	45	41	45	72

# Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone

Exemples de compositions	Perte de transmission par bande de fréquence (dB)						Indice acoustique (dB)			Épaisseur (mm)	Poids (kg/m²)	
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub> +C			R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>
Thermobel Stratophone												
4 - 15 - 44.2 st	25.0	26.0	33.4	44.1	46.0	49.1	39 (-2;-5)	39	37	34	28	31
6 - 16 - 44.2 st	23.2	28.6	38.7	48.7	48.2	53.4	41 (-2;-6)	41	39	35	31	36
8 - 16 - 44.2 st	24.5	29.9	39.6	47.4	48.4	55.4	42 (-2;-6)	42	40	36	33	41
6 - 15 - 66.2 st	27.2	30.7	39.3	44.7	44.8	54.6	42 (-1;-5)	42	41	37	34	46
8 - 15 - 66.2 st	28.2	33.3	40.9	42.8	43.8	56.2	43 (-2;-4)	43	41	39	36	51
8 - 20 - 55.2 st	21.9	33.6	43.6	47.9	47.2	58.5	44 (-3;-8)	44	41	36	38	45
10 - 16 - 44.2 st	26.2	33.2	42.7	46.7	50.9	57.9	45 (-2;-6)	45	43	39	35	46
10 - 20 - 44.2 st	30.6	34.9	41.9	45.4	47.2	56.3	45 (-1;-4)	45	44	41	38	45
10 - 16 - 55.2 st	28.8	34.1	45.8	46.2	49.3	61.1	46 (-2;-6)	46	44	40	37	51
10 - 16 - 66.2 st	31.0	33.7	46.2	45.7	48.6	62.2	45 (-2;-5)	46	44	41	39	56
44.2 st - 15 - 44.2 st	27.3	31.5	42.2	53.0	56.3	59.7	45 (-2;-7)	45	43	38	33	42
66.2 st - 16 - 44.2 st	27.6	38.0	45.8	54.1	56.0	63.1	49 (-3;-8)	49	46	41	38	52
88.2 st - 15 - 44.2 st	30.5	40.0	45.4	52.5	55.2	63.8	50 (-2;-7)	50	48	43	41	62
66.2 st - 16 - 66.2 st	30.4	39.3	46.7	53.9	54.0	65.1	50 (-2;-7)	50	48	43	42	62
88.2 st - 16 - 66.2 st	35.9	43.6	47.8	51.6	55.1	68.5	52 (-1;-5)	52	51	47	46	72

# Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone

Exemples de compositions	Perte de transmission par bande de fréquence (dB)						Indice acoustique (dB)			Épaisseur (mm)	Poids/m <sup>2</sup> (kg)	
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	R <sub>w</sub> (C <sub>Ctr</sub> )	R <sub>w</sub>	R <sub>w</sub> +C			R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub>
Thermobel TG												
4 - 12 - 4 - 12 - 4	18.7	19.0	28.4	41.6	46.7	39.8	33 (-2,-6)	33	31	27	36	30
6 - 12 - 6 - 12 - 6	18.5	21.9	32.9	40.3	36.7	48.9	35 (-2,-6)	35	33	29	42	45
4 - 15 - 4 - 15 - 6	15.0	25.2	33.0	43.5	42.2	44.7	36 (-2,-7)	36	34	29	44	35
4 - 12 - 4 - 12 - 8	20.6	25.1	33.8	44.3	48.0	48.9	37 (-1,-6)	37	36	31	40	40
6 - 12 - 4 - 12 - 8	22.2	28.8	36.7	44.0	40.1	52.5	39 (-2,-5)	39	37	34	42	45
10 - 12 - 4 - 12 - 6	24.0	27.5	36.0	41.8	42.9	55.5	40 (-2,-6)	40	38	34	44	50
Thermobel TG Stratobel												
4 - 12 - 4 - 12 - 33.2	17.7	24.3	33.0	43.7	47.6	47	36 (-1,-6)	36	35	30	39	36
6 - 16 - 4 - 16 - 44.2	18.9	28.8	38.2	45.1	41.6	54.2	39 (-2,-7)	39	37	32	51	46
8 - 16 - 6 - 16 - 33.2	20.9	26.9	39.1	45.7	43.2	55.0	39 (-1,-6)	39	38	33	53	51
8 - 16 - 6 - 16 - 44.2	24.9	28.3	37.8	42.3	42.1	56.6	40 (-2,-5)	40	38	35	55	56
44.2 - 12 - 6 - 12 - 44.2	19.6	31.3	39.0	44.9	43.6	56.8	41 (-2,-8)	41	39	33	48	57
8 - 16 - 4 - 16 - 55.2	27.7	31.8	41.2	39.7	39.7	58.2	41 (-2,-4)	41	39	37	55	56
8 - 16 - 6 - 16 - 55.2	23.9	31.1	41.0	49.1	50.5	60.9	43 (-2,-4)	43	41	39	57	61
66.2 - 16 - 6 - 16 - 44.2	27.8	34.3	43.0	42.6	45.7	61.4	44 (-1,-5)	44	43	39	60	67

# Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone

Exemples de compositions	Perte de transmission par bande de fréquence (dB)					Indice acoustique (dB)			Épaisseur (mm)	Poids (kg/m²)
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	$R_w (C_{C_{tr}})$	$R_w$	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
<b>Thermobel TG Stratophone</b>										
4 - 12 - 4 - 12 - 44.2 st	21.2	25.7	35.4	46.4	49.5	49.5	39 (-2;-7)	39	37	32
6 - 12 - 4 - 12 - 44.2 st	19.4	30.2	38.6	47.2	45.9	52.2	41 (-2;-8)	41	39	33
8 - 12 - 4 - 12 - 44.2 st	23.6	31.0	39.9	49.2	51.1	59.5	43 (-3;-7)	43	40	36
44.2 - 12 - 4 - 12 - 44.2 st	23.9	31.1	41.0	49.1	50.5	60.9	43 (-2;-7)	43	41	36
44.2 st - 16 - 6 - 16 - 44.2 st	23.6	32.9	45.3	55.1	57.2	60.8	46 (-3;-9)	46	43	37
10 - 12 - 4 - 12 - 44.2 st	24.8	32.4	42.6	46.1	49.8	57.7	44 (-2;-7)	44	42	37
10 - 12 - 6 - 12 - 44.2 st	30.0	32.7	41.5	48.8	52.1	62.1	46 (-2;-6)	46	44	40
8 - 16 - 6 - 16 - 55.2 st	30.3	32.5	43.2	47.9	46.7	56.9	45 (-1;-5)	45	44	40
10 - 16 - 6 - 16 - 55.2 st	30.7	33.2	45.3	46.1	48.0	58.9	46 (-2;-5)	46	44	41
10 - 16 - 6 - 16 - 66.2 st	36.1	36.2	44.4	46.8	48.7	57.8	47 (-1;-4)	47	46	43
44.2 st - 10 - 4 - 10 - 66.2 st	27.4	35.9	44.1	53.0	55.2	63.2	47 (-1;-7)	47	46	40
44.2 st - 12 - 6 - 12 - 66.2 st	27.9	36.9	47.0	53.9	54.6	63.1	48 (-2;-7)	48	46	41
88.2 st - 12 - 6 - 12 - 66.2 st	33.2	42.8	49.3	52.5	52.8	61.5	51 (-1;-5)	51	50	46
<b>Cloison</b>										
Indices estimés										
6 - 60 mm air - 6	-					39 (-3;-4)			39	35
6 - 60 mm air - 44.2						43 (-2;-4)			43	41
6 - 60 mm air - 44.2 st						45 (-1;-3)			45	44
									72	30
									74	36
									74	36

## Thermobel, Thermobel Stratobel & Thermobel Stratophone

*NB : Chaque vitrage isolant présente ses propres performances acoustiques. Des exemples de performances mesurées sont données dans le tableau ci-contre.*

*Pour des structures non reprises dans la liste, il est possible d'obtenir de plus amples informations auprès d'un représentant local.*

*Certaines compositions peuvent faire l'objet d'une évaluation par calcul.*

## 2.5 – Verre feuilleté de sécurité



Gare de Liège Guillemins - Liège, Belgique - Architecte : S. Calatrava - Stratobel



### ▼ INTRODUCTION

La gamme Stratobel d'AGC répond à des exigences de sécurité (protection des personnes et des biens contre les blessures, les dommages, les chutes et le vandalisme), tandis que les gammes Stratobel Security et Thermobel Stratobel Security (verre isolant) proposent des fonctions de sécurité plus avancées, visant à offrir une protection contre l'effraction, les armes à feu ou les explosions.

Stratobel et Stratobel Security sont testés et/ou certifiés conformément aux normes en la matière. Ils peuvent être utilisés en vitrage isolant (généralement, le verre feuilleté est orienté vers l'intérieur du bâtiment).

En fonction de l'assemblage (nombre de feuilles de verre et leur épaisseur), de l'épaisseur et de la nature des intercalaires plastiques (PVB<sup>(1)</sup> ou Strong<sup>(1)</sup> ou EVA<sup>(2)</sup> ou Sentry Glas, étant les plus communs), il est possible d'obtenir différents niveaux de sécurité et d'offrir un produit spécifique pour des besoins différents.

Stratobel apporte également une protection contre les UV, ainsi que de meilleures performances acoustiques qu'un verre non feuilleté. Des intercalaires spécifiques (voir section «Acoustique / Stratophone») permettent d'améliorer encore ces performances.

Enfin, le verre feuilleté Stratobel peut être combiné à une large gamme de produits verriers, couches et intercalaires pour satisfaire à des fonctions de contrôle solaire et d'isolation thermique renforcées ou constituer une touche décorative.

(1) Polyvinyle de butyral.

(2) Ethylène vinyle acétate.

# Stratobel



Gare de Liège Guillemins - Liège, Belgique - Architecte : S. Calatrava - Stratobel

## ▼ DESCRIPTION

Les produits Stratobel sont constitués de deux (ou plusieurs) feuilles de verre assemblées à l'aide d'un intercalaire en polymère qui les maintient ensemble en cas de bris.

Généralement, les produits Stratobel sont testés conformément à :

- > la norme [EN 12600](#) : la classe 2B2 correspond à la prévention des risques de coupures et blessures par choc accidentel, tandis que la classe 1B1 assure la protection des personnes contre le risque de chute au travers du vitrage en cas de bris accidentel ;
- > la norme [EN 356](#) :
  - protection élémentaire contre le vandalisme (classes P1A-P2A), obtenue avec au moins 2 intercalaires PVB ;
  - protection moyenne contre la petite délinquance (P3A-P4A), obtenue avec au moins 4 intercalaires PVB ;
  - protection renforcée contre des attaques de durée limitée (P5A), obtenue avec au moins 6 intercalaires PVB.

Les produits Stratobel bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Bronze.



Stratobel

Les produits Stratobel sont étiquetés A+ suivant les arrêtés français relatifs aux émissions de polluants volatils dans l'air intérieur et obligatoires depuis 2013.

## ▼ AVANTAGES

- > Les produits Stratobel constituent une solution efficace pour la protection des personnes contre les risques de blessures dues à du verre brisé, ainsi que contre les chutes et défenestrations.
- > Les produits Stratobel offrent également une solution efficace contre le vandalisme pour les habitations, les commerces et les bureaux.
- > Stratobel PVB peut être fabriqué en vitrage bombé.

## ▼ PERFORMANCES

Les performances de certains produits Stratobel sont détaillées dans le tableau ci-après. Le niveau de protection augmente avec l'épaisseur du verre et le nombre d'intercalaires PVB.

**Stratobel Safety : protection contre les blessures et les chutes**

	Normes		Épaisseur totale (mm)	Poids (kg/m²)	Propriétés lumineuses & énergétiques		Acoustique R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> ) (dB)
	Impact EN 12600	Effraction EN 356			LT (%)	EA (%)	
22.1	2B2	NPD	4	10	90	14	NPD
33.1	2B2	NPD	6	15	90	17	32 (-1 ; -3)
44.1	2B2	NPD	8	20	89	20	34 (-1 ; -2)
22.2	1B1	P2A	5	11	90	46	NPD
55.1	1B1	NPD	10	25	87	23	35 (-1 ; -3)
66.1	1B1	NPD	12	30	86	25	NPD
88.1	1B1	NPD	16	40	84	31	NPD
33.2	1B1	P2A	7	16	89	19	33 (-1 ; -4)
44.2	1B1	P2A	9	21	88	21	35 (-1 ; -3)
55.2	1B1	P2A	11	26	87	24	NPD
66.2	1B1	P2A	13	31	86	27	36 (-1 ; -3)
88.2	1B1	P2A	17	41	84	32	39 (-1 ; -3)
1010.2	1B1	P2A	21	51	82	36	40 (-1 ; -3)
1212.2	1B1	P2A	25	61	80	40	42 (-0 ; -3)
33.4	1B1	P4A	8	17	89	21	NPD
44.4	1B1	P4A	10	22	88	23	NPD
55.4	1B1	P4A	12	27	87	26	36 (-1 ; -4)
66.4	1B1	P4A	14	32	86	29	37 (-1 ; -4)
88.4	1B1	P4A	18	42	84	34	NPD
1010.4	1B1	P4A	22	52	80	38	NPD
44.6	1B1	P5A	10	22	88	23	NPD
66.6	1B1	P5A	14	32	86	30	NPD

NB : Toutes les compositions Stratobel ne figurent pas dans le tableau ci-dessus.

Consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) ou un représentant local pour plus de détails concernant d'autres compositions possibles.

# Stratobel EVA



Siège de Rexel - Paris - Stratobel EVA

## ▼ DESCRIPTION

Le Stratobel EVA est un intercalaire qui est très plastique et souple lorsqu'il est chauffé. Ce qui lui permet d'assembler facilement des vitrages à la surface irrégulière (transformés par exemple), ou d'incorporer des matériaux divers tels que film PET, fibres textiles, treillis métallique ou cellules photovoltaïques. Les composants verriers sont habituellement trempés.

## ▼ AVANTAGES

En association avec du verre trempé, Stratobel EVA convient pour couvrir les risques de blessures, les risques de chutes de verre ou défenestration. Stratobel EVA ouvre à la créativité par incorporation de matières décoratives.

## ▼ PERFORMANCES

Les performances de certaines compositions sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Attention : le verre recuit peut ne pas convenir pour obtenir le classement nécessaire à certaines utilisations.

		EN 12600	EN 356	Epaisseur mm	Poids (kg)
Stratobel EVA 44.2	Recuit	2B2	Non classé	8	21
Stratobel EVA 55.2	Trempé	1B1	P1A	10	26
Stratobel EVA 88.2	Recuit	1B1	P1A	16	41

# Stratobel Security

## Thermobel Stratobel Security



### ▼ DESCRIPTION

- > Stratobel Security est utilisé lorsqu'un niveau élevé de sécurité est requis (par exemple pour protéger des personnes ou des biens contre l'effraction, les attaques, les armes à feu ou les explosions).
- > Les produits de sécurité sont des assemblages multifeuilletés souvent plus complexes que la gamme Stratobel normale.
- > Les produits de sécurité sont testés conformément aux normes en vigueur :
  - Stratobel Security Burglary est un verre feuilleté satisfaisant à la norme [EN 356 \(niveaux P6B, P7B et P8B\)](#), assurant une protection contre le vol organisé et les attaques à main armée ;
  - Stratobel Security Bullet est un verre feuilleté satisfaisant à la norme [EN 1063](#), tout comme le verre isolant Thermobel Stratobel Security Bullet. Les [niveaux BR1-S à BR7-NS<sup>\(1\)</sup> et SG1/SG2 - S/NS](#) assurent une protection contre différents types d'armes et de munitions ;
  - Stratobel Security Explosion est un verre feuilleté satisfaisant à la norme [EN 13541](#), avec des [niveaux de ER1-S à ER4-NS](#).

(1) NS signifie «sans éclats».

## ▼ AVANTAGES

- > AGC a développé des solutions spécifiques en vitrage isolant afin de limiter l'épaisseur totale.
- **Thermobel Stratobel Security**, en tant que vitrage isolant de sécurité, a été certifié. Les deux faces du vitrage isolant contribuent ensemble au classement [EN 356 et/ou EN 1063](#). Il en résulte une épaisseur totale et un poids réduit par rapport à un vitrage isolant dans lequel une seule face serait Stratobel Security.

*NB : Il convient de suivre les instructions d'installation spécifiques, lesquelles mentionnent généralement une orientation à respecter pour les faces du vitrage, ainsi qu'un positionnement spécifique du vitrage isolant. Consulter le site [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) ou un représentant local pour de plus amples informations.*

- > Certaines solutions existent en version PLF que les transformateurs peuvent découper selon les besoins.

## ▼ PERFORMANCES

Les tableaux figurant sur les pages suivantes détaillent les performances de la gamme AGC (Thermobel) Stratobel Security en simple ou double vitrage.

*Cette liste est non exhaustive et il est possible d'obtenir davantage d'informations sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) ou auprès d'un représentant local.*

# Stratobel Security

## Thermobel Stratobel Security

### Stratobel Security Burglary : protection contre l'effraction

	Normes		Épaisseur totale (mm)	Poids (kg/m²)	Propriétés lumineuses & énergétiques	
	Impact EN 12600	Effraction EN 356			$\tau_v$ (%)	Abs. Energie (%)
502-2	1B1	P6B	15	32	86	31
103-3	1B1	P6B	15	33	87	25
103-7	1B1	P7B	21	45	86	30
303-7	1B1	P8B	23	47	86	31

### Stratobel Security Bullet : résistance aux attaques par balles

Stratobel Security Bullet (Tests avec Kalashnikov)	Normes		Épaisseur totale (mm)	Poids (kg/m²)	Dim. maxi (cm)	Propriétés lumineuses & énergétiques	
	Effraction EN 356	Balles EN 1063				$\tau_v$ (%)	Abs. Energie (%)
402-1-B	P3A-P4A	BR1-S	14	32	600 x 321	87	23
802-5-B	P3A-P4A	BR1-NS	18	42	600 x 321	86	26
902-7-B	P5A	BR2-S	19	43	600 x 321	86	29
104-1-B	P6B	BR2-NS	31	73	Dimensions finales d'utilisation	81	37
403-5-B	P6B	BR3-S	24	54	600 x 321	84	32
704-3-B	P6B	BR3-NS	37	88	Dimensions finales d'utilisation	79	40
004-8-B	P6B	BR4-S	30	67		83	36
304-6-B	P6B	BR4-S / SG1-S	32	75		81	38
106-1-B	P7B	BR4-NS	51	123		75	47
504-4-B	P8B	BR5-S / SG2-S	35	81		81	39
806-2-B	P7B	BR5-NS	58	141		72	51
905-9-B	P7B	BR6-S	49	116		76	47
408-1-B	P8B	BR6-NS	73	179	Dimensions finales d'utilisation	68	57
009-1-B	P8B	BR7-NS	80	188		67	59



# Stratobel Security

## Thermobel Stratobel Security

### Thermobel Stratobel Security Bullet : résistance aux attaques par balle

Thermobel Stratobel Security Bullet (Tests avec Kalashnikov)	Normes		Épaisseur totale (mm)	Poids (kg/m <sup>2</sup> )	Propriétés lumineuses avec Clearlite		Propriétés énergétiques avec Clearlite	
	Effraction EN 356	Balles EN 1063			$\tau_v$ (%)	LR (%)	EA (%)	$U_g$ W(m <sup>2</sup> K)
9205-1-B <sup>(1)</sup>	P6B	BR3-NS	49	93	72	11	46	1.4 <sup>(1)</sup>
1205-1-B <sup>(1)</sup>	P5A	BR4-S	41	70	75	12	36	1.4 <sup>(1)</sup>
2207-1-B <sup>(1)</sup>	P6B	BR4-S / SG1-S	62	113	70	11	43	1.1 <sup>(1)</sup>
7206-1-B <sup>(1)</sup>	P6B	BR4-NS	57	113	70	10	50	1.4 <sup>(1)</sup>
1207-1-B <sup>(1)</sup>	P4A	BR4-NS / BR6-S	62	125	68	11	51	1.4 <sup>(1)</sup>
4207-1-B <sup>(1)</sup>	P8B	BR5-NS	64	127	68	10	53	1.4 <sup>(1)</sup>
7207-1-B <sup>(1)</sup>	P6B	BR5-NS / SG1-NS	67	124	68	11	45	1.1 <sup>(1)</sup>
3206-1-B <sup>(1)</sup>	P5A	BR6-S	53	100	71	11	44	1.3 <sup>(1)</sup>
3209-1-B	P6B	BR6-NS	83	177	63	12	57	2.4
6208-1-B	P8B	BR7-S	76	157	65	12	54	2.4
8209-1-B	P8B	BR7-NS / SG2-NS	89	188	62	11	59	2.3

(1) Associé à iplus Top 1.1 et argon 80% - 16 mm. D'autres couches sont possibles.

### Stratobel Security Explosion : résistance aux explosions

	Normes			Épaisseur totale (mm)	Poids (kg/m <sup>2</sup> )	Dim. maxi.	Propriétés lumineuses & énergétiques	
	Impact EN 12600	Effraction EN 356	Explo- sion EN 13541				$\tau_v$ (%)	Abs. Energie (%)
002-2-EX	1B1	P5A	ER1-S	10	22	600 x 32	89	21
902-2-EX	1B1	P6B	ER2-S	19	43		86	29

# Stratobel Strong



Centre Commercial Les Quatre temps - Paris La Défense, France  
Designer : M. Gulacsy, M. Metge

## ▼ DESCRIPTION

Stratobel Strong est un verre feuilleté incorporant un film plastique plus rigide que les PVB habituellement utilisés dans les verres de sécurité. Sa composition très résistante assure ainsi des propriétés mécaniques améliorées.

Exclusivement développé pour AGC, ce PVB est unique par son esthétique parfaitement neutre qui n'altère pas la teinte du verre ; ceci est d'autant plus remarquable lorsque Stratobel Strong est composé avec le verre hautement transparent d'AGC, Planibel Clearvision.

## ▼ AVANTAGES

- > Le vitrage est rigide et présente une haute transmission lumineuse même en forte épaisseur. Il peut être combiné à la plupart des produits PVB colorés. Le produit apporte en cas de bris accidentel un niveau supplémentaire de sécurité car il tient en place.
- > Ses bords peuvent être exposés à l'environnement extérieur sans protection.
- > Le vitrage est moins déformé sous la charge de vent.

- > Stratobel Strong est disponible en verre recuit clair et en dimensions à recouper DLF / PLF ou fabriqué aux dimensions finales avec toutes les possibilités d'association voulues (verre trempé / recuit / coloré / imprimé / à couche...).
- > Stratobel Strong peut être fourni en verre bombé, ou en verre trempé Securit ou Structaflex.
- > Il est compatible avec la plupart des mastics actuels.

## ▼ PERFORMANCES

Il est classé 1B1 suivant *EN 12600* dès *44.2* et *P2A* suivant *EN 356*. Ses propriétés essentielles sont :

Clearlite	44.2	55.2	66.2	88.2	1010.2	1212.2
Transmission lumineuse %	89	88	87	86	84	-
Absorption énergétique %	16	18	20	23	27	-
Clearlite	44.2	55.2	66.2	88.2	1010.2	1212.2
Transmission lumineuse %	91	91	91	91	91	91
Absorption énergétique %	10	10	10	12	13	14

## ▼ UTILISATIONS

- > Ouvrages courants.
- > Dalles de sol et marches.
- > Brise-soleil.
- > Garde-corps.

# Stratobel SentryGlas



Torri San Benigno - MSC - Gênes, Italie - Architecte : Alfonso Femia - Stratobel SentryGlas

## ▼ DESCRIPTION

SentryGlas est un intercalaire polymère ionoplaste de nature différente de celle du PVB. Il confère au verre feuilleté une résistance mécanique supérieure à celle de Stratobel PVB et est très résistant à l'eau.

C'est la solution adaptée à des environnements extrêmes ou sollicitations fortes. Le verre feuilleté Stratobel SentryGlas est plus rigide que Stratobel PVB jusqu'à 80°C en œuvre.

Il permet l'incorporation de films décoratifs, après essais.

Les vitrages Stratobel SentryGlas sont adaptés à chaque projet. Ils sont fabriqués à la demande aux dimensions finales d'utilisation avec des verres recuits ou trempés.

## ▼ AVANTAGES

- > Plus l'épaisseur utilisée d'intercalaire est importante, plus le vitrage est rigide tout en conservant une haute transmission lumineuse.
- > En cas de bris accidentel, la paroi ne s'effondre pas, même si les composants sont trempés, ce qui apporte un niveau exceptionnel de sécurité aux ouvrages structurels.
- > Conservation des performances jusqu'à 80°C.

## ▼ PERFORMANCES

Il est classé 1B1 suivant [EN 12600](#) dès 33.1.

## ▼ UTILISATIONS

- > Usage structurel : poutre, contreventement, dalles et marches, garde-corps encastrés.
- > Ouvrages élancés : brise-soleil, grands vitrages et façades.
- > Parois de piscine...

## 2.6 – Verre traité thermiquement



Conseil Général des Pyrénées Atlantiques - Pau, France - Architecte : Philippe Ch. Dubois et Associés - Verre traité thermiquement

### ▼ INTRODUCTION

La plupart des produits verriers AGC peuvent être traités thermiquement afin d'augmenter leur résistance aux contraintes mécaniques et thermiques.

- > Les verres traités thermiquement sont de trois types.
  - Verre durci : il se casse en grands morceaux coupants et n'est pas un verre de sécurité.
  - Verre trempé de sécurité Securit.
  - Verre trempé Securit et traité Heat Soak de sécurité.

Les 2 types ci-dessus se cassent en petits morceaux peu coupants.

# Verre durci



## ▼ DESCRIPTION

- > Le verre durci subit un traitement thermique par chauffage et refroidissement contrôlé soumettant la face extérieure du verre à une compression et la face intérieure à une tension.
- > On obtient ainsi un verre dont le niveau de résistance à la flexion est supérieur à celui du verre recuit mais inférieur à celui du verre trempé de sécurité. Il n'est pas nécessaire de recourir au traitement Heat Soak pour le verre durci.
- > La plupart des produits verriers AGC peuvent être durcis : Planibel clair ou coloré, Stopsol, Sunergy, Imagin.
- > Certains verres à couche (par exemple dans les gammes iplus T et Stopray T) ou laqués (par exemple Lacobel T) doivent être durcis pour atteindre les performances attendues. Le durcissement de ces produits verriers nécessite un réglage spécifique des paramètres du four.
- > Le verre sérigraphié ou émaillé doit au minimum être durci. Le transformateur doit réaliser un test de faisabilité et s'assurer de la bonne durabilité du produit fabriqué, si la sérigraphie ou l'émaillage est appliqué(e) à des substrats à couches.



## ▼ UTILISATIONS DU VERRE DURCI

### Propriétés mécaniques

- > Le durcissement vise principalement à :
  - prévenir le risque de bris par choc thermique dans des applications où le verre est soumis à une haute absorption énergétique et/ou un ombrage important. Il peut résister à des différences de température de l'ordre de 100°C ;
  - augmenter la résistance à la flexion jusqu'à maximum 70 N/mm<sup>2</sup> (valeur ne tenant pas compte des coefficients applicables pour la conception de la structure).
- > Une fois le durcissement réalisé, aucune autre transformation (découpe, perçage, façonnage des bords, etc.) n'est possible. Le verre durci doit être conforme à la norme [EN 1863](#).
- > Le verre durci n'est pas exposé au risque de casse par inclusions de sulfure de nickel. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir un test Heat Soak.
- > Il ne peut pas être fabriqué en fortes épaisseurs (10 mm maxi), afin de respecter le mode de fragmentation.
- > Le procédé de durcissement peut provoquer des déformations optiques inhérentes dues à l'ondulation de la surface. L'ondulation peut être mesurée et évaluée pour une déformation globale ou locale.
- > Les propriétés lumineuses et énergétiques du verre durci sans couche sont identiques à celles du verre recuit. Pour les produits revêtus de couches pouvant être traitées thermiquement ou d'émail, les propriétés lumineuses et énergétiques finales ne se révèlent qu'après le processus de durcissement. Remarque : le verre à couche doit obligatoirement satisfaire aux directives de traitement thermique d'AGC.

### ▼ FAÇONNAGE ET PERÇAGE

#### Façonnage des bords

Les différentes qualités de traitement des bords pour verres durcis sont les suivantes :

- > JPI : Joint Plat Industriel ;
- > JPPI : Joint Plat Poli Industriel ;
- > JPP : Joint Plat Poli.

Voir p. 112, pour la description des différents façonnages.

Pour les bâtiments, le verre durci est livré par défaut avec JPI. D'autres finitions sont possibles sur demande du client et sous réserve d'une étude de faisabilité.

#### Autres possibilités de façonnage

- > Perçage de trous (chanfreinés). Leurs positions et dimensions possibles sont dictées par le respect de la norme [EN 1863-1](#).
- > Encoche(s).
- > Angles.

# Verre trempé de sécurité Securit



Mode de fragmentation du verre trempé de sécurité Securit

## ▼ DESCRIPTION

- > Le verre trempé de sécurité Securit subit un traitement thermique par chauffage et refroidissement contrôlés soumettant la face extérieure du verre à une compression et la face intérieure à une tension. Suite à ces contraintes, le verre, lorsqu'il subit un choc, se fragmente en particules granulaires. Ces particules sont moins susceptibles de blesser des personnes ou d'endommager des objets, que de grands éclats.
- > Ce traitement thermique permet d'obtenir un verre dont la résistance à la flexion est supérieure à celle du verre durci. Il nécessite par ailleurs un traitement Heat Soak pour certaines applications ou afin de satisfaire à des normes nationales, des codes de construction ou des bonnes pratiques.
- > La plupart des produits verriers AGC peuvent être trempés : Planibel clair ou coloré, Stopsol, Sunergy et certains produits Imagin.
- > Certains verres à couche (par exemple dans les gammes iplus et Stopray) ou verres laqués (par exemple Lacobel T) peuvent ou doivent être trempés. Le traitement thermique de ces produits verriers nécessite un réglage spécifique des paramètres du four.
- > Le verre sérigraphié ou émaillé est généralement trempé. Le transformateur doit réaliser un test de faisabilité et durabilité si la sérigraphie ou l'émaillage est appliqué(e) sur la face couche d'un vitrage.

### ▼ UTILISATION DU VERRE TREMPÉ DE SÉCURITÉ

- > Simple vitrage, verre feuilleté, vitrage isolant. La trempe vise principalement à :
  - obtenir un verre de sécurité et donc réduire le risque de blessures ;
  - prévenir le risque de bris par choc thermique dans des applications où le verre est soumis à une haute absorption énergétique et/ou un ombrage important - Il peut résister à des différences de température de 200°C environ ;
  - augmenter la résistance à la flexion jusqu'à maximum 120 N/mm<sup>2</sup> (valeur ne tenant pas compte des coefficients applicables pour la conception de la structure).
- > Une fois la trempe réalisée, aucune autre transformation (découpe, perçage, façonnage des bords, etc.) n'est possible.
- > Le verre trempé de sécurité Securit doit être conforme à la norme [EN 12150](#).

### Casse spontanée

Le verre trempé présente un risque de casse par inclusions de sulfure de nickel, également appelée casse «spontanée». Le traitement Heat Soak peut être réalisé sur demande du client. Il est requis par des normes nationales, des codes de construction ou des bonnes pratiques. Voir chap. "Verre trempé HST".

### ▼ ASPECT OPTIQUE

Le procédé de trempe thermique peut provoquer des déformations de la surface du verre de deux types :

- > cintrage global de 3 mm/m<sup>(1)</sup>,
- > cintrage local de 0,5 mm/300 mm<sup>(1)</sup>.

Dans le cas d'utilisation de verres à couches, ce phénomène peut être parfois plus visible.

(1) Valeurs pour verre Planibel trempé en procédé horizontal.

## Anisotropie

En fonction de l'angle d'incidence de la lumière, de la quantité de lumière atteignant le verre, du moment de l'observation et de la position de l'observateur par rapport au verre, on peut observer le phénomène d'anisotropie inhérent au traitement thermique. La compression de la surface du verre trempé le rend anisotrope. Sous éclairage naturel, les propriétés de réflexion varient de point en point et l'aspect de la feuille de verre peut révéler des dessins diversement colorés appelés «fleurs de trempé».

## ▼ PERFORMANCES

Les propriétés lumineuses et énergétiques du verre trempé de sécurité Securit sont identiques à celles du verre recuit sans couche. Remarque : le verre à couche doit obligatoirement satisfaire aux directives de traitement thermique d'AGC. Pour les couches pouvant être traitées thermiquement, les propriétés lumineuses et énergétiques finales ne se révèlent qu'après le processus de trempé.

## ▼ FAÇONNAGE ET PERÇAGE

### Façonnage des bords

Le verre trempé permet le façonnage des bords comme suit :

- > JPI : Joint Plat Industriel ;
- > JPPI : Joint Plat Poli Industriel ;
- > JPP : Joint Plat Poli.

Pour les bâtiments, le verre trempé est livré par défaut avec bords JPI. D'autres finitions sont possibles sur demande du client et sous réserve d'une étude de faisabilité.

### Autres possibilités de façonnage

- > Perçage de trous (chanfreinés ou non).
- > Encoches.
- > Angles.

Certaines dispositions de façonnage et perçage (dimensions, positionnement par rapport aux bords, etc.) sont définies dans la norme [EN 14179-1](#).

# Verre trempé Securit HST



## ▼ DESCRIPTION

- > Le verre trempé de sécurité subit un traitement thermique par chauffage et refroidissement contrôlés soumettant la face extérieure du verre à une compression et la face intérieure à une tension. Suite à ces contraintes, le verre, lorsqu'il subit un choc, se fragmente en particules granulaires. Ces particules sont moins susceptibles de blesser des personnes ou d'endommager des objets, que de grands éclats.
- > Le verre trempé Heat Soak Test doit être conforme à la norme [EN 14179](#).

## ▼ POURQUOI DU VERRE TREMPÉ DE SÉCURITÉ HEAT SOAK ?

Le verre peut contenir des inclusions de sulfure de nickel (NiS) dont la taille peut varier de quelques microns à quelques millimètres. Ces inclusions ont une structure cristalline stable à basse température (volume plus important) qui est différente de la forme stable à haute température (volume moins important).

Dans le cas d'un verre trempé, les inclusions se forment suivant leur structure stable à haute température lorsque le verre est porté à environ 650°C.

Le refroidissement rapide du procédé de trempe ne laisse pas le temps aux inclusions de NiS d'évoluer vers leur structure stable à basse température avant que le verre ne soit solidifié.

La transformation va donc se poursuivre à la température de service du verre. L'augmentation de volume des inclusions de NiS peut provoquer la casse spontanée de la feuille de verre une fois le verre posé et dans un délai variable.

Afin de limiter les risques de casse, on peut appliquer au verre trempé un traitement appelé Heat Soak. Celui-ci consiste à placer le verre trempé dans un four, à un palier de température pendant un temps déterminé afin d'activer la transformation du NiS. La rupture due à la présence éventuelle de cristaux NiS critiques se produira alors pendant le traitement.

Ce traitement ne peut exclure à 100% le risque de casse spontanée.

### ▼ UTILISATION ET PERFORMANCES

*Se référer à la section «Verre trempé de sécurité Securit».*

- > Le verre trempé HST doit être conforme à [EN 14179](#).
- > Structaflex : ces vitrages font l'objet d'une fabrication spécifique et de tolérances réduites. Ils sont destinés aux applications de type VEA, garde-corps encastrés, éléments de structures, marches d'escaliers, etc... (voir p.272).
- > Possibilité de marquage personnalisé.

### ▼ FAÇONNAGE ET PERÇAGE

*Se référer à la section «Verre trempé de sécurité Securit».*

Certaines dispositions de façonnage/perçage (dimensions, positionnement par rapport aux bords, etc.) sont définies dans la norme [EN 14179-1](#).

### ▼ ASPECT OPTIQUE

*Se référer à la section «Verre trempé de sécurité Securit».*

## 2.7 – Verre bombé



«Bolle» - Distilleries Nardini - Centre de recherche et d'événements  
Bassano del Grappa, Italie - Architecte : M. Fuksas - Sunergy Clear avec Planibel Green



## ▼ DESCRIPTION

Il existe deux méthodes de fabrication pour le verre bombé.

1. Bombage par gravité : procédé de bombage par réchauffement progressif de la feuille de verre jusqu'au-delà de sa température de ramollissement ; par gravité, elle fléchit ensuite sous son propre poids, épousant un moule concave ou convexe déposé horizontalement dans un four de bombage. Une fois la mise en forme terminée, la feuille est refroidie de façon contrôlée pour devenir soit un verre recuit, soit un verre trempé de sécurité.
2. Bombage mécanique : procédé de bombage par lequel la feuille de verre est progressivement réchauffée jusqu'au-delà de sa température de ramollissement tandis que des forces mécaniques externes lui sont appliquées, lui faisant épouser un moule concave ou convexe déposé dans un four de bombage. Une fois la mise en forme terminée, la feuille est refroidie de façon contrôlée pour devenir soit un verre recuit, soit un verre trempé de sécurité.

## ▼ POSSIBILITÉS DE FABRICATION

### Produits verriers

De nombreux produits d'une épaisseur comprise entre 3 et 19 mm d'épaisseur peuvent être bombés : Planibel Clearlite, Planibel Clearvision (extra-clair), Planibel Coloured ; verre réfléchissant Stopsol Classic, Supersilver et Silverlight ; Sunergy et certains produits imprimés Imagin, Planibel G, ... Veuillez nous consulter.

Les couches iplus et Stopray avec un indice T pouvant être traitées thermiquement peuvent également être bombées, tout comme Stopray SilverFlex ou Smart. Toutefois, une fois bombés, ces vitrages ne sont plus trempés et se comportent comme des verres recuits.

### Types de verre bombé

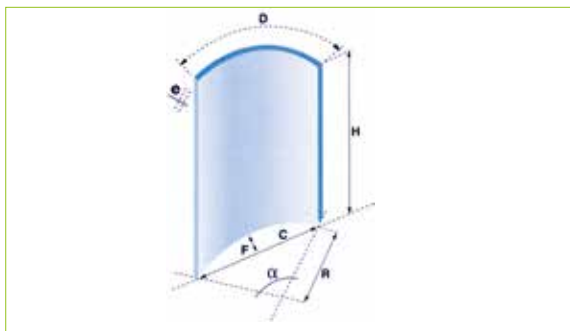
- > Verre monolithique bombé
- > Verre feuilleté bombé (Stratobel) : deux ou plusieurs feuilles de verre - moulées, bombées et recuites simultanément - sont ensuite assemblées en un verre feuilleté au moyen d'intercalaires en PVB ou Strong.

- > Vitrage isolant bombé (Thermobel) : vitrage isolant dont les composants sont bombés et séparés par un intercalaire warm edge. Les composants peuvent être des verres bombés monolithiques ou feuilletés. Les composants sont en verre recuit.
- > Les vitrages Thermobel bombés sont conformes à [EN 1279](#).

### ▼ POSSIBILITÉS DÉCORATIVES

Les traitements de surface décoratifs tels que la sérigraphie et l'émaillage peuvent être appliqués au verre avant bombage, sur la face qui n'est pas en contact avec le moule. Un film décoratif peut être incorporé dans un verre feuilleté bombé. Contacter AGC pour de plus amples informations.

### ▼ SPÉCIFICATIONS AVEC CINTRE RÉGULIER



Trois types d'informations doivent être précisés.

#### Information 1

Le produit verrier (type et épaisseur) et la composition pour un verre feuilleté ou un vitrage isolant. Pour un vitrage feuilleté bombé, il convient de décrire, dans l'ordre d'empilage, la nature, l'orientation des couches éventuelles et l'épaisseur de chaque constituant verrier et de l'intercalaire PVB.

#### Information 2

La hauteur de la génératrice du cylindre (H).

### Information 3

Le galbe qui est défini par :

- > D = longueur développée,
- > C = longueur de la corde,
- > F = flèche,
- > R = rayon de la courbure,
- >  $\alpha$  = angle (intérieur ou extérieur).

Deux de ces paramètres suffisent pour déterminer les autres. Par défaut, les différents paramètres seront toujours comptés à partir du côté intérieur (partie concave).

### ▼ DIMENSIONS

Epaisseur	Développé D (mm) maxi	Rayon R (mm) mini	Flèche F (mm) maxi
4	2000	850	480
5	2200	850	510
6	2500	850	550
8	3000	850	660
10	3300	1000	680
12	3500	1000	720
15	4000	1000	820
19	4500	1000	820
Dimensions maximales : 5000 x 3210			

### ▼ MANUTENTION ET STOCKAGE

La manutention et l'installation des verres bombés exigent certaines précautions afin de réduire les risques de casse. Lors des manipulations, les volumes doivent être maintenus par les bords rectilignes et par le milieu de la courbure.

Il est recommandé de stocker le vitrage en position verticale. Pour un stockage de courte durée, stocker les volumes dans leur emballage d'origine.

## 2.8 – Verre émaillé et allèges



CalypSO - Rotterdam, Pays-Bas - Architecte : William Alsop - Colorbel

### ▼ INTRODUCTION

L'émaillage consiste en un dépôt d'email sur le verre, suivi d'un séchage et d'un traitement thermique.

AGC propose plusieurs gammes de verre émaillé.

- > **Colorbel** : obtenu par un dépôt d'email uniforme sur toute la surface du verre.
- > **Artlite** : obtenu par l'application partielle d'un email au moyen d'un écran de sérigraphie.
- > **Artlite Digital** : application partielle d'un email obtenu par un processus d'impression numérique.
- > **Lacobel T** : une laque est appliquée industriellement au dos du verre. Le produit est directement découpé, façonné et trempé par le transformateur.

# Colorbel



Le Carrefour - Leiden, Pays-Bas - Architecte : VVKU architecten - Colorbel

## ▼ DESCRIPTION

- > Colorbel est un verre, trempé ou trempé HST dont une face est recouverte d'un émail opaque vitrifié au cours du traitement thermique.
- > Correspondance parfaite avec la gamme AGC de vitrages de contrôle solaire : les produits Colorbel Color Matching sont conçus pour garantir une harmonie esthétique entre les allèges et les vitrages de vision d'une façade.
- > En fonction du type de traitement thermique, ces produits sont conformes aux normes *EN 1863*, *EN 12150* ou *EN 14179*.

*Voir chapitre «Verre traité thermiquement».*

- > L'émaillage est possible sur divers supports verriers (Planibel Clearlite, Planibel Coloured, Planibel Clearvision, etc...), offrant encore davantage de possibilités en matière de créativité.

## ▼ AVANTAGES

- > De nombreuses applications : allèges, revêtements muraux, de colonnes, etc.
- > Une infinité de possibilités en termes de couleurs : choix parmi les teintes RAL, des nuances métalliques et des émaux diffusants mats. Il est également possible de créer sa propre couleur.
- > Le respect des normes s'appliquant au verre de sécurité : en fonction du type de traitement thermique, ces produits sont conformes aux normes [EN 1863](#), [EN 12150](#) et [EN 14179](#).
- > Une haute résistance à des différences de température extrêmes, aux UV, aux rayures et aux tâches.

## ▼ UTILISATION EN ALLÈGES

Les allèges sont utilisées pour masquer les parties opaques et les éléments structurels des façades.

En fonction des produits et couleurs utilisés, on obtient une harmonie parfaite avec le vitrage de vision le plus proche, ou, au contraire, des effets de contraste.

Les différents types d'allèges sont :

- > un verre simple émaillé : il s'agit de verre clair ou coloré recouvert d'une couche d'émail puis trempé ou durci (Colorbel) sur mesure. Gamme Colorbel ou teintes RAL ou équivalentes ;
- > Lacobel T : verre laqué trempé, les teintes standard sont disponibles ;
- > un shadow-box : il s'agit d'une allège composée d'un vitrage simple combiné à un arrière plan opaque (par exemple une tôle) de manière à obtenir une partie opaque en accord avec le bâtiment.

# Lacobel T & Matelac T



AGC Technovation Centre - Gosselies, Belgique - Architecte : Assar Architects - Lacobel T

## ▼ DESCRIPTION

Lacobel T et Matelac T sont des verres laqués qui peuvent être directement découpés et doivent être traités thermiquement par les transformateurs dans leur atelier. Ceci offre plus de flexibilité pour répondre rapidement aux besoins du marché.

Une laque teintée à tremper est appliquée à l'arrière du verre float avant le traitement thermique fixant celle-ci sur la surface en verre.

Pour éviter tout risque de défaut esthétique résultant d'une détérioration de la peinture, le verre Lacobel T ou Matelac T doit être trempé au moyen d'un four équipé d'au moins un système de convection supérieure.

Le transformateur doit impérativement s'assurer de la conformité du Lacobel T ou Matelac T avec les spécifications de [EN 12150](#) des vitrages trempés de sécurité.

Disponible en 10 teintes contemporaines, ce verre est robuste, sûr et extrêmement résistant à la chaleur, aux chocs thermiques ainsi qu'aux UV, de sorte qu'il peut être utilisé pour des applications intérieures et extérieures.

## ▼ AVANTAGES

Après traitement thermique, Lacobel T et Matelac T sont des véritables verres émaillés qui :

- > présentent un aspect uniforme et brillant ;



- > sont des verres de sécurité conformes à la norme [EN 12150](#) ;
- > présentent une résistance élevée aux impacts et peuvent être traités Heat Soak - conformes à la norme [EN 14179](#) ;
- > présentent une résistance élevée aux chocs thermiques ;
- > résistent à la lumière et aux UV : pas d'altération de la couleur ;
- > offrent une résistance élevée à l'humidité ;
- > peuvent être utilisés pour des applications intérieures (revêtement mural, mobilier) comme extérieures (allèges de façade, bardage verrier, façades, mobilier de jardin) ;
- > se caractérisent par une très faible émission de composés organiques volatils : classement A+ pour la gamme Lacobel T (toutes les couleurs trempées) et la gamme Matelac T (toutes les couleurs trempées).



\*Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

## ▼ AVANTAGES POUR LES TRANSFORMATEURS

- > Plus grande flexibilité dans la gestion des lignes de production et des stocks grâce à l'approvisionnement d'un verre déjà parfaitement peint.
- > Un même produit à stocker pour des applications extérieures ou intérieures.
- > Aspect parfaitement lisse et uniforme grâce au processus industriel de dépôt de laque.
- > Stabilité de la couleur après la trempe.
- > Résistance de la laque au transport et aux manipulations avant trempe en suivant quelques recommandations (port de gants, séchage du verre après lavage, ...).

*Voir guide de transformation sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Lacobel T ou Matelac T.*

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Sécurité	
Trempe	Oui – four à convection impératif
Feuilletage*	Oui – Avec PVB, sur le côté verre et le côté laqué sauf pour le Matelac T (côté laqué seulement). L'EVA peut être utilisé
Film SAFE+	Non
Traitements de surface	
Sablage	Oui – sur le côté verre avant ou après le traitement thermique et sur le côté laqué avant sauf pour le Matelac T qui est déjà maté
Matage	Sur le côté verre après le traitement thermique sauf pour le Matelac T qui est déjà maté
Sérigraphie	Non – Sauf sérigraphie à froid sur le côté verre après le traitement thermique
Bombage	Face laquée opposée au moule ou aux rouleaux du four
Découpe et façonnage	
Rectiligne, circulaire	Oui, avant trempe
Biseautage, forage, encoches	











\* Le transformateur devra s'assurer après essais de durabilité de la conformité du produit feuilleté aux normes en vigueur (EN ISO 12543).

*Pour plus d'informations, veuillez consulter les guides d'installation et de transformation disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Lacobel T ou Matelac T.*

## ▼ TEINTES

- > 10 teintes standard.
- > Les 10 teintes standard de Lacobel T (brillantes) trouvent leur correspondance en version Matelac T (mates).

### COULEURS LACOBEL T ET MATELAC T

				
Crisp White (M) 1000	Cool White 1502	Misty White 5813	Oyster White 0613	Zen Grey 6005
				
Anthracite Grey 0913	Deep Black 8502	Moka 3113	Light Blue 1413	Petrol Green 1313

(M) = Fixation mécanique uniquement

## ▼ ÉPAISSEURS ET DIMENSIONS

Épaisseurs standard : 4, 6, 8, 10 mm. Non standard : 3<sup>(1)</sup>, 5, 12 mm.

(1) Soufflerie de trempe spéciale requise.

Dimensions : 2,25 x 3,21 m et 5,10 x 3,21 m.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ APPLICATIONS

Toutes atmosphères, y compris humides	
Intérieures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilier : portes, dessus de table, étagères, tableaux d'écriture</li> <li>- Revêtement mural (particulièrement à proximité d'une source de chaleur)</li> <li>- Présentoirs</li> <li>- Crédences</li> </ul>
Extérieures	Mobilier de jardin, devantures de boutiques, allèges, bardage et toutes parois opaques

Il convient d'éviter toute situation telle que l'observation en transmission.

Ce produit n'est pas destiné à être rétro-éclairé.

Résistance aux sollicitations	
Résistance à la chaleur	Oui – Résiste aux chocs thermiques après le traitement thermique. Jusqu'à 150°C d'écart de température sur la surface du verre
Résistance à l'humidité	Oui – peut être utilisé dans des applications telles que cuisines ou salles de bains avec un degré d'humidité normal et une ventilation assurée. Ne pas immerger dans l'eau
Résistance aux UV	Oui – La couleur est fixée lors du processus de trempe (pas d'altération de la couleur)
Réaction au feu	Suivant EN 13501-1:A1

## ▼ INSTALLATION

Lacobel T et Matelac T peuvent être installés comme un produit verrier courant, avec des bords pris en feuillure ou collés suivant la technique VEC après essais. Ils peuvent également être collés sur un support, avec AGC FIX-IN, spécialement dédié. Les supports doivent être préparés à cet effet. Les contacts entre verre et matériau dur (métal, porcelaine, ...) doivent être évités.

Les percements et façonnages nécessaires doivent être effectués avant la trempe.

Les produits Fix-In sont disponibles sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).

# Artlite & Artlite Digital



Fox Vakanties - Hoofddorp, Pays Bas - Architecte : Edward van Dongen - Artlite Digital

## ▼ DESCRIPTION

- > Ce verre trempé, dont une face est recouverte de motifs décoratifs ou fonctionnels permanents, est sûr et résistant à l'usure et aux UV.
- > Les motifs sont réalisés par dépôt d'email sur le verre au moyen d'un processus de sérigraphie ou d'une impression numérique.
- > Grande flexibilité de conception, du simple motif géométrique à une image personnalisée.

## Artlite

Les produits Artlite traditionnels utilisent une technique de sérigraphie sur verre ouvrant la voie à d'innombrables créations graphiques ; ils sont idéaux pour des séries répétitives utilisant le même motif. Plus les coûts fixes sont répartis sur des volumes de production importants, plus cette option s'avère rentable.

## Artlite Digital

Personnalisation et précision constituent les avantages clés de l'impression sur verre par dépôt d'encre à base d'email. Artlite Digital est parfait pour créer des motifs, images et paysages à caractère unique adaptés à des besoins spécifiques ou pour des batchs de production restreints. Il offre des possibilités infinies.

## ▼ AVANTAGES

- > Une infinité de possibilités en termes de couleurs : choix parmi les teintes RAL, des nuances métalliques ou des émaux diffusants mats. Des teintes spécifiques peuvent même être développées sur demande.
- > Le respect des normes s'appliquant au verre de sécurité (*EN 12150*, *EN 14179* pour le verre trempé et *EN 12600* pour le verre feuilleté).

## ▼ APPLICATIONS

- > Façades : murs-rideaux, vitrage extérieur collé, auvents, garde-corps.
- > Protection solaire : brise-soleil.
- > Design intérieur : séparations, vêtements, revêtements muraux.
- > Intimité : séparation, décoration.
- > Mobilier urbain et transports (train, bus, car, etc.).
- > Visualisation : toutes applications pour lesquelles la sécurité des personnes requiert de rendre la paroi visible par les usagers pour éviter les chocs.

## 2.9 – Structura



Conseil national Principauté de Monaco - Monaco - Architecte : ArchiStudio Monaco  
Jean-Michel Ughes Architecte - Structura



Musée de l'Histoire des Juifs polonais - Varsovie, Pologne - Architecte : Rainer Mahlamäki  
Structura Duo+

## ▼ DESCRIPTION

- > La gamme Structura consiste en des vitrages préalablement percés et trempés Structaflex, maintenus par un système de fixations métalliques ponctuelles.
- > La gamme se compose de plusieurs produits.
  - Structura Vision : pour vitrages simples ou feuilletés.
  - Structura Duo : pour vitrages isolants avec composants monolithiques ou feuilletés.
  - Structura Support : pour réaliser des contreventements ou des poutres en verre.
- > Les systèmes Structura peuvent être utilisés pour diverses applications : parois extérieures et/ou intérieures, verticales et/ou inclinées, façades «double peau», halls d'accueil, galeries, atriums, passages, auvents, etc.

Les produits Structura Vision et Duo disposent d'un [Avis Technique auprès du CSTB](#).

## ▼ AVANTAGES

- > Optimal pour les grands espaces nécessitant lumière et transparence.
- > Offre une large ouverture sur l'environnement.
- > Surface parfaitement lisse à l'extérieur.
- > Nos systèmes incluent les vitrages, les pièces de fixation rotulées et les pièces d'attaches.
- > L'ensemble des composants est cohérent et de haute résistance aux sollicitations mécaniques et thermiques. Chaque projet est validé individuellement.

## ▼ VITRAGES STRUCTAFLEX

Les différents systèmes de la gamme Structura sont fournis avec des vitrages spécialement fabriqués pour cette utilisation.

- > Vitrages trempés Structaflex.
- > Vitrages trempés Structaflex feuilletés avec PVB, EVA ou Strong.
- > Possibilité de combinaison avec les vitrages Artlite.
- > Doubles vitrages avec composants trempés Structaflex ou trempés Structaflex feuilletés.

Les produits verriers peuvent être :

- > en simple vitrage : Planibel Clearlite, Linea Azzurra, Clearvision ou Coloured, réfléchissant Stopsol ou Sunergy. Ces produits peuvent être émaillés ou sérigraphiés ;
- > en double vitrage : produits identiques au simple vitrage ainsi que les vitrages à couches basse émissivité (iplus Top 1.1 T, Advanced 1.0 T) ou de protection solaire (Stopray T, Stopsol, Sunergy).

Les vitrages Structaflex sont conformes à [EN 14179](#).



## ▼ CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Perçages	Trous fraisés avec un contre-fraisage - Trous cylindriques avec deux contre-fraisages - Tolérances : · sur diamètre -0, +1 mm · sur position $\pm 1,0$ mm
Joints	JPI, coins mouchés
Tolérances dimensionnelles	+0 ; -2 mm
Trempe	- Trempe contrôlée après traitement Heat Soak - Marquage Structaflex et C€
Traitement Heat Soak	Sur tous les volumes
Feuilletage	- Assemblage par PVB 4 x 0,38 mm ou EVA - Intercalaires incolores ou teintés
Doubles vitrages	Insert intégré scellé en usine. En option : profil silicone entre vitrages montés en usine
Marquage	Structaflex + CE + repérage usine

## ▼ LE SYSTÈME STRUCTURA VISION®

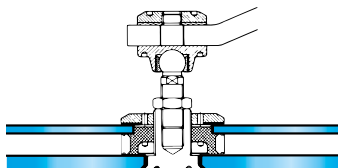
- > Structura Vision est un système de vitrages simples, monolithiques ou feuilletés.
- > Selon le choix des vitrages, toute la gamme de transmission (réflexion lumineuse, de teinte et de couche), se déploie pour atteindre les performances recherchées pour la paroi, que ce soit en simple paroi ou en double peau.
- > Il permet de mettre en œuvre des volumes de très grandes dimensions en toute sécurité, en fonction des contraintes extérieures, pour des façades ou des toitures.
- > Possibilité de choisir le type de pièces rotulées selon le projet. Pièces d'attache suivant catalogue ou personnalisées.
- > *Avis technique 2/13 - 1572 v2.*

## ▼ LE SYSTÈME STRUCTURA DUO

Structura Duo est un système de doubles vitrages isolants avec composants monolithiques ou feuilletés Structaflex. Il est préconisé lorsque le niveau d'exigences thermique et solaire est élevé.

La fabrication est intégralement assurée par AGC afin d'obtenir une qualité optimale.

- > Double vitrage à remplissage Argon conforme à [EN 1279](#). Les vitrages à couche trempable peuvent être utilisés et répondent à tous les niveaux de transmission lumineuse, facteur solaire et  $U_g$  nécessaires (gamme iplus, Stopray T, Sunergy).
- > Pièces d'attache suivant catalogue.
- > Applications en façade ou en toiture, avec 4 trous, 6 trous ou plus.
- > [Avis Technique 2/13 - 1574 v1](#).



### ▼ LE SYSTÈME STRUCTURA SUPPORT

Structura Support est le complément logique des systèmes de vitrages extérieurs attachés (VEA) Structura Vision et Duo.

Les ossatures métalliques sont remplacées par des éléments transparents : Structura Support permet de réaliser des contre-ventements et poutres en verre structurel en toute sécurité.

## 2.10 – Façades tout verre

### Verre extérieur collé

### Vitrage isolant à clamer



Veresine - Milan, Italie - Architecte : Studio KPF - Stopray Vision-50

# Verre extérieur collé



Siège de GDF Suez - Bruxelles, Belgique - Architecte : M&J-M Jaspers - J. Evers & Partners  
Thermobel Stopray

## ▼ DESCRIPTION

La technique VEC est utilisée pour créer une façade «tout verre», dont la structure est cachée derrière le vitrage.

Dans le cas d'un vitrage isolant, le joint de scellement en silicone est conçu pour transmettre les sollicitations et résister au rayonnement UV, les bords n'étant pas protégés.

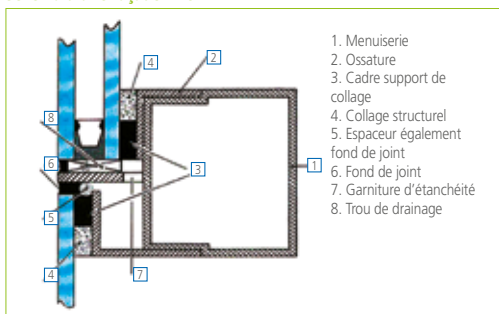
La technique de façade VEC est applicable à des verres simples, des vitrages isolants à couches ou non, des verres émaillés, etc.

AGC fabrique des vitrages isolants dédiés au VEC et effectue également le collage en usine des vitrages sur une ossature métallique fournie par le client.

## ▼ COLLAGE VEC

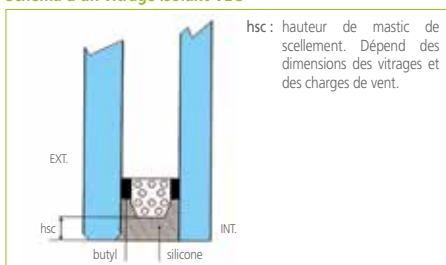
Le collage structurel est réalisé en usine et sous surveillance périodique par un organisme spécialisé (PASS VEC en France), suivant les spécifications techniques du système de façade.

## Schéma d'une façade VEC



## ▼ COMPOSANTS VERRIERS

### Schéma d'un vitrage isolant VEC



De façon générale, il est recommandé d'utiliser des verres d'une épaisseur minimum de 6 mm. Les vitrages utilisés sont de simples ou doubles vitrages dont au moins un bord reste apparent et exposé au rayonnement.

Les surfaces de collage doivent être évaluées par essai préalable d'adhérence avec le silicone structural prévu.

La plupart des vitrages AGC se prêtent au collage (Planibel, Stratobel, vitrage émaillé, Lacobel T, certains vitrages à couche pyrolytiques, Stopsol, Sunergy, ...).

En vitrage isolant, il est courant qu'une face soit décalée.

# Vitrage isolant à clamer

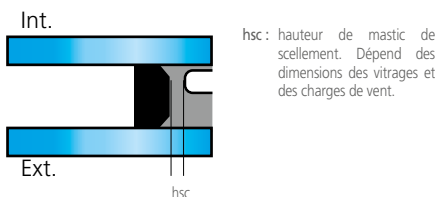


Médiathèque Loire Forez - Montbrison, France - Architecte : Atelier d'Architecture RIVAT  
Vitrages sérigraphiés Artlite Silver - Photographe : Gilles Aymard

## ▼ DESCRIPTION

Il s'agit d'un vitrage isolant à mastic de scellement silicone dans lequel est incorporé, à la fabrication, un profilé en forme de U ou V, généralement en aluminium. Cet accessoire facilite la fixation ultérieure du vitrage sur l'ossature avec des clameaux.

Les fabricants respectent les spécifications du concepteur : dimensions des composants, nombre de côtés concernés, épaisseur normale de lame d'air, etc...



## ▼ COMPOSANTS VERRIERS

Tous les vitrages destinés aux applications extérieures sont utilisables suivant les performances voulues. Se reporter aux gammes Isolation acoustique et Thermobel.

## 2.11 – Verre facile à nettoyer



Planibel Easy - Vitrage pour véranda

# Planibel Easy



## ▼ DESCRIPTION

Planibel Easy est une couche pyrolytique dure déposée en #1 permettant de réduire la fréquence de nettoyage des vitrages. Il existe en 2 versions : Planibel Easy Clear (sur Planibel Clearlite) et Planibel Easy Blue (sur Planibel Dark Blue).

Le vitrage Planibel Easy est conforme à [EN 1096-5](#). Il est esthétiquement neutre, est transformable par trempe, feuilletage, bombage et assemblage en vitrage isolant.

## ▼ FONCTIONNEMENT

Le revêtement aide à répartir les gouttes d'eau chargées de matières diverses sur le verre. La couche réagit sous l'effet du rayonnement UV pour dégrader les matières organiques des salissures en une semaine environ. La pluie ou une aspersion régulière permettent l'élimination des résidus, sous réserve qu'une pente suffisante ait été prévue pour l'ouvrage.

## ▼ APPLICATIONS

- > Pour vitrages extérieurs, à combiner avec un vitrage à faible émissivité en double-vitrage (vérandas, vitrages en toiture, ...).



## ▼ AVANTAGES

- > Aspect neutre, proche du float clair Planibel Clearlite.
- > Trempable.
- > Résistant aux produits chimiques.
- > Installation identique aux doubles-vitrages ordinaires. *Liste des silicones compatibles disponible dans le Guide d'installation sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).*
- > Pas besoin d'émargeage de la couche.
- > Durée de stockage illimitée.

## ▼ ÉPAISSEURS ET DIMENSIONS

Épaisseurs : 4 et 6 mm pour les 2 versions.

Dimensions PLF : 6000 x 3210 mm.

Dimensions DLF : 2550 x 3210 et 2250 x 3210 mm.

*Guides (installation, entretien, transformation)  
sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).*

## ▼ CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

	Planibel Easy Clear 4 mm	Planibel Easy Clear 6 mm	Planibel Easy Blue 4 mm	Planibel Easy Blue 6 mm
Transmission lumineuse	84	83	63	53
Réflexion lumineuse externe	14	14	12	14
Facteur solaire (%)	82	81	58	50
Réflexion énergétique (%)	13	13	11	11
Absorption énergétique (%)	6	8	41	52



Immeuble de bureaux - Lacobel T Moka - Revêtement mural



## — IV —

# Gammes et produits

### 3. Verre pour la décoration

- 3.1 Introduction
- 3.2 Miroirs & verres réfléchissants  
Mirox MNGE - Mirolid Morena  
Stopsol Supersilver
- 3.3 Verres laqués  
Lacobel & Matelac  
SAFE+  
MyColour by Lacobel / Matelac  
Lacobel T & Matelac T  
FIX-IN : système de fixation adhésive
- 3.4 Verre mat translucide  
Matelux
- 3.5 Verres imprimés en relief  
Imagin - Imagin armé - Oltreluce
- 3.6 Verres feuilletés décoratifs  
Stratobel Colour  
Stratobel Eva Création
- 3.7 Luxclear™ Protect
- 3.8 Verre pour l'encadrement  
Matobel one side

## 3.1 – Introduction



IMOBIA II - Prague, République Tchèque - Architecte : A 32 spol. s r. o. - Lacobel Black Classic

AGC Glass Europe a été le premier fabricant de verre à proposer un large assortiment de produits verriers décoratifs pour applications intérieures. La gamme Mirox d'AGC est synonyme de miroirs de qualité supérieure dans la plupart des régions du monde.

Autres produits phares de l'assortiment intérieur d'AGC : les produits Lacobel et Matelac (marques déposées) - verres laqués disponibles dans de nombreuses teintes.

AGC propose des produits verriers suivant les tendances actuelles ainsi que des solutions sur mesure.

La gamme de produits verriers pour l'intérieur d'AGC offre une réponse à tous les besoins, tant en termes de couleur, que de transparence, de structure, de réflexion et d'opacité. Allant des verres float clairs ou colorés (voir Planibel) à des miroirs (voir Mirox) en passant par des verres laqués (voir Lacobel, Matelac, Lacobel T, Matelac T), des verres imprimés (voir Imagin, Oltreluce) ou encore des verres au toucher velouté ou mat (voir Matelux, Matelac) : AGC a le produit qu'il vous faut.

Les exigences individuelles en matière de couleurs ou de motifs peuvent également être satisfaites au moyen de produits sur mesure tels que les gammes Artlite et Colorbel (voir p. 260).

## ▼ CONFÉRER UNE VALEUR AJOUTÉE GRÂCE AU VERRE

Pour les applications esthétiques et nécessitant un niveau de sécurité accru, AGC propose de nombreux produits verriers pouvant être trempés, feuilletés ou revêtus d'un film de sécurité (SAFE+).

Enfin, d'autres propriétés peuvent être conférées au verre brut en recourant à des revêtements spécifiques ou au matage de sa surface, entre autres.

### ▼ TRANSFORMATION ET INSTALLATION DU VERRE

Des guides spécifiques AGC concernant la transformation, l'installation et l'entretien sont disponibles pour chaque produit sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) et régulièrement mis à jour.

AGC propose une gamme de produits destinés à l'installation du verre pour les professionnels sur son site [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).

De plus, AGC a créé le réseau Glastetik : un club d'experts en transformation et installation des vitrages décoratifs d'AGC. Ils proposent la Glastetik Glass Collection, composée de verres transparents, translucides ou opaques.



*Retrouvez-les sur [www.glastetik.fr](http://www.glastetik.fr)*

### ▼ DES POSSIBILITÉS INFINIES

Grâce aux produits verriers, architectes et designers peuvent laisser libre cours à leur imagination quelle que soit la fonction recherchée : création de structures, rôle de protection, lieux de présentation et de travail ou but purement décoratif.

Les applications sont infinies : revêtement mural pour salles de bains et cuisines, pare-douches, portes coulissantes, portes fixes, tables, étagères, garde-corps, plafonds, cloisons et bien d'autres.

- > Le service "Lacobel on Demand" vous offre la possibilité d'obtenir une teinte sur-mesure de verre laqué. Ce service est disponible pour une quantité minimale de 200 m<sup>2</sup> par teinte.

## 3.2 – Miroirs et verres réfléchissants



Tour Oxygène - Lyon, France - Lacobel Orange Classic & Mirox

### ▼ INTRODUCTION

AGC propose une large gamme de produits verriers réfléchissants, lesquels peuvent être répartis en deux catégories selon leur procédé de fabrication et leurs propriétés esthétiques et fonctionnelles.

- > Miroirs : miroirs recouverts d'une couche à base d'argent de la gamme de renommée mondiale Mirox :
  - MNGE : miroir double couche.
- > Vitrages réfléchissants décoratifs :
  - verres réfléchissants à couche pyrolytique de la gamme Stopsol Supersilver.

AGC propose également diverses solutions pour des applications spécifiques.

- > Exigences de sécurité accrues :
  - film de sécurité : application d'un film de sécurité SAFE+. Le vitrage ainsi filmé par AGC est classé 2B2 suivant [EN 12600](#) (suivant épaisseur).
- > Exigences esthétiques particulières :
  - Mirolid Morena : miroir à l'aspect vieilli obtenu par oxydation contrôlée.
  - Black Mirox : miroir sombre sur float Planibel Dark Grey.
  - Stopsol Supersilver : verre réfléchissant (sans source de lumière à l'arrière) ou transparent (avec une source de lumière à l'arrière).



# Mirox MNGE



Sofitel - Vienne, Autriche - MNGE Black

## ▼ DESCRIPTION

- > Les miroirs Mirox New Generation Ecological se caractérisent par :
  - une couche métallique sans cuivre,
  - une résistance élevée à la corrosion.
- > Quel que soit le site de production d'AGC, le procédé de fabrication breveté garantit toujours la haute qualité et résistance des miroirs MNGE, conformément aux normes internationales. Mirox MNGE est conforme à [EN 1036-2](#).
- > Les produits de la gamme Mirox MNGE présentent une très faible émission de composés organiques volatils, y compris de formaldéhyde. Ils sont étiquetés A+ suivant les arrêtés français relatifs aux émissions de polluants volatils, et d'application obligatoire depuis 2013.



\*Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

- > Les produits MNGE bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Bronze.



### ▼ AVANTAGES

- > Propriétés anticorrosion et protection contre le vieillissement inégales.
- > Excellente résistance aux agents agressifs tels que l'ammoniaque et l'acide acétique présents dans certains produits d'entretien.
- > Absence de piqûres et de défaut de voile en cours de vieillissement.
- > Disponible sur Planibel Dark Grey (Black Mirox), ou sur Planibel Clearvision (Mirox Clearvision).
- > Sans émission de COV.

### ▼ GAMME

Teintes disponibles : Clear, Clearvision, Grey, Bronze, Green et Black.

### ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseurs standard de 3 à 6 mm.

8 mm sur demande.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	- Miroirs - Mobilier : habillage de meubles, portes coulissantes - Revêtement mural
Extérieures	Non
Atmosphères humides	Nous consulter

Pour voir d'autres exemples d'applications, visitez le site [www.glastetik.fr](http://www.glastetik.fr), ou notre page Facebook/Glastetik France.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Sécurité		
Film SAFE+	Oui – classe 2B2 suivant EN 12600 - lorsque le film est apposé par AGC L'application d'un film SAFE rend également l'argenture plus résistante aux rayures lorsque l'arrière du verre est exposé	
Traitements de surface		
Sablage	Oui	
Matage à l'acide	Oui – sur la face opposée à l'argenture	
Découpe et façonnage		
Rectiligne, circulaire	Oui	
Biseautage, forage, encoches		
Résistance aux sollicitations		
Résistance à la chaleur	L'argenture peut résister à des températures allant jusqu'à 80°C si échauffement uniforme	
Résistance à l'humidité	Oui – peut être utilisé dans des applications telles que cuisines ou salles de bains avec un degré d'humidité normal et une ventilation assurée. Ne pas immerger dans l'eau	
Résistance aux UV	Oui	
Réaction au feu	Mirox MNGE Mirox MNGE SAFE+ Mirox MNGE SAFE+ avec colle silicone AGC FIX-IN	A1 A2 s1 d0 B s1 d0

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Mirox MNGE.

## ▼ SÉCURITÉ DES PERSONNES

En cas d'impact côté verre, les produits Mirox SAFE+ répondent aux exigences de la norme [EN 12600](#).

Les tests effectués par un laboratoire indépendant démontrent clairement qu'à partir d'une épaisseur de 3 mm, les produits Mirox SAFE+ ont un mode de fragmentation similaire à un verre feuilleté. Dès lors, les produits Mirox SAFE+ de AGC peuvent être utilisés pour la réalisation de large parois en verre.

Épaisseur	Mirox SAFE+ Résistance à l'impact selon la norme EN12600
3 mm	3B3
4 mm	2B2
5 mm	2B2
6 mm	2B2

Le classement en résistance à l'impact suivant [EN 12600](#) doit être obtenu par le transformateur si celui-ci applique le film SAFE+.

## ▼ POSSIBILITÉ DE TRANSFORMATION

### Découpe

La découpe des verres Mirox revêtus d'un film SAFE+ s'effectue directement au travers du film et du verre, à l'aide d'une molette de découpe à angle double spéciale.

*Les outils de découpe pour professionnels de la miroiterie sont disponibles sur le site [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).*

# Miroid Morena



Miroir Miroid Morena

## ▼ DESCRIPTION

Miroid Morena est un miroir sur float clair qui se caractérise par un aspect vieilli unique. Cet aspect si particulier est obtenu par oxydation contrôlée de la couche argentée.

## ▼ AVANTAGES

Aspect vieilli unique. Produit classé A+ au regard des émissions de substances volatiles dans l'air intérieur.

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseurs standard de 4 et 6 mm.

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Miroirs</li> <li>- Mobilier : habillage de meubles, portes coulissantes</li> <li>- Revêtement mural</li> </ul>
Extérieures	Non

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Sécurité	
Film SAFE+	Oui – classe 2B2 suivant EN 12600 - lorsque le film est apposé par AGC L'application d'un film SAFE+ rend également l'argenture plus résistante aux rayures lorsque l'arrière du verre est exposé

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

Traitements de surface	
Sablage	Oui
Matage à l'acide	Oui – sur la face opposée à l'argenteure
Découpe et façonnage	
Rectiligne, circulaire	Oui
Biseautage, forage, encoches	
Résistance aux sollicitations	
Résistance à la chaleur	L'argenteure peut résister à des températures allant jusqu'à 80°C (échauffement uniforme)
Résistance à l'humidité	Oui – peut être utilisé dans des applications telles que cuisines ou salles de bains avec un degré d'humidité normal et une ventilation assurée. Ne pas immerger dans l'eau
Résistance aux UV	Oui

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Miold Morena.

## ▼ NIVEAUX DE SÉCURITÉ

En cas d'impact côté verre, les produits Mirox SAFE+ répondent aux exigences de la norme [EN 12600](#).

Les tests effectués par un laboratoire indépendant démontrent clairement qu'à partir d'une épaisseur de 3 mm, les produits Mirox et Miold SAFE+ ont un mode de fragmentation similaire à un verre feuilleté. Dès lors, les produits Mirox et Miold SAFE+ peuvent être utilisés pour la réalisation de large parois en verre.

Épaisseur	Mirox SAFE+ et Miold SAFE+ Résistance à l'impact selon la norme EN12600
3 mm	3B3
4 mm	2B2
5 mm	2B2
6 mm	2B2

Le classement en résistance à l'impact doit être obtenu par le transformateur appliquant le film SAFE+.

# Stopsol Supersilver



Habitation privée - Pologne – Porte coulissante par Alu-Style Kft. - Stopsol Supersilver

## ▼ DESCRIPTION

- > Stopsol Supersilver est un verre réfléchissant à couche pyrolytique offrant un aspect miroir selon le type d'éclairage utilisé.
- > Stopsol Supersilver est hautement réfléchissant s'il n'y a pas de source de lumière à l'arrière et devient transparent lorsqu'il est placé devant une source de lumière.
- > Les transformateurs apprécient tout particulièrement sa couche pyrolytique dure, qui rend le verre facile à tremper, à bomber et à utiliser en tant que simple ou double vitrage. Stopsol Supersilver est disponible en cinq teintes différentes.
- > Conforme à [EN 1096](#).

## ▼ AVANTAGES

- > Passe de réfléchissant à transparent lorsqu'il est placé devant une source de lumière.
- > Uniformité parfaite (éclairage artificiel, téléviseur, etc...).
- > Facile à transformer.
- > Teintes disponibles : Clear, Grey, Green, Dark Blue (voir catalogue produits).
- > Stopsol n'émet pas de polluants volatils du fait de sa composition et de son mode de fabrication. Aucun classement COV n'est requis par l'[arrêté français de 2011](#).

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Traitement thermique et feuilletage	
Traitement thermique	Oui
Bombage	Oui
Feuilletage	Oui
Traitements de surface	
Sérigraphie et émaillage	Oui – Un test de faisabilité doit être réalisé par le transformateur si une sérigraphie est appliquée sur le revêtement Stopsol
Sécurité	
Stopsol Supersilver est un verre de sécurité lorsqu'il est trempé thermiquement (EN 12150)	
Découpe et façonnage	
Rectiligne, circulaire	Oui
Biseautage, forage, encoches	
Résistance aux sollicitations	
Résistance à la chaleur	Trempé thermiquement, le verre résiste à des températures ou à des écarts de température allant jusque 200 °C. Durci thermiquement, il résiste à des températures allant jusque 100 °C
Résistance à l'humidité	Oui
Résistance aux UV	Oui

## ▼ GAMME

Teintes : Clear, Grey, Green, Dark Blue.

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseurs standard allant de 4 à 10 mm, selon la teinte choisie.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ APPLICATIONS

Toutes atmosphères y compris humides (cuisines, piscines...)	
Intérieures	Oui
Extérieures	Oui



## 3.3 – Verres laqués



Terralta - Lyon, France - Architecte : Soho Architecture - Lacobel

# Lacobel & Matelac



Habitation privée - Hongrie - Application par Alu-Style Kft. - Matelac Silver Grey

## ▼ DESCRIPTION

Lacobel et Matelac jouissent d'une solide réputation en tant que produits verriers décoratifs laqués de qualité supérieure offrant des possibilités esthétiques infinies pour tout projet de décoration intérieure.

Leur aspect opaque est obtenu grâce à l'application d'une laque à l'arrière du verre.

- > Tandis que la gamme Lacobel présente un aspect réfléchissant et brillant (laque + verre float), la gamme Matelac se caractérise par un aspect mat (laque + verre float maté).
- > Les deux types de verre sont utilisés dans le cadre de projets d'ameublement et de décoration intérieure très variés.
- > Une version SAFE+ de ces produits est également disponible (film apposé par AGC).

*Pour en savoir plus au sujet des films de sécurité, consultez le chapitre sur SAFE+.*

- > Les produits Lacobel et Matelac bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Silver. Les laques utilisées sont respectueuses de l'environnement.



Pour plus d'informations, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

## ▼ AVANTAGES

- > Finition de qualité : le processus de fabrication, reposant sur un système d'application par rideau, garantit une apparence uniforme et une parfaite adhérence de la laque sur le verre.
- > Nettoyage et entretien aisés (large surface lisse), les feuilles de verre sont découpées sur-mesure.
- > Les produits Lacobel et Matelac présentent une très faible émission de composés organiques volatils, y compris de formaldéhyde. Ils sont étiquetés A ou A+ suivant les *arrêtés français obligatoires depuis 2013*.

La gamme Lacobel (toutes les couleurs) et la gamme Matelac (toutes les couleurs, à l'exclusion des couleurs suivantes : Matelac Silver Clear, Matelac Silver Clearvision, Matelac Silver Bronze, Matelac Silver Grey) sont classés A.



\*Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

La version SAFE+ de la gamme Lacobel (toutes les couleurs) et la version SAFE+ de la gamme Matelac (toutes les couleurs) ainsi que Matelac Silver Clear - Matelac Silver Clearvision - Matelac Silver Bronze - Matelac Silver Grey sont classés A+.



\*Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

## ▼ TEINTES DISPONIBLES

La nouvelle gamme Lacobel et Matelac 2020 propose 20 couleurs brillantes et 20 couleurs mates.

> Lacobel : 20 teintes standard :

- The Classics : 3 teintes,
- The Trendies : 11 teintes,
- The Exclusives : 6 teintes.

### COULEURS LACOBEL



White Soft  
9010



Black Classic  
9005



Red Luminous  
1586



White Pure  
9003



White Pearl  
1013



Beige Light  
1015



Grey Classic  
7035



Brown Light  
1236



Brown Natural  
7013



Anthracite  
Authentic  
7016



Blue Shadow  
7000



Green Soft  
8615



Green Sage  
8715



Red Terracotta  
8815



Grey Metal  
9006



Taupe Metal  
0627



Aluminium Rich  
9007



Copper Metal  
9115



Black Starlight  
0337



Brown Starlight  
9015

> Matelac : 20 teintes standard :

- The Classics : 3 teintes,
- The Trendies : 11 teintes,
- The Exclusives : 6 teintes.

## COULEURS MATELAC



White Soft  
9010



Black Classic  
9005



Silver Clear



White Pure  
9003



White Pearl  
1013



Beige Warm  
1015



Grey Classic  
7035



Brown Light  
1236



Brown Natural  
7013



Anthracite  
Authentic  
7016



Blue Shadow  
7000



Green Soft  
8615



Green Sage  
8715



Red Terracotta  
8815



Grey Metal  
9006



Taupe Metal  
0627



Silver Grey



Silver Bronze



Silver  
Clearvision



Brown Walnut  
8915

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

> Lacobel : 4 et 6 mm.

> Matelac : 4 et 6 mm.

D'autres épaisseurs sont disponibles sur demande.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Sécurité	
Film SAFE+	Oui – peut être classé suivant EN 12600 relative à la sécurité des personnes. Voir section sur SAFE+
Traitements de surface	
Sablage	Oui – (sur la face non laquée pour la gamme Lacobel). Matelac est par définition un verre maté à l'acide
Matage à l'acide	Oui – (sur la face non laquée pour la gamme Lacobel). Matelac est par définition un verre maté à l'acide
Découpe et façonnage (voir p. 112)	
Rectiligne, circulaire	Oui – comme un miroir classique
Biseautage, forage, encoches	
Résistance aux sollicitations	
Résistance à la chaleur	Les laques des produits Lacobel et Matelac résistent à des températures allant jusque 80°C et à un écart de température de maximum 30°C sur la même feuille de verre
Résistance à l'humidité	<ul style="list-style-type: none"><li>- Toutes les teintes Lacobel et Matelac peuvent être utilisées en milieux humides (salles de bains et cuisines) mais les produits ne peuvent en aucun cas être immergés dans l'eau</li><li>- Les teintes métallisées (Metal Grey, Metal Taupe, Rich Aluminium and Rich Copper Starlight Black) requièrent l'application d'un film SAFE+ dans ce type d'environnements</li><li>- Les produits Lacobel et Matelac doivent être protégés contre d'éventuelles infiltrations d'eau à l'arrière du verre (utiliser du silicone pour les joints)</li></ul>
Résistance aux UV	Oui

Pour plus d'informations, veuillez consulter le guide d'installation disponible sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > FIX-IN.

Les guides de transformation sont disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Lacobel ou Matelac.

Les produits de collage et de nettoyage de la marque FIX-IN sont disponibles pour les professionnels sur le site [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilier : habillage de meubles, habillage de portes coulissantes</li> <li>- Crédence de cuisine</li> <li>- Tour de baignoire</li> <li>- Revêtement mural (vertical)</li> </ul>
Extérieures	Non
Piscines, saunas	Nous consulter (pas d'immersion dans l'eau)

Les exemples d'utilisation des verres laqués Lacobel et Matelac sont nombreux sur le site [www.glastetik.fr](http://www.glastetik.fr) ou sur la page Facebook/Glastetik France.

# SAFE+



## ▼ DESCRIPTION

SAFE+ est un film transparent appliqué sur la face laquée du verre qui offre une double action :

- > en cas de bris de verre, les éclats adhèrent au film : blessures et dégâts sont ainsi évités ;
- > la couche laquée du verre est protégée contre les rayures.

Il permet un encollage du verre avec du silicone à condition d'utiliser un activateur de surface. Cet activateur est disponible sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).

Le film SAFE+ est appliqué par AGC aux formats de verre DLF (225 ou 255 x 321 cm). Il présente plusieurs avantages : pas de «superposition» du film, le film SAFE+ est apposé sur l'entièreté du plateau et la découpe est donc plus facile à réaliser (découpes spéciales : consultez votre agent local).



## ▼ NIVEAUX DE SÉCURITÉ

- > Les tests effectués par un laboratoire indépendant selon la norme **EN 12600** démontrent clairement qu'à partir d'une épaisseur de 3 mm, les verres Mirox et Lacobel/Matelac SAFE+ ont un mode de fragmentation similaire à un verre feuilleté (type B) en cas d'impact côté verre. Dès lors, les produits Mirox et Lacobel/Matelac SAFE+ peuvent être utilisés pour la réalisation de large parois en verre.
- > Dans les lieux publics, des profilés ou pattes de retenue sont recommandés pour les produits Lacobel, Matelac et Mirox, y compris en version SAFE+.

### Résistance aux chocs **EN 12600**

Épaisseur	Lacobel SAFE+	Matelac SAFE+	Mirox SAFE+
3 mm	3B3	N/A *	3B3
4 mm	2B2	3B3	3B2
5 mm	2B2	N/A *	2B2
6 mm	2B2	3B3	2B2

\* Le Matelac est produit uniquement en 4 et 6 mm d'épaisseur en standard.

Les classements suivant **EN 12600** sont relatifs aux produits fournis filmés par AGC.

Un transformateur appliquant un film SAFE+ sur un vitrage doit réaliser des essais sur sa propre production.

## ▼ DÉCOUPE

La découpe du verre doté d'un film SAFE+ s'effectue directement au travers du film et du verre, à l'aide d'une roue de découpe à angle double spéciale, côté film.

*Pour de plus amples informations, veuillez consulter les guides d'installation et de transformation disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Lacobel, Matelac, Mirox.*

*Les outils de découpe sont disponibles sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).*

# MyColour by Lacobel / Matelac



Pomme Sucrée - Gijón, Espagne - MyColour by Lacobel

## ▼ DESCRIPTION

MyColour by Lacobel / Matelac est un service qui permet de créer sa propre couleur Lacobel ou Matelac. Grâce à cet outil unique, vous pouvez commander votre verre Lacobel dans la teinte de votre choix (à partir de 200 m<sup>2</sup>), ce qui vous permet d'opter pour une couleur en adéquation avec vos exigences de décoration ou avec l'identité de votre entreprise. Les clients enregistrés peuvent accéder à ce service en ligne, contactez-nous pour en savoir plus.

## ▼ AVANTAGES

- > Service «sur mesure».
- > Délais de livraison rapides :
  - une semaine pour recevoir un premier échantillon de test,
  - 4 semaines pour la livraison de la commande.
- > Un système de suivi permet de visualiser le statut de votre commande (en production, en cours de livraison, ...).

## ▼ COMMENT PASSER COMMANDE

- > Rendez-vous sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > My Colour by Lacobel/Matelac
- > Entrez votre login et votre mot de passe (pour les obtenir, prenez contact par e-mail à l'adresse : [sales.france@eu.agc.com](mailto:sales.france@eu.agc.com))

Deux possibilités s'offrent ensuite à vous :

- soit vous entrez la référence de la couleur RAL ou Pantone de votre choix (si vous la connaissez déjà) ;
- soit vous envoyez un objet (tissu, papier ou tout autre objet) de la couleur que vous souhaitez reproduire à l'adresse indiquée sur le site et vous recevrez un échantillon de verre laqué dans cette couleur. Si le test est concluant, vous pourrez procéder à votre commande avec la référence de la peinture qui vous aura été communiquée. Les commandes sont livrées dans un délai minimum de 4 semaines.

## ▼ DIMENSIONS

- > 225 et 255 x 321 cm (minimum 200 m<sup>2</sup>).
- > 450 à 600 x 321 cm (minimum 1000 m<sup>2</sup>).

## ▼ APPLICATIONS

Identiques à celles des gammes Lacobel et Matelac.

# Lacobel T & Matelac T



Habitation privé - Belgique - Lacobel T Petrol Green

## ▼ DESCRIPTION

Lacobel T et Matelac T sont des verres laqués qui peuvent être directement découpés et doivent être traités thermiquement par les transformateurs dans leur atelier. Ceci offre plus de flexibilité pour répondre rapidement aux besoins du marché.

Une laque teintée à tremper est appliquée à l'arrière du verre float avant le traitement thermique fixant celle-ci sur la surface en verre.

Pour éviter tout risque de défaut esthétique résultant d'une détérioration de la peinture, le verre Lacobel T ou Matelac T doit être trempé au moyen d'un four équipé d'au moins un système de convection supérieure.

Le transformateur doit impérativement s'assurer de la conformité du Lacobel T ou Matelac T avec les spécifications de [EN 12150](#) des vitrages trempés de sécurité.

Disponible en 10 teintes contemporaines, ce verre est robuste, sûr et extrêmement résistant à la chaleur, aux chocs thermiques ainsi qu'aux UV, de sorte qu'il peut être utilisé pour des applications intérieures et extérieures.

- > Les produits Lacobel T et Matelac T bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Silver. Les laques utilisées sont respectueuses de l'environnement.



Pour plus d'informations, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

## ▼ AVANTAGES

Après traitement thermique, Lacobel T et Matelac T sont des véritables verres émaillés qui :

- > présentent un aspect uniforme et brillant ;
- > sont des verres de sécurité conformes à la norme [EN 12150](#) ;
- > présentent une résistance élevée aux impacts et peuvent être traités Heat Soak - conformes à la norme [EN 14179](#) ;
- > présentent une résistance élevée aux chocs thermiques ;
- > résistent à la lumière et aux UV : pas d'altération de la couleur ;
- > offrent une résistance élevée à l'humidité ;
- > peuvent être utilisés pour des applications intérieures (revêtement mural, mobilier) comme extérieures (allèges de façade, bardage verrier, façades, mobilier de jardin) ;
- > se caractérisent par une très faible émission de composés organiques volatils : classement A+ pour la gamme Lacobel T (toutes les couleurs trempées) et la gamme Matelac T (toutes les couleurs trempées).



\*Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

## ▼ AVANTAGES POUR LES TRANSFORMATEURS

- > Plus grande flexibilité dans la gestion des lignes de production et des stocks grâce à l'approvisionnement d'un verre déjà parfaitement peint.
- > Un même produit à stocker pour des applications extérieures ou intérieures.
- > Aspect parfaitement lisse et uniforme grâce au processus industriel de dépôt de laque.
- > Stabilité de la couleur après la trempe.
- > Résistance de la laque au transport et aux manipulations avant trempe en suivant quelques recommandations (port de gants, séchage du verre après lavage, ...).

*Voir guide de transformation sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Lacobel T ou Matelac T.*

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Sécurité	
Trempe	Oui – four à convection impératif
Feuilletage*	Oui – Avec PVB, sur le côté verre et le côté laqué sauf pour le Matelac T (côté laqué seulement). L'EVA peut être utilisé
Film SAFE+	Non
Traitements de surface	
Sablage	Oui – sur le côté verre avant ou après le traitement thermique et sur le côté laqué avant sauf pour le Matelac T qui est déjà maté
Matage	Sur le côté verre après le traitement thermique sauf pour le Matelac T qui est déjà maté
Sérigraphie	Non – Sauf sérigraphie à froid possible sur le côté verre après le traitement thermique
Bombage	Face laquée opposée au moule ou aux rouleaux du four
Découpe et façonnage	
Rectiligne, circulaire	Oui, avant trempe
Biseautage, forage, encoches	


\* Le transformateur devra s'assurer après essais de durabilité de la conformité du produit feuilleté aux normes en vigueur (EN ISO 12543)

*Pour plus d'informations, veuillez consulter les guides d'installation et de transformation disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Lacobel T ou Matelac T.*

## ▼ TEINTES

- > 10 teintes standard.
- > Les 10 teintes standard de Lacobel T (brillantes) trouvent leur correspondance en version Matelac T (mates).

### COULEURS LACOBEL T ET MATELAC T

				
Crisp White (M) 1000	Cool White 1502	Misty White 5813	Oyster White 0613	Zen Grey 6005
				
Anthracite Grey 0913	Deep Black 8502	Moka 3113	Light Blue 1413	Petrol Green 1313

(M) = Fixation mécanique uniquement.

## ▼ ÉPAISSEURS ET DIMENSIONS

Épaisseurs standard : 4, 6, 8, 10 mm. Non standard : 3<sup>(1)</sup>, 5, 12 mm.

(1) Soufflerie de trempe spéciale requise.

Dimensions : 2,25 x 3,21 m et 5,10 x 3,21 m.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ APPLICATIONS

Toutes atmosphères, y compris humides	
Intérieures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilier : portes, dessus de table, étagères, tableaux d'écriture</li> <li>- Revêtement mural (particulièrement à proximité d'une source de chaleur)</li> <li>- Présentoirs</li> <li>- Crédences</li> </ul>
Extérieures	Mobilier de jardin, devantures de boutiques, allèges, bardage et toutes parois opaques

Il convient d'éviter toute situation telle que l'observation soit en transmission.  
Ce produit n'est pas destiné à être rétro-éclairé.

Résistance aux sollicitations	
Résistance à la chaleur	Oui – Résiste aux chocs thermiques après le traitement thermique. Jusqu'à 150°C d'écart de température sur la surface du verre
Résistance à l'humidité	Oui – peut être utilisé dans des applications telles que cuisines ou salles de bains avec un degré d'humidité normal et une ventilation assurée. Ne pas immerger dans l'eau
Résistance aux UV	Oui – La couleur est fixée lors du processus de trempe (pas d'altération de la couleur)
Réaction au feu	A1 : suivant EN 13501-1

## ▼ INSTALLATION

Lacobel T et Matelac T peuvent être installés comme un produit verrier courant, avec des bords pris en feuillure ou collés suivant la technique VEC après essais. Ils peuvent également être collés sur un support, avec AGC FIX-IN, spécialement dédié. Les supports doivent être préparés à cet effet. Les contacts entre verre et matériau dur (métal, porcelaine, ...) doivent être évités.

Les percements et façonnages nécessaires doivent être effectués avant la trempe.

*Les produits Fix-In sont disponibles sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com).*



# FIX-IN : système de fixation adhésive pour :

Mirox, Lacobel, Lacobel T, Matelac et Matelac T



L'encollage est le procédé le plus communément utilisé pour fixer les feuilles de verre sur un support (murs, meubles et autres parois verticales). Contrairement aux vis, clips, etc., l'encollage ne laisse aucune trace de fixation visible, de sorte que la paroi en verre conserve son aspect parfaitement lisse.

AGC fournit sa propre solution avancée répondant aux différents besoins de fixation de ses clients : le système de fixation adhésive FIX-IN pour le verre décoratif.

La gamme FIX-IN est destinée aux applications intérieures. Elle comprend des adhésifs à base de silicone, un primaire et un activateur de surface. Les professionnels peuvent acheter les différents produits en ligne sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com) ou auprès de leurs transformateurs verriers.

Les produits FIX-IN ont été spécialement conçus pour la pose de verres décoratifs Mirox, Lacobel, Lacobel T, Matelac et Matelac T. La compatibilité unique entre les différents composants FIX-IN et les laques d'AGC permet d'éviter tout problème de corrosion au dos du verre, garantissant ainsi l'uniformité et la stabilité de la couleur.

Ces produits bénéficient d'une garantie de 5 ans<sup>(1)</sup> contre toute décoloration, écaillage ou fissuration de la peinture au dos du verre.

Un guide d'installation détaillé et des fiches techniques sont mis à disposition sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) et périodiquement remis à jour.

*Une animation 3D illustre également les principales étapes de l'installation, veuillez nous contacter pour l'obtenir : [sales.france@eu.agc.com](mailto:sales.france@eu.agc.com).*

(1) Cette garantie est soumise à des conditions spécifiques. Pour plus d'informations, consultez le site [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

## FIX-IN : système de fixation adhésive pour : Mirox, Lacobel, Lacobel T, Matelac et Matelac T

Il existe cinq produits FIX-IN.

- > FIX-IN PR : primaire pour mur à appliquer avant l'utilisation de FIX-IN SL sur des surfaces poreuses.
- > FIX-IN SA : activateur de surface à appliquer sur le film SAFE+ d'AGC avant l'utilisation de FIX-IN SL.
- > FIX-IN AT : ruban adhésif mousse double face, utilisé comme espaceur et pour le calage initial.
- > FIX-IN SL : adhésif à base de silicone pour applications intérieures.
- > FIX-IN TU : peinture de retouche pour les petites éraflures faites sur les verres laqués Lacobel et Matelac lors des opérations d'installation ou de traitement des verres.

Tous les produits ont été testés sur différents supports, notamment sur des carrelages dans le cas de travaux de rénovation (voir tableau).

Support	Primaire FIX-IN PR	Silicone FIX-IN SL
Panneau de fibres à densité moyenne MDF (EN 316)	Non	Oui
Panneau de particules orientées OSB (EN 300)	Non	Oui
Panneau de particules non ignifugé (EN 312)	Non	Oui
Panneau type Pz (EN 312) ignifugé à surface poreuse	Oui	Oui
Panneau à surface non poreuse MFPB, type 2 (EN 312)	Non	Oui
Plaque de plâtre (EN 520)	Oui	Oui
Contreplaqué non ignifugé (EN 312)	Non	Oui
Panneau en silicate de calcium (prEN 14306)	Oui	Oui
Panneau en ciment renforcé par des fibres (ISO 390)	Oui	Oui
Plâtre de Paris	Oui	Oui
Ciment	Oui	Oui
Béton	Oui	Oui
Brique	Oui	Oui
Carrelages, existant	Pas nécessaire si la surface d'encollage est propre et accroche suffisamment	Oui

Nous consulter pour le cas d'autres matériaux support.

Important : tous les produits FIX-IN doivent être stockés et manipulés conformément aux instructions données dans la dernière version actualisée du Guide d'installation pour applications intérieures du verre d'AGC ainsi que dans les fiches techniques des produits. Pour la mise en oeuvre voir p. 462.

*Tous ces documents sont disponibles sur le site [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com). Toutes les exigences et réglementations locales doivent être strictement respectées. Voir [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com) > Produits > Lacobel > Technical docs > Lacobel Matelac installation guide.*

## 3.4 – Verre mat translucide



Porte «Wave» par Fratelli Longhi - Italie - Matelux Dark Grey

# Matelux



Sofitel - Vienne, Autriche - Porte coulissante Matelux Grey

## ▼ DESCRIPTION

- > Matelux est un verre float doté d'une finition matée à l'acide de qualité sur une des deux faces ou les deux.
- > Idéal pour des applications intérieures (moblier, cloisons, ...) comme extérieures (façades et toitures).
- > Les produits Matelux bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Silver. Pour plus d'informations, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).



- > Le produit n'émet pas de polluants volatils. Le classement COV ne s'applique pas au verre float dépoli à l'acide.
- > Matelux est conforme à [EN 17257-1](#).

## ▼ AVANTAGES

- > Aspect translucide, neutre et satiné : plus transparent que le verre sablé.
- > Plusieurs options de transformation : trempe, feuilletage (avec intercalaire clair ou coloré), assemblage en double vitrage, bombage, etc. Entretien aisé.
- > Résistance très élevée aux taches.
- > La technique du matage à l'acide est particulièrement appréciée pour la finesse et l'homogénéité de son grain.
- > Transmission lumineuse élevée : Matelux présente le même niveau de transmission lumineuse qu'un verre float d'épaisseur identique.

## ▼ MATELUX STOPSOL SUPERSILVER CLEAR

Matelux Stopsol est un verre float dont une surface est revêtue d'une couche réfléchissante Stopsol et l'autre d'une couche matée à l'acide.

### Avantages esthétiques

- > Harmonie parfaite avec le vitrage de vision Stopsol correspondant.
- > Effet contrasté entre le vitrage de vision (neutre ou réfléchissant) et l'allège satinée.
- > Esthétique dynamique : par temps de pluie, l'allège Matelux Stopsol mouillée est brillante et réfléchissante. Par temps ensoleillé, le verre présente un aspect métallisé et satiné.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Traitement thermique	
Durcissement et trempe thermiques	Oui
Bombage	Oui
Feuilletage	
PVB, Strong	Oui - Pour garder l'esthétique matée propre au Matelux, la face traitée à l'acide ne peut être contre le film
EVA	Oui - Face traitée opposée à EVA

Traitements de surface	
Sérigraphie et émaillage	Oui – sur les deux faces
Peinture et laquage	Oui – sur la face non matée. Voir la gamme Matelac sur <a href="http://www.agc-yourglass.com">www.agc-yourglass.com</a>
Argenture	Oui – sur la face non matée. Voir la gamme Matelac sur <a href="http://www.agc-yourglass.com">www.agc-yourglass.com</a>
Découpe et façonnage	
Rectiligne, circulaire	Oui – se découpe comme un float traditionnel
Biseautage, forage, encoches	

## ▼ GAMME

Trois types de matages et plusieurs types de verres float en fonction du niveau de translucidité et de la couleur recherchés.

Support verrier	Type de matage		
	Matage classique sur une face	Matage léger sur une face	Matage sur les deux faces
<b>Float clair</b>			
Clear, Clearlite (tranche légèrement verte)	✓	✓	✓
Clearvision (tranche claire)	✓		
Linea Azzurra (tranche légèrement bleutée)	✓		
<b>Float coloré</b>			
Bronze	✓		
Green	✓		
Grey	✓		
Dark Grey	✓		
<b>Verre à couche Stopsol</b>			
Supersilver clear	✓		

## LES CLAIRS



Clair  
Base float classique



Clearvision  
Base float hautement  
transparente pour  
un bel effet visuel



Linea Azzurra  
Base float à l'aspect  
légèrement bleuté

## LES COLORÉS\*



\*D'autres options sont  
disponibles sur demande

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseurs standard de 3 à 19 mm.

15 et 19 mm pour la version sur Linea Azzurra.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilier : cloisons, tables, étagères, portes fixes et coulissantes, vitrines et socles en verre</li> <li>- Applications spécifiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>. Matelux Double Sided : portes</li> <li>. Matelux Linea Azzurra : tables, étagères, lavabos, sols et escaliers grâce aux nombreuses épaisseurs disponibles</li> </ul> </li> </ul>
Extérieures	<p>Oui</p> <p>Le verre Matelux Stopsol peut être utilisé pour des allèges</p> <p>En double vitrage, il est préférable d'orienter la face matée vers l'intérieur de l'assemblage</p>

### Résistance aux sollicitations

Résistance à la chaleur	Identique au verre float
Résistance à l'humidité	Oui – lorsque la face matée du Matelux est exposée à l'eau, le matage devient moins visible. Il retrouve son aspect initial après séchage
Résistance aux UV	Oui – peut être exposé au soleil et à la lumière artificielle
Réaction au feu	A1
Résistance à la flexion	Matelux présente la même résistance à la flexion que le float Planibel (test selon EN 1288-3)

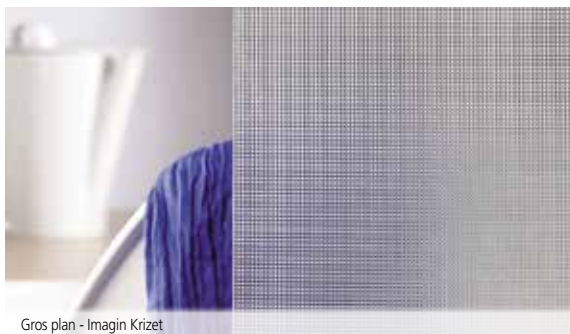
## 3.5 – Verres imprimés en relief



Gros plan – Cannelures Imagin



# Imagin



Gros plan - Imagin Krizet

## ▼ DESCRIPTION






- > La gamme Imagin consiste en des verres décoratifs clairs ou colorés sur lesquels un motif a été imprimé en relief sur une face ou les deux.
- > Plus de 20 motifs géométriques, stylisés, classiques ou contemporains, avec ou sans treillis métallique (voir Imagin armé) sont disponibles.
- > Imagin est conforme à [EN 572-5](#).
- > Les produits Imagin bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Gold. Pour plus d'informations, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).











### ▼ AVANTAGES

- > Nombreux motifs disponibles.
- > Translucidité déterminée par la structure et le motif.
- > Idéal pour des applications décoratives avec recherche d'une certaine intimité.
- > En fonction du motif et de l'épaisseur, les verres Imagin peuvent être trempés thermiquement, feuilletés ou assemblés en double vitrage.
- > Imagin n'émet pas de polluants volatils. Le classement COV ne s'applique pas à ces vitrages.

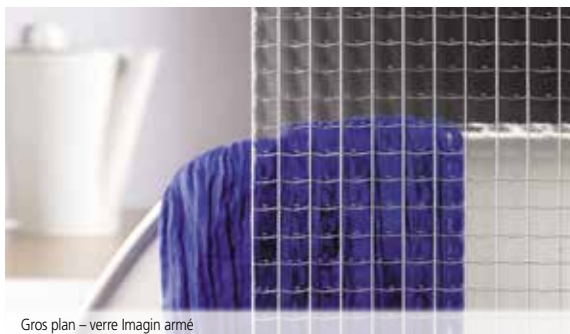
## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Symboles utilisés	
	Trempe
	Feuilletable (imprimé 4 mm clear et PVB ≥ 0.76 mm)
	Assemblable en vitrage isolant
	Emailable
	Bombable

33/33						
Atlantic						
Bamboo						
Chinchilla						
Crepi						
Delta						

Diamante 9						
Flutes						
Gothic						
Kathedral Klein						
Konfeta						
Krizet						
Kura						
Niagara						
Patterned Glass 130						
Screen						

# Imagin armé



Gros plan – verre Imagin armé

## ▼ DESCRIPTION

- > Imagin armé est la version de la gamme Imagin qui comporte un treillis métallique (1/2 pouce).
- > La gamme comprend également du verre armé poli clair dont la surface est parfaitement plane.
- > Imagin armé est conforme à [EN 572-6](#).
- > Imagin armé n'émet pas de polluants volatils. Le classement COV ne s'applique pas à ces vitrages.
- > Les produits Imagin armé bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Gold. Pour plus d'informations, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).



## ▼ GAMME

Imagin armé "O" 1/2	
Imagin armé "S" 1/2	
Verre armé poli	

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Traitement thermique	
Durcissement et trempe thermiques	Non
Sérigraphie et émaillage	Non
Bombage	Non
Feuilletage	
PVB	Non
EVA	Non

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	Oui – mobilier, portes, cloisons, etc.
Extérieures (verticale)	Oui
Imagin armé n'est pas classé suivant <a href="#">EN 12600</a> . Seul le verre armé poli de AGC (Polished Wired Glass) est classé 3B3. Il n'est pas considéré comme un verre de sécurité en France	

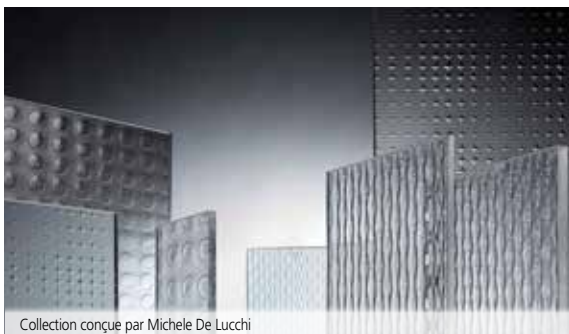
## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseur standard de 6 mm.

Verre armé poli : 7 mm.

Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.

# Oltreluce



Collection conçue par Michele De Lucchi

## ▼ DESCRIPTION

- > Oltreluce est une collection exclusive de verres imprimés conçue par le designer italien Michele De Lucchi.
- > Les verres Oltreluce présentent des motifs contemporains jouant avec la lumière et sont disponibles en versions claire.
- > Trois motifs exclusifs : Oltreluce Circles, Oltreluce Waves, Oltreluce Space.
- > Oltreluce est conforme à [EN 572-5](#).
- > Les produits Oltreluce armé bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Gold. Pour plus d'informations, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

























## ▼ AVANTAGES

- > Des surfaces qui tamisent la lumière en douceur pour offrir de nouvelles possibilités architecturales.

- > Un design contemporain et unique pour des applications décoratives.
- > Les verres peuvent être trempés, feuilletés, bombés ou assemblés en double vitrage, selon l'épaisseur et le design.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION

Symboles utilisés	
	Trempable
	Feuilletable (imprimé 4 mm clair et PVB ≥ 0.76 mm)
	Assemblable en vitrage isolant
	Emaillable
	Bombable

Oltreluce Waves Clear						
Oltreluce Circles Clear						
Oltreluce Space Clear						

*Pour plus d'informations concernant les possibilités de traitement thermique ou d'émaillage, veuillez contacter AGC.*

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseurs standard de 4 mm.

*Voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Outils > Product catalogue.*

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	Oui – mobilier, cloisons, pare-douches, étagères, portes, etc.
Extérieures	Oui – fenêtres, portes, façades



## 3.6 – Verres feuilletés décoratifs



Hôpital - Niort, France - Stratobel Colour

Les produits verriers feuilletés Stratobel d'AGC sont fabriqués selon différentes techniques d'assemblage, le but étant de donner un aspect unique à votre intérieur ou extérieur.

Technique et constituants ont un impact sur l'aspect du verre – transparent, coloré, translucide/opalin ou opaque – ainsi que sur son niveau de sécurité. En cas d'utilisation de PVB, le niveau de sécurité est déterminé par le nombre d'intercalaires PVB.

Pour d'autres intercalaires, nous consulter.

# Stratobel Colour



Bureaux - Stratobel Colour

## ▼ DESCRIPTION

L'assemblage feuilleté consiste en un ou plusieurs intercalaires PVB clairs, colorés, mats ou opaques. Les supports verriers sont clairs, colorés ou mats.

- > Stratobel Colour propose une gamme de 8 couleurs classiques.
- > En multipliant les films d'une même couleur, vous pouvez choisir le niveau d'opacité souhaité.
- > L'assemblage de plusieurs films PVB blancs mats (Mat 80 et Mat 65) offre la solution idéale pour préserver des regards indiscrets tout en laissant entrer la lumière.
- > Nombreuses teintes disponibles en superposant les PVB colorés.
- > Aspect translucide, transparent ou opaque.
- > Donne une touche originale à vos façades, vérandas, balcons, murs, cloisons, portes ainsi qu'à votre décoration intérieure.
- > Les produits Stratobel bénéficient de la certification Cradle to Cradle Certified™ Bronze.



- > Stratobel PVB est classé A+ pour ses très faibles émissions de polluants volatils selon l'arrêté français d'application disponible depuis 2013.



\*Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

- > Stratobel est conforme aux normes [EN ISO 12543](#) et [EN 14449](#).

### ▼ GAMME CLASSIQUE



Stratobel White Mat 80



Stratobel White Mat 65



Stratobel Sandy Brown



Stratobel Terra Brown



Stratobel Mineral Grey



Stratobel Stone Grey



Stratobel White Opaque



Stratobel Black Opaque

### ▼ POSSIBILITÉ DE TRANSFORMATION

Stratobel Colour se prête à toutes les options de transformation classiques du verre feuilleté. En utilisation extérieure (façades, toitures, ...), le risque de choc thermique pour certaines couleurs doit être vérifié.

*Contactez-nous par e-mail à l'adresse suivante : [sales.france@eu.agc.com](mailto:sales.france@eu.agc.com).*

## ▼ DISPONIBILITÉ

Stratobel Colour est disponible en verre feuilleté en PLF/DLF\* et peut être découpé selon votre demande.

Stratobel Colour est disponible dans une large gamme d'épaisseurs et de dimensions et peut être assemblé avec du Planibel Clearlite et du Planibel Clearvision.

Stratobel Colour est également disponible en version trempée feuilletée et en mesures fixes ainsi qu'en version bombée auprès des filiales de transformation d'AGC.

*Retrouvez toutes nos filiales sur [www.agc-yourglass.com/contact](http://www.agc-yourglass.com/contact).*

\* PLF : 321 x 450, 510, 600 cm / - DLF : 321 x 200, 225, 255 cm.

## ▼ COMBINAISONS POSSIBLES POUR VOS PROJETS

Compatibilité (feuille de PVB de 0,38 PVB)	Clair	White Mat 65	White Mat 80	Stratophone
Stratobel Sandy Brown	✓	✓	✓	✓
Stratobel Terra Brown	✓	✓	✓	✓
Stratobel Mineral Grey	✓	✓	✓	✓
Stratobel Stone Grey	✗	✓	✓	✓
Stratobel White Opaque**	✓	-	-	✓
Stratobel Black Opaque**	✓	-	-	✓

\*\* Le noir et le blanc en version opaque vous offrent une solution totalement opaque avec les avantages du verre feuilleté.

## ▼ MY COLOUR BY STRATOBEL

- > Ce service permet de choisir une couleur particulière. Les quantités minimum de commande sont de 2 piles DLF.

Ce qui représente : - 130 m<sup>2</sup> en 33.x,

- 100 m<sup>2</sup> en 44.x,

- 77 m<sup>2</sup> en 55.x,

- 65 m<sup>2</sup> en 66.x.

- > La fabrication de vitrages feuilletés en mesures fixes permet une infinité de variations de teintes.

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Les produits Stratobel sont disponibles dans de nombreuses épaisseurs standard ou sont fabriqués à la demande en mesures adaptées au chantier.

Voir [www.agc-younglass.com](http://www.agc-younglass.com) > Outils > Product catalogue.

## ▼ AVANTAGES

- > La gamme Stratobel permet de nombreuses applications décoratives et peut également participer à la fonction de contrôle solaire (sous conditions).
- > Performances mécaniques élevées (selon la composition Stratobel).
- > Verre feuilleté ayant une fonction de sécurité (*classement EN 12600 jusqu'à 1B1*).
- > Stratobel Black et White opaques peuvent être combinés au sein du même produit pour obtenir un côté blanc et un côté noir.

## ▼ POSSIBILITÉS DE TRANSFORMATION




Sécurité	
Feuilletage	Oui – le verre Stratobel est, par définition, un verre feuilleté de sécurité
Traitement de surface	
Sablage	Oui
Émaillage	
Matage à l'acide	
Découpe et façonnage	
Rectiligne, circulaire	Oui
Biseautage, forage, rodage, encoches	

Traitement thermique avant assemblage en feuilleté	
Durcissement thermique	Oui – contactez-nous pour des conseils concernant votre projet (sales.france@eu.agc.com)
Trempe thermique	
Sérigraphie	
Bombage	

Il est recommandé de protéger les bords notamment découpés, des intempéries ou stagnations d'eau.

*Pour plus d'informations, veuillez vous référer aux guides d'installation et de transformations disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) > Produits > Stratobel.*

## ▼ UTILISATIONS

Verre monolithique		Oui
Vitrage isolant		Suivant l'utilisation ou la réglementation en vigueur
		En toiture : verres feuilletés Stratobel

## ▼ APPLICATIONS

Intérieures	Oui – mobilier, cloisons, sols, etc.
Extérieures	Oui – toutes applications en architecture, construction ou rénovation

Toutes applications en parois verticales ou inclinées.

Résistance aux sollicitations	
Résistance à l'humidité	Les produits Stratobel peuvent être utilisés en milieux humides (salles de bains et cuisines) mais ne peuvent être immergés dans l'eau

# Stratobel Eva Création



## ▼ DESCRIPTION

Stratobel® EVA est une ligne de verres feuilletés de sécurité se prêtant à des applications particulières pour l'aménagement extérieur des façades ou intérieur des bâtiments.

A la différence du PVB (Poly Vinyle Butyral), l'intercalaire EVA (Ethylène Vinyle Acétate) utilisé dans les assemblages Stratobel® EVA devient très plastique lors de son passage en cycle de chauffe.

Cette caractéristique en fait un matériau idéal pour deux types d'assemblages feuilletés délicats à réaliser : les vitrages de sécurité trempés d'une part (Stratobel® EVA) et certains assemblages en verre feuilleté combinant protection et créativité d'autre part par insertion d'éléments (Stratobel® EVA Création).

Grâce à ses propriétés, l'EVA permet d'intégrer dans sa masse des matériaux décoratifs ou à fonction particulière tels que :

- > films et tissus supports d'images et photos,
- > trames métalliques percées ou tissées d'occultation partielle,
- > éléments graphiques, décoratifs,
- > tissus en fibres non-tissées d'occultation,
- > cellules photovoltaïques.



### ▼ AVANTAGES

- > **Classement 1B1** : suivant [EN 12600](#) à partir de 55.2 et avec des verres trempés (à partir de 88.2 en vitrage recuit).
- > **Classement 2B2** : suivant [EN 12600](#) à partir de 55.2 en vitrage trempé ou recuit).
- > **Stratobel EVA** : peut être mis en oeuvre et sujet à échauffement uniforme jusqu'à 75°C sans usage garde-corps.

### ▼ GAMME

Afin d'offrir aux maîtres d'oeuvre des solutions testées et conformes aux normes en vigueur, Stratobel® EVA Création décline une gamme d'insertions laissant libre champ à l'imagination du maître d'oeuvre.

- > **Graphic** : Insertion d'un tissu imprimé au motif de votre choix - maxi 6,00 x 1,80 m.
- > **Cloudy** : Insertion d'une trame non tissée polyester blanc - maxi 6,00 x 1,20 m.
- > **Inoxia** : Insertion d'une tôle inox perforée - maxi 6,00 x 1,25 m.
- > **Irisia** : insertion d'une maille métal bronze - maxi 6,00 x 2,00 m.
- > **Artlite** : sérigraphie, motif contre les films - maxi 4,10 x 2,10 m.

D'autres insertions peuvent être étudiées pour des projets spécifiques après essais préalables.

### ▼ APPLICATIONS

Stratobel® EVA Création est une solution créative, originale et exclusive pour vos projets tels que :

- > façades décorées,
- > toitures/verrières,
- > brise-soleil,
- > cloisons internes décoratives,
- > dalles de sol, Marches d'escalier,
- > mobilier urbain.

## 3.7 – Luxclear™ Protect



Luxclear Protect spécialement conçue pour les douches

## ▼ DESCRIPTION

- > Luxclear™ Protect est un verre clair doté d'une couche pyrolytique invisible sur une face.
- > Cette couche permanente protège la surface du verre et ralentit de manière significative le processus de vieillissement des parois de douche.

## ▼ PERFORMANCES

Épaisseur	8 mm
Transmission lumineuse	88.5
Réflexion lumineuse	9.5

## ▼ OPTIONS DE TRANSFORMATION

Découpe	Rectiligne ou circulaire
Façonnage et finition des bords	Biseautage
	Rodage
	Forage
	Encoches
Traitements spécifiques	Trempe
	Feuilletage
	Sérigraphie (possible sur les deux faces)
	Des couches hydrophobes hors ligne peuvent être appliquées

## ▼ DISPONIBILITÉ D'ÉPAISSEUR

Float clair de AGC disponible en 6 et 8 mm et en plateaux de 600\*321 cm, 225\*321 cm et en 255\*321 cm sur Planibel Clearlite.

*Le saviez-vous ?*

*Le verre est constitué de sable, il contient donc de grandes quantités de sodium. Lorsque l'eau entre en contact avec le sodium, elle en détériore progressivement la surface du verre en lui conférant un aspect blanchâtre (à cause de la corrosion) qui ne peut pas être éliminé au nettoyage.*

## 3.8 – Verre pour l'encadrement



Verre d'encadrement

# Matobel One Side



## ▼ DESCRIPTION

- > Matobel est un verre float ayant reçu un traitement antireflet sur une seule face du verre. La face «mate» doit être installée vers l'extérieur du cadre. Verre clair pour encadrement réduisant les effets négatifs de la lumière incidente par une diffusion de sa réflexion. Vision nette du sujet encadré.

## ▼ AVANTAGES

- > Antireflet et respect des couleurs : l'équilibre parfait<sup>(1)</sup>. Avec une résolution «clarity» de l'ordre de 50,9%, une caractéristique anti-reflet «gloss» de 70<sup>(2)</sup> et une valeur de contraste des couleurs «haze» de 4,12%, Matobel One Side offre non seulement une optique parfaite en atténuant la réflexion lumineuse, mais aussi un excellent rendu des couleurs grâce à sa neutralité. La conjugaison de ces performances permet aux utilisateurs d'apprécier une image, une photographie ou une peinture à sa juste valeur, tant le rendu est fidèle.
- > Facile à découper et à nettoyer.

## ▼ APPLICATIONS

Encadrement de photos, posters, affiches publicitaires, cartes géographiques, documents, diplômes et autres certificats.

## ▼ ÉPAISSEURS STANDARD (mm)

Disponible en épaisseurs standard de 1,9 mm.

(1) Valeurs calculées par AGC pour le Matobel One Side en 1,9 mm d'épaisseur.

(2) Gloss : 70 ± 5 selon la norme US en la matière (BYK Gardner, Micromaster 60° angle).





# — IV — Gammes et produits

## 4. Photovoltaïque intégré au bâti

SunEwat XL

# SunEwat XL



École René Clair - Villeneuve d'Ascq, France - Architecte : Faouzi - SunEwat XL



## ▼ DESCRIPTION


- > SunEwat XL est un verre feuilleté de sécurité dans lequel sont encapsulées des cellules photovoltaïques monocristallines.
- > Il répond à la double fonction de production d'électricité et de produit de construction. L'assemblage est réalisé entre deux feuilles de verre trempé, le verre extérieur est un verre Clearvision afin de maximiser la production d'électricité. La face intérieure peut, quant à elle, être un verre clair, extra-clair, à couche, coloré, sérigraphié, ou tout autre type de verre. Une boîte de jonction est placée sur la tranche des modules permettant leur raccordement électrique à une installation photovoltaïque.
- > SunEwat XL peut être assemblé en double vitrage afin d'offrir l'isolation thermique nécessaire (Thermobel SunEwat) avec une couche iplus.
- > SunEwat XL et Thermobel SunEwat XL sont couverts par une garantie produit de 10 ans. Le rendement est également garanti : 10 ans (90% de la puissance nominale) et 20 ans (80% de la puissance nominale).

## ▼ AVANTAGES

- > Les modules photovoltaïques SunEwat XL répondent aux exigences esthétiques et fonctionnelles nécessaires à leur parfaite intégration dans les bâtiments. Ils peuvent être utilisés en remplacement des produits verriers courants. L'espace entre les cellules est variable afin de modifier la transmission lumineuse du module ou le design.
- > Le produit est adaptable à chaque projet et donne aux architectes une multitude de possibilités intégrant la production d'électricité en façades, verrières, brise-soleil, balustrades, ...
- > Utilisé en allèges ventilées, SunEwat XL maintient ses performances à des températures jusqu'à 100°C.
- > SunEwat XL et Thermobel SunEwat sont classés A+ au regard des très faibles émissions de polluants volatils organiques (COV).



## ▼ CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Composition	
Verre extérieur	Verre trempé HST Clearvision
Encapsulant	EVA
Verre intérieur	Verre trempé HST Planibel Clearvision, Clearlite, coloré, sérigraphié, ou autre
Épaisseur du verre	Suivant contraintes architecturales
Cellules photovoltaïques	Mono ou polycrystallines 156 mm, haute performance jusqu'à 20,6%
Faces	 <div> Face avant Face arrière </div>

Design	
Dimensions minimales du module	400 mm × 400 mm
Dimensions maximales du module	2000 mm × 4000 mm
Forme	Toute forme, comprenant un bord rectiligne et dans les dimensions minimales
Espace entre les cellules	- Minimum : 4 mm - Maximum : 50 mm
Transmission lumineuse par module	Varie en fonction de l'espace entre les cellules
Caractéristiques électriques	
Puissance nominale	Varie en fonction de la densité des cellules
Boîte de jonction	Boîte de jonction sur la tranche du module avec diode by-pass intégrée - Longueur : 160 mm - Hauteur : 11,5 mm - Épaisseur : 10 mm
Diamètre des connecteurs	10 mm
Longueur des câbles	1 mètre. Autres longueurs disponibles sur demande
Section des câbles	4 mm <sup>2</sup>
Tension maximum du système	1000 V DC

## ▼ THERMOBEL SUNEWAT XL

SunEwat XL peut être assemblé en double vitrage pour assurer l'isolation thermique ou d'autres fonctions.

Thermobel 85° a été spécialement développé et testé en vieillissement dans des conditions reflétant un échauffement des produits significativement plus grand que pour les double-vitrages ordinaires.

## ▼ GARANTIES

Garantie produit	10 ans (en vitrage feuilleté ou isolant)
Garantie de performances	- 10 ans (90% de la puissance nominale) - 20 ans (80% de la puissance nominale)

Le produit et ses performances sont garanties pour des applications jusqu'à 100°C.

## ▼ CERTIFICATIONS

IEC 61215	Modules photovoltaïques au silicium cristallin pour application terrestre Qualification de la conception et homologation
IEC 61730 classe II	Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques
EN 14449	Evaluation de conformité : verre feuilleté de sécurité

SunEwat XL a fait l'objet d'une ETPM (Evaluation Technique Préalable de Matériaux) par le CSTB. Cette procédure facilite en France l'organisation d'Atex ou la justification par Avis de Chantier.

*Pour plus d'informations concernant ce produit et l'ensemble de la gamme, veuillez consulter [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).*





# — IV — Gammes et produits

## 5. Stores intégrés

Thermobel Store

# Thermobel Store



Stores intégrés - Thermobel Store

## ▼ DESCRIPTION

La solution idéale pour contrôler au mieux la lumière dans tous les types de bâtiments.

- > Thermobel Store est un vitrage isolant avec une lame d'air ou d'argon de 20 à 32 mm avec stores modulables intégrés entre deux feuilles de verre. Thermobel vous permet la maîtrise des apports solaires et la préservation de l'intimité. La mise en oeuvre est courante : prise en feuillure 2 ou 4 cotés ou VEC.
- > Thermobel Store est disponible en double et en triple vitrage sous Avis Technique (indispensable en applications extérieures, en version 27/32C).
- > Thermobel Store est proposé avec différents types de commande des stores :
  - commande manuelle avec lames orientables ou orientables et relevables par cordelette, bouton moleté ou tige ;
  - commande motorisée avec lames orientables et relevables par moteur externe et interrupteur, soit collé sur vitrage, soit mural, soit à distance.
- > Thermobel Store s'adapte au mieux à vos contraintes car AGC met à votre disposition une large gamme de vitrages (Planibel clair, coloré ou sérigraphié, Stopsol, Sunergy, Planibel G, iplus Top 1.1, iplus Energy<sup>N</sup>, iplus Advanced 1.0, Stopray, ipasol, etc.). Les vitrages utilisés peuvent être recuits, trempés ou feuilletés.
- > Les lames de Thermobel Store sont disponibles en standard en 9 couleurs.
- > Thermobel Store est une solution idéale pour toute application extérieure ou intérieure, en position verticale dans les bâtiments :
  - tertiaires, locaux de travail,
  - hôpitaux, cliniques, laboratoires,
  - cloisons intérieures.



### ▼ AVANTAGES

En utilisant Thermobel Store, vous profitez des avantages du vitrage isolant et de ceux des stores et de bien plus encore...

- > Meilleur contrôle solaire :
  - maîtrise des apports énergétiques,
  - utilisation combinée possible de verres de contrôle solaire (facteur solaire minimal de 10% selon les composants verriers utilisés, stores ouverts).
- > Meilleur contrôle de la lumière :
  - maîtrise des apports lumineux,
  - évite les risques d'éblouissement et de réflexion (cas des locaux avec présence d'écrans),
  - possibilité d'optimiser l'effet "lumière du jour",
  - utilisation combinée possible de vitrages à transmission lumineuse faible.
- > Meilleure isolation thermique :
  - valeur de  $U_g$  pouvant descendre à  $0,6 \text{ W/m}^2/\text{K}$  en triple vitrage,
  - utilisation possible de verres peu émissifs.



- > Meilleure hygiène :
  - absence de poussière,
  - facilité d'entretien, les lames sont protégées par le verre,
  - absence de condensation.
- > Meilleur confort :
  - intimité,
  - autonomie de réglage des lames,
  - possibilité de double ou triple vitrage.
- > Facilité de contrôle et d'usage :
  - possibilité de commande manuelle ou motorisée,
  - possibilité de synchronisation de plusieurs vitrages,
  - possibilité de commande à distance,
  - possibilité de combiner Thermobel Store avec des verres de sécurité feuilletés ou trempés.
- > Plus économique :
  - économie d'énergie de chauffage et de climatisation.
- > Garantie :
  - 10 ans contre la pénétration d'humidité dans les vitrages isolants,
  - 5 ans pour les composants placés à l'intérieur du vitrage isolant,
  - 2 ans pour les composants externes.

*Sous réserve du respect des règles de l'art et à l'exclusion des frais éventuels de pose et dépose.*

## ▼ CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Performances standard Thermobel Store 27C en double vitrage			
Verre Planibel 4mm / 27mm Argon 85% et store intégré / 4mm iplus Top 1.1			
Stores	Ug (W/m²/K)	Facteur solaire* (%)	TL
ouverts	1.2	64	8
fermés	1.1	20	3

\* Avec lame S155

Performances standard Thermobel Store en triple vitrage			
4mm iplus Top 1.1 / 12mm Argon 85% / 4mm Planibel / 27mm Argon 85% et store intégré / 4mm iplus Top 1.1			
Stores	Ug (W/m²/K)	Facteur solaire* (%)	TL
ouverts	0.6	53	74
fermés	0.5	20	3

\* Avec lame S155

Design		
Composants verriers : carrés ou rectangulaires		
Types de vitrages utilisables avec Thermobel Store	Epaisseur des vitrages	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planibel clearlite ou coloré</li> <li>- Planibel G Fast</li> <li>- Sunergy clair ou coloré</li> <li>- Imagin (avec relief compatible avec montage en vitrage isolant)</li> <li>- Stratobel (pour sécurité des biens et des personnes)</li> <li>- Stopsol clair ou coloré</li> <li>- iplus Top 1.1, iplus Energy<sup>N</sup>, iplus Advanced 1.0</li> <li>- Stopray, ipasol</li> </ul>	Minimale : 4 mm  Maximale (coté commande) : 10,76 mm (Stratobel 55.2 ou 44.6)	
Types de commande	Largeur	Hauteur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Par cordon</li> <li>- Par tige</li> <li>- Par pommeau</li> <li>- Par moteur extérieur</li> </ul>	36 mm 32 mm 36 mm 136 mm	19 mm 50 mm 36 mm 36 mm

Certifications	
Thermobel Store 27C/32C bénéficie d'un avis technique	AT N° 6/15 - 2276 Avis favorable du CSTB

Divers		
Dimensions des Thermobel Store	Sous avis technique	Hors avis technique
Dimensions maximales (27C/32C)	1600 * 2500 avec verre intérieur 4 mm	En intérieur uniquement : largeur 1850 mm hauteur 3000 mm
Dimensions minimales	300 mm x 700 mm Surface minimale : 0.21 m <sup>2</sup>	largeur ≥ 300 mm hauteur ≥ 300 mm
Couleurs des lames (9 standards)	S102 blanc S106 jaune citron S125 gris beige S130 vert clair S142 bleu clair S149 beige clair S155-2016 gris moyen S156-2016 gris métallisé brillant S157 gris métal uni	

Thermobel Store est également disponible avec lame d'air ou d'argon de 22 ou 20 mm (surface limitée à 2,5 m<sup>2</sup> environ).

Les Thermobel Store 22C et 20C sont commercialisés sans avis technique du CSTB.





# — IV — Gammes et produits

## 6. Verres résistant au feu

- 6.1 Introduction
- 6.2 Verres feuilletés à intercalaires intumescent  
Pyrobelite & Pyrobel
- 6.3 Verres trempés résistant au feu  
Pyropane

## 6.1 – Introduction



Ghelamco Arena - Gand, Belgique - Architecte : Bontick - Pyrobel 25 & Pyrobel 25 Vision Line

La résistance au feu d'un élément de construction vitré établit dans quelle mesure cet élément est capable de limiter la propagation d'un incendie.

La résistance est quantifiée à l'aide de classes définies par les normes européennes.

- > E : étanchéité aux flammes - temps pendant lequel les flammes ne passent pas.
- > W : limitation du rayonnement - temps pendant lequel le rayonnement mesuré du côté protégé ne dépasse pas 15 kW/m<sup>2</sup> mesuré à 1 m. (voir p. 102 et suivantes pour plus d'informations sur les essais) de l'élément à 140°C en moyenne et 180°C ponctuellement.
- > I : isolation thermique - temps pendant lequel la température n'augmente pas au-dessus d'un certain seuil mesuré du côté protégé.
- > DH : capacité d'un écran de cantonnement à retenir les fumées dans un volume de local déterminé.

Classement de l'élément de construction vitré	Etanchéité E	Réduction du transfert de chaleur EW	Isolation thermique EI	Rétention de fumées DH
Pare-flamme	✓			✓
Pare flamme à rayonnement limité	✓	✓		
Coupe feu	✓	✓	✓	
Ecran				✓

La résistance au feu de chaque élément vitré est définie par le temps (en minutes) pendant lequel l'élément satisfait simultanément un ou plusieurs critères. Ainsi, par exemple, une porte pare-flamme pendant une demi-heure sera libellée E30 et une cloison coupe-feu pendant une heure est EI60.

La résistance au feu porte sur l'ensemble de l'élément de construction et non sur le vitrage seul.

### ▼ GAMME DE VERRES RÉSISTANT AU FEU

AGC dispose d'une gamme de produits en verre trempé et verre trempé à couches (Pyropane) et en verre feuilleté à intercalaire intumescent (Pyrobelite et Pyrobel) couvrant les différents niveaux de performances des verres résistant au feu.

	Verre trempé et verre trempé à couche	Verre feuilleté avec intercalaire intumescent
E	Pyropane	Pyrobelite
EW	Pyropane	Pyrobelite
EI		Pyrobel
DH	Pyropane	

### ▼ MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS

Dans tous les cas, les procès-verbaux d'essais de résistance au feu concernent des éléments de construction et non des vitrages seuls. La réalisation des ouvrages doit être en tous points conforme au procès-verbal.

Aucun constituant ne pourra être modifié sans l'obtention d'une extension, d'un avis de chantier, ou d'un procès-verbal par analogie émis par un laboratoire notifié.

Le niveau de classement souhaité n'est valable qu'en tenant compte des limites dimensionnelles et de la mise en œuvre décrite dans les procès verbaux.

*Pour toute information complémentaire : [www.yourpyrobel.fr](http://www.yourpyrobel.fr).*



## 6.2 – Verres feuilletés à intercalaires intumescents



IMOBA II - Prague, République Tchèque - Architecte : A 32 spol. s r. o. - Pyrobelite/Pyrobel

# Pyrobelite & Pyrobel



A2 Groeninge - Courtrai, Belgique - Pyrobel

## ▼ DESCRIPTION

Constitués de verres Planibel Clearlite ou Clearvision et d'intercalaires transparents et intumescents, ces vitrages se transforment en cas d'incendie en écrans opaques qui assurent l'étanchéité aux flammes et limitent ou arrêtent la chaleur transmise.

- > Les vitrages Pyrobelite classés EW - Etanchéité et radiation limitée - pendant 30 minutes.



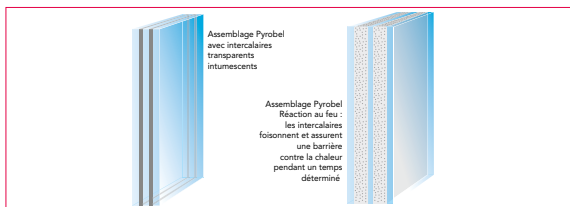
- > Les vitrages Pyrobel classés EI - Etanchéité et Isolation - pendant 30, 60, 90 ou 120 minutes.



Le choix se fera en fonction :

- > de la classe de résistance requise par la réglementation nationale,
- > du type d'application,
- > des homologations disponibles par type de châssis et dimensions.

*Le site [www.yourpyrobel.fr](http://www.yourpyrobel.fr) fait l'objet d'enrichissements fréquents : nouveaux essais, reconductions, extensions de Procès Verbaux.*



Les vitrages sont conformes à [EN ISO 12543](#) et [EN 14449](#). Ils sont soumis à des contrôles de qualité rigoureux durant les différents stades du procédé de fabrication. De petites imperfections optiques sont toutefois tolérées car inhérentes au procédé de fabrication. Elles n'affectent pas la résistance au feu et ne peuvent constituer un motif de réclamation. Les vitrages Pyrobel, Pyrobelite et Thermobel, Pyrobelite/Pyrobel sont classés A+ au regard des très faibles émissions en polluants volatils.



## ▼ GAMMES

### Gammes Pyrobelite et Pyrobel

Produits	Résistance au feu
Pyrobelite 7	EW30
Pyrobelite 9 EG	EW30
Pyrobelite 10	EW30
Pyrobelite 12	EW30
Pyrobelite 12 EG	EW30
Pyrobel 16	EI30
Pyrobel 16 EG	EI30
Pyrobel 19 H	EI30
Pyrobel 25	EI60
Pyrobel 25 EG	EI60
Pyrobel 28 H	EI60
Pyrobel 30	EI90
Pyrobel 30 EG2	EI90
Pyrobel 54	EI120
Pyrobel 54 EG	EI120

Pour voir les dernières nouveautés, consultez : [www.yourpyrobel.fr](http://www.yourpyrobel.fr).

### VERSION EG (External Grade)

Pyrobelite et Pyrobel peuvent être proposés en version EG, signifiant qu'il y a, en complément de(s) l'intercalaire(s) intumescent(s), un ou plusieurs films PVB ou EVA ayant pour fonctions :

- > de limiter les UV à 99% sur l'intercalaire intumescent (film PVB côté rayonnement),
- > d'améliorer la performance acoustique avec un film Stratophone,
- > d'être esthétique avec des films de couleur,
- > de répondre à un classement 1B1 suivant la norme [EN 12600](#) (pour application garde-corps),
- > de répondre à un classement retardateur à l'effraction suivant la norme [EN 356](#).

### VERSION VISION LINE (Application intérieure uniquement)

Vision Line permet la mise en œuvre de vitrages en bord à bord. Cette solution a pour avantage d'avoir un jeu de 5 mm entre chaque vitrage, comblé par un silicone translucide ou gris. Particulièrement esthétique, Vision Line permet la réalisation d'une cloison de longueur illimitée et cela sans montant.

Procès-Verbaux disponibles pour des classements allant de EI30 à EI120 en châssis bois, acier et aluminium.

### VERSION VISION LINE CORNER (Application intérieure uniquement)

Vision Line Corner permet la mise en œuvre de vitrages en bord à bord avec facettes allant de 90° à 180°.

Cette solution a pour avantage d'avoir un jeu de 4 mm entre chaque vitrage, comblé d'un silicone translucide ou gris. C'est une alternative aux vitrages bombés, elle peut être mixée avec la version Vision Line.

Procès-Verbaux disponibles pour des classements allant de EI30 à EI60 en châssis bois, acier et aluminium.

### VERSION DOUBLE VITRAGE

Pyrobelite et Pyrobel peuvent être montés en double vitrage avec toutes les contre-faces disponibles de la gamme AGC (en verres feuilletés, trempés, à couches...). Dans le cas où le Pyrobel(ite) n'est pas une version EG, la contre-face exposée au rayonnement solaire sera feuilletée PVB.

## ▼ AVANTAGES

### Transparence

- > Absence de maille métallique.
- > Transmission lumineuse équivalente à celle d'un float de même épaisseur.

### Fonctionnalité

- > Une gamme de vitrages EW (pare-flamme) et EG (coupe-feu) à radiation limitée.
- > Opacification du verre en cas d'incendie, limitant les risques de panique lors de l'évacuation du bâtiment.
- > Une large gamme de procès-verbaux (bois, acier et aluminium de gammistes ou du commerce, châssis fixe ou ouvrant, mur-rideau et verrière).

### Sécurité

- > Satisfait aux tests de sécurité en fonction des normes en vigueur.
- > Pour le renforcement de Pyrobel en vitrage anti-effraction ou anti-balles, nous consulter.
- > Il est possible de combiner les Pyrobelite et Pyrobel avec des fonctions de protection contre les blessures et la chute des personnes (2 à 8 PVB).

### Isolation acoustique

- > Supérieure à celle d'un verre feuilleté traditionnel.

### Dimensions

- > Grandes dimensions testées et disponibles.

### Pose

- > Aisée en châssis bois, acier ou aluminium homologué (sens au feu indifférents) dans des parois en béton, béton cellulaire ou cloison légère 98/48 à 120/70.

### Décoration

- > Sablage, sérigraphie ou impression numérique, film opale, film PVB coloré, float coloré, film adhésif M0 ou M1, contre-face contre les rayons X, intégration d'un store dans la lame d'air.

### ▼ GARANTIE

AGC garantit les caractéristiques des produits Pyrobelite et Pyrobel comme décrites dans la norme [EN ISO 12543](#) et conformément à [EN 14449](#). Cette garantie engage AGC uniquement à la livraison du verre et à condition que les règles de maintenance, transport, stockage et pose intérieure et extérieure aient été respectées.

Les vitrages isolants Thermobel Pyrobel sont garantis 10 ans contre la non altération de la vision par formation de condensation ou par dépôt sur les faces internes du vitrage isolant.

### ▼ RÈGLES GÉNÉRALES

Tous nos vitrages sont livrés prêts à être mis en œuvre et munis d'un ruban de protection adhésif (tape) qui est partie intégrante du produit (contre l'humidité en périphérie).

Après livraison, ils ne peuvent ni être recoupés, ni percés, ni sablés, ni dépolis, ni traités, ni usinés en aucune façon. Il faut vérifier également, avant la mise en œuvre, que le tape adhésif qui protège les bords n'a pas été endommagé au cours du transport.

Leur mise en œuvre doit être strictement conforme à celle décrite dans le procès-verbal concerné (type d'ouvrage, sens et dimensions des verres, section des menuiseries bois, utilisation d'un silicone neutre, respect des jeux latéraux et périphériques, hauteur de prise en feuillure, références commerciales des produits annexes, ...).

#### > Marquage

Un marquage est apposé par AGC ou par ses distributeurs agréés sur chaque verre. Il permet d'identifier le type de Pyrobelite ou de Pyrobel et de vérifier la conformité de la fourniture.

Pour les verres feuilletés avec une face PVB (version renforcée EG), le tampon sera estampillé côté opposé au PVB par convention.

#### > Manutention - Transport - Stockage

Les vitrages Pyrobelite et Pyrobel seront toujours transportés et manutentionnés en position verticale.

Pour les grands volumes, l'utilisation de sangles ou de palonniers à ventouse est conseillée.

Le pivotement sur un angle est interdit car il risque d'endommager le tape adhésif périphérique (noir ou couleur aluminium) de protection et de provoquer le bris des verres constituant le Pyrobelite ou le Pyrobel.

Ce tape périphérique doit être laissé en place et ne doit pas être abîmé. En cas de détérioration même minime, il est indispensable de faire appel à votre fournisseur.

Les vitrages Pyrobelite et Pyrobel seront stockés dans un abri sec et aéré, à des températures comprises entre - 40°C et + 50°C.

En aucun cas, ils ne seront posés à plat, près d'une source de chaleur ou stockés au soleil.

Il conviendra de stocker les vitrages Pyrobelite et Pyrobel sur des agès, chevalets ou portoirs disposés de la façon suivante :

- avec une inclinaison comprise entre 5 et 6° par rapport à la verticale,
- avec une longueur d'appui au moins égale à celle des vitrages. Les surfaces d'assise seront recouvertes d'un matériau amortisseur tel que feutre ou caoutchouc. Tous les vitrages devront reposer sur cette zone.

La plate forme d'assise et le dossiereront devront former un angle de 90°. Le premier volume sera parfaitement appliqué sur le dossier du chevalet, les suivants seront mis en place sans glissement et parallèles au premier.

Un intercalaire (pastille) est placé entre chaque volume, de manière à créer une aération et à éviter des efforts localisés.

### > Remarque sur l'irisation

L'irisation est une attaque superficielle du verre qui se produit pendant le stockage du verre lorsque l'atmosphère ambiante crée une condensation entre les vitrages, ou lorsque l'on pose des vitrages mouillés les uns contre les autres, sans espace de ventilation, donc sans séchage.

Il en résulte sur les faces atteintes des marques dépolies très difficiles à éliminer.

## ▼ RÈGLES D'UTILISATION

### > Usage intérieur

Les verres Pyrobelite et Pyrobel conviennent à un usage intérieur dans tous les bâtiments soumis à une réglementation de protection incendie : écoles, hôtels, restaurants, bâtiments industriels, centres commerciaux, hôpitaux, maisons de retraite, laboratoires, aéroports, gares, stations de métro, musées, ... Le Pyrobelite ou Pyrobel peut être mis en œuvre dans des cloisons filantes, blocs-portes simple et double vantaux sur ossature bois ou acier ou aluminium.

Des dimensions importantes dans les deux sens (L x H et H x L) ont été testées.

### > Usage intérieur en milieu humide

Dans des bâtiments de type piscine, station thermale, centres de relaxation, l'exposition ne doit pas être directe, mais le Pyrobelite ou Pyrobel peut être mis en œuvre à proximité d'endroits où l'atmosphère est humide. Dans ces cas, il est impératif d'en informer votre fournisseur afin que les chants du verre soient protégés par un tape périphérique spécial.

### > Usage extérieur

En façade, les eaux de pluie et les pressions de vent augmentent considérablement le risque de présence d'eau dans les feuillures. L'installation devra limiter fortement la pénétration d'eau et permettre son évacuation accidentelle (châssis drainé et ventilé).

Rappelons que les verres Pyrobelite ou Pyrobel posés en façade ou éventuellement en toiture :

- sont généralement fabriqués en vitrage isolant (AGC Thermobel Pyrobel) ;
- sont protégés de l'humidité par un tape périphérique spécial,
- ne peuvent être exposés régulièrement à des températures supérieures à 50°C,
- doivent être protégés des rayons ultraviolets du soleil. Pour cela il est nécessaire d'utiliser un feuilleté PVB en face extérieure, soit en version monolithique (Pyrobel EG renforcé), soit en vitrage isolant. Un film de 0,76 mm PVB sera prévu.



### > Température

La plage de température d'utilisation des vitrages Pyrobelite ou Pyrobel est comprise entre - 40°C et + 50°C. La localisation du bâtiment et son orientation doivent être prises en considération.

Afin de se prémunir contre cette montée en température, deux moyens peuvent être mis en œuvre ; un montage en vitrage isolant (assemblé avec un mastic silicone) et / ou un feuilletage avec des vitrages de contrôle solaire. La présence de protections solaires intérieures peut être un facteur aggravant.

Un calcul au cas par cas doit être réalisé par l'entreprise afin d'évaluer la température à laquelle le Pyrobelite ou Pyrobel sera soumis.

### > Châssis drainé et ventilé

Le drainage des fonds de feuillure a pour objet d'équilibrer la pression entre l'air extérieur et le fond de la feuillure, ce qui limite les possibilités de pénétration d'eau et de condensation, et favorise l'évacuation d'infiltrations éventuelles.

Le drainage doit être conforme au Procès-Verbal : généralement des orifices de drainage, de forme oblongue, sont à prévoir en feuillure basse des châssis à raison de 2 par mètre.

Leur plus petite dimension sera d'au moins 5 mm et leur surface d'au moins 50 mm<sup>2</sup>. Ils doivent être percés de telle sorte qu'ils ne retiennent pas d'eau à l'intérieur de la feuillure (NF DTU 39 P1-1).

Le système de calage sur la traverse basse ne doit pas interrompre le drainage (une cale pontée est efficace si la feuillure est assez profonde, ou une gorge). Dans certains procès-verbaux, il n'existe pas de drainage car un joint silicone assure l'étanchéité complète.

**Ventilation** : les orifices de ventilation, placés en feuillure haute, seront prévus en section et en nombre au moins égaux à ceux des orifices de drainage.

Les orifices, tant de drainage que de ventilation, seront conçus pour empêcher toute pénétration d'eau dans le châssis.

*Pour plus d'informations concernant ce produit et l'ensemble de la gamme, veuillez consulter [www.yourpyrobel.com](http://www.yourpyrobel.com).*

## ▼ PERFORMANCES PYROBELITE ET PYROBEL

Voir le site [www.yourpyrobel.com](http://www.yourpyrobel.com) pour les mises à jour très fréquentes et l'option "Product selector" qui permet d'identifier le Procès-Verbal répondant aux exigences du projet.

### > Pyrobelite 10 - EW 30

Le Pyrobelite 10 est un vitrage pare-flammes avec un sens au feu indifférent.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES		
Spécifications / Identification	Pyrobelite 10	Pyrobelite 10 44.2 i plus Top 1.1 - Ar 16 - Pyrobelite 10
Type de vitrage	Simple	Isolant
Applications	Intérieures	Extérieures
Épaisseur	11 mm	28 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1 mm	± 2 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm
Poids	26 kg/m <sup>2</sup>	47 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	86 / 8	78 / 12
Valeur Ug (EN 673)	5.6 W/(m <sup>2</sup> .K)	1.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	2B2	1B1 / 2B2
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	37 dB (-1; -3)	39 dB (-1; -5)

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	JANSEN	10-A-624 11-A-471	1200 x 3100 Smax 3.43 m² SV 1155 x 2967 ISO	2240 x 1130 SV / ISO
	FORSTER	11-A-571		
	WICONA	EFR-16-00432	1000 x 2800	1835 x 1000
	WICONA	EFR-15-4302	940 x 2340 ISO 1200 x 2340 ISO	1835 x 1000 ISO
	TECHNAL	EFR-17-787	940 x 2340 SV 1200 x 3000 ISO	1835 x 1000 ISO
SYSTÈME ACIER		ESSAI	DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
PORTE	RP TECHNIK	EFR-15-001920	1426 x 2990 Smax 3.87 m²	2530 x 2990 Smax 6.86 m²
	JANSEN	EFR-15-002296	1120 x 2558	2240 x 2558
	FORSTER	11-A-572	1056 x 2236 Smax 2.36 m²	2022 x 2236 Smax 4.52 m²
	WICONA	EFR-16-004303 EFR-17-002583	1100 x 2500	931 x 2500
			DIMENSIONS MAXI (L X H)	
FENÊTRE	WICONA	EFR-16-000433	1200 x 1700	
	SCHÜCO	12-V-5781	1299 x 1476	
SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	AGC	10-A-449	1320 x 3100 Smax 3.79 m² SV	2240 x 1130 SV / ISO
			1155 x 2967 Smax 3.11 m² ISO	
			DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
PORTE	AGC	10-A-450	1438 x 2818 Smax 3.68 m²	2220 x 2450 Smax 5.44 m²

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

## > Pyrobelite 9EG - EW 30

Le Pyrobelite 9EG est un vitrage pare-flammes avec un sens au feu indifférent.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES		
Spécifications / Identification	Pyrobelite 9 EG	Pyrobelite 9 EG ISO 44.2 iplus Top 1.1 - Ar 16 - Pyrobelite 9 EG
Type de vitrage	Simple	Isolant
Applications	Intérieures / extérieures	Extérieures
Épaisseur	12,06 mm	29 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1,5 mm	± 2 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm
Poids	28 kg/m <sup>2</sup>	49 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	86 / 8	76 / 12
Valeur Ug (EN 673)	5.5 W/(m <sup>2</sup> .K)	1.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1	1B1 / 1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	37 dB (-1; -2)	39 dB (-1; -5)

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	JANSEN	10-A-624 11-A-471	1100 x 2420 EG / ISO	2240 x 1130 SV / ISO
	FORSTER	11-A-571	1100 x 2420 EG / ISO	2240 x 1130 SV / ISO
	RP TECHNIK	EFR-15-001919	1625 x 2885 Smax 3.93 m² EG / ISO 1318 x 3100 Smax 3.65 m² EG / ISO	2885 x 1625 Smax 3.93 m² EG / ISO
	WICONA	EFR-16-432	1726 x 2176	2176 x 1726
	TECHNAL	EFR-17-787	1726 x 2176 EG / ISO	2176 x 1726 EG / ISO
	WICONA	EFR-16-432	1726 x 2176 EG 1438 x 1813 ISO	2176 x 1726 EG 1813 x 1438 ISO
	WICONA	EFR-17-2583	1100 x 2500 EG / ISO	931 x 2500 EG / ISO
	TECHNAL	EFR-17-787	1726 x 2176 EG 1438 x 1813 ISO	2176 x 1726 EG 1813 x 1438 ISO
SYSTÈME ACIER		ESSAI	DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
PORTE	JANSEN	EFR-15-002296	1120 x 2558	2240 x 2558
		11-A-472	1334 x 2584 Smax 3.13 m²	2080 x 2480 Smax 5.16 m²
	FORSTER	11-A-572	1056 x 2236 Smax 2.36 m²	2022 x 2236 Smax 4.52 m²
	RP TECHNIK	EFR-15-001920	1435 x 3351 Smax 4.46 m²	2830 x 2879 Smax 7.40 m²
	WICONA	EFR-16-000432	1438 x 1813 ISO	1813 x 1438 ISO
	WICONA	EFR-16-004303	1100 x 2500 SV	1100 x 2500 SV
SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	AGC	10-A-449	1100 x 2900 EG	2240 x 1130 EG
			900 x 2800 ISO	2240 x 1130 ISO
			1100 x 2420 ISO	2240 x 1130 ISO
			DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
PORTE	AGC	10-A-450	1438 x 2818 Smax 3.68 m²	2220 x 2450 Smax 5.44 m²

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

## > Pyrobelite 12 et 12 EG - ACIER - EW 30

Le Pyrobelite 12 est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES			
Spécifications / Identification	Pyrobelite 12	Pyrobel 12 EG	Pyrobelite ISO 44.2 iplus Top 1.1 - Ar 16 - Pyrobelite 12
Type de vitrage	Simple	Simple	Isolant
Applications	Intérieures	Intérieures / extérieures	Extérieures
Épaisseur	12 mm	16 mm	37 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1 mm	± 1,5 mm	± 3 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm	± 3 mm
Poids	31 kg/m <sup>2</sup>	41 kg/m <sup>2</sup>	51 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	87 / 8	86 / 8	77 / 12
Valeur Ug (EN 673)	5.5 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.4 W/(m <sup>2</sup> .K)	1.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	2B2	1B1	1B1 / 2B2
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C,Ctr)	36 dB (-1; -3)	38 dB (-1; -3)	42 dB (-1; -5)

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	TECHNAL	EFR 17-787	1200 x 3000 ISO	1835 x 1000 ISO
			1726 x 2176 EG	2176 x 1726 EG
			1438 x 1813 EG / ISO	1813 x 1438 EG / ISO
	WICONA	EFR 16-000432	1726 x 2176	2176 x 1726
			1438 x 1813 ISO	1813 x 1438 ISO
	WICONA	EFR 16-4302	1438 x 1813 EG / ISO	1813 x 1438 EG / ISO
			940 x 2340 SV	1835 x 1000 SV
			DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
	JANSEN	EFR 15-002296	1120 x 2558	2240 x 2558
	WICONA	EFR 17-2583	1100 x 2500 EG / ISO	931 x 2500 EG / ISO

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

## > Pyrobel 16 et 16 EG - EI 30

Le Pyrobel 16 est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES			
Spécifications / Identification	Pyrobel 16	Pyrobel 16 EG	Pyrobel 16 ISO 44.2 i plus Top 1.1 - Ar 16 - Pyrobel 16
Type de vitrage	Simple	Simple	Isolant
Applications	Intérieures	Intérieures / extérieures	Extérieures
Épaisseur	17,3 mm	21,1 mm	34 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1 mm	± 1,5 mm	± 3 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm	± 3 mm
Poids	40 kg/m <sup>2</sup>	48 kg/m <sup>2</sup>	61 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	84 / 8	83 / 7	76 / 12
Valeur Ug (EN 673)	5.4 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.2 W/(m <sup>2</sup> .K)	1.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	2B2	1B1	1B1 / 2B2
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C,Ctr)	39 dB (-1; -3)	39 dB (-1; -3)	40 dB (-1; -5)



PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
	SYSTÈME	ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	AGC	10-A-449	1700 x 2874 SV / EG / ISO	2750 x 1450 SV / EG / ISO
			DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
PORTE	AGC	10-A-450	1438 x 2818 Smax 3.68 m²	2220 x 2450 Smax 5.44 m²

	SYSTÈME ACIER	ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	SCHÜCO	14-A-260	1620 x 3100 SV	3100 x 1620 SV
			1000 x 2874 EG	1000 x 2874 EG
			1200 x 2874 EG2	1200 x 2874 EG2
	FORSTER	10-A-446	1600 x 2835 SV	2835 x 1400 SV / EG / ISO
			1400 x 2835 EG / ISO	
	JANSEN	10-A-624	1600 x 2835 SV	2835 x 1400 SV / EG / ISO
			1400 x 2835 EG / ISO	
	RP TECHNIK	13-A-752	1550 x 2800 SV / EG	2450 x 1300 SV / EG / ISO
			1400 x 2835 ISO	
	REYNAERS	EFR 15-127	1040 x 2136 SV / EG / ISO	1392 x 1900 SV / EG / ISO
FAÇADE	JANSEN	08-A-298	1200 x 2900 SV / EG / ISO	2500 x 1200 SV / EG / ISO
			1400 x 2700 SV / EG / ISO	
			DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)	
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
PORTE	FORSTER	10-A-447	1472 x 2728 Smax 4.20 m²	3022 x 2516 Smax 7.60 m²
	JANSEN	10-A-625	1426 x 2990 Smax 3.87 m²	2530 x 2990 Smax 6.86 m²
	RP TECHNIK	13-A-753	1248 x 3090 Smax 3.85 m²	2592 x 3004 Smax 7.78 m²
	REYNAERS	EFR 15-128 EFR 15-129	1270 x 2276 SV / EG / ISO Smax 2.9 m²	2270 x 2276 SV / EG / ISO Smax 5.16 m²

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

## > Pyrobel 16 Vision Line - ACIER/ALU/BOIS - EI 30

Le Pyrobel 16 Vision Line est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent et un bord biseauté pour la mise en oeuvre de silicone.

CARACTÉRISTIQUES		
Spécifications / Identification	Pyrobel 16 Vision Line	Pyrobel 16 EG Vision Line
Type de vitrage	Simple	Simple
Applications	Intérieures	Intérieures
Épaisseur	17,3 mm	21,1 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1 mm	± 1,5 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm
Poids	40 kg/m <sup>2</sup>	48 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	85 / 8	84 / 8
Valeur Ug (EN 673)	5.4 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.2 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	2B2	1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	39 dB (-1; -3)	39 dB (-1; -3)

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	FORSTER			
	JANSEN	12-A-170	482 x 300 SV / EG	1200 x 2874 SV / EG
	RP TECHNIK	13-A-841	482 x 300 SV / EG	1200 x 2874 SV / EG
	SCHÜCO	12-A-172	482 x 300 SV / EG	1000 x 2888 SV / EG
	WICONA	EFR-16-00430	482 x 300 SV / EG	1000 x 2888
SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	BOIS	09-A-225	482 x 300 SV / EG	1200 x 2874 SV / EG

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

**> Pyrobel 16 EG (+6) - Vision Line Corner - ACIER/BOIS - EI 30**

Le Pyrobel 16 EG (+6) Vision Line Corner est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES	
Spécifications / Identification	Pyrobel 16 EG (+6) Vision Line Corner
Type de vitrage	Simple
Applications	Intérieures
Épaisseur	24,1 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1,5 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm
Poids	50 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	83 / 7
Valeur Ug (EN 673)	5.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1 / 1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C,Ctr)	NPD

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	JANSEN	13-A-449	513 x 300 EG	1234 x 2860
	RP TECHNIK	13-A-841	513 x 300 EG	1234 x 2860
	FORSTER	EFR-15-002589	513 x 300	
	WICONA	EFR-16-000430	513 x 300	1234 x 2888

SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	BOIS	09-A-225	513 x 300 EG	1234 x 2860

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

## > Pyrobel 25 et 25 G - ACIER/ALU/BOIS - EI 60

Voir le site [www.yourpyrobel.com](http://www.yourpyrobel.com) pour les mises à jour très fréquentes et l'option "Product selector" qui permet d'identifier le Procès-Verbal répondant aux exigences du projet.

Le Pyrobel 25 est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES			
Spécifications / Identification	Pyrobel 25	Pyrobel 25 EG	Pyrobel 25 ISO 44.2 iplus Top 1.1 - Ar 16 - Pyrobel 25
Type de vitrage	Simple	Simple	Isolant
Applications	Intérieures	Intérieures / Extérieures	Extérieures
Épaisseur	26,6 mm	30,4 mm	43 mm
Tolérance sur épaisseur	± 2 mm	± 2 mm	± 3 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm	± 3 mm
Poids	60 kg/m <sup>2</sup>	68 kg/m <sup>2</sup>	75 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	82 / 7	82 / 7	73 / 11
Valeur Ug (EN 673)	5.2 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.0 W/(m <sup>2</sup> .K)	1.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1	1B1	1B1 / 1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	40 dB (-1; -3)	43 dB (-1; -4)	45 dB (-1; -5)
Store vénitien			

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	FORSTER	06-A-105	1529 x 2643 SV / EG / ISO	2643 x 1529 SV / EG / ISO
	JANSEN	10-A-221	1913 x 2865 SV	2530 x 1320 SV / EG / ISO
			1400 x 2700 EG / ISO	
	RP TECHNIK	13-A-750	1550 x 2800 SV / EG	2450 x 1300 SV / EG
			1098 x 2844 SV / EG	
	SCHÜCO	14-A-261	1064 x 2338 ISO / STORE	2390 x 1044 ISO / STORE
			1800 x 3100	3100 x 1800 SV
FAÇADE	REYNAERS	EFR 15-122	1146 x 2136 SV / EG / ISO	1146 x 2136 SV / EG / ISO
	WICONA	EFR 17-002582	1250 x 2576 SV / EG / ISO	2576 x 1250 SV / EG / ISO
			1400 x 2900 SV / EG / ISO	2800 x 1400 SV / EG / ISO
	JANSEN	08-A-225	1400 x 2900 SV / EG / ISO	2800 x 1400 SV / EG / ISO
	DIMENSIONS MAXI PASSAGE LIBRE (L X H)			
			PORTE 1 VANTAIL	PORTE 2 VANTAUX
	FORSTER	06-A-106	1290 x 2700 Smax 3.40 m <sup>2</sup>	2800 x 2700 Smax 6.90 m <sup>2</sup>
PORTE	JANSEN	10-A-222	1600 x 2875 Smax 4.17 m <sup>2</sup>	2525 x 2875 Smax 6.59 m <sup>2</sup>
	RP TECHNIK	13-A-751	1435 x 3454 Smax 4.50 m <sup>2</sup>	2472 x 2504 Smax 6.19 m <sup>2</sup>
				2342 x 2804 Smax 6.56 m <sup>2</sup>
	REYNAERS	EFR-15-000125 EFR-15-000126	1270 x 2276 Smax 2.90 m <sup>2</sup>	2270 x 2276 Smax 5.16 m <sup>2</sup>

SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	AGC	09-A-074	1910 x 2860 SV / EG	2530 x 1540 SV / EG / ISO
			1529 x 2643 ISO	2530 x 1540 SV / EG / ISO

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant - Store incorporé.

## > Pyrobel 25, 25 EG et 25 EG2 - Vision Line - ACIER/ALU/BOIS EI 60

Le Pyrobel 25 Vision Line est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent. Le bord du verre est biseauté pour la mise en oeuvre du silicone.

Il peut être associé à des châssis en bois, en acier ou en aluminium.

CARACTÉRISTIQUES		
Spécifications / Identification	Pyrobel 25 Vision Line	Pyrobel 25 EG Vision Line
Type de vitrage	Simple	Simple
Applications	Intérieures	Intérieures
Épaisseur	26,6 mm	30,4 mm
Tolérance sur épaisseur	± 2 mm	± 2 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm
Poids	60 kg/m <sup>2</sup>	68 kg/m <sup>2</sup>
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	82 / 7	82 / 7
Valeur Ug (EN 673)	5.2 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.0 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1	1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	40 dB (-1; -3)	43 dB (-1; -4)

### PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2

SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	JANSEN	12-A-171	482 x 300	1200 x 2874
	RP TECHNIK	13-A-840	482 x 300	1200 x 2874
	SCHÜCO	12-A-173	482 x 300	1000 x 2888
	FORSTER	EFR-15-002586	482 x 300	1200 x 2874
	WICONA	EFR-16-000430	482 x 300	1100 x 3000

SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	BOIS	09-A-224	482 x 300 SV / EG	1200 x 2874 SV / EG

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

**> Pyrobel 25 EG - Vision Line Corner - ACIER/ALU/BOIS - EI 60**

Le Pyrobel 25 EG Vision Line Corner est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent. Le bord du verre est usiné pour obtenir un angle entre les 2 verres de 90° à 180°. Le jeu de 4 mm est obturé par un silicone.

Il peut être associé à des châssis en bois ou en acier.

CARACTÉRISTIQUES	
Spécifications / Identification	Pyrobel 25 EG Vision Line Corner
Type de vitrage	Simple
Applications	Intérieures
Épaisseur	30,4 mm
Tolérance sur épaisseur	± 2 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm
Poids	68 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	82 / 7
Valeur Ug (EN 673)	5.0 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	43 dB (-1; -4)

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER/ALU		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	JANSEN	13-A-450	503 x 300	1355 x 2860
	RP TECHNIK	13-A-840	503 x 300	1355 x 2860
	FORSTER	EFR-15-002586	503 x 300	1355 x 2874
	WICONA	EFR-16-000430	503 x 300	1375 x 3000

SYSTÈME BOIS		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			MINI	MAXI
CLOISON	BOIS	09-A-224	503 x 300 EG	1355 x 2860 EG

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

### > **Pyrobel 30 EG2 - Vision Line - ACIER - EI 90**

Le Pyrobel 30 Vision Line est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent.

Il est associé à un châssis en acier.

CARACTÉRISTIQUES	
Spécifications / Identification	Pyrobel 30 EG2 Vision Line
Type de vitrage	Simple
Applications	Intérieures
Épaisseur	37 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm
Poids	93 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	80 / 7
Valeur Ug (EN 673)	4.8 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1



## PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2

SYSTÈME ACIER		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)
			PORTRAIT
CLOISON	JANSEN	EFR 15-00624	1100 x 3000

## > Pyrobel 30 et 30 EG - ACIER - EI 90

Le Pyrobel 30 est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu indifférent.

Il est associé à un châssis en acier. Possibilité d'incorporer un store dans la lame du ISO (cf. Thermobel Store).

CARACTÉRISTIQUES			
Spécifications / Identification	Pyrobel 30	Pyrobel 30 EG	Pyrobel 30 ISO 44.2 iplus Top 1.1 - Ar 16 - Pyrobel 30
Type de vitrage	Simple	Simple	Isolant
Applications	Intérieures	Intérieures / Extérieures	Intérieures / Extérieures
Épaisseur	30 mm	33,7 mm	47 mm
Tolérance sur épaisseur	± 2,5 mm	± 2,8 mm	± 3 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm	± 3 mm
Poids	69 kg/m <sup>2</sup>	77 kg/m <sup>2</sup>	90 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum	Pas de minimum	300 x 400 mm
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	81 / 8	80 / 7	72 / 11
Valeur Ug (EN 673)	5.1 W/(m <sup>2</sup> .K)	4.9 W/(m <sup>2</sup> .K)	1.1 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1	1B1	1B1 / 1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C, Ctr)	42 dB (-1; -4)	43 dB (-1; -4)	45 dB (-1; -5)

PROCÈS VERBAUX - Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME ACIER		ESSAI	DIMENSIONS MAXI VITRAGE (L X H)	
			PORTRAIT	PAYSAGE
CLOISON	JANSEN	10-V-433	1302 x 2502 SV / EG / ISO	2502 x 1302 SV / EG / ISO
	TUBE	10-V-433	1302 x 2502 SV / EG / ISO	2502 x 1302 SV / EG / ISO

SV : Simple Vitrage - EG : Feuilleté PVB - ISO : Vitrage Isolant.

## > Pyrobel 19 H, 23 H, 28 H et 33 H Horizontal - ACIER - EI 30 à EI 60

Les Pyrobel 19 H, 23 H, 28 H et 33 H sont des vitrages coupe-feu avec un sens au feu sous le plancher ou la verrière.

**Cette solution est valable uniquement sous réserve d'un Avis de Chantier spécifique à chaque projet.**

CARACTÉRISTIQUES				
Spécifications / Identification	Pyrobel 19 H	Pyrobel 23 H	Pyrobel 28 H	Pyrobel 33 H
Type de vitrage	Simple	Simple	Simple	Simple
Applications	Intérieures / Extérieures	Extérieures	Intérieures / Extérieures	Intérieures / Extérieures
Épaisseur	19,8 mm	23,8 mm	28,4 mm	33 mm
Tolérance sur épaisseur	± 1,5 mm	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm
Poids	49 kg/m <sup>2</sup>	59 kg/m <sup>2</sup>	63 kg/m <sup>2</sup>	83 kg/m <sup>2</sup>
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	85 / 8	83 / 7	78 / 7	80 / 7
Valeur Ug (EN 673)	5.2 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.1 W/(m <sup>2</sup> .K)	5.0 W/(m <sup>2</sup> .K)	4.9 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1	1B1	1B1	1B1
Isolation acoustique (EN 12758) Rw(C, Ctr)	38 dB (-1; -3)	39 dB (0; -3)	41 dB (0; -3)	NPD

Classement suivant norme EN 13501-2				
SYSTÈME JANSEN	PYROBEL ISO	DIMENSIONS MAXIMALES	PV	PENTE
Verrière 1 pan	19 H	Portée 4300 mm	EFR-17-001667	0° à 80° / horizontale
	23 H		EFR-17-001666	
	28 H		EFR-17-001661	
	33 H		EFR-17-001656	
Verrière 2 pans	19 H	Portée 4200 mm	EFR-17-001667	10° à 40° / horizontale
	23 H		EFR-17-001666	
	28 H		EFR-17-001661	
	33 H		EFR-17-001656	
Pyramide	19 H	Vitrage 1100 x 2103 Ouvrage L x H x h : 4662 x 3769 x 1955	EFR-17-001667	15° à 80° / horizontale
	23 H		EFR-17-001666	
	28 H		EFR-17-001661	
	33 H		EFR-17-001656	

Il convient de tenir compte des spécificités du chantier pour définir la contreface du vitrage Thermobel. Celle-ci devra être trempée de type 8 Stopray T/12/ Pyrobel H. Veuillez consulter AGC pour affiner la conception.

## > Pyrobel 28H Horizontal - BOIS - EI 60

Le Pyrobel 28H Horizontal est un vitrage coupe-feu avec un sens au feu sous le plancher.

**Cette solution est valable uniquement sous réserve d'un Avis de Chantier spécifique à chaque projet.**

CARACTÉRISTIQUES	
Spécifications / Identification	Pyrobel 28H
Type de vitrage	Simple
Applications	Intérieures
Épaisseur	28,4 mm
Tolérance sur épaisseur	± 2 mm
Tolérance sur dimensions	± 2 mm
Poids	63 kg/m <sup>2</sup>
Dimensions minimales	Pas de minimum
Propriétés lumineuses (EN 410) : [%] TL / RL ext	78 / 7
Valeur Ug (EN 673)	4.9 W/(m <sup>2</sup> .K)
Résistance aux chocs (EN 12600)	1B1
Isolation acoustique (EN 12758) - Rw(C,Ctr)	41 dB (0; -3)

Classement suivant norme EN 13501-2					
SYSTÈME (*) BOIS	ESSAI	VITRAGE	DIMENSIONS TESTÉES EN MM (L X H)(**)		CLASSEMENT
			PAYSAGE	SURFACE	
PLAFOND / PLANCHER	717	PYROBEL 28H	2060 x 700	1,44 m <sup>2</sup>	EW 60 / EI 60

(\*) Veuillez consulter AGC pour tous les autres systèmes disponibles.

(\*\*) Agrandissements des dimensions possibles selon EN 15254-2.

## 6.3 – Verres trempés résistants au feu



Tunnel autoroutier - Vchynice, République Tchèque - Pyropane

# Pyropane



Aéroport de Lyon - Lyon, France - Architecte : Xavier Mancourt - Pyropane

## ▼ DESCRIPTION

- > Pyropane est la gamme des vitrages pare-flamme trempés d'AGC.
- > Les vitrages sont obtenus en traitant et en trempant un verre revêtu ou non d'une couche métallique spéciale.
- > Ils sont conformes à [EN 14179](#) et sont classés pour les essais dans des châssis adéquats. Ils sont adaptés à plusieurs usages :
  - double vitrage isolant pare-flamme E/EW 30 et E/EW 60 pour usage extérieur,
  - vitrage intérieur pour cloisons et portes E 30,
  - écran de cantonnement des fumées DH 30.

## ▼ AVANTAGES

### Facades : protection solaire et thermique

- > En double vitrage dans sa version EW30 ou EW60, Pyropane offre une performance à ce jour inégalée pour des vitrages de protection au feu en terme de coefficient thermique  $U_g$  et de facteur solaire  $g$ .

### Sécurité

- > En cas de bris, le risque de blessure est considérablement diminué, car les vitrages se brisent en petits morceaux peu coupants. Pyropane est un vitrage trempé de sécurité, classé 1C1 suivant la norme [EN 12600](#).



## Vision

- > Les vitrages pare-flamme Pyropane assurent une vision parfaite : ils restent clairs en toute circonstance, ne sont ni armés de fils ni renforcés par fibres, et présentent une haute transmission lumineuse.

## ▼ PERFORMANCES

	Pyropane 100 E30	Pyropane SB		Pyropane 211-44 E30 / 60 EW30 / 60	Pyropane 231-28 E30 EW30
Type de vitrage	Simple vitrage	Clair SB 100	Sérigra- phié SB 110	Double vitrage	
Utilisation	Intérieur extérieur	Intérieur		Extérieur en VI et contreface à la demande	
Protection au feu	Dans les 2 sens	Dans les 2 sens		Le composant Pyropane est du côté opposé au feu	
Épaisseur du verre	6 mm	6 mm		24 mm en 6/12/6 28 mm en 6/16/6	
Poids	15 kg/m²	15 kg/m²		30 kg/m²	
Tolérance (épaisseur)	+/- 0.2 mm	+/- 0.2 mm		-0.8 +1 mm	
Tolérance (dimensions)	+0 - 2 mm	+0 - 2 mm		+2 - 2 mm	
Transmission lumineuse τ <sub>v</sub> % (EN 410)	89	89	Selon teinte et taux de cou- verture	74	50
Réflexion lumineuse ρ <sub>v</sub> % (EN 410)	8	8		12	20
Facteur solaire g% (EN 410)	84	-		44	31
U <sub>g</sub> w/m²/k	5.9	-		1.0 (remplissage Ar)	

## Pyropane

	Pyropane 100 E30	Pyropane SB	Pyropane 211-44 E30 / 60 EW30 / 60	Pyropane 231-28 E30 EW30
Isolation acoustique $R_w$ ( $C$ ; $C_{tr}$ ) (EN ISO 717-1)	31 (-2; -3) dB		Selon composition	
Résistance au choc classe EN 12600	1C1		1C1 Côté Pyropane	
Réaction au feu classe EN 13501	A1		Selon composition	
Transparence	Oui : sans maillage – reste clair en cas d'incendie			
Marquage <b>CE</b>	EN 14179-2	EN 12101-1 et EN 14179-2	EN 1279-5	
Résistance au feu	E30 selon EN 13501-2	DH 30 selon EN 12101-1	E30 / 60 EW30 / 60 selon EN 13501-2 (en 6/16/4)	E30 - EW30 selon EN 13501-2 (en 6/16/4)

Les vitrages Pyropane en simple vitrage ou vitrage isolants sont classés A+ au regard des très faibles émissions en polluants volatils.



### ▼ MARQUAGE

L'estampille Pyropane sur chaque verre est indélébile. Elle atteste de la conformité du produit à la [norme 14179](#), engage la responsabilité de AGC et permet d'identifier le site fabricant.

Elle est apposée indifféremment sur une face ou une autre pour Pyropane 100 et 100 SB.

En vitrage isolant Pyropane 211-44 ou Pyropane 231-28, le composant muni du cachet sera toujours positionné du côté opposé au feu (côté extérieur du bâtiment, c'est-à-dire avec la couche en face 2).



## ▼ MANUTENTION – TRANSPORT – STOCKAGE

Les vitrages sont livrés prêts à être mis en œuvre, avec une protection périphérique individuelle, et doivent être stockés sur sol plan et résistant en position verticale. A la réception, les vitrages doivent être contrôlés pour s'assurer qu'ils ne sont pas endommagés, notamment sur les bords. Il convient en toute circonstance de manipuler les vitrages avec soin et de protéger les bords de tout choc, rayure ou écaille.

Les dispositions décrites à *l'article 10 du DTU 39 P1-1* s'applique de façon générale.

## ▼ USAGE INTÉRIEUR

Les systèmes Pyropane 100 et Pyropane 100 SB sont par nature adaptés à l'intérieur de tout type de bâtiment (école, hôtel, restaurant, centre commercial, hôpital, bureaux, maison de retraite, laboratoire, aéroport, gare, station de metro, musée,...).

Pyropane 100 peut être mis en œuvre dans des cloisons filantes, blocs portes simples et doubles vantaux sur ossature métallique. Il offre une résistance au feu dans les deux sens.

Le système Pyropane 100 SB est un écran fixe de cantonnement des fumées. Il se place en sous-face d'un plafond ou d'un nez de dalle, d'un balcon ou d'une mezzanine.

## ▼ USAGE EXTÉRIEUR

Thermobel Pyropane 211-44 et 231-28 sont des vitrages isolants et conviennent pour tous les types de bâtiment soumis à la réglementation Incendie. L'espaceur est métallique.

Ils permettent de satisfaire à la réglementation thermique en vigueur en conditions d'été comme d'hiver. Par nature les vitrages trempés sont insensibles aux rayons UV et sont à haute résistance aux chocs thermiques. La durabilité du vitrage isolant est assurée par le respect des précautions usuelles (effort dans le joint de scellement et température limitée à 60° environ (voir p. 555 et 558).

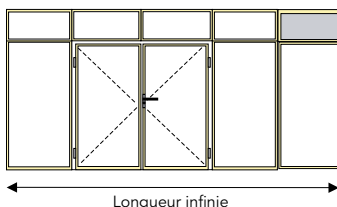
Pyropane 100 peut convenir en usage extérieur pour des parois qui ne seraient pas soumises à la réglementation thermique.

## ▼ MISE EN OEUVRE

La mise en œuvre de vitrages Pyropane doit être strictement conforme à celle décrite dans le procès verbal concerné : type d'ouvrage, sens et dimensions des verres, châssis et parclores, pièces métalliques, silicone d'étanchéité, respect des jeux, hauteur et prise en feuillure, références commerciales des produits de calage et quincailleries, drainage du vitrage isolant, etc...

## ▼ PYROPANE 100 E30 - 6 MM

Pyropane 100 E30 est un verre clair, ayant subi un traitement thermique spécifique qui lui apporte des propriétés d'étanchéité aux flammes et au gaz pendant 30 mn. Il est principalement destiné à des applications intérieures (cloison avec ou sans portes). C'est un vitrage trempé de sécurité qui offre une résistance au feu et aux heurts dans les 2 sens.



Bloc-portes sur châssis acier Forster Presto 50				
n° PV	Laboratoire	Classement Arrêté du 22 mars 2004	Dimensions passage libre maxi (LxH)	Remarques
08 A 381	Efectis France	E30	1000 x 2150 mm 2400 x 2300 mm 2030 x 2300 mm	BP 1 ou 2 vantaux égaux ou tiercés BP seul ou intégré dans une cloison vitrée Imposte vitrée 1 vantail 2 vantaux égaux 2 vantaux tiercés Liaison plaque de plâtre Modification des joints et silicone Liaison béton > 550 kg/m <sup>2</sup>

Cloison filante sur châssis acier Forster Presto 50				
n° PV	Laboratoire	Classement Arrêté du 22 mars 2004	Dimensions maxi vitrages	Remarques
08 A 369	Efectis France	E 30	<p>L x H = 1200 x 2220 mm Diam. = 800 mm</p> <p>L x H = 594 x 1930 mm 850 x 1504 mm</p>	<p>Cloison largeur limitée, hauteur 3000 mm</p> <p>Vitrage rectangulaire</p> <p>Vitrage circulaire</p> <p>Liaison plaque de plâtre</p> <p>Liaison béton &gt; 550 kg/m²</p> <p>Remplissage 2BA13 + tôle acier</p> <p>Silicone d'étanchéité</p>

## ▼ PYROPANE 100 ET 110 SB30 - 6 MM

Le système Pyropane 100 SB est un écran fixe de cantonnement de fumée. Il est destiné à prévenir la propagation des fumées et/ou à canaliser la migration de celles-ci. Il comprend :

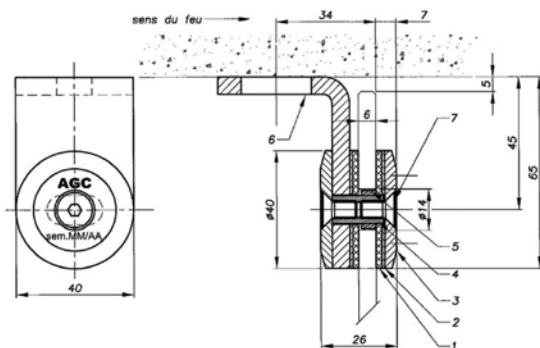
- > des vitrages Pyropane 100 clairs ou 110 (sérigraphiés au choix de l'architecte) d'épaisseur 6 mm, clair, comportant deux ou plusieurs trous ( $\varnothing = 14$  mm) distants entre eux de 900 mm au maximum - possibilité de pan coupé et arrondi, encoche ;
- > des fixations ponctuelles et traversantes de diamètre 40 mm. Elles sont constituées d'une pièce principale, d'une vis de serrage, d'un jeu de 4 rondelles en inox et chloroprène et d'une bague de protection ;
- > des équerres ou pattes de fixation d'épaisseur 6 mm.

Les pièces de fixation et les équerres ou pattes sont en inox ou en acier (au choix du maître d'ouvrage). Le système offre une esthétique comparable à celle des vitrages attachés. Il peut être installé sur des supports variés (béton, tube métallique, retombée en plaque de plâtre).

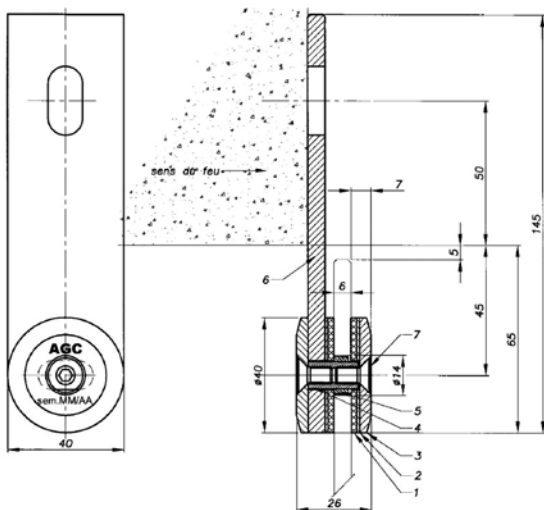
L'ensemble est conforme à [EN 12101-1](#) et fait l'objet du marquage CE.

L'ensemble des composants (verre, fixations, pattes) est fourni par AGC.

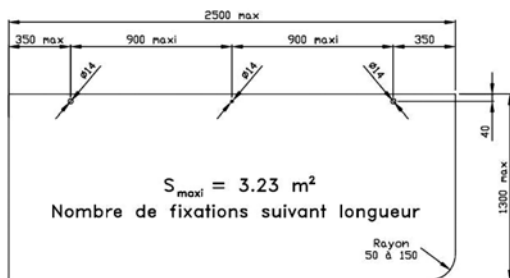
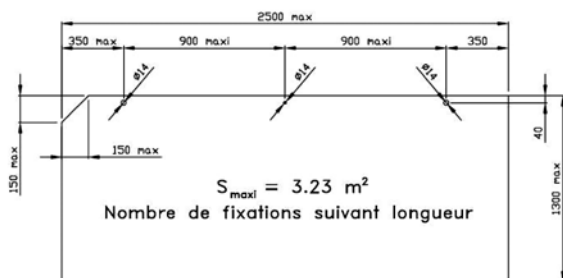
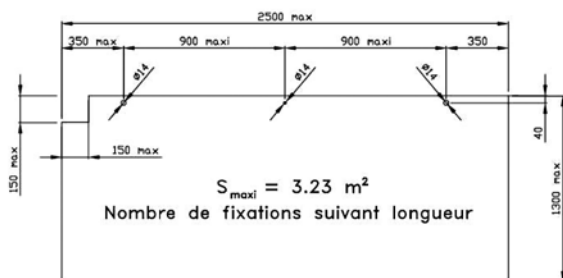
Le vitrage est classé A1 en réaction au feu. Le classement relatif aux émissions de carbone organique volatil ne s'applique pas au verre float trempé qui n'émet aucun polluant.



1	SB11-07-M1	2	RONDELLE CHLOROPRENE	NEOPRENE NOIR CLASSE M1 F3 REF.3615H4
2	SB11-06	2	RONDELLE INOX	X2CrNi18.9/ AISI 304L/1.4307
3	SB11-FIN	2	FLASQUE	X2CrNiMo17.12.2/ AISI 316L/1.4404
4	SB11-AXE-M6-17.5	1	AXE	X2CrNiMo17.12.2/ AISI 316L/1.4404
5	SB11-05	1	BAGUE ALU	A99.5 /1050A/ AW-1050A suivant EN 573-3
6	SB11-EQ-40-6	1	PATTE SUPPORT(voir détail)	X2CrNi18.9/ AISI 304L/1.4307
7	D7991A2-6-12	2	VIS FHc M6 x12	Inox A2



1	SB11-07-M1	2	RONDELLE CHLOROPRENE	CHLOROPRENE NOIR 65Sh QUALITE M1
2	SB11-06	2	RONDELLE INOX	X2CrNi18.9/NI 304L/1.4307
3	SB11-FIN	2	FLASQUE	X2CrNiMo17.12.2/NI 316L/1.4404
4	SB11-AXE-M6-17.5	1	AXE	X2CrNiMo17.12.2/NI 316L/1.4404
5	SB11-05	1	BAGUE ALU	Al99.5 /1050A/NW-1050A suivant EN 573-3
6	SB11-PLAT-40-145-6	1	PATTE SUPPORT (voir detail)	X2CrNi18.9/NI 304L/1.4307
7	D7991A2-6-12	2	VIS FHc M6 x12	INOX A2





Ecran de cantonnement des fumées				
n° PV	Laboratoire	Classement EN 13501-4	Dimensions maxi et mini (LxH)	Remarques
EFR 15-00 1634	Efectis France	DH 30	2500 x 1300 mm S max 3,23 m <sup>2</sup>  Lmin = 480 mm	Vitrage suspendu Vitrage clair rectangulaire Pièces métalliques dédiées Pyropane SB Fixation sous support en béton ou en applique, ou sous retom- bée en plaque de plâtre, ou sur un tube métallique Sérigraphie au choix Pan coupé ou coin arrondi ou encoche

## ▼ PYROPANE 211-44 EW30 - ISOLANT

Thermobel Pyropane 211-44 est un vitrage isolant combinant un verre à couche ayant reçu un traitement spécifique et un verre clair ou coloré trempé, feuilleté ou recuit.

Le châssis vitré possède des propriétés d'étanchéité aux flammes et au gaz, et de limitation de la radiation jusqu'à 60 minutes. Pyropane 211-44 est destiné à être utilisé en façade. C'est également un vitrage très performant sur le plan de l'isolation thermique et du contrôle solaire de locaux courants avec une excellente transmission lumineuse.

Cloison vitrée Jansen Janisol 2				
n° PV	Laboratoire	Classement EN 13501-2	Dimensions maxi maxi (LxH)	Vitrages
10-A-052	Efectis France	EW30	1690 x 3430	Pyropane 6-10 mm lamé 10 à 20 mm
			1800 x 3420	Contreface 4 à 10 mm ou 33.2 à 66.8 PVB ou EVA

## ▼ PYROPANE 211-44 EW30/EW45 - ISOLANT

Profils métalliques Unico - Forster				
n° PV	Laboratoire	Classement	Dimensions maxi maxi (LxH)	Vitrages
09-H-258 et 09/01 09/02	Efectis France	EW45 EW30	1800 x 3420 Smax = 5,17 m <sup>2</sup>	Pyropane 8-10 mm Argon 10 à 20 mm Contreface = 4 à 8 mm 33.2 à 66.4 PVB ou EVA
09-V-014 et 09/01 09/02	Efectis France	EW45 EW30	1800 x 3420 Smax = 5,17 m <sup>2</sup>	Pyropane 6 mm Argon 10 à 20 mm Contreface = 4 à 8 mm 33.2 à 66.4 PVB ou EVA
Sens de feu indifférent pour l'ossature				

## ▼ PYROPANE 211-44 EW60/EW90 - ISOLANT

Châssis Janisol 2 (Jansen)				
n° PV	Laboratoire	Classement EN 13501-2	Dimensions maxi maxi (LxH)	Vitrages
08-A-226	Efectis France	EW60 EW90	1200 x 2300	6 / 15 / 6
			1590 x 1000	6 / 15 / 6

La contreface associée au Pyropane peut être constituée de verres recuits, feuilletés ou trempés de la gamme AGC pour assurer les fonctions de protection des biens et des personnes nécessaires.

## ▼ PYROPANE 231-28 EW60 - ISOLANT

Thermobel Pyropane 231-28 est un vitrage isolant combinant un verre à couche ayant reçu un traitement spécifique et un verre clair ou coloré trempé, feuilleté ou recuit.

Le châssis vitré possède des propriétés d'étanchéité aux flammes et au gaz, et de limitation de la radiation jusqu'à 60 minutes. Pyropane 231-28 est destiné à être utilisé en façade. C'est un vitrage de contrôle solaire très performant.

Cloison vitrée Jansen Viss TV				
n° PV	Laboratoire	Classement EN 13501-2	Dimensions maxi maxi (LxH)	Vitrages
12-V-097 rec 17/7	Efectis France	EW60	1354 x 2800	Pyropane 6 à 10 mm Argon 12 à 16 mm Contreface 6 mm
			1502 x 2800	

La contreface associée au Pyropane peut être constituée de verres recuits, feuilletés ou trempés de la gamme AGC pour assurer les fonctions de protection des biens et des personnes nécessaires.

Châssis bois exotique / d ≥				
n° PV	Laboratoire	Classement EN 13501-2	Dimensions maxi maxi (LxH)	Vitrages
09-V-524 et Ext 10/1	Efectis France	EW30	1672 x 2640 S <sub>max</sub> = 4,03 m <sup>2</sup>	Pyropane 231-28 6 à 10 mm Argon 10 à 20 mm Contreface 4 à 10 mm ou 33.2 à 66.8 PVB ou EVA



Station TGV - Avignon, France - Balustra P



# — IV — Gammes et produits

## 7. Balustra et garde-corps

- 7.1 Les systèmes Balustra
- 7.2 Autres systèmes

## 7.1 – Les systèmes Balustra



Centre Commercial les Quatre Temps - Paris La Défense, France  
Designer : M. Gulacsy, M. Metge - Balustra L

Les garde-corps 'tout verre' Balustra sont sans potelets ni structure porteuse. Ils sont encastrés en pied ou fixés au nez de dalle ou aux marches d'escalier.

Les vitrages de la gamme Structaflex sont trempés et feuilletés (voir p. 272) et d'épaisseurs 88 à 1515 selon les besoins.

L'ensemble est d'une robustesse avérée.

### ▼ AVANTAGES

- > Ils conviennent à des utilisations extérieures ou intérieures, assurant toujours une esthétique élégante qui peut être personnalisée par la combinaison de différents types de verres.
- > Ils peuvent être utilisés en pare-vent ou protection de passage jusqu'à 1.80 m.
- > Les solutions Balustra sont validées par des Avis techniques du CSTB. Elles sont conçues et dimensionnées selon des règles très strictes et ont fait l'objet de nombreux tests. Les épaisseurs sont optimisées par essais et sont validées par AGC au cas par cas. Les vitrages sont marqués AGC Structaflex avec la nature du film utilisé.

### ▼ CARACTÉRISTIQUES BALUSTRA P ET P XS

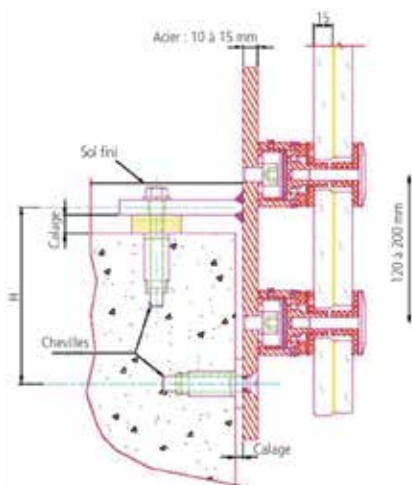
- > Fixation sur support métallique, béton ou bois par deux séries de points distantes en largeur de 150 à 400 mm.
- > Les systèmes ponctuels se distinguent par leur aspect visuel : les fixations Balustra P ont un diamètre de 60 mm, tandis que les Balustra P XS sont de diamètre 49 mm.
- > Balustra P et Balustra P XS sont maintenus en pied par des pièces de fixation ponctuelle. AGC fournit les pièces métalliques et les vitrages.

Le système Balustra P comporte généralement un vitrage feuilleté Structaflex à intercalaire PVB ou Strong d'épaisseur 1212 ou 1515.

- > Balustra P XS est livré avec un vitrage feuilleté Structaflex Strong ou SentryGlas d'épaisseur 1010 ou 1212, selon les charges qui s'appliquent et les contraintes architecturales.

Balustra PXS réalisé avec un film SentryGlas offre de meilleures performances en ambiance chaude et garantit une meilleure cohésion résiduelle après casse accidentelle, caractéristique de plus en plus recherchée par les donneurs d'ordre.

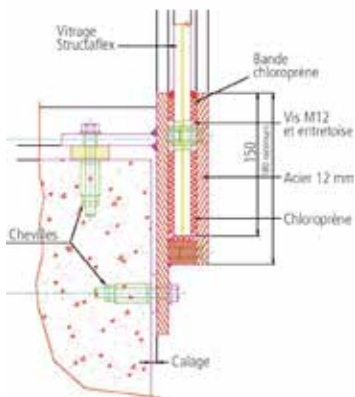
- > Ils font l'objet d'un Avis Technique du CSTB (France), respectivement [2.1/13-1598 V2](#) et [2.1/15-1670 V2](#) pour Balustra P et Balustra P XS.



### ▼ CARACTÉRISTIQUES BALUSTRA L



- > Balustra L est la référence historique des garde-corps avec des fixations traversantes et des plaques métalliques, pour une liaison parfaitement sécurisée sur support métallique, béton ou bois.
- > AGC fournit les vitrages et quelques éléments de maintien (manchon, bande résiliente), et un métallier adapte le système de feuillures aux spécifications de chaque chantier, ce qui assure de nombreuses possibilités.
- > Le système Balustra L comporte toujours un vitrage feuilleté Structaflex (voir p. 272) à intercalaire PVB ou Strong ou Sentry Glas selon les charges qui s'appliquent, les contraintes architecturales ou d'environnement.
- > Il fait l'objet d'un Avis Technique du CSTB (France) [2.1/12-1499 V2](#).



## 7.2 – Autres systèmes



Expo Milano 2015 - Milan, Italie - Linea Azzurra

AGC est partenaire de plusieurs fabricants de profilés aluminium conçus pour des solutions prêtes à la pose de vitrages encastrés en pieds. Ils conviennent jusqu'à des hauteurs courantes de 1.10 m.

Les vitrages Structaflex répondent aux critères généraux fixés dans les avis techniques et sont marqués Structaflex complété de la nature du film utilisé et le nom du système client le cas échéant.

Ils sont disponibles à la demande en version PVB, EVA, Strong ou Sentry.

Structaflex est également recommandé pour les garde-corps fixés avec des pièces métalliques ponctuelles, qu'elles soient traversantes ou non.

Les vitrages recuits Stratobel PVB, EVA, Sentry, Stratophone, dès lors que le produit est classé 1B1 suivant [EN 12600](#), conviennent pour les garde-corps vitrés conformes aux règles de l'art, c'est-à-dire lorsque les vitrages sont en feuillure au moins sur deux côtés.



Glassiled Sign - Cloison



# — IV —

## Gammes et produits

### 8. Verres et LEDS

- 8.1 Description et applications
- 8.2 Gamme
  - Glassiled Motion
  - Glassiled Sign
  - Glassiled Uni

## 8.1 – Description et applications



Glassiled Sign

Inspiration majeure pour l'agencement d'espaces professionnels, de lieux privés ou de façades commerciales, Glassiled interpelle architectes et designers à la recherche de modes d'expression innovants.

Glassiled offre une nouvelle dimension à la créativité, grâce à l'intégration de LEDs (Light-emitting diodes) au sein du verre.

Qu'elles soient monochromes ou RGB (Red, Green, Blue), les LEDs sont alimentées grâce à une couche conductrice transparente haute performance. La vision n'est pas obstruée et le verre conserve sa fonction première : la transparence. Et quand vous le souhaitez, votre support s'illumine et se transforme selon vos envies.

Le verre n'est plus uniquement matériau de construction, il devient aussi vecteur de votre création unique !

### ▼ AVANTAGES

- > Chaque projet est unique car créé sur-mesure.
- > Résultat qualitatif et impactant grâce à une haute luminosité.
- > Câblage invisible : le verre conserve sa transparence. Aucun élément ne vient perturber le design.
- > Combinaison possible avec d'autres produits verriers pour obtenir des fonctions complémentaires : isolation thermique, protection solaire, sécurité, design, ...
- > Installation et maintenance des composants électroniques facilitées.
- > Faible consommation d'énergie et coûts de fonctionnement bas.
- > Développé et fabriqué par AGC sur une ligne de production complètement automatisée, localisée en Belgique, Glassiled est conforme aux normes européennes CE pour le verre et les composants électroniques.
- > Glassiled allie le meilleur du verre et de la lumière, grâce à la collaboration entre AGC et son partenaire SmartiWorks qui développe les composants électroniques et les systèmes de contrôle.

- > Accompagnement personnalisé durant la conception et l'installation du produit.
- > Glassiled est classé A+ au regard des très faibles émissions de polluants volatils.



### ▼ APPLICATIONS

Idéal pour les applications extérieures telles que les façades (hôtels, immeubles d'appartements ou de bureaux, showrooms, centres commerciaux, stades sportifs, centres de loisirs, projets artistiques...) et les applications intérieures telles que les cloisons et garde-corps.



## 8.2 – Gamme



Palace of Arts - Surgut, Russie - Architecte : MT Electro Ltd (light designer)



Restaurant - Velemin, République Tchèque



France - Architecte : Atelier King Kong

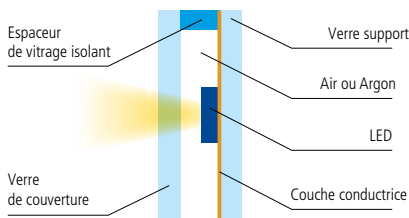


France - Architecte : C.de Portzamparc

## ▼ GLASSILED MOTION

Glassiled Motion s'anime sur simple demande, se transformant à la nuit tombée en puissant média visuel et interactif, tel un écran géant. Il permet de créer un projet animé et la façade le diffuse fidèlement, grâce à chaque LED (RGB ou monochrome) contrôlée indépendamment.

La façade s'adapte facilement aux changements d'animations.

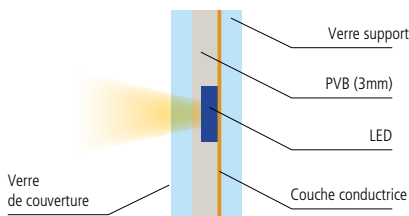


## ▼ GLASSILED SIGN

Glassiled Sign intègre de façon permanente à une façade ou surface vitrée, une signature, un logo, une composition, ou toute autre signalétique, grâce à la liberté dans la disposition des LEDs monochromes disponibles dans une large palette de couleurs.

Une fois déterminée, la création reste intacte au fil des années.

Glassiled Sign est un vitrage feuilleté de sécurité. Il est mis en oeuvre dans un châssis adapté au passage de câbles.



## ▼ GLASSILED UNI

Glassiled Uni présente les mêmes caractéristiques qu'un double vitrage traditionnel, mais ce produit unique est en outre doté de LEDs monochromes ou RGB (Red, Green, Blue) intégrées dans l'espaceur et permettant d'atteindre une uniformité sans précédant dans l'illumination de façades, tout en jouissant d'une totale liberté en termes de teinte ou de température de couleur.

Le panneau de verre est disponible dans des dimensions exceptionnelles, jusqu'à 3 mètres sur 2. Cette solution personnalisée, compatible avec la plupart des menuiseries, est aisée à installer et à entretenir.

Au-delà de son apparence caractérisée par une uniformité de la lumière diffusée, Glassiled Uni offre une parfaite transparence lorsqu'il est éteint et présente une faible consommation d'énergie.

Dans les espaces intérieurs, Glassiled Uni est la solution idéale pour créer des ambiances lumineuses et colorées.

## ▼ AVANTAGES

- > Le vitrage reste transparent à 100% quand le Glassiled Uni est éteint.
- > Allumé, l'effet lumineux est uniforme d'un étage à l'autre.
- > Epaisseur similaire à un vitrage isolant ordinaire.
- > Faible consommation électrique (max 100 watt/m<sup>2</sup>).

## ▼ APPLICATIONS

- > Combinaison possible avec la sérigraphie Artlite Digital (met en évidence la création imprimée).

## ▼ CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

	Glassiled Sign	Glassiled Motion		Glassiled Uni
Type de LEDs	Monochrome	RGB	Monochrome	RGB
Quantité minimale (m <sup>2</sup> )	30	100	50	200
Transparence	99 %	99 %	99 %	100 %
Réflexion lumineuse	4%	8%	8%	< 0,01%
Dimension maximale (mm)	2700 x 1500	2700 x 1500	2700 x 1500	2700 x 1500
cd / LED	4	2,3	18	2,3
Espace minimum entre LED	Flexible	93,75	62,5	93,75
Espace minimum si largeur < 800 mm	Flexible	70	40	93,75
Consommation moyenne pour des LEDs espacés de 100 mm, intensité normale (W / m <sup>2</sup> )	35	20	35	20
Nombre de câbles	1	1 ou 2	1 ou 2	0
Température normale admissible en service	50°C	50°C	50°C	50°C
Verre feuilleté	Oui	Verre extérieur uniquement		
VEA	Oui	Oui	Oui	Oui
Double vitrage	Oui	Oui	Oui	Oui
Verre à couche	Oui	Oui	Oui	Oui
Compatible avec châssis standard	Non	Non	Non	Oui
Verre trempé	Oui	Oui	Oui	Oui
Rénovation	Limitée	Limitée	Limitée	Oui
Installation clé en main (avec électronique)	Oui	Oui	Oui	Oui



Belgique - Glassiled Uni



Umicore - Hoboken, Belgique - Architecte : Conix Architects - Thermobel Stopray Vision-50 et Vision-50<sup>+</sup>



# — V — Annexes techniques et règlementation

- 1 Marquage CE et Normes
- 2 Mise en oeuvre
- 3 Nettoyage du verre
- 4 Les vitrages et la sécurité
- 5 Dimensionnement des vitrages
- 6 Validation technique des vitrages
- 7 Règlementation en France

# — 1 —

## MARQUAGE C € ET NORMES





# 1.1 – Marquage CE

## 1.1.1 QU'EST-CE QUE LE MARQUAGE CE ?

Le Règlement n° 305/2011 pour les Produits de la Construction fixe les exigences fondamentales applicables aux ouvrages.

- > Résistance et stabilité mécaniques.
- > Sécurité incendie.
- > Hygiène, santé et environnement.
- > Sécurité d'utilisation et accessibilité.
- > Protection contre le bruit.
- > Économie d'énergie et isolation thermique.
- > Utilisation durable des ressources naturelles.

Les produits fabriqués en vue d'être incorporés dans ces ouvrages sont évalués conformément aux spécifications européennes (normes EN et ETE) et marqués **CE**. Certaines caractéristiques des produits, tels que l'aspect et la couleur, ne sont pas prises en compte par le marquage **CE**.

Il existe d'autres Directives pouvant conduire au marquage **CE** de produits verriers pour d'autres usages, par exemple l'ameublement ou les appareils sanitaires.

*Veuillez consulter le site de Glass for Europe*

*<http://www.glassforeurope.com/en/issues/ce-marking.php> pour plus d'informations sur le marquage CE.*

## 1.1.2 OBJECTIF

Le marquage **CE** contribue à la mise en place du marché unique européen en facilitant la circulation des produits sans entrave au sein de l'Union. L'évaluation obligatoire préalable au marquage est faite conformément aux procédures et normes européennes EN et aux ETE. Aucun pays ne peut imposer des exigences supplémentaires couvrant les mêmes aspects que le marquage **CE**, soit de facto, soit au moyen de l'adoption d'une législation nationale.

Le marquage **CE** est obligatoire pour commercialiser sur le marché européen un produit relevant d'une norme harmonisée EN. Tous les produits sont évalués selon la même procédure dans chaque pays de l'Union. Les normes EN prévalent sur les normes nationales.

Le marquage **CE** constitue la preuve que les produits sont conformes aux spécifications harmonisées EN. Chaque pays est libre d'adopter une réglementation spécifique relativement à l'utilisation ou l'installation du produit.

### 1.1.3 ENTRÉE EN VIGUEUR

La date de début de marquage **CE** est indiquée par la norme harmonisée relative au produit. Avant cette date, il est illégal d'apposer le marquage sur ces produits.

Aujourd'hui la quasi-totalité des produits verriers sont couverts par le marquage **CE**, à l'exception de certains produits décoratifs.

# 1.2 – AGC et le Marquage C€

## 1.2.1 DÉCLARATION DE PERFORMANCES

Chaque produit remplissant les conditions du marquage doit porter le logo C€ et/ou être accompagné d'un document qui le comporte. Une déclaration de performances (DOP) est établie avec les caractéristiques essentielles pertinentes pour l'usage déclaré du produit. Les performances sont exprimées en niveau, en classe ou au moyen d'une description.



### ▼ Contenu de la DOP

- > La référence du produit, avec un code d'identification unique, et sa description.
- > L'usage prévu.
- > Le ou les systèmes d'évaluation et de vérification de la constance de performances.
- > La référence de la norme européenne applicable et sa date.
- > La liste des caractéristiques essentielles.
- > Les performances d'au moins une des caractéristiques (selon usage prévu).
- > Le nom et l'adresse du fabricant.
- > Les numéros des organismes notifiés qui sont intervenus (le cas échéant).

### ▼ La DOP se rapporte au produit fini

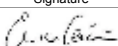
La Déclaration de Performances (ou DOP) se rapporte au produit fini (par exemple un verre feuilleté à couche) et non aux composants intermédiaires nécessaires à sa fabrication.

## ▼ Exemple de DOP

	DÉCLARATION DES PERFORMANCES		
Stratobel 44.6 (4 mm Planibel Clearlite + 2.28 mm clear PVB + 4 mm iplus Top 1.1 on Clearlite pos.2) - 16 mm Argon 90% - 16 Pyrobel EI 30 / EW 60 (External glass must be laminated)			
Vitrage isolant préfabriqué scellé destiné à être utilisé dans des bâtiments et des ouvrages de construction			
AGC Glass Europe - Avenue Jean Monnet 4 - 1348 Louvain-la-Neuve - Belgique			
EN 1279-5:2005 + A2:2010			
NB 0074 0336 0402 0432 0474 0497 0589 0620 0672 0679 0749 0757 0761 0833 1080 1121 1136 >1154 1173 1174 1234 1314 1322 1343 1390 1391 1394 1396 1488 1643 1694 1717 1750 1812 2531			
Caractéristiques essentielles		AVCP systems Performances	
Sécurité en cas d'incendie			
Résistance au feu	1	EI 30 / EW 60	
Réaction au feu	3, 4	NPD	
Performances de comportement vis-à-vis d'un feu extérieur	3, 4	NPD	
Sécurité d'utilisation			
Résistance aux balles	1	NPD	
Résistance aux explosions	1	NPD	
Résistance aux effractions	3	P5A	
Résistance à l'impact d'un pendule	3	1B1 / 2B2	
Résistance aux variations brutales de température et aux températures différentielles	4	NPD / NPD	
Résistance aux charges dues au vent et à la neige, aux charges permanentes et imposées	4	NPD	
Protection contre le bruit			
Isolation au bruit aérien direct	3	NPD	
Propriétés thermiques			
Declared emissivity	3	0.03/NPD	
Propriétés thermiques (EN 673): Coeff. Ug (W/(m².K))	3	1.1	
Propriétés de rayonnement			
Transmission lumineuse	3	75	
Réflexion lumineuse	3	12	
Propriétés énergétiques			
Transmission du rayonnement solaire	3	41	
Réflexion du rayonnement solaire	3	19	
Facteur solaire	3	53	
Durabilité			
	3	PASS	

NPD = No Performance Determined (Performance non déterminée)

Les performances du produit identifié sont conformes aux performances déclarées indiquées. La présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant identifié. Signé pour le fabricant et en son nom par:

<b>Nom et fonction</b> E. Ceriani Primary Sales & Strategic Marketing Director Building	<b>Date et lieu de délivrance</b> Louvain-la-Neuve 18/11/2015	<b>Signature</b> 
--	---	---

NPD : performance non déclarée.

### 1.2.2 WWW.AGC-YOURGLASS.COM

Plusieurs dispositions pratiques existent et sont accessibles *via le site [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com)*.

#### ▼ Fichier pdf

Un bouton nommé «Marquage» permet de télécharger un fichier PDF contenant les DOP applicables à un très grand nombre de produits avec plusieurs épaisseurs par tableau. Il est fréquemment mis à jour.

#### ▼ Glass Configurator

A partir de la Toolbox, Glass Configurator permet à l'utilisateur de rechercher spécifiquement un vitrage simple ou feuilleté ou de construire virtuellement un vitrage isolant Thermobel particulier. La DOP peut être téléchargée ou imprimée.

#### ▼ Glass Identity

Chaque produit transformé par AGC possède un numéro qui se trouve sur les documents commerciaux et les étiquettes apposées sur les produits. Cet identifiant permet d'accéder à une fiche descriptive, puis en option, à la DOP relative au produit.

Pour les vitrages isolants Thermobel, il est inscrit sur l'espaceur.

# 1.3 – Normes européennes pour le verre

Les normes sont préparées par le CEN TC 129 «Verre dans la construction» et par d'autres comités techniques tels que le TC 33 (portes, fenêtres, façades rideaux), le TC 127 (sécurité incendie dans le bâtiment), le TC 163 (appareils sanitaires), le TC 349 (mastics), le TC 284 (serres), le TC 250 (eurocodes structuraux), le TC 207 (meubles), le TC 89 (performance thermique des bâtiments et des composants du bâtiment).

Les normes publiées sont indiquées EN ; les projets sont indiqués prEN. Ces normes sont publiées dans les différents pays de l'Union et sont disponibles auprès des organismes de normalisation (NBN en Belgique, AFNOR en France, NEN aux Pays-Bas, DIN en Allemagne...).

Plusieurs tableaux reprennent les normes harmonisées selon la classification suivante :

- normes harmonisées pour le marquage **CE**,
- produits verriers de base,
- produits verriers transformés,
- méthodes d'essais et de calculs.

Les normes européennes font l'objet de mises à jour tous les 10 ans environ.

## 1.3.1 NORMES HARMONISÉES POUR LE VERRE DANS LA CONSTRUCTION

EN 572-9 : 2005	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique Norme de produit
EN 1036-2 : 2008	Miroirs en glace argentée pour l'intérieur Norme de produit
EN 1051-2 : 2007	Briques en verre et pavés en verre Norme de produit
EN 1096-4 : 2004	Verre à couche Norme de produit
EN 1748-1-2 : 2004	Produits de base spéciaux Verres borosilicates – Norme de produit
EN 1748-2-2 : 2005	Produits de base spéciaux Vitrocéramiques – Norme de produit
EN 1279-5 : 2010	Vitrage isolant Norme de produit

EN 1863-2 : 2004	Verre de silicate sodo-calcique durci thermiquement Norme de produit
EN 12150-2 : 2005	Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé thermiquement Norme de produit
EN 12337-2 : 2005	Verre de silicate sodo-calcique renforcé chimiquement Norme de produit
EN 15683-2 : 2014	Verre de silicate socalcique profilé trempé thermiquement Norme de produit
EN 13024-2005	Verre borosilicate de sécurité trempé thermiquement Norme de produit
EN 14178-2 : 2005	Verre dans la construction – Verre de silicate alcalino-terreux de base Norme de produit
EN 14179-2 : 2018	Verre de silicate sodo calcique de sécurité trempé et traité Heat-Soak Norme de produit
EN 14321-2 : 2015	Verre de silicate alcalino-terreux de sécurité trempé thermiquement
EN 14449 : 2005	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité Norme de produit
pr EN 16477-2 : 2016	Verre laqué destiné à un usage intérieur Norme de produit

Des révisions sont en instance de parution pour toutes ces normes.

### 1.3.2 PRODUITS VERRIERS DE BASE

Référence	Titre
EN 572-1 + A1 : 2016	Verre de silicate sodo-calcique Définitions, propriétés physiques et mécaniques générales
EN 572-2 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique – Glace
EN 572-3 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique – Verre armé poli
EN 572-4 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique – Verre étiré
EN 572-5 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique – Verre imprimé
EN 572-6 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique – Verre imprimé armé
EN 572-7 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique – Verre profilé armé ou non armé
EN 572-8 + A1 : 2016	Verre de silicate sodo-calcique – Mesures livrées et découpées finales
EN 1748-1-1 : 2004 (révision à paraître en 2018)	Produits de base spéciaux – Glace borosilicalée
EN 1748-2-1 : 2001	Produits de base spéciaux – Vitrocéramiques

### 1.3.3 PRODUITS VERRIERS TRANSFORMÉS

Référence	Titre
EN 1036-1 : 2007	Miroirs en glace argentée pour l'intérieur
EN 1051-1 : 2003	Briques en verre et pavés en verre Définitions, exigences, méthode d'essai et contrôles
EN 1096-1 : 2012	Verre à couche – Définition et classification
EN 1096-2 : 2012	Verre à couche – Exigences et méthodes d'essais pour les couches de classes A, B et S
EN 1096-3 : 2012	Verre à couche – Exigences et méthodes d'essais pour les couches de classes C et D
EN 1096-5 : 2016	Méthode d'essai et classification des performances auto-nettoyantes des surfaces des verres à couche
EN 1279-1 : (révision à paraître en 2018)	Vitrage isolant – Généralités, description du système, règles de substitution, tolérances et qualité visuelle
EN 1279-2 : (révision à paraître en 2018)	Vitrage isolant – Méthode d'essai de longue durée et exigences en matière de pénétration d'humidité
EN 1279-3 : (révision à paraître en 2018)	Vitrage isolant – Méthode d'essai à long terme et prescriptions pour le débit de fuite de gaz et pour les tolérances de concentration du gaz
EN 1279-4 : (révision à paraître en 2018)	Vitrage isolant – Méthodes d'essai des propriétés physiques des composants et inserts de joints périphériques
EN 1279-6 : (révision à paraître en 2018)	Vitrage isolant – Contrôle de production en usine et essais périodiques
EN 1863-1 : 2012	Verre de silicate sodo-calcique durci thermiquement Définition et description
EN 12150-1 : 2015	Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé thermiquement Définition et description
EN 12337-1 : 2000	Verre de silicate sodo-calcique renforcé chimiquement Définition et description
EN ISO 12543-1 : 2011	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité Définitions et description des composants
EN ISO 12543-2 : 2011	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité
EN ISO 12543-3 : 2011	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité
EN ISO 12543-4 : 2011	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Méthodes d'essai concernant la durabilité
EN ISO 12543-5 : 2011	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Dimensions et façonnage des bords



(Suite)

EN ISO 12543-6 : 2011	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Aspect
EN 13022-1 : 2014	Vitrage extérieur collé – Produits verriers pour les systèmes de vitrage extérieur collé – Vitrages monolithiques et vitrages isolants supportés et non supportés
EN 13022-2 : 2014	Vitrage extérieur collé – Produits verriers pour les systèmes de vitrage extérieur collé
EN 13024-1 : 2012	Verre borosilicate de sécurité trempé thermiquement Définition et description
EN 14179-1 : 2016	Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé et traité Heat Soak – Définition et description
EN 14321-1 : 2005	Verre de silicate alcalino-terreux de base de sécurité trempé thermiquement
ISO 11485-1 : 2014	Verre bombé – Terminologie et définitions
ISO 11485-2 : 2014	Verre bombé – Exigences de qualité
ISO 11485-3 : 2014	Verre bombé – Exigences pour le verre de sécurité bombé trempé et bombé feuilleté
prEN 16477-1 : 2012	Verre laqué destiné à un usage en intérieur – Essais et exigences
EN 15683-1 : 2013	Verre de silicate sodocalcique profilé trempé thermiquement Définition et description
EN 15755-1 : 2014	Verre avec film polymère adhésif Partie 1 : définitions et exigences
EN 15752-1 : 2014	Film polymère adhésif Définitions et exigences

### 1.3.4 MÉTHODES D'ESSAIS ET DE CALCUL POUR LES PRODUITS VERRIERS

Référence	Titre
EN 356 : 1999 (révision à paraître en 2019)	Vitrage de sécurité – Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle
EN 410 : 2011	Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages
EN 673 : 2011	Détermination du coefficient de transmission thermique U Méthode de calcul
EN 674 : 2011	Détermination du coefficient de transmission thermique U Méthode de l'anneau de garde
EN 675 : 2011	Détermination du coefficient de transmission thermique U Méthode du fluxmètre

(Suite)

EN 1063 : 1999 (révision à paraître en 2019)	Vitrage de sécurité : mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle
EN 1288-1 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion Principes fondamentaux des essais sur le verre
EN 1288-3 : 2000 (révision à paraître en 2019)	Détermination de la résistance du verre à la flexion Essai avec éprouvettes supportées en 2 points (flexion 4 points)
EN 1288-4 : (révision à paraître en 2019)	Détermination de la résistance du verre à la flexion Essai sur verre profilé
EN 1288-5 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion – Essais avec doubles anneaux concentriques sur éprouvettes planes, avec de petites surfaces de sollicitation
EN 12600 : 2003	Essai au pendule – Méthode d'essai d'impact et classification du verre plat
EN 12603 : 2003	Procédures de validité de l'ajustement et intervalles de confiance des données de résistance du verre au moyen de la loi de Weibull
EN 12758 : 2011	Vitrages et isolement acoustique Description des produits et détermination des propriétés
EN 12898 : 2001	Détermination de l'émissivité
EN 13541 : 2000	Mise à essai et classification de la résistance à la pression d'explosion
prEN 16612 : (à paraître en 2018)	Détermination de l'épaisseur des vitrages par calcul
prEN 16613 : (à paraître en 2018)	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité Détermination des propriétés mécaniques d'un intercalaire

# 1.4 – Normes françaises et autres textes

## 1.4.1 ACOUSTIQUE

- > **EN ISO 717-1 : 2013** – Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. - Partie 1 : isolement aux bruits aériens.
- > **EN ISO 10140-2 : 2013** – Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 2 : mesurage de l'isolation au bruit aérien.
- > **EN ISO 16283-1 : 2014** – Mesurage in situ de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction - Partie 1 : isolation des bruits aériens.
- > **EN ISO 16283-3 : 2016** – Mesurage in situ de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction - Partie 3 : isolation des bruits de façades.

## 1.4.2 THERMIQUE DES BÂTIMENTS, DES BAIES ET DES VITRAGES

- > **EN ISO 10077-1 : 2012** – Performances thermiques des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique - Partie 1 : Méthode simplifiée.
- > **EN ISO 10077-2 : 2013** – Performances thermiques des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique - Partie 2 : Méthode numérique pour les profilés de menuiserie.
- > **EN ISO 13788 : 2012** – Performances hygrothermiques des composants et parois de bâtiments – Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse - Méthodes de calcul.
- > **EN ISO 12631 : 2012** – Performance thermique des façades-rideaux - Calcul du coefficient de transmission thermique.
- > **NF P 78-470 : 2015** – Calcul des températures des composants et des efforts dans les joints de scellement des vitrages isolants sans protection solaire.
- > **Règles Th U : 2015** (pour les bâtiments neufs) – Règles Th U-Ex (pour les bâtiments existants) - Caractéristiques thermiques utiles des éléments de construction.

- > **Cahier CSTB 3242 : 2000** - Conditions climatiques à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages. Critères pour les vitrages isolants et les vitrages feuilletés.

### 1.4.3 LUMIÈRE ET PROTECTION SOLAIRE

- > **Code of practice** - Clarification of tolerances on declared values for radiation properties - Glass for Europe - January 2007.
- > **EN ISO 52022-1 : 2017** – Propriétés thermiques, solaires et lumineuses des composants et éléments du bâtiment - Partie 1 : Méthode de calcul simplifiée des caractéristiques solaires et lumineuses pour les dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages.
- > **EN ISO / TR 52022-2 : 2017** – Propriétés thermiques, solaires et lumineuses des composants et éléments du bâtiment - Partie 2 : Explication et justification.
- > **EN ISO / TR 52022-3 : 2017** – Propriétés thermiques, solaires et lumineuses des composants et éléments du bâtiment - Partie 3 : Méthode de calcul détaillée des caractéristiques solaires et en lumière du jour pour les dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages.
- > **FD DTU 34.4 : 2015** – Mise en œuvre des fermetures et stores - mémento de choix pour les maîtres d'œuvre.
- > **EN 14500** – « Fermetures et stores : confort thermique et lumineux, méthode de calcul ».
- > **Cahier CSTB 3677 v2 : 2013** – Prescriptions techniques de conception des stores vénitiens intégrés entre vitrages non scellés.
- > **Règles Th L : 2013** – Caractérisation du facteur de transmission lumineuse des parois du bâtiment.
- > **Règles Th S : 2013** – Caractérisation du facteur de transmission solaire des parois du bâtiment.
- > **XP P 50-777 : 2011** – Parois vitrées associées ou non à des protections mobiles - Détermination du facteur de transmission solaire et lumineuse.

### 1.4.4 RÉSISTANCE AU FEU

- > **EN 15998 : 2011** – Verre dans la construction - Sécurité en cas d'incendie, résistance au feu - Méthodologie d'essai du verre à des fins de classification.
- > **EN 13501-2 : 2016** – Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : Classement à partir des données de résistance au feu.
- > **EN 1363-1 : 2012** – Essais de résistance au feu - Partie 1 : Exigences générales.
- > **EN 1363-2 : 1999** – Essais de résistance au feu - Partie 2 : Modes opératoires de substitution ou additionnels.
- > **EN 1364-1 : 2015** – Essais de résistance au feu des éléments non porteurs - Partie 1 : murs.
- > **EN 1364-2 : 1999** – Essais de résistance au feu des éléments non porteurs - Partie 2 : plafonds.
- > **EN 1364-3 : 2014** – Essais de résistance au feu des éléments non-porteurs dans les bâtiments - Partie 3 : Murs rideaux – Configuration en grandeur réelle (assemblage complet).
- > **EN 1364-4 : 2013** – Essais de résistance au feu des éléments non-porteurs dans les bâtiments - Partie 3 : façades rideaux – Configuration partielle.
- > **EN 15254-4 + A1 : 2012** – Application étendue des résultats d'essais de résistance au feu - Eléments non porteurs - Partie 4 : Constructions vitrées.
- > **EN 15254-6 : 2013** – Application étendue des résultats d'essais de résistance au feu - Murs non porteurs - Partie 6 : murs rideaux.
- > **EN 15269-1 : 2012** – Application étendue des résultats d'essais - Exigences générales - Application élargie des résultats d'essais de résistance au feu des blocs-portes et blocs-fermetures.
- > **EN 15269-20 : 2013** – Application étendue des résultats d'essais - Etanchéité à la fumée des blocs-portes battants et pivotants en acier, en bois et vitrés à ossature métallique.
- > **EN 15269-5 : 2014** – Application étendue des résultats d'essais - Résistance au feu des blocs-portes vitrés battants et pivotants, à ossature métallique, et des fenêtres vitrées à ossature métallique.

### 1.4.5 RÉACTION AU FEU

- > **EN 13501-1 + A1 : 2012** – Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : Classement à partir des données d'essais de réaction.
- > **EN ISO 1716 : 2012** – Essais de réaction au feu de produits - Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique) - Essais de réaction au feu des produits de construction et de transport.
- > **EN ISO 1182 : 2012** – Essais de réaction au feu de produits - Essai d'incombustibilité - Essais de réaction au feu des produits de construction et de transport.
- > **EN 13823 + A1 : 2014** – Essais de réaction au feu des produits de construction - Produits de construction à l'exclusion des revêtements de sol exposés à une sollicitation thermique provoquée par un objet isolé en feu.
- > **EN ISO 11925-2 : 2012** – Essais de réaction au feu - Allumabilité des produits soumis à l'incidence directe de la flamme - Partie 2 : essai à l'aide d'une source à flamme unique.
- > **Classification of reaction to fire of glass products.** Glass for Europe - April 2015.
- > **J.O.C.E, 96/603/CE et 2000/605/CE** : liste des produits classés A1 en réaction au feu sans essais.

### 1.4.6 ASPECT DES VITRAGES

- > **Code of Practice\_In-situ measurement and evaluation of the color of coated glass used in façades.** Glass for Europe - January 2005.
- > **Critères d'aspect des vitrages isolants (2006) FFPV.**

### 1.4.7 RÈGLES GÉNÉRALES DE MISE EN ŒUVRE

- > **EN 12488 : 2016** – Recommandations pour la mise en oeuvre - Principes de pose pour vitrage vertical et incliné.
- > **DTU 39** – Travaux de Vitrierie-Miroiterie. P1-1 Cahier des clauses techniques (2006) - P1-2 Critères généraux de choix des matériaux (2006) - P2 Cahier des clauses spéciales (2006) - P3 Mémento Calcul des contraintes thermiques (2006) - P4 Mémento Calcul pour le dimensionnement des vitrages (2012) - P 5 (FD) Choix des vitrages en fonction de l'exposition aux risques de blessures - Mémento pour les maîtres d'œuvre (2017).
- > **Règles de conception et de mise en œuvre des Installations en Verre Trempé.** Règles professionnelles FFPV, novembre 2004.
- > **ISO/DIS 14439 : 2008** – Verre dans la construction – Règles de pose – Calage des vitrages.

### 1.4.8 PORTES ET FENÊTRES, VÉRANDAS

- > **EN 14351-1/A1+A2 : 2016** – Fenêtres et blocs-portes pour piétons – Fenêtres et blocs-portes extérieurs pour piétons sans caractéristiques de résistance au feu, de dégagement de fumée et de feu extérieur.
- > **prEN 14351-2 : 2018** – Blocs-portes intérieurs pour piétons sans caractéristiques de résistance au feu, de dégagement de fumée et de feu extérieur.
- > **NF DTU 36-2 : 2016** – Menuiseries intérieures en bois (parties P1-2, P2-2 et P3).
- > **NF DTU 37.1** – Menuiseries métalliques.
- > **NF DTU 36-5 : 2010** – Mise en œuvre des portes et fenêtres extérieures (parties P1-2, P2-2, P2 et P3).
- > **XP P 20-650-1 et -2 : 2009** – Pose de vitrage minéral en atelier. 1 - Spécifications communes à tous les matériaux. 2 - Exigences et méthodes spécifiques au bois.
- > **NF P 20-302 : 2008** – Caractéristiques des fenêtres.
- > **NF P 20-305 : 2014** – Menuiseries extérieures en bois - Spécifications techniques.

- > **NF P 23-308 : 2001** – Menuiseries extérieures - Ouvrages mixtes avec éléments en bois - Spécifications techniques pour la liaison mixte.
- > **Cahier CSTB 3298 : 2000** – Feuillure à verre des menuiseries extérieures - Méthode de détermination de la hauteur utile.
- > **Règles professionnelles : 2011** – Vérandas à structure aluminium - SNFA.

#### 1.4.9 FAÇADES RIDEAUX, VERRIÈRES, OUVRAGES VEA

- > **NF DTU 33-1 : 2008** – Travaux de bâtiment - Façades-rideaux (parties P1-2, P2-2 et P3).
- > **EN 12488 : 2016** – Recommandations pour la mise en oeuvre - Principes de pose pour vitrage vertical et incliné.
- > **EN 13116 : 2001** – Façade-rideau - Résistance au vent - Prescription de performance.
- > **EN 12155 : 2000** – Façade-rideau - Détermination de l'étanchéité à l'eau - Essai de laboratoire sous pression statique.
- > **EN 12154 : 2000** – Façade-rideau - Perméabilité à l'eau - Performance et classification.
- > **EN 12365 : 2003** – Quincaillerie pour le bâtiment - Profilés d'étanchéité de vitrages et entre-ouvrant et dormant pour portes, fenêtres, fermetures et façades-rideaux.
- > **EN 13830 : 2003** – Façades rideaux - Norme de produit.
- > **EN 14019 : 2016** – Façades rideaux - Résistance aux chocs - Prescriptions de performances.
- > **Vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un avis technique** – Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre. Cahiers du CSTB, n° 3574 v2.
- > **NF P 24-351** – Protection contre la corrosion.
- > **Recommandations professionnelles RAGE** – Verrières (Sept. 2013) - Neuf et rénovation.
- > **Recommandations professionnelles RAGE (2014)** – Façade multiple - Double peau ventilée naturellement sur l'extérieur.



- > **Cahier CSTB 3579 : 2015** – Prescriptions techniques de conception des fenêtres et façades légères respirantes.
- > **Code of Practice In-situ measurement and evaluation of the color of coated glass used in façades.** Glass for Europe - January 2005.

#### 1.4.10 VEC

- > **ETAG 002 : 2013** – Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) - Partie 1 : Systèmes calés et non calés (Supported and Unsupported Systems). (Amendements 1, 2, 3 : 2002).
- > **ETAG 002 : 2002** – Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) - Partie 2 : Support de laquage en aluminium thermo-laqué (Coated Aluminium Systems).
- > **ETAG 002 : 2002** – Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) - Partie 3 : Utilisation de profilés à rupture de pont thermique. (Systems incorporating profiles with thermal barrier).
- > **prEN 16759 : 2016** – Vitrages extérieurs collés (VEC) pour portes, fenêtres et façades rideaux - Vérification des propriétés mécaniques de collage.
- > **EN 15434-1 + A1 : 2010** – Produits de collage et de scellement structurel et/ou résistants aux rayonnements ultraviolets (utilisé pour les vitrages extérieurs collés et/ou pour les vitrages isolants à bords exposés).
- > **Cahiers du CSTB, n° 3488 v2** – Vitrages extérieurs collés faisant l'objet d'un avis technique - Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre.

### 1.4.11 COLLAGE

- > **Collage UV (2003)** – Règles professionnelles FFPV.
- > **Stabilisateurs en verre collés (2009)** – Règles professionnelles FFPV.

### 1.4.12 CLOISONS

- > **ETAG 003 : 2013** – Kits de cloisons intérieures utilisés en parois non porteuses - Internal Partition Kits.
- > **NF DTU 35-1 : 2015** – Cloisons démontables - (parties P1-1, P1-2 et P2).
- > **Cloisons mobiles** – Règles professionnelles SNFA - Juillet 2007.
- > **Recommandations concernant l'emploi des vitrages en cloisons amovibles, démontables et mobiles** – Fiche technique SNFA-COPREC n°42 - Juin 2011.

### 1.4.13 HAUTE SÉCURITÉ

- > **EN 13124-2 : 2004** – Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Méthode d'essai - Partie 2 : Essai en plein air.
- > **EN 1522 : 1999** – Fenêtres, portes et fermetures - Résistance aux balles - Exigences et classification.
- > **EN 1523 : 1988** – Fenêtres, portes et fermetures - Résistance aux balles - Méthode d'essai.
- > **EN 1627 : 2011** – Produits de construction résistants à l'effraction - Prescriptions et classification.
- > **EN 1628 : 2011** – Produits de construction résistants à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge statique.
- > **EN 1629 : 2011** – Produits de construction résistants à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge dynamique.
- > **EN 1630 : 2011** – Produits de construction résistants à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance aux tentatives manuelles d'effraction.
- > **EN 13123-1 : 2001** – Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Prescriptions et classification - Partie 1 : Tube à effet de souffle (shock tube).

- > **EN 13123-2 : 2004** – Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Exigences et classification - Partie 2 : Essai en plein air.
- > **13124-1 : 2001** – Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Méthode d'essai - Partie 1 : Tube à effet de souffle (Shock Tube).
- > **NF ISO 16932 : 2017** – Verre dans la construction - Vitrages de sécurité résistant aux tempêtes destructrices - Essai et classification.

#### 1.4.14 OUVRAGES EXPOSÉS AU RISQUE SISMIQUE

- > **NF P 06-013/A1 : 2001** – DTU Règles PS 92 - Règles de construction parasismique - Règles PS applicables aux bâtiments, dites Règles PS 92.
- > **Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti : 2014** – Justifications parasismiques pour le bâtiment «à risque normal». ([www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr) ou [www.centre.developpement-durable.gouv.fr](http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr)).

#### 1.4.15 EUROCODES ET ANNEXES NATIONALES

- > **EN 1990 / A1 : 2006 + AN 2006** – Eurocodes structuraux Eurocodes : Bases de calcul des structures + Annexe nationale.
- > **EN 1991-1-1 : 2002** – Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation bâtiments.
- > **EN 1991-1-3/A1 : 2015 + AN 2011** – Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-3 : Actions générales - Charges de neige + Annexe nationale.
- > **EN 1991-1-4/A1/A2 : 2012 + AN 2012** – Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-4 : Actions générales - Actions du vent + Annexe nationale.
- > **EN 1998-1/A1 : 2013 + AN 2013** – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments + Annexe nationale.

### 1.4.16 GARDE-CORPS, MÉTHODES D'ESSAIS D'IMPACT, DALLES EN VERRE, PISCINES

- > **NF P 01-012** – Dimensions des garde-corps - Règles de sécurité relatives aux dimensions de garde-corps et rampes d'escaliers.
- > **NF P 01-013** – Essais des garde-corps - Méthodes et critères.
- > **NF P 08-301** – Essais de chocs sur les parois verticales des constructions - Définitions des corps de chocs - Modalités des essais de chocs.
- > **P 08-302** – Murs extérieurs de bâtiments - Résistance aux chocs - Méthodes d'essais et critères.
- > **Cahier du CSTB n°3034** – Garde-corps non traditionnels en verre encastrés en pied (1998) - Révision à paraître en 2018.
- > **Méthode d'essai de choc sur verrière** – Cahier du CSTB n° 3228.
- > **EN 13049 : 2003** – Fenêtres - Choc de corps mou ou lourd - Méthode d'essai, prescriptions de sécurité et classification.
- > **Dalles de plancher et marches d'escalier en verre** – Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre - Cahiers du CSTB, n° 3448 - Mars 2003.
- > **XP P 05-011 : 2005** – Revêtements de sol - Classement des locaux en fonction de leur résistance à la glissance.
- > **NF P 90-306 : 2007** – Éléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Barrières de protection et moyens d'accès au bassin - Exigences de sécurité et méthodes d'essais.
- > **NF P 90-309/A1 : 2009** – Éléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Abris (structures légères et/ou vérandas) de piscines - Exigences de sécurité et méthodes d'essais.

### 1.4.17 PHOTOVOLTAÏQUE

- > **NF P 78-116 : 2013** – Modules photovoltaïques en verre incorporés au bâti - Dimensionnement en toiture sous charges climatiques.
- > **Guide RAGE : 2013** – Systèmes photovoltaïques par modules rigides en toiture inclinée - Guide de conception, de mise en œuvre et de maintenance - Neuf, Rénovation.

### 1.4.18 PROTECTION ENVIRONNEMENTALE

- > **EN 15804 + A1 : 2014** – Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction.

### 1.4.19 DOUCHES, ASCENSEURS, AMEUBLEMENT ET SERRES

- > **EN 14428 : 2015** – Parois de douches - Prescriptions fonctionnelles et méthodes d'essai.
- > **EN 15200 : 2008** – Appareils sanitaires - Cabines de douche multifonction.
- > **EN 81-1 : 2000** – Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs - Partie 1 : Ascenseurs électriques.
- > **EN 14072 : 2004** – Verre en ameublement - Méthodes d'essai.
- > **EN 13031-1 : 2002** – Serres - Calcul et construction - Partie 1 : Serres de production.
- > **Assemblages en verre collés aux ultra-violets** – Règles professionnelles FFPV - Octobre 2003.
- > **NF EN 15185 : 2011** – Ameublement - Évaluation de la résistance de la surface à l'abrasion.
- > **NF EN 15186 : 2012** – Ameublement - Évaluation de la résistance de la surface à la rayure.
- > **NF EN 1730 : 2012** – Ameublement - Tables - Méthodes d'essai pour la détermination de la stabilité, de la résistance et de la durabilité.
- > **NF EN 15372 : 2016** – Ameublement - Résistance, durabilité et sécurité - Exigences applicables aux tables à usage non domestique.
- > **NF EN 14749 : 2016** – Ameublement - Meubles de rangement domestiques et de cuisine et plans de travail de cuisine - Exigences de sécurité et méthodes d'essai - Meubles.
- > **XP D62-042 : 2010** – Mobilier de bureau - Tables et bureaux - Durabilité et performances - Essais et exigences.

- > **pr NF ISO 7171 : 2016** – Ameublement - Meubles de rangement - Méthodes d'essai pour la détermination de la stabilité.
- > **pr NF ISO 7170 : 2016** – Ameublement - Meubles de rangement - Méthodes d'essai pour la détermination de la résistance et de la durabilité.

#### **1.4.20 MATÉRIEL ROULANT, CONSTRUCTION NAVALE**

- > **EN ISO 12216 : 2002** – Petits navires - Fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes - Exigences de résistance et d'étanchéité.
- > **ISO 614 : 2012** – Construction navale et structures maritimes - Verres de sécurité trempés pour hublots et fenêtres rectangulaires de navires - Méthode du poinçon pour les essais non destructifs de résistance.

#### **1.4.21 TRAVAIL DU VERRE**

- > **EN 13035 - 1 à 9** – Exigences de sécurité - Installations pour la production, le façonnage et la transformation de verre plat.

# — 2 — MISE EN ŒUVRE



Ghelamco Arena - Gand, Belgique - Architecte : Bontick - Lacobel Black Classic

# 2.1 – Façades, toitures, applications du bâtiment

## 2.1.1 VITRAGES EN FEUILLURE

Ils sont associés à tous types de menuiseries (bois, métal, matériaux de synthèse, ou mixte) et à la plupart des façades légères.

### ▼ Conception et mise en œuvre

#### > Principes généraux

La mise en œuvre doit assurer la durabilité de l'ouvrage et la conservation des performances du produit. Les vitrages présentant des amorces de rupture doivent être éliminés. Les tolérances sur les dimensions dans le plan de vitrage et les épaisseurs doivent être considérées. Ni les vitrages isolants, ni les verres trempés ne doivent faire l'objet de retouches.

Les châssis présentent une rigidité minimale et sont protégés contre tout risque de corrosion ou dégradation. Ils doivent répondre aux exigences d'étanchéité à l'eau et à l'air, et être munis d'un système efficace de drainage. Les déformations des châssis doivent être limitées afin de ne pas dépasser les contraintes mécaniques admissibles dans le verre et dans le joint des vitrages isolants.

Les vitrages ne sont jamais en contact direct avec le châssis ou tout autre objet dur. Des cales adaptées sont toujours interposées. Elles assurent :

- l'absence de contact,
- le positionnement correct dans les différents plans et le respect des jeux en feuillure,
- la transmission au châssis des efforts de poids ou charges climatiques,
- la limitation des déformations des vantaux lors de leur manipulation.

Les dimensions de la feuillure et des parclose ou serreurs sont compatibles avec les jeux et le calage ainsi que la mise en place d'un système d'étanchéité qui garantit l'absence de stagnation d'eau, laquelle pourrait détériorer les produits de scellement ou l'intercalaire de verre feuilleté.

Dans le cas de vitrages isolants, l'étanchéité peut être apportée par un profilé extrudé fixé par divers moyens au



vitrage, complétée ou non par un cordon de mastic et cohérente avec l'exposition à la pluie et au vent ou à la pente des toitures ou de l'ossature. Les produits employés (mastics, profilés) doivent être compatibles entre eux et avec les composants du vitrage isolant (film PVB ou EVA, mastic de scellement...).

Lors des déformations prévisibles du vitrage, la garniture doit conserver son efficacité.

La conception doit permettre l'équilibrage des pressions de vapeur d'eau entre l'air en contact avec la barrière de scellement du vitrage isolant et l'air extérieur.

Le drainage doit permettre d'évacuer l'eau rentrée accidentellement dans la feuillure suite à infiltration ou condensation. Chaque niveau (traverses basse et intermédiaire) doit être drainé indépendamment. Le traitement des angles et des verrières à faible pente nécessite une attention particulière.

Les bandes vitrées verticales nécessitent des dispositions spécifiques relatives au calage, au drainage et à la ventilation des feuillures.

#### > **Sur chantier**

Les produits et la mise en œuvre en feuillure sur 2, 3 ou 4 côtés doivent être conformes au [DTU 39 P1-1](#) et [P1-2](#).

Les vitrages collés bord à bord verticalement sont considérés comme non maintenus sur leurs hauteurs.

Un contreventement collé par simple mastic n'assure pas la fonction de support et les vitrages sont considérés comme non maintenus en dépression. Seul un contreventement présent des deux côtés du vitrage peut être assimilé à un support.

#### > **En atelier**

[NF P20-650-1](#) est le référentiel en vigueur pour tous les types de menuiseries posées verticalement, les vitrages étant en feuillure sur 4 côtés et mis en œuvre en atelier.

#### > **Façades légères**

Les exigences propres aux systèmes de façade (rideaux, panneaux, ventilées, etc) sont définies par le [NF DTU 33.1 \(2008\)](#).

> **Les cloisons en verre**

Elles sont mises en œuvre selon les ATE qui les concernent, et le cas échéant suivant le *DTU 35.1* et les *Règles professionnelles «Cloisons mobiles» du SNFA*.

> **Les vitrages résistants à l'incendie**

Ils sont montés en respectant scrupuleusement les procès-verbaux de classement.

▼ **Produits verriers**

Les performances thermiques et solaires doivent être conformes à la réglementation pour le neuf ou la rénovation. Les épaisseurs sont généralement déterminées suivant la norme *NF DTU 39 P4*.

Les vitrages isolants Thermobel peuvent bénéficier de la certification Cekal. Les vérifications portent si nécessaire sur la température des produits feuilletés et de scellement, l'effort dans le joint de scellement, ainsi que les risques de casse thermique éventuels. Ceux-ci peuvent être aggravés par des facteurs liés à l'environnement du vitrage (voir p. 555).

Les joints de scellement de vitrage isolant Thermobel doivent être protégés de l'insolation sur toute la périphérie (sauf si le vitrage isolant est à scellement silicone).

Une attention particulière, liée aux variations de pression, doit être portée aux vitrages isolants fabriqués à une altitude très différente de celle du lieu de fabrication (écart  $\geq 300$  m, notamment triples vitrages, vitrages coulissants).

Les vitrages retardateurs d'effraction, vitrages anti-balles, anti-explosion peuvent présenter un sens de pose à respecter. En vitrage isolant, le composant de protection doit être placé côté intérieur, sauf spécificités de la gamme Thermobel Security. Les risques de casse thermique et d'élévation des températures doivent être appréciés au cas par cas.

> **Bords décalés**

En verre recuit le décalage doit être inférieur à 5 fois l'épaisseur du verre.

### > Vitrages isolants avec croisillons en aluminium

Les vitrages isolants avec croisillons dont la largeur est inférieure à 30 mm peuvent bénéficier de la certification Ceko. Au delà de 30 mm, les croisillons sont clairs (soit une absorption  $\leq 0,40$ ) si les vitrages sont recuits.

L'écart d'épaisseur entre le profilé et la lame d'air est toujours supérieur à 2 mm. Des dispositions permettent la dilatation (1 mm/m). Des précautions éventuelles au regard des chocs thermiques doivent être prises avec des croisillons foncés.

### ▼ Sécurité

Le *Mémento P5 FD du DTU 39-2017* préconise pour les maîtres d'œuvre l'usage de vitrages trempés ou feuilletés dans les applications devant répondre à des exigences de sécurité. Les dispositions sont liées à l'exposition aux risques et peuvent être renforcées à la demande du maître d'ouvrage.

La prévention des risques sismiques est à étudier au cas par cas.

## 2.1.2 VEA

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les règles de Conception, Fabrication et Mise en œuvre des VEA (*cahier du CSTB n° 3574 v2*) s'appliquent en France à l'intégralité des constituants (vitrages, fixations, attaches).

Les systèmes Structura Vision R et Duo sont décrits p. 270. Ils comportent des fixations rotulées et des attaches en forme de croix ou d'étoile, chacune intéressant 4 vitrages ou moins. D'autres géométries sont possibles (barrettes intéressant deux vitrages, par exemple, ou étude à la demande).

Les attaches comportent un percement caractéristique afin de respecter les jeux fonctionnels. Deux trous, l'un circulaire dit «point fixe» et l'autre oblong ou «point dilatant», sont destinés au passage des fixations reprenant le poids. Deux «points libres» sont d'un diamètre supérieur afin d'absorber les tolérances de fabrication et de pose, et de permettre les mouvements et dilatations différentiels entre constituants et ossature.

L'ossature peut-être intérieure ou extérieure, l'ouvrage vertical ou incliné.

Les systèmes VEA Structura sont parfaitement compatibles avec les contreventements et poutres en verre Structura Support, (voir p. 270).

En toiture, pour préserver la bonne tenue et la transparence des vitrages en évitant le dépôt de salissures, et conserver l'étanchéité dans le temps, AGC recommande une pente résiduelle minimale sous charges normales de poids et de neige ( $1,5^\circ = 2,6 \%$ ). Une pente nominale de  $5^\circ$  convient dans la plupart des cas.

Les vitrages de grandes dimensions et posés quasi horizontalement peuvent de plus présenter, du fait de leur poids propre, une déformation gênante sur le plan esthétique.

Les points singuliers (liaison aux angles, présence d'ouvrants, auvents, vitrages non rectangulaires) doivent faire l'objet d'attentions particulières dès la conception.

L'étanchéité entre vitrages peut dans certains cas n'être constituée que d'un simple cordon de mastic silicone. La compatibilité chimique entre le mastic d'étanchéité et l'intercalaire de verre feuilleté, et/ou le joint de scellement du vitrage isolant doit être prouvée.

Un entretien des garnitures d'étanchéité est à prévoir.

## ▼ Produits verriers

Les produits verriers font l'objet d'une fabrication dédiée Structaflex (verre trempé traité Heat Soak [EN 14179](#) avec ou sans sérigraphie, assemblée ou non en feuilleté Stratobel PVB et EVA) et soumise à des contrôles particuliers (voir p. 272).

Ils comportent des trous fraisés en angle.

Les vitrages Structura Duo sont isolants et répondent à la réglementation thermique (coefficient  $U_g$  et facteur solaire suivant le type de vitrage à couche Stopray T, iplus ou EnergyNT, Sunergy).

Les épaisseurs sont déterminées suivant les règles du [Cahier CSTB 3574 v2](#) (voir p. 538).

Les Avis Techniques Structura valident les vitrages, les pièces de fixation et un choix d'attaches standard ou à la demande.

## ▼ Sécurité

Les systèmes Structura peuvent assurer la fonction garde-corps et feront alors l'objet d'un ou plusieurs essais d'énergie 700 à 900 J, conformément à la norme [NF P 01-012](#) et notamment au voisinage d'un point de fixation. En verrière, les vitrages pourront faire l'objet d'un essai de choc d'énergie 1200 J.

Pour prévenir les chutes de verre trempé en cas de bris accidentel, des dispositifs doivent être prévus de part et d'autre de pans de verre VEA qui comportent des ouvertures pour le passage des usagers ou dont l'aplomb est situé au-dessus des zones de circulation.

Un auvent doit retenir le vitrage accidenté dans son entièreté, ou bien, un caillebotis (de maille 40 mm<sup>2</sup> maximum) doit favoriser la fragmentation. Les dimensions maximales sont 1/10<sup>e</sup> de la hauteur du pan de verre, minimum 0,50 m, avec un maximum possible égal à 1,50 m. Une alternative consiste à utiliser du verre trempé-feuilleté au-dessus des ouvertures. Dans ce cas le vitrage sera de même épaisseur sur toute la façade afin d'obtenir une teinte homogène en réflexion.

### 2.1.3 VEC

Le collage du vitrage sur un cadre support (en acier ou aluminium) permet de transmettre aux éléments d'ossature les charges climatiques et éventuellement le poids des vitrages vers l'ossature par l'intermédiaire d'un mastic de collage.

## ▼ Conception et mise en œuvre

Les différentes parties du guide [ETAG n° 002](#) harmonisent les justifications propres au VEC pour l'obtention d'un ATE (Agrément Technique Européen) et le marquage CE.

Les vitrages sont verticaux ou inclinés jusqu'à 7° au-dessus de l'horizontale. Les plages de collage sont du verre non revêtu ou à couche inorganique, et de l'aluminium anodisé ou de l'acier inoxydable. Tous les matériaux pouvant être en contact (joints, mastics,...) doivent être durablement compatibles entre eux.

La hauteur  $h_{mc}$  du cordon de mastic de collage et son épaisseur  $e_{mc}$  sont déterminées selon le [Guide ETAG n° 002](#) (hauteur entre 6 et 20 mm, avec  $e_{mc} \leq h_c \leq 3e_{mc}$ ).

## ▼ Produits verriers

Simple ou isolants, ils doivent comporter une face lisse pour permettre le collage structurel. Une large gamme de produits convient. L'emploi de verre coulé, imprimé ou dépoli (côté collage) est déconseillé. Le traitement Heat Soak est recommandé pour un verre trempé.

Les vitrages isolants Thermobel répondent à la réglementation thermique et sont à scellement silicone. Ils sont vérifiés selon les règles en usage pour les VEC (*cf. Cahier CSTB n°3488 v2*). Le façadier doit fournir au fabricant des vitrages les paramètres permettant le calcul des efforts sur le joint de scellement, qui sont limités à 0.95 N/mm à ce jour. Le dimensionnement des vitrages est réalisé par l'entreprise ou par nos soins à sa demande expresse. Les charges climatiques suivant Eurocodes Vent et Neige sont déterminées suivant leur annexe nationale.

Le composant extérieur d'un VEC décalé doit être trempé ou durci si le décalage est supérieur à 5 fois son épaisseur.

Dans le cas d'un vitrage isolant à bord(s) décalé(s), et s'agissant d'une couche low-e de type Stopray, ipasol, Energy ou iplus, l'enlèvement de la couche sur toute la largeur du décalage peut se traduire par une différence visuelle (le bord du vitrage est sombre vu de l'extérieur).

Les performances d'adhérence du mastic de collage sur le verre et le cadre doivent être vérifiées. Les plages de collage doivent notamment être uniformes, ce qui impose des essais de conformance pour certains types de verre (émaillé Colorbel ou sérigraphie Artlite, verre à couche si celle-ci n'est pas émarginée).

Le collage des vitrages sur cadre est effectué en atelier, à l'abri des poussières et sources polluantes et à température et hygrométrie contrôlées, par nos filiales AGC qui disposent du Pass VEC (surveillance continue par le CSTB).

## ▼ Sécurité

### > Risque de chute des personnes

En présence d'un garde-corps *NF P 01-012* et *01-013* : pas d'exigence.

En présence d'une protection résiduelle [NF P 01-012](#) (voir p. 480) : essais de choc selon [P 08-302](#). En l'absence de protection résiduelle : essais [P 08-302](#) à l'état neuf et vitrage décollé disposé sur les dispositifs de sécurité (vitrage en verre feuilleté de sécurité). Dans le cas d'un VI : les dispositifs de sécurité doivent maintenir le feuilleté.

En toiture et en l'absence de dispositions permanentes et collectives pour les travailleurs, les parois VEC doivent résister au choc M50 de 1200 J.

#### > Autres risques

Le cahier [CSTB 3488 v2](#) préconise des pattes de retenue pour réduire le danger en cas de défaillance du collage. Des dispositifs propres à provoquer la fragmentation peuvent être nécessaires avec le verre trempé. Les vitrages adjacents à un passage ou accessibles pendant toute opération de maintenance ou entretien ne doivent présenter aucune arête vive.

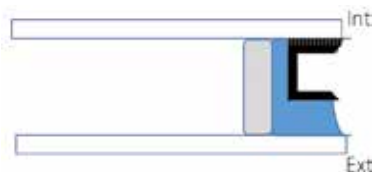
## 2.1.4 VITRAGES À CLAMER

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les vitrages isolants sont munis au stade de la fabrication de profilés en forme de U ou V disposés dans le joint de scellement en silicone. Des clames métalliques se glissent dans ces profilés lors de la pose pour maintien du vitrage sur l'ossature aluminium. Les dimensions maximales et minimales sont à vérifier au cas par cas.

Le poids des vitrages est repris par des cales adaptées.

Le dimensionnement est identique à celui d'un vitrage VEC.



Cette technique est soumise aux règles professionnelles ou DTA de système. En variante dans certains systèmes, le vitrage isolant comporte une simple réservation dans le silicone de scellement, sans profilé.

## ▼ Produits verriers

Tous les vitrages de la gamme AGC conviennent. L'espace entre deux verres doit être suffisamment large pour permettre la fabrication (18 à 20 mm selon les systèmes). Le mastic de scellement silicone peut être spécifique afin de répondre aux sollicitations ponctuelles. Des essais préalables sont nécessaires pour attester la bonne tenue du vitrage.

Les vitrages sont fabriqués à la demande avec les éléments et matériels fournis par le client ou le concepteur.

## ▼ Sécurité

A l'instar de la technique VEC, des pièces sont préconisées pour retenir le verre extérieur en cas de défaillance du collage. Des dispositifs propres à provoquer la fragmentation peuvent être nécessaires avec le verre trempé. Les vitrages adjacents à un passage ou accessibles pendant toute opération de maintenance ou entretien ne doivent présenter aucune arête vive.

Des essais de choc sur ouvrage conformément au [NF DTU 39 P5](#) peuvent être requis.

## 2.1.5 CONTREVENTEMENT ET POUTRE

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les éléments de structure en verre, contreventements, poutres ou poteaux, ne relèvent pas du domaine traditionnel ou codifié. Les liaisons des éléments avec le gros-œuvre, les dispositions de dilatation et celles relatives à la sécurité, les dimensions et épaisseurs, font l'objet d'études particulières et d'essais au cas par cas, afin de préciser les coefficients de sécurité. Le cas échéant, ces techniques peuvent faire l'objet d'un Atex.

Le système Structura Support d'AGC (contreventement, poutre, console), peut faciliter les démarches, car le verre, les pièces de liaison au gros œuvre, les dimensions, câbles et éclisses éventuels ont été validés.

Structura Support est compatible avec les systèmes courants de façade et VEA.



## ▼ Produits verriers

Les éléments sont en verre trempé ou en verre feuilleté Structaflex, PVB, Strong, EVA ou SentryGlas. Ils sont issus d'une fabrication spéciale avec traitement des bords, contrôle de trempe par mesure de contrainte et traitement Heat Soak. Les poutres sont en verre feuilleté (recuit, durci ou trempé THS) de sécurité.

## ▼ Sécurité

Les contreventements et poutres sont des éléments de structure et résistent aux chocs. Dans certains cas il pourra être recommandé de protéger la partie basse d'un contreventement des coups et chocs.

Les poutres Structura Support résistent au choc d'énergie 1200 J. Les éléments structuraux en verre ne sont pas conseillés en zone sismique.

## 2.1.6 INSTALLATIONS EN VERRE TREMPÉ

### ▼ Conception et mise en œuvre

Cette technique traditionnelle est à réserver aux ouvrages verticaux de faible hauteur, et ne permet pas de répondre aux exigences de la réglementation thermique.

Le vitrage est maintenu par serrage avec pièces ponctuelles dédiées et par l'intermédiaire d'un matériau adapté (liège butyl ou autre). La mise en œuvre des parties fixes, des contreventements et des portes doit être conforme aux *Règles Professionnelles de la FFPV (Novembre 2004)* : principes de fixation, dimensions et respect des jeux, nécessité de contreventer.

Dans une installation mixte, comportant des parties en verre recuit (par exemple attenantes aux portes), leur mise en œuvre sera conforme au *DTU 39*.

## ▼ Produits verriers

Les vitrages clairs utilisés seront toujours trempés ou trempés Heat Soak et d'épaisseur au moins égale à 8 mm. Ils comportent des trous ou encoches de dimensions généralement standard.

## ▼ Sécurité

Les dispositions du *Mémento P5 FD du DTU 39* s'appliquent. Le verre trempé est par nature un vitrage de sécurité, mais ne suffit pas à remplir la fonction de garde-corps.

## 2.1.7 PLANCHERS ET MARCHES D'ESCALIER

### ▼ Conception

Ces éléments font l'objet du *Cahier CSTB n° 3448*, lorsqu'ils sont en appui continu sur 2 ou 4 côtés. Les éléments verriers concernés sont destinés à la seule circulation piétonne, dans les bâtiments courants ou sur les voies publiques.

Les conditions d'utilisation des planchers doivent être précisées par le maître d'ouvrage dans le DIUO (Document d'Intervention Ulérieure sur Ouvrage), par la maîtrise d'œuvre dans le CCTP et les entreprises dans leur notice de maintenance.

En intérieur, la pente est limitée à 5 % = 2.85°. En extérieur, la pente destinée à l'écoulement de l'eau devra être comprise entre 1 et 3 % (0.55° et 1.7°). Des traitements anti-glissance limitant les risques de chute sont nécessaires pour les marches d'escalier des ERP et sont recommandés pour certains usages en extérieur.

Le gestionnaire des locaux devra pouvoir visualiser sans ambiguïté la rupture accidentelle d'un constituant, soit depuis la surface, soit par une voie de circulation usuelle sous le plancher en verre. Une dalle doit pouvoir être remplaçable isolément en cas de casse ou changement d'aspect.

Si le plancher fait partie de l'enveloppe extérieure du bâtiment, la réglementation thermique devra être appliquée et un vitrage isolant devra être prévu.

Afin de limiter les risques de choc thermique ou d'éviter un échauffement important du vitrage feuilleté (voir p. 558), l'existence d'éléments tels que projecteurs ou corps de chauffe doit être signalée.

Un entretien régulier des joints et garnitures doit être prévu par le maître d'ouvrage, les produits de nettoyage devant être compatibles avec les constituants de produits verriers.

## Conditions d'appui

Ossature	Vitrage	Cales et joints
Flèche sous charge $\leq L/500$ Désaffleurement entre deux éléments assemblés (angle) $\leq 1$ mm Ecart de planéité $\leq 0,5$ mm par 30 cm Ecart de planéité sur la longueur du produit verrier $\leq 2$ mm Rugosités localisées $\leq 1$ mm Dispositifs de drainage à l'extérieur	Flèche initiale $\leq L/500$ Défaut de planéité $\leq 2$ mm/m Linéarité des bords $\leq 0,5$ mm par 30 cm Gauche $\leq 2$ mm En appui sur toute la périphérie ou sur deux grands côtés avec bord libre inférieur à 50 cm	Appuis continus : dureté 30 à 45 DIDC (Shore A) Largeur $1,5 \times$ épaisseur de la dalle $30 \text{ mm} \leq 1,5 \times e \leq 50 \text{ mm}$ Epaisseur $\geq 4$ mm Latéralement : éviter la reptation ou le contact des produits verriers entre eux ou avec le métal Compatibilité des matériaux avec les constituants des produits verriers Joint : mastic silicone. Ne doit pas être dégradé par poinçonnement

Le désaffleurement entre 2 dalles ou entre une dalle et son bâti, si celui-ci est saillant, est limité à 2 mm.

Lorsque la mise en œuvre se veut différente des règles précédentes (appui sur 3 côtés, pièces ponctuelles), il conviendra après étude du projet avec nos services de valider par calcul les dispositions choisies par l'entreprise et/ou le maître d'ouvrage.

### > Isolation thermique

Lorsque le vitrage au sol est extérieur, qu'il assure la protection solaire et doit répondre à une exigence d'isolation thermique, il est possible d'utiliser deux vitrages feuilletés décalés et assemblés en vitrage isolant suivant le principe ci-dessous. Chaque face du vitrage isolant repose sur son propre appui périphérique. Les feuillures sont drainées. Les principes exposés auparavant restent valables. Le dimensionnement et les conséquences de l'ensoleillement doivent faire l'objet d'une étude au cas par cas.



## > Produits verriers

Une dalle est au minimum constituée de 3 feuilles de verre. La partie porteuse est constituée d'un verre feuilleté Stratobel PVB, EVA ou Strong ou Sentry Glas, dont les composants en verre recuit, durci ou trempé THS mesurent au moins 8 mm. Les épaisseurs sont déterminées avec les charges d'exploitation conventionnelles pour le local ou communiquées par le maître d'ouvrage dans les DPM (voir p. 514).

Le vitrage supérieur ou composant de protection est le plus souvent constitué de verre trempé afin de mieux résister aux rayures et petits chocs. Il ne participe pas à la stabilité de la dalle. Il est rendu solidaire du feuilleté porteur par un intercalaire plastique qui peut être décoratif.

Ce vitrage (6 mm au moins) peut comporter sur tout ou partie de la surface un dispositif permettant de limiter les risques de chute de personnes par glissade (recommandé pour les marches d'escalier, les dalles en extérieur) tel qu'un verre imprimé ou avec une sérigraphie spéciale.

Exemples de traitements anti-dérapant	Angle maximum Plan incliné	Pendule SRT (P 78-578)	FSC 2000
Planibel non traité	9°	0.04	0.18
Planibel grenailé	> 30°	0.67	0.77
Sérigraphie VDR-G totale	> 30°	0.64	0.72
Sérigraphie VDR-G partielle	11°	0.13	0.54

Certains produits permettent aussi de satisfaire à l'exigence de discrétion et d'intimité.

Le sablage doit être effectué avant la trempe.

## ▼ Sécurité

Les compositions sont de forte épaisseur et assurent la protection contre les chutes des personnes et la bonne tenue lors de chutes éventuelles. Aucun essai n'est nécessaire dans les cas de mis en oeuvre courante.

Ces éléments sont composés d'au moins un bi-feuilleté porteur, classé 1B1, protégé en permanence de l'usure par rayure ou petits chocs grâce à un composant verrier supplémentaire qui assure l'interface avec l'utilisateur. Un intercalaire de type Strong ou SentryGlas apporte une tenue post-rupture améliorée.

Le composant de protection est trempé pour une meilleure résistance et peut être traité pour réduire la glissance. En cas de rupture de ce verre, la sécurité de l'élément n'est pas affectée, mais le maître d'ouvrage ou l'occupant des lieux doit intervenir pour la remise en état.

## 2.1.8 BRISE-SOLEIL

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les lames de verre sont horizontales ou inclinées ou verticales. Elles participent à l'animation d'une façade et à la régulation du facteur solaire. Leur conception va dépendre du lieu, de l'exposition et de la hauteur du soleil. Les lames peuvent être fixes ou orientables. Elles sont fixées par des profilés, et/ou des pièces métalliques.

En complément des règles habituelles de dimensionnement propres à la technique de maintien, les lames de brise-soleil sont régies par la *Fiche Technique COPREC/SNFA n°43 (2012)* qui limite les déformations et/ou oblige à l'appréciation d'éventuels phénomènes vibratoires. Ceux-ci dépendent de l'épaisseur du verre et de sa mise en œuvre.

### ▼ Produits verriers

Les éléments sont en verre recuit ou trempé ou en verre feuilleté Structaflex, suivant les exigences propres à chaque chantier.

Les Stratobel Strong et Stratobel SentryGlas peuvent concourir à une optimisation de l'épaisseur des brise-soleil compte tenu de leur rigidité augmentée par rapport à un PVB ou EVA courant.

### ▼ Sécurité

La sécurité des usagers est guidée par l'application du *Mémento P5 FD du DTU 39 (2017)*.

## 2.2 – Décoration, intérieur, ameublement

### 2.2.1 REVÊTEMENT MURAL, MIROIRS, PLACARDS

#### ▼ Conception et mise en œuvre

Les vitrages sont fixés par collage (sauf plafonds) et par maintien mécanique.

*Le Guide d'installation AGC pour les installations intérieures* doit être consulté et mis en application dans la dernière version disponible (à télécharger sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com), rubrique du produit à poser) afin de bénéficier des meilleures garanties.

Une épaisseur de 6 mm au moins est recommandée et il ne doit pas être utilisé plusieurs épaisseurs sur la même paroi.

Les découpes ou percements nécessaires sont à réaliser avec soin (et avant la trempe de Lacobel T ou Matelac T). Les vitrages ne doivent pas être mouillés pendant la pose ni immergés par la suite.

#### > Essais préalables

AGC recommande aux installateurs un protocole d'essais de collage. Nous consulter pour tout projet en ERP.

#### > Préparation du support

Les supports et leur état de surface doivent être conformes aux matériaux préalablement testés par AGC avec le silicone FIX-IN (disponible sur AGC Store).

Ils doivent être suffisamment résistants vis-à-vis du poids des vitrages, être lissés pour limiter les effets visuels voire le bombage du verre et éventuellement apprêtés avec un primaire Fix-In PR sur toute surface poreuse.

Référence	Fix In PR	Fix-In silicone + AT	Commentaire
MDF, Panneau de fibres de bois (EN 316)	non	oui	
OSB, Panneau de lamelles minces, longues et orientées (EN 300)	non	oui	
Panneau de particules (EN 312) non ignifugés	non	oui	
Panneau de particules (EN 312) ignifugé poreux	oui	oui	
MFPB Panneau de particules mélaminé (EN 312 + EN 14322) ignifugé non poreux	non	oui	
Plaques de plâtre (EN 520)	oui	oui	
Contreplaqué non ignifugé (EN 636+A1)	non	oui	
Produit manufacturé en silicate de calcium CS (EN 14306)	oui	oui	
Panneau ciment renforcé par des fibres (ISO 390)	oui	oui	
Ciment ou enduit	Oui	Oui	Après séchage > 3 mois
Plâtre	oui	oui	
Béton	oui	oui	Après séchage > 3 mois
Briques	oui	oui	
Carrelage existant	non	Oui	Nettoyer avec eau + ammoniacale, voir Guide

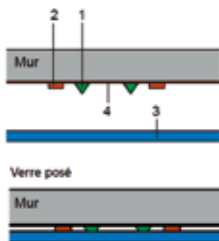
Utiliser une règle de grande dimension pour mesurer les reliefs existants (à limiter à 3 mm par mètre ou 8 mm par 4 m). Dans tous les cas, nettoyer, dépeussier par brossage et sécher avant d'encoller.

Une peinture préalable du support, avec la même teinte que les vitrages, peut être réalisée, si l'on craint que le joint silicone translucide de finition entre vitrages ne fasse apparaître la couleur initiale du mur.

Ceci est impératif pour les teintes blanches de Lacobel, Lacobel T, Matelac ou Matelac T. En ce cas la peinture peut faire office de primaire (voir Guide d'installation précité et Fix-In Pocket Guide pour la rénovation). Avec les versions Safe+, l'activateur Fix-In SA doit être appliqué sur la surface filmée du verre sans autre primaire nécessaire.

## > Encollage

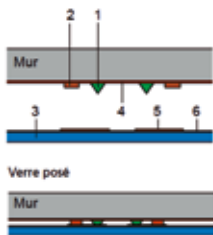
Appliquer verticalement le ruban (Fix-In AT) qui va calibrer l'épaisseur du joint de colle. Puis déposer le silicone Fix-In, en bandes verticales. Respecter les distances entre bandes données en mm/m par l'épaisseur du verre pour Fix-In et Fix AT. Siliconer éventuellement autour des découpes.



### Verre

1. Silicone FIX-IN SL
2. Ruban adhésif FIX-IN AT (utilisé comme espaceur et pour le calage initial)
3. Verre
4. Primaire FIX-IN PR (facultatif)

**Verre sans film de sécurité appliqué au dos du verre**



### Verre

1. Silicone FIX-IN SL
2. Ruban adhésif FIX-IN AT (utilisé comme espaceur et pour le calage initial)
3. Verre
4. Primaire FIX-IN PR (facultatif)
5. Activateur de surface FIX-IN SA
6. Film de sécurité

**Verre avec film de sécurité appliqué au dos du verre**

Commencer la paroi par un bord extérieur. Positionner et ajuster en faisant reposer le verre sur des cales à bonne hauteur. Appuyer fermement sur le vitrage jusqu'à adhésion sur le tape. Le collage est immédiat. Laisser sécher 48 h.

## > Points singuliers et joints

Dans les zones humides, fermer les joints au silicone. Pour cela, protéger le verre avec un ruban de masquage, à enlever dès que le silicone a été appliqué.



Les angles sortants peuvent être source de défauts visuels : ils peuvent être munis de profilés métalliques ou être conçus pour masquer les bords du verre qui ne sont pas laqués.

*Le Guide d'installation AGC pour les installations intérieures* fournit des exemples de solutions d'angle ou de joints pour des situations variées.

Les joints de calfeutrement entre vitrages peuvent être réalisés après 48 h avec Fix-In SL. Le développement complet de la résistance de l'ensemble est effectif au bout d'une semaine.

#### > Les éléments de grande dimension

Ils reposent sur des cales prévues à cet effet pendant toute la vie de l'ouvrage et comportent des profilés ou dispositifs métalliques de retenue permanents.

#### > Cas des miroirs

La surface support doit être propre, sèche et parfaitement plane, afin de ne pas créer de distorsion de l'image.

Des espaceurs non métalliques doivent être prévus pour faciliter une circulation d'air derrière les miroirs, surtout en atmosphère humide.

Les fixations mécaniques (encadrement, pièces métalliques) sont possibles avec les mêmes précautions que pour les verres laqués.

Mirox n'est pas recommandé dans les saunas ou piscines. Dans les salles d'eau et cuisines, en environnement humide, les joints entre vitrages doivent être scellés avec un produit adapté et protégés de toute infiltration d'eau à l'arrière.

#### > Fixation mécanique

Les vitrages sont posés en feuillure ou avec fixations traversantes ou pattes métalliques. Tout contact verre/matériau dur doit être évité par interposition d'une rondelle ou pièce en matériau synthétique entre la fixation et le verre.

L'usage de vis traversante est déconseillé pour les versions en verre recuit car toute pression excessive peut conduire à une rupture au voisinage des percements.

Le tape Fix-In AT peut être utilisé, à raison de 3 rubans par m, comme ruban entretoise afin de maintenir un espace régulier (3.2 mm) entre le support et le plan du verre et afin d'assurer la ventilation si nécessaire.

> **Retouches**

Fix-In TU Touch Up permet des retouches si la peinture Lacobel ou Matelac a été abîmée localement au cours du découpage. Les retouches sur produits trempés sont faits juste après la trempe.

> **Locaux humides**

Lacobel, Mirox et Matelac sont déconseillés dans les saunas ou piscines. Dans les salles d'eau et cuisines, en environnement humide, les joints entre vitrages doivent être scellés avec un produit adapté et protégés de toute infiltration d'eau à l'arrière.

▼ **Produits verriers (Lacobel, Lacobel Safe+ et Lacobel T, Matelac, Matelac Safe+ et Matelac T, Mirox)**

Ces verres laqués ou les miroirs sont utilisés en grands panneaux ou en dimensions plus réduites comme un carrelage. Ils sont destinés à habiller des parois sans éclairage arrière et dans des conditions telles que le dos ne soit pas visible

Il y a lieu de prendre des précautions quant au sens de pose pour les Lacobel Grey Metal, Taupe Metal, Black Starlight, Rich Aluminium, Copper Metal, Bright Star et pour les Matelac Grey Metal, Taupe Metal. Ces teintes contiennent des pigments "orientés".

▼ **Sécurité**

La sécurité aux heurts est assurée par tout produit filmé Safe+ industriellement par AGC et classé 2B2 (4 mm au moins) ou trempé classé 1C3 suivant [EN 12600](#).

Le maître d'oeuvre doit analyser la situation au cas par cas selon les principes du [DTU 39-P5](#) (voir p. 479).

Les vitrages de plafond sont de préférence maintenus en feuillure, ou par fixations ponctuelles.

Les risques de défaillance par collage ne pouvant être totalement exclus, nous recommandons les versions Safe+ et l'usage combiné de pattes de sécurité ou profilés de maintien sur les bords horizontaux dans certains locaux (scolaires, sport et loisirs), pour de grandes dimensions et chaque fois que jugé nécessaire par le maître d'œuvre, pour toute application.

Dans les ERP (IGH), la réglementation incendie peut limiter l'usage de produits combustibles, tels que films et colles de mise en œuvre (voir p. 585).

## 2.2.2 PAROIS TRANSPARENTES : CLOISONS ET PORTES, AGENCEMENT INTÉRIEUR

### ▼ Conception et mise en œuvre

Pour la mise en œuvre des vitrages prévus en transparence, se reporter aux règles en vigueur ([DTU 39 P1-1](#)) pour la fixation mécanique. Les techniques par serrage, collage au silicone, pièces ponctuelles et/ou vis traversantes (IVT, VEA, ou autre) sont possibles avec les précautions usuelles (isolement du verre avec le métal) : elles peuvent requérir l'usage de verre trempé.

Les parois et cabines de douche sont l'objet de normes [EN 14428](#) concomitantes à l'obligation de marquage CE.

### ▼ Produits verriers

Tous les produits de la gamme AGC peuvent convenir : Imagin, Planibel, clair ou coloré, recuit ou émaillé par sérigraphie Artlite, Matelux, ou tous les verres feuilletés Stratobel, Glassiled, Matelux, Stopsol.

### ▼ Sécurité

Les risques dus aux heurts et/ou chute de morceaux doivent être appréciés, y compris dans les parties privées.

La sécurité aux heurts est assurée par tout produit feuilleté ou filmé classé 2B2 au moins ou trempé classé 1C3 suivant [EN 12600](#). Presque tous les produits feuilletés conviennent à ces usages. Les vitrages de plafond sont maintenus en feuillure, ou par fixations ponctuelles. Les bords apparents ou accessibles doivent être façonnés.

Les portes en verre non encadrées (lorsque les charnières sont fixées par serrage à travers des trous ou encoches) sont en verre trempé ou feuilleté.

## 2.2.3 AMEUBLEMENT

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les exigences générales et les méthodes d'essais sont précisées dans chaque norme relative à une application (tables [EN 1730](#), cuisines [EN 1153](#), mobilier domestique de rangement [EN 14749](#), ...).

Elles visent à éviter toute blessure sérieuse lors d'une utilisation normale ainsi que lors d'une utilisation anormale raisonnablement prévisible. Selon le type de meuble et sa position par rapport au sol, plusieurs types d'essais sous charge sont prévus (chocs, chargement localisé, fatigue...).

[EN 14072](#) concerne les essais de choc applicables aux meubles en verre plat ou bombé, sur des éléments représentatifs de la production.

- **Verre vertical** : choc pendulaire d'une masse de 6,5 kg à la surface de frappe ( $\varnothing = 76$  mm) arrondie et protégée.
- **Verre horizontal** : l'impacteur est un corps circulaire  $\varnothing = 200$  mm, de masse 17 kg. L'objet de l'essai est protégé par une épaisseur de mousse de polyuréthane de 100 mm. La hauteur de chute des impacteurs dépend des exigences applicables par ailleurs.

Les charges types et critères de dimensionnement ou d'essais dépendent de la destination du mobilier (domestique, bureau, technique, scolaire etc...) et du type de meuble (rangement, table, tiroir, étagère, etc...). Les référentiels de certification NF reprennent les exigences normatives et précisent les épaisseurs minimales à utiliser dans certaines configurations et dimensions. Pour des raisons esthétiques ou fonctionnelles, les flèches sont limitées.

Les étagères en verre doivent résister à une charge répartie de  $1.75 \text{ kg/dm}^2$  (soit 1750 Pa) et les tablettes à  $0.75 \text{ kg/m}^2$  (soit 750 Pa), avec une flèche inférieure à 3.6%.

Il est recommandé que les plateaux de table résistent à une charge de 100 kg répartie, ou localisée sur un diamètre de 200 mm.

La pose ne doit pas occasionner de bridage et doit éviter tout contact direct du verre avec des parties métalliques ou dures.

Lors des montages par vissage ou serrage, tout contact direct avec des parties métalliques ou dures doit être évité par l'interposition d'une pièce en matériau synthétique d'une dureté adaptée.

Les produits verriers ne doivent pas quitter leur emplacement, avec risque de chute, lors d'une utilisation normale.

Les tablettes peuvent être fixées ponctuellement aux angles ou en continu sur leurs largeurs. Les portes des vitrines sont souvent coulissantes ou pivotantes avec pièces métalliques.

Les collages de toute nature doivent être réalisés sur des surfaces propres et sèches avec des produits compatibles et testés avec les surfaces supports.

Le collage durcissant sous rayons UV est encadré par les *Règles professionnelles (FFPV, 2003)*.

Le collage silicone est recommandé avec les produits de la gamme Fix-In suivant le Guide d'installation AGC.

### ▼ Produits verriers

Tous les produits de la gamme AGC peuvent convenir : Imagin, Planibel, clair ou coloré, recuit ou émaillé par sérigraphie Artlite, Matelux, ou tous les verres feuilletés Stratobel, Glassiled, Matelux, Stopsol, Lacobel, Matelac ou Mirox. Pour certains éléments de cuisine ou soumis à échauffement, le verre devra être trempé pour résister à d'éventuels chocs thermiques.

### ▼ Sécurité

De façon générale, l'usage de verre trempé ou feuilleté est recommandé lorsqu'il y a un risque prévisible consécutif à un choc ou une charge, pour le mobilier pour enfants, pour les dessus de tables ne reposant pas de façon continue sur ses bords ou à quelques centimètres du bord, et dans les salles d'eau.

Les bords apparents doivent être façonnés.

## 2.3 – Voie publique, aquariums, serres

### 2.3.1 OUVRAGES URBAINS ET VOIE PUBLIQUE

Les parois d'escalier mécanique, les parois de séparation, le mobilier urbain ainsi que les œuvres d'art, luminaires, panneaux de signalisation, enclos de parc animalier, etc... feront l'objet d'un conseil spécifique qui prendra en compte les dimensions, la localisation, la mise en œuvre, les charges climatiques et liées à l'exploitation, la durabilité attendue et la perspective d'une rupture du verre.

Ces ouvrages étant accessibles au public, le verre trempé 1C3 et le verre feuilleté 3B3 (quel que soit sa nature) répondent aux exigences de base. Les ouvrages destinés à protéger contre la chute des personnes doivent répondre aux exigences en application pour cet usage. Les produits verriers et éventuelles techniques décoratives associées doivent résister au rayonnement UV. Toutes les méthodes de fixation du verre (maintien en feuillure, serrage, VEA, collage, etc...) peuvent être envisagées.

En extérieur, il est recommandé de protéger les bords horizontaux des vitrages feuilletés contre la stagnation d'eau et toute intrusion de produits qui pourraient affecter la durabilité du produit ou générer un défaut esthétique.

Les parois d'escalator ou de trottoir roulant sont en verre feuilleté ou trempé (norme [EN 115](#)).

### 2.3.2 AQUARIUMS ET BASSINS

#### > Vitrages

L'usage de verre recuit non feuilleté doit être réservé à des aquariums de petites dimensions pour lesquels une casse éventuelle est sans danger pour les personnes de son environnement (usage domestique, volume d'eau inférieur à 500 litres).

Chaque fois qu'il y aura un risque important pour la vie humaine, il est recommandé d'utiliser un vitrage feuilleté (recuit, durci ou trempé).

Les vitrages feuilletés de sécurité à intercalaire PVB, EVA, Strong ou SentryGlas sont utilisables. Le verre trempé non feuilleté est déconseillé.

Les hublots et vitrages destinés à l'éclairage subaquatique doivent être en verre feuilleté trempé.

Pour éviter les amorces de rupture sur les bords, les vitrages présentent un façonnage type JPI. Cependant, pour les petits aquariums collés, les vitrages sont bruts de coupe afin de présenter une surface de collage plus grande. Calculs des épaisseurs de vitrage : voir p. 517.

### > Collage

Le collage silicone réalisé sur tous les chants doit être réservé aux aquariums de faibles dimensions et d'une durée d'utilisation limitée. Ils sont nettoyés, dégraissés, puis collés avec un silicone apte à garantir durablement les performances mécaniques et l'étanchéité et compatible avec l'intercalaire du verre feuilleté. Dans certains cas, des renforts latéraux sont nécessaires.

### > Prise en feuillure sur 3 ou 4 côtés

Les glaces utilisées en hublots seront de préférence montées en appui sur toute la périphérie. La déformation maximale du bâti sous charge doit être limitée à 1/500 de la portée.

Les bords intérieurs des feuillures doivent être aussi rectilignes que possible. Une parfaite planéité des surfaces de contact (écarts  $\leq 2$  mm) est requise afin d'éviter les tensions ponctuelles excessives qui pourraient entraîner la rupture.

Les feuillures peuvent être prévues directement dans le béton à condition d'être parfaitement rectifiées. Si le châssis et les parcloles sont métalliques, ils doivent être en acier inoxydable ou bien être protégés de façon efficace et durable contre la corrosion.

Les volumes sont montés côté intérieur du bassin. Ils ne doivent en aucun cas être bridés dans leurs feuillures, de quelque manière que ce soit, la pression de l'eau étant suffisante pour les appliquer parfaitement contre le bord extérieur. Les largeurs d'appui sont au moins égales à une fois et demie l'épaisseur de la glace.

La pose de cales imputrescibles est indispensable. Des dispositifs de drainage doivent être prévus. Le contremastic doit être de faible épaisseur pour éviter que son écrasement irrégulier dû à la poussée hydrostatique n'engendre des contraintes de flexion parasites dans les glaces.

Les produits de calage et de calfeutrement doivent être compatibles entre eux et avec l'intercalaire du verre feuilleté.

La mise en eau dans tous les cas ne peut être faite qu'après durcissement complet.

Pour un montage avec un bord libre, des dispositions visant à empêcher les chocs accidentels sur ce bord libre doivent être prévues. Il y a lieu de prévenir tout risque de dégradation du verre feuilleté qui serait liée à l'exposition du bord libre à l'eau.

Des précautions doivent être prises pour la manipulation de vitrages d'un poids très important.

### 2.3.3 PISCINES

Les vitrages isolants Thermobel de façade ou d'abris sont à scellement silicone. Les constituants de la menuiserie et produits de calfeutrement doivent être adaptés aux vapeurs et eaux de condensation potentiellement présentes. La condensation d'eau sur la face intérieure des vitrages est diminuée avec des vitrages isolants performants, mais les feuillures doivent être correctement ventilées et drainées.

Des dispositions réglementaires s'appliquent aux piscines privées (voir p. 587). Les garde-corps en verre contribuent à la prévention des risques de noyade.

### 2.3.4 SERRES

Les serres professionnelles sont l'objet de la norme [EN 13031-1](#). N'étant pas destinées à recevoir du public, elles ne sont généralement pas construites avec des vitrages de sécurité. La norme [U 57-002](#) précise les conditions d'entretien, montage et maintenance destinées à sécuriser toutes les interventions. Tout autre type de serre à usage non strictement professionnel doit être construite avec des vitrages de sécurité.

Les serres recevant du public doivent faire l'objet d'une étude circonstanciée des risques associés.



# — 3 — NETTOYAGE DU VERRE



Par nature, le verre est un matériau durable, résistant et simple à maintenir propre. Cependant, la conception d'un ouvrage en verre doit assurer d'une part l'écoulement de l'eau éventuellement polluée sur le verre et d'autre part un accès aux surfaces à entretenir.

Consultez nos différents guides dans leur dernière version.

### 3.1 VITRAGES EN EXTÉRIEUR

En phase de construction il convient de prévenir toute projection de plâtre, béton, poussières excessives ou résidus métalliques, peintures ou produits de traitement de façades.

*Guide de Nettoyage et d'Entretien des Façades en Verre,*

[https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical\\_documents/original/maintenance10503.pdf](https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical_documents/original/maintenance10503.pdf).

#### ▼ Entretien

Les vitrages dont une couche est tournée vers l'intérieur d'un vitrage isolant ne demande aucun entretien. Tous les produits contenant de l'acide fluorhydrique ou des dérivés fluorés sont prohibés. Les produits fortement acides et alcalins et les produits ou matières abrasifs doivent être évités également.

Il est souhaitable de ne pas procéder au nettoyage en cas de températures trop froides ou trop élevées, ni lorsque le verre est directement exposé aux rayons du soleil.

La qualité du résultat dépend du bon état des chiffons, raclettes et autres outils utilisés. Nettoyer abondamment le verre à l'eau claire. De temps à autre, quelques gouttes de détergent neutre ou d'un produit de nettoyage approprié du commerce peuvent être ajoutées à l'eau. Rincer à l'eau claire et éliminez l'eau à l'aide d'une raclette.

Profiter du nettoyage pour inspecter les joints, le bon drainage de l'eau et le châssis. Les vitrages dépolis Matelux doivent être nettoyés à l'eau et rincés abondamment.

La fréquence de nettoyage du verre dépend des conditions environnantes et des niveaux de pollution, elle peut être indiquée par un document contractuel : les *DTU 39 et 33* recommandent deux entretiens par an au moins.

## ▼ Fin de chantier ou nettoyage spécifique

Les produits projetés doivent être nettoyés immédiatement après la contamination. Éliminer tout dépôt résiduel tel que du mastic d'étanchéité, du ciment, etc..., avec une extrême précaution, avec un grattoir spécial ou une lame de rasoir, sans griffer le verre. Les verres à couche, les vitrages dépolis à l'acide ou sablés sont particulièrement sensibles.

Les films protecteurs, les étiquettes et les éléments de séparation, pastilles, etc..., doivent être retirés dès que possible. En cas de difficultés ou pour toute trace d'huile ou de pollution organique, utiliser des solvants tels que l'isopropanol ou l'acétone avec un chiffon doux.

Avant de commencer le processus de nettoyage spécial, procéder toujours à un essai sur une surface de quelques centimètres. Un tel nettoyage peut être rendu nécessaire par la conséquence de laitances de béton, colle d'étiquettes, matériaux de séparation ou d'autres facteurs locaux. L'identification de la nature de la salissure va guider le choix de la méthode et des produits adaptés en fonction du type de verre.

Les traces de doigts ainsi que les taches de graisse ou de mastic sont nettoyées à l'aide de solvants tels que l'acétone ou le méthyléthylcétone (MEC) qui n'attaquent pas les joints et pénètrent dans la feuillure.

D'autres résidus peuvent être nettoyés en polissant légèrement à l'aide d'une suspension d'oxyde de cérium diluée dans de l'eau (entre 100 et 200 grammes par litre), avant rinçage soigneux puis lavage courant.

Les méthodes à haute pression ou nettoyages à vapeur sont possibles seulement après examen de la situation et tests.

Les dommages issus de travaux de soudure ou de meulage sont irrémédiables.

## ▼ Verre facile à nettoyer

Une couche pyrolytique spécifique est déposée en face 1 : le revêtement aide à répartir les gouttes d'eau chargées de matières diverses sur le verre. La couche réagit sous l'effet du rayonnement UV pour dégrader les matières organiques des salissures en une semaine environ.

## Comment la couche fonctionne-t-elle ?



La pluie ou une aspersion régulière permettent l'élimination des résidus, sous réserve qu'une pente suffisante ait été prévue pour l'ouvrage.

Le vitrage Planibel Easy est conforme à [EN 1096-5](#). Il est esthétiquement neutre et transformable par trempe, feuilletage, bombage et assemblage en vitrage isolant. Pour l'entretien plus poussé, l'eau claire et la raclette suffiront. Comme pour les vitrages courants.

## 3.2 VITRAGES DÉCORATIFS EN INTÉRIEUR

En phase de construction il convient de prévenir toute projection de plâtre, béton, poussières excessives ou résidus métalliques, peintures ou produits de traitement, par tout moyen adapté.

*Guide pour les Verres Décoratifs pour Applications en Intérieur*

[https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical\\_documents/original/cleaning10485.pdf](https://www.agc-yourglass.com/sites/default/files/technical_documents/original/cleaning10485.pdf).

### ▼ Entretien courant

Nettoyer abondamment le verre avec de l'eau et non à sec. De temps à autre, quelques gouttes de détergent neutre ou d'un produit de nettoyage approprié du commerce peuvent être ajoutées à l'eau. Rincer à l'eau claire et éliminez complètement l'eau à l'aide d'une raclette ou d'un chiffon doux.

Ne jamais utiliser de produits de nettoyage fluorés, chlorés ou ammoniaqués, fortement acides ou fortement alcalins, ni d'outillage agressif tels que des lames de rasoir, la laine d'acier, ou autre matériau abrasif, etc... pour nettoyer du verre.

L'ammoniac ne doit pas être utilisé avec des vitrages Lacobel ou Matelac. Les solvants ne doivent jamais atteindre la face arrière, peinte ou argentée, des verres décoratifs. Les vitrages dépolis Matelux doivent être nettoyés à l'eau sur toute la surface à chaque fois et rincés abondamment.

Les bords de tous les vitrages et particulièrement Mirox, Matelac, Lacobel, Stratobel, doivent être séchés rapidement.

### ▼ Fin de chantier ou nettoyage spécifique

Les films protecteurs, les étiquettes et les matériaux de séparation doivent être enlevés rapidement. En cas de difficultés, utiliser des solvants tels que l'isopropanol ou l'acétone. Pour les traces de doigts ainsi que les taches de graisse ou de mastic, utiliser des solvants tels que l'acétone ou le méthyléthylcétone (MEC).

Les produits adhésifs à base de silicone, les peintures et vernis, etc..., doivent être éliminés immédiatement, dès l'installation des vitrages. Utiliser un produit professionnel. L'éponge en mélamine enlève la salissure de façon plus nette qu'avec un chiffon.

Procéder ensuite à un nettoyage courant, rincer et sécher.

### ▼ Verre dépoli dans l'habitat

Les gammes Matelux, Matelac et Matelac T peuvent être nettoyés avec une grande quantité d'eau claire et une éponge douce, ou un nettoyant pour vitre à base d'alcool.

Un kit de nettoyage Fix-In pour les particuliers est disponible sur [www.agc-store.com](http://www.agc-store.com). Il comprend un nettoyant et une éponge en mélamine non abrasive, à appliquer sans pression excessive. L'intégralité de la surface doit être nettoyée afin d'éviter des traces résiduelles. Il convient de bien rincer et essuyer.

Le tableau ci-dessous est applicable aux tâches alimentaires ou courantes.

### Méthode de nettoyage conseillée

Nettoyage de verre maté à l'acide (Matelux, Matelac, Matelac T).

Origine de la tache	Après 6 h.		Après 24 h.		Meilleure pratique
	Eau	1 / Nettoyant pour vitres FIX-IN 2 / Eau	Eau	1/ Nettoyant pour vitres FIX-IN 2 / Eau	
Bière	😊	😊	😊	😊	Eau
Thé noir	😊	😊	😊	😊	Eau
Café	😊	😊	😊	😊	Eau
Soda	😊	😊	😊	😊	Eau
Jus	😊	😊	😊	😊	Eau
Lait	😊	😊	😞	😞	1/ Nettoyant pour vitres FIX-IN - 2 / Eau
Moutarde	😊	😊	😞	😞	1/ Nettoyant pour vitres FIX-IN - 2 / Eau
Huile	😞	😞	😞	😞	1/ Nettoyant pour vitres FIX-IN - 2 / Eau
Vin rouge	😊	😊	😊	😊	Eau
Résidus de silicone et de colle	😞	😞	😞	😞	Dégraissant anti-silicone du Kit de nettoyage FIX-IN pour installateurs
Savon	😊	😊	😊	😊	1/ Nettoyant pour vitres FIX-IN - 2 / Eau
Dentifrice	😊	😊	😊	😊	1/ Nettoyant pour vitres FIX-IN - 2 / Eau

😊 : très facile (plus facile qu'une surface vitrée float),

😞 : facile (similaire à une surface vitrée standard),

😞 : difficile.

### ▼ Verre à couche Stopsol Supersilver

Procéder comme pour l'entretien courant des vitrages intérieurs. L'utilisation de matériel abrasif ou objet métallique provoquerait des griffes qui ne pourraient être éliminées. De plus il convient d'éviter les frottements excessifs et tout produit chimique.

# — 4 — LES VITRAGES ET LA SÉCURITÉ



Test de résistance

Les vitrages de sécurité sont définis par leur classement suivant la norme [EN 12600](#), qui traduit une aptitude à résister à un certain impact et/ou à ne pas produire des éclats blessants.

Le verre feuilleté et le verre trempé sont recommandés. La glace armée n'est utilisable que dans des cas très limités. Le verre recuit, le verre durci ou le verre trempé chimiquement et non feuilleté ne sont pas admis.

Les classements [EN 12600](#) et les autres performances nécessaires à la sélection des produits figurent dans les documents de marquage **CE** de AGC Glass Europe.

En France le [Mémento P5 \(FD\) du DTU 39](#) est applicable aux travaux neufs et aux travaux de remplacement du bâtiment. Il s'adresse aux maîtres d'œuvre et précise comment choisir les vitrages en fonction de l'exposition aux risques de blessures accidentelles (chute dans le vide, heurts, ou chutes de verre) en fonction de l'exploitation des locaux, définie par le maître d'ouvrage. Le [DTU 39 P5 \(2017\)](#) ne traite pas des vitrages de protection des biens lors d'actions délibérées de vandalisme et violence et il renvoie à la réglementation pour la prévention des risques liés aux incendies ou aux séismes.

Il est d'autres usages du verre pour lesquels le donneur d'ordre ou concepteur devra utiliser des vitrages apportant la sécurité requise : ameublement, mobilier urbain, décoration, revêtements de sols et murs, abords de piscines...

## 4.1 PRÉVENTION DES RISQUES CONSÉCUTIFS AUX CHUTES DE PERSONNES

### ▼ Ouvrages concernés (NF DTU 39)

- > Les garde-corps de balcons, terrasses, galeries, loggias et autres ouvrages relevant de la norme [NF P 01-012](#).
- > Les ensembles vitrés contigus à un vide :
  - lorsque la hauteur de chute comptée à partir de la zone de stationnement normal ou de la zone de stationnement précaire, au sens de la norme [NF P 01-012](#), dépasse 1 mètre ;
  - qui ne se trouvent pas associés à un garde-corps répondant aux normes [NF P 01-012](#) et [NF P 01-013](#) lorsque l'ouvrage entre dans le domaine d'application de ces normes ;



- lorsque la partie basse des vitrages se trouve à une hauteur inférieure à la hauteur de protection prévue par la norme [NF P 01-012](#) ou la [P 08-302](#) ou par un autre texte pouvant éventuellement concerner l'ouvrage.

- > **Certaines parois inclinées (verrières)** : pour lesquelles selon le DIUO (Document d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage), soit en raison de leur constitution, soit de par la constitution de l'ouvrage, il n'est ni prévu ni envisageable de mettre en place des éléments de protection permettant de supprimer les risques de chute d'un intervenant lors des opérations d'exploitations ultérieures (nettoyage, entretien, réparation).
- > **Les cages d'ascenseurs et portes palières** : qui ne se trouvent pas associées à un garde-corps répondant aux normes [NF P 01-012](#) et [NF P 01-013](#). La hauteur à protéger est généralement 1 m.

### ▼ Solutions vitrages

- > **Vitrages feuilletés Stratobel PVB, Strong et Stratophone** : classés 1B1, dont les composants sont recuits ou trempés (33.2, 44.2, 55.2, 66.2, ...).
- > **Vitrages feuilletés EVA ou SentryGlas** : classés 1B1 suivant [EN 12600](#) et P1A suivant [EN 356](#).

Vitrages Stratobel 1B1 P1A				
	Recuit	Trempé	Intercalaire	
Stratobel PVB ou Strong ou SG Stratophone	33.2 et toutes épaisseurs supérieures		PVB ≥ 0.76 mm SG > 0.89 mm	Clair ou coloré Clair
Stratobel EVA	88.2 minimum	55.2 minimum	EVA ≥ 0.8 mm	Clair

Les vitrages trempés classés 1C1 ne peuvent être admis que dans des cas très limités (existence d'une protection résiduelle intrinsèquement résistante).

### ▼ Solutions réputées satisfaisantes ([NF DTU 39](#))

Ces cas ne nécessitent pas d'essai sur l'ouvrage. Dans les autres situations (produit et/ou mise en œuvre différents), des tests de chocs sur l'ouvrage réel sont nécessaires (prise en feuillure sur 2 ou 3 côtés, et/ou pièces métalliques par exemple) et à prévoir par l'entreprise.

### > Vitrages simples

Les vitrages Stratobel PVB, Strong et Stratophone, dont la prise en feuillure **pf** est supérieure ou égale à 15 mm sur toute la périphérie et dont le châssis est pourvu de garnitures d'étanchéité (obturateur sur fond de joint ou profil EPDM), sont admis sans essai dans les limites données dans le tableau ci-dessous.

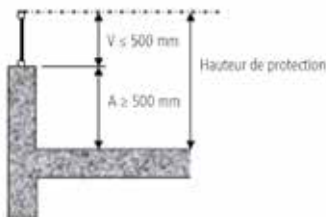
Stratobel recuit	33.2	44.2	55.2	66.2
Surface maximale	0.5 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	4.5 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>

Par extension un composant plus épais, ou/et un plus grand nombre d'intercalaires ou/et des composants durcis ou trempés, sont admis avec des limites de surface identiques.

*Bon à savoir : un vitrage 64.2 doit être assimilé à un vitrage 44.2 et non à 55.2.*

### > Garde-corps mixtes












Un vitrage Stratobel PVB ou Strong ou Stratophone d'épaisseur 33.2 au moins convient sans essai si :



- le vitrage (V) est situé entièrement au-dessus de 500 mm par rapport au sol fini du local (allège A) ;
- la hauteur du clair de vitrage est inférieure ou égale à 500 mm ;
- la main courante ou la traverse, répond aux exigences qui la concernent (choc M50/900J) ;
- le vitrage est au moins pris en feuillures haute et basse sur 15 mm minimum lorsque le clair de vitrage est compris entre 180 et 500 mm.

### > Vitrages isolants doubles : les situations a, b, c et d sont

détaillées ci-dessous

Vitrage coté vide	Vitrage coté choc	Situation a
 Stratobel PVB ou Strong ou Stratophone (1B1) ou Stratobel EVA ou autre feuilleté (1B1 et P1A)	 Recuit ou durci ou trempé  Feuilleté Stratobel ou Stratophone ou feuilleté de toute nature	Admise : - sans essai si Stratobel PVB est réputé satisfaisant compte tenu de la surface - avec essais de choc dans le cas contraire
Vitrage coté vide	Vitrage coté choc	Situation b
 Recuit ou durci ou trempé HST et $e > 10$ mm, ou non classé EN 12600	 Stratobel PVB ou Strong 1B1 ou autre Stratobel 1B1 et P1A	Admise si justification par essai de choc de la non-casse du vitrage positionné côté vide
 Trempé HST et $e \leq 10$ mm et 1C1, 1C2 ou 1C3	 Stratobel PVB ou Strong 1B1 ou autre Stratobel 1B1 et P1A	Sans essai si le vitrage Stratobel coté choc satisfait les conditions "sans essais" Avec essai dans le cas contraire
 Stratobel toute nature		
Vitrage coté vide	Vitrage coté choc	Situation c
 Trempé HST 1C1	 Recuit ou durci ou trempé sans classement EN 12600 ou trempé 1C1, 1C2, ou 1C3  Stratobel toute nature	Admis avec protection résiduelle suivant NF P 01-012 et justification par essai de choc de la non-casse du vitrage trempé coté vide

> Triples vitrages

Dans le cas d'un triple-vitrage, les tableaux relatifs aux situations a, b, c et d s'appliquent, avec en complément :

- si le vitrage côté opposé au choc est feuilleté Stratobel : pas de prescription pour le composant intermédiaire ;
- si le vitrage côté opposé au choc est trempé HST : composant intermédiaire trempé 1C3 ou 1C2 ou 1C1 ;
- si le vitrage côté opposé au choc est recuit ou durci : justifier de la non-rupture du composant côté vide selon § 4.2.2.2.2 du DTU 39.

### ▼ Essais sur ouvrages

Il appartient à l'entreprise de prévoir l'organisation d'essais lorsque les conditions diffèrent de celles qui sont admises sans essai par le DTU 39. Soit du fait de la mise en œuvre (2 ou 3 cotés en feuillure, pièces métalliques) ou de la hauteur de prise en feuillure, soit du fait des produits utilisés. Les essais sont réalisés sur un prototype non réutilisé pour l'ouvrage.

Les annexes A et B du FD DTU 39 (2017) homogénéisent les différents référentiels applicables aux garde-corps vitrés et ensembles contigus à un vide (NF P 01-013, NF P 08-301, P08-302, cahiers du CSTB 3034, 3488, 3574, etc...). Elles décrivent précisément les essais de choc de corps dur (D1/10J) et mou (M50/600J, M50/700J ou M50/900J) qui sont applicables dans un très grand nombre de situations de mise en œuvre, produits et dimensions des ouvrages, ainsi que les procédures éventuellement complémentaires aux justificatifs (Atex ou Avis Techniques).

Les critères de résistance sont satisfaits si :

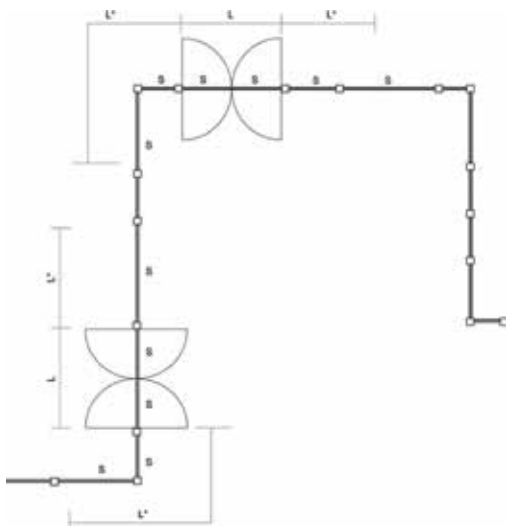
- le vitrage n'est ni traversé, ni emporté ;
- le choc ne produit pas de débris ou d'élément pouvant causer des blessures corporelles aux personnes se trouvant à l'extérieur ;
- le gabarit hexagonal de la NF P 01-013 § 2.3.3 ne passe pas au niveau des bords libres.

## 4.2 PRÉVENTION DES RISQUES CONSÉCUTIFS AUX HEURTS ENTRE USAGERS ET PAROIS VITRÉES

### ▼ Les parois concernées

Le *FD DTU 39 P5 (2017)* stipule que dans les parties communes des bâtiments d'habitation, les locaux soumis aux dispositions du code du Travail et les ERP, (i) les portes, portes-fenêtres et le voisinage des portes des circulations, (ii) les portes, portes-fenêtres et parties attenantes des locaux ERP dont l'effectif est supérieur à 19 personnes et donnant sur une circulation ou un autre local ou une terrasse ou balcon de surface  $> 5 \text{ m}^2$ , doivent être munis de vitrages de sécurité, sur chaque face exposée à un choc potentiel.

Le classement de l'établissement public et l'effectif du local sont donnés par le maître d'ouvrage (voir p. 584).



L = Largeur de passage libre  
 L\* = Largeur attenante, égale à L, limitée à 1.50 m  
 S = Vitrage de sécurité

Sont concernés également :

- les vitrages de circulation en ERP dont la partie basse est à moins de 1 m du sol fini si exposés à des chocs (chariots par exemple) ;
- les vitrages des parties communes de bâtiments d'habitation, dont la partie basse est située à moins de 1,25 m du sol fini intérieur, qui ne seraient pas protégés sur leurs faces accessibles aux enfants, par un dispositif adéquat ;
- les impostes sans traverse basse situées au-dessus des passages.

La visualisation des parois transparentes est obligatoire dans ces mêmes situations, lorsque le vitrage est présent à la fois sous 0.60 m et au-dessus de 1.50 m (soit quasiment sur toute la hauteur).



## ▼ Solutions vitrages

### > Verre feuilleté 2B2

Respecter les épaisseurs minimales suivantes :

Vitrages 2B2			
	Recuit	Trempe	Intercalaire
Stratobel PVB ou Strong ou SG ou Stratophone	33.2 et toutes épaisseurs supérieures		PVB $\geq 0.76$ mm SG $> 0.89$ mm
	33.1, 44.1 et épaisseurs supérieures	33.2 et toutes épaisseurs supérieures	PVB $\geq 0.38$ mm SG $> 0.89$ mm
Stratobel EVA	44.2 et épaisseurs supérieures		EVA $\geq 0.8$ mm
Pyrobelite	7EG, 12 EG		Intumescent + PVB
	16 et épaisseurs supérieures		Intumescent
Pyrobel	16 EG et épaisseurs supérieures		Intumescent + PVB

### > Verre trempé thermiquement 1C3

Respecter les épaisseurs minimales suivantes :

Vitrages 1C3				
	Planibel Trempé	Colorbel	Arlite	Imagin trempé
Épaisseur minimale	4 mm	6 mm	6 mm	4 mm

### > Verre armé limité à 0,50 m<sup>2</sup>

Le verre poli armé de sécurité (Polished wired Safety Glass), 7 mm, conforme à la [NF EN 572-3](#), est classé 3B3.

### > Protection des chants et visualisation

Protection des bords par un façonnage de type JPI, JPP, JAI, JAP, pour les vitrages feuilletés ou trempés, ou par un stabilisateur en verre collé sur la hauteur ou un profilé continu.

La visualisation peut être obtenue de façon durable avec un motif déposé par sérigraphie, ou lumineux, ou un feuilleté décoratif Stratobel.

## 4.3 PRÉVENTION DES CHUTES DE MORCEAUX DE VERRE

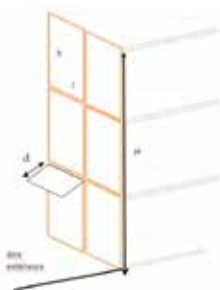
### ▼ Les ouvrages concernés

Ce sont les toitures, verrières, marquises, auvents et toute baie vitrée en position inclinée de façon permanente de plus de 5° par rapport à la verticale, située à l'aplomb d'une activité humaine.

### ▼ Réceptacles pour protection des passages traversants

Certains verres trempés épais ( $\geq 12$  mm) en façade peuvent en cas de rupture tomber en amas qu'il convient de fragmenter ou de retenir. Un réceptacle peut être constitué de verre feuilleté Stratobel de performance P5A et résistant à une charge de 2000 Pa. Les dimensions de la protection dépendent de la hauteur de cette façade.

Cas général	Hauteur de façade $H > 28$ m
$d = \text{minimum } 0.50 \text{ m et limité à } 1.50 \text{ m}$	$d = H/20 + 1.40 \text{ m}$



## ▼ Solutions vitrages

### > Verre trempé thermiquement et vitrage trempé THS classé 1C3 au moins

Il n'est autorisé, comme vitrage simple ou comme vitrage intérieur d'un vitrage isolant, que :

- si l'épaisseur nominale est au maximum égale à 4 mm, et
- si la hauteur de chute nominale (distance maximale mesurée verticalement entre le vitrage et le sol) est inférieure à 4 m, et
- si la surface maximale du vitrage est 1,5 m<sup>2</sup>.

Le verre trempé ou trempé THS peut être utilisé sans restriction si des éléments sont mis en œuvre pour s'opposer à la chute de fragments de verre de masse supérieure à 10 grammes.

### > Vitrages feuilletés de tous types classés 2B2

Tableau page 486.

### > Vitrages armés classés 3B3

En feuillure ou avec un bord libre au maximum égal à 0.60 m. Verre poli armé (Polished wired Glass), 7 mm.

### > Vitrages isolants doubles ou triples dont la sous-face est un feuilleté 2B2 ou un verre trempé 1C3

Avec les mêmes limites pour le verre trempé qu'en vitrage simple.



### > Vitrages feuilletés P5A

Stratobel PVB ou Strong ou SG 44.6.

## 4.4 PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS LIÉE AU VANDALISME, À L'EFFRACTION OU AUX AGRESSIONS

Pour ces usages, les vitrages performants sont des Stratobel ou Thermobel Security PVB multiples, souvent asymétriques.

Lorsque le composant de protection classé est assemblé en vitrage isolant, il doit être placé du côté intérieur. Lorsque les deux composants du vitrage isolant participent à la protection, le sens de pose doit être respecté. Les vitrages seront maintenus sur toute la périphérie, avec un châssis adapté à cet usage.

Le choix d'une composition est dicté par la nature du local, ainsi que les biens ou personnes à protéger. Il appartient au maître d'ouvrage, ou à sa compagnie d'assurances, d'apprécier les risques.

La validation technique (risque par casse thermique, élévation des températures) doit être appréciée au cas par cas avec nos services. Le respect concomitant de la réglementation thermique doit être étudié, spécialement pour des vitrages très épais.

### ▼ Vandalisme et effraction

Les vitrages sont testés suivant la [NF EN 356](#), et classés P1A à P8B. Pour assurer cette protection, les produits verriers ainsi classés doivent être installés dans un châssis qui présente une résistance appropriée aux attaques avec un jeu d'outils définis et non démontable coté effraction.

Classe de châssis et type de test EN 1630	Classe Stratobel Security EN 356
CR3	P5A
CR4 (hache, marteau, levier lourd)	P6B
CR5 (force physique et utilisation de petit appareil électrique)	P7B
CR6 (force physique et appareillage électrique et hydraulique)	P8B

## ▼ Tirs d'armes à feu

Les vitrages sont testés suivant la [NF EN 1063](#), et classés BR1 à BR7 ou SG1 ou SG2 (voir p. 94). Pour assurer cette protection, les produits verriers classés doivent être installés dans un châssis qui doit également être classé par essai suivant [EN 1522](#) et comporte notamment des tirs de biais dans l'intercalaire de vitrage isolant.

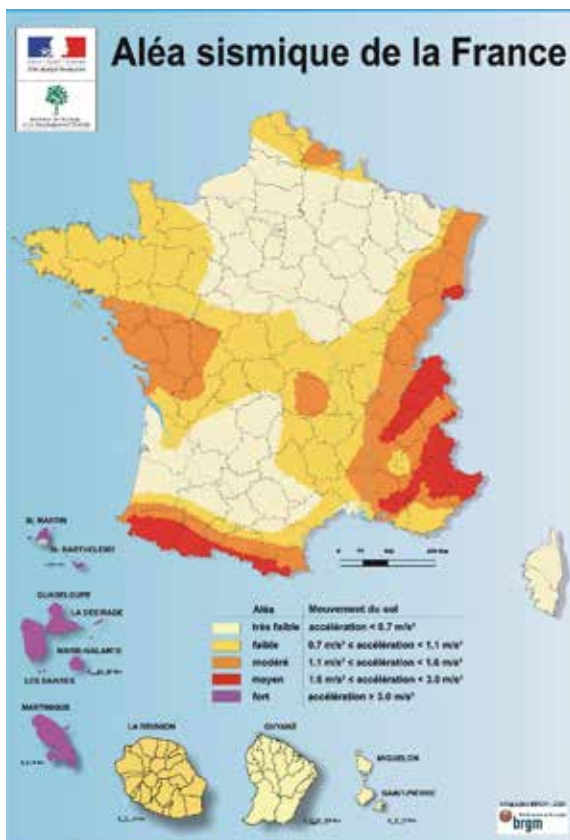
Classe de châssis et type de test EN 1522	Classe Stratobel ou Thermobel Security EN 1063
FB 4	BR4
FB 5	BR5
FB 6	BR6
FB 7	BR7
FSG	SG2

## 4.5 RISQUES LIÉS A UN SÉISME

Les bâtiments sont classés par l'arrêté ministériel du 22/10/2010 en catégories I, II, III ou IV.

Le découpage en zones d'aléa sismique est communal et il est défini par l'[Article D563-8-1 du Code de l'Environnement](#).

Les zones 2 (risque faible), 3 (risque modéré) et 4 (risque moyen) en France métropolitaine couvrent une bonne partie du territoire (voir p. 576).



#### 4.5.1 PRINCIPES DE PRÉVENTION

La prise en compte du risque sismique repose sur la détermination par calculs de l'action sismique, la justification d'une reprise des mouvements par des dispositions constructives, et les risques de blessure en cas de chutes de verre ou de bris.

Les parcloles doivent assurer le maintien du vitrage sur son support. La conception des bâtis (cadres, feuillure, calage, pièces métalliques en cas de VEA...) doit permettre d'absorber les déformations induites par le séisme.

*Bon à savoir : l'utilisation de produits verriers constituant des éléments structurels n'est généralement pas autorisée.*

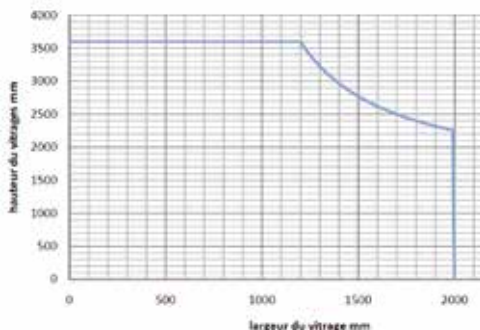
Il n'y a pas d'exigences autres que les dispositions habituelles, pour tous les bâtiments en zone 1 ou quand aucun aléa sismique n'est à considérer.

TOUS OUVRAGES	Catégories de bâtiment			
	I	II	III	IV
Zone 1	<div> Aucun aléa sismique : règles usuelles DTU 39 FD P5 </div> <div> Aléa sismique : le type de verre dépend de l'ouvrage ou des dimensions </div>			
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				

Sont concernés par la réglementation les menuiseries extérieures, les cloisons, les façades légères, les éléments de couvertures (exemple : verrières) ou les garde-corps qui sont installés sur des bâtiments neufs ou existants s'ils sont soumis à l'aléa sismique.

Le choix des vitrages repose sur leur classement [EN 12600](#). Il convient d'apprécier le risque de chute de morceaux des cotés intérieur et extérieur séparément.

## 4.5.2 SCHÉMA DE DIMENSIONS



Lorsqu'il existe un aléa sismique, ce schéma indique :

- les dimensions maximales utilisables en verre recuit et en façade,
- les dimensions maximales utilisables en verrière ou toiture quel que soit le type de verre.

## 4.5.3 OUVRAGES EN VERRE

### ▼ Fenêtres, portes-fenêtres, blocs baie, portes extérieures

Le texte de référence est la [Fiche n°50 SNFA / Coprec / CSTB «Dispositions applicables aux fenêtres en zone sismique»](#), voir également le site Fenêtres-NF.fr.

Les menuiseries extérieures en tunnel et en applique intérieure ou extérieure ne font pas l'objet de dispositions parasismiques lorsque les remplissages ont une surface inférieure à 4 m<sup>2</sup>. Par conséquent l'utilisation de verre recuit est possible, si par ailleurs il n'existe aucune autre exigence de sécurité applicable (suivant [DTU 39 FD P5](#)).

Au-delà de 4 m<sup>2</sup>, les dispositions sont identiques à celles applicables aux remplissages des façades légères en zone sismique (notamment le schéma dimensionnel).

Pour les fenêtres juxtaposées ou baies en bandes filantes horizontales ou verticales, les dispositions applicables sont celles des façades légères et en ce cas le texte de référence est la [Fiche Technique n° 50](#).

## ▼ Cloisons

Le texte de référence est le [DTU 35.1 P1-1, Annexe D](#).

Si la cloison présente une masse  $\leq 25 \text{ kg/m}^2$  et sa hauteur de chute est  $\leq 3.5 \text{ m}$ , alors il n'y a pas lieu de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement de la cloison. Dans le cas contraire, les cloisons doivent faire l'objet d'une prise en compte du risque sismique (détermination par calculs de l'action sismique et justification d'une reprise des mouvements par des dispositions constructives).

## ▼ Façades légères

Le texte de référence est la [fiche technique CSTB / CEBTP / COPREC / SNFA n°49](#).

Il n'y a pas d'exigence, lorsque les vitrages sont en feuillure sur 4 cotés, ou collés VEC (façades rideaux conformes au [DTU 33](#) et ouvrages conformes au [DTU 39](#) ou relevant d'un DTA), lorsque au moins une des conditions ci-après est vérifiée :

- 1 : la présence humaine est occasionnelle, des morceaux pourraient tomber mais sans risque (zone non accessible ou uniquement pour entretien...);

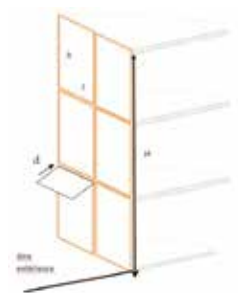
ou :

- 2 : la hauteur de chute du verre vers une aire d'activité extérieure ou intérieure, telle que mesurée entre le point haut du vitrage et le sol, est inférieure à 3.5 m ;

ou :

- 3 : il existe un réceptacle (loggia, auvent, balcon...) de dimensions suffisantes, apte à supporter  $200 \text{ dN/m}^2$  (2000Pa). Cet élément est généralement côté extérieur.

*Bon à savoir : lorsque la hauteur de chute vers l'intérieur (h) est inférieure à 3.5 m, le composant intérieur d'un vitrage isolant peut être en verre recuit, sauf autre exigence habituellement applicable.*



Lorsque les vitrages sont en feuillure sur 4 cotés, ou collés VEC, et que leurs dimensions  $l$  et  $h$  les placent sous la courbe des dimensions en respectant le sens (largeur  $l$  et hauteur  $h$ ), il est possible d'utiliser du verre recuit sur toutes les faces, en l'absence d'exigences de sécurité autres que sismiques et hors certains bâtiments de catégorie 4, suivant le tableau ci-dessous.

FAÇADE	Catégories de bâtiment			
	I	II	III	IV
Zone 1	Aucun aléa sismique : règles usuelles DTU 39 FD P5			
Zone 2				
Zone 3		Verre recuit si : $l$ et $h$ sont sous la courbe du schéma dimensionnel		1C3 ou 2B2
Zone 4				
Zone 5				

Limites d'utilisation des **verres recuits** suivant catégories de bâtiments.

Si les dimensions l ou h sont au-dessus de la courbe des dimensions et, selon la zone, le bâtiment ou la situation en façade, les vitrages sont en verre feuilleté ou trempé.

FAÇADE	Catégories de bâtiment			
	I	II	III	IV
Zone 1	Aucun aléa sismique : règles usuelles DTU 39 FD P5			
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				

Utilisation des **verres trempés ou feuilletés** suivant catégories de bâtiments.

## ▼ Verrières

Le texte de référence est «*Recommandations professionnelles RAGE 2012 Verrières. Neuf et Rénovation*».

Les DTA des systèmes de verrière décrivent les dispositions pour les remplissages en verre suivant le document *GS2/CSTB : «Dispositions applicables aux verrières en zone sismique»*.

La justification des ossatures et des fixations sont à la charge de l'entreprise. Elles portent sur les contraintes des attaches et des profilés qui doivent être inférieures aux limites d'élasticité des matériaux et sur les déformations qui doivent être compatibles avec le maintien des remplissages dans leur feuillure ou leur système de maintien.

Lorsque les vitrages sont en feuillure sur 4 côtés, ou collés VEC (verrières conformes au *DTU 39* et ouvrages relevant d'un DTA ou VEC), il n'y a pas d'autre exigence que celles du *DTU 39 FD P5 §6*, si au moins une des conditions ci-après est vérifiée :

- 1 : la présence humaine est occasionnelle là où le verre pourrait tomber ;

ou :

- 2 : la hauteur de chute du verre vers une aire d'activité extérieure ou intérieure, telle que mesurée entre le point haut du vitrage et le sol, est inférieure à 3.5 m.



Les limites courantes fixées par **DTU 39 FD P5** s'appliquent pour les vitrages trempés ou armés en vitrage simple. Les faces d'un vitrage isolant répondent aux exigences du **DTU 39 P5 § 6.1.2**.

Lorsqu'aucune des conditions (1) ou (2) n'est remplie, les dimensions du vitrage sont limitées suivant le schéma des dimensions (voir p. 493), en respectant le sens hauteur/largeur.

VERRIERE	Catégories de bâtiment			
	I	II	III	IV
Zone 1	Aucun aléa sismique : règles usuelles DTU 39 FD P5  Feuilleté 2B2 en sous-face d'un VI			
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				

Choix de vitrage en toiture.

### ▼ Réceptacle

Stratobel PVB ou Strong 44.6 minimum peut constituer un réceptacle vitré avec un classement P5A. il convient de vérifier la résistance de l'ouvrage sous charge de 200 daN/m².

Le débord d'un réceptacle sera :

- compris entre 1.50 m et  $H/10$  si la façade a une hauteur  $H$  inférieur à 28 m,
- égal à  $(H/20 + 1.40 \text{ m})$  si la façade a une hauteur supérieure à 28 m.

Les balcons, loggias, auvents et ouvrages similaires peuvent, selon leurs dimensions, former réceptacle pour les débris.

## 4.6 ÉVÈNEMENTS NATURELS EXCEPTIONNELS (AVALANCHE, CYCLONE)

### ▼ Protection contre les avalanches

Peuvent être concernés les vitrages verticaux ou inclinés des ouvrages situés dans les zones à risques définies par les règlements types des plans de prévention, et précisées par le maître d'ouvrage dans les Documents Particuliers du Marché (DPM). Les différents plans de prévention, les zones à risques et les hauteurs d'application sont précisés par les collectivités locales.

Seuls des vitrages feuilletés classés 1B1, éventuellement trempés, conviennent pour satisfaire aux charges élevées d'avalanches. En vitrage isolant il est recommandé que les deux faces soient feuilletées. Les châssis doivent être adaptés.

### ▼ Protection contre les cyclones

Les ouvrages verticaux ou inclinés peuvent être concernés en l'absence de fermetures extérieures ou dispositifs adaptés. Ils sont précisés dans les DPM.

La protection des personnes en cas de bris du vitrage est apportée par :

- des vitrages feuilletés Stratobel classés au moins 2B2 suivant la [NF EN 12600](#),
- des vitrages trempés classés au moins 1C3 suivant la [NF EN 12600](#).

De plus, les parois vitrées devant empêcher la pénétration de débris doivent être en verre feuilleté classé au moins P2A suivant la [NF EN 356](#), soit Stratobel PVB 44.2 minimum.

## 4.7 PROTECTION EN CAS D'INCENDIE OU D'EXPLOSION

### ▼ Explosions

Les règles à observer (zones et ouvrages concernés, installations, distances à protéger, etc.) sont précisées par arrêtés ministériels portant sur les installations pyrotechniques et par le Code du Travail.

Les vitrages sont testés suivant la [NF EN 13541](#). Les vitrages sont classés ER 1 à ER 4, éventuellement complétés par l'indication du suffixe S ou NS traduisant la présence (S) ou non (NS) d'éclats vulnérants. Pour assurer la protection des personnes, les produits verriers ainsi classés doivent être installés dans un châssis qui présente une résistance appropriée aux attaques.

Les vitrages feuilletés Stratobel PVB peuvent convenir pour cet usage. Il conviendra de préciser les caractéristiques de la déflagration potentielle (puissance de l'explosif, distance, etc...), (voir p. 95).

### ▼ Vitrages de protection incendie

La réglementation porte principalement sur les ERP (voir p. 584).

- **Résistance au feu** : les vitrages de protection incendie doivent être mis en œuvre et utilisés conformément au Procès-Verbal d'essai de classement en résistance au feu (voir p. 366). Lorsque nécessaire, il y a lieu de répondre aux autres exigences de sécurité du [FD DTU 39 P5](#).

Les vitrages Pyrobel classés 2B2 ou 1B1 selon leur composition et le sens du choc et les Pyropane 1C1 peuvent répondre à ces spécifications.

- **Réaction au feu** : dans les immeubles de grande hauteur, la masse totale combustible est limitée pour éviter la propagation d'un incendie.

Les vitrages sans matière organique (Planibel, Imagin, verres à couche low E ou de contrôle solaire) sont par nature incombustibles et ne contribuent pas à augmenter la masse combustible de l'IGH. Ils sont classés A1.

Les vitrages feuilletés, les vitrages isolants, les vitrages de décoration ont des classements (A1, A2, B ou C) très dépendants de leur épaisseur et de la proportion relative en matière organique.

Plus précisément, le PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur d'un matériau) exprimé en MJ/kg permet de calculer la masse combustible totale des éléments de construction d'un local pour satisfaire à la limitation de potentiel calorifique du bâtiment. Cette valeur peut être déterminée pour la plupart de nos produits verriers.

## 4.8 LOCAUX SCOLAIRES ET PARA-SCOLAIRES

Situations	Établissements d'éveil, écoles maternelles, crèches, garderies, écoles élémentaires	Collèges et lycées	Produits et classement
Circulations intérieures	Vitrages à moins de 1,30 m du sol fini	Vitrages à moins de 1,80 m du sol fini	Stratobel ou Stratophone 2B2
Locaux accessibles aux enfants et/ou élèves	Vitrages jusqu'à 1,00 m au moins du sol fini		Verre trempé 1C3 Verre armé poli 3B3 limité à 0,50 m <sup>2</sup>
Préaux ou aire de jeux extérieure	Vitrages jusqu'à 2,00 m au moins du sol fini		Verre profilé trempé 1C3
Vitrages sur toute la hauteur du bâtiment, à l'aplomb des passages traversants non protégés par un réceptacle (1)	Au niveau du passage, les faces intérieure et extérieure du vitrage isolant sont concernées Aux étages au-dessus du passage, seule la face extérieure du vitrage isolant est concernée		Stratobel ou Stratophone 2B2
Oculus éventuels des portes	La limite basse de l'oculus se situe à moins de 0,50 m du sol fini	A hauteur de vue selon règle CO 44, au sens du règlement incendie	Stratobel ou Stratophone 2B2 Verre trempé 1C3 Verre armé poli 3B3 limité à 0,50 m <sup>2</sup>
Visualisation	0.50 m en complément	Entre 1.10 m et 1.60 m	Tout moyen adapté

(1) Pour assurer cette fonction, le réceptacle présente un débord égal au 1/10<sup>e</sup> de la hauteur de la façade vitrée par rapport au plan de la façade, sans être inférieur à 0,50 m, et limité à 1,50 m. Lorsque la façade vitrée a une hauteur supérieure à 28 m, le réceptacle présente un débord égal à 1/20<sup>e</sup> de la hauteur de la façade + 1,40 m.

## 4.9 LOCAUX SPORTIFS ET SALLES POLYVALENTES

	Situations des vitrages	Produits et classement
Portes		- Vitrage trempé 1C3 - Stratobel ou Stratophone 2B2 Les portes en verre armé sont interdites
Salles d'activité physique et sportive sans jeux de balle ou de ballon	Partie basse est à moins de 2,00 m, non protégée par une protection complémentaire	- Vitrage trempé 1C3 - Stratobel 2B2 - Verre profilé armé ou trempé, épaisseur 7 mm avec présence de joints antichoc
	Partie basse est à plus de 2,00 m	Pas de prescription
Salles d'activité physique et sportive avec jeux de balle ou de ballon	Toutes parois verticales	- Vitrage trempé 1C3 - Stratobel ou Stratophone 2B2 - Verre profilé armé ou trempé, épaisseur 7 mm avec présence de joints antichoc
Vitrages non protégés des parties hautes des gradins mobiles ou non, dont la partie basse est à moins de 2,00 m Absence de risque de chute des personnes dans le vide	Vitrages non protégés des parties hautes des gradins mobiles ou non, dont la partie basse est à moins de 2,00 m Absence de risque de chute des personnes dans le vide	- Vitrage trempé 1C3 - Stratobel ou Stratophone 2B2 - Verre profilé armé ou trempé, épaisseur 7 mm avec présence de joints antichoc
	Risque de chute des personnes dans le vide	Jusqu'à 1,00 m par rapport au sol fini : voir dispositions en 4.2 du DTU 39 P5 Au dessus de 1,00 m - Vitrage trempé 1C3 - Stratobel ou Stratophone 2B2 - Verre profilé armé ou trempé, double paroi, épaisseur 7 mm avec présence de joints antichoc
Éclairage subaquatique des piscines		- Vitrage trempé et feuilleté - Stratobel ou Stratophone 2B2

Certains sports peuvent faire l'objet de documents spécifiques édités par les Fédérations.

## 4.10 PISCINES ET PRÉVENTION DE LA NOYADE DE JEUNES ENFANTS

Conformément à la réglementation en vigueur (voir p. 587), des dispositifs de sécurité sont obligatoires pour toutes les piscines privées à usage individuel ou collectif.

Le cas échéant, les barrières de protection et les abris légers peuvent être constitués de vitrages qui auront été testés suivant les modalités prévues. Les vitrages trempés clairs ou émaillés, classés 1C3 suivant [EN 12600](#), et les feuilletés Stratobel ou Stratophone de toute nature classés 3B3 peuvent convenir. L'épaisseur sera fonction de la mise en œuvre et des dimensions.

## 4.11 AMEUBLEMENT ET AGENCEMENT INTÉRIEUR

### ▼ Ameublement

De façon générale, le verre trempé ou feuilleté est utilisé :

- lorsqu'il y a un risque prévisible consécutif à un choc ou une charge,
- pour le mobilier pour enfant,
- pour les portes non encadrées,
- lorsque les charnières sont fixées par serrage à travers des trous ou encoches,
- pour les dessus de tables ne reposant pas de façon continue sur ses bords ou à quelques centimètres du bord,
- dans les salles d'eau.

Les bords apparents doivent être façonnés. Les exigences de sécurité et les méthodes d'essais sont précisées dans les différentes normes pour les meubles de cuisine, plans de travail, meubles de rangement à usage domestique, tables, meubles destinés à recevoir une charge, etc...

[EN 14072](#) concerne les essais de choc applicables aux meubles en verre plat ou bombé. Les éléments testés sont représentatifs de la production et présentent une résistance significative (4 semaines de séchage en cas de collage, pièces métalliques convenablement vissées...).

## ▼ Agencement intérieur

Le *Mémento FD P5 du DTU 39 (2017)* orientera utilement le concepteur. Les limitations applicables à la glace armée ou armée polie ou au verre trempé peuvent s'appliquer, en paroi verticale comme en plafond.

La sécurité aux heurts est assurée par un produit classé 2B2 au moins suivant *EN 12600*. Les produits sécurisés par un film polypropylène transparent, déposé au dos du vitrage en usine par AGC (film Safe+) et d'une épaisseur au moins égale à 4 mm (Mirox Safe+, Lacobel, Matelux Silver, Matelac), sont classés 2B2 et conviennent à ces usages. Leurs morceaux restent solidaires après un bris éventuel.

Dans certains locaux (scolaires, sports et loisirs, IGH), les miroirs et verres laqués sont posés avec un profilé U reprenant le poids du vitrage, ainsi que par collage du produit filmé Safe+.

Dans les ERP, d'éventuels vitrages réfléchissants ne doivent pas tromper sur le sens des issues.

*L'arrêté du 21/11/2002*, relatif à la réaction au feu fixe les euro-classes *EN 13501-1* ou les anciennes catégories M admissibles dans les règlements de sécurité incendie.

# — 5 — DIMENSIONNEMENT DES VITRAGES



Science and Technology Park - Gdansk, Pologne - Architecte : ArchPlus - Planibel LOW-E, Stopray



Les caractéristiques des vitrages (dimensions, composition, type de verre), les actions auxquelles ils sont soumis (effets du vent et de la neige, charges pondérales, charges d'exploitation ou d'origines diverses) et le mode de mise en œuvre de ces vitrages sont nécessaires au calcul de l'épaisseur minimale nécessaire.

Les règles de calcul diffèrent selon les produits, la réglementation, ou les recommandations professionnelles applicables.

En France, la norme [NF DTU 39](#) prévaut largement dans tous les cas de maintien du vitrage en feuillure sur 2, 3 ou 4 côtés.

D'autres règles s'appliquent selon la destination et/ou la mise en œuvre des vitrages, qu'il s'agisse de VEC, VEA, dalles de plancher en verre, vitrages d'aquarium...

# 5.1 – Charges à prendre en compte

Les charges sont désormais définies par les *Eurocodes* et les *Annexes Nationales* qui les complètent.

Le choix des situations et coefficients nécessite une connaissance suffisamment précise du contexte. C'est pourquoi les charges d'exploitation ou climatiques doivent être précisées par le maître d'ouvrage ou son délégué.

A défaut d'information et/ou en l'absence d'une validation des hypothèses de charges, une estimation sera faite par nos services, le dimensionnement étant fait alors sous toutes réserves.

## 5.1.1 POIDS PROPRE - EN 1991

La charge (en Pa) est calculée avec l'épaisseur nominale du produit verrier, ou la somme des épaisseurs des composants verriers exprimées en mm.  $G = (e_1 + e_2 + \dots + e_n) \times 25$ .

## 5.1.2 VENT W - EN 1991-1-4

### > Régions de Vent et vitesses de base

*EN 1991-1-4* et son annexe nationale *EN 1991-1-4/NA* s'appliquent et fixent la vitesse de référence au sol selon la zone climatique.



Région	1	2	3	4

France Métropolitaine					Guyane	Guadeloupe	Martinique	Réunion + Mayotte
Région	1	2	3	4				
V m/s	22	24	26	28	17	36	32	34

La charge  $W$  due au vent, en pression ou en dépression, est obtenue en affectant la vitesse de base du lieu de divers coefficients tenant compte du site : orographie, direction des vents, hauteur de l'élément, catégorie et rugosité du terrain, type de construction, etc..., et du coefficient  $C_{\text{prob}}$  fonction de la probabilité de dépassement de la vitesse du vent au cours d'une année.

Probabilité de dépassement	0.02	0.04	0.10	0.20
Période de retour (ans)	50	25	10	5
$C_{\text{prob}}$	1	0.97	0.92	0.88

W50 est généralement utilisé pour les ouvrages du bâtiment en France.

### > Catégories de terrain

**0** : mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance de 5 km au moins.

**II** : rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc...) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur.

**IIIa** : campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé.

**IIIb** : zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers.

**IV** : zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts.

Les catégories et paramètres de terrain et tous les coefficients afférents, doivent être définis par les documents du marché.

Cas des immeubles de très grande hauteur : de nombreuses surpressions ou dépressions locales obligent normalement à faire des essais en soufflerie.

## > Pressions de vent de base

Les pressions de vent du tableau ci-dessous sont établies avec les hypothèses simplificatrices suivantes :

- W50 (période de retour : 50 ans) ;
- Coefficient d'orographie  $Co(z) = 1$  (sans dénivellation ni obstacle) ;
- $C_{season} = 1$  (cas de méconnaissance de la période de réalisation) ;
- Coefficient de direction  $C_{dir}=1$ .

	Hauteur h du bâtiment	$h \leq 9 \text{ m}$	$h \leq 18 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$	$h \leq 50 \text{ m}$	$h \leq 100 \text{ m}$
	Catégorie de terrain					
Région 1	IV	383	417	505	630	793
	IIIb	399	532	623	753	920
	IIIa	524	660	753	883	1050
	II	676	810	900	1026	1185
	0	842	964	1046	1158	1298
Région 2	IV	456	497	601	750	944
	IIIb	475	633	742	896	1095
	IIIa	624	786	897	1051	1250
	II	804	963	1071	1221	1410
	0	1002	1148	1245	1378	1545
Région 3	IV	535	583	705	880	1108
	IIIb	558	743	871	1051	1285
	IIIa	732	922	1052	1234	1467
	II	944	1131	1257	1433	1655
	0	1177	1347	1461	1617	1813
Région 4	IV	620	676	818	1020	1285
	IIIb	647	861	1010	1219	1491
	IIIa	849	1070	1220	1431	1701
	II	1095	1311	1458	1661	1919
	0	1364	1562	1694	1875	2102

	Hauteur h du bâtiment	$h \leq 9 \text{ m}$	$h \leq 18 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$	$h \leq 50 \text{ m}$	$h \leq 100 \text{ m}$
	Catégorie de terrain					
Réunion + Mayotte	IV	915	997	1206	1504	1895
	IIIb	953	1270	1489	1798	2198
	IIIa	1252	1577	1800	2110	2509
	II	1614	1934	2150	2450	2830
	0	2012	2303	2498	2765	3100
Guadeloupe	IV	1025	1117	1352	1687	2125
	IIIb	1069	1424	1669	2015	2464
	IIIa	1404	1768	2018	2366	2812
	II	1809	2168	2411	2746	3173
	0	2256	2582	2800	3099	3475
Guyane	IV	229	249	302	376	474
	IIIb	238	317	372	449	549
	IIIa	313	394	450	528	627
	II	403	483	538	612	708
	0	503	576	624	691	775
Martinique	IV	810	883	1069	1333	1679
	IIIb	845	1125	1319	1592	1947
	IIIa	1109	1397	1594	1869	2222
	II	1430	1713	1905	2170	2507
	0	1782	2040	2213	2449	2746

### > Pressions de vent de calcul

Il convient toujours de multiplier les valeurs de pression de base par les coefficients spécifiques à la construction ( $C_{pe}$ - $C_{pi}$ ) (aussi appelés  $C_{pnet}$  ou  $C_f$ ) pour obtenir la pression nette. Les coefficients pour la pression intérieure ou extérieure  $C_{pe}$  et  $C_{pi}$  doivent être définis dans les pièces du marché.

Pour les façades légères, l'hypothèse simplificatrice courante est  $C_{pe} = -1.3$  et  $C_{pi} = +0.2$ , établie pour des éléments de remplissage de  $3 \text{ m}^2$ .

Pour une simple toiture (1 ou 2 versants) sur un bâtiment fermé, les hypothèses courantes déterminées pour une surface de remplissage chargée de 1 m<sup>2</sup> sont  $C_{pi} = + 0,2$  et  $C_{pi} = - 0,3$ , et  $C_{pe}$  comme indiqué ci-dessous (*source NF P 78-116*).

	Toiture à un versant				Toiture à deux versants			
	Charge ascendante		Charge descendante		Charge ascendante		Charge descendante	
Angle	Rive pignon	Rive basse ou haute	Courant	Toutes zones	Rive pignon	Rive basse ou haute	Courant	Toutes zones
5°	- 2,6	- 2,5	- 1,2	0,7	- 2,5	- 2,5	- 1,2	0,7
15°	- 2,9	- 2,0	- 1,2	0,7	- 2,0	- 2,0	- 1,5	0,7
30°	- 2,9	- 1,5	- 1,3	0,7	- 2,0	- 1,5	- 1,2	0,7
45°	- 2,4	- 1,3	- 1,3	1,2	- 2,0	- 1,2	- 1,2	1,2
60°	- 2,0	- 1,3	- 1,3	1,2	- 2,0	- 1,0	- 1,0	1,2
75°	- 2,0	- 1,3	- 1,3	1,4	- 2,0	- 1,0	- 1,0	1,4

Pour la paroi extérieure d'une double-peau (*fiche COPREC SNFA n°45*) :  $C_{pe} = 0,6$  et  $C_{pi} = +0$  ; la pression minimale de calcul est 400 Pa.

Pour les éléments de bardage verrier  $C_{pi} = 0$ , et  $C_{pe} = -1.1$  en partie courante de bâtiment,  $C_{pe} = -1.4$  en rive de bâtiment.

Pour les brise-soleil, le coefficient  $C_f$  est généralement pris égal à 2.0 (*fiche COPREC SNFA n° 43*).

Les éléments pare-vent (par exemple Balustra utilisé comme paroi vitrée ou sur terrasse) sont traités comme des éléments isolés au sens du § 7.4 de *EN 1991-1-4* et le coefficient  $C_{pnet}$  est compris entre 1.2 et 3.4 selon le cas.

Pour Balustra en acrotère, le coefficient  $C_{pnet}$  est 1 ; 1,5 ou 2,0 selon la zone.

### 5.1.3 NEIGE - EN 1991-1-3

#### > Régions de Neige

EN1991-1-3 et son annexe nationale EN1991-1-3/NA s'appliquent jusqu'à 2000 m d'altitude. La France métropolitaine est découpée en 8 régions selon la carte ci-dessous.



#### > Charges au sol ( $S_1$ , $S_2$ ) et altitude

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Charge normale $S_k$ au sol à une altitude $A \leq 200$ m	450	450	550	550	650	650	900	1400
Majoration pour une altitude supérieure à 200 m	$\Delta S_1$							$\Delta S_2$
Charge exceptionnelle $S_{Ad}$ au sol (toute altitude)	-	1000	1000	1350	-	1350	1800	-

Des corrections sont apportées en fonction de l'altitude ( $\Delta S$ ) et de la forme de la construction et de l'accumulation possible de neige (coefficient  $\mu$ ).

Altitude A	$\Delta S1$	$\Delta S2$
$200 \text{ m} < A \leq 500 \text{ m}$	$A - 200$	$1,5 \times A - 300$
$500 \text{ m} < A \leq 1\,000 \text{ m}$	$1,5 \times A - 450$	$3,5 \times A - 1300$
$1\,000 \text{ m} < A \leq 2\,000 \text{ m}$	$3,5 \times A - 2450$	$7 \times A - 4800$

### > Coefficient de forme

L'influence de la géométrie de la toiture et ses conséquences sur l'accumulation possible de neige est traduite par le coefficient de forme  $\mu$ .

Un grand nombre de situations est possible selon le nombre de versants, ou selon qu'il existe des dispositifs de retenue (barres, crochets, obstacles locaux..) et que la neige peut être redistribuée par le vent ou non.

En toute rigueur, chaque toiture doit faire l'objet d'une étude adaptée.

### > Formules de calcul

Dans le cas d'une charge de neige normale :

$$S_1 = (S_k + \Delta S) \times \mu \times C_e \times C_t$$

Dans le cas d'une charge de neige exceptionnelle :

$$S_2 = S_{Ad} \times \mu \times C_e \times C_t$$

Des majorations égales à 200 ou 100 Pa s'appliquent respectivement pour des pentes inférieures ou égales à 3% (1.7°) ou comprises entre 3 et 5% (entre 1.7 et 2.9°).

## 5.1.4 CHARGES CLIMATIQUES INTERNES (VI)

### ▼ Pression isochore

Les vitrages isolants comportent une lame de gaz dont la pression interne varie en fonction des conditions atmosphériques, température et pression. La norme [prEN 16612 : 2018](#) indique comment calculer la pression dite "isochore" de calcul.

La pression isochore générée par une différence d'altitude entre le lieu de fabrication (indice P) et le lieu de pose ou de transit est :

$$p_{H,0} = c_H \cdot (H - H_P) \quad \text{où} \quad c_H = 0,012 \text{ kPa/m}$$



La pression isochore générée par une différence de température et/ou de pression d'air est :

$$p_{C;0} = c_T \cdot (T_C - T_P) - (p_a - p_P) \quad \text{où } c_T = 0,34 \text{ kPa/K}$$

pour tout type de gaz de remplissage.

La pression isochore globale est :  $P_0 = P_{H;0} + P_{C;0}$

Il est nécessaire de connaître les conditions de fabrication (température et pression) ou de faire une hypothèse sur celles-ci. Il faut également calculer ou évaluer la température de la lame gazeuse dans les conditions voulues (été, hiver) pour le projet.

### ▼ Double vitrage

La charge interne (F) produite par la pression isochore est diminuée du fait de la déformation des deux composants du vitrage, ce qui est décrit par le coefficient  $\phi$ , soit  $F = \phi \cdot p_0$ .

$\phi$  dépend des dimensions du vitrage isolant, de l'épaisseur de la lame gazeuse, et de la rigidité des vitrages.

### ▼ Triple vitrage

Les charges internes diffèrent dans les deux lames et il faut prendre en compte deux valeurs de pression isochore  $p_{01}$  et  $p_{02}$  et deux coefficients  $\phi_1$  et  $\phi_2$ .

Les coefficients  $\phi$  dépendent des dimensions du vitrage isolant, de l'épaisseur des deux lames, et de la rigidité des trois vitrages (cf. prEN 16612).

## 5.1.5 CHARGES D'EXPLOITATION

La norme *NF P 06-111-2 (2004)* annexe à *EN 1991-1-1*, tableau 6.2, définit les charges uniformes, linéiques ou ponctuelles s'exerçant sur des éléments de construction. Les catégories de bâtiments sont définies par *EN 1990*.

Les charges d'exploitation doivent être combinées avec le poids propre le cas échéant.

"D1" s'applique si la catégorie n'est pas spécifiée par les documents du marché.

## ▼ Charges d'exploitation sur les planchers, balcons et escaliers dans les bâtiments

qk est destinée à la détermination des charges réparties et Qk à celle des efforts localisés sur un carré de 50 mm x 50 mm.

Catégorie	Exemple		qk Pa	Qk kN
A - Habitation, résidentiel	Pièces des bâtiments et maisons d'habitation ; chambres et salles des hôpitaux ; chambres d'hôtels et de foyers ; cuisines et sanitaires	Planchers	1500	2
		Escaliers	2500	2
		Balcons	3500	2
B - Bureaux			2500	4
C - Lieux de réunion (sauf les surfaces de catégories A, B et D)	C1 : espaces équipés de tables, par exemple : écoles, cafés, restaurants, salles de banquet, salles de lecture, salles de réceptions	C1	2500	3
	C2 : espaces équipés de sièges fixes, par exemple : églises, théâtres ou cinémas, salles de conférence, amphithéâtres, salles de réunion, salles d'attente	C2	4000	4
	C3 : espaces ne présentant pas d'obstacle à la circulation des personnes, par exemple : salles de musée, salles d'exposition, etc., et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares	C3	4000	4
	C4 : espaces permettant des activités physiques, par exemple : dancings, salles de gymnastique, scènes	C4	5000	7
	C5 : espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes, par exemple : bâtiments destinés à des événements publics, tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare	C5	5000	4.5
D - Commerces	D1 : commerces de détail courant	D1	5000	5
	D2 : grands magasins	D2	5000	7
H - Toitures inaccessibles, sauf pour entretien et réparations courants	Toiture de pente inférieure à 15 % recevant une étanchéité		800	1.5
	Autres toitures		0	1.5
I - Toitures accessibles (pour usages des catégories A à D)		A B C D	Suivant usage	Suivant usage

## ▼ Charges horizontales sur les murs de séparation et les garde-corps

Aires chargées	qk en kN/m	qk en kg/m
A	0.6	60
B et C1	0.6	60
C2 à C4 et D	1	100
C5	3	300

La charge est appliquée à la hauteur réglementaire (généralement 1 m et moins de 1.20 m).

### 5.1.6 CHARGE DUE AU SÉISME

L'action est définie réglementairement par l'*arrêté du 22/10/2010* et les compléments tels que le *Guide des Eléments Non Structuraux* (voir p. 576).

### 5.1.7 CHARGE HYDROSTATIQUE

Les vitrages verticaux des piscines et aquariums sont soumis à une pression hydrostatique qui dépend de leur profondeur.

Une hauteur d'eau d'un mètre exerce une pression de 1 N/cm<sup>2</sup> soit 10000 Pa environ.

Les vitrages horizontaux des piscines et aquariums sont soumis à la pression hydrostatique et à leur poids propre ainsi qu'au poids d'éventuels éléments décoratifs (gravier...).

## 5.2 – Combinaisons de charges

Les approches actuelles d'ouvrages en verre différencient les usages de type remplissage (solicités par des charges s'exerçant perpendiculairement à leur plan) et ceux qui par nature contribuent à reprendre d'autres charges par exemple dans leur plan, ou contribuent à la solidité de l'ouvrage (caractère structurel).

Ce paragraphe concerne exclusivement les vitrages de remplissage ou assimilés, qui ne remettent pas en question la solidité de la structure en cas de rupture.

	Formule générale
État Limite de Service	$F_d = G + \psi_1 \cdot Q_{k,1} + \sum_i \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
État Limite Ultime	$F_{d1} = \gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \gamma_Q \sum_i \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
État Limite Ultime Accidentel	$F_d = G + A_{d1} + (\psi_{1,1} \text{ ou } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_i \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

### > Les coefficients partiels de charges $\gamma$

Déjà en vigueur et susceptibles de le rester pour les éléments de remplissage en verre en France à la date de publication de ce document, les coefficients sont :  $\gamma_Q = 1,5$  ;  $\gamma_G = 1,0$  lorsque l'action permanente a un effet favorable en combinaison des autres actions ;  $\gamma_G = 1,35$  lorsque seule l'action permanente est considérée ou lorsqu'elle a un effet défavorable en combinaison des autres charges.

### > Les facteurs partiels de charge $\Psi$

Pressentis pour les éléments de remplissage en verre sont :

Charge		prEN 16612 2018	France 2018
Vent	$\Psi_0$	0.6	0.6
	$\Psi_1$	0.9	1 ou 0
	$\Psi_2$	0.2	0.6
Neige	$\Psi_0$	0.6	0.5 (si alt < 1000 m), 0.7 (si alt > 1000 m), 1.0
	$\Psi_1$	1.0	1.0
	$\Psi_2$	0.2	0.5
Exploitation	$\Psi_0$	Hors champ	0.7
	$\Psi_1$		1.0
	$\Psi_2$		0.6
Interne Vitrage isolant (Température et altitude)	$\Psi_0$	0.3	0.3
	$\Psi_1$	0.3	0.3
	$\Psi_2$	0	0

## 5.3 – NF DTU 39 P4 (2012)

La méthode de calcul est spécifique. Elle s'applique :

- aux vitrages courants dans les conditions de mise en oeuvre sur chantier du [DTU 39](#),
- aux vitrages assemblés en atelier posés verticalement et en feuillure sur leur périphérie,
- aux vitrages de façade suivant [DTU 33](#) ou de toiture mis en oeuvre sur 2, 3 ou 4 côtés.

Il convient de se reporter au texte original pour s'assurer de la conformité des hypothèses et de la validité des calculs. Les dispositions sont applicables en France et dans les DOM, aux vitrages dont le point le plus haut est à une distance du sol au plus égale à 100 m.

### 5.3.1 CHARGES

Seuls le poids, la neige et le vent sont pris en compte et non les charges internes d'un vitrage isolant.

Les cartes régissant la définition des charges sont celles issues des annexes nationales de [EN 1991-1-4](#) et [EN 1991-1-3](#), cependant les combinaisons du [DTU 39](#) sont particulières et en aucun cas ne peuvent être permutées avec une autre approche telle qu'exposée au § 5.4 de la page 529.

#### ▼ Poids propre $P_p$

$P_p = (e_1 + e_2 + \dots + e_n) \times 25$ , soit la somme des épaisseurs de tous les composants verriers.

#### ▼ Vent

La pression du vent  $P$  est une valeur conventionnelle de calcul de type ELU, établie à partir de l'Eurocode [EN 1991-1-4](#) et avec des hypothèses simplificatrices. Notamment une période de retour 50 ans ( $W_{50}$ ) et un coefficient  $\gamma_Q = 1.5$ ,  $C_{pe} = -1,3$  (équivalent à un vitrage de 3 m<sup>2</sup> en rive de bâtiment) et  $C_{pi} = 0.2$ .  $P$  est arrondie à 50 Pa près.

	Hauteur h du bâtiment	$h \leq 9 \text{ m}$	$9 < h \leq 18 \text{ m}$	$18 < h \leq 28 \text{ m}$	$28 < h \leq 50 \text{ m}$	$50 < h \leq 100 \text{ m}$
	Catégorie de terrain					
Région 1	IV	850	950	1150	1400	1800
	IIIb	900	1200	1400	1700	2050
	IIIa	1200	1500	1700	2000	2350
	II	1500	1800	2050	2300	2650
	0	1900	2150	2350	2600	2900
Région 2	IV	1050	1100	1350	1700	2100
	IIIb	1050	1400	1650	2000	2450
	IIIa	1400	1750	2000	2350	2800
	II	1800	2150	2400	2750	3150
	0	2250	2600	2800	3100	3500
Région 3	IV	1200	1300	1600	2000	2500
	IIIb	1250	1650	1950	2350	2900
	IIIa	1650	2050	2350	2800	3300
	II	2100	2550	2850	3200	3700
	0	2650	3050	3300	3650	4100
Région 4	IV	1400	1500	1850	2300	2900
	IIIb	1450	1950	2250	2750	3350
	IIIa	1900	2400	2750	3200	3850
	II	2450	2950	3300	3750	4300
	0	3050	3500	3800	4200	4750

	Hauteur h du bâtiment	$h \leq 9 \text{ m}$	$9 < h \leq 18 \text{ m}$	$18 < h \leq 28 \text{ m}$	$28 < h \leq 50 \text{ m}$	$50 < h \leq 100 \text{ m}$
	Catégorie de terrain					
Réunion (+ Mayotte)	IV	2050	2250	2700	3400	4250
	IIIb	2150	2850	3350	4050	4950
	IIIa	2800	3550	4050	4750	5650
	II	3650	4350	4850	5500	6350
	0	4550	5200	5600	6200	6950
Guadeloupe	IV	2300	2500	3050	3800	4800
	IIIb	2400	3200	3750	4550	5550
	IIIa	3150	4000	4550	5300	6350
	II	4050	4900	5400	6200	7150
	0	5050	5800	6300	6950	7800
Guyane	IV	500	550	700	850	1050
	IIIb	550	700	850	1000	1250
	IIIa	700	900	1000	1200	1400
	II	900	1100	1200	1400	1600
	0	1150	1300	1400	1550	1750
Martinique	IV	1800	2000	2400	3000	3800
	IIIb	1900	2550	2950	3600	4400
	IIIa	2500	3150	3600	4200	5000
	II	3200	3850	4300	4900	5650
	0	4000	4600	5000	5500	6200

Dans le cas où la zone comporte plusieurs catégories de terrain, la plus défavorable sera retenue.

Dans le cas d'une zone montagneuse, à plus de 900 m d'altitude, et à défaut de précision dans les DPM, les vitrages sont considérés comme en catégorie de terrain II.

À défaut d'une connaissance précise du contexte urbain, en dehors du centre des grandes villes, on choisira la situation «IIIb».

## ▼ Cas des vitrages utilisés à l'intérieur

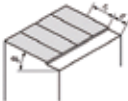
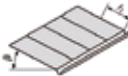




A l'intérieur des constructions fermées de toute hauteur :  
 $P = 600 \text{ Pa}$ .

## ▼ Charges de neige S sur les vitrages en toiture

La détermination de la pression  $P_{\text{neige}}$  est basée sur une simplification de la [NF EN 1991-1-3](#) et de son [Annexe Nationale](#) (notamment  $C_e.C_t = 1$ ).

Se reporter au § 4.1.3 pour les valeurs de charges S1 et S2 qui correspondent à  $S_k$  et  $S_{ad}$  respectivement.

Le coefficient  $\mu$  de forme de toiture est pris comme suit :

Définition de la toiture $\beta \leq 60^\circ$		$\mu$	
Vitrages de toitures supérieures, n'allant pas jusqu'au pied de rampant, quelle que soit l'altitude, à un versant ou deux versants		0,8	
	Sauf dans la zone $f_2$ lorsque $15^\circ < \beta \leq 35^\circ$ et $0 \text{ m} < d \leq 1 \text{ m}$	1,8	
$f_2$ : zone d'application à considérer du coefficient $\mu$ lorsqu'il est égal à 1,8, $f_2 = 1,00 \text{ m}$			
	Vitrages situés en bord de toiture : Sauf : — à une altitude supérieure à 500 m dans la zone $f_2$ — à une altitude inférieure ou égale à 500 m avec possibilité d'accumulation de neige en bord de toiture (par exemple obstacle en réurgence du plan de toiture) dans la zone $f_2$	0,8 1,8 1,8	
$f_2$ : zone d'application à considérer du coefficient $\mu$ lorsqu'il est égal à 1,8, $f_2 = 0,50 \text{ m}$			
Toitures à redans <sup>(1)</sup> 	Toitures courbes, sur les parties où $30^\circ < \beta \leq 60^\circ$ 	Vitrages inférieurs sur pignon 	1,8
	Vitrages susceptibles de recevoir de la neige d'une toiture supérieure. — $3 \text{ m} \leq h \leq 6 \text{ m}$ et $\beta < 30^\circ$ — dans tous les autres cas pour lesquels $h \leq 6 \text{ m}$ — $h > 6 \text{ m}$		2,2 1,8 2,8
a) Par convention, $\beta$ est le plus petit des deux angles, quelque soit la situation de la partie vitrée.			



### ▼ Charges d'avalanche

$P_{av} = 5000, 10000$  ou  $30000$  Pa ou une valeur stipulée par les Documents Particuliers du Marché. Cette charge ne se cumule pas avec le vent ou la neige et peut concerner les parois verticales et les parois inclinées.

### ▼ Combinaison de charges suivant DTU 39

Suivant le cas, la pression de calcul sera la plus défavorable des combinaisons suivantes :

Paroi verticale	Paroi inclinée	Paroi inclinée intérieure
$P_{Vent}$	$P_{Vent}$	$P_{Vent}$
$P_{av}$	$P2 = 3,75 (S_1 + Pp)$	$P4 = 4,7 \times Pp$
	$P3 = 2,2 (S_2 + Pp)$	$P5 = P_{Vent} + Pp$ ( $P_{vent} = 600Pa$ )
	$P6 = P_{Vent} - Pp$	
	$P7 = 2,5 (P_{AV} + Pp)$	

## 5.3.2 DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR SELON DTU 39

Le calcul nécessite deux étapes.

- La pression de calcul ou combinaison de calcul est utilisée dans les formules ci-après pour déterminer une épaisseur  $e_1$ .





$e_R$  est l'épaisseur équivalente pour le calcul de résistance. L'épaisseur  $e_R$  intègre les facteurs d'équivalence ( $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ , et  $\epsilon_3$ ) des vitrages. Il faut vérifier que  $e_R \geq e_1 \times c$ .

Le facteur de réduction  $c = 0,9$  est à appliquer pour les vitrages extérieurs en rez-de-chaussée, et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol extérieur. Dans tous les autres cas,  $c = 1,0$ .

- On calcule ensuite une épaisseur  $e_f$  pour vérifier que la flèche respecte les critères fixés. Si la flèche dépasse la valeur admissible, l'épaisseur des composants doit être augmentée jusqu'au respect de l'ensemble des exigences.

### 5.3.3 FORMULES DE CALCUL DE $e_1$

P est la pression de calcul DTU, elle est équivalente à une charge ELU.

Vitrage en appui sur toute sa périphérie		
	$L/\ell > 2,5$	$L/\ell > 2,5$
	$e_1 = \sqrt{\frac{S \times P}{100}}$	$e_1 = \frac{\ell \times \sqrt{P}}{6,3}$
Vitrage en appui sur 3 côtés		
Le bord libre est L et $L/\ell \geq 7,5$	Le bord libre est L et $L/\ell > 7,5$	Le bord libre est $\ell$
$e_1 = \sqrt{\frac{L \times 3 \times \ell \times P}{100}}$	$e_1 = \frac{3 \times \ell \times \sqrt{P}}{6,3}$	$e_1 = \frac{\ell \times \sqrt{P}}{6,3}$
Vitrage en appui sur 2 côtés (le dimensionnement des vitrages collés entre eux doit être effectué selon ce principe car le collage n'assure pas le maintien mécanique)		
	Le bord libre est L et $L/\ell > 7,5$	Le bord libre est $\ell$
	$e_1 = \frac{L \times \sqrt{P}}{6,3}$	$e_1 = \frac{\ell \times \sqrt{P}}{6,3}$
Vitrage en appui sur 2 côtés opposés avec un maintien ponctuel au milieu du bord libre		
	Le bord libre est L	Le bord libre est $\ell$
	$e_1 = \frac{L \times \sqrt{P}}{6,3} \times 0,625$	$e_1 = \frac{\ell \times \sqrt{P}}{6,3} \times 0,625$
Vitrage en appui sur 2 côtés opposés avec deux maintiens ponctuels équidistants au milieu du bord libre		
$e_1$ ne peut être inférieure à l'épaisseur calculée dans le cas d'un vitrage en appui sur 4 côtés. Lorsque les pièces sont distantes entre eux de 300 mm ou moins, les vitrages sont calculés comme en appui sur 4 côtés.		
	Le bord libre est L	Le bord libre est $\ell$
	$e_1 = \frac{L \times \sqrt{P}}{6,3} \times 0,588$	$e_1 = \frac{\ell \times \sqrt{P}}{6,3} \times 0,588$
L et $\ell$ sont respectivement le grand et le petit côté du vitrage (en m), S est la surface.		
Nota : avec des maintiens ponctuels, $e_1$ ne peut être inférieure à l'épaisseur calculée dans le cas d'un vitrage en appui sur 4 côtés. Lorsque les pièces sont distantes entre eux de 300 mm ou moins, les vitrages sont calculés comme en appui sur 4 côtés.		

### 5.3.4 FORMULES DE CALCUL DE $e_R$

Vitrage simple monolithique	Vitrage simple feuilleté
$e_R = \frac{e}{\epsilon_3}$	$e_R = \frac{e_i + e_j + \dots + e_n}{0,9 \times \epsilon_2 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$
Double vitrage	
Deux faces simples	Double vitrage avec une face bi-feuilletée
$e_R = \frac{e_i + e_j}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	$e_R = \frac{e_i + \frac{e_j + e_k}{0,9 \times \epsilon_2}}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$
Double vitrage avec deux faces bi-feuilletées	
$e_R = \frac{\frac{e_i + e_j}{0,9 \times \epsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{0,9 \times \epsilon_2}}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	

### 5.3.5 FORMULES DE CALCUL DE $e_F$

Vitrage simple monolithique	Vitrage simple feuilleté
$e_F = e$	$e_F = \frac{e_i + e_j + \dots}{\epsilon_2}$
Vitrage isolant	
Double ou triple, non feuilleté	Double vitrage avec une face bi-feuilletée
$e_F = \frac{e_i + e_j + \dots}{\epsilon_1}$	$e_F = \frac{e_i + \frac{e_j + e_k}{\epsilon_2}}{\epsilon_1}$
Double vitrage avec deux faces bi-feuilletées	Triple vitrage, une face bi-feuilletée
$e_R = \frac{\frac{e_i + e_j}{0,9 \times \epsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{0,9 \times \epsilon_2}}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	$e_F = \frac{e_i + e_j + \frac{e_k + e_l}{\epsilon_2}}{\epsilon_1}$

### 5.3.6 FACTEURS D'ÉQUIVALENCE $\epsilon_1$ $\epsilon_2$ $\epsilon_3$

Vitrage isolant EN 1279	$\epsilon_1$
Double vitrage	1.5
Triple vitrage	1.7

Type de vitrage feuilleté		$\epsilon_2$
Vitrage feuilleté de sécurité	2 composants verriers	1,30
	3 composants verriers	1,50
	4 composants verriers et plus	1,60
Feuilleté Sentry Glas	Pvent, P5, P6	1.15
	P2, P3, P4, P7	1.25
Vitrage feuilleté (non classé EN 12600)	2 composants verriers	1,60
	3 composants verriers et plus	2,00

Type de vitrage monolithique	$\epsilon_3$
Recuit NF 572-2 ou recuit dépoli acide industriellement Matelux	1
Imprimé recuit NF EN 572-5	1,1
Imprimé armé NF EN 572-6	1,3
Trempé NF EN 12150 ou NF EN 14179	0,8
Borosilicate trempé NF EN 13024 alcalino-terreux trempé NF EN 14321	0,8
Imprimé trempé EN 12150	0,88
Emaillé trempé NF EN 12150	0,91
Durci NF EN 1863	0,93
Emaillé durci NF EN 1863	1
Trempé chimique NF EN 12337	0,75
Etiré NF EN 572-4	1,1
Recuit dépoli par sablage	1,1
Recuit dépoli par grenailage ou gravé	1,2

### 5.3.7 DÉFORMATION DU VITRAGE

$$f = \alpha \times \left( \frac{P}{1,5} \right) \times \frac{b^4}{e_f^3}$$


$\alpha$  dépend des dimensions des vitrages.  $b$  est le petit côté  $\ell$  dans le cas de vitrages pris en feuillure sur 4 côtés ;  $b$  est le bord libre  $L$  ou  $\ell$  dans le cas de vitrages pris sur 2 ou 3 côtés.

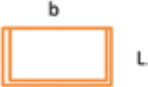
$(P/1.5)$  est la pression de calcul DTU pour les flèches, elle est équivalente à une charge ELS avec  $\gamma Q=1.5$ .

La déformation d'un vitrage dépend de son épaisseur et non de sa nature (recuit, durci, trempé).

#### > Coefficient $\alpha$

Appui continu sur 2 côtés	Coefficient $\alpha$
	$\alpha = 2.1143$

Appui continu sur 4 côtés	$\ell / L$	$\alpha$
	1	0,6571
	0,9	0,8000
	0,8	0,9714
	0,7	1,1857
	0,6	1,4143
	0,5	1,6429
	0,4	1,8714
	0,3	2,1000
	0,2	2,1000
	0,1	2,1143
	< 0,1	2,1143

Appui continu sur 3 côtés	$L/b$	$\alpha$
	0,20	0,40000
	0,30	0,68571
	0,33	0,73143
	0,35	0,80000
	0,40	0,91429
	0,50	1,14286
	0,67	1,51429
	0,70	1,56286
	0,80	1,71000
	0,90	1,85714
	1,00	2,00000
	1,10	2,05714
	1,20	2,11429
	1,30	2,17143
	1,40	2,22857
	1,50	2,28571
	1,75	2,31429
	2,00	2,35714
	3,00	2,37143
	4,00	2,38571
	5,00	2,38571
	>5	2,38571

### > Critères admissibles pour les flèches

Appui continu sur 2 côtés	Critère 1	Critère 2
Vitrages extérieurs en appui sur leur périphérie verticaux ou inclinés	$f_{\max} \leq 1/60^{\circ}$ du petit côté	30 mm maximum
Simple vitrage avec un bord libre	$f \leq 1/100^{\circ}$ du bord libre	50 mm maximum
Double ou triple vitrage avec un bord libre	$f \leq 1/150^{\circ}$ du bord libre	50 mm maximum
Vitrage isolant avec maintien(s) ponctuel(s)	$f_{\text{centre}} \leq 1/60^{\circ}$ du petit côté (calculé sur 4 cotés) et $f \leq 1/150^{\circ}$ de la distance entre appuis (avec $\alpha = 2.1143$ )	30 mm (calculé sur 4 cotés)
Vitrages intérieurs en appui sur leur périphérie verticaux ou inclinés	Pas de critère	50 mm conseillé en tout point

### ▼ Cas particuliers

#### > Limitation de dimensions pour les vitrages simples monolithiques recuits ou armés

Epaisseur nominale (mm)	Dimension maximale du petit côté (m)
3	0,66
4	0,92
5	1,5
6	2
8	3

#### > Epaisseur minimale pour les vitrages simples monolithiques recuits ou armés dont la surface est supérieure à 5 m<sup>2</sup> :

$e \geq 6$  mm lorsque la partie basse du vitrage est à plus de 0,60 m du sol ;

$e \geq 8$  mm lorsque la partie basse du vitrage est à moins de 0,60 m du sol.

- > Épaisseur minimale pour les vitrages simples monolithiques recuits ou armés rectangulaires de plus de 1 m<sup>2</sup> présentant un bord libre non protégé :
  - $e \geq 8$  mm si le bord libre est inférieur à 2 m ;
  - $e \geq 10$  mm si la dimension du bord libre est supérieure à 2 m.
- > Les vitrages non rectangulaires en appui sur leur périphérie peuvent être assimilés à des vitrages rectangulaires (une approche géométrique est également possible suivant l'annexe E du *DTU 39 P4*).
- > L'épaisseur d'un vitrage bombé simple est calculée comme celle d'un vitrage plan de surface égale à la surface développée.

*Bon à savoir : le DTU 39 P4 peut s'avérer inapproprié aux calculs de très grands vitrages, de vitrages isolants bombés, ou de vitrages non rectangulaires et présentant un bord libre.*

*Il ne s'applique pas aux VEC, vitrages pour clameaux ou vitrages installés avec des pièces métalliques de serrage.*



## 5.4 – Dimensionnement aux états limites

Ces méthodes sont applicables à tous les vitrages et types d'installations, moyennant la prise en compte de critères adaptés.

Les états limites de service (ELS) correspondent à l'apparition de flèches ou de déformations excessives affectant l'aspect ou l'exploitation normale de l'ouvrage ou de l'élément. Les états limites ultimes (ELU) sont associés à toute forme de ruine susceptible de mettre en danger la stabilité de l'ouvrage ou la sécurité des personnes.

Les charges de calcul à l'ELS et l'ELU résultent de la combinaison des charges climatiques ou d'autre nature. A chacun de ces états correspondent des critères de dimensionnement.

### 5.4.1 MÉTHODOLOGIE

La démarche est la suivante.

- > Détermination de tous les cas de charges **qs** à l'ELS et **qu** à l'ELU.
- > Détermination des critères à respecter dans chaque cas de charge à l'ELS (flèches maximales), et à l'ELU pour le vitrage (contrainte maximale).
- > Vérification de l'épaisseur au regard des critères établis sous les cas de charges de service (ELS).
- > Vérification de la résistance du vitrage à l'ELU. Les contraintes calculées sont comparées aux valeurs maximales établies pour chaque cas de charge ELU.

### 5.4.2 FORMULES DE CALCUL DES CHARGES SUR LES VITRAGES

Etat limite ultime  $F_d = \gamma_G G + \gamma_Q Q_{k,1} + \gamma_Q \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Etat limite de service  $F_d = G + \psi_1 Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Les coefficients  $\gamma$  et  $\psi$  sont conformes aux [Eurocodes](#), ou aux [annexes nationales](#) ou aux règles en vigueur dans le bâtiment et concernent les charges perpendiculaires au plan du vitrage. Se référer aux [Eurocodes](#) pour les vitrages soumis à des charges dans leur plan.

Les coefficients partiels de charges  $\gamma$ , déjà en vigueur et susceptibles de le rester pour les éléments de remplissage en verre en France à la date de publication de ce document, sont  $\gamma_Q = 1,5$  ;  $\gamma_G = 1,0$  lorsque l'action permanente a un effet favorable en combinaison des autres actions ;  $\gamma_G = 1,35$  lorsque seule l'action permanente est considérée ou lorsqu'elle a un effet défavorable en combinaison des autres charges.

### 5.4.3 COMBINAISON DES CHARGES EXTERNES

Dans le cadre d'une approche simplifiée, encore en vigueur pour les *Cahiers CSTB n° 3588 v2 (VEC) et n°3574 v2 (VEA)*, les combinaisons ci-après s'appliquent aux charges Eurocodes définies en 3.1. Les symboles  $W$  (pression),  $W'$  (dépression) et  $S$  désignent la résultante de l'application des coefficients spécifiques au local et au site comme indiqué en 4.1.  $G$  est le poids du vitrage.

Les coefficients  $\gamma$  et facteurs partiels  $\psi$  sont intégrés dans les combinaisons données dans les *Cahiers VEC 3488 v2 et VEA 3574 v2*.

#### ▼ Parois inclinées ( $\beta \geq 60^\circ$ )

$P_p = (e_1 + e_2 + \dots + e_n) \times 25$ , soit la somme des épaisseurs de tous les composants verriers.

	Charges ELS	Charges ELU / VEC 2011	Charges ELU / VEA 2012
Poids + neige	$q_{s1} = (G + S \cos \beta) \cos \beta$	$q_{u1} = (1.35 G + 1.5 S \cos \beta) \cos \beta$	$q_{u1} = (1.35 G + 1.5 S \cos \beta) \cos \beta$
Poids + vent descendant	$q_{s2} = G \cos \beta + W$	$q_{u2} = 1.35 G \cos \beta + 1.5 W$	$q_{u2} = 1.35 G \cos \beta + 1.5 W$
Poids + vent ascendant	$q_{s3} = G \cos \beta + W'$	$q_{u3} = G \cos \beta - 1.5 W'$	$q_{u3} = G \cos \beta - 1.5 W'$
Poids + vent + neige	$q_{s4} = G \cos \beta + 0,9 (S \cos^2 \beta + W')$	$q_{u4} = 1.35 (G \cos \beta + W + 9 S \cos^2 \beta)$	$q_{u4} = 1.35 (G \cos \beta + 1.5 W + 0.9 S \cos^2 \beta)$
Poids + neige + vent			$q_{u5} = 1.35 (G \cos \beta + 1.5 S \cos^2 \beta + 0.9 W)$

$\beta$  est l'angle formé avec l'horizontale.

### ▼ Parois verticales

	Charges ELS	Charges ELU
Vent en pression	$q_{s1} = W$	$q_{u1} = 1,5 \cdot W$
Vent en dépression	$q_{s2} = W'$	$q_{u2} = 1,5 \cdot W'$

Le calcul des charges **qs** et **qu** doit prendre en compte les effets imputables à la lame gazeuse.

Les charges **qs** et **qu** sont calculées pour chaque composant extérieur et intérieur, en fonction :

- de l'écart entre les épaisseurs des verres,
- du rapport  $L/l$ ,
- de l'épaisseur de la lame d'air,
- de la rigidité du verre extérieur.

La formulation étant trop longue pour être exposée ici, on se réfèrera au cahier *CSTB n° 3488-V2*. Le principe des vérifications est identique pour ce qui est du calcul des flèches à l'ELS et des contraintes à l'ELU.

Il peut être nécessaire de vérifier les épaisseurs de vitrages pour plusieurs combinaisons des actions à l'ELS et à l'ELU.

### 5.4.4 COMBINAISON DES CHARGES - APPLICATION DE pr EN 16612

Les coefficients  $\gamma$  et facteurs partiels  $\psi$ , retenus courant 2018 et à confirmer, ont été intégrés dans les combinaisons .

### ▼ Parois verticales

	Charges ELS	Charges ELU
Vent en pression	$q_{s1} = W$	$q_{u1} = 1,5 \cdot W$
Vent en dépression	$q_{s2} = W'$	$q_{u2} = 1,5 \cdot W'$

### ▼ Parois inclinées ( $\beta \geq 60^\circ$ )

	Charges ELS	Charges ELU / VEC 2011
Poids + neige	$q_{s1} = (G + S \cos \beta) \cos \beta$	$q_{u1} = (1.35 G + 1.5 S \cos \beta) \cos \beta$
Poids + vent descendant	$q_{s2} = G \cos \beta + W$	$q_{u2} = 1.35 G \cos \beta + 1.5 W$
Poids + vent ascendant	$q_{s3} = G \cos \beta + W'$	$q_{u3} = G \cos \beta - 1.5 W'$
Poids + vent + neige	$q_{s4} = G \cos \beta + W + 0,5 S \cos^2 \beta$	$q_{u4} = 1.35 G \cos \beta + 1.5 W + 0.75 S \cos^2 \beta$ si $H \leq 1000m$
		$q_{u4} = 1.35 G \cos \beta + 1.5 W + 1.05 S \cos^2 \beta$ si $H > 1000m$
Poids + neige + vent	$q_{s5} = G \cos \beta + S \cos^2 \beta + 0,6 W$	$q_{u5} = 1.35 G \cos \beta + 1.5 S \cos^2 \beta + 0.9 W$

### ▼ Charges internes aux vitrages isolants

	Charges ELU
$\Delta H$ et $\Delta T$	$q_{u1} = p_{H,0} + p_{C,0}$
$\Delta H$ et $W$	$q_{u2} = p_{H,0} + 1.5 W'$

$\Delta H$  et  $\Delta T$  sont les écarts d'altitude et de température entre les lieux de fabrication et de pose des vitrages. Si le vitrage est fabriqué avec une pression interne imposée par pré-équilibrage, il convient d'en tenir compte.

Les charges internes sont réparties sur les faces de vitrages isolants au prorata de leur inertie. Dans le cas de verre feuilleté courant, il n'est pas tenu compte d'un transfert de cisaillement par l'intercalaire de type PVB ou EVA ( $\varepsilon = 0$ ). D'autres règles s'appliquent à Stratobel SG.

## 5.4.5 MODÉLISATION DES VITRAGES FEUILLETÉS

A ce jour deux méthodes doivent être distinguées et utilisées à bon escient et uniquement en cohérence avec la méthode de calcul adaptée.

### ▼ Coefficient $\varepsilon$ (cahier Vec, cahier Veà)

L'épaisseur équivalente calculée pour le vitrage est indépendante de la quantité de films intercalaires utilisés ou de leur épaisseur.

$$e_{eq} = \sqrt[3]{(h_1^3 + h_2^3) + \varepsilon \cdot (e_1 + e_2)^3}$$

Pour le PVB et l'EVA :

$\varepsilon = 0.2$  pour les vitrages verticaux soumis à des charges de vent et  $\varepsilon = 0$  lorsque le vitrage est soumis à des charges de plus longue durée (poids, neige, pression interne).

Pour le SentryGlas,  $\varepsilon$  dépend des charges et de la température.

### ▼ Coefficient $\omega$ (prEN 16612 et prEN 16613)

Ces normes classent les vitrages feuilletés en familles dont le comportement sous charges est lié aux propriétés intrinsèques du film intercalaire qui assemble les vitrages.

Les produits sont caractérisés par un coefficient  $\omega$ , dont la valeur dépend de la sollicitation étudiée (durée et température).

L'épaisseur équivalente pour le calcul de la flèche maximale est :

$$h_{ef;w} = \sqrt[3]{(h_1^3 + h_2^3) + 12\omega \cdot (h_1 \cdot h_{m,1}^2 + h_2 \cdot h_{m,2}^2)}$$

Et l'épaisseur équivalente pour le calcul de la contrainte de la plaque de verre  $j$  est :

$$h_{ef;\omega,j} = \sqrt{\frac{(h_{ef;w})^3}{(h_j + 2\omega \cdot h_{m,j})}}$$

Où :

- $\omega$  est un coefficient compris entre 0 et 1 représentant un transfert des efforts de cisaillement ( $\omega = 0$  : aucun transfert,  $\omega = 1$  : transfert total) ;
- $h_i$  et  $h_j$  sont les épaisseurs des plaques de verre ;
- $h_{m,j}$  est la distance du plan moyen de la plaque de verre  $j$  au plan moyen du vitrage feuilleté en tenant compte de l'épaisseur d'intercalaire.

Dans le cas de charges de vent ou de charges internes, les valeurs possibles  $\omega$  vont de 0 à 0.7 et dépendent fortement de la rigidité du produit.

*Ces documents n'étant pas encore publiés il convient de vérifier les éventuelles altérations des textes finalisés en 2018.*

## 5.4.6 RÉSISTANCE À LA FLEXION / CONTRAINTE ADMISSIBLE DANS LE VERRE

La valeur caractéristique  $f_{gk}$  est la contrainte pouvant entraîner la rupture de la face en extension. Elle est déterminée selon les méthodes de la norme [EN 1288](#) pour chaque type de produit.

Conformément à [prEN 16612](#), on tient compte de coefficients relatifs au type de verre, à l'état de surface du verre et de ses bords, à la durée de la charge appliquée et au type de sollicitation. Ce qui diminue les contraintes admissibles sous charges combinées de courte, moyenne ou longue durée.

### ▼ Vitrages en remplissage

Le tableau ci-dessous donne les valeurs admises (en MPa) couramment pour les vitrages en remplissage (feuillure 2, 3, 4 cotés, vertical ou inclinée, charges uniformes) en France.

Produits	$f_{gk}$ caractéristique MPO	W ou W+G ou W+S+G	G+S ou G+ΔH ou ΔH1	Charge Hydrostatique ou poids	Marches Dalles uniforme / localisée
Planibel recuit	45	20	10	6	11.3
Imprimé Imagin recuit	40	18	9	-	-
Imagin Armé/ armé poli recuit	30/35	14/16	7/8	-	-
Float trempé	120	50	40	30	30
Imprimé Imagin trempé	75	35	25	-	-
Emaillé Artlite ou Colorbel trempé	75	35	25	-	-
Imprimé Imagin émaillé trempé	75	30	20	-	-

Borosilicate	120	50	40	-	-
Verre durci	70	35	25	12	17.5
Imprimé Imagin	55	25	15		-
Emaillé durci	45	20	10		-
Imprimé Imagin émaillé durci	45	20	10		-

Tout traitement de surface par enlèvement de matière (gravure acide, sablage superficiel, etc...) entraîne l'application d'un coefficient réducteur de 0,80 sur la contrainte de travail admissible pour le dimensionnement des ouvrages.

### 5.4.7 LES CRITÈRES DE DÉFORMATION À L'ELS

Les critères ci-dessous sont donnés à titre indicatif pour des cas courants (verre dans la construction).

	Simple / feuilleté / multi-feuilleté	Vitrage isolant
Vitrage en feuillure sur 4 côtés DTU 33 et VEC	1/60° du petit côté ou 30 mm	1/60° du petit côté ou 30 mm
Vitrage en feuillure sur 2 ou 3 côtés DTU 33	1/100° du bord libre ou 30 mm	1/150° du bord libre ou 20 mm
Paroi inclinée à faible pente	Conservation d'une pente résiduelle	Conservation d'une pente résiduelle
Store incorporé dans un vitrage double		Flèche compatible avec le fonctionnement du store
VEA Structura	1/100° du côté et 50 mm maxi au centre	Structura Duo : 1/150° du côté et 50 mm maxi au centre
Dalles et marches	1/500° du côté	1/300° pour le verre supérieur
Vitrages très réfléchissants	1/60° et 30 mm en tout point Limitation conseillée à caractère esthétique	
	Simple / feuilleté / multi-feuilleté	
Brise-soleil vertical	1/300° si $f < 5\text{Hz}$ sinon 1/100° du bord libre	
Brise-soleil incliné	1/300° si $f < 5\text{Hz}$ sinon 1/100° du bord libre	
Paroi vitrée encastrée en pied	50 mm en tout point sous charge de vent ou charge d'exploitation	

## 5.4.8 COEFFICIENTS DE CALCUL LIÉS AUX DIMENSIONS DES VITRAGES

Dans les formulaires suivants :

- $w$  est la flèche,
  - $\sigma$  est la contrainte,
  - $F_d$  est la charge exercée sur la face de vitrage (Pa),
  - " $h$ " est l'épaisseur (équivalente ou nominale) en mm pour le cas considéré,
  - $q_u$  et  $q_s$  sont les charges uniformes à l'ELS et à l'ELU en Pa,
  - $b$  est le grand côté,
  - $a$  est le petit côté,
  - "libre" est le bord non tenu,
  - $E$  est le module de Young,
  - $k_1$  et  $k_4$  sont des coefficients dépendant de  $a/b$  ou  $a/\text{libre}$  ou  $b/\text{libre}$  et valables pour des petits déplacements (mode linéaire).
- > **Vitrage sur 4 appuis continus ou VEC, et charge uniformément répartie**

$$\sigma_{\max} = k_1 \frac{a^2}{h^2} q_u$$

$$w_{\max} = k_4 \frac{a^4}{h^3} \frac{q_s}{E}$$

$a/b$	$k_4$ pour Flèche	Vitrage isolant
1	0,0461	0,268
0.9	0,0559	0,319
0.8	0,0683	0,380
0.7	0,0826	0,449
0.6	0,0984	0,524
0.5	0,1148	0,600
0.4	0,1303	0,671
0.3	0,1421	0,724
0.2	0,1474	0,747
0.1	0,1480	0,750

Il convient d'adapter  $h$  à chaque type de vérification.



> Vitrage sur 3 appuis continus et charge uniformément répartie

$$\sigma_{\max} = k_1 \frac{\text{libre}^2}{h^2} q_u \quad w_{\max} = k_4 \frac{\text{libre}^4}{h^3} \frac{q_s}{E}$$

a / libre ou b / libre	k <sub>4</sub> pour flèche sur bord libre	k <sub>1</sub> pour contrainte sur bord libre
0.1	0.004	0.018
0.2	0.017	0.071
0.3	0.034	0.153
0,4	0.054	0.249
0,5	0.074	0.344
0,6	0.092	0.431
0.7	0.107	0.506
0,8	0.119	0.567
0,9	0.129	0.617
1.0	0.137	0.653
1.1	0.143	0.686
1.2	0.148	0.709
1.3	0.152	0.727
1.4	0.155	0.742
1.5	0.157	0.753
2	0.162	0.779
3 et > 3	0.164	0.788

> Vitrage sur 2 appuis

$$\sigma_{\max} = k_1 \frac{\text{libre}^2}{h^2} q_u \quad w_{\max} = k_4 \frac{\text{libre}^4}{h^3} \frac{q_s}{E}$$

$$k_4 = 0.75$$

$$k_1 = 2.065$$

## 5.4.9 APPLICATION VEA

Les charges climatiques résultent de l'application des Eurocodes. Les combinaisons sont celles de la p. 530.

Nos services sont aptes à étudier et dimensionner tous les éléments d'un projet Structura.

### > Vitrages

Les critères de flèche sont donnés p. 535.

La rotation sur les appuis à l'ELS doit être inférieure à la valeur admissible précisée pour chaque type de fixation dans les Avis Techniques. Les critères à l'ELU s'appliquent pour le verre trempé.

Lorsqu'un point de fixation (cas du VEA 6 points notamment) peut générer un moment d'encastrement, le rayon de courbure calculé doit être supérieur au rayon de courbure admissible  $R_{adm}$  pour le couple verre-fixation. Cette valeur est précisée dans nos Avis Techniques Structura pour chaque épaisseur.

Les éléments complets nécessaires au calcul figurent dans le cahier du [CSTB n° 3574](#).

Nous recommandons des vérifications complémentaires portant si nécessaire sur :

- la pente résiduelle sous charge des verrières de faible pente,
- la déformation des vitrages quasi-horizontaux sous leur poids propre,
- les structures inversées (verrière suspendue).

### > Pièces métalliques

La déformation des attaches à l'ELS est limitée à 1 mm dans les deux sens. Les charges admissibles des pièces standard sont données dans les Avis Techniques Structura.

Dans quelques cas, un essai de résistance sur une attache prototype peut être nécessaire.

De façon générale, nos services ont recours à un logiciel de calcul adapté à la vérification de l'ensemble des composants des systèmes Structura.

## 5.4.10 APPLICATION DALLES DE PLANCHER ET MARCHES D'ESCALIER

### > Charges

Les charges uniformes résultent de l'exploitation des locaux (mobilier, matière en dépôt, circulation des personnes). Elles sont définies par [NF P 06-111-2](#) (voir p. 514) et communiquées ou validées par le maître d'ouvrage.

En l'absence de spécification dans les Documents Particuliers du Marché, il est aussi pris en compte une charge localisée accidentelle F (ELU accidentel) correspondant à l'application d'une charge de 200 daN sur une surface de 4 x 4 cm<sup>2</sup> au centre de l'élément.

### > *Cahier CSTB n° 3448*

Les calculs sont applicables aux vitrages en appui sur toute la périphérie ou sur deux grands côtés sans que le bord entre appuis ne dépasse 500 mm. Pour d'autres géométries ou mises en œuvre, et pour les dalles en vitrages isolants il convient de nous consulter.

Le verre feuilleté porteur est composé d'au moins deux feuilles d'épaisseur **e** identique ( $e \geq 8$  mm).

Le poids propre de la dalle prend en compte tous les constituants de la dalle, y compris la dalle d'usure. Les charges à considérer sont des combinaisons du poids propre et de la charge localisée ou de la charge d'exploitation uniforme.

## > Formules de calcul

Les calculs sont applicables aux vitrages en appui sur toute la périphérie ou sur deux grands côtés sans que le bord entre appuis ne dépasse 500 mm. Pour d'autres géométries ou mises en œuvre et pour les dalles en vitrages isolants, il convient de nous consulter.

	Charges ELS	ELU fondamental	ELU accidentel
Poids + neige + exploitation	$q_{s1} = G + Q + 0.77 S$	$q_{u1} = 1.35 G + 1.5 Q + S$	-
Poids + exploitation + vent	$q_{s2} = G + Q + 0.77 W$	$q_{u2} = 1.35 G + 1.5 Q + W$	-
Poids + exploitation	-	-	$q_{u3} = G + F$
Flèche		-	-
Contrainte dans le verre	-	-	-

b / a	a	$\beta$	$\beta_1$			
			$a \geq 1.6$	$a = 0.8$	$a = 0.4$	$a \leq 0.2$
1	44300	0.2668	2.44	1.97	1.58	1.17
1.1	53000	0.3138	2.55	2.03	1.63	1.24
1.2	61600	0.3583	2.59	2.08	1.68	1.28
1.3	69700	0.3999	2.61	2.11	1.72	1.32
1.4	77000	0.4382	2.62	2.15	1.75	1.35
1.5	84300	0.4732	2.64	2.18	1.78	1.38
1.6	90600	0.5048	2.64	2.18	1.78	1.39
1.7	96400	0.5332	2.64	2.18	1.78	1.40
1.8	101700	0.5587	2.65	2.18	1.78	1.42
1.9	106400	0.5815	2.65	2.20	1.80	1.42
2.0	110600	0.6017	2.66	2.22	1.82	1.43
2.5	122100	0.6728	2.66	2.23	1.80	1.44
3.0	133600	0.7105	2.70	2.24	1.82	1.45
4	140000	0.7400	2.70	2.24	1.84	1.45
5	141600	0.7476	2.71	2.26	1.86	1.46
et plus	142200	0.75	2.71	2.26	1.86	1.46

La contrainte maximale  $\sigma_{\max}$  est calculée sur la totalité des composants porteurs, sans le composant de protection. La déformation est limitée à 1/500<sup>ème</sup> du petit côté. La contrainte admissible est celle du tableau (voir p. 534).

Pour un feuilleté composé de n composants porteurs d'épaisseur e :

$$\sigma_1 = \frac{\beta q u a^2}{n.e^2} \quad \sigma_2 = \frac{\beta g a^2 + \beta_1 F}{n.e^2}$$

Où :

- g est le poids de tous les composants, porteurs et protection,
- F est la charge concentrée (voir p. 514),
- a est le petit coté de l'élément appuyé sur ses 4 cotés.

> **Très petites dalles**

Lorsque à la fois : surface < 0.25 m<sup>2</sup> et petit côté < 0.5 m et hauteur de chute < 0.50 m, les contraintes maximales à l'ELU accidentel (charge localisée) sont portées à 16, 23.3 et 40 MPa.

## 5.5 – Vitrages d'aquariums et piscines

Les vitrages verticaux sont soumis à une pression hydrostatique et les vitrages horizontaux à une pression uniforme. Une hauteur d'eau de 1 m exerce une pression de 10000 Pa environ.

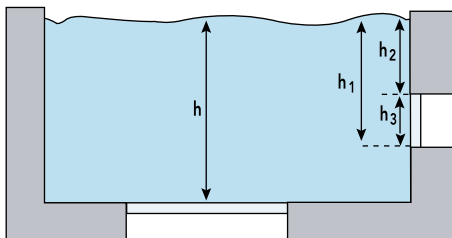
( $q = h \times 10000$ ).

Les informations ci-dessous sont nécessaires au calcul :

- nombre de bords en appui,
- position verticale ou horizontale ou angle par rapport à la verticale,
- dimensions du vitrage,
- $h$  : hauteur d'eau au dessus de la glace de fond,
- $h_1, h_2, h_3$  : hauteurs d'eau définies sur le schéma ci-dessous pour un vitrage vertical. Par sécurité, la hauteur d'eau pour le calcul doit tenir compte d'un remplissage maximum accidentel.

La présence d'une couche de sable ou gravier peut est prise en compte. Les chocs éventuels doivent être mentionnés.

Ces calculs sont facilités par l'usage de logiciels et peuvent être réalisés par nos services, quelle que soit la configuration.



# — 6 —

## VALIDATION TECHNIQUE DES VITRAGES



Docks Bruxelles, Belgique - Architecte : Art & Build Architects - ipasol

# 6.1 – Résistance aux chocs thermiques

## 6.1.1 CASSE THERMIQUE

Toute élévation locale de température sur une feuille de verre provoque une dilatation de la partie chauffée et une mise en extension des parties plus froides, généralement celles qui sont dans la feuillure. La rupture peut survenir si la résistance du verre à la traction est dépassée.

Les écarts de température sur un même vitrage dépendent :

- des conditions climatiques du site (flux solaire, écart journalier de température, vent, orientation des façades, saison, altitude, etc...) ;
- des caractéristiques des produits verriers (nombre de composants ou superposition, absorption énergétique, émissivité, façonnage...) ;
- de la nature et l'environnement des feuillures (inertie thermique principalement) ;
- de la présence permanente ou occasionnelle d'ombres portées ou masques ;
- des éléments présents côté intérieur (stores, appareil dégageant de la chaleur, décorations collées sur les vitrages, objets volumineux ou mobilier proche, parois opaques telles que retombée de plafond ou acrotère) ;
- du type d'ouvrant (coulissant, galandage) ;
- de l'activité dans le bâtiment (en travaux, chauffé ou non, climatisé ou non) ;
- de l'existence de parois multiples (façade double peau, châssis respirant).

Les vitrages très absorbants (certains vitrages isolants, des feuilletés épais) ou les coulissants, doivent faire l'objet de précautions.

Le verre sodocalcique classique ne peut supporter sans risque de casse que de faibles écarts de température. Les vitrages à haute résistance thermique sont principalement le verre trempé et le verre durci.



En France la norme *NF DTU 39 P3* permet deux approches :

- calcul complet tenant compte de chaque composant du vitrage et de son environnement nécessitant un logiciel ;
- tableaux des coefficients d'absorption énergétiques à ne pas dépasser pour des configurations très simples (voir p. 552).

Seul le calcul complet est apte à évaluer correctement les contraintes d'origine thermique pour tous les vitrages dans la plupart des situations. Lorsque la contrainte thermique est concomitante d'une action mécanique sur le vitrage (due par exemple à une augmentation de l'altitude), les critères de décision doivent être considérés avec précaution.

## 6.1.2 CLASSEMENT DES FEUILLURES

### ▼ Feuillures à inertie thermique faible

Elles correspondent à la plupart des profilés de menuiserie ou châssis actuels courants. Bois ou matériaux de synthèse ou mixtes, aluminium avec rupture thermique ou acier de faible épaisseur avec rupture thermique, situés dans des ouvrants ou dormants sans aucun contact avec le gros œuvre ou avec une charpente métallique lourde. VEC et VEA entrent dans cette catégorie.

### ▼ Feuillures à inertie thermique moyenne

Profilé en acier de forte épaisseur ou mixte aluminium-acier ou aluminium, en contact direct avec le gros-œuvre ou une charpente métallique lourde. Ceci s'applique même si un seul bord du vitrage est concerné.

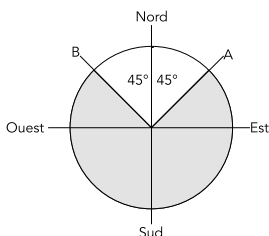
### ▼ Feuillures à inertie thermique forte

Les feuillures massives en béton ou métalliques engravées dans des matériaux minéraux peuvent encore se rencontrer dans les rénovations de bâtiments historiques.

## 6.1.3 L'ENVIRONNEMENT DU VITRAGE

### ▼ Ensoleillement

Sont considérés comme soumis à l'ensoleillement, tous les vitrages inclinés, quelle que soit l'orientation, ainsi que les vitrages verticaux dont la perpendiculaire est comprise dans l'angle A O B indiqué sur la figure ci-après en zone grisée, sauf s'ils sont totalement et de façon permanente à l'abri du soleil.



*Bon à savoir : un albédo important créé par la neige ou par une surface très réfléchissante peut générer un rayonnement plus important que celui qui est prévu par les modèles intégrés aux logiciels.*

### ▼ Ombres portées

Les effets occasionnés par les pare-soleil, auvents, loggias, tableaux de maçonnerie, arbres ou bâtiments..., sur une partie du vitrage doivent être pris en compte.

### ▼ Store

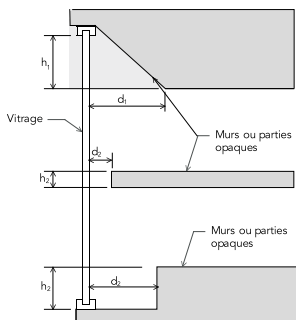
A défaut d'information, il est prudent d'établir un diagnostic en associant au vitrage un store intérieur standard, tel que défini dans la norme (store à une distance de 5 cm du vitrage et ventilé au moins sur 3 côtés).

### ▼ Vitrage situé devant une paroi opaque (retombée de plafond, acrotère, etc...)

Devant une paroi opaque, chaque composant du vitrage doit généralement être trempé sauf si la paroi est de dimensions réduites ou très éloignée du vitrage. Cependant les conditions peuvent être telles que la température atteinte par les mastics de scellement génère des risques inacceptables pour la durabilité des vitrages isolants.

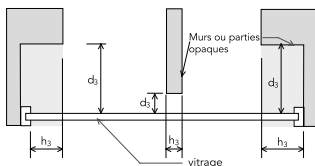
En coupe verticale, le vitrage est considéré comme devant une paroi opaque.

si :  $d_1 < 0,80 \text{ m}$  et  $h_1 \geq 0,5 d_1 + 0,10 \text{ (m)}$  :



ou si :  $d_2 < h_2$  et  $h_2 \geq 0,10 \text{ m}$ .

En coupe horizontale, le vitrage est considéré comme devant une paroi opaque si :  $d_3 < h_3$  et  $h_3 \geq 0,10$ .



### ▼ Vitrages voisins d'un appareil dégageant de la chaleur

Le soufflage d'air chaud parallèlement au vitrage ou vers l'intérieur du local ne nécessite pas de dispositions particulières, lorsque les bouches de soufflage sont à plus de 0,20 m du vitrage.

Pour les systèmes rayonnant directement sur le vitrage (éclairage à forte intensité, appareil de chauffage électrique, radiateur de chauffage central, ordinateur au sol contre le vitrage...), une étude particulière doit être prévue. Un verre trempé devra être utilisé dans la plupart de ces situations.

### ▼ Vitrages obligatoirement trempés

- Vitrages VEC ou VI à bords décalés dès que le verre extérieur présente un décalage supérieur à 5 fois son épaisseur.
- Vitrages montés en allège avec un isolant placé contre le verre et une lame d'air non ventilée.
- Vitrages façonnés avec trous ou/et encoches.
- Vitrages soumis au soufflage direct d'air chaud.
- Vitrages destinés à être peints partiellement ou entièrement.
- Vitrages comportant un porte-à-faux.

### ▼ Doivent faire l'objet d'attention particulière

- Les vitrages isolants susceptibles d'être superposés, de façon normale (comme en châssis coulissant), ou accidentelle (stockage sur chantier) dans la mesure où ces situations sont prévisibles.
- Les vitrages feuilletés épais répondant aux exigences de protection des biens et des personnes contre le vandalisme, l'effraction ou les balles.
- Les vitrages gravés ou décorés, ainsi que les vitrages sur lesquels seraient apposés un film décoratif (vitrophanie).
- La proximité d'un objet sombre et massif derrière le vitrage (entreposage de matériaux isolants en cours de construction ou autre).

S'agissant de vitrages équipant des menuiseries respirantes ou ventilées munies d'un store, AGC recommande une validation au cas par cas. Le vitrage médian doit le plus souvent être résistant au choc thermique.

En fin de construction des bâtiments, ceux-ci n'étant pas chauffés, les conditions de température réelles des faces de vitrages peuvent être très différentes de celles des modèles de calcul.

### ▼ Hypothèses de vérification

Si nécessaire, un questionnaire AGC (*disponible sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) - site France*) reprenant les rubriques ci-après est adressé au client. A défaut d'informations, les hypothèses simplificatrices du *DTU 39 P3* sont utilisées mais AGC ne pourra que formuler des réserves quant au diagnostic.

Renseignements nécessaires à la vérification des risques de choc thermique	
Composition du vitrage (type et épaisseur)	Extérieur / lame gazeuse / intérieur
Site du projet	Département, canton, altitude
Zone urbaine	Oui / non
Type de menuiserie	Légère isolante / légère conductrice / lourde conductrice / massive / VEC
Orientations	Est, sud-est, sud-ouest, nord-ouest...
Angle sur l'horizontale	
Dimensions	Largeur / hauteur (moyennes, maximales, minimales)
Store ou brise-soleil	Absence ou présence, mobile ou fixe Référence commerciale, Type (toile, vénitien), couleur, opacité, Caractéristiques énergétiques
Position du store /BS	Extérieur / incorporé / intérieur
Distance du store au vitrage	Coupes indiquant les espaces haut, bas, latéraux
Porosité du store	X % ou coefficient d'ouverture
Présence d'une paroi opaque (même partielle)	Oui / non (préciser / dimensions et nature sur plans)
Présence d'un corps de chauffe	Oui / non (préciser / dimensions)
Ombre partielle	Impact sur le vitrage (permanent, temporaire, couverture...)

### 6.1.4 ÉCARTS DE TEMPÉRATURE ADMISSIBLES POUR LE VERRE RECUIT

Les vitrages pour lesquels l'écart de température entre deux zones dépasse à un moment quelconque les écarts admissibles (comme ceux donnés page 551 pour les feuillures de faible inertie courantes) doivent être trempés ou durcis.

L'écart de température admis dépend de la nature du vitrage, de l'état de ses bords, de son orientation, de sa position (verticale ou inclinée), de la nature de la feuillure et, de façon générale, des conditions d'environnement et des sollicitations mécaniques liées à la mise en œuvre. Il est calculé pour chaque composant du vitrage isolant.

- En position horizontale ou inclinée ou en cas de bord non maintenu ou en cumul d'un écart d'altitude non pris en compte à la fabrication, la concomitance des contraintes mécaniques et thermiques réduit la température maximale admise.
- Certaines hypothèses de constitution des vitrages isolants, de l'inertie thermique des feuillures ou des moyens de découpe des vitrages, prises lors de l'établissement des critères fixés par le [DTU 39](#), ne sont plus en adéquation avec les pratiques actuelles.

*Bon à savoir : la définition d'un façonnage JPI, selon la norme EN 12150 par exemple, ne conduit pas forcément à la qualité nécessaire à l'application du critère de qualité JPI évoqué par DTU 39 P3 § 6.3, sauf cahier des charges établi spécifiquement avec le transformateur.*

### ▼ Cas général des feuillures à faible inertie thermique, écart admissible en °C ([Extrait du DTU 39 P3](#))

*Nota : Pour réduire effectivement les risques, le façonnage JPI doit être de haute qualité, ce qui n'est pas toujours compatible avec les contraintes économiques et pratiques d'un projet. Nous recommandons de ne jamais dépasser 38°C comme écart de température acceptable, dans tous les cas dépassant cette valeur dans le tableau ci-contre.*

Type de verre	Appui sur	Avec ombre portée			Sans ombre portée		
		$\beta \geq 60^\circ$	$60^\circ > \beta \geq 30^\circ$	$30^\circ > \beta$	$\beta \geq 60^\circ$	$60^\circ > \beta \geq 30^\circ$	$30^\circ > \beta$
- Monolithique façonné JPI - Feuilleté symétrique façonné, avec tous les composants $\geq 4$ mm	Périphérie	42	38	34	48	43	38
	Autres	34	28	21	38	31	24
- Monolithique brut de coupe - Feuilleté symétrique brut de coupe, avec tous les composants $\geq 4$ mm - Feuilleté, symétrique façonné JPI, avec un des composants $\leq 3$ mm - Feuilleté non symétrique façonné JPI	Périphérie	35	32	28	40	36	32
	Autres	28	23	18	32	26	20
- Imprimé brut de coupe ou façonné JPI	Périphérie	32	29	25	36	32	29
	Autres	25	21	16	29	23	18
- Feuilleté non symétrique brut de coupe - Feuilleté brut de coupe, avec un des composants $\leq 3$ mm - Feuilleté symétrique scié, avec tous les composants $\geq 4$ mm	Périphérie	26	24	21	30	27	24
	Autres	21	17	13	24	19	15
- Feuilleté non symétrique scié	Périphérie	25	22	20	28	25	22
	Autres	20	16	12	22	18	14
- Armé	Périphérie	23	20	18	25	23	20
	Autres	18	15	11	20	17	13

Pour d'autres types de feuillures, il convient de se référer au [DTU 39 P3](#).

### 6.1.5 COEFFICIENTS D'ABSORPTION À NE PAS DÉPASSER POUR UTILISER DU VERRE RECUIT EN DOUBLE VITRAGE

Les tableaux suivants issus du *DTU 39 P3* ne s'appliquent qu'à des situations courantes et dans des feuillures courantes. Ils donnent l'absorption énergétique limite de chaque composant de vitrage isolant afin que celui-ci puisse être en verre recuit (voir p. 553) pour quelques vitrages courants de la gamme AGC). Au-delà, le vitrage doit être trempé ou durci ou un calcul plus précis doit être effectué.

▼ **Double vitrage à couche faiblement émissive avec ou sans store intérieur, lame d'air ou d'argon, et posé verticalement dans un châssis fixe ou ouvrant non coulissant.**

Double vitrage $1.0 \leq U_g < 1.6$		Menuiserie à faible inertie thermique	
Nature	En appui sur :	Composant extérieur	Composant intérieur
Monolithique	Périphérie	0,34	0,15
	Autre cas	0,24	Trempé

Les doubles vitrages à couche faiblement émissive et posés en toiture ne peuvent pas être évalués par méthode simplifiée. Les vitrages isolants sans couche n'étant plus guère utilisés, se reporter au *DTU 39* si nécessaire.

### 6.1.6 COEFFICIENTS D'ABSORPTION À NE PAS DÉPASSER POUR UTILISER DU VERRE RECUIT EN CHÂSSIS COULISSANTS, DOUBLE VITRAGE ET REMPLISSAGE ARGON

▼ **Double vitrage avec couche faiblement émissive en châssis vertical coulissant ou à guillotine avec butée**

Les conditions d'absorption énergétique (AE) doivent être satisfaites simultanément pour les deux composants du vitrage isolant (voir p. 553) pour quelques vitrages courants de la gamme AGC. Les largeurs en tableau de maçonnerie sont limitées à 2,00 m pour les portes-fenêtres et 1,60 m pour les fenêtres. Lorsque le verre extérieur est à bords façonnés JPI, le verre clair intérieur doit être également à bords façonnés JPI.



Composition	AE Composant extérieur	AE Composant intérieur
Pose en plaine (altitude ≤ 500 m) - Couche faiblement émissive en face 2		
iplus #2 + 16 + 4	20	10
iplus #2 + 16 + 6	14	15
Pose en plaine (altitude ≤ 500 m) - Couche faiblement émissive en face 3		
4 + 16 + iplus #3	10	15
Pose en montagne (altitude > 500 m) - Couche faiblement émissive en face 2		
iplus #2 + 16 + 4 mm	14	10
Pose en montagne (altitude > 500 m) - Couche faiblement émissive en face 3		
4 + 16 + #3 iplus	10	12

### 6.1.7 COEFFICIENTS D'ABSORPTION DES CONSTITUANTS DE VITRAGES ISOLANTS À COUCHE iplus AGC

Toutes les compositions sont avec argon 90% ou 85% et Planibel Clearlite et sans protection solaire.

Composition	Couche	AE Composant extérieur	AE Composant intérieur
Iplus Top 1.1			
4 / 16 / 4	#3	7	7
4 / 16 / 4	#2	12	3
4 / 16 / 44.2	#3	7	13
6 / 16 / 44.2	#3	10	13
44.2 / 16 / 4	#2	25	2
44.2 / 16 / 6	#2	25	3
44.2 / 16 / 4	#3	21	5
Iplus Advanced 1.0			
4 / 16 / 4	#3	8	8
4 / 16 / 4	#2	14	2
6 / 16 / 4	#3	11	8
4 / 16 / 44.2	#3	8	12
6 / 16 / 44.2	#3	11	12
44.2 / 16 / 6	#2	27	2
44.2 / 16 / 4	#3	22	3

Composition	Couche	AE Composant extérieur	AE Composant intérieur
Iplus Energy N ou ipasol 70/37			
6 /16/4	#2	28	1
6 /16/4	#2	26	0
6 /16/ 44.2	#2	25	4
8 /16/ 55.2	#2	31	4

### 6.1.8 TRIPLE VITRAGE

Le triple vitrage est généralement associé à une menuiserie de faible inertie thermique.

Thermobel TG est fabriqué avec des vitrages à couche faiblement émissive généralement en position 2 et 5 et un vitrage Clearlite ou Clearvision au milieu du vitrage afin de limiter les contraintes thermiques dans les cas courants.

D'autres dispositions sont à prévoir après calcul, en cas de pose en altitude ou avec une occultation solaire à l'intérieur du bâtiment.

Il pourra être nécessaire d'utiliser des vitrages trempés thermiquement.

## 6.2 – Vérifications relatives aux vitrages isolants

### 6.2.1 TEMPÉRATURE DES COMPOSANTS

Il convient de vérifier les risques de casse thermique chaque fois que l'absorption énergétique de l'un des vitrages dépasse les valeurs données en p. 553).

La présence d'éléments pouvant perturber le régime thermique de la lame d'air (stores ou éléments incorporés, système respirant, façade multiple, vitrages devant acrotère ou nez de dalle...) ou échauffer les vitrages doit alerter le concepteur.

Des simulations peuvent être réalisées suivant les principes des normes *P78-470* et *EN ISO 52022-3*. Elles nécessitent de connaître tous les éléments du projet (plans, dimensions, teintes, etc, ...).

### 6.2.2 EFFORT DANS LE JOINT DE SCELLEMENT DES VITRAGES ISOLANTS

Les systèmes de scellement sont dimensionnés suivant les règles AGC.

Le joint de scellement subit un effort lorsque la lame de gaz subit une variation de volume sous l'effet de la température ou de la pression extérieure. Cet effort est exprimé en daN par cm de joint ou N/mm.

La contrainte sur les joints de vitrages Thermobel doit être vérifiée lorsque la différence d'épaisseur des constituants est supérieure à 6 mm et la lame de gaz est supérieure à 18 mm,

si :

- l'épaisseur totale d'au moins une face est au moins égale à 12 mm,
- la plus petite dimension est inférieure à 0.40 m.

Pour un vitrage isolant pris en feuillure sur 4 côtés, la certification Cekal définit actuellement une limite de 1.12 N/mm à ne pas dépasser.

Dans le cas des vitrages à bords exposés, ou VEA, ou VEC et à scellement silicone, la limite actuelle est de 0.95 N/mm.

Dans la pratique, les vitrages Thermobel 4/air ou argon 15 ou 16 mm/X avec toute la gamme iplus (Top 1.1 ou Advanced 1.0 ou Energy N), avec jusqu'à 8 mm ou 44.6, pour menuiserie courante, sont conformes si la plus petite dimension est supérieure à 350 mm et si l'écart d'altitude entre le lieu de pose et de fabrication ne dépasse pas 300 m.

Dans les autres situations, le calcul au cas par cas suivant [NF P78-470](#) est réalisé par nos services si nécessaire, sur la base d'hypothèses forfaitaires ou avec les conditions réelles d'exposition maximale au rayonnement, sans protections solaires sur demande.

Lorsque les vitrages sont de forme trapèzoïdale ou triangulaire, le calcul est réalisé sur la base du rectangle de même surface et avec la plus petite dimension du vitrage.

## 6.2.3 VITRAGES EN ALTITUDE

Lorsque l'altitude du lieu de fabrication diffère notablement de l'altitude de pose, la variation de pression est permanente et peut conduire à une rupture du verre en l'absence de dispositions préventives ou compensant les variations de pression (dépression à l'air sec ou argon, soupape, équilibrage sur chantier). L'effort s'exerçant dans le joint de scellement doit être vérifié pour les besoins de la certification Cekal également.

## 6.2.4 TEMPÉRATURE DU JOINT DE SCELLEMENT

La température du joint de scellement est assimilée à la température de la lame d'air. Elle ne doit pas de façon générale excéder 60° C, afin de limiter les risques d'embuage et afin de bénéficier de la certification Cekal.

Cependant, si sous ensoleillement la réaction dans le joint de scellement reste inférieure à 0,60 N/mm pour les vitrages sous parclose, ou 0,40 N/mm pour les vitrages VEC ou à bords libres, une température de 65° C maxi est admise.

Il appartient au maître d'ouvrage de fournir les éléments nécessaires à la vérification, notamment la température intérieure maximale pouvant régner au voisinage du vitrage et toute condition spécifique à l'installation.

Les températures maximales extérieures et flux solaire pour chaque zone et exposition sont précisées dans les "Conditions climatiques" (*Cahier CSTB n° 3242*).

L'utilisation de vitrages réfléchissants ou d'une protection solaire extérieure peut être recommandée pour réduire la température susceptible d'être atteinte par les vitrages.

*Bon à savoir : les vitrages isolants Thermobel 85° ont fait l'objet de tests de vieillissement qui assurent la bonne tenue des produits de scellement et la garantie AGC pour un emploi jusqu'à 80°C.*

## 6.2.5 COMPATIBILITÉ DES PRODUITS DE COLLAGE ET D'ÉTANCHÉITÉ

Certains mastics d'étanchéité et produits de collage des menuiseries peuvent entraîner une détérioration du joint de scellement des vitrages isolants, due à la migration des composants dégradant le butyl.

L'entreprise doit s'assurer auprès de son fournisseur de la compatibilité des mastics ou de toute colle qu'elle emploie sur chantier ou lors de la mise en œuvre en atelier. Cette précaution vaut également pour le collage sur châssis.

L'ensemble des produits, qu'ils soient au contact des vitrages ou susceptibles de dégager diverses substances une fois en œuvre, doit présenter une compatibilité avérée par essais.

## 6.3 – Vérifications relatives au verre feuilleté

### 6.3.1 SÉCURITÉ VIS-A-VIS DES CHUTES DE PERSONNES

Les caractéristiques minimales exigées pour les produits feuilletés sont précisés par le *FD DTU 39 P5 (Mémento Sécurité pour les Maîtres d'oeuvre)*.

Ce sont les classes 1B1 suivant *EN 12600* et P1A suivant *EN 356*. Dans la gamme AGC, les produits correspondants sont donnés dans le tableau ci-dessous.

	Minimum pour 1B1
Stratobel PVB ou Strong clair ou coloré ou SentryGlas	33.2 recuit valable en trempé
Stratophone	33.2 recuit valable en trempé
Stratobel EVA clair ou EVA Creation	44.4 trempé ou 66.3 trempé ou 88.2 recuit

La mise en œuvre de ces produits doit conduire à ce que l'ensemble de l'ouvrage résiste aux exigences de chocs mous et durs suivant les textes en vigueur.

Des essais dans les conditions de maintien réel du vitrage peuvent être nécessaires dans les situations décrites en annexe du *FD P5 du DTU 39 : 2017*.

### 6.3.2 HEURTS ET/OU CHUTES DE VERRE

Les feuilletés Stratobel PVB, Strong, EVA, Stratophone ou Pyrobel... posés verticalement sont aptes à retenir les morceaux en cas de bris s'ils sont classés 2B2 au moins suivant *EN 12600*.

Les miroirs ou verres décoratifs avec un film déposé industriellement Safe+ (Mirox ou Lacobel ou Matelac) présentent les mêmes caractéristiques.

Les intercalaires non évalués sur vitrage suivant *EN 12600*, d'une autre nature que ceux-ci, ou les films rapportés sur le vitrage par un transformateur ou un installateur doivent faire l'objet d'une étude spécifique.

	Minimum pour 2B2
Stratobel PVB ou Strong clair ou coloré ou SentryGlas	33.1 recuit valable en trempé
Stratophone	33.1 recuit valable en trempé
Stratobel EVA	44.2 recuit ou 55.2 trempé
Lacobel, Matelac, Mirox	4 mm en version Safe + verre recuit
Pyrobelite	10 ou 7EG
Pyrobel	16 ou 8EG

En paroi inclinée, seuls les feuilletés de classe 2B2 (Stratobel PVB ou EVA ou SentryGlas, Stratophone) conviennent.

### 6.3.3 TEMPÉRATURE DES MATÉRIAUX

Les performances mécaniques ou visuelles de certains vitrages peuvent être affectées si ceux-ci sont soumis à de fortes élévations de température. Un calcul est recommandé lorsqu'un tel risque est prévisible (vitrages très absorbants, ensoleillement fort, store intérieur, vitrage devant, partie opaque, système dit respirant, façade multiple, ...).

Les limites acceptables dépendent intrinsèquement du produit et des conséquences potentielles en termes de résistance ou de sécurité. Il convient de moduler ces valeurs en appréciant la durée de l'exposition des produits verriers à ces températures et la probabilité d'occurrence de telles températures.

Intercalaire	Limitation usuelle	Commentaires
Stratobel PVB ou Strong Stratophone PVB	Région VE1 : 65° C Région VE2 : 63° C Région VE3 : 60° C Région VE4 : 60° C	
Stratobel PVB clair, assemblé en mesures fixes	Garde-corps : 65° C Parois inclinées : 65°C Autres usages : 75° C	Ne n'applique pas au vitrage découpé
Stratobel SentryGlas	80°C	Usage suivant DTA
Stratobel EVA	Garde-corps : 65° C Parois inclinées : 65°C Autres usages : 75° C	Toutes zones en France
Pyrobel et Pyrobel EG	50° C	Désordre esthétique (bulles)

Les performances des vitrages sont mesurées selon des conditions expérimentales précisées dans chaque norme d'essais. AGC recommande le positionnement des vitrages feuilletés du côté intérieur du bâtiment, notamment Stratobel Security contre le vandalisme ou les balles. Les températures extrêmes sont ainsi évitées.

AGC garantit l'utilisation de vitrages feuilletés PVB et EVA au-delà de 60°C et jusqu'à 75°C s'ils sont fabriqués par nos usines de transformation et dans certains cas d'utilisations.

Un vitrage isolant de contrôle solaire ipasol ou Stopray, ou/et une protection solaire extérieure, permettent de limiter l'échauffement.



## 6.4 – Conditions climatiques

### 6.4.1 CONVENTIONNELLES (CAHIER CSTB N° 3242)

Ces conditions sont prises en compte pour déterminer les températures maximales ou minimales susceptibles d'être atteintes dans les vitrages isolants ou feuilletés en façade ou verrière en France Métropolitaine.

Les paramètres de calcul définis sont :

- les coefficients d'échanges superficiels  $h_e$  et  $h_i$  en fonction de l'inclinaison et de la saison,
- la température extérieure maximale (été et demi-saison) suivant localisation en zone VE1 à 4, orientation et altitude,
- le flux solaire conventionnel suivant la saison, la localisation, l'orientation et l'altitude,
- la température extérieure minimale suivant localisation, orientation et altitude.

Le *Cahier CSTB n° 3242* établit les valeurs pour chaque région de France et les critères associés. Les parois à faible pente, très exposées à l'ensoleillement, font l'objet de recommandations particulières.

### 6.4.2 FORFAITAIRES (NF P 78-470)

Ces hypothèses fournissent un jeu de données suffisantes pour les calculs réalisés sans connaissance de la destination.

Le vitrage est vertical et il est fabriqué à 15°C et 100 m d'altitude. Le vitrage isolant est installé ou transite à une altitude maximale de 400 m.

$T_{\text{ext}_\text{été}} = 35^\circ\text{C}$  ;  $T_{\text{int}_\text{été}} = 25^\circ\text{C}$  ; ensoleillement  $800 \text{ W/m}^2$   
 $h_{c_e} = 8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  et  $h_{c_i} = 3,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

### 6.4.3 RÉELLES

Pour des calculs plus pertinents, l'environnement de la construction devra être précisé.

Ombre particulière ou rayonnement spécifique dû à l'albédo ou à une réflexion sur une surface, conditions d'installations et points singuliers ou une situation temporaire telle qu'un bâtiment non chauffé, peuvent modifier les températures attendues.

# — 7 — RÈGLEMENTATION EN FRANCE



Médiathèque La Passerelle - Vitrolles, France - Architecte : Jean-Pierre Lott - ipasol

# 7.1 – Règlementation thermique

## 7.1.1 LES BÂTIMENTS ET L'ÉNERGIE

L'ensemble des états membres de la Communauté Européenne travaille à limiter la consommation en énergie des bâtiments. Les outils d'appréciation sont harmonisés (normes, modes de calcul, caractéristiques des produits, etc) et la *Directive Performance Énergétique du 16 février 2002* est en place. Elle rend obligatoire l'affichage de la consommation d'un bâtiment et la disponibilité de certificats de diagnostic de performance énergétique lors d'achat, vente ou location d'un bâtiment.

La réglementation thermique française porte sur les bâtiments neufs, sur les grosses rénovations, et sur la rénovation par éléments de bâtiments d'habitation. Elle est rendue obligatoire par le *Code de la Construction et de l'Habitation*. Sont en vigueur la *RT 2012* pour le neuf et les grosses rénovations, ainsi que *l'arrêté sur la rénovation de bâtiments par éléments*, révisé en mars 2017.

Le confort en été et en hiver, la limitation des coûts en énergie, la protection contre le bruit et le maintien de la pureté de l'air ont été imbriqués jusqu'ici. A l'horizon 2020, de nouveaux textes verront le jour, inspirés par davantage de considérations environnementales et énergétiques. Ils favoriseront la production d'énergie et une moindre empreinte carbonée pendant toute la vie du bâtiment.

## 7.1.2 LES RÈGLES EN FRANCE

Le maître d'ouvrage est responsable du respect de la réglementation et veille à la conformité du projet, du permis de construire à la livraison. Les exigences applicables portent sur le bâtiment complet, neuf ou réhabilité et nécessitent l'usage de méthodes de calculs dédiées pour le traitement du chauffage, de la climatisation, de la ventilation, des équipements producteurs ou consommateurs d'énergie et de l'éclairage. Les écarts entre le projet initial et la réalisation peuvent être pointés.

Le site [www.rt-batiment.fr](http://www.rt-batiment.fr) du *Ministère de la transition écologique et solidaire* donne accès aux documents principaux et guides. Les dispositions prises ne peuvent compromettre les mesures réglementaires prises en matière de santé, salubrité, hygiène et sécurité.

Les parois vitrées sont traitées par les fascicules spécifiques des *règles Th-Bât*, méthodes de calcul des déperditions thermiques et prise en compte des caractéristiques lumineuses et des apports solaires.

### 7.1.3 LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS NEUFS OU RÉHABILITÉS

Elle est appréciée au moment du dépôt du permis de construire avec 3 critères.

- > Ceptotaliselaconsommationenénergieprimaire. Ellenedoitpas dépasser une valeur fixée par région et exprimée en kWh/m<sup>2</sup> de SHON.
- > L'indice Bbio est calculé en points. Il valorise la conception bioclimatique (optimiser l'orientation, la ventilation naturelle, l'entrée de lumière naturelle et les apports solaires choisis ou la production d'eau chaude ou d'énergie). Le Bbio max est modulé par typologie de bâtiment, sa localisation géographique et son altitude.
- > La température intérieure  $T_{ic} \leq$  Température de référence (26°C) ne doit pas affecter le confort des occupants.

Les bâtiments non chauffés, ouvrages provisoires et certains ouvrages vitrés ne sont pas soumis à la réglementation.

Les régions définies par la Réglementation Thermique sont au nombre de 8 (H1a, H1b, H1c, H2a, H2b, H2c, H2d, H3) selon la carte ci-dessous.



## 7.1.4 LES PAROIS VITRÉES, DÉFINITIONS ET RÈGLES TH BÂT

Les performances des vitrages reposent sur 3 caractéristiques standardisées : le coefficient d'isolation thermique  $U_g$ , le facteur de transmission lumineuse  $\tau_v$ , et le facteur solaire  $g$ .

Pour les parois vitrées, les performances incluant le châssis sont le coefficient  $U_w$  ou  $U_{cw}$ , la transmission lumineuse  $T_{lw}$  et le facteur solaire des baies  $S_w$ . Les Méthodes et les Applications seront exposées courant 2018 dans les *fascicules Parois Vitrées des règles Th-Bât*, qui traitent des performances thermiques, lumineuses et solaires après la refonte des précédentes règles ThL et Th S liées à la [RT 2012](#).

Symbole	
$U_g$	Coefficient thermique du vitrage en $W/m^2/K$ Conventionnel EN 373 vertical ou suivant inclinaison
$\psi$	Coefficient thermique linéique de jonction vitrage-menuiserie en $W/m^2/K$
$U_f$	Coefficient thermique de menuiserie en $W/m^2/K$
$\sigma$	Clair de jour
$U_w$	Coefficient thermique de la baie, conventionnel vertical ou suivant inclinaison, avec croisillons éventuels
$U_{cw}$	Coefficient thermique de la baie ou du mur-rideau ou de la verrière
$g$	Facteur solaire du vitrage seul $g = S_{g1} + S_{g2}$ Not : a $S_{g3} = 0$
$S_{g1}$	Composante directe du facteur solaire du vitrage seul
$S_{g2}$	Composante directe du facteur solaire du vitrage seul
$S_w$	Facteur solaire de la baie
$S_{w1}$	Composante directe du facteur solaire de la baie
$S_{w2}$	Composante directe du facteur solaire de la baie
$S_{w3}$	Composante diffuse du facteur solaire de la baie (en présence de protection solaire)

Les modes de calcul des caractéristiques des parois vitrées sont conformes aux normes françaises européennes applicables : notamment [NF EN ISO 10077](#), [EN ISO 52022-1 et -3](#) et [NP XP P 50-777](#).

Il est fait appel à des valeurs complémentaires, notamment les facteurs solaires d'été et d'hiver et leur décomposition en fractions directes ou non directes ; soit pour les vitrages seuls  $g = Sg1 + Sg2$  (cas été et cas hiver). Le coefficient  $U_g$  calculé pour les parois inclinées doit être utilisé.

Les caractéristiques  $U_f$  des menuiseries en bois, en PVC ou en métal dépendent de la nature des constituants et de leur conductivité thermique, des dimensions globales, de la géométrie des profilés et leur épaisseur, des matériaux assurant la rupture de pont thermique, du nombre de chambres, etc.

$\Psi$  caractérise la périphérie du vitrage, avec son espaceur, et le profilé de menuiserie. Il doit être calculé au cas par cas avec un logiciel adapté, en intégrant toutes les données géométriques du châssis et le type de vitrage isolant, double ou triple.

*Bon à savoir : Glass Configurator vous permet de calculer toutes les valeurs réglementaires en France :  $U_g$  vertical ou incliné,  $g$  été-hiver,  $Sg1/Sg2$  été-hiver (page France).*

## 7.1.5 CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES ET PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS EXISTANTS

La réglementation dite «par éléments», précisée par arrêté du [25 mars 2017](#), s'applique à l'occasion de travaux en France Métropolitaine à l'installation et au remplacement des parois vitrées de tous les bâtiments existants. Les exigences portent à la fois sur le vitrage et sur le châssis vitré.

Type de paroi vitrée	Performance thermique de la baie	Performance thermique du vitrage
Fenêtres de surface $> 0.5m^2$ , portes-fenêtres, doubles fenêtres, façades rideau	$U_w \leq 1.9 \text{ W/m}^2/K$	
Fenêtre de surface $< 0.5 \text{ m}^2$		$U_g \leq 1.5 \text{ W/m}^2/K$
Porte d'entrée de maison individuelle	$U_d \leq 2.0 \text{ W/m}^2/K$	
Verrière	$U_{cw} \leq 2.5 \text{ W/m}^2/K$	
Véranda (chauffée)	$U_{vérande} \leq 2.5 \text{ W/m}^2/K$	

Les fenêtres, portes fenêtres et façades-rideaux des bâtiments non-résidentiels, exceptées celles exposées au nord ou masquées, doivent satisfaire, par l'utilisation d'un vitrage de contrôle solaire ou d'une protection mobile ou par l'association des deux solutions, à un facteur solaire de la paroi complète  $Sw$  inférieur ou égal à 0,35.

Une fenêtre de toit doit comporter une protection solaire extérieure afin de présenter un facteur solaire de 0.15 au plus.

## 7.2 – Règlement acoustique

### 7.2.1 TEXTES RÉGLEMENTAIRES

La loi soumet les bâtiments neufs et réhabilités à des exigences de performance d'isolation acoustique entre locaux, de limitation des bruits d'équipements intérieurs et d'isolement acoustique des façades vis-à-vis du bruit extérieur.

Elles sont formulées suivant les symboles et définitions donnés ci-après. Le maître d'ouvrage peut néanmoins toujours formuler des objectifs plus contraignants. L'évaluation, la prévention et la réduction du bruit relèvent du *Code de l'Environnement, art L.572-1 et suivants*.

*Le Code de l'Environnement (article L 571-10)* traite du classement des secteurs situés au voisinage des infrastructures de transports terrestres et des niveaux de nuisances sonores à prendre en compte pour la construction de bâtiments.

*Le décret n° 2006-361 du 24 mars 2006 et l'arrêté du 4 avril 2006* sont relatifs à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

En application du *décret n° 95-21 du 9 janvier 1995* et de l'*arrêté du 30 mai 1996*, le préfet définit les niveaux de renforcement de la protection des pièces principales et des cuisines contre les bruits extérieurs en bordure des voies concernées.

Les contrôles effectués en vue de la réception de l'ouvrage portent notamment sur les performances acoustiques des bâtiments. La *circulaire du 25/4/2003* précise les modalités de vérification de la qualité acoustique.

#### ▼ Bâtiments d'habitation neufs/rénovation/par éléments

Les articles *L.111-11* et *R.111-4* et suivants du Code de la Construction et de l'habitation traitent de l'isolation acoustique des bâtiments d'habitation. Un arrêté 17 avril 2009, précise le cas des bâtiments d'habitation dans les DOM.

Pour les logements il existe une attestation de prise en compte de la réglementation acoustique par *arrêté du 27 novembre 2012*.



## ▼ Autres bâtiments

Le *décret 95-20 du 9/1/1995, les arrêtés et la circulaire du 25/4/2003* concernent les bâtiments relevant de tous les établissements d'enseignement, de santé, de soins, d'action sociale, de loisirs ou de sports, les hôtels et établissements d'hébergement à caractère touristique et tout bâtiment autre que d'habitation.

## ▼ Aérodroemes

La protection des riverains des aérodroemes est traitée par le *Code de l'Environnement (article L571-11 et suivants ; R.571-58 et suivants et le Code de l'Urbanisme articles L 112.3 et suivants, R.112-1 et suivants)*.

Au voisinage des aérodroemes, en application des *articles L 147-5 à L 147-11 du Code de l'Urbanisme*, des plans d'exposition au bruit définissent des zones (A, B et C) en fonction du niveau de gêne sonore qui y est généré par le trafic aérien. A l'intérieur de ces zones, le droit d'édifier des constructions nouvelles est interdit ou soumis à des dispositions spéciales.

L'isolement  $D_n$  doit être de 47, 40 et 35 dB, respectivement pour les zones A, B et C exposées au bruit des aérodroemes, pour tous les bâtiments quelle que soit leur destination.

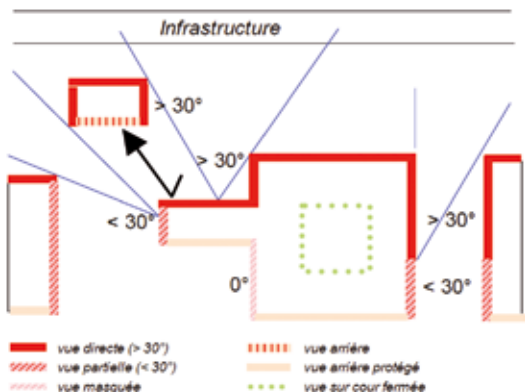
## 7.2.2 EXPOSITION DES BAIES AU BRUIT ET CLASSES BR1, BR2, BR3

Les infrastructures de transports terrestres sont classées par arrêté préfectoral suivant l'*arrêté du 30 mai 1996 modifié par arrêté du 23 juillet 2013* en catégories 1 à 5, selon le bruit généré par le trafic (1 étant la plus bruyante et 5 la plus calme).

La classe de la baie BR1, BR2 ou BR 3 est liée à sa distance à la façade et à son exposition par rapport à l'infrastructure (vue directe, vue partielle, masquée, protégée, etc..).

Elle dépend également de la proximité d'un aéroport et de la zone du plan d'exposition au bruit (PEB) approuvé par arrêté préfectoral.

La détermination du classement BR s'effectue baie par baie en appliquant l'annexe 2 de l'[arrêté du 13 juin 2008](#) (RTEX globale) en fonction de la distance "d" entre la façade étudiée et l'infrastructure et de la "vue d'une infrastructure depuis une baie".



Le niveau de protection solaire doit être renforcé si la baie est exposée au bruit (classes d'exposition BR 2 et BR 3).

La classe d'exposition BR3 correspond à l'obligation d'un renforcement de l'isolement acoustique au delà des 30 dB de la réglementation acoustique.

La classe d'exposition BR2 correspond à des niveaux d'exposition plus faibles spécifiques de la RT existant «globale» qui ne nécessitent pas le renforcement de l'isolement acoustique mais qui conduisent pour les chambres à une contrainte thermique d'été liée à l'absence de ventilation nocturne de ce type de local.

La classe d'exposition BR1 correspond à une faible exposition. Toutefois par convention une baie est classée en BR1 dans le cas de bâtiment situé hors PEB (aucun classement des infrastructures au voisinage de la construction par arrêté préfectoral au sens du [décret N° 95-21 du 9 janvier 1995](#)).

## 7.2.3 DÉFINITIONS ET SYMBOLES

Niveau de bruit en continu	$LA_{eq}$	en dB
Isolement acoustique standardisé pondéré au bruit aérien entre deux locaux	$D_{nTA}$	$D_{nTA} + C$ suivant EN ISO 717-1
Isolement acoustique standardisé pondéré contre les bruits extérieurs	$D_{nTA,tr}$	$D_{nTA,tr} + C_{tr}$ suivant EN ISO 717-1
Indice d'affaiblissement acoustique du vitrage	$R_w(C ; C_{tr})$	
Indice d'affaiblissement acoustique de la fenêtre	$R_w(C ; C_{tr})$	Avec équipement et vitrage de composition donnée

L'exigence d'isolement de façade est exprimée par la valeur  $D_{nTA}$  ou  $D_{nTA,tr}$  en décibels (dB). C'est la différence entre le niveau de bruit mesuré en façade et celui mesuré dans le local à protéger.

$D_{nTA}$  ou  $D_{nTA,tr}$  sont fixés par le maître d'ouvrage et communiqués à l'entreprise. Le bureau d'études ou le maître d'œuvre détermine pour chaque constituant les caractéristiques d'affaiblissement nécessaires.

Pour les vitrages, les  $R_w(C ; C_{tr})$  sont disponibles sur [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).

Des essais spécifiques normalisés peuvent être réalisés avec une composition vitrée donnée pour une fenêtre ou une porte extérieure, afin de quantifier son propre indice d'affaiblissement acoustique  $R_w(C ; C_{tr})$ .

## 7.2.4 EXIGENCES

### ▼ Bâtiments d'habitation neufs/réno par éléments en France Metropolitaine

L'exigence d'isolement des façades est au minimum 30 dB et est déterminée en fonction du niveau de bruit émis par les infrastructures (*articles L. 111-11, L. 111-11-1, L. 111-11-2 et R. 111-4, R. 111-4-1 et R111-23-1 du Code de la Construction et de l'Habitation*).

L'isolement acoustique des logements contre les bruits des transports terrestres doit être au moins égal aux valeurs déterminées par arrêté préfectoral dans le département concerné. Les résidences de tourisme et hébergements touristiques sont soumis à la même réglementation.

Pour les bâtiments d'habitation dont le permis de construire est déposé depuis le 1er janvier 2013, les maîtres d'ouvrage ont l'obligation de fournir à l'achèvement des travaux, à l'autorité ayant délivré l'autorisation de construire, une attestation de prise en compte de la réglementation acoustique.

L'attestation s'appuie sur des constats effectués en phases études et chantier, et, pour les opérations d'au moins 10 logements, sur des mesures acoustiques réalisées à la fin des travaux de construction.

Les exigences acoustiques réglementaires s'appliquent à la façade. La [circulaire UHC/QC 1/4 n°2000-5 du 28 janvier 2000](#) en précise l'application aux habitations nouvelles, surélévations et additions aux bâtiments existants en France métropolitaine. Vis-à-vis d'un trafic urbain, l'isolement minimal  $D_{nAtr}$  dépend de la catégorie de l'infrastructure (1 à 5), de la distance et de la disposition de la baie par rapport à cette voie.

Catégorie de rue en U	Niveau sonore jour $L_{Aeq}$ 6-22h	Niveau sonore nuit $L_{Aeq}$ 22-6h	Largeur (m) des secteurs affectés	$D_{nAtr}$ minimal
1 (autoroutes + 4 voies)	$L > 81$ dB	$L > 76$ dB	300	45 dB
2 (rues principales en agglomération)	$L > 76$ dB	$L > 71$ dB	250	42 dB
3 (rues passantes)	-	-	100	38 dB
4 (rues peu fréquentées)	-	-	30	35 dB
5 (secteurs résidentiels)	-	-	10	30 dB

Cas des sites en tissu ouvert : isolement minimal  $D_{nAtr}$  (dB) en fonction de la distance (en m) de la façade à la source de bruit.

Catégorie de route	0 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 65	65 - 80	80 - 100	100 - 125	125 - 160	160 - 200	200 - 250	250 - 300
1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30
3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30	30	30	-	-
4	35	33	32	31	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-
5	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### ▼ Bâtiments d'habitation dans les DOM

La valeur minimale de l'isolement standardisé pondéré pour un bruit de trafic  $D_{nT,A,tr}$ , est donné en fonction de la catégorie de l'infrastructure, pour les pièces directement exposées au bruit des transports terrestres.

Catégorie de rue en U	Isolement standardisé pondéré pour un bruit de trafic $D_{nT, A, tr}$
1	40 dB
2	37 dB
3	33 dB

Ces valeurs sont diminuées :

- en effectuant un décalage d'une classe d'isolement pour les façades latérales,
- en effectuant un décalage de deux classes d'isolement pour les façades arrière.

Dans le cas de site en tissu ouvert est indiquée, par catégorie 1, 2 ou 3 d'infrastructure, la valeur minimale de l'isolement standardisé  $D_{nT,A,tr}$ , des pièces en fonction de la distance (en m) entre le bâtiment à construire et :

- pour les infrastructures routières, le bord extérieur de la chaussée la plus proche,
- pour les infrastructures ferroviaires, le bord du rail extérieur de la voie la plus proche.

Catégorie	0 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 65	65 - 80	80 - 100	100 - 125	125 - 160	160 - 200
1	40	40	39	38	37	36	35	34	33	-	-	-	-
2	37	37	36	35	34	33	-	-	-	-	-	-	-
3	33	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## ▼ Autres Bâtiments

Les établissements d'enseignement, de santé, de soins, d'action sociale, de loisirs ou de sports, les hôtels et établissements d'hébergement à caractère touristique et tout bâtiment autre que d'habitation sont soumis à la même réglementation que les bâtiments d'habitation. L'isolement vis-à-vis des bruits routiers est le même que celui imposé aux bâtiments d'habitation.

Dans les établissements d'enseignement,  $D_{nAtr}$  vis-à-vis des bruits extérieurs est au moins 30 dB. Entre un local d'enseignement et une circulation, un isolement minimal de 30 dB est requis. Il est de 40 à 43 dB entre deux locaux d'enseignement. Les dispositions sont renforcées pour les écoles maternelles. Ces dispositions ne sont pas adaptées aux écoles de musique.

Dans les locaux de santé, l'isolement aux bruits aériens requis entre les différents locaux va de 40 à 55 dB.

Locaux de travail : le [Code du Travail](#) énonce les prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit ([art. R. 231-125 et s. et R. 235-2-11](#)).

*Nota : les cloisonnements vitrés et portes vitrées peuvent être concernés par l'ensemble de ces exigences.*

## ▼ Rénovation des fenêtres

La fiche Application – Classement au bruit des baies expose les obligations liées à la rénovation des bâtiments.

Le guide *«L'acoustique en pratique, changer les fenêtres»*, établi en 2007 par un groupe de professionnels et disponible sur le site Cekal, apporte solutions et conseils pour les professionnels lors des opérations de rénovation de l'habitat.

Selon le confort recherché, l'environnement sonore diurne et nocturne, et la situation de la fenêtre par rapport au sol et à la source de bruit, l'isolement visé  $D_{nTA,tr}$  sera au minimum de 30 dB pour des logements faiblement exposés, à 35 dB au mieux. Ces niveaux correspondent aux valeurs minimales en vigueur pour le neuf.

L'isolement obtenu résultera des indices d'affaiblissement de chaque composant de la baie : fenêtres intégrant un vitrage spécifié, équipements tels entrée d'air et coffre de volet roulant. Le choix des matériaux et une mise en œuvre adaptée sont d'égale importance pour un résultat de qualité.

A noter que l'isolement acoustique peut être combiné à des travaux de mise en conformité avec la réglementation thermique qui, elle, est obligatoire pour la rénovation. En effet, les fenêtres bien isolantes sur le plan thermique apportent parallèlement une très sensible diminution des nuisances sonores.

## 7.3 – Règlementation parasismique

*Le Code de l'Environnement R-563* définit les dispositions applicables, la classification des bâtiments et les règles de construction parasismique pour les bâtiments, équipements et installations.

### 7.3.1 RISQUES SISMIQUES EN FRANCE

Le territoire français est divisé en 5 zones (0, Ia, Ib, II et III) de sismicité croissante. Les zones de sismicité sont basées sur un découpage communal et 21000 communes sont concernées par la réglementation.

Les bâtiments sont répartis en deux catégories, respectivement dites "à risque normal" et "à risque spécial". Les bâtiments "à risque normal" sont répartis en quatre classes (*arrêté du 22 octobre 2010 modifié le 15 septembre 2014*).

**Classe A** : ceux dont la défaillance ne présente qu'un risque minime pour les personnes ou l'activité économique.

**Classe B** : ceux dont la défaillance présente un risque moyen pour les personnes.

**Classe C** : ceux dont la défaillance présente un risque élevé pour les personnes et ceux présentant le même risque en raison de leur importance socio-économique.

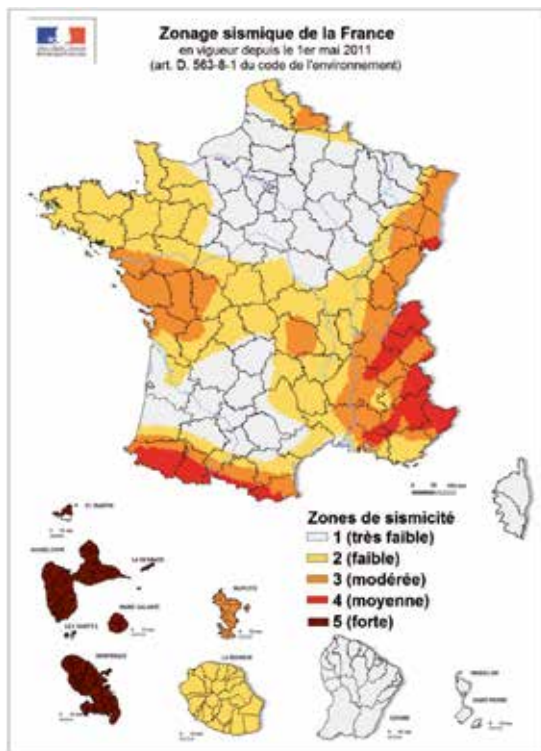
**Classe D** : ceux dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public.

Les dispositions s'appliquent aux équipements, installations et bâtiments nouveaux ; aux additions aux bâtiments existants par juxtaposition, surélévation ou création de surfaces nouvelles ; aux modifications importantes des structures des bâtiments existants.

La catégorie dite "à risque spécial" comprend les bâtiments, les équipements et les installations pour lesquels les effets sur les personnes, les biens et l'environnement de dommages même mineurs résultant d'un séisme peuvent ne pas être circonscrits au voisinage immédiat desdits bâtiments, équipements et installations. Ils ne sont pas évoqués plus loin dans ce document.

Des informations pratiques sont à disposition sur les sites <http://www.georisques.gouv.fr/articles/le-risque-sismique> et <http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/risque-sismique>.





### ▼ Règles s'appliquant aux ouvrages non structuraux en verre

Le *Guide de dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti* définit les éléments faisant l'objet d'un traitement parasismique, et les objectifs de comportements, les principes d'analyses et de vérifications à retenir.

Sont concernés : les menuiseries extérieures, les cloisons, les façades légères, les éléments de couvertures et verrières, installés sur des bâtiments neufs ou existants et soumis à l'aléa sismique défini ci-après.

	Catégorie d'importance de bâtiment			
Zone de sismicité	I	II	III	IV
Zone 1 très faible				
Zone 2 faible			aléa sismique	aléa sismique
Zone 3 modérée	Pas d'exigence	aléa sismique	aléa sismique	aléa sismique
Zone 4 moyenne		aléa sismique	aléa sismique	aléa sismique
Zone 5 forte		aléa sismique	aléa sismique	aléa sismique

### 7.3.2 TEXTES DE RÉFÉRENCE

Le *DTU 39 P5 (2017), Mémento pour les maîtres d'oeuvre* renvoie aux documents réglementaires ou de référence.

Les menuiseries extérieures en tunnel et en applique intérieure ou extérieure ne font pas l'objet de dispositions parasismique, à l'exception des menuiseries dont les remplissages sont de surface supérieure à 4 m<sup>2</sup> et des fenêtres juxtaposées. Pour ces derniers cas, le texte de référence est la *fiche technique CSTB/CEBTP/COPREC/SNFA n°50*.

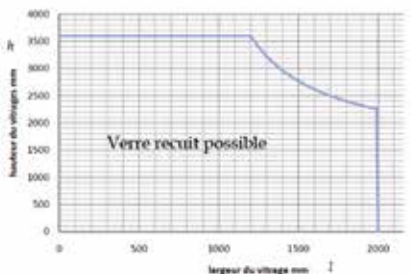
Le *DTU 35.1 P1-1, Annexe D* s'applique aux cloisons. La *fiche technique CSTB/CEBTP/COPREC/SNFA n°49* concerne les façades légères, tandis que les éléments de couvertures et les verrières sont traitées par les *Recommandations professionnelles « RAGE 2012 » Verrières - Neuf et Rénovation*.

#### ▼ Sont régis par d'autres règles

- En zone de sismicité 2 : les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des *Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P 06-014)*.
- En zone de sismicité 3 et 4 : les bâtiments de catégorie d'importance II et les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des *Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P 06-014)*.
- En zone de sismicité 5 : les Maisons Individuelles appartenant à la catégorie d'importance II remplissant les conditions des règles CP-MI Antilles.

### 7.3.3 CHOIX DE PRODUITS VERRIERS

L'usage de verre recuit est possible comme indiqué sur la courbe ci-après si les vitrages sont maintenus en feuillure, verticaux et que notamment la hauteur de chute des morceaux est de moins de 3.5 m.



Lorsque des dispositions parasismiques doivent être prises et selon le cas de dimensions et d'application, on aura recours à des produits trempés ou feuilletés de sécurité classés 1C3 ou 2B2 au moins suivant la norme [EN 12600](#).

Il convient d'approcher spécifiquement les exigences par application. Chaque face d'un double vitrage peut être concerné.

Se référer au chapitre sur la mise en oeuvre des vitrages et aux risques sismiques (voir p. 490).

L'utilisation de produits verriers constituant des éléments structuraux (poutre, contreventement) peut ne pas être autorisée.

*Bon à savoir : les systèmes Balustra et Structura sont aptes à répondre aux exigences sismiques.*

## 7.4 – Règlementation incendie

Afin d'assurer aux occupants d'une construction donnée un niveau de sécurité jugé raisonnable, la réglementation impose la mise en œuvre de mesures minimales de prévention incendie. Celles-ci dépendent du type d'activité, du type d'occupation, de la nature du bâtiment et des risques encourus.

### 7.4.1 RÉACTION AU FEU

Les produits de construction relevant du RPC et du marquage CE doivent être classés conformément aux résultats d'essais normalisés précisés dans [EN 13501-1](#) (voir p. 100).

Trois niveaux de développement possible d'un feu sont pris en compte (attaque par une petite flamme, présence d'un objet en feu et feu pleinement développé) dans la pièce, dans les 5 essais de performance.

Les euroclasses A1 et A2 correspondent aux produits sans contenu ou à faible contenu organique. Les euroclasses B, C, D correspondent aux produits combustibles, F aux produits non évalués ou sans revendication de performance. E est attribuée en cas de succès à un essai sollicitant très faiblement le produit. Les sous classes s et d se rapportent respectivement à la production de fumée et de gouttelettes/particules enflammées.

[L'arrêté du 21/11/2002](#) portant sur la classification des matériaux de construction selon leur réaction au feu, est en vigueur. Son annexe 4 donne les éléments de transposition des euroclasses dans la réglementation française et les règles d'acceptation des anciennes classes M. L'extrait ci-après donné à titre indicatif ne concerne que les anciennes classes M0, M1 et M2.

Classes selon EN 13501-1			Ancienne exigence dans les règlements de sécurité
A1	-	-	Incombustible
A2	S1	d0	M0
A2	S1	d1	M1
A2	S2 - S3	d0 - d1	M1
B	S1 - S2 - S3	d0 - d1	M1
C (3)	S1* - S2* - S3*	d0 - d1	M2

*Bon à savoir : sont classés conventionnellement A1 sans essais préalables : le verre float ou imprimé, le verre armé, le verre avec couche inorganique, le verre feuilleté (si la teneur en intercalaire est  $\leq 0.1\%$  en poids ou en volume).*

Les vitrages comportant une fraction organique supérieure à 0.1% en poids ou en volume doivent être testés (c'est le cas des vitrages feuilletés et des vitrages isolants qui sont classés B, C ou D selon leur composition).

## 7.4.2 RÉSISTANCE AU FEU

*L'arrêté du 22 mars 2004* du Ministère de l'Intérieur et ses cinq annexes, précisent toutes les dispositions concernant les degrés de résistance au feu des éléments de construction utilisables en France ainsi que les méthodologies applicables.

Cet arrêté a été complété par des protocoles approuvés par le C.E.C.M.I. (*Comité d'Etudes et de Classification des Matériaux contre le risque d'Incendie – Organe de la Direction de la Défense et de la Sécurité Civile*) qui, en particulier, définissent les champs d'application et les transpositions éventuelles des règles générales aux détails applicables à chaque type d'essai réalisé par des laboratoires agréés.

Suivant cet arrêté, la justification de la résistance au feu des éléments de construction peut être obtenue à partir :

- d'un essai au feu effectué sur un échantillon représentatif de l'élément concerné ;
- d'une analyse spécifique (extension de classement, Avis de chantier) délivrée par un laboratoire agréé ;
- d'un calcul conforme à une méthode agréée par le CECMI, selon les DTU ou les Eurocodes.

Les articles de cet arrêté précisent que le classement d'un élément vitré de construction peut relever de 4 catégories :

- classement R pour lequel le critère de résistance mécanique est seul requis (anciennement Stable au Feu) ;
- classement E pour lequel sont requis les critères de résistance mécanique et d'étanchéité au feu (anciennement Pare-Flammes) ;

- classement EI pour lequel sont requis les critères de résistance mécanique, d'étanchéité au feu et d'isolation thermique (anciennement Coupe-Feu) ;
- classement DH pour le cantonnement des fumées (anciennement Stable au feu).

Pour plus d'informations, (voir p. 104).

L'arrêté précise également que :

«lorsque, pour un ouvrage particulier, les performances de résistance au feu ne peuvent pas être directement justifiées par un procès-verbal, un calcul selon les méthodes approuvées ou la conformité à des procédés de fabrication ou de construction approuvée, une appréciation d'un laboratoire agréé peut être sollicitée. Cette appréciation prend alors la forme d'un avis de chantier, uniquement valable pour cet ouvrage particulier».

La procédure dite «Avis de chantier» permet effectivement et sous réserves, de modifier certains ouvrages ou certains composants d'ouvrages et de réaliser des ouvrages spéciaux sortant du cadre traditionnel du PV d'essai. La responsabilité en incombe au laboratoire accrédité qui a délivré les PV sur lesquels l'avis de chantier s'appuie.

L'autorité compétente est la *Direction de la Sécurité Civile*. Localement la *Commission Civile de Sécurité* peut seule valider les techniques et produits proposés.

### 7.4.3 RÈGLEMENT DE SÉCURITÉ EN ERP

Les mesures de prévention devant le risque d'incendie et ses effets sont fonction de la classification des établissements.

Le règlement de sécurité mis en place par *l'arrêté du 25 juin 1980* fait l'objet de révisions constantes article par article et par voie d'arrêtés. Il convient d'en vérifier la mise à jour au cas par cas. Les textes de base sont :

- *Arrêté du 22 juin 1990* ERP de la 5ème catégorie (PE) ;
- *Arrêté du 21 novembre 2002* modifié relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement (modifié par arrêté du 13 août 2003) ;
- *Arrêté du 14 février 2003* relatif à la performance des toitures et couvertures de toiture exposées à un incendie extérieur.

Les principaux articles du règlement de sécurité concernant les produits verriers visent en particulier :

- l'accessibilité des façades et baies aux services de secours ;
- l'isolement entre ERP (établissement recevant du public) et vis à vis ou tiers superposé ;
- la protection de la toiture vis à vis d'un feu extérieur ;
- l'évacuation ou le cantonnement des fumées ;
- le compartimentage ;
- la visualisation des issues ;
- la limitation des masses combustibles.

Des instructions techniques précisent les dispositions. *L'instruction technique IT 249* s'applique aux ERP du premier groupe, aux IGH et aux immeubles d'habitation. Elle a pour objet :

- de préciser les conditions d'application des exigences réglementaires ;
- de définir des dispositions relatives aux façades et à leur jonction avec les planchers ;
- de définir des dispositions pour empêcher le passage rapide des flammes ou des gaz chauds d'un étage à un autre.

Pour les IGH (immeubles de grande hauteur), un visa Feu du CSTB est nécessaire.

*L'instruction IT 246* porte sur le désenfumage et spécifie notamment les exigences propres aux écrans de cantonnement des fumées.

Certaines dispositions de prévention de la panique dans les ERP, en relation avec l'utilisation de produits verriers, ont été reprises et développées dans le *mémento Sécurité du DTU 39 (FD DTU 39 P5 : 2017)* (voir p. 479).

#### 7.4.4 LA CLASSIFICATION DES ERP

On considère comme ERP tout bâtiment, local et enceinte dans lequel des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lequel sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitations, payantes ou non.

Les ERP sont classifiés selon la catégorie qui dépend de l'effectif, et le type qui dépend de la nature de leur exploitation.

Pour les établissements installés dans un bâtiment, les types sont :

**GA** - Gares accessibles au public (chemin de fer, téléphériques, remonte-pentes ;

**J** - Structures d'accueil pour personnes âgées et personnes handicapées ;

**L** - Salles d'auditions, de conférences, de réunions, de spectacles ou à usage multiple ;

**M** - Magasins de vente, centres commerciaux ;

**N** - Restaurants et débits de boissons ;

**O** - Hôtels et pensions de famille ;

**OA** - Hôtels restaurants d'altitude ;

**P** - Salles de danse et salles de jeux ;

**PA** - Etablissements de plein air ;

**R** - Etablissements d'éveil, d'enseignement, de formation, centres de vacances, centres de loisirs sans hébergement ;

**S** - Bibliothèques, centres de documentation ;

**T** - Salles d'expositions ;

**U** - Etablissements sanitaires ;

**V** - Etablissements de culte ;

**W** - Administrations, banques, bureaux ;

**X** - Etablissements sportifs couverts ;

**Y** - Musées.



### 7.4.5 RÉGLEMENT DE SÉCURITÉ EN IGH

*L'arrêté du 30 décembre 2011 et l'IT 249 en annexe de l'arrêté du 24 mai 2010 sont en vigueur.*

La réglementation s'applique aux immeubles neufs et anciens en transformation, aménagement ou changement de destination. Elle fixe des dispositions communes à tous les IGH, ainsi que des dispositions particulières s'ajoutant aux premières et s'appliquant à certaines classes (immeubles à usage d'habitation, d'hôtel, d'enseignement, de dépôts d'archives, sanitaire, de bureaux ou à usage mixte ou incluant un ERP). Les solutions constructives prévues dans l'instruction font notamment référence aux notions suivantes :

- règle dite du C + D,
- limitation de la masse combustible mobilisable (MCM),
- comportement au feu des éléments et produits de construction.

*Bon à savoir : la chaleur de combustion mobilisable peut être estimée à partir du pouvoir calorifique ou combustible supérieur (PCS) en MJ/kg de chaque matériau, puis la masse combustible d'une façade en MJ/m<sup>2</sup> sera calculée avec la totalité des matériaux combustibles.*

*Le PCS du verre float ou imprimé, qu'il soit recuit ou trempé, du verre armé, du verre avec couche inorganique est égal à zéro. Le PCS d'un vitrage feuilleté ou comportant une matière inflammable (film ou colle) dépend de sa composition et est calculé au cas par cas.*

### 7.4.6 RÉGLEMENT DE SÉCURITÉ EN LIEUX DE TRAVAIL

*L'arrêté du 05.08.92 modifié par les arrêtés du 22 septembre 1995 et du 10 septembre 1998, et la circulaire DRT 95 07 du 14 avril 1995 relative aux lieux de travail sont en vigueur.*

Les établissements couverts par le Code du Travail en termes de protection contre l'incendie sont :

- les établissements industriels, commerciaux et agricoles et leurs dépendances,
- les offices publics ou ministériels,
- les professions libérales, sociétés civiles, syndicats professionnels,
- les associations ou groupements,
- les travailleurs indépendants,
- les établissements de soins privés,
- les établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC),
- les ateliers d'enseignement technique ou professionnels des établissements publics.

Les [articles R. 4216-1 à R. 4216-30 et R. 4216-32 à R. 4216-34 du Code du travail](#) sont relatifs aux dispositions concernant la prévention et la protection contre les incendies que doivent observer les maîtres d'ouvrage lors de la construction de lieux de travail ou lors de leurs modifications, extensions ou transformations.

Les [articles R. 4227-1 à R. 4227-41 et R. 4227-55 à R. 4227-57](#) sont relatifs aux dispositions concernant la prévention et la protection contre les incendies sur les lieux de travail que doivent observer les employeurs utilisateurs.

## 7.4.7 RÈGLEMENT DE SÉCURITÉ EN HABITATION

L'[arrêté du 31 janvier 1986](#) modifié par les [arrêtés du 18 août 1986 et 19 décembre 1988](#) définit les modalités de protection contre l'incendie des immeubles d'habitation.

Cette réglementation est applicable aux :

- bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 50 m (distances au plancher du logement le plus haut) tels que les bâtiments qui abritent un ou plusieurs logements, les logements-foyers, l'habitat de loisirs à gestion collective... ;
- parcs de stationnement couverts de surfaces comprises entre 100 m<sup>2</sup> et 6000 m<sup>2</sup> annexés aux bâtiments d'habitation.

Elle ne s'applique pas aux hôtels et pensions de familles (voir ERP), ni aux immeubles de plus de 50 m de hauteur (voir IGH).

## 7.5 – Règlementation des piscines

La prévention des risques de noyade de jeunes enfants impose depuis la *loi 2003-9* des dispositifs de protection normalisés pour toutes les piscines privées à usage individuel ou collectif, neuves ou existantes, depuis le *décret du 7 juin 2004* modifiant celui du *31 décembre 2003*.

Selon le *Code de la construction et de l'habitation* notamment *articles L.128.1 et suivants, R.128.1 et suivants et L.152.12*, toute piscine enterrée non close privative à usage individuel doit être pourvue d'au moins un des quatre dispositifs de sécurité normalisés visant à prévenir le risque de noyade : abri, alarme, barrière ou couverture.

Il en est de même pour les piscines privées à usage collectif. Une note technique du constructeur ou de l'installateur définit le dispositif de sécurité. Les propriétaires qui ne satisfont pas à cette obligation encourent des sanctions pénales.

Sont présumés conformes les produits qui respectent les normes *NF P 90-306 : 2007* (barrières de protection), *NF P 90-309 : 2007+A1 : 2009* (abris, structures légères et vérandas) et *NF P 90-308 : 2013* (couvertures de sécurité). Ces normes fixent les exigences de sécurité et les méthodes d'essais.

Les vitrages doivent être classés au moins 1C3 (verre trempé) ou 3B3 (verre feuilleté) suivant *EN 12600* (voir p. 90). La hauteur de protection est égale ou supérieure à 1.10 m.

Pour les essais, les vitrages sont mis en œuvre comme prévu dans les différents systèmes de protection. Ceux-ci doivent conserver leur aspect et leurs performances sous le choc d'un corps dur 0.5 kg d'énergie 1 Joule.

D'autre part, aucun débris ni élément pouvant blesser ne doit apparaître sous l'impact d'un corps mou de 50 kg d'énergie 150 Joules.

## 7.6 – Accessibilité

*L'arrêté du 20 avril 2017* définit les règles techniques d'accessibilité aux personnes handicapées applicables aux établissements recevant du public lors de leur construction et aux installations ouvertes au public lors de leur aménagement.

### 7.6.1 CHEMINEMENTS

Ils doivent être accessibles et signalés. Un plan incliné aura une pente  $\leq 5\%$  et le cas échéant comportera des paliers de repos. Les parois vitrées situées sur les cheminements ou en bordure immédiate de ceux-ci sont repérables par des personnes de toutes tailles à l'aide d'éléments visuels contrastés par rapport à l'environnement immédiat et visibles de part et d'autre de la paroi.

### 7.6.2 ESCALIERS

La largeur minimale entre mains courantes est de 1,20 m. La hauteur des marches est inférieure ou égale à 16 cm. La largeur du giron est supérieure ou égale à 28 cm. En haut de l'escalier et sur chaque palier intermédiaire, un revêtement de sol permet l'éveil de la vigilance à une distance de 0,50 m (ou une distance adaptée) de la première marche grâce à un contraste visuel et tactile.

Les nez de marches sont contrastés visuellement par rapport au reste de l'escalier sur au moins 3 cm en horizontal. Ils sont non glissants. Ils ne présentent pas de débord excédant une dizaine de millimètres par rapport à la contremarche. L'escalier comporte une main courante de chaque côté, sauf cas exceptionnel de conception.

*Bon à savoir : la face supérieure des marches d'escaliers ou planchers en verre peut être prévue avec une sérigraphie Artlite répondant à ces exigences de visualisation et limitant la glissance.*

### 7.6.3 MAIN COURANTE

Elle est située à une hauteur comprise entre 0,80 m et 1,00 m mesurée depuis le nez de marche, ou à la hauteur minimale requise pour le garde-corps.

Lorsque le garde-corps a une hauteur supérieure à 1 m, la main courante est située entre 0,80 m et 1,00 m. La main courante est prolongée horizontalement de la longueur d'un giron au-delà de la première et de la dernière marche de chaque volée. Elle doit être continue, rigide et facilement préhensible y compris sur chaque palier.

*Bon à savoir : ces dispositions s'appliquent également aux garde-corps tout verre.*

### 7.6.4 PORTES

Les portes comportant une partie vitrée importante peuvent être repérées par les personnes malvoyantes de toutes tailles et ne pas créer de gêne visuelle.

Elles doivent être repérables ouvertes comme fermées à l'aide d'éléments visuels contrastés par rapport à l'environnement immédiat et visibles de part et d'autre de la paroi vitrée.

## 7.7 – Environnement et santé

### 7.7.1 REACH

REACH est l'acronyme utilisé pour désigner le *règlement européen 1907-2006* concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals).

Le verre est exempté d'enregistrement selon les conditions de l'annexe V(11) et ne contient aucune substance dangereuse, dite SVHC, identifiée par REACH.

### 7.7.2 POLLUANTS VOLATILS (COV)

Le *Code de l'Environnement* rend obligatoire depuis 2012 l'étiquetage du niveau d'émissions de certains polluants volatils par un grand nombre de produits de construction. Ceci s'applique aux transactions entre professionnels ou entre professionnel et usager final, dès lors que le produit de construction ou de décoration est visé par la réglementation et qu'il est destiné à être distribué sur le marché français dans le cadre d'une activité commerciale, à titre onéreux ou gratuit.

Toute personne physique ou morale qui, soit fabrique le produit, soit le fait concevoir et/ou fabriquer puis commercialise ce produit sous son propre nom ou sa propre marque, soit importe le produit, soit est mandatée pour les actions ci-dessus, soit fait partie de la chaîne d'approvisionnement autrement que comme fabricant ou importateur, met le produit à disposition sur le marché et est responsable de l'étiquetage.

La personne responsable tient à la disposition des agents chargés du contrôle une description générale du produit, les méthodes ainsi que les documents par lesquels il justifie les performances déclarées.

Cette information simple et lisible peut constituer un critère de sélection pour les maîtres d'ouvrage (collectivités notamment) qui comptent améliorer la qualité de l'air intérieur et définir ce critère dans leurs appels d'offre pour la construction ou la rénovation de bâtiments.

L'article R.221-23 du code de l'environnement définit ainsi le champ d'application : «Les dispositions de la présente sous-section s'appliquent aux produits suivants lorsqu'ils sont destinés, exclusivement ou non, à un usage intérieur :

- revêtements de sol, mur ou plafond,
- cloisons et faux plafonds,
- produits d'isolation,
- portes et fenêtres,
- produits destinés à la pose ou à la préparation des produits mentionnés au présent article.

Elles ne s'appliquent pas aux produits composés exclusivement de verre non traité ou de métal non traité, ni aux produits de serrure, ferrure ou de visserie».

Le *décret 2011-321* complété par l'*arrêté du 20 février 2012* modifiant celui du *19 avril 2011* précise comment effectuer l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis. Le niveau d'émission de polluants volatils est indiqué par une classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions),

Les produits verriers doivent être étiquetés dès lors qu'ils sont commercialisés en tant que produits finis et non en tant que composant d'un ensemble : miroir sur tout support verrier, miroir de sécurité (miroir sécurisé par un film organique appliqué au dos du miroir), verre laqué (tout support verrier, recouvert d'une laque sur une face), verre laqué de sécurité (verre laqué sécurisé par un film organique appliqué au dos du verre), vitrage isolant, verre feuilleté, ...

Les produits fabriqués sur chantier et ceux qui sont incorporés directement par le fabricant ne sont pas mis à disposition sur le marché et ne sont pas soumis à étiquetage.

Pratiquement, une étiquette est apposée sur le produit ou son emballage. Elle peut être en couleur, en nuances de gris ou en noir et blanc, et sa taille doit être au minimum de 15 x 30 mm.



L'étiquette est une information obligatoire de la part du responsable de la mise à disposition du produit à destination de l'utilisateur. Le fait de ne pas apposer l'étiquette est passible pour le responsable de la mise à disposition sur le marché d'une contravention de 5e classe (article R.226-14 du code de l'environnement);

*Bon à savoir : les produits fabriqués par AGC, en vitrages simples, feuilletés, isolants ou décoratifs, sont très majoritairement classés A+, voir [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com).*



Main Point Karlin Building - Prague, République Tchèque - Architecte : DaM Architects - iplus





—VI—

[agc-yourglass.com](http://agc-yourglass.com)

## ▼ Description

Le site [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com) est devenu la référence et la source de données essentielles pour tout projet de construction ou de rénovation architecturale intégrant des vitrages pour façades, toitures ou pour l'aménagement des intérieurs.

L'utilisateur peut également choisir son pays et sa langue. Les informations sont en effet différentes en fonction des pays puisque les gammes et les produits disponibles ne sont pas forcément identiques sur tous les marchés. Pour les utilisateurs enregistrés, les paramètres de langue et de pays sont enregistrés et le démarrage se fait automatiquement dans le bon environnement.

Nos clients bénéficient d'accès élargis pour la gestion de leurs commandes ou la connaissance des produits.

## ▼ Les outils à votre disposition

AGC Your Glass, onglet OUTILS donne accès à un certain nombre de modules.

### > Glass Configurator

Le module Glass Configurator permet de calculer les performances lumineuses et énergétiques (Tv, Te, g, Ug...) des vitrages simples, feuilletés et isolants.

Une fiche reprenant les valeurs lumineuses selon la norme [EN 410](#), les valeurs énergétiques selon les normes [EN 410](#) et [ISO 9050](#), le coefficient de transfert thermique selon la norme [EN 673](#) et d'autres informations utiles à la décision comme le rendu des couleurs ou le classement de sécurité ou toutes valeurs réglementaires en France, peut être imprimée ou sauvegardée au format numérique.

### > Glass Identity

Chaque produit transformé par AGC possède un numéro qui se trouve sur les documents commerciaux et les étiquettes apposées sur les produits. Cet identifiant permet d'accéder à une fiche descriptive, puis en option, à la DOP.

## > Product Finder

Le module Product Finder permet de retrouver de manière rapide quel vitrage satisfait à un cahier des charges en spécifiant des valeurs de facteur solaire, transmission lumineuse, coefficient de transmission thermique ainsi que la couleur du vitrage.

## > Architectural Glass Visualiser

Outil de prévisualisation des verres de façade en situation virtuelle.

Il permet de juger des incidences des différentes lumières et conditions météorologiques sur l'esthétique de la façade.

L'outil offre la possibilité de comparer jusqu'à 8 produits simultanément et en donne les informations techniques.

## > Déco Glass Visualiser

Outil de prévisualisation de quelques vitrages des gammes Lacobel et Matelac, en ambiance jour ou nuit.

## > Product Catalogue

Ce module indique la disponibilité par gamme et par pays, de tous les produits AGC. On y trouve les épaisseurs, les couleurs, les différents formats possibles, et les délais et conditions de livraison.

## > Conditions Générales de Vente

## > AGC YouTube Channel

Chaîne montrant des films présentant des chantiers, des lancements de nouveaux produits, des conseils de nettoyage pour certains vitrages.

## > Documents réglementaires et techniques ou déclaratifs

- BREEAM, LEED : comment gagner des crédits ou des points dans les projets à affichage environnemental.
- CE marking : contient les Déclarations de Performance des produits courants.
- Cradle to Cradle™ : certificats.
- Food Contact declaration : déclaration suivant règlement CE n° 1935/2004.

- REACH : déclaration suivant règlement CE n° 1907/2006.
- Recycled glass (Recyclage du verre) = taux de verre recyclé dans les fours.
- ROHS : déclaration suivant Directive CE/2011/65.
- COV (Volatile Organic Compounds) : classement des produits.

### > AGC Store

Vente de produits Fix-In, échantillons et petit outillage pour l'installation du verre décoratif.

### > BIM by AGC

AGC a créé des objets BIM pour un grand nombre de produits disponibles sur la plateforme *Bimobject* : <https://bimobject.com/fr/agc>.



L'outil BIM by AGC permet de trouver le produit le plus adapté à partir de caractéristiques techniques données. Les fichiers correspondants sont ensuite à télécharger pour les logiciels d'architecture les plus courants (Revit, Archicad...).

Outil disponible aussi bien pour les vitrages de façade que pour les vitrages de décoration.



Avaz Twist Tower - Sarajevo, Bosnie-Herzégovine - Architecte : Faruk Kažidži  
Stopsol Silverlight PrivaBlue



## NOTES







#### **AGC GLASS EUROPE, UN LEADER EN VERRE PLAT**

Basé à Louvain-la-Neuve, AGC Glass Europe produit, transforme et commercialise du verre plat à destination des secteurs de la construction (vitrages extérieurs et décoration intérieure), de l'automobile et des applications solaires. Il est la branche européenne d'AGC, leader mondial en verre plat et dispose de plus de 100 sites industriels en Europe, de l'Espagne à la Russie. Consultez [www.agc-yourglass.com](http://www.agc-yourglass.com)

#### **FRANCE**

AGC Glass France SAS  
T 0805 20 00 07  
[contact.france@eu.agc.com](mailto:contact.france@eu.agc.com)

Votre fournisseur