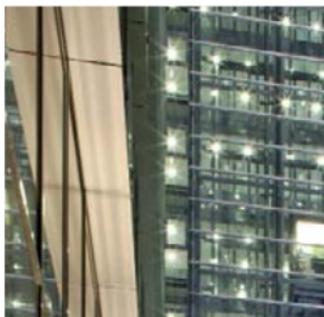
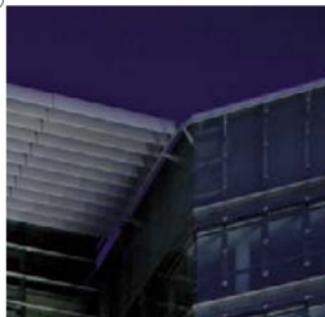
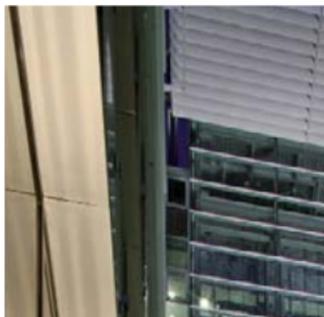


UNIGLAS®



C'EST CLAIR



UNIGLAS® | **ENSEMBLE**  
R é s u m é t e c h n i q u e



# UNIGLAS® | ENSEMBLE

R é s u m é t e c h n i q u e

1. Édition 2010

Éditeur : UNIGLAS® GmbH & Co. KG, Montabaur

© Copyright : mkt / UNIGLAS®

Rédaction et production : mkt gmbh, Alsdorf

Clôture de la rédaction : Novembre 2009

Toute reproduction, même partielle, est interdite sauf autorisation.

Ce manuel a été élaboré selon l'état actuel de la technologie  
et selon les dernières connaissances.

Tous droits réservés.

Les droits légaux ne peuvent pas découler du contenu.



### La coopération UNIGLAS®

Les avantages au premier coup d'œil :

- Fonds de garantie
- Certification CE
- Large gamme de produits
- UNIGLAS® | Logiciel SLT pour conception de projets indépendants des producteurs
- Propre laboratoire d'essais propre
- Support technique

Le nom UNIGLAS® seréfère aux progrès techniques et aux solutions innovantes en vitrages isolant et verres spéciaux ainsi qu'à tous les types de transformation du verre. Fondée en 1995, cette coopération unique compte aujourd'hui une multitude d'associés indépendants et égaux en droit venant d'Allemagne, d'Autriche, de Suisse et des Pays-Bas. Une longue expérience, une étroite collaboration avec des spécialistes de la transformation du verre et des fabricants de fenêtres ainsi qu'un dense réseau local de partenaires offrent à UNIGLAS® la possibilité de réagir rapidement et de manière fiable à vos exigences et souhaits particuliers.



### Parvenir ensemble à un meilleur résultat – UNIGLAS®

Chez UNIGLAS®, vous êtes entre de bonnes mains. Votre avantage : En tant que partenaire compétent avec un savoir-faire établi, nous réalisons des projets commun avec vous : dans les délais et de manière efficace. En respectant bien sûr les plus hautes exigences de qualité et la plus grande sécurité de conception par notre fonds de garantie. Vous pouvez compter sur notre compétence ! Car avec UNIGLAS® C'est clair.

- Flexibilité et indépendance vis à vis des producteurs de matières premières
- Compétence variée
- Longue expérience du marché
- Véritable valeur ajoutée grâce à un vrai partenariat

Dans le respect de notre engagement envers nos clients et nos partenaires, UNIGLAS® a établi avec les associés un fonds de garantie ainsi qu'une garantie de prestations et de livraison. Cela vous assure la réalisation des prestations convenues.

Tous les produits UNIGLAS® sont certifiés CE et satisfont toutes les exigences de la directive de la Commission européenne sur les matériaux de construction. UNIGLAS® est la première coopération sur le marché à avoir certifié CE ses produits vitrage isolant.

## Notre proximité – Votre avantage



Vous trouverez de plus amples informations et des directives techniques sur notre page

d'accueil ou adressez-vous à votre entreprise partenaire UNIGLAS® : <http://www.uniglas.net>

### ALLEMAGNE (D)

#### **PREUSSENGLAS GMBH**

D-15890 Eisenhüttenstadt  
Téléphone: +49 (0) 33 64 4040-0  
[info@preussenglas.de](mailto:info@preussenglas.de)

#### **FRERICHS GLAS GMBH**

D-21339 Lüneburg  
Téléphone: +49 (0) 4131 21-0  
[fgl@frerichs-glas.de](mailto:fgl@frerichs-glas.de)

#### **FRERICHS GLAS GMBH**

D-27283 Verden (Aller)  
Téléphone: +49 (0) 4231 102-0  
[info@frerichs-glas.de](mailto:info@frerichs-glas.de)

#### **WAPRO GMBH & CO. KG**

D-36452 Diedorf/Rhön  
Téléphone: +49 (0) 36966 777-0  
[info@wapro.de](mailto:info@wapro.de)

#### **HENZE-GLAS GMBH**

D-37412 Hörden am Harz  
Téléphone: +49 (0) 5521 9909-0  
[henze@henzeglas.de](mailto:henze@henzeglas.de)

#### **HOHENSTEIN ISOLIERGLAS GMBH**

D-39319 Redekin  
Téléphone: +49 (0) 39341 972-0  
[post@hig.info](mailto:post@hig.info)

#### **J. RICKERT GMBH & CO. KG**

D-46395 Bocholt-Lowick  
Téléphone: +49 (0) 2871 2181-0  
[info@glasrickert.de](mailto:info@glasrickert.de)

#### **D. FLINTERMANN GMBH & CO. KG**

D-48499 Salzbergen  
Téléphone: +49 (0) 5971 9706-0  
[firma@flintermann.de](mailto:firma@flintermann.de)

**GLAS SCHNEIDER GMBH & CO. KG**

D-57627 Hachenburg  
Téléphone : +49 (0) 2662 8008-0  
info@glas-schneider.de

**ENROTHERM GMBH**

D-66386 St. Ingbert-Rohrbach  
Téléphone : +49 (0) 6894 9554-0  
info@enrotherm.de

**SINSHEIMER GLAS UND  
BAUBESCHLAGHANDEL GMBH**

D-74889 Sinsheim  
Téléphone : +49 (0) 7261 687-03  
info@snh-glas.de

**GLAS MEYER & SÖHNE GMBH**

D-79114 Freiburg  
Téléphone : +49 (0) 761 45542-0  
info@glas-meyer.de

**GLAS GRÜN GMBH & CO. KG**

D-84149 Velden (Vils)  
Téléphone : +49 (0) 8742 289-0  
glas-gruen@t-online.de

**GLAS BLESSING GMBH & CO. KG**

D-88214 Ravensburg  
Téléphone : +49 (0) 751 884-0  
info@glas-schneider.de

**■ AUTRICHE (AT)****PETSCHENIG GLASTEC GMBH**

A-1092 Wien  
Téléphone : +43 (0) 1 3179 232  
office@petschenig.com

**PETSCHENIG GLASTEC GMBH**

A-2285 Leopoldsdorf  
Téléphone : +43 (0) 2216 2266-0  
office@petschenig.com

**PICHLER GLAS GMBH**

A-4880 St. Georgen im Attergau  
Téléphone : +43 (0) 7667 8579  
office@pigla.at

**■ PAYS-BAS (NL)****GLASINDUSTRIE BEN EVERS B.V.**

NL-5482 TN Schijndel  
Téléphone : +31 (0) 73 547 4567  
info@benevers.nl

**WIEDEMANN GMBH & CO. KG**

D-89231 Neu-Ulm  
Téléphone : +49 (0) 731 70783-0  
info@glas-wiedemann.de

**KÖWA ISOLIERGLAS GMBH**

D-92442 Wackersdorf  
Téléphone : +49 (0) 9431 7479-0  
info@koewa.de

**GLAS KLEIN GMBH**

D-94469 Deggendorf  
Téléphone : +49 (0) 991 37034-0  
info@glas-klein.de

**SGT GMBH SICHERHEITS- UND  
GLASTECHNIK**

D-97941 Tauberbischofsheim  
Téléphone : +49 (0) 9341 9206-0  
info@sgt-glas.de

**KUNTE GLAS GMBH & CO. KG**

D-99734 Nordhausen  
Téléphone : +49 (0) 3631 9003-46  
kontakte@kunte-glas.de

**GLAS MARTE GMBH**

A-6900 Bregenz  
Téléphone : +43 (0) 5574 6722-0  
office@glasmarte.at

**EGGER GLAS ISOLIER-  
UND SICHERHEITSGLAS-  
ERZEUGUNG GMBH**

A-8212 Pischelsdorf  
Téléphone : +43 (0) 3113 3751-0  
office@egger-glas.at

**■ SUISSE (CH)****SOFRAVER S.A.**

CH-1754 Avry-Rosé  
Téléphone : +41 (0) 26 470 4510  
office@sofraver.ch



■ Verre de base

1

■ Verres transformés

2

■ Terminologie du vitrage isolant

3

■ Isolation thermique / Production d'énergie

4

■ Insonorisation

5

■ Protection solaire

6

■ Sécurité

7

■ Systèmes UNIGLAS®

8

■ Normes et standards

9

■ Directives relatives au vitrage et tolérances

10

|   |    |
|---|----|
| <b>1 Verre de base</b> .....  | 16 |
| <b>1.1 Verre float</b> .....  | 18 |
| 1.1.1 Fabrication .....   | 18 |
| 1.1.2 Épaisseurs .....  | 20 |
| 1.1.3 Caractéristiques .....  | 20 |
| 1.1.4 Utilisations .....  | 23 |
| <b>1.2 Verre imprimé</b> .....  | 24 |
| 1.2.1 Fabrication .....   | 24 |
| 1.2.2 Diffusion de la lumière / Protection visuelle .....                             | 25 |
| 1.2.3 Caractéristiques .....  | 25 |
| 1.2.4 Verre profilé .....   | 26 |
| <hr/>   |    |
| <b>2 Verres transformés</b> .....   | 28 |
| <b>2.1 Verre de sécurité trempé (ESG)</b> .....                                       | 30 |
| 2.1.1 Fabrication .....   | 30 |
| 2.1.2 Caractéristiques physiques .....  | 31 |
| 2.1.3 Résistance aux impacts et aux chocs .....                                       | 31 |
| 2.1.4 Résistance à la flexion .....   | 31 |
| 2.1.5 Influences de la chaleur et du froid .....                                      | 32 |
| 2.1.6 Résistance contre le lancer de balles .....                                     | 32 |
| 2.1.7 Applications .....  | 32 |
| <b>2.2 Verre de sécurité trempé (ESG)<br/>        heat soak test et ESG-HST</b> ..... | 32 |
| <b>2.3 Verre thermodurci (TVG)</b> .....  | 33 |
| 2.3.1 Résistance à la flexion .....   | 34 |
| 2.3.2 Influences de la chaleur et du froid .....                                      | 34 |
| <b>2.4 Émaillage avec des couleurs<br/>        vitro-céramiques</b> .....             | 35 |
| 2.4.1 Généralités .....   | 35 |
| 2.4.2 Procédé de laminage .....   | 36 |
| 2.4.3 Procédé de sérigraphie .....  | 36 |
| 2.4.4 Appréciation .....  | 38 |
| <b>2.5 Verre alarme ESG</b> .....   | 38 |



|   |    |
|---|----|
| <b>2.6 Verre de sécurité feuilleté et verre feuilleté</b> . . . . . | 40 |
| 2.6.1 Fabrication . . . . .   | 40 |
| 2.6.2 Caractéristiques physiques . . . . .                          | 41 |
| 2.6.3 Résistance aux impacts . . . . .                              | 41 |
| 2.6.4 Utilisations . . . . .  | 41 |
| 2.6.5 Classes de résistance selon EN . . . . .                      | 41 |
| 2.6.6 Verre feuilleté décoratif . . . . .                           | 42 |
| <b>2.7 Façonnage du verre</b> . . . . .                             | 42 |
| 2.7.1 LaserGrip® – Dalles de verre praticables . . . . .            | 42 |
| 2.7.2 Impression digitale sur verre . . . . .                       | 43 |
| 2.7.3 Verre mat . . . . .   | 44 |
| 2.7.4 Verrerie d'art . . . . .                                      | 44 |
| 2.7.5 Techniques de façonnage . . . . .                             | 45 |
| <b>2.8 Auto-nettoyage</b> . . . . .                                 | 45 |
| 2.8.1 Principes . . . . .   | 45 |
| 2.8.2 Produits . . . . .  | 45 |
| <b>2.9 ShowerGuard™ – Forever Beautiful</b> . . . . .               | 47 |
| <b>2.10 DiamondGuard® Scratch Resistant Glass</b> . . . . .         | 49 |
| <b>2.11 Verre anti-feu</b> . . . . .                                | 50 |
| <b>2.12 Verre de protection contre les rayons X</b> . . . . .       | 51 |
| <b>2.13 Miroir de sécurité et miroir espion</b> . . . . .           | 51 |
| <b>2.14 Verre polarisé</b> . . . . .                                | 51 |
| <b>2.15 Verre de protection pour les oiseaux</b> . . . . .          | 51 |

---

## **3 Terminologie du vitrage isolant** . . . . . 52

|  |    |
|--|----|
| <b>3.1 Structure</b> . . . . .   | 54 |
| <b>3.2 Valeur U</b> . . . . .  | 55 |
| <b>3.3 Emissivité</b> . . . . .  | 56 |
| <b>3.4 Gains solaires</b> . . . . .  | 57 |
| <b>3.5 Répartition des rayonnements globaux</b> . . . . .                        | 57 |
| <b>3.6 Coefficient global de transmission d'énergie<br/>(valeur g)</b> . . . . . | 58 |
| <b>3.7 Facteur b</b> . . . . .   | 58 |
| <b>3.8 Coefficient de transmission solaire</b> . . . . .                         | 59 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 3.9  | Absorption d'énergie                                       | 59 |
| 3.10 | Indice du rendu des couleurs                               | 59 |
| 3.11 | Coefficient de réflexion lumineuse                         | 60 |
| 3.12 | Coefficient de transmission lumineuse                      | 60 |
| 3.13 | Coefficient de transmission UV                             | 60 |
| 3.14 | Nombre de sélectivité                                      | 60 |
| 3.15 | UNIGLAS®   SLT   | 60 |
| 3.16 | Protection contre la chaleur en été                        | 61 |
| 3.17 | Phénomènes d'interférence                                  | 61 |
| 3.18 | Effet sur le vitrage isolant                               | 62 |
| 3.19 | Température du point de rosée                              | 63 |
| 3.20 | Croissance des plantes derrière un vitrage isolant moderne | 64 |
| 3.21 | Atténuation électromagnétique                              | 65 |
| 3.22 | Vitrage isolant gradué                                     | 66 |
| 3.23 | Vitrage isolant décoratif                                  | 66 |
| 3.24 | Dimensionnement des épaisseurs de verre                    | 69 |

---

## 4 Isolation thermique / Production d'énergie

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1   | Principes   | 72 |
| 4.1.1 | Systèmes de joint périphérique                                | 74 |
| 4.1.2 | Valeurs déclarées et utiles pour les vitrages et les fenêtres | 76 |
| 4.2   | Produits UNIGLAS® pour l'isolation thermique                  | 76 |
| 4.2.1 | UNIGLAS®   TOP Vitrage économique                             | 77 |
| 4.2.2 | UNIGLAS®   SOLAR Vitrage photovoltaïque                       | 77 |
| 4.2.3 | UNIGLAS®   PANEL Vitrage avec isolation sous vide             | 78 |
| 4.2.4 | Remarques générales   | 79 |

---

## 5 Insonorisation

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 5.1   | Principes                                     | 82 |
| 5.1.1 | Indices d'affaiblissement acoustique pondérés | 83 |
| 5.2   | Normes  | 84 |



|  |            |
|--|------------|
| 5.3 UNIGLAS®   PHON Vitrage acoustique . . . . .                                     | 86         |
| 5.4 Utilisations spéciales exécutées en verre simple. . . . .                        | 87         |
| <hr/>  |            |
| <b>6 Protection solaire . . . . .</b>  | <b>88</b>  |
| 6.1 Principes . . . . .  | 90         |
| 6.2 UNIGLAS®   SUN Vitrage antisolaire . . . . .                                     | 91         |
| 6.3 UNIGLAS®   ECONTROL Vitrage à propriétés variables . . . . .                     | 92         |
| 6.4 Systèmes de protection solaire dans le vitrage isolant . . . . .                 | 92         |
| 6.4.1 UNIGLAS®   SHADE Vitrage avec store à lamelles . . .                           | 92         |
| 6.4.2 UNIGLAS®   SHADE Vitrage avec store en toile . . . .                           | 97         |
| 6.5 Utilisations spéciales exécutées en verre simple. . . . .                        | 102        |
| <hr/>  |            |
| <b>7 Sécurité . . . . .</b>  | <b>104</b> |
| 7.1 Principes . . . . .  | 106        |
| 7.2 Utilisations spéciales du verre de protection . . .                              | 107        |
| 7.2.1 Résistance contre le lancer de balles. . . . .                                 | 107        |
| 7.2.2 Vitrage des ascenseurs . . . . .   | 107        |
| 7.2.3 Dalles de verre praticables et accessibles . . . . .                           | 108        |
| 7.2.4 Classification des verres de protection. . . . .                               | 110        |
| <hr/>  |            |
| <b>8 Systèmes UNIGLAS® . . . . .</b>   | <b>112</b> |
| 8.1 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® pour le vitrage isolant . . . . .       | 114        |
| 8.1.1 UNIGLAS®   SHIELD . . . . .  | 114        |
| 8.2 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® pour les avant-toits en verre . . . . . | 115        |
| 8.2.1 UNIGLAS®   OVERHEAD . . . . .  | 115        |
| 8.3 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® . . .                                   | 118        |
| 8.3.1 GM PICO. . . . .   | 118        |
| 8.3.2 GM PICO KING . . . . .   | 119        |
| 8.3.3 GM PICO LORD . . . . .   | 121        |
| 8.3.4 GM PUNTO. . . . .  | 122        |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 8.3.5      | GM POINT P 60/22 SP . . . . .   | 125        |
| 8.3.6      | GM POINT P 80/29 SP . . . . .   | 126        |
| 8.3.7      | Autres systèmes de fixation par points en aperçu . .                    | 127        |
| <b>8.4</b> | <b>UNIGLAS®   STYLE . . . . .</b>                                       | <b>128</b> |
| 8.4.1      | GM TOPROLL 100 . . . . .  | 128        |
| 8.4.2      | GM TOPROLL 100 SHIELD . . . . .   | 130        |
| 8.4.3      | GM TOPROLL SMART . . . . .  | 131        |
| 8.4.4      | GM TOPROLL 10/14 . . . . .  | 132        |
| 8.4.5      | GM ZARGENPROFIL . . . . .   | 133        |
| 8.4.6      | GM LIGHTROLL 6/8 . . . . .  | 134        |
| 8.4.7      | GM LIGHTROLL 10/12 . . . . .  | 135        |
| 8.4.8      | FERRURES pour portes battantes<br>et installations tout verre . . . . . | 136        |
| 8.4.9      | GM RAILING® . . . . .   | 137        |
| 8.4.10     | GM RAILING®SOLO . . . . .   | 138        |
| 8.4.11     | GM RAILING® Aperçu . . . . .  | 140        |
| <b>8.5</b> | <b>only glass® LightCube –<br/>Sièges et objets d'art . . . . .</b>     | <b>142</b> |

---

## **9 Normes, règlements et directives officiels . . . . . 144**

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>9.1</b> | <b>Normes DIN<br/>(standards allemands nationaux) . . . . .</b>                                | <b>146</b> |
| <b>9.2</b> | <b>Normes autrichiennes (ÖNormen)<br/>(standards autrichiens nationaux) . . . . .</b>          | <b>147</b> |
| <b>9.3</b> | <b>Normes EN<br/>(standards européens) . . . . .</b>   | <b>148</b> |
| <b>9.4</b> | <b>Normes EN<br/>(standards européens instaurés en<br/>D, A, CH, NL, GB) . . . . .</b>         | <b>148</b> |
| <b>9.5</b> | <b>Normes ISO<br/>(standards internationaux) . . . . .</b>                                     | <b>149</b> |
| <b>9.6</b> | <b>TRLV (règles techniques pour l'utilisation<br/>de vitrages disposés en ligne) . . . . .</b> | <b>150</b> |
| <b>9.7</b> | <b>TRAV (règles techniques pour l'utilisation<br/>de vitrages anti-chute) . . . . .</b>        | <b>152</b> |
| <b>9.8</b> | <b>TRPV (règles techniques relatives au</b>  |            |



|   |     |
|---|-----|
| dimensionnement et à l'exécution de vitrages ponctuels) .....       | 152 |
| 9.9 Décret pour l'économie de l'énergie (EnEV) ...                  | 153 |
| 9.10 Directive OIB N° 6 .....                                       | 159 |
| 9.11 Marquages Ü/CE .....   | 160 |
| 9.12 Contrôle d'homologation par UNIGLAS® et label de qualité ..... | 161 |
| 9.13 Possibilités d'utilisation de produits en verre ..             | 162 |

## 10 Instructions d'utilisation et de traitement spécifiques aux branches et guide technique .....

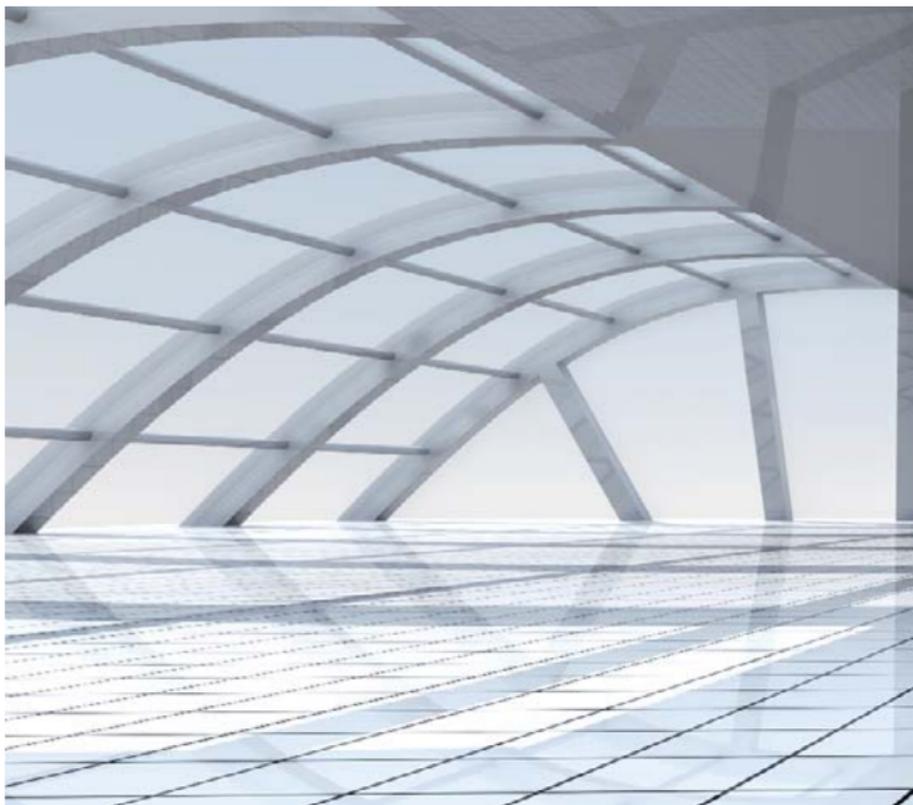
|   |     |
|---|-----|
| 10.1 Bords en verre en référence à DIN 1249, partie 11 et EN 12150 .....  | 178 |
| 10.2 Tolérances sur les exigences normatives .....  | 180 |
| 10.3 Feuillure à verre et calage des vitrages isolants .....  | 224 |
| 10.4 Compatibilité de matériel .....  | 231 |
| 10.5 Vitrages avec charges thermiques et climatiques exceptionnelles ainsi que verres teintés dans la masse ..... | 239 |
| 10.6 Transport et montage de vitrages isolants en hauteur et en profondeur .....                                  | 241 |
| 10.7 Transport des vitres de grandes tailles .....  | 242 |
| 10.8 Directive pour le maniement du verre isolant multicouches .....  | 242 |
| 10.9 Guide technique pour l'utilisation de triple vitrage thermo-isolant .....                                    | 247 |
| 10.10 Notice pour le nettoyage du verre .....   | 254 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>Annexe</b> ..... | 258 |
|---------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| <b>Index</b> ..... | 260 |
|--------------------|-----|

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| <b>Crédits photographiques</b> ..... | 266 |
|--------------------------------------|-----|

|  |     |
|--|-----|
| <b>Aperçu sur le verre isolant</b> ..... | 267 |
|--|-----|





|   |    |
|---|----|
| <b>1.1 Verre float</b> .....                              | 18 |
| 1.1.1 Fabrication .....                                   | 18 |
| 1.1.2 Épaisseurs .....                                    | 20 |
| 1.1.3 Caractéristiques .....                              | 20 |
| 1.1.4 Utilisations .....                                  | 23 |
| <b>1.2 Verre imprimé</b> .....                            | 24 |
| 1.2.1 Fabrication .....                                   | 24 |
| 1.2.2 Diffusion de la lumière / Protection visuelle ..... | 25 |
| 1.2.3 Caractéristiques .....                              | 25 |
| 1.2.4 Verre profilé .....                                 | 26 |

### 1 Verre de base

Le verre de base désigne le produit basique servant à la transformation en verres fonctionnels, de construction et d'intérieur d'excellente qualité.

Les produits initiaux sont le verre float et le verre imprimé. Le verre de base peut également être utilisé comme verre simple.

#### 1.1 Verre float

##### 1.1.1 Fabrication

Le verre float en verre silico-sodo-calcique est fabriqué selon l'EN 572-2 de manière transparente ou teinté, avec une surface plane, parallèle et polie. Les matières premières comprenant environ 60 % de sable quartzé, 20 % de soude et de sulfate ainsi que 20 % de calcaire et de dolomite sont mélangées et fondues à une température d'environ 1 600 °C. Après le dégazage du mélange liquide, appelé affinage, la masse vitreuse refroidit à environ 1 200 °C dans la zone intermédiaire avant de couler sur un bain d'étain liquide à environ 1 100 °C. Le verre étant plus léger que l'étain, la masse encore liquide s'étale en flottant sur l'étain. Le nom verre float vient du terme anglais "to float" utilisé pour désigner ce procédé. Lors du "flottage", la face tournée vers l'étain devient parfaitement plane et la face opposée est continuellement exposée au feu.

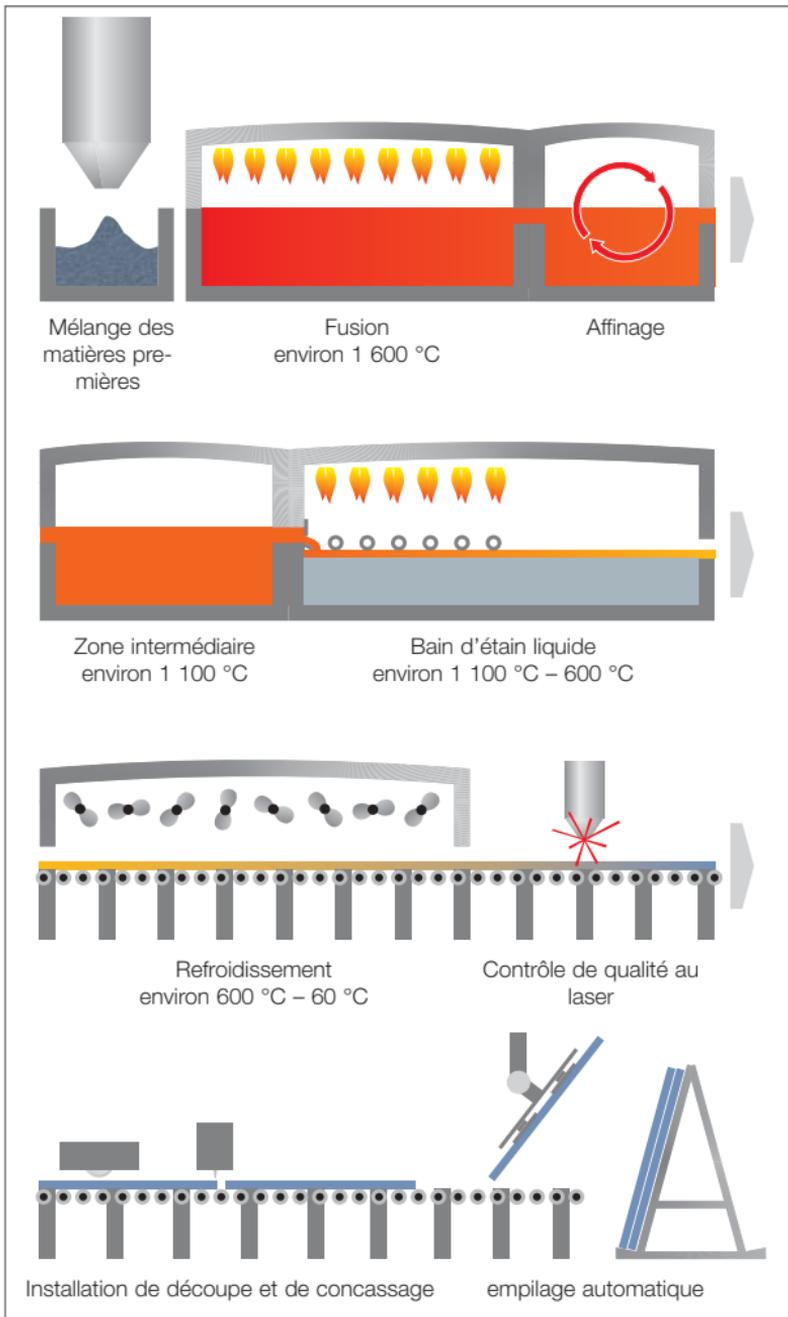
Le procédé de flottage est réalisé dans une atmosphère inerte de  $N_2H_2$  pour que l'étain ne s'oxyde pas. L'étain est le seul métal à présenter la caractéristique physique de ne pas encore développer à 1 100 °C une pression de vapeur perturbatrice tout en étant liquide et plus

lourd que le verre dès 600 °C environ. C'est à cette température précisément que la masse vitreuse se solidifie pour pouvoir ensuite être retirée du bain d'étain.

Il s'ensuit un refroidissement contrôlé et précisément défini dans un four, appelé étenderie, qui refroidit le verre de 600 °C à environ 60 °C. Ce processus de refroidissement est extrêmement important pour la mise hors tension et donc pour la possibilité de transformation ultérieure du matériau. Le ruban de verre infini d'environ 3,4 m de large qui vient d'être créé est alors visible. Puis les contrôles de qualité, une découpe sur une longueur préalable de 6 m en général, le retrait des bords ainsi que l'empilage des tableaux de 3,21 x 6,00 m viennent conclure le procédé. De l'introduction du mélange à l'empilage, les installations de verre float ont une longueur d'environ 500 m.

La particularité du verre réside dans le fait que ses molécules ne se rangent pas en cristaux lors du refroidissement de la fusion et qu'il correspond à un liquide malgré son état solide. Ainsi, le verre est également décrit comme un liquide gelé.

## Fabrication du verre float (représentation schématique)



Le verre float le plus courant est le verre clair. Il existe également un verre teinté spécial, le “verre extra-blanc”, et des verres float colorés qui sont teintés dans la masse vitreuse en vert, gris, bleu, rose ou bronze. Pour le verre extrablanc, le sable de quartz est presque complètement débarrassé du fer appa-

raissant naturellement, celui-ci étant responsable de la coloration légèrement verte du verre float normal. Ainsi, l’effet de couleur brillante verte présent sur les bords du verre disparaît et le verre float extra-blanc devient particulièrement clair et neutre en couleur.

Par contre, pour les verres float colorés, des substances chimiques doivent être rajoutées au mélange, celles-ci donnant ensuite la couleur souhaitée à

l'ensemble du verre fondu au cours du processus de fusion tout en produisant un verre coloré teinté "dans la masse" (cf. → page 24).

### 1.1.2 Épaisseurs

- Verre float normal :  
2 à 25 mm
- Verre extra-blanc :  
4 à 15 mm
- Verre float coloré :  
4 à 12 mm

Dimensions standard :  
Dimensions du ruban 3210 x 6000 mm, différentes dimensions peuvent également être livrées sur demande.

### 1.1.3 Caractéristiques

- **Épaisseur**  
2.500 kg/m<sup>3</sup>. Un verre de 1 mm d'épaisseur et de 1 m<sup>2</sup> a un poids de 2,5 kg.
- **Résistance à la flexion**  
 $\sigma = 45$  MPa. Mesurée selon la méthode de l'anneau (EN 1288-2).

La résistance à la flexion des verres n'est pas une caractéristique du matériau ; sa valeur mesurée est bien plus déterminée par la qualité des surfaces sollicitées en traction, comme pour tous les matériaux cassants. Les atteintes microscopiques ou macroscopiques aux surfaces réduisent la valeur mesurée de la résistance à la flexion. Par conséquent, le terme "résistance à la flexion" peut être uniquement défini statistiquement par une valeur

fiable de probabilité de cassure. Pour une tension fixée, la probabilité de cassure dépend de la taille des surfaces sollicitées en traction et de la durée de la sollicitation. La résistance à la flexion se définit par une probabilité de cassure pouvant être en moyenne de 5 % au plus, pour une tension de flexion de 45 MPa pour le verre float définie dans la liste des règles de construction (BRL), pour une probabilité de vraisemblance de 95 % déterminée selon des méthodes statistiques.

- **Résistance aux acides**  
Classe 1 selon DIN 12116

- **Module d'élasticité**  
7 x 10<sup>10</sup> Pa  
selon EN 572-1
- **Résistance à la compression**  
700 - 900 MPa

| Classe d'acides | Désignation                      | Demi-perte de surface après 6 heures [mg/dm <sup>2</sup> ] |
|-----------------|----------------------------------|--|
| 1               | résistant aux acides             | 0 à 0,7  |
| 2               | faiblement soluble dans un acide | de 0,7 à 1,5   |
| 3               | peu soluble dans un acide        | de 1,5 à 15  |
| 4               | fortement soluble dans un acide  | de 15  |

## ■ Résistance aux bases

Classe 1-2 selon DIN ISO 695

| Classe de base | Caractéristique après 3 heures [mg/dm <sup>2</sup> ] | Perte de poids de surface |
|----------------|--|---------------------------|
| 1              | faiblement soluble dans une base                     | 0 à 75                    |
| 2              | peu soluble dans une base                            | de 75 à 175               |
| 3              | fortement soluble dans une base                      | de 175                    |

## ■ Résistance à l'eau

Classe hydrolytique 3-5 selon DIN ISO 719

| Classe hydrolytique | Consommation d'acide à 0,01 N<br>Acide chlorhydrique par g grenaille de verre [ml/g] | Équivalent de base Na <sub>2</sub> O<br>par g de grenaille de verre [µg/g] |
|---------------------|--|--|
| HGB 1               | à 0,10   | à 31   |
| HGB 2               | de 0,10 à 0,20   | de 31 à 62   |
| HGB 3               | de 0,20 à 0,85   | de 62 à 264  |
| HGB 4               | de 0,85 à 2,0  | de 264 à 620   |
| HGB 5               | de 2,0 à 3,5   | de 620 à 1085  |

Résistance à l'eau du verre et des plaques en céramique selon DIN 52296 classe 3-4. Avec cette méthode, la rési-

stance réelle des surfaces est déterminée par rapport à la méthode dite de grenaille dans DIN ISO 719.

## ■ Les substances alcalines fraîches,

qui sont par exemple lavées au ciment et passent sur la surface du verre, corrodent l'acide silicique de la structure du verre et provoquent ainsi une surface rugueuse. Ce processus apparaît lors du séchage du lavage encore liquide. Ce processus de lavage du ciment est achevé, en grande partie, uniquement après la prise complète. Il faut veiller à ce qu'aucun lavage alcalin puisse passer sur la surface du verre.

tensions dangereuses au sein de la section du verre. Les radiateurs doivent cependant être éloignés d'au moins 30 cm d'un vitrage. Selon l'EnEV, un écran anti-rayonnement est requis entre un radiateur et le vitrage. S'il n'existe pas d'écran anti-rayonnement, il est recommandé de réaliser le vitrage avec un verre de sécurité trempé lorsque la distance est faible (15 cm). Sinon, un radiateur possédant une protection contre le rayonnement doit être utilisé.

## ■ Résistance au changement de température

Résistance contre les différences de température sur la surface vitrée : 40 K.

Les changements de température brefs jusqu'à 40 K par rapport à la température ambiante normale ne provoquent pas de

Les dispositifs de protection contre le soleil ou l'éblouissement ou les éléments de construction disposés derrière ou sous le vitrage peuvent également entraîner des différences de température plus élevées dans la section du verre en cas d'ensoleillement.

- **Domaine de transformation**  
520 - 550 °C

La trempe et le changement de forme nécessitent une température plus élevée d'environ 100 °C.

- **Température de ramollissement**  
environ 600 °C

- **Coefficient de dilatation linéaire**  
 $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  selon DIN ISO 7991 pour 20 - 300 °C

Le coefficient de dilatation linéaire indique dans quelle mesure un bord de verre de 1 m de long se

dilate pour une augmentation de température de 1 K.

- **Capacité thermique spécifique**  
800 J/kg K

La chaleur spécifique en joule (J) indique la quantité de chaleur nécessaire pour chauffer 1 kg de verre de 1 K à chaque fois. Elle dépend de la température propre du verre.

- **Coefficient de conductivité thermique**  
 $\lambda = 1 \text{ W/mK}$  (EN 572-1)

- **Coefficient de transmission thermique**  
 $U_g = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  (EN 673)

### Verres de base différents



### 1.1.4 Utilisations

Le verre float sert de produit de base pour tous les autres verres transformés de la palette de produits d'UNIGLAS®.

UNIGLAS® | **TOP**  
Vitrage économique

UNIGLAS® | **SUN**  
Vitrage antisolaire

UNIGLAS® | **PHON**  
Vitrage acoustique

UNIGLAS® | **TS**  
Thermo Spacer

UNIGLAS® | **SHIELD**  
Système de fixations ponctuelles

UNIGLAS® | **SOLAR**  
Vitrage photovoltaïque

UNIGLAS® | **PANEL**  
Vitrage avec isolation sous vide

UNIGLAS® | **SAFE**  
Vitrage de sécurité

UNIGLAS® | **STYLE**  
Vitrage pour l'intérieur

UNIGLAS® | **CLEAN**  
Vitrage auto-nettoyant

UNIGLAS® | **SHADE**  
Vitrage avec store à lamelles

UNIGLAS® | **SHADE**  
Vitrage avec store en toile

UNIGLAS® | **ECONTROL**  
Vitrage à propriétés variables

UNIGLAS® | **OVERHEAD**  
A v a n t - t o i t s



### 1.2 Verre imprimé

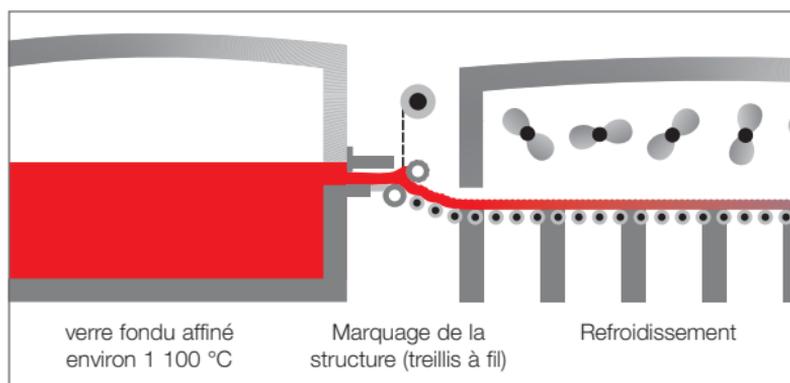
#### 1.2.1 Fabrication

Les verres imprimés sont fabriqués selon EN 572-5 /-6. Les matières premières et les procédés de fusion sont similaires aux méthodes utilisées pour le verre float. Pour le verre imprimé, la masse vitreuse sort du four sur des rouleaux. Le rouleau inférieur est lisse et plat, et le rouleau supérieur est structuré.

Les deux rouleaux peuvent être également structurés, ceci n'est pourtant guère plus pratiqué actuellement en raison du traitement ultérieur et de l'aptitude à

la coupe. Le rouleau supérieur – également appelé cylindre structuré – définit ainsi la structure souhaitée dans la masse vitreuse consolidée. Le cylindre peut alors être remplacé en fonction de la charge de production. Les processus de refroidissement, de coupe et d'empilage sont similaires à ceux du verre float. La coloration des verres dans un grand éventail est également effectuée comme décrit pour le verre float (cf. → page 20).

#### Fabrication du verre imprimé (représentation schématique)



On distingue généralement les groupes suivants :

- Verre imprimé
- Verre imprimé armé
- Verre armé avec surface lisse

La caractéristique de tous les verres imprimés est l'ornementation plus ou moins marquée d'une surface. Ils sont translucides et donnent une ambiance à la pièce tout en l'éclairant. Le blocage de la transparence plus ou moins fort varie en

fonction de l'ornementation, de la couleur et de l'épaisseur du verre. Le choix des verres correspondants permet d'accroître ou d'amoindrir ces effets. Le verre imprimé est utilisé partout où la bonne transparence doit être réduite sans avoir à renoncer à la transmission lumineuse du verre. Si plusieurs verres sont placés l'un à côté de l'autre ou l'un en dessous de l'autre, le tracé de la structure doit impérativement être défini en hauteur et en largeur.

### 1.2.2 Diffusion de la lumière / Protection visuelle

Les dimensions géométriques des vagues, nervures, prismes et autres marquages des surfaces du verre imprimé peuvent occasionner un contrôle et une dispersion de lumière, qui permettent également de choisir l'éclaircissement souhaité dans les parties et angles de pièce reculées.

Un vitrage avec un verre imprimé nervuré verticalement expose

également les parties de pièce à droite et à gauche de la fenêtre. Pour les sols et le plafond, l'influence est faible. Mais si une fenêtre est vitrée de manière à ce que les nervures se présentent horizontalement, la lumière du jour entrante est dirigée vers le haut et vers le bas. L'exposition du plafond s'améliore alors et relève le degré d'illumination au niveau du poste de travail (cf. → fig. 1 - 3).

#### Exemples de diffusion de lumière



Fig. 1 : Si l'on met un trou sténopéique circulaire dans le projecteur au lieu d'une diapositive, un cercle blanc éblouissant avec un contour prononcé apparaît sur l'écran presque noir.

Fig. 2 : Si l'on déplace un verre imprimé dispersant de la lumière sur le chemin optique entre le projecteur et l'écran, la tache claire éblouissante disparaît au profit d'une exposition qui s'étale sur une surface beaucoup plus grande.

Fig. 3 : Un exemple de lumière guidée. Sur le chemin optique, on retrouve un verre imprimé avec une structure linéaire, les lignes de la structure se présentant verticalement. Les rayons de lumière sont dirigés vers la droite et vers la gauche, il n'y a donc plus de dispersion générale de tous les côtés.

### 1.2.3 Caractéristiques

Les valeurs spécifiques du verre imprimé correspondent à celles du verre float.

Exceptions :

#### ■ Épaisseur

sans treillis à fil 2,5 g/cm<sup>3</sup>,  
pour le verre armé 2,69  
g/cm<sup>3</sup> (2,69 x 10<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>)

#### ■ Résistance à la flexion

$\sigma = 25$  MPa, mesurée selon  
la méthode de l'anneau (EN  
1288-2).

#### ■ Variantes de produit

Quasiment tous les verres imprimés peuvent être transformés en vitrage isolant, en verre de sécurité feuilleté et en verre de sécurité trempé, exception faite des verres avec treillis à fil. Grâce à l'émaillage, la sérigraphie, le sablage, l'étamage et le matage à l'acide, la diversité des aspects du verre imprimé peut être encore considérablement augmentée.

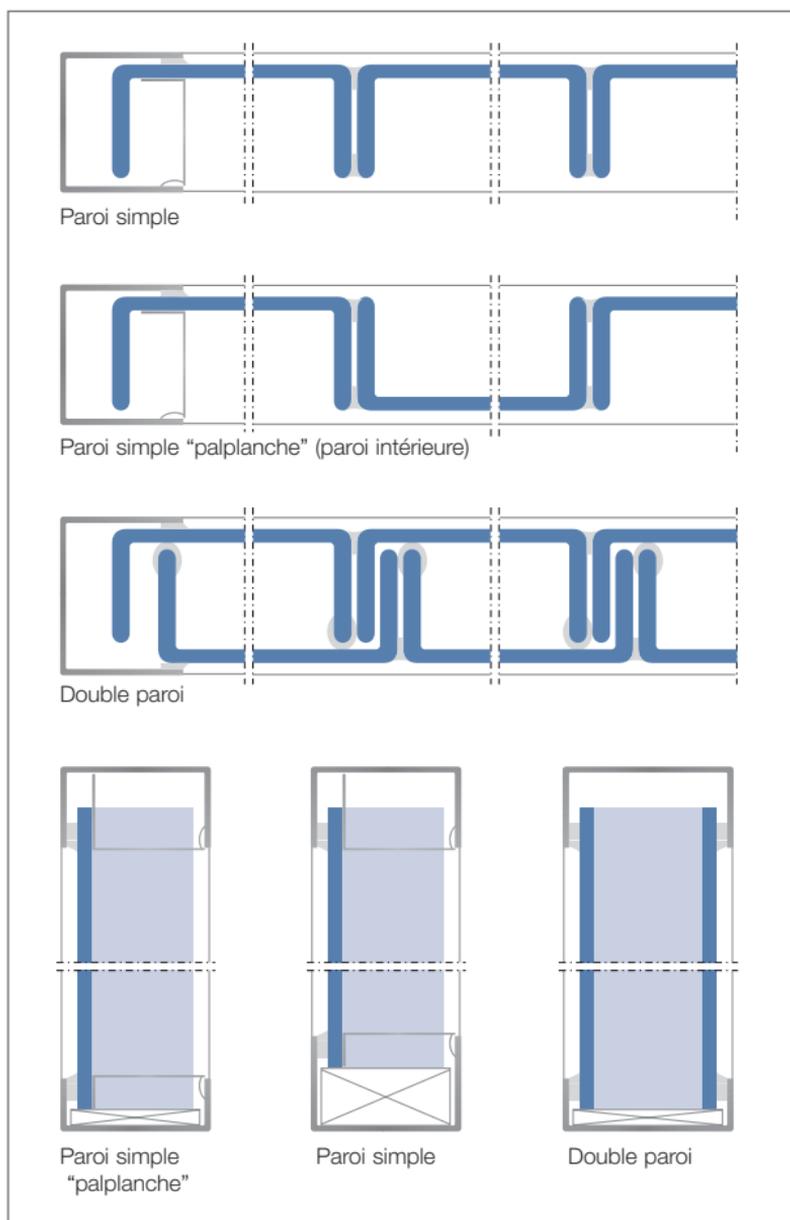
### 1.2.4 Verre profilé

Une variante de produit du verre imprimé est le verre profilé, qui est fabriqué selon EN 572 partie 7 selon le procédé de laminage de machines avec ou sans treillis à fil dans le sens de la longueur.

Le verre profilé est fabriqué soit dans la structure 504 ou sans ornementation.

Selon la structuration, l'élément est plus ou moins translucide tout en étant constamment inondé de lumière à l'instar du verre imprimé. La stabilité statique des éléments - grâce à leur forme en U - permet son emploi dans de grands domaines de bâtiment. Le montage s'effectue en paroi simple ou double.

#### Ébauche de schéma pour le type de pose (coupes horizontales et verticales)



Des modèles différents en largeur et en qualité de surface permettent de rendre réel l'effet et la dispersion de la lumière ainsi que la protection solaire et l'isolation thermique. Le verre profilé est couramment utilisé en fonction de l'exigence statique allant jusqu'à 7 m de hauteur.

Avec des profils spéciaux, tels que 22/60/7, 25/60/7 ou 32/60/7 sans treillis à fil, la résistance contre le lancer de balle selon DIN 18032 peut même être prouvée.

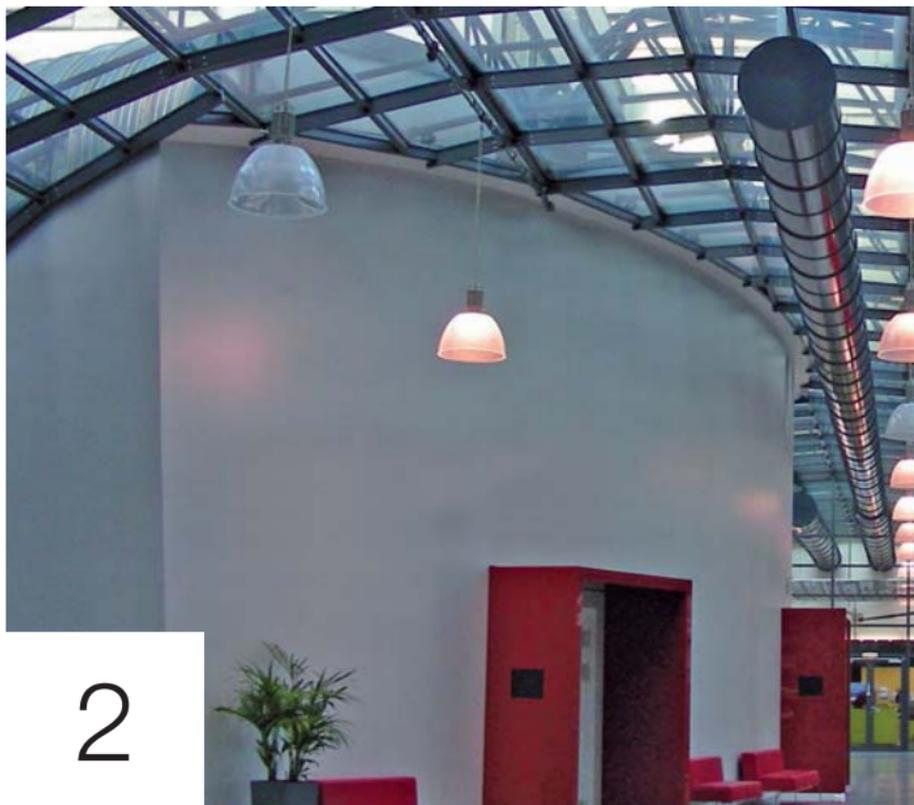
Les alternatives colorées du verre profilé sont l'améthyste ou l'azur (variantes bleutées).

Les caractéristiques de sécurité particulières également adaptées au montage horizontal proposent un verre profilé trempé thermiquement avec ou sans traitement Heat Soak. Le verre thermodurci est également disponible en émail coloré.

Pour les variantes trempées thermiquement, un consentement au cas par cas est nécessaire.

### Exemple d'application





|   |    |
|---|----|
| <b>2.1 Verre de sécurité trempé (ESG)</b> . . . . .                         | 30 |
| 2.1.1 Fabrication . . . . .   | 30 |
| 2.1.2 Caractéristiques physiques . . . . .                                  | 31 |
| 2.1.3 Résistance aux impacts et aux chocs . . . . .                         | 31 |
| 2.1.4 Résistance à la flexion . . . . .                                     | 31 |
| 2.1.5 Influences de la chaleur et du froid . . . . .                        | 32 |
| 2.1.6 Résistance contre les lancers de balles . . . . .                     | 32 |
| 2.1.7 Applications . . . . .  | 32 |
| <b>2.2 Verre de sécurité trempé<br/>heat soak test et ESG-HST</b> . . . . . | 32 |
| <b>2.3 Verre thermodurci (TVG)</b> . . . . .                                | 33 |
| 2.3.1 Résistance à la flexion . . . . .                                     | 34 |
| 2.3.2 Influences de la chaleur et du froid . . . . .                        | 34 |
| <b>2.4 Émaillage avec des couleurs<br/>vitro-céramiques</b> . . . . .       | 35 |
| 2.4.1 Généralités . . . . .   | 35 |
| 2.4.2 Procédé de laminage . . . . .   | 36 |
| 2.4.3 Procédé de sérigraphie . . . . .                                      | 36 |
| 2.4.4 Appréciation . . . . .  | 38 |
| <b>2.5 Verre alarme ESG</b> . . . . .                                       | 38 |
| <b>2.6 Verre de sécurité feuilleté et verre feuilleté</b> . . . . .         | 40 |
| 2.6.1 Fabrication . . . . .   | 40 |



|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 2.6.2       | Caractéristiques physiques . . . . .                     | 41        |
| 2.6.3       | Résistance aux impacts . . . . .                         | 41        |
| 2.6.4       | Utilisations . . . . .                                   | 41        |
| 2.6.5       | Classes de résistance selon EN . . . . .                 | 41        |
| 2.6.6       | Verre feuilleté décoratif . . . . .                      | 42        |
| <b>2.7</b>  | <b>Façonnage du verre . . . . .</b>                      | <b>42</b> |
| 2.7.1       | LaserGrip® – Dalles de verre praticables . . . . .       | 42        |
| 2.7.2       | Impression digitale sur verre . . . . .                  | 43        |
| 2.7.3       | Verre mat . . . . .                                      | 44        |
| 2.7.4       | Verrerie d'art . . . . .                                 | 44        |
| 2.7.5       | Techniques de façonnage . . . . .                        | 45        |
| <b>2.8</b>  | <b>Auto-nettoyage . . . . .</b>                          | <b>45</b> |
| 2.8.1       | Principes . . . . .                                      | 45        |
| 2.8.2       | Produits . . . . .                                       | 45        |
| <b>2.9</b>  | <b>ShowerGuard™ – Forever Beautiful . . . . .</b>        | <b>47</b> |
| <b>2.10</b> | <b>DiamondGuard® Scratch Resistant Glass . . . . .</b>   | <b>49</b> |
| <b>2.11</b> | <b>Verre anti-feu . . . . .</b>                          | <b>50</b> |
| <b>2.12</b> | <b>Verre de protection contre les rayons X . . . . .</b> | <b>51</b> |
| <b>2.13</b> | <b>Miroir de sécurité et miroir espion . . . . .</b>     | <b>51</b> |
| <b>2.14</b> | <b>Verre polarisé . . . . .</b>                          | <b>51</b> |
| <b>2.15</b> | <b>Verre de protection pour les oiseaux . . . . .</b>    | <b>51</b> |

## 2 Verres transformés

Les verres float et imprimés sont utilisés en faible quantité sous forme d'applications uniquement en verre simple. La majeure partie est transformée

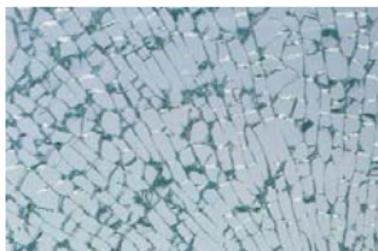
dans des processus de traitement ultérieurs et adaptée ainsi aux exigences d'une construction moderne et transparente.

### 2.1 Verre de sécurité trempé

Le verre de sécurité trempé (ESG) fait référence au verre trempé thermiquement. L'ESG a trois caractéristiques essentielles : Il dispose d'une résistance à la flexion quatre à cinq fois plus élevée que le verre durci. Ce verre peut ainsi être beaucoup plus sollicité en traction ou en joint à angle droit. En outre, la résistance contre le changement de température et contre les différences élevées de température est considérablement augmentée à l'intérieur d'un verre. Lorsque l'ESG se brise lors d'une surcontrainte, il se sub-

divise en un filet d'agglomérats cohérents à angles obtus qui représente un risque de blessure beaucoup plus faible que les débris de verre à angles vifs d'un verre non trempé.

Comportement à la brisure  
Verre de sécurité trempé

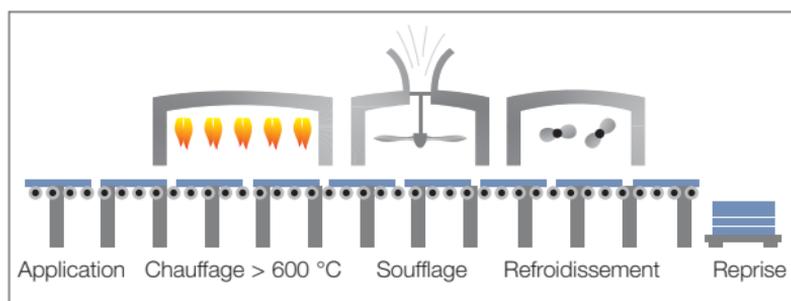


#### 2.1.1 Fabrication

Le matériau de base pour la fabrication du verre de sécurité trempé (ESG) est le verre float ou imprimé. Une tension de compression est créée à la surface du verre par le chauffage contrôlé et régulier du verre de base coupé et entièrement tra-

vailé à plus de 600 °C et par le refroidissement rapide correspondant à l'aide d'air froid alors que la section du verre parvient vers la ligne médiane avec un refroidissement croissant sous tension.

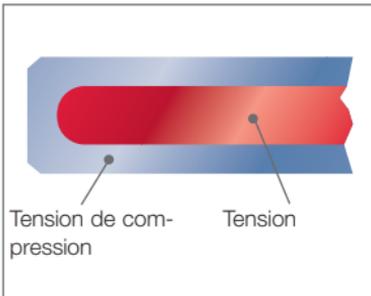
Fabrication du verre de sécurité trempé



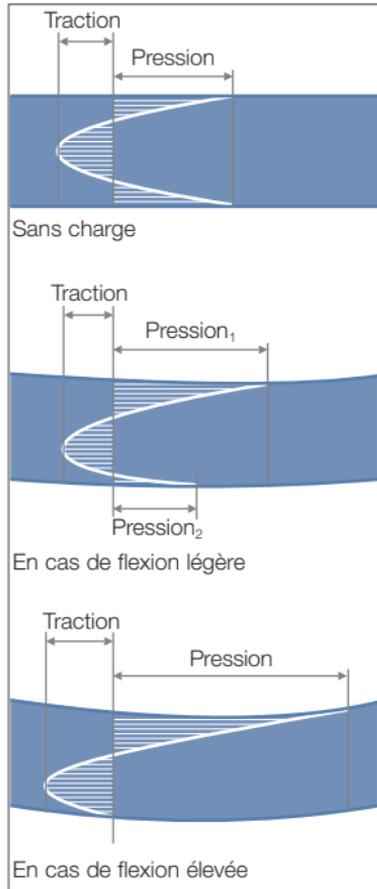
Grâce à ce procédé, le verre acquiert ses excellentes caractéristiques. Il est important que tous les usinages, tels que le façonnage des arêtes, perçages, échancrures, etc. aient été effectués précédemment, des usinages étant uniquement possibles sur des verres sans tension.

Avec une lumière polarisée, les zones de tension dans le verre peuvent entraîner des biréfringences qui sont perceptibles comme modèle coloré sous certains angles de vue.

#### Structure de tension



#### Distribution des tensions



### 2.1.2 Caractéristiques physiques

La transparence, la conductivité thermique, la dilatation thermique, l'insonorisation, la résistance à la compression, le

module d'élasticité, le poids des surfaces et les caractéristiques chimiques correspondent à ceux du verre de base.

### 2.1.3 Résistance aux impacts et aux chocs

L'ESG résiste aux chocs de corps mous, déformables selon EN 12 600 (essai de choc pendulaire sur le verre pour les

constructions). L'épaisseur du verre est déterminée par le domaine d'application respectif.

### 2.1.4 Résistance à la flexion

- ESG en verre float  
 $\sigma = 120 \text{ MPa}$
- ESG en verre imprimé  
 $\sigma = 90 \text{ MPa}$
- ESG en verre float émaillé\*)  
 $\sigma = 75 \text{ MPa}$

La résistance à la flexion se définit, selon EN 12 150-1, comme la tension qui est atteinte statistiquement en relation avec une certaine probabilité de cassure et un certain

\*) côté émaillé sous tension

type de charge, p. ex. charge de vent avec une probabilité de

cassure de 5 % et un intervalle de confiance de 95 %.

### 2.1.5 Influences de la chaleur et du froid

L'ensemble de la surface de l'ESG peut être exposée à une température brève allant jusqu'à + 300 °C. La résistance à la cassure contre les différences de

température dans la surface du verre, p. ex. entre le centre et le bord du verre est donnée jusqu'à 200 K.

### 2.1.6 Résistance contre les lancers de balles

Selon DIN 18032 "Essai de résistance contre les lancers de balles", l'ESG s'adapte dès 6 mm d'épaisseur à la vaste

application du verre dans des espaces de jeux et des gymnases. (cf. → chapitre 7)

### 2.1.7 Applications

- Fenêtres, porte-fenêtres
- Murs anti-bruit
- Balustrades et garde-corps
- Remplissages de garde-corps
- Portes tout verre
- UNIGLAS® | STYLE - Portes intérieures en verre
- Douches en verre
- Cloisons

- Centres sportifs / gymnases
- Aménagements de protection des spectateurs dans les stades
- Protection contre la grêle comme vitres horizontales supérieures feuilletées

Pour les vitrages ayant une fonction anti-chute, les réglages de TRAV doivent être respectés (cf. → chap. 9.7).

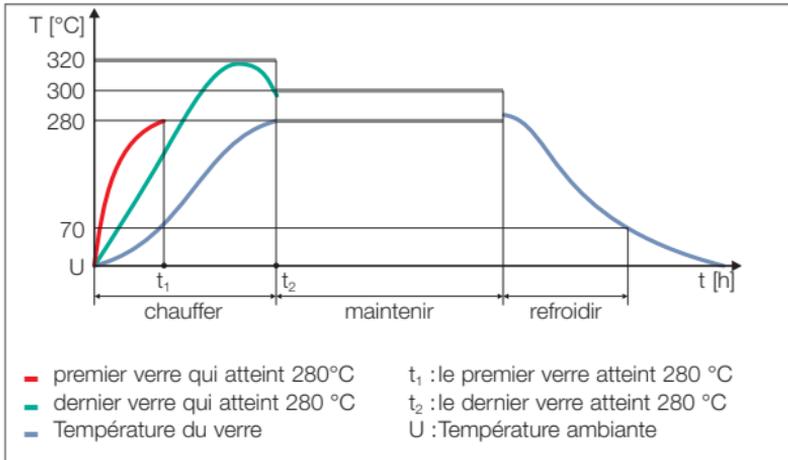
## 2.2 Verre de sécurité trempé heat soak test et ESG-HST

Pour les vitrages devant répondre à des critères de sécurité et ceux qui sont exposés aux variations élevées de température, par exemple dans le domaine des façades, un essai supplémentaire doit être réalisé selon EN 14179, à la suite de la fabrication du ESG et avant la livraison.

Les cristaux de sulfure de nickel présents inévitablement dans le verre via le matériau de base sont la raison de cet essai. Ces derniers n'ont au-

cune importance pour le verre float et le verre imprimé normal. Ces cristaux peuvent, toutefois, se modifier et provoquer des cassures spontanées pour un ESG posé dans une structure de tension définie. C'est pourquoi chaque verre ESG, qui est destiné à des domaines d'application définis, doit passer le "Heat-Soak-Test". Les verres sont alors chauffés à 290 °C ± 10 % dans une chambre de chauffe de manière contrôlée pour transformer les cristaux éventuellement contenus.

## Profil de température Heat-Soak-Test



Selon EN 14179, le temps de maintien est limité à 2 heures après avoir atteint 290 °C à chaque position de verres ; selon la liste des règles de construction allemande (BRL) 4 heures différées sont requises pour obtenir le produit de construction ESG-HST réglementé en Allemagne. Cette méthode tout comme son dispositif technique sont contrôlés en interne et en externe pour une utilisation conforme au BRL. Chaque verre doit faire l'objet d'une documentation. Le risque de cassures spontanées est tellement minimisé qu'il crée la sécurité nécessaire pour le montage du verre de sécurité trempé.

Les paramètres relatifs à l'utilisation doivent être ainsi indiqués lors de la commande de l'ESG pour que le produit adéquat puisse être fabriqué, contrôlé et livré. Ceci est notamment important pour l'ESG-HST traité heat soak test, car les directives sont précisément suivies dans les sites de production d'UNIGLAS® pour que le produit ESG livré représente en cas de besoin un produit de construction réglementé qui ne peut pas être transformé sans un accord au cas par cas. Chaque verre ESG et ESG-HST est caractérisé durablement en conséquence.

## 2.3 Verre thermodurci (TVG)

Le TVG selon EN 1863-1 ne figure pas parmi les verres de protection. Il est trempé thermiquement comme l'ESG, mais le processus de refroidissement s'opère plus lentement. De légères différences de tension qui divergent de l'ESG se constituent ainsi dans le verre et la résistance à la flexion est alors comprise entre celle de l'ESG et du verre float.

Le TVG est également utilisé pour les vitrages requérant une résistance élevée au changement de température en raison d'une forte exposition au soleil ou d'une ombre portée (cf. également → page 240). Il se distingue par un comportement à la brisure caractéristique, selon lequel des fissures passent radialement du centre de la brisure aux bords de vitres.

En raison de ce comportement à la brisure, le TVG (comme verre de base pour le verre de sécurité feuilleté - cf. → chapitre 2.6) dispose, à l'inverse de l'ESG, d'une résistance résiduelle élevée. En cas de brisure d'une vitre VSG en 2 x TVG, il n'y a que de faibles flexions. Le "décrochage" du verre est évité

en raison du comportement favorable à la brisure.

Pour l'utilisation de TVG, un agrément technique général est nécessaire en Allemagne. Le TVG avec un agrément technique valable est adapté pour l'utilisation dans le cadre de TRLV et TRAV (cf. → chap. 9.6 et 9.7).

### Comportement à la brisure ESG / TVG



### 2.3.1 Résistance à la flexion

■ ESG en verre float  
 $\sigma = 70 \text{ MPa}$

■ ESG en verre imprimé  
 $\sigma = 55 \text{ MPa}$

■ TVG en verre float émaillé\*)  
 $\sigma = 45 \text{ MPa}$

\*) côté émaillé sous tension

### 2.3.2 Influences de la chaleur et du froid

La résistance à la cassure du TVG contre les différences de température en surface du verre, p. ex. entre le centre et le bord du verre est donnée jusqu'à 100 K.

Applications :

- Façades dans le domaine des fenêtres et des parapets
- Protections solaires
- Collecteurs solaires
- Protection des objets d'art
- Vitrages horizontaux (comme verre VSG)
- Dalles de verre praticables et accessibles (comme verre VSG)

## 2.4 Émaillages avec couleurs vitro-céramiques

### 2.4.1 Généralités

La couche d'émail est appliquée complètement ou partiellement sur la surface plane du verre par différents modes d'application de couleurs (sérigraphie, laminage). Elle est ensuite cuite à environ 650 °C dans le verre, puis elle s'unit fortement au verre. Cela confère à l'émaillage une forte résistance à l'usure, aux solvants, aux UV et au jaunissement. L'observation s'opère du côté non revêtu, la coloration est ainsi influencée par la couleur propre du verre.

Les couleurs céramiques sont des couches de type vitré qui ne peuvent remplacer mécaniquement le verre dans la composite en fusion, sans endommager le verre. Les couleurs céramiques se composent en grande partie d'une vitrification de verre transparent, légèrement en fusion qui entoure et relie durablement les corps colorés contenus dans la couleur après la combustion.

À l'instar du verre lui-même, une couche colorée céramique peut également être altérée chimiquement comme mécaniquement.

C'est pourquoi il est recommandé d'appliquer la couche colorée toujours sur le côté protégé (de l'atmosphère ou de la charge mécanique ou de la charge mécanique du côté moins exposé) du verre.

Exemples :

- Dirigé vers l'espace intermédiaire du verre pour le vitrage isolant,
- dirigé vers l'intérieur pour les façades,
- dirigé vers l'extérieur pour les douches,
- installé sur le côté inférieur pour les plateaux de table.

La transparence du verre dépend, outre du type de verre utilisé, de l'épaisseur du verre, de la couleur et de l'épaisseur de la couche. Les couleurs claires ont généralement une transmission lumineuse plus élevée que les couleurs foncées. En cas de différences des luminances ou d'intensités lumineuses plus élevées (lumière du jour), des nuances claires/sombres peuvent apparaître de manière visible dans le verre lorsque l'on observe le côté arrière (côté revêtu).

Selon l'application, différents procédés de production sont disponibles ; ces derniers se caractérisent en détail comme décrit ci-dessous.

### 2.4.2 Procédé de laminage

Le verre plat passe sous un cylindre en caoutchouc rainuré qui reporte la couleur de l'émail sur la surface du verre. Une répartition homogène et régulière de la couleur est ainsi obtenue (condition : surface du verre complètement plane), celle-ci étant cependant réglable uniquement dans certaines conditions en ce qui concerne l'application de la couleur (épaisseur de la couleur, pouvoir couvrant). Il est typique que la structure des cylindres soit visible de près (côté coloré). Toutefois, on ne peut normalement guère voir cette structure du côté avant (observé à travers le verre). Les verres émaillés

laminés ne sont pas adaptés à la transparence, l'application doit faire l'objet d'une concertation préalable avec le fabricant (effet de firmament).

Un léger "débordement des couleurs" est possible sur les arêtes en fonction du procédé. Les surfaces d'arêtes restent généralement exemptes d'émail. Il faut prendre en compte le fait qu'un composant (matériau d'étanchéité, colle à panneaux, isolations, supports, etc.) appliqué directement sur le côté arrière (côté coloré) peut transparaître pour les couleurs claires.

### 2.4.3 Procédé de sérigraphie

L'esthétique, la fonctionnalité et la couleur associées à la transparence du matériau verre ont donné naissance, au cours des dernières années, au produit sérigraphié ESG et TVG. Des couleurs céramiques sans plomb sont appliquées sur le verre, puis elles s'associent dans le processus de trempe à la surface du verre grâce à la cuisson. Ce type de transformation est uniquement possible sur un côté du verre et permet à la couleur de ne pas se rayer et de résister aux intempéries, aux solvants et à lumière. Cette impression peut être choisie de manière presque aléatoire, des formes géométriques aux formes libres jusqu'aux photos et aux tableaux. La couleur et le degré d'impression varient en fonction de l'utilisation.

La coloration s'oriente généralement d'après les cartes des teintes selon RAL 840 HR. Le degré

d'impression est, par contre, défini par l'application :

#### ■ Aspects purement créatifs

Des formes ou des images sont alors appliquées ; celles-ci sont exclusivement utilisées à des fins optiques et leurs couleur et degré d'impression sont définis par le modèle.

#### Exemples pour des motifs de création



### ■ Impression pour protection visuelle et solaire

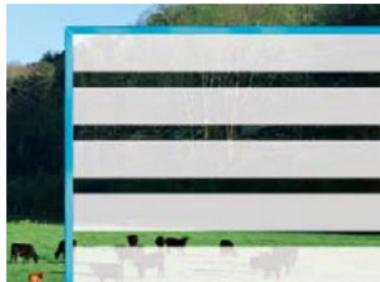
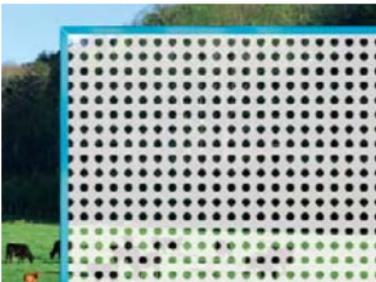
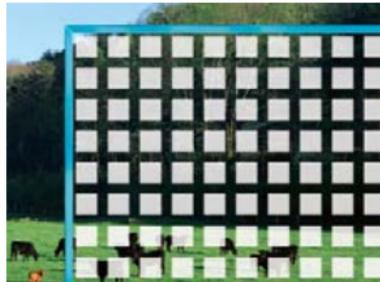
Le choix des couleurs et le degré d'impression sont extrêmement importants pour cette application. Plus les couleurs sont claires, plus la pénétration de lumière est importante et plus le degré d'impression est faible, plus la transparence est grande. La définition des deux paramètres dépend donc du degré d'efficacité devant être obtenu ultérieurement. De multiples décors standardisés sont prêts dans les unités de production. De plus, des créations propres peuvent être naturellement appliquées sur les verres, des modèles précis et des dessins cotés devant alors être livrés.

### ■ Résistance au glissement

Les dalles de verre praticables sont à la mode, que ce soient les marches d'escalier ou les découpes partielles de planchers. Dans les espaces publics mais également recommandable dans la sphère privée, le législateur stipule différentes classes de résistance au glissement dans DIN 51130 dans des domaines définis. Grâce à la variance du degré d'impression et à la couleur d'impression spéciale, les classes peuvent être obtenues, celles-ci contribuant ainsi à la stabilité statique des sols vitrifiés.

Les résistances au glissement peuvent également être obtenues grâce au LaserGrip® (→ chap. 2.7.1) ou au matage (→ chap. 2.7.3).

#### Exemples de protection visuelle et solaire



La couleur est appliquée sur la surface du verre avec une racle sur une table de sérigraphie horizontale à travers un crible à trous rapprochés, l'épaisseur de la couleur ne pouvant guère être influencée par la largeur des mailles. L'application de la couleur est généralement plus fine que lors du laminage et elle se

présente sous forme couvrante ou translucide selon la couleur.

La surface du verre est imprimée mécaniquement avec une couleur émaillée sur la base de modèles de décors et de pochoirs de sérigraphie spécifiques puis, pour la cuisson, elle est introduite dans le four (ESG

ou TVG) de la même manière que les verres émaillés.

Les composants (matériau d'étanchéité, colle à panneaux, isolations, supports, etc.) appliqués directement sur le côté coloré peuvent disparaître. L'application dans le domaine de la transparence doit impérativement faire l'objet d'une concertation préalable avec le fabricant.

De légères bandes survenant dans la direction de compression tout comme en diagonale ainsi que des "endroits légèrement voilés" apparaissant de façon isolée en raison du nettoyage ponctuel du crible lors de la production sont typiques du

procédé de production selon la couleur.

Lors de la sérigraphie, les arêtes restent généralement exemptes de couleur, elles peuvent toutefois présenter un léger bourrelet coloré sur les rebords. L'indication d'arêtes visibles est nécessaire pour une production adaptée si l'application l'exige.

Il est possible d'imprimer des verres légèrement structurés, mais cela doit toujours être clarifié avec le fabricant. Une application régulière de la couleur ne peut être réalisée comme pour le verre float.

### 2.4.4 Appréciation

Selon la directive pour l'appréciation de la qualité visuelle des

verres émaillés et sérigraphiés.

## 2.5 Vitrage alarme ESG

Le produit spécial de sécurité utilise les caractéristiques de brisure spécifiques de l'ESG. Le verre se brise sur l'ensemble de sa surface, indépendamment de l'endroit de la cassure. On a recours à une telle situation pour déclencher une alarme via une installation correspondante par l'intermédiaire de résistances aménagées sur le verre qui se modifient lors d'une trace de violence dans le cas d'une brisure. En principe, il existe trois manières d'implanter la résistance sur le verre.

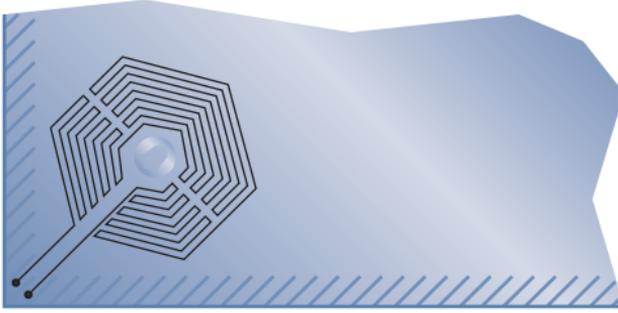
La méthode classique consiste en une boucle conductrice cuite et imprimée dans la partie visible du verre. Elle a pour avantage d'assurer la visibilité. Par contre, elle perturbe la visi-

on pour les vitrages de protection solaire.

C'est pourquoi il existe des boucles conductrices spéciales selon le même principe, celles-ci étant exclusivement situées au niveau des bords recouverts du verre et n'affectant ainsi plus la surface visible.

Pour la troisième variante, spécifique au vitrage isolant, on a recours au revêtement du verre dans l'espace intermédiaire et on établit une résistance au niveau des bords ; on peut ainsi se passer de boucles conductrices supplémentaires de tout type. Cette variante a été développée et brevetée par un associé d'UNIGLAS®.

## Variantes de boucles conductrices (fil)



Fil d'alarme classique dans la partie visible



Fil d'alarme classique dans la partie non-visible des bords



Vitrage isolant : le revêtement agit comme une boucle d'alarme invisible

La particularité de ce verre alarme réside dans le fait que les points de mesure sont liés à une unité d'évaluation "intelligente". Celle-ci mesure de manière permanente la résistance électrique du verre alarme raccordé. L'unité d'évaluation est si petite qu'elle peut être placée dans un boîtier sous crépi ou dans un coffret de sous-distribution. Jusqu'à trois verres alarmes peuvent être raccordés à une unité d'évaluation.

- Pas de fil visible
- Pas d'échancrure du revêtement sur le verre extérieure
- Idéal pour les petits vitrages
- Vitre extérieure couverte – Protection solaire possible
- Jusqu'à trois éléments peuvent être raccordés par unité d'évaluation
- L'unité d'évaluation peut être raccordée à des systèmes traditionnels

Dans les trois cas, les verres ESG disposent de câbles de raccordement d'environ 30 cm de long, qui doivent être minutieusement posés, rallongés et reliés à une alarme dans l'espace de feuillure. La protection de fonctionnement durable nécessite un vitrage précis tout

comme un câblage réalisé par des spécialistes. Les directives générales relatives au vitrage et la directive pour l'installation de dispositifs électriques VDE 0833 et DIN 57833 ainsi que les prescriptions VdS s'appliquent pour le montage.

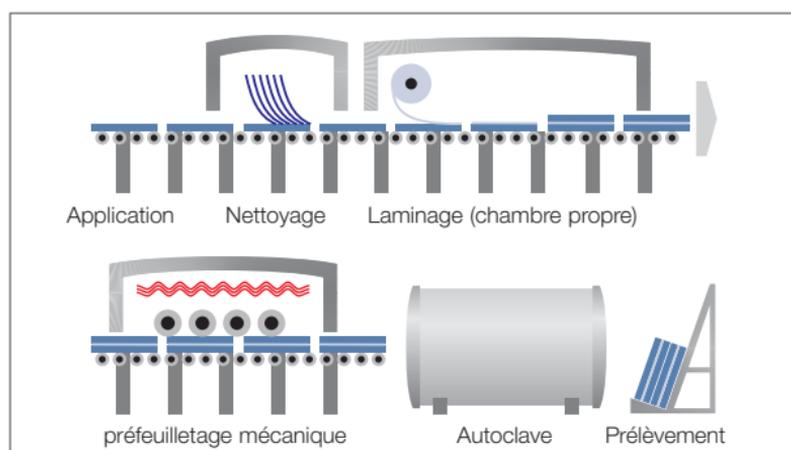
## 2.6 Verre de sécurité feuilleté et verre feuilleté

### 2.6.1 Fabrication

Le verre de sécurité feuilleté (VSG) est un produit selon EN 14449. Il se compose d'au moins deux verre float - ou également en verre imprimé dans certaines conditions - qui sont fermement unies en une unité par des feuilles de butyral de polyvinyle (PVB) élastiques et hautement résistantes à la déchirure. La sécurité du verre

VSG repose sur la résistance élevée de la couche intermédiaire PVB et sur sa grande adhérence au verre. En cas de surcharge mécanique liée à un choc ou à un impact, le verre se brise mais les morceaux adhèrent à la couche PVB. Le risque de blessure est ainsi réduit et l'ouverture vitrée reste fermée.

#### Fabrication du verre de sécurité feuilleté



Selon la fonction souhaitée, une ou plusieurs couches intermédiaires de PVB sont posées entre chaque verre et sont unies à celui-ci par un processus de laminage. Ensuite la combinaison comprimée encore translucide est introduite dans un autoclave où le verre et

les couches intermédiaires sont fermement assemblés sous la chaleur et la pression en une unité de résistance élevée et de bonne transparence. Le processus de fabrication permet l'assemblage de plusieurs verres ayant des types ou des épaisseurs similaires ou diffé-

rents, de manière à ce que les avantages de différents verres

puissent être combinés dans le verre de sécurité feuilleté.

### 2.6.2 Caractéristiques physiques

La conductivité thermique, la dilation thermique, la résistance à la compression, le module d'élasticité, le poids des surfaces et les caractéristiques chimiques correspondent à ceux des verres de base. La transparence résulte des valeurs des verres de base transformés et des couches intermédiaires de PVB et est comprise entre 90 %

et 70 % selon l'épaisseur des structures.

Le rendu des couleurs est légèrement influencé par l'épaisseur des verres et par le nombre de couches de PVB utilisées ; il peut être atténué en utilisant du verre blanc pour les unités de VSG épaisses.

### 2.6.3 Résistance aux impacts

En fonction de la taille du verre et de la structure du verre VSG, les exigences de l'essai de choc pendulaire sur le verre pour les constructions (selon EN 12600) sont satisfaites.

L'essai de choc pendulaire sert à déterminer le comportement du verre en cas de charge de type choc.

### 2.6.4 Applications

- Protection contre les blessures
- Vitrages horizontaux
- Balustrades et rampes
- Façades
- Centres sportifs
- Cloisons

- Dalles de verre
- Vitrages à hauteur de plafond

Pour les vitrages ayant une fonction anti-chute, les règlements de TRAV doivent être respectés (cf. → chap. 9.7).

### 2.6.5 Classes de résistance selon EN

Parmi les séries de produits de verres de sécurité feuilleté, il y a la série possédant une action anti-effraction et anti-agression qui peut être définie précisément par la combinaison de couches de verre et de feuille

d'épaisseurs différentes. Les verres sont contrôlés par des organismes de contrôle officiels selon les normes EN en vigueur et sont disponibles en différentes classes de résistance (cf. → chap. 7).

### 2.6.6 Verre feuilleté décoratif

Le verre feuilleté peut être transformé optiquement par des photos dans le feuilletage qui sont créées dans la pression de transfert ou à l'aide de feuilles mates ou colorées sur toute la surface. Ces feuilles sont soit placées entre le PVB puis fondues soit elles sont imprimées.

Une variante pour les accessoires plus volumineux est la fabrication en tant que verre feuilleté. Ces accessoires sont encapsulés entre deux verres par exemple à l'aide d'Evasafe. Ces verres feuilletés ne sont pas des verres de sécurité selon EN 14449.

Si des caractéristiques de sécurité sont requises pour de tels verres feuilletés formés, l'aptitude doit être prouvée et un accord au cas par cas doit être demandé.

Exemples de verres feuilletés décoratifs



## 2.7 Façonnage du verre

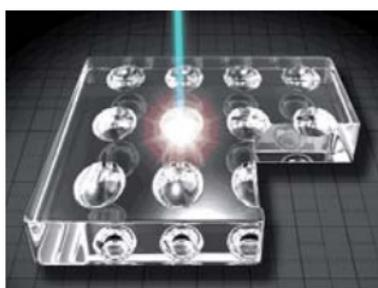
### 2.7.1 LaserGrip® – Dalles en verre praticables

LaserGrip® est un procédé breveté dans le monde entier pour le traitement des surfaces en grès, céramique et verre. Comme seule la structure des surfaces est modifiée, sans applications chimiques supplémentaires, le matériau verre n'est pas modifié dans sa transparence et sa dureté.

#### ■ Technique

Avec une diode laser à haute performance, les micro-creux fins (diamètre environ 200 µm) sont cuits dans la surface du

LaserGrip®



verre, ceux-ci produisent alors un petit "effet ventouse". Cet effet se multiplie 10 000 fois et veille à ce que le pied soit constamment freiné sans qu'il y ait un arrêt saccadé.

### ■ Combinaison avec impression digitale

Le laminage photo est une technique pour envelopper des photos et logos digitaux de haute définition dans le verre VSG. En association avec la surface LaserGrip® transparente, des motifs peuvent être représentés dans une qualité de représentation optimale même sur des surfaces praticables. Cette combinaison offre une autre possibilité pour la présentation de logos officiels.

### ■ Avantages

- Transparence sur toute la surface
- Résistance durable à l'usure
- Traitement ultérieur facile
- Résistance au nettoyage optimale
- 0 % de chimie
- Classe de résistance au glissement 9 (selon DIN 51130)
- Utilisable comme verre float, ESG et TVG

### ■ Possibilités d'application\*

- Entrées publiques
- Salles de guichets
- Escaliers
- Couloirs
- Lieux de vente

\*selon ZH 1/571 HVBG (Fédération des associations professionnelles de l'industrie) 1998, notice BGR (Règlement des associations professionnelles) 181, essai selon DIN 51130

## 2.7.2 Impression digitale sur verre

Une variante intéressante pour la conception décorative du verre consiste en l'impression digitale de verres clairs ou verres satinés trempés thermiquement ou thermodurcis à l'aide

### Exemple avec impression digitale



- Lieux de présentation dans les foires
- Planchers illuminés
- Emplacement de caisses
- Salles de traitements médicaux
- Restaurants et cantines

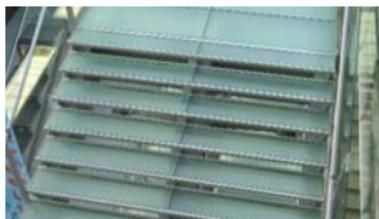
■ **Dimension max. :**  
900 x 3000 mm

■ **Épaisseur min. du verre :**  
4 mm

■ **Écartement des trous :**  
0,4 - 0,5 mm

Des petits points sombres et des inclusions gazeuses brillantes peuvent apparaître à la surface sous certaines conditions physiques et techniques.

### Exemple escalier



d'une encre acrylique pouvant durcir aux UV.

L'avantage de cette variante réside dans le rendu photoréaliste de l'image et dans la bril-

lance élevée des couleurs avec une qualité d'impression selon le modèle de l'image pouvant aller jusqu'à 1200 dpi.

Si, par contre, une meilleure résistance aux rayures ou aux produits chimiques est nécessaire ou si des animations gravées, des couleurs métallisées ou argentées doivent être imprimées, l'impression doit être réalisée avec des couleurs d'émail céramiques qui peuvent être uniquement dévelop-

pées en relation avec des verres thermodurcis.

Les deux possibilités d'impression digitale peuvent être également transformées en verre de sécurité feuilleté ou en verre feuilleté avec une disposition du côté des feuilles. Les caractéristiques de sécurité correspondantes doivent également être réalisées ici avec une preuve d'aptitude et un accord au cas par cas.

### Impression digitale sur le verre



#### 2.7.3 Verre mat

Les surfaces de verre peuvent être matées complètement ou partiellement avec des motifs artistiques grâce au traitement de la surface du verre avec du corindon.

Le matage à l'acide de la surface du verre représente une des variantes. Les surfaces entièrement matées à l'acide sont généralement fabriquées industriellement aujourd'hui. Ces verres sont appelés verres satinés.

#### 2.7.4 Verrerie d'art

Depuis le Moyen Âge, les verres sous plomb sont fabriqués de manière artisanale. La méthode, qui consiste à unir de petits verres colorés à l'aide de plomb de vitrail et à les assembler en une image, ne s'est en rien modifiée jusqu'à aujourd'hui. L'application principale des verres sous plomb se retrouve dans les édifices sacrés.

La fusion du verre remonte à une technique vieille d'environ 2 200 ans qui consiste à fusionner différents verres ensemble. Au cours des dernières années, la technique s'est perfectionnée et a connu une renaissance. Les objets d'art fabriqués avec la technique de fusion sont des pièces individuelles et exclusives. Leur caractère est marqué par la lumière, la couleur et la forme.



### 2.7.5 Techniques de façonnage

Des techniques de façonnage particulières consistent en la transformation des arêtes en facette, la plus grande partie des arêtes étant alors façonnée de manière oblique par rapport à la surface du verre. On distingue les facettes plates des facettes raides en fonction de l'angle ou de la largeur des facettes.

Le façonnage de rainures (gravures) larges de 3 à 25 mm en forme de V ou de C offre de multiples possibilités de conception artistique des surfaces du verre. La rainure peut être façonnée en modèle poli ou mat.

2

## 2.8 Auto-nettoyage

### 2.8.1 Principes

Les verres auto-nettoyants font partie intégrante de nos palettes de produits depuis quelques années. Il existe différentes approches aussi bien dans la résistance du revêtement que dans son fonctionnement.

Il est à noter que cela ne signifie pas que ces verres auto-nettoyants ne devront plus jamais être nettoyés, mais les intervalles de nettoyage sont considérablement augmentés selon le produit.

### 2.8.2 Produits

#### 2.8.2.1 UNIGLAS® | CLEAN

UNIGLAS® | CLEAN offre, selon l'application, une couche de dioxyde de titane résistante aux UV, invisible et cuite dans une des surfaces lors du procédé de fabrication du verre float ; celle-ci présente des propriétés surprenantes. Le rayonnement UV de la lumière du jour apparaissant sur cette couche désagrège tout type d'impuretés organiques dans un processus continu.

ficacité hydrophile et photocatalytique.

Le travail de nettoyage est ainsi fortement minimisé que ce soit pour sa maison ou pour les grands vitrages de façade, car le verre réalise lui-même la majeure partie du nettoyage. Cette couche de dioxyde de titane tient longtemps et résiste contre les influences environnementales.

De plus, la couche a une action hydrophile (grec : qui aime l'eau), cela signifie qu'une averse de pluie ne passe pas sur le verre sous forme de gouttes mais sous forme de film d'eau qui nettoie les impuretés désagrégées. La lumière UV naturelle et l'eau, qui doivent parvenir à la surface du verre sans obstacle, constituent la condition préalable de l'ef-

Cette couche présente un inconvénient : une application est uniquement possible à l'extérieur, car la présence de rayons UV est nécessaire. En outre, il existe une incompatibilité avec les huiles silicones qui supprime l'action hydrophile. Des exigences particulières s'appliquent ainsi sur les systèmes de vitrage jusqu'aux joints des fenêtres.

UNIGLAS® | CLEAN propose une alternative avec les revêtements étanches hydrophobes (peur en grec). Ces couches reposent sur une nanotechnologie chimique et se caractérisent par une résistance à l'abrasion très élevée et par une résistance élevée contre les produits de nettoyage usuels. Ces couches peuvent également être utilisées

à l'extérieur en raison de la stabilité aux UV élevée.

Les deux systèmes de revêtement entraînent l'effet lotus qui facilite considérablement le nettoyage des surfaces de verre.

Votre partenaire UNIGLAS® vous propose le revêtement optimal, selon l'application souhaitée.

### 2.8.2.2 Montage et entretien

Le revêtement auto-nettoyant est assemblé fermement à la surface du verre. Il présente une durée de vie très longue. Certains points doivent être pris en compte lors du montage et de l'entretien comme pour chaque verre à couche.

#### ■ Stockage

Comme pour chaque produit en verre, UNIGLAS® | CLEAN, en tant que verre de base ou de produit transformé,

- doit être protégé contre les variations importantes d'humidité et de température dans un endroit sec bien aéré,
- et ne doit pas être stocké dans des locaux qui renferment une teneur élevée en vapeurs organiques (p. ex. vapeurs silicones dans la production ou solvants des ateliers de peintures)

#### ■ Maniement

Afin d'éviter les endommagements, la couche ne doit pas être en contact avec des objets durs ou pointus. Les rayures peuvent perturber le fonctionnement.

#### ■ Outils recommandés

- gants propres, exempts de graisse et de silicone, secs.
- ventouse propre, dans un bon état, exempte de silicone. Pour garantir durablement la propreté de la ventouse, des revêtements de protection adaptés doivent être utilisés.

#### ■ Vitrage

- Le côté revêtu doit toujours être orienté vers l'extérieur dans la fenêtre et constamment vers l'intérieur vers le bloc-eau pour ShowerGuard™.
- L'utilisation de produits contenant du silicone doit être évitée autant que possible lors du montage du cadre et lors de l'installation de la vitre (p. ex. blocs, huiles et matériaux d'étanchéité contenant du silicone, colle, lubrifiant).
- Joints pour l'étanchéité du verre – cadre :
  - Systèmes de vitrage à sec de préférence, tels qu'EPDM (APTK) ou TPE.
  - Joints d'étanchéité profilés exclusivement avec des lubrifiants exempts



de silicone (glycérine, cire, talc...).

- Un excès de lubrifiants contenant de l'huile doit être évité dans tous les cas. Enlever, si besoin, l'huile excédentaire avec un chiffon et de l'alcool à brûler.
- Limiter le contact du joint d'étanchéité avec la surface nécessaire pour le montage.
- N'utiliser en aucun cas du mastic avec de l'huile de lin.

La vitre revêtue s'encrasse beaucoup moins qu'un verre traditionnel. Un nettoyage est toutefois nécessaire de temps en temps. La fréquence de ce nettoyage dépend de la situation de montage (exposition du vitrage vers le soleil, contact direct avec de fortes pluies) ainsi que des conditions ambiantes (de la pollution de l'air).

Veillez observer les consignes générales de la "Notice pour le nettoyage du verre" (cf. → chapitre 10.10).

#### ■ Matériel recommandé pour le nettoyage

- un chiffon propre et doux
- une éponge propre et non abrasive

Si un racloir est utilisé, la lèvre en caoutchouc doit être propre, dans un bon état et exempte de silicone.

#### ■ Produits autorisés pour le nettoyage

Beaucoup d'eau claire et des produits de nettoyage du verre neutres et usuels sont suffisants. Comme pour chaque verre, l'eau utilisée doit être aussi pauvre en calcaire que possible. Au besoin, utiliser de l'eau déminéralisée ou adoucie.

## 2.9 ShowerGuard™ – Forever Beautiful

ShowerGuard™ est un verre développé spécialement pour les douches, qui possède des propriétés révolutionnaires par rapport au verre traditionnel pour cloisons de douche. Résistant durablement à la corrosion et d'un nettoyage facile, il est unique sur le marché.

L'eau dure, l'effet de la chaleur, l'humidité et le savon entraînent la corrosion du verre traditionnel. Les produits de nettoyage peuvent également tacher, décolorer et désagréger les surfaces de verre ; la surface du verre est alors rugueuse et peu agréable à regarder.

Avec ShowerGuard™, la surface du verre est protégée par une méthode de liaison ionique pendant le processus de fabrication. Cette technologie brevetée scelle la surface de verre durablement et veille à que les résidus de calcaire soient faciles à nettoyer. Contrairement aux applications qui sont vaporisées ou enduites et qui se défont tôt ou tard, la surface de ShowerGuard™ est durable.

ShowerGuard™ ne requiert pas de manipulation spéciale dans l'utilisation quotidienne et ne doit pas être rénové ultérieurement.

### Comparaison verre ordinaire / ShowerGuard™



Verre ordinaire agrandi comportant des dommages dus à la corrosion qui résultent des conditions habituelles dans une douche normale.



En comparaison :  
Agrandissement ShowerGuard™, qui a également été exposé aux conditions habituelles dans une douche.

#### ■ Nettoyage

ShowerGuard™ ne requiert pas de produits d'entretien spéciaux, il peut être simplement nettoyé avec un chiffon humide.

#### ■ Technique

Disponible en ESG 6 et 8 mm. Autres épaisseurs sur demande.

#### ■ Avantages

- Verre facile d'entretien : résiste durablement à la corrosion – garanti 10 ans !
- Moins de nettoyage

- Augmentation de la durée de vie du verre
- Amélioration de l'hygiène
- Transparence élevée
- Brillance durable comme au premier jour
- Sans entretien

#### ■ Possibilités d'application

- Logements privés
- Hôtels
- Maisons de vacances
- Hôpitaux
- Maisons de retraite
- Espaces bien-être et sauna

### ShowerGuard™ – Forever Beautiful



## 2.10 DiamondGuard® – Scratch Resistant Glass

DiamondGuard® résiste mieux aux rayures que le verre traditionnel et peut ainsi, en tant que nouveauté sur le marché, conserver plus longtemps son élégance d'origine. Avec une technologie brevetée, le verre est scellé d'un côté à une surface adamantine qui le protège durablement et qui n'est pas amovible.

Il est 10 fois plus résistant aux rayures que le verre ou l'acier inoxydable standard et résiste à tous les matériaux qui sont situés en-dessous du degré de dureté de DiamondGuard®, tels que clés, bracelets, vases etc. (cf. tableau ci-dessous).

Ces matériaux corrodent au fil du temps la surface impeccable du verre traditionnel. Partout où l'apparence joue un rôle important, la fréquence du remplacement du verre est considérablement réduite par l'utilisation de DiamondGuard®.

### ■ Degré de dureté (dureté Mohs)

| Degré de dureté (dureté Mohs) | Matériau (p. ex.)                    |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1                             | Talc                                 |
| 5,5                           | Verre non revêtu, Lame de couteau    |
| 6,5                           | Carrelage, lime en acier             |
| 8                             | DiamondGuard®, Topaze                |
| 9                             | Carbure de silicium, carbure de bore |
| 10                            | Diamant                              |

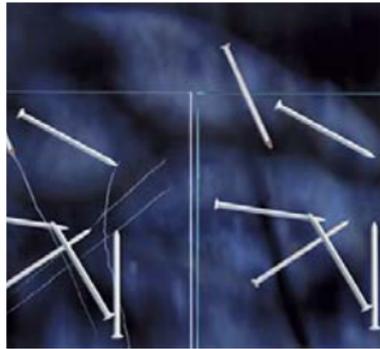
■ **Nettoyage et compatibilité**  
DiamondGuard® ne requiert pas de produits d'entretien spéciaux, il peut être entretenu avec divers produits de nettoyage usuels.

DiamondGuard® a réussi les contrôles relatifs à sa compatibilité avec une série de silicones de scellement.

### ■ Technique

Disponible en verre float dans toutes les épaisseurs de 4 - 15 mm. Les autres souhaits (p. ex. verre ESG et/ou VSG) dans le domaine privé sont possibles sur demande.

#### DiamondGuard®



### ■ Avantages

- Augmentation de la durée de vie du verre pour un grand nombre de possibilités d'application dans le domaine intérieur.
- Amélioration de l'hygiène car les impuretés et les bactéries ne peuvent plus se rassembler dans les rayures
- Transparence élevée
- Facile d'entretien

## ■ Possibilités d'application

- Cuisine et salle de bain
- Meubles (plateaux de table, vitrines, meubles en verre, meubles hi-fi etc.)
- Magasin et laboratoire
- Cloisons

- Portes coulissantes
- Portes intérieures vitrées
- Panneaux muraux
- Ascenseurs
- Balustrades

## 2.11 Verre anti-feu

Le verre anti-feu représente un type de verre de sécurité très spécial. Les composants transparents contre la fumée, la chaleur et les flammes sont un défi en cas de sinistre. C'est pourquoi les verres anti-feu sont différents des autres types de verre, ils peuvent exclusivement être achetés dans des systèmes contrôlés et autorisés. Ces systèmes possèdent ainsi déjà un agrément technique ou ils doivent faire l'objet d'un accord au cas par cas (cf. → page 163). La classification des exigences individuelles est réalisée selon EN 13501-2 et DIN 4102.

On distingue comme suit :

### ■ Fermetures de locaux avec isolation thermique

Ceci est l'exigence la plus élevée et signifie que la fumée, le feu et la chaleur ne peuvent pénétrer dans une durée définie. Selon la durée, il existe les classes EI (F) 30, 30 minutes de résistance, à EI 120, 120 minutes de résistance, pour tout le système (selon DIN 4102 F 30 – F 120). Pour les vitrages EI, la température située dans l'intervalle nommé ne doit pas aug-

menter en moyenne de plus de 140 K et aux endroits défavorables de plus de 180 K sur le côté tourné vers le feu.

### ■ Fermetures de locaux avec rayonnement thermique réduit

Ici le domaine doit être protégé 30 minutes avant un rayonnement thermique supérieur à la moyenne, max. 15 kW/m<sup>2</sup>, mais impérativement contre la fumée et les flammes, par exemple dans les issues de secours – classe EW 30.

### ■ Fermetures de locaux sans protection contre le rayonnement thermique

La fumée et le feu ne doivent pas pouvoir pénétrer dans le domaine protégé pendant la durée définie de 30 minutes et les verres restent transparents en cas d'incendie – classe E (G) 30 (selon DIN 4102 G 30).

L'ensemble des thèmes relatifs au verre anti-feu est si vaste que cette définition devrait suffire à ce stade. Veuillez vous adresser à votre partenaire UNIGLAS® pour des questions et des projets concrets.



## 2.12 Verre de protection contre les rayons X

Les contacts visuels entre le poste de contrôle et la salle de radiologie ainsi que vers l'extérieur nécessitent un verre qui arrête les rayons UV. Ceci est obtenu grâce à un verre spécial

ayant une teneur en plomb particulièrement élevée et, par conséquent, une densité plus élevée. EN 61331-2 et DIN 6841 s'appliquent pour les valeurs d'absorption.

## 2.13 Miroir de sécurité et miroir espion

Dans des cas d'application définis, des miroirs doivent être fabriqués en verre de sécurité pour des raisons de sécurité routière. Il est également possible de revêtir l'ESG, de munir la face arrière d'une feuille anti-éclats spéciale ou de réaliser les miroirs en VSG.

Une autre forme particulière du miroir est le miroir espion. Les miroirs espions sont des verres ayant un côté à effet miroir qui sont utilisés comme séparation

entre un local surveillé et un local d'observation ou pour couvrir des écrans d'informations et des téléviseurs. La réflexion du côté revêtu est plus élevée que celle du côté du verre. Par conséquent, l'observateur peut regarder dans un local plus clair (rapport d'éclairage min. entre les locaux 1:10 lux) alors qu'une transparence n'est pas possible inversement.

Les miroirs espions sont disponibles en VSG.

## 2.14 Verre polarisé

Pour les vitrines en verre, les devantures ou autres applications, les réflexions de la lumière sur la surface du verre sont souvent gênantes.

Pour ce type d'utilisation, il est possible de polariser la/les surface(s) du verre avec un revête-

ment spécial. Grâce à ces revêtements, la réflexion est réduite à un minimum. Une brillance des couleurs maximale ainsi qu'une parfaite transparence sont obtenues. Le verre polarisé peut être transformé en verre de sécurité ou en vitrage isolant.

## 2.15 Verre de protection pour les oiseaux

Grâce au revêtement spécial du verre, une lumière UV invisible pour les hommes est réfléctée, celle-ci étant cependant perceptible par les oiseaux. Ainsi, les oiseaux distinguent les fenêtres et les façades

vitrées comme un obstacle. Les expériences de l'Institut d'ornithologie Max Planck ont confirmé la fonctionnalité de ces verres sous conditions de laboratoire.

Photo : JOSKO



# 3

|  |    |
|--|----|
| <b>3.1 Structure</b> .....   | 54 |
| <b>3.2 Valeur U</b> .....  | 55 |
| <b>3.3 Emissivité</b> .....  | 56 |
| <b>3.4 Gains solaires</b> .....  | 57 |
| <b>3.5 Répartition des rayonnements globaux</b> .....                    | 57 |
| <b>3.6 Coefficient global de transmission d'énergie (valeur g)</b> ..... | 58 |
| <b>3.7 Facteur b</b> .....   | 58 |
| <b>3.8 Coefficient de transmission solaire</b> .....                     | 59 |
| <b>3.9 Absorption d'énergie</b> .....                                    | 59 |
| <b>3.10 Indice du rendu des couleurs</b> .....                           | 59 |
| <b>3.11 Coefficient de réflexion lumineuse</b> .....                     | 60 |
| <b>3.12 Coefficient de transmission lumineuse</b> .....                  | 60 |



|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>3.13</b> | <b>Coefficient de transmission UV</b> . . . . .                             | <b>60</b> |
| <b>3.14</b> | <b>Nombre de sélectivité</b> . . . . .                                      | <b>60</b> |
| <b>3.15</b> | <b>UNIGLAS®   SLT</b> . . . . .   | <b>60</b> |
| <b>3.16</b> | <b>Protection contre la chaleur en été</b> . . . . .                        | <b>61</b> |
| <b>3.17</b> | <b>Phénomènes d'interférence</b> . . . . .                                  | <b>61</b> |
| <b>3.18</b> | <b>Effet sur le vitrage isolant</b> . . . . .                               | <b>62</b> |
| <b>3.19</b> | <b>Température du point de rosée</b> . . . . .                              | <b>63</b> |
| <b>3.20</b> | <b>Croissance des plantes derrière un vitrage isolant moderne</b> . . . . . | <b>64</b> |
| <b>3.21</b> | <b>Atténuation électromagnétique</b> . . . . .                              | <b>65</b> |
| <b>3.22</b> | <b>Vitrage isolant gradué</b> . . . . .                                     | <b>66</b> |
| <b>3.23</b> | <b>Vitrage isolant décoratif</b> . . . . .                                  | <b>66</b> |
| <b>3.24</b> | <b>Dimensionnement des épaisseurs de verre</b> . . . .                      | <b>69</b> |

## 3 Terminologie du vitrage isolant

Le vitrage isolant est la notion générique pour quasiment tous les revêtements extérieurs transparents en verre aussi bien dans les fenêtres et portes que dans les façades de tout type. La définition officielle du terme "vitrage isolant" est déterminée dans l'EN 1279-1

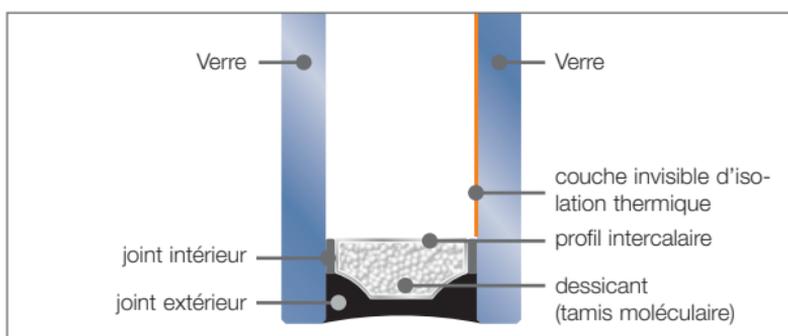
et signifie : "Le vitrage isolant multicouches est une unité mécanique stable et solide comportant au moins deux verres qui sont séparés par un ou plusieurs espaces intercalaires et scellées hermétiquement au niveau des bords."

### 3.1 Structure

Dans l'espace interstitiel situé entre les verres, se trouve de l'air ou un gaz noble calorifuge spécial et non pas de vacuum comme souvent imaginé à tort. Alors qu'au début de la production industrielle du vitrage isolant, l'assemblage des verres a été réalisé par brasage ou par fusion du verre, le collage à deux bar-

rières s'est imposé aujourd'hui. Un cordon butyl ininterrompu est posé sur les deux flancs d'un profil intercalaire perforé et formé qui correspond à la dimension des verres et qui est rempli de dessicant. Ces joints intérieurs empêchent la pénétration de vapeur d'eau et la sortie de gaz noble.

#### Structure en vitrage isolant



La deuxième barrière de collage et d'étanchéité est réalisée par le remplissage avec du polysulfure ou du polyuréthane de l'espace vide créé entre le profil intercalaire en retrait et les arêtes extérieures des verres. Un silicone spécial résistant aux UV est déposé dans l'espace défini pour des applications particulières avec des arêtes du vitrage isolant non-protégées. Le vitrage isolant avec un joint périphérique résistant aux UV est générale-

ment rempli d'air ce qui entraîne une augmentation de la valeur U.

Les profils composites en acier inoxydable ou en acier inoxydable/plastique représentent une alternative au profil aluminium standard. Le plastique et l'acier inoxydable présentent une conductivité thermique plus faible que l'aluminium. Le profil thermoplastique ou en silicone muni d'un film représentent d'autres possibilités. (cf. → page 74)

Le vitrage isolant est défini par des caractéristiques physiques, telles qu'isolation thermique,

protection acoustique et solaire, qu'il doit satisfaire.

## 3.2 Valeur U (coefficient de transmission thermique)

Unité de mesure centrale pour la perte de chaleur par un composant : indique quelle quantité de chaleur passe par un composant d'1 m<sup>2</sup> par unité de temps lorsqu'une différence de température de 1 K (1 °C) existe entre les deux côtés attenants (p. ex. air ambiant et air extérieur). Plus la valeur U est faible, plus l'isolation thermique est bonne. L'unité de mesure est W/m<sup>2</sup>K.

Le coefficient de transmission thermique était autrefois désigné "valeur k". Avec l'uniformisation des normes, le symbole "U" a toutefois été adopté au niveau international. Depuis la parution de la liste des règles de construction (BRL) 3/2002, les désignations suivantes s'appliquent également :

- Valeur U du vitrage :  
 $U_g$  (= " $U_{\text{glass}}$ ", autrefois  $k_v$ )
- Valeur U de la fenêtre :  
 $U_w$  (= " $U_{\text{window}}$ ", autrefois  $k_f$ )
- Valeur U du cadre :  
 $U_f$  (= " $U_{\text{frame}}$ ", autrefois  $k_R$ )

Ceci n'est pas uniquement une modification de désignations. Les normes et les procédés sur lesquels reposent les règles ont également été standardisés au niveau de l'Union européenne et entraînent des valeurs divergentes. C'est pourquoi "U" n'est pas équivalent à "k". Les valeurs U européennes diffèrent encore, par exemple des "U-Values" américaines.

■ **Valeur  $U_g$**   
Coefficient de transmission thermique du vitrage. Il est calculé selon EN 673 ou mesuré selon EN 674 ou 675 conformément à DIN 4108-4. Depuis la liste des règles de construction (BRL) 3/2002, seules les valeurs  $U_g$  peuvent encore être utilisées. Les valeurs  $k_v$  nationales usuelles autrefois ou les valeurs  $U_v$  en vigueur pour une période transitoire ne doivent plus être employées.

La valeur  $U_g$  d'un vitrage dépend de quatre facteurs : émissivité de la couche d'isolation thermique, dimension de l'espace interstitiel situé entre les verre, type de remplissage de gaz et degré de remplissage de gaz. Ceci s'applique aux valeurs nominales pour  $U_g$ . Pour déterminer les valeurs de mesure, les suppléments nationaux comme selon DIN 4108-4 par exemple, doivent être pris en compte.

■ **Valeur  $U_w$**   
Coefficient de transmission thermique de la fenêtre Il peut être déterminé de trois manières différentes :

- lecture conformément à DIN V 4108-4, tableau 6 ou EN ISO 10077-1, tableau F1
- mesure selon EN ISO 12567-1

- calcul d'après EN ISO 10077-1 selon la formule :

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi}{A_f + A_g}$$

$U_w$  : Transmission thermique de la fenêtre  
 $U_f$  : Transmission thermique du cadre (valeur de mesure)  
 $U_g$  : Transmission thermique du vitrage (valeur nominale)  
 $A_f$  : Surface du cadre  
 $A_g$  : Surface du verre  
 $I_g$  : Périmètre du vitrage  
 $\Psi$  : Transmission thermique linéaire du bord du verre

La transmission thermique linéaire prend en compte le domaine de transition entre le verre et le cadre où les pertes de chaleur sont plus importantes qu'au milieu du verre. Les valeurs  $U_w$  sont plus élevées en moyenne de 0,1 à 0,2 W/m<sup>2</sup>K – elles sont donc “plus mauvaises” que les anciennes valeurs  $k_F$ . Si des certificats d'essai avec des valeurs  $k_F$  existent encore, elles peuvent être transcrites en valeurs  $U_w$  avec un supplément de 0,2 W/m<sup>2</sup>K :  $U_w = k_F + 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Pour déterminer les valeurs de mesure  $U_w$ , les suppléments selon DIN 4108-4 doivent être pris en compte.

La qualité thermique du profil intercalaire prend une forte importance. (cf. → page 74)

### ■ Valeur $U_f$

Coefficient de transmission thermique du cadre. La valeur nominale  $U_f$  peut être déterminée de trois manières :

- mesure selon EN 12412-2
- mesure selon EN ISO 10077-2
- détermination selon EN ISO 10077-1 Annexe D

Pour le calcul de la valeur  $U_w$  de la fenêtre, la valeur de mesure  $U_{f,BW}$  selon DIN 4108-4 tableau 3 est prise en compte.

### ■ Valeur $\Psi$ (PSI)

Ce coefficient de transmission thermique relatif à la longueur décrit les ponts thermiques d'un composant. Pour les fenêtres, les ponts thermiques se composent essentiellement de la corrélation entre les cadres de fenêtres, le vitrage isolant et de son profil intermédiaire ainsi que de la prise en feuillure dans les cadres de fenêtres. Cela signifie qu'il n'y a pas une seule valeur  $\Psi$  pour le vitrage isolant.

## 3.3 Emissivité $\varepsilon$

Mesure de la capacité d'une surface donnée à rayonner l'absorption de chaleur. Pour le verre float normal,  $\varepsilon = 0,84$ , c.-à-d. 84 % de la chaleur absorbée est à nouveau émise. Pour le vitrage thermo-isolant, un côté est revêtu très finement de métal précieux. Cette couche à faible émissivité ou “couche low-E” diminue l'émissivité des

verres standard actuels à 0,03, celle des produits de pointe même à 0,01. Ainsi, seul 1 % environ du rayonnement thermique est émis vers l'extérieur sur le côté revêtu et environ 99 % est à nouveau réfléchi dans le bâtiment. Les pertes de chaleur d'une pièce chauffée reposant en majeure partie sur le rayonnement thermique, le

Le vitrage isolant moderne améliore l'isolation thermique par rapport au vitrage isolant non revêtu d'environ 66 %.

Cela augmente en même temps considérablement la température des surfaces verre intérieure ainsi que le sentiment de bien-être.

## 3.4 Gains solaires

Les vitrages isolants normaux laissent pénétrer une part importante de la lumière du soleil dans les pièces. Celle-ci touche les murs, les sols et les objets d'équipement qui se chauffent et transforment le rayonnement solaire à ondes courtes en un rayonnement thermique à ondes longues. Le rayonnement à ondes longues qui revient ensuite au vitrage ne peut plus ressortir en raison du revêtement thermo-isolant. On peut ainsi parler de véritables "gains solaires" pour le chauffage des pièces.

Selon l'orientation du vitrage, les entrées sont naturellement différentes, à l'est et à l'ouest ainsi qu'au sud. Cette énergie supplémentaire gratuite souhaitée est avantageuse pendant la période hivernale, mais elle doit être constamment considérée en combinaison avec les exigences de protection thermique estivale. On parle ici également souvent de "l'effet de serre". (cf. → page 72)

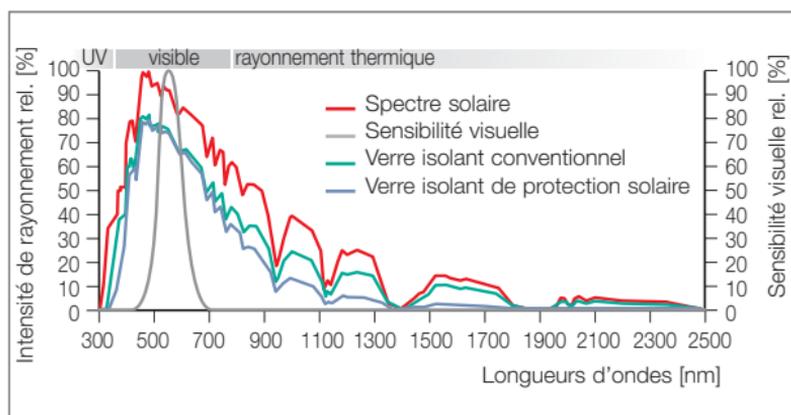
3

## 3.5 Répartition des rayonnements globaux

La courbe de répartition des rayonnements globaux standardisée indique l'intensité du rayonnement solaire total qui dépend des plages de longueurs d'onde. La zone sous cette courbe représente l'énergie solaire totale qui touche la terre. En comparant la

courbe de réflexion et de transmission des vitrages à cette courbe de répartition des rayonnements globaux, on peut déduire la part d'énergie respective qui passe par le verre ou qui est réfléchi ou absorbée par celui-ci.

### Rayonnement global



L'énergie solaire totale dans la plage de longueurs d'onde 280 - 3000 nm se divise à environ 52 % en rayonnement visible et à environ 48 % en rayonnement non visible (répartition de rayonnement global selon C.I.E. publication n° 20).

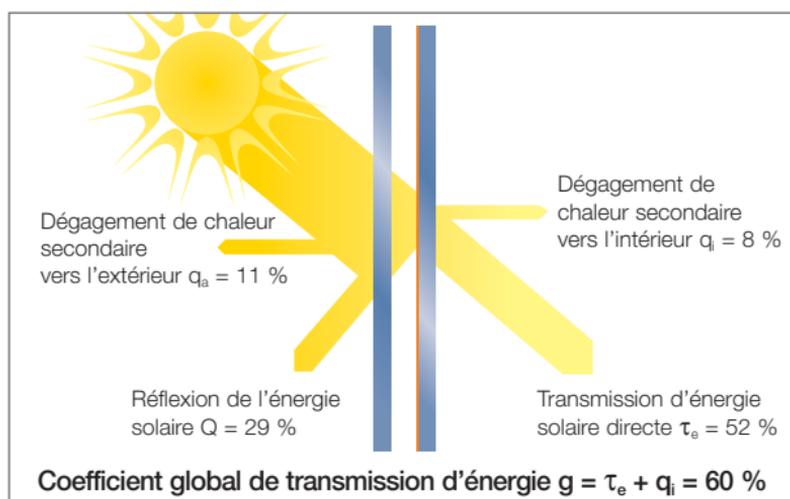
Un coefficient global de transmission d'énergie plus faible est lié à un degré de transmission lumineuse plus faible : la lumière comme partie du rayonnement solaire entraîne également un échauffement.

### 3.6 Coefficient global de transmission d'énergie (valeur g)

La valeur g (en %) est la somme du flux de rayonnement ayant pu passer directement et du dégagement de chaleur secondaire du vitrage vers l'intérieur : Les verres chauffés par l'absorption des rayons solaires restituent cette chaleur partiellement par le rayonnement thermique et la convection vers l'intérieur.

La valeur g est déterminée conformément à EN 410. Les valeurs g, qui ont été mesurées d'après la norme nationale DIN 67507 qui n'est plus en vigueur, peuvent encore être utilisées avec un supplément de 2 points de pourcentage comme valeur de mesure.

#### Fonctionnement de l'énergie solaire sur un vitrage isolant



### 3.7 Facteur b

Le facteur b selon la directive VDI 2078 (shading-coefficient) est le facteur de transmission moyen de l'énergie solaire, en référence au coefficient global de transmission d'énergie d'un vitrage isolant non revêtu à deux verres.

Ce facteur sert essentiellement au calcul de la charge de refroidissement nécessaire à un bâtiment.

$$\text{Facteur } b = \frac{\text{valeur } g \text{ du vitrage}}{0,8}$$

### 3.8 Degré de transmission solaire

La détermination du degré de transmission solaire direct est réalisée selon DIN 5036 en référence à la lumière normale D 65 (degré de transmission lumineuse) et le rayonnement global

selon la publication C.I.E. N° 20 (degré de transmission énergétique). A partir de cela le coefficient global de transmission d'énergie est calculé.

### 3.9 Absorption d'énergie

L'énergie atteignant un verre se divise en trois composants : transmission, réflexion et absorption. Lors de l'absorption, l'énergie de rayonnement

est transformée en énergie thermique et entraîne, en conséquence, une hausse des températures du verre.

### 3.10 Indice du rendu des couleurs

L'indice du rendu des couleurs général  $R_a$  caractérise l'influence de la transmission spectrale sur la reconnaissance des couleurs des objets dans une pièce qui est vitrée avec un verre de

protection solaire. La détermination est effectuée selon EN 410 en tenant compte d'une lumière de référence ayant une température de couleurs identique ou similaire.

#### Exemple d'application



### 3.11 Coefficient de réflexion lumineuse

Le coefficient de réflexion lumineuse indique quel pourcentage de la lumière visible est réfléchi

sur la surface du verre dans la plage de longueurs d'onde d'environ 380 - 780 nm.

### 3.12 Coefficient de transmission lumineuse

Le coefficient de transmission lumineuse est déterminé selon EN 410 pour le domaine de rayonnement de 380 nm à 780

nm, par rapport à la lumière normale D 65 selon DIN 5033, partie 7, et au degré de sensibilité à la clarté de l'œil humain ( $V_\lambda$ ).

### 3.13 Coefficient de transmission UV

Le coefficient de transmission UV est le coefficient de transmission dans la plage de longueurs d'onde de 280 nm à

380 nm, par rapport à l'exposition au soleil venant dans cette plage (EN 410).

### 3.14 Nombre de sélectivité S

Le paramètre S représente le rapport entre la transmission lumineuse  $\tau_v$  et le coefficient global de transmission d'énergie g.

$$S = \frac{\text{Transmission lumineuse } \tau_v}{\text{Valeur g}}$$

Plus le nombre S est élevé, plus le rapport est optimal. L'optimum est de 2, les vitrages en

vitrages isolants neutres atteignent le plus souvent jusqu'à 1,8.

### 3.15 UNIGLAS® | SLT

Il est impossible de représenter toutes les variantes de produits dans un aperçu de vitrage isolant. Les exigences de protection acoustique, solaire et de protection des biens sont trop variées. S'ajoutent à cela systématiquement, des influences de vent et de neige qui influencent de surcroît l'épaisseur du verre.

En raison de la couleur propre du verre, les valeurs de technique lumineuse et solaire décrites précédemment se modifient en conséquence. Les normes

d'urbanisme instituées permettent de définir ces valeurs par le calcul et déterminent parallèlement l'arithmétique de calcul.

Toutes les sociétés UNIGLAS® disposent d'un programme de calcul validé par l'ift Rosenheim avec lequel elles peuvent déterminer les valeurs correspondantes pour chaque structure en verre individuelle. Il n'est ainsi plus nécessaire d'établir des certificats d'essai qui demandent beaucoup de temps ni de recourir à l'avis des experts.

### 3.16 Protection thermique estivale

Dans l'EnEV 2009, la demande d'une preuve de protection thermique estivale doit être effectuée selon DIN 4108-2. Cela devrait permettre de garantir que les pièces ne soient pas trop fortement chauffées par le vitrage en été. Cette preuve est établie par la caractéristique d'apport d'énergie solaire S qui doit être calculée comme suit :

$$S = \frac{\sum_j (A_{wj} \cdot g_{total,j})}{A_g}$$

$A_{wj}$  : Surface de la fenêtre en  $m^2$   
 $A_g$  : Surface totale de la pièce  
 $g_{total}$  : Le coefficient global de transmission d'énergie du vitrage, y compris protection solaire, calculé selon l'équation (\*) ou selon EN 13363-1 ou reposant sur EN 410 ou sur les données garanties du fabricant.

Le tableau 8 indique les facteurs de réduction prescrits dans DIN 4108-2 pour les facteurs d'influence de différentes mesures de protection solaire sur le vitrage. En outre, la position et la taille du vitrage sont également déterminantes ; DIN propose aussi les données nécessaires relatives à cela.

La somme porte sur toutes les fenêtres de la pièce ou du domaine de la pièce.

Le coefficient global de transmission d'énergie du vitrage, y compris protection solaire  $g_{total}$ , peut être calculé de manière simplifiée selon l'équation (\*). Alternative-ment, la méthode de calcul pour  $g_{total}$  selon DIN V 4108-6, annexe B peut être utilisée.

$$g_{total}^* = \frac{g}{F_c}$$

$g$  : le coefficient global de transmission d'énergie du vitrage selon EN 410  
 $F_c$  : le facteur de réduction pour les dispositifs de protection solaire selon le tableau 8

L'utilisation d'UNIGLAS® | SUN, UNIGLAS® | SHADE ou UNIGLAS® | ECONTROL s'avère être généralement judicieuse pour les parties de surfaces en verre devenant plus importantes dans le revêtement des bâtiments afin de réduire considérablement la caractéristique de l'effet solaire. (cf. → page 90)

### 3.17 Phénomènes d'interférence

En disposant plusieurs verres float l'un derrière l'autre, donc également pour le vitrage isolant, des phénomènes peuvent apparaître sur la surface dans certaines conditions d'éclairage en raison du parallélisme absolu des verres. Ils peuvent représenter des taches en forme d'arc-en-ciel, des bandes ou des anneaux qui modi-

fient leur position lors d'une pression sur le vitrage.

Ces interférences sont de nature purement physiques et sont liées à la réfraction de la lumière et aux phénomènes de superposition. Elles sont rares et varient constamment en fonction des conditions d'éclairage, de la position du vitrage et de l'angle

d'incidence de la lumière qui en résulte. Elles apparaissent rarement dans la transparence de l'intérieur vers l'extérieur. Lorsqu'elles apparaissent, cela se passe dans la réflexion de l'extérieur. De tels phénomènes

ne représentent donc pas un défaut, mais sont plutôt une preuve du parallélisme absolu des verres float utilisés qui garantissent une transparence sans distorsions.

### 3.18 Effet sur le vitrage isolant

Un vitrage isolant est un espace fermé hermétiquement qui est créé entre au moins deux verres et dont toutes les arêtes sont fortement reliées. Les verres se comportent ainsi comme des membranes qui peuvent se bomber vers l'extérieur ou vers l'intérieur en cas de variations de la pression atmosphérique. En conséquence, lors de conditions météorologiques extrêmes, malgré les verres individuels parallèles, il est possible que des distorsions se produisent dans le reflet, celles-ci ne pouvant être évitées.

Cet effet varie en fonction de la taille et de la géométrie des verres, de la largeur de l'espace interstitiel ainsi qu'en fonction de l'utilisation du vitrage isolant double ou triple. Pour le vitrage isolant triple, le verre du milieu reste quasiment fixe et les conséquences est plus forte sur les deux verres extérieures. Ces déformations se reforment lors de la normalisation de la pression atmosphérique, sans qu'il n'y ait aucune incidence. Elles ne représentent pas un défaut mais prouvent plutôt la qualité de l'étanchéité du vitrage isolant.

#### Effet sur le vitrage isolant



### 3.19 Température du point de rosée

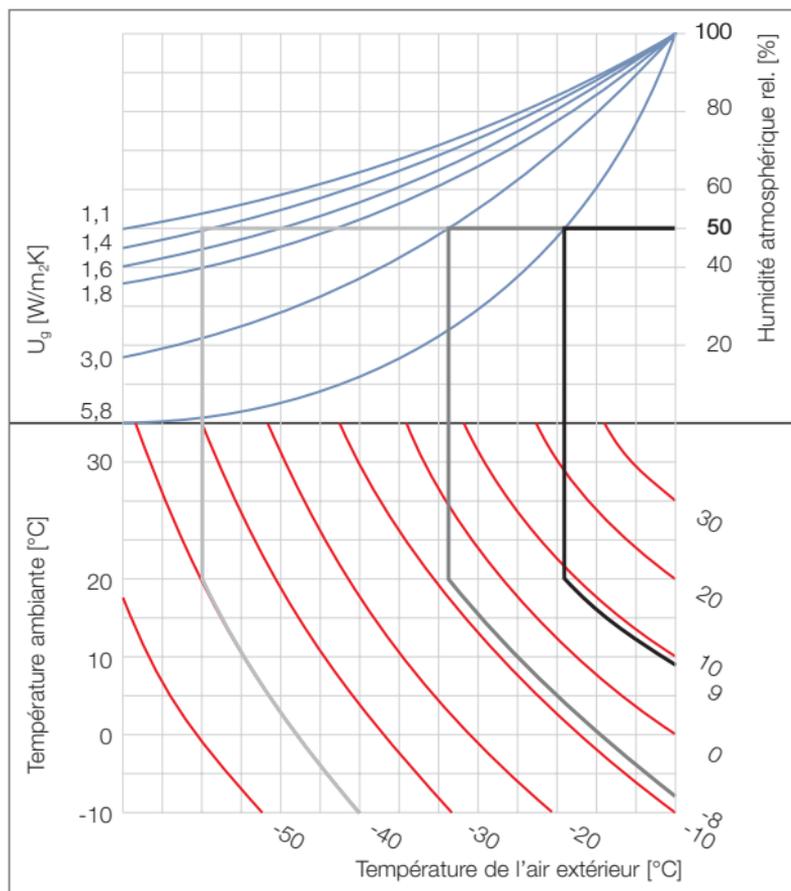
#### Formation de condensation sur la face intérieure du vitrage

La valeur  $U$  d'un vitrage influence la température de surface du côté de la pièce ( $t_{si}$ ) d'un vitrage isolant et de cette manière le bien-être. Une condensation d'humidité est possible en fonction de la différence de température  $t_i - t_a$  entre l'intérieur  $t_i$  et l'extérieur  $t_a$ . L'air normal contient toujours une part de vapeur d'eau. S'il se refroidit, l'humidité relative augmente et la quantité de vapeur d'eau est conservée. L'air peut toutefois uniquement absorber une quantité limitée de vapeur d'eau en fonction de la température. Plus la température est

faible, moins il y a de vapeur d'eau. Si la limite de température (point de rosée) n'est pas atteinte, l'eau s'écoule (condensation).

Le processus dépend également du mouvement et de la direction de l'air : type et position de montage du cadre de la fenêtre dans les niches murales. Les rideaux etc. influencent l'effet de condensation. Une apparition brève de la rosée est sans risque : un équilibrage de la pression de vapeur a lieu par la ventilation par à-coup qui fait disparaître le précipité sur verre ou sur d'autres composants.

Diagramme du point de rosée (selon DIN 4701)



### Formation de condensation sur la face extérieure du vitrage

Dans des cas isolés, notamment dans des conditions non protégées, il peut également y avoir provisoirement des phénomènes de condensation sur la face extérieure d'un vitrage thermo-isolant. Elle apparaît tôt le matin en cas de teneur en humidité de l'air extérieur extrêmement élevée. Un vitrage isolant thermique moderne ne permet guère un flux thermique de la pièce intérieure au verre extérieur. Pendant les nuits froi-

des, le verre extérieure du vitrage isolant refroidit plus fortement que l'air ambiant en raison de l'isolation thermique excellente et du rayonnement de la température dans l'espace. En cas d'humidité atmosphérique plus élevée, le point de rosée sur le verre extérieure n'est pas atteint et une condensation se produit sur le verre extérieur. Ce phénomène ne représente en aucun cas un défaut ; il prouve plutôt l'excellente isolation thermique du vitrage isolant.

### 3.20 Croissance des plantes derrière un vitrage isolant moderne

Les suppositions aberrantes selon lesquelles la croissance des plantes pâtirait derrière un vitrage isolant à couche moderne restent vivaces. Ceci est clairement erroné. La photosynthèse, le processus qui permet aux plantes de croître, dépend principalement de l'entrée de lumière dans le spectre lumineux visible (cf. → page 60). L'opinion erronée toujours répandue, à savoir que la lumière UV jouerait un rôle dans ce processus est entièrement fausse.

50 % des bénéfices de la lumière du jour offerte suffisent à la majeure partie des plantes pour une existence saine et orientée vers la croissance. Ces 50 % sont garantis quasiment par tous les vitrages isolants d'UNIGLAS®, même les vitrages de protection solaire qui sont souvent choisis pour les jardins d'hiver ou les terrasses.

Il est à noter que naturellement plus les plantes sont placées au fond de la pièce, moins la lumière parvient à elles. Ce principe s'applique toujours, même pour les ouvertures murales non closes. Veillez par conséquent à ce que les plantes se trouvent réellement dans la lumière parvenant par le vitrage.

Dernière remarque : Si le vitrage isolant ancien est remplacé par un vitrage moderne dans le cadre de mesures d'économie d'énergie, l'espace intérieur situé devant le vitrage se réchauffe. Comme les plantes se trouvent généralement à cet endroit, l'arrosage doit être vérifié et adapté. En principe, cette modification climatique est favorable à la plupart des plantes.

### 3.21 Atténuation électromagnétique

Les appareils ou installations électriques, les lignes à haute tension, les postes d'émission et également la téléphonie mobile émettent des ondes électromagnétiques. L'électronique et, de cette manière, la charge des champs électromagnétiques ne cessent de croître autour de nous. Cela est particulièrement vrai lorsqu'on constate l'explosion des réseaux de téléphonie mobile par pylône relais GSM au cours de la dernière décennie. Il est souvent nécessaire de réduire le rayonnement indésirable en blindant les appareils, pièces ou ensemble de bâtiment. La fenêtre peut également contribuer efficacement à cela. Une absorption et une réflexion partielles des ondes électromagnétiques peuvent être déjà obtenues en utilisant des couches à faible émissivité.

Le terme technique "blindage" exprime dans ce cadre quelle atténuation est obtenue en décibel (dB) ou quel degré d'efficacité peut être obtenu en pourcentage pour quelle mesure. Une atténuation de blindage de 20 dB produit une réduction de "l'étanchéité du flux conducteur" à 1 %. Une atténuation de 20 dB atteint ainsi une diminution de l'électrosmog existant de 99 %. La réflexion et l'absorption sont déterminantes ici.

Le réglage sur les valeurs d'atténuation de blindage requises peut être obtenu au cas par cas par une structure spéciale du verre. Cela nécessite de conclure à temps un accord, bien avant la phase d'appel d'offres.

À proximité des aéroports, des mauvais signaux, qui résultent de la réflexion des signaux radar sur les façades des bâtiments, peuvent entraîner des altérations.

Dans ces domaines, une atténuation des rayons radar réfléchissants entre 10 dB et 20 dB, selon la situation et la taille du bâtiment est requise de la part de la sécurité de la navigation aérienne. Cet objectif est atteint grâce à des structures de verre spéciales.

Les fonctions de protection thermique, solaire, acoustique, etc. devant généralement être aussi satisfaites, les structures peuvent être uniquement déterminées individuellement selon l'objet.

Les spécialistes du verre d'UNIGLAS® travaillent en collaboration avec le planificateur, le fabricant de façades ou de fenêtres pour trouver la solution adéquate. Les questions suivantes doivent ainsi être clarifiées :

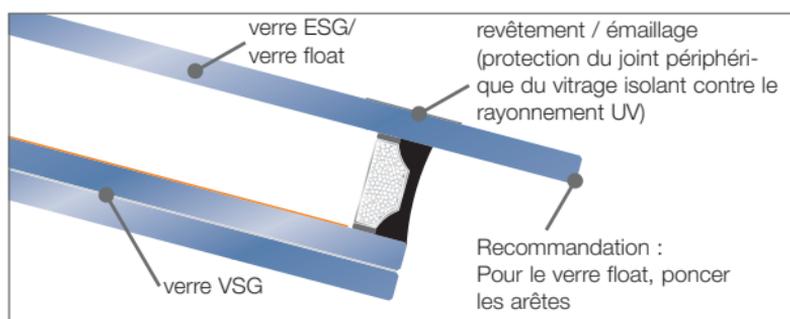
- Que faut-il blinder ?
- Quelles gammes de fréquences doivent être atténuées et dans quelle mesure ?
- Comment les raccordements potentiels entre la fenêtre et le vitrage sont-ils réalisés ? Un joint périphérique spécial est-il nécessaire ?
- Quelles autres fonctions le vitrage doit-il remplir ?

### 3.22 Vitrage isolant décalé

Le vitrage isolant avec un verre supérieure dépassant pour l'utilisation au niveau du toit, dans les toitures en shed, les jardins d'hiver entre autres rend superflu les constructions de toit coûteuses et permet une plus faible inclinaison de la toiture où les profilés de vitrage n'entraînent pas une accumulation d'eau. Le joint péri-

phérique du vitrage isolant décalé peut être protégé contre le rayonnement UV de différentes manières : revêtements en acier inoxydable ou revêtements sérigraphiés, bandes de métallisation ou joints d'étanchéité résistant aux UV (silicone, etc.) pour l'étanchéité secondaire du vitrage isolant.

#### Vitrage isolant décalé



### 3.23 Vitrage isolant décoratif

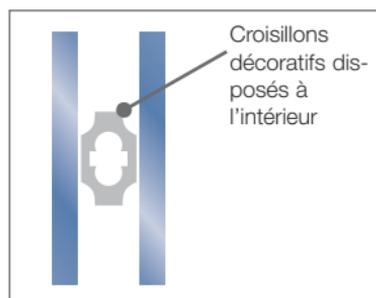
Les souhaits relatifs aux conceptions optiques des vitrages isolants tout comme les exigences techniques ont donné naissance à une série de variantes de vitrage isolant décoratif dont l'offre actuelle de produits ne pourrait plus se passer.

#### ■ Vitrage isolant avec croisillons

Les fenêtres dans le style "chalet" sont toujours aussi à la mode. Les vitrages isolants de petit format dans des fenêtres à croisillons recèlent toutefois des problèmes thermiques et climatiques. C'est pourquoi les produits modernes en vitrage isolant proposent des croisillons disposés à l'intérieur ou des simulations d'intercalaire comme alternative. Les croisillons disposés à l'intérieur proposent, outre une diversité de couleurs, lar-

geurs et possibilités de répartition, une facilité d'entretien et une longévité absolues grâce à son intégration dans l'espace interstitiel. Le vitrage reste plat à l'extérieur comme à l'intérieur.

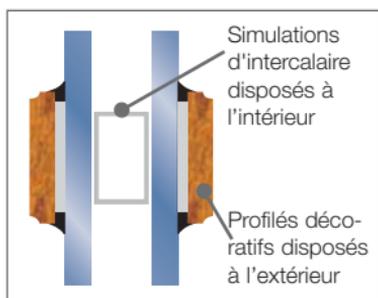
#### Croisillons dans le vitrage isolant



Les simulations d'intercalaire (croisillons fictifs) représentent une deuxième possibilité pour parvenir encore plus proche de l'aspect original. Le vitrage isolant de grande surface est divisée selon la répartition de croisil-

lon souhaitée dans l'espace interstitiel par des profilés qui sont similaires au profil intercalaire. L'unité de vitrage isolant finie est ensuite munie de "profilés de croisillons" sur les deux surfaces extérieures du vitrage et un aspect, qui se rapproche des véritables croisillons, est alors obtenu. Par rapport aux fenêtres à croisillons classiques à petits verres, ce type d'élément de fenêtre a l'avantage de représenter une amélioration considérable au niveau de la surface du verre du point de vue thermique en raison de la part faible du joint périphérique. (cf. → page 74)

## Simulations d'intercalaire



Il existe également ici diverses possibilités de jeu esthétiques dans le choix des couleurs, les largeurs et la division des fenêtres.

## ■ Vitrage isolant avec verre au plomb

Les vitrages au plomb classiques qui sont intégrés comme élément fini dans l'espace interstitiel du vitrage isolant et sont ainsi durablement protégés contre un endommagement mécanique et contre les intempéries constituent un autre type de décoration de fenêtre. Les vitrages de fenêtre sont utilisés de diverses manières dans les églises et les musées, mais également dans le domaine privé.

Ainsi, des artistes conçoivent des images décoratives comme unité de verre grâce aux morceaux de verre colorés et aux plombs de vitrail soudés ensemble manuellement comme autrefois ; entourées par un vitrage isolant moderne, celles-ci peuvent être ensuite utilisées et démontrer leur effet esthétique pendant de nombreuses années sans entretien.

## ■ Vitrage isolant avec conception décorative d'une des deux surfaces de verre

Une autre possibilité d'intégrer une note personnelle dans le vitrage de la fenêtre est le traitement de la surface totale ou partielle d'un des verre. Des techniques de gravure ou de sablage ainsi que la fusion du verre interviennent à ce stade. Alors que des processus partiellement automatisés ont été développés pour les deux premières méthodes parallèlement à la fabrication artisanale, la fusion du verre fait aujourd'hui encore l'objet d'un travail purement artisanal. Cet art du "verre en fusion" connaît depuis quelques années une renaissance. La conception en relief d'images de fusion du verre offre des attraits esthétiques et des effets de réfraction intéressants qui, liés à un vitrage thermo-isolant moderne, allient la beauté de la particularité à la technique de vitrage moderne. Cela vaut également pour les décors gravés à un ou plusieurs niveaux ainsi que pour les verres de sablage pour lesquels l'exécution est réalisée légèrement à l'intérieur de la surface du verre et non pas sur celle-ci, sans que cela n'affecte toutefois sa solidité mécanique.

### ■ Vitrage isolant avec surface bombée

Les verres bombés sont également souhaités aujourd'hui pour les fenêtres à croisillons classiques. Ces verres en "cul-de-bouteille" sont façonnés dans des fours spéciaux et assemblés ensuite de manière moderne en vitrage isolant dans des dimensions de petit format. Ainsi, un côté ou les deux côtés du vitrage isolant peuvent être réalisés avec des verres bombés. Comme le bombage diminue aux bords, la fermeture du volume peut être effectuée lors de la fabrication du vitrage isolant ou lors de la pose.

#### Verre bombé



LIGHTGLASS offre une variante intéressante pour les couleurs dans l'architecture du verre.

### ■ Dispersion de lumière et combinaison de conception et fonction

Pour LIGHTGLASS, des plaques en verre acrylique colorées composées d'un ou de plusieurs éléments sont posées librement entre les deux vitres d'un ensemble en verre isolant. Découpés précisément au laser, les éléments s'adaptent parfaitement de manière qu'ils forment une surface, sans coller, à l'instar des marqueteries. Le verre acrylique est une matière plastique parfaitement transparente même

s'il est coloré et, par conséquent, un support couleur à 3 dimensions optimal. Ainsi, des possibilités étendues de verre coloré tout comme une nouvelle matérialité pour la conception sont proposés.

Dans l'architecture, différentes applications pour la direction de la lumière du jour ou de l'éclairage artificiel sont générées. La transparence et la transmission lumineuse sont réduites pour les matériaux translucides ; elles sont complètement bloquées pour les matériaux opaques. La transmission lumineuse du verre acrylique peut être précisément indiquée, ce qui permet une gestion précise de l'entrée de lumière pour les projets.

La combinaison des matériaux verre et plastique crée un formidable effet 3D grâce aux arêtes du verre acrylique qui brillent en raison de leur propriété lisse liée à la découpe laser, des arêtes qui se touchent au demeurant.

#### Exemples LIGHTGLASS



### 3.24 Dimensionnement des épaisseurs de verre

Différentes charges agissent sur les vitrages intégrés. Outre la charge propre du verre, les charges du vent et de la neige et, pour le verre isolant les charges climatiques liées à la fermeture hermétique de l'espace interstitiel, influent comme prévu. Vu qu'une norme de mesure du verre n'est pas encore entrée en vigueur, les règles techniques TRLV, TRAV et TRPV de l'Institut allemand pour la technique du bâtiment (DIBt) doivent être observées pour la mesure du verre.

C'est pourquoi les dimensions maximales indiquées dans cette publication sont purement établies pour la possibilité de production ; elles ne fournissent pas d'informations sur les exi-

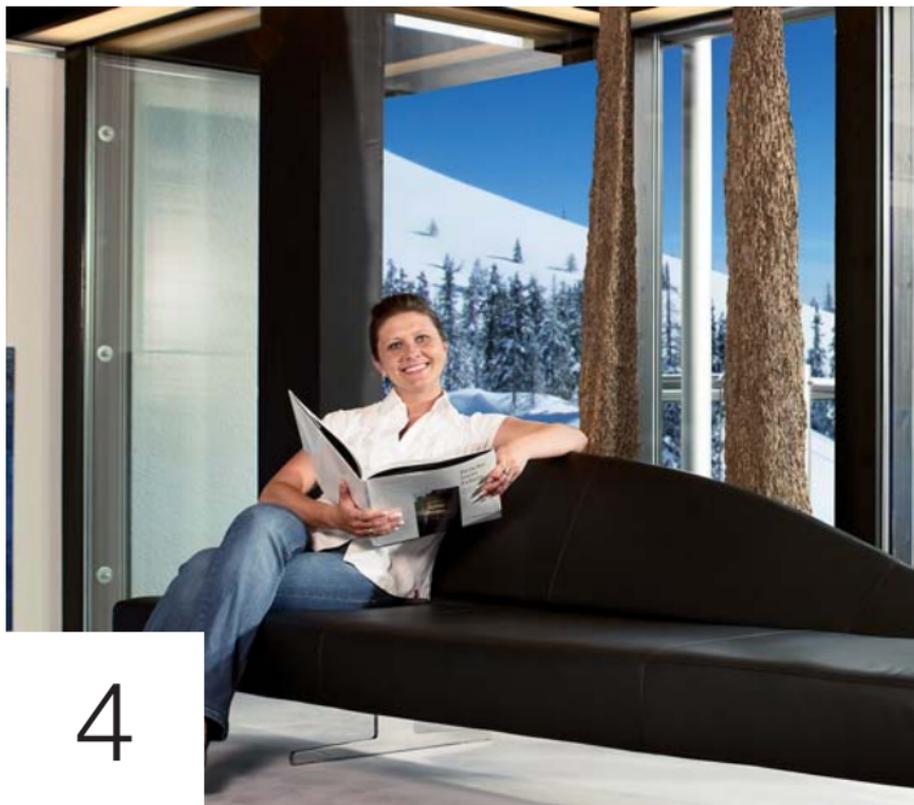
gences statiques. Ces dimensions peuvent être uniquement déterminées, selon la disposition du Musterbauordnung (réglementation allemande sur la construction standard), par des bureaux d'études pour la planification de la structure ou par des personnes qui disposent d'une qualification correspondante et de l'expérience nécessaire dans ce domaine.

L'acheteur de produits en verre est responsable du dimensionnement correct des vitres.

Concernant les épaisseurs de verre, qui sont transmises par les sociétés UNIGLAS®, il s'agit toujours de recommandations données à titre indicatif.

#### Exemple d'application





4



|  |    |
|--|----|
| <b>4.1 Principes</b> .....   | 72 |
| 4.1.1 Systèmes de joint périphérique .....                                   | 74 |
| 4.1.2 Valeurs déclarées et utiles pour les vitrages<br>et les fenêtres ..... | 76 |
| <b>4.2 Produits UNIGLAS® pour l'isolation thermique</b> ..                   | 76 |
| 4.2.1 UNIGLAS®   TOP Vitrage économique .....                                | 77 |
| 4.2.2 UNIGLAS®   SOLAR Vitrage photovoltaïque.....                           | 77 |
| 4.2.3 UNIGLAS®   PANEL Vitrage avec isolation<br>sous vide .....             | 78 |
| 4.2.4 Remarques générales .....  | 79 |

## 4 Isolation thermique / Production d'énergie

### 4.1 Principes

Aujourd'hui, que ce soit dans le cas de nouvelles constructions ou de rénovations, la priorité est axée sur une construction à haut rendement énergétique. Ceci sert à réduire la consommation d'énergie, afin, d'une part, d'économiser les ressources d'énergie primaire, et d'autre part, surtout de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, pour lutter contre l'effet de serre.

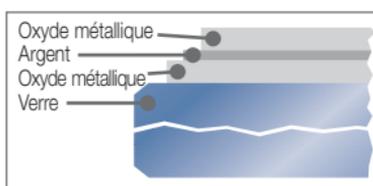
Parallèlement à cette prise de conscience croissante quant à l'énergie, on a observé ces deux dernières décennies un besoin accru de relier son espace de vie et de travail à l'environnement extérieur et d'obtenir des pièces qui soient plus lumineuses. Ceci s'avère uniquement possible avec des vitrages de haute qualité, dont l'isolation thermique n'a d'ailleurs cessé d'être améliorée.

Il y a 40 ans, dans bon nombre de régions d'Allemagne, on trouvait fréquemment des bâtiments pourvus de vitrages simples avec des valeurs U<sub>g</sub> de 5,8 W/m<sup>2</sup>K. Après la « crise du pétrole » en 1973, la première ordonnance sur l'isolation thermique a vu le jour, entraînant dès lors la mise en place de vitrages isolants dans toute l'Allemagne, avec une valeur standard de U<sub>g</sub> de 3,0 W/m<sup>2</sup>K. Le développement des vitrages isolants a été constamment perfectionné, et permet de dis-

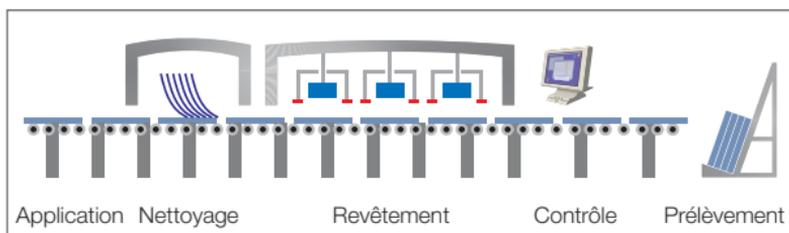
poser aujourd'hui d'un vitrage isolant thermique standard de 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Il s'agit ici d'un vitrage isolant à 2 verres, doté d'un revêtement d'isolation thermique et d'un remplissage au gaz noble Argon dans l'espace interstitiel entre les 2 verres. Actuellement, la demande en vitrage isolant à triple verre, avec des valeurs U<sub>g</sub> allant jusqu'à 0,6 W/m<sup>2</sup>K, est très importante. Cette demande s'intensifiera davantage, au plus tard lors de l'amendement déjà annoncé de la EnEV 2012 (voir → chapitre 9.9).

Les vitrages isolants modernes doivent leur remarquable propriété d'isolation thermique à leur combinaison de gaz noble - généralement de l'argon, parfois du krypton, remplissant l'espace interstitiel - et d'un revêtement en métal précieux, invisible et ultra-fin, présent sur l'une des surfaces en verre de l'espace interstitiel. Ce revêtement en métal précieux, obtenu au cours d'un procédé Magnétron, empêche les grandes ondes des rayonnements thermiques de passer, et les réfléchit.

#### Revêtement en métal précieux



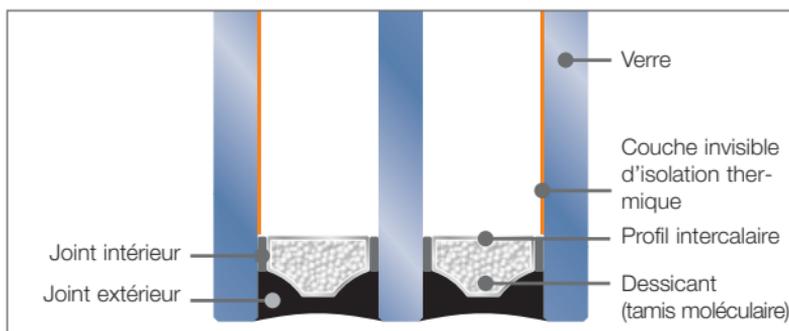
## Procédé Magnétron (représentation schématique)



Cette couche est enfermée dans l'espace interstitiel, où elle est protégée de façon durable des influences mécaniques et climatiques. Cette couche est incolore et invisible. En règle générale, le côté du verre avec

le revêtement est orienté vers le côté intérieur de l'espace interstitiel. Dans le cas des éléments triple verre isolant, les deux verres extérieurs de l'espace interstitiel sont pourvues de ce revêtement.

## Structure en verre isolant à triple vitrage



Grâce à l'excellente isolation thermique de ces verres, le confort à l'intérieur de la pièce s'en trouve accru, notamment à proximité des fenêtres. Contrairement aux anciens vitrages, la température du verre intérieur de la fenêtre augmente considérablement, en raison de la réflexion du rayonnement thermique.

Le vitrage isolant moderne élimine la sensation de froid et de courant d'air à proximité des fenêtres, notamment lors des périodes de froid. Cela s'avère également bénéfique pour les plantes placées sur les rebords de fenêtre.

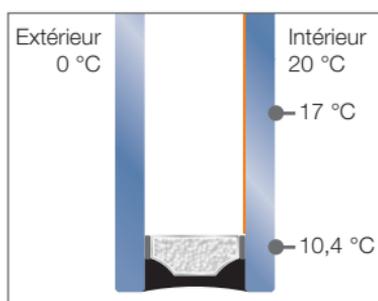
## ■ Température de surface pour une température ambiante de 20°C [°C]

| Température de l'air extérieur T [°C]                                     | 0   | -5  | -11 | -14 |
|---|-----|-----|-----|-----|
| Type de verre   |     |     |     |     |
| Vitrage simple, $U_g = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$                         | +6  | +2  | -2  | -4  |
| Vitrage isolant double, $U_g = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$                 | +12 | +11 | +8  | +7  |
| Vitrage isolant double avec revêtement, $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ | +17 | +16 | +15 | +15 |
| Vitrage isolant triple avec revêtement, $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ | +18 | +18 | +17 | +17 |

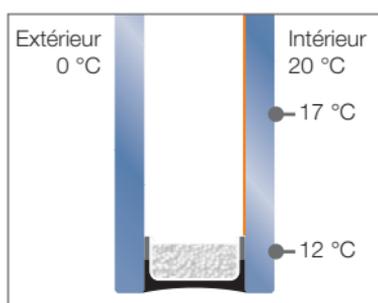
## 4.1.1 Systèmes de joint périphérique

Avec les profils intercalaires en aluminium, les bords du vitrage isolant représentent un pont thermique face à la surface du verre. Par conséquent, tous les vitrages isolants sont également proposés avec un système de bords optimisé du point de vue thermique : UNIGLAS® | TS THERMO SPACER (« bords chauds » ou « warm edge »). Ce faisant, la formation de condensation sur les bords s'en trouve fortement réduite, même lorsque l'air de la pièce est humide.

### Profil intercalaire d'aluminium



### Profil intercalaire de « warm edge »



Cette amélioration de l'isolation thermique de chacun des verres dans la zone des bords du vitrage isolant a pu être atteinte grâce à différentes approches, qui se sont répandues sur le marché :

#### ■ Acier inoxydable

Des profils ultra-fins en acier inoxydable viennent rempla-

cer l'aluminium ; en effet, l'acier inoxydable possède une conductivité thermique bien moindre que celle de l'aluminium.

#### ■ Combinaison de plastique avec acier inoxydable ou aluminium

Les remarquables propriétés d'isolation thermique du plastique ne suffisent pas, seules, à présenter une résistance suffisante à la diffusion des gaz. Le plastique est donc utilisé en combinaison avec de l'acier inoxydable ou de l'aluminium, afin d'obtenir cette résistance et de garantir la durée de vie élevée du vitrage isolant.

#### ■ Systèmes thermoplastiques

Ici, le profil traditionnel est remplacé par un mélange spécial en plastique extrudé à chaud, qui est placé entre les verres lors de la production. La résistance mécanique est obtenue après refroidissement. Le dessiccant est intégré au matériau.

#### ■ Super Spacer®

Il s'agit ici d'un profil en silicone pourvue d'un dessiccant intégré. Le profil en silicone est revêtu d'une feuille en acier inoxydable en vue d'une meilleure étanchéité face à la diffusion gazeuse.

La diversité des produits au sein des systèmes proposés est vaste. Si l'on effectue une comparaison directe, on voit qu'elle influe de manière plus ou moins importante sur la valeur  $\psi$ -(PSI) (voir → page 56). Les avantages et les inconvénients de chacun des systèmes

doivent être considérés avec soin.

Votre partenaire UNIGLAS® a déjà effectué une pré-sélection du système, basée sur de nombreux contrôles relatifs à la durabilité et la longévité du produit.

Selon DIN 4108-4, lors du calcul de la valeur U de la fenêtre, dans le cas de l'utilisation d'une de ces solutions alternatives, il faut déduire une valeur globale de 0,1 W/m<sup>2</sup>K.

Le calcul exact de la valeur U<sub>w</sub> constitue une autre alternative. Pour ce faire, outre les valeurs U<sub>g</sub> et U<sub>f</sub> correspondant à la surface, on tient également compte de la valeur Ψ mesurée selon le système de cadre de la fenê-

tre, de la géométrie du cadre de la fenêtre, de la prise en feuillure et du système de joint périphérique du vitrage isolant, tout en considérant la longueur du joint périphérique par rapport à la surface de la fenêtre.

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi}{A_f + A_g}$$

- U<sub>w</sub> : Transmission thermique de la fenêtre
- U<sub>f</sub> : Transmission thermique du cadre (valeur de mesure !)
- U<sub>g</sub> : Transmission thermique du vitrage (valeur nominale !)
- A<sub>f</sub> : Surface du cadre
- A<sub>g</sub> : Surface vitrée
- l<sub>g</sub> : Périmètre du vitrage
- Ψ : Valeur PSI = transfert thermique linéaire du bord du verre

## Exemple d'application



## 4.1.2 Valeurs déclarées et utiles pour le verre et les fenêtres

Les valeurs  $U_g$  indiquées pour le verre isolant, pour les fenêtres, ainsi que les valeurs  $U_w$ , sont des « valeurs nominales » : Indications du fabricant valables pour la mise en circulation des produits. En revanche, dans le cas d'une utilisation sur un chantier, il faut déterminer les « valeurs de mesure » et les déclarer au moyen des signes de certification Ü /CE. Celles-ci s'obtiennent à partir des valeurs nominales, en ajoutant les valeurs de correction.

Cependant, une valeur de correction ne doit être utilisée qu'une fois : Si un vitrage est directement transformé sur le composant qu'est la fenêtre, la valeur de mesure  $U_{w,BW}$  est uniquement indiquée pour la fenêtre. En ce qui concerne le vitrage, il faut prendre en compte la valeur nominale. Par contre, si le vitrage est transformé seul - par ex., dans le cas d'une réparation ou d'une rénovation - la valeur de mesure  $U_{g,BW}$  doit être déclarée pour le vitrage. Les valeurs de correction correspondantes sont déterminées dans DIN 4108-4 :

### ■ Vitrages

Valeur de mesure

$$U_{g,BW} = U_g + \Delta U_g$$

Ce faisant, on a :  $\Delta U_g =$

- + 0,1 W/m<sup>2</sup>K en cas de croisillon simple dans l'espace interstitiel
- + 0,2 W/m<sup>2</sup>K en cas de croisillon multiple dans l'espace interstitiel

### ■ Fenêtre

Valeur de mesure

$$U_{w,BW} = U_w + \Delta U_w$$

Ce faisant, on a :  $\Delta U_w =$

- + 0,1 W/m<sup>2</sup>K en cas de croisillon simple dans l'espace interstitiel
- + 0,2 W/m<sup>2</sup>K en cas de croisillon multiple dans l'espace interstitiel
- + 0,3 W/m<sup>2</sup>K en cas de croisillons de séparation du verre
- 0,1 W/m<sup>2</sup>K lors de l'utilisation d'un joint périphérique « warm edge »

Les profils intercalaires présentant des caractéristiques thermiques améliorées ont pour effet de réduire la valeur  $U_w$  de la fenêtre !

## 4.2 Produits UNIGLAS® pour l'isolation thermique

Tous les vitrages isolants du groupe UNIGLAS® sont, comme mentionné, fabriqués à partir de matériaux de haute qualité contrôlés de haute qualité, conformément aux exigences légales. Quelque soit son type, le joint périphérique offre une sécurité optimale face aux contraintes élevées auxquelles un vitrage isolant se trouve soumis durant toute la durée de sa vie. La qualité du produit final est assurée au moyen de contrôles internes

permanents et documentés, conformément aux sévères spécifications d'usine selon DIN 1276-6.

En outre, tous les sites de production UNIGLAS® sont délibérément soumis à des contrôles externes plusieurs fois par an ; en plus de l'inspection de la production en cours, le comportement au fluage des vitrages isolants multicouches est également contrôlé au cours d'un essai de

vieillesse accéléré. Lors de ce contrôle externe, UNIGLAS® instaure des critères de qualité qui vont bien au delà des exigences minimales normatives. Ainsi, les vitrages isolants UNIGLAS® sont soumis à un contrôle de qualité interne et externe.

Pour tous les vitrages isolants, l'isolation thermique représente

la fonction essentielle, mais d'autres caractéristiques peuvent venir s'ajouter, comme l'insonorisation (voir → chap. 5), la protection solaire (voir → chap. 6), la sécurité (voir → chap. 7) ou la capacité d'auto-nettoyage (voir → chap. 2.8). Des combinaisons entre ces fonctions sont également possibles.

## 4.2.1 UNIGLAS® | TOP Vitrage économe

UNIGLAS® | TOP est un vitrage isolant spécial qui réfléchit les grandes ondes des rayonnements thermiques du chauffage, et les maintient ainsi à l'intérieur

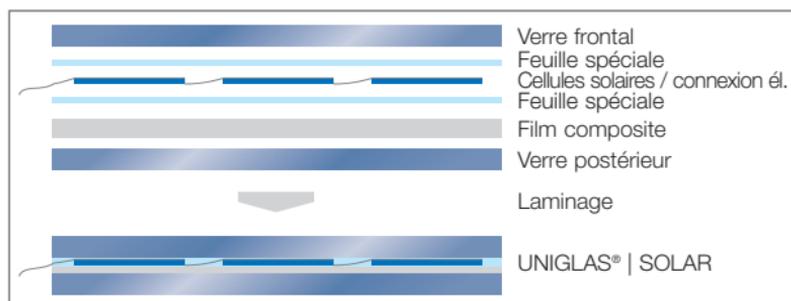
de la pièce. En revanche, il laisse presque entièrement passer la lumière visible des rayonnements solaires, ce qui contribue ainsi au réchauffement de la pièce.

## 4.2.2 UNIGLAS® | SOLAR Vitrage photovoltaïque Verre permettant un gain d'énergie gratuite grâce au soleil

Il s'agit d'un verre feuilleté (voir → chapitre 2.6) dans lequel sont insérées - de manière fixe et durable - des cellules photovoltaïques conventionnelles, entre deux verres float dans une feuille spéciale en PVB. Ce verre feuilleté peut présenter une structure monolithique, ou être utilisé en tant que vitrage

possible de réaliser des cellules semi-transparentes, des cellules colorées, des découpes dans les cellules, ainsi que de fabriquer des verres sur mesures ou de formes particulières. Grâce aux caractéristiques spécifiques de la feuille PVB, il est possible d'intégrer n'importe quel élément dans l'envelop-

### UNIGLAS® | SOLAR : Structure en verre feuilleté



isolant thermique UNIGLAS® | SOLAR. Pour ce faire, les verres sont spécialement configurés selon les souhaits particuliers du client ; avec cellules monocristallines, cellules polycristallines, ou technologie de couche mince. Il est également

pe extérieure du bâtiment. Les installations en hauteur présentent aussi peu de problèmes que les vitrages anti-chute.

En combinaison avec d'autres éléments de façade, on peut ainsi associer une architecture

esthétique de haute qualité à une utilisation durable et économique, sans pour autant

renoncer à tous les avantages d'un vitrage isolant moderne.

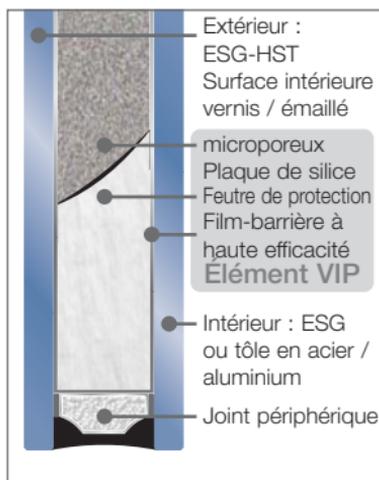
### 4.2.3 UNIGLAS® | PANEL Vitrage à isolation sous vide

UNIGLAS® | PANEL : panneau sous vide avec technologie de vitrage isolant pour les zones opaques des contre-coeurs. Le verre ESG-HST extérieure est imprimée resp. émaillée à l'intérieur et peut ainsi s'harmoniser à la couleur du vitrage transparent placé à côté, ou être ornée de motifs afin d'obtenir des effets créatifs. Derrière le verre ESG-HST, dans l'espace interstitiel, se trouve un panneau d'isolation sous vide (VIP) qui est revêtu à l'arrière d'une deuxième ESG, ou d'une tôle en acier ou en aluminium. L'isolation sous vide atteint des valeurs d'isolation 10 fois plus élevées que les isolants traditionnels de WLG 0,04. Ce faisant, il est possible de réaliser des contre-coeurs de façades-rideau avec une épaisseur habituelle de vitrage isolant, et qui ne viennent pas empiéter sur la zone utile. Ainsi, dans le cas d'une nouvelle construc-

tion, l'on dispose de davantage de surface louable, comparé à la version conventionnelle.

Même lors de la rénovation énergétique des façades « rideau », courantes dans les années 70, il est possible de mettre les façades aux normes actuelles EnEV, sans avoir à faire de compromis.

#### Panneau sous vide



#### Exemple d'application



## 4.2.4 Remarques générales

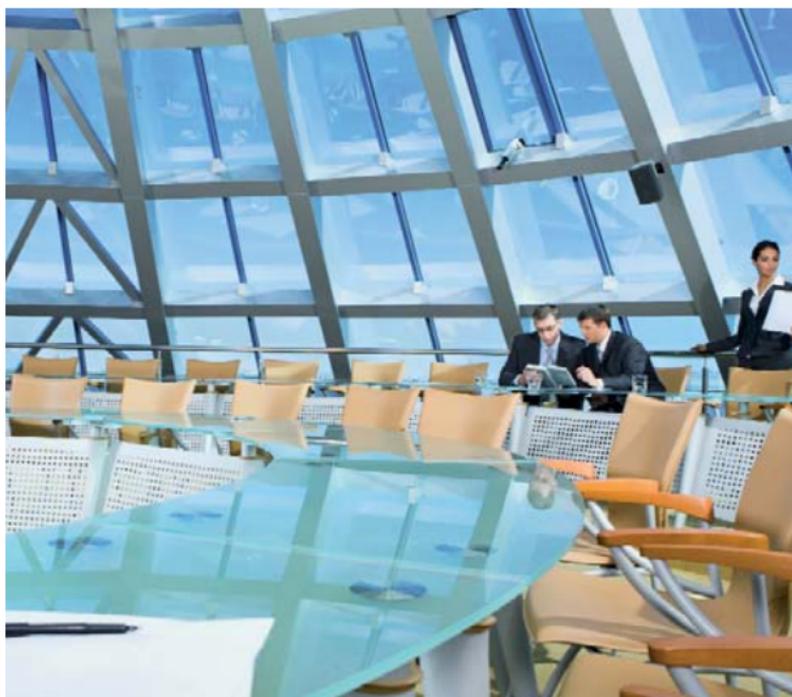
Les produits d'isolation thermique UNIGLAS® s'avèrent idéaux pour les fenêtres et les façades, qu'il s'agisse de nouvelle construction ou de rénovation. Le tableau à la fin du livret présente un extrait de la gamme complète des vitrages isolants.

Rien qu'en Allemagne, 70% de tous les vitrages existants, c'est à dire près de 500 millions de m<sup>2</sup>, sont vétustes d'un point de vue énergétique. En outre, l'augmentation des coûts et le déclin des sources d'énergie primaires, ainsi que le renforcement de la protection de l'environnement par la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> incitent au remplacement de ces vieux vitrages, en tant que facteur déterminant dans la modernisation énergétique des bâtiments. L'engagement actuel est axé sur « l'économie d'énergie grâce au verre », et ce, à tous les niveaux.

En effet, le simple remplacement d'un seul m<sup>2</sup> d'« ancien vitrage isolant » par un vitrage moderne UNIGLAS® | TOP Premium, U<sub>g</sub> = 1,1 W/m<sup>2</sup>K, représente une économie de près de 20 litres de fioul et de 60 kg de CO<sub>2</sub> par an. Ce faisant, les quantités en jeu sont de l'ordre du milliard de litres de fioul ou d'autres énergies primaires. Arguments convaincants à prendre en considération, notamment en ces temps de vastes discussions quant au rendement énergétique.

Sur notre page d'accueil, vous trouverez un calculateur des coûts de chauffage, qui vous permettra de déterminer les économies que vous pouvez personnellement réaliser en remplaçant vos verres par un vitrage actuel UNIGLAS® | TOP : <http://www.uniglas.net>

### Exemple d'application





5



|   |    |
|---|----|
| <b>5.1 Principes</b> .....  | 82 |
| 5.1.1 Indices d'affaiblissement acoustique pondérés .....         | 83 |
| <b>5.2 Normes</b> .....   | 84 |
| <b>5.3 UNIGLAS®   PHON Vitrage acoustique</b> .....               | 86 |
| <b>5.4 Utilisations spéciales exécutées en verre simple</b> ..... | 87 |

## 5 Insonorisation

### 5.1 Principes

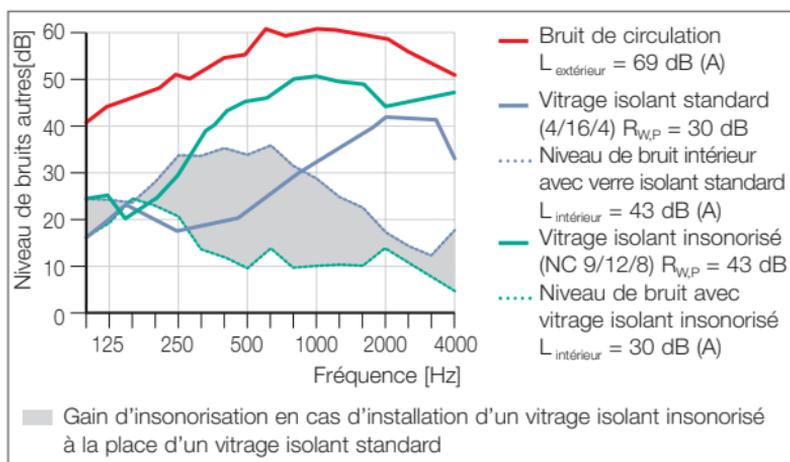
Le bruit ne représente pas seulement une nuisance importante face à notre qualité de vie, de travail et d'habitat, mais représente également une menace réelle pour notre santé. Outre les dommages auditifs irrémédiables causés par un bruit permanent, celui-ci affecte aussi le cœur, la circulation du sang, les nerfs et les vaisseaux. L'une des mesures les plus efficaces pour obtenir davantage de calme dans l'environnement d'habitation et de travail est l'insonorisation secondaire, c'est à dire l'insonorisation des parties extérieures des bâtiments, qu'il s'agisse de bureaux, de logements ou de maisons.

Un spectre de bruit gênant se compose de plusieurs fréquences de différentes intensités. Ceci étant, certaines plages de fréquences sont ressenties plus intensément, et s'avèrent donc plus gênantes que d'autres. Toute source de bruit comprend une diffusion spécifique de fréquences, même en cas d'intensité égale du niveau de bruit en dB. En ce qui concerne l'insonorisation, il est surtout question d'atténuer consi-

dérablement les plages de fréquences qui sont gênantes. Par conséquent, la détermination des mesures d'insonorisation doit toujours s'orienter selon la source de bruit : Pour un même niveau de bruit, il peut s'avérer nécessaire de réaliser différentes constructions de fenêtres et vitrages insonorisés.

Lors de l'insonorisation des fenêtres, de nombreux facteurs entrent en ligne de compte. L'insonorisation nécessaire pour un vitrage dépend de l'intensité du bruit extérieur, du niveau de bruit souhaité à l'intérieur de la pièce, de la proportion de vitrage sur la paroi extérieure, et du pouvoir isolant global du mur. En pratique, la taille du vitrage, le rapport largeur / hauteur, les « fuites » sonores par les joints de raccordement et les éléments supplémentaires de la fenêtre influencent l'insonorisation. De même, le matériau du cadre et l'interaction entre le vitrage et le cadre jouent un rôle considérable. Par conséquent, il est nécessaire de vérifier les vitrages et les cadres de la fenêtre ensemble, en tant que composant global.

#### Comparaison de l'insonorisation de vitrage isolant insonorisé / standard



### 5.1.1 Indices d'affaiblissement acoustique pondérés

Chez l'homme, l'oreille perçoit des fréquences comprises entre 16 et 16 000 Hz, c'est à dire des pressions acoustiques entre 0,01 mPa (seuil d'audibilité) et 100 Pa (seuil de douleur). Afin de pouvoir manier ces énormes différences variant de 1 à 10 millions, les physiciens utilisent une fonction logarithmique pour désigner le niveau de pression acoustique  $L$ . L'unité du niveau de pression acoustique est le dB (décibel). Cette fonction implique cependant que la différence du niveau de pression acoustique soit perceptible à partir de 3 dB ; ainsi, pour 10 dB, la perception est déjà doublée resp. divisée par deux.

Dans le domaine de la construction, les niveaux de pression acoustique habituellement considérés sont compris dans une plage de fréquences allant de 100 à 5000 Hz. Résultant de l'évaluation technique acoustique du verre, la valeur utilisée est l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R_w$ , selon EN 20140, partie 3. Ceci est déterminé au moyen de mesures et de comparaison avec une courbe de référence.  $R_w$  représente la valeur d'insonorisation moyenne pour les fréquences prises en compte. Lors de la prise en compte acoustique en Allemagne, la norme DIN 4109 doit égale-

ment être observée. Celle-ci présente les caractéristiques suivantes :

- $R_w$   
Indice d'affaiblissement acoustique pondéré en dB, sans transmission acoustique via les composants à proximité
- $R'_w$   
Indice d'affaiblissement acoustique pondéré en dB, avec transmission acoustique via les composants à proximité
- $R'_{w,res}$   
Indice d'affaiblissement acoustique résultant en dB de l'ensemble des composants (par ex. intégralité du mur, incl. fenêtre et cadre, verre avec raccords)
- $R_{w,P}$   
Indice d'affaiblissement acoustique en dB - déterminé par banc d'essai
- $R_{w,P}$   
Indice d'affaiblissement acoustique en dB - Valeur calculée
- $R_{w,B}$   
Indice d'affaiblissement acoustique en dB - Valeur mesurée sur le chantier

Afin de correspondre à l'environnement, les valeurs adaptatives de spectre C et  $C_{tr}$  ont été introduites lors de l'évaluation des différents spectres de fréquence, conformément à EN ISO 717-1. Concernant les plages de fréquences élargies de 3150 à 5000 Hz, on désigne les facteurs de correction en tant que  $C_{100-5000}$  et  $C_{tr100-5000}$ .

Dans ce cas, on a :

## ■ Spectre des valeurs adaptatives

| Source de bruit du spectre  | Valeur adaptative |
|---|-------------------|
| Bruits de fréquences normales, tels que discussion, écoute de musique, radio et TV              | C                 |
| Enfants en train de jouer   |                   |
| Trafic ferroviaire, trains régionaux et TGV*  |                   |
| Circulation sur autoroute, à plus de 80 km/h*   |                   |
| Avions à réaction à faible distance   |                   |
| Exploitations de production émettant principalement des bruits de moyennes et hautes fréquences |                   |
| Bruit de circulation au centre-ville  | C <sub>tr</sub>   |
| Trafic ferroviaire à faible vitesse   |                   |
| Avions à hélice   |                   |
| Avions à réaction à grande distance   |                   |
| Musique de discothèque  |                   |
| Exploitations de production émettant principalement des bruits à basses-fréquences              |                   |

\* Dans plusieurs pays membres de l'UE, il existe une méthode de calcul pour déterminer les niveaux de bandes d'octaves des bruits de circulation ferroviaire et routière. Ceux-ci peuvent servir de référence à titre de comparaison avec les spectres 1 et 2.

## 5.2 Normes

En Allemagne, la base pour la planification de l'insonorisation dans les bâtiments est la norme DIN 4109 « Insonorisation dans le bâtiment ». Cette norme comprend les exigences minimales quant à l'insonorisation des composants des bâtiments, en fonction de leur utilisation. La norme DIN 4109 se compose pour l'essentiel des « Exigences et attestations », de l'annexe 1 « Exemples de réalisations et méthodes de calcul » et de l'annexe 2 « Propositions en vue d'une insonorisation renforcée ».

Dans le cas de composants assemblés, comme la paroi extérieure d'un bâtiment, on indique l'insonorisation dans ce que l'on appelle une « mesure d'insonorisation résultante »  $R'_{W, \text{res}}$  dans laquelle les mesures

d'insonorisation de chacun des composants sont basées sur leurs proportions en termes de surface.

Le tableau 8 de la norme DIN 4109 définit la valeur minimale  $R'_{W, \text{res}}$  pour la partie extérieure du bâtiment, en fonction de son utilisation et du niveau de bruit extérieur. Pour satisfaire à la directive CE sur les matériaux de construction resp. à la liste des réglementations de construction, il existe deux possibilités d'effectuer l'attestation d'aptitude pour l'insonorisation des fenêtres :

- Attestation via le contrôle (contrôle d'aptitude I) de la fenêtre pour une valeur privilégiée citée dans l'une des normes de contrôle dans le labo-

ratoire ; on a alors  $R_{WR} = R_{WP} - 2 \text{ dB}$  (« Valeur de tolérance »)

- Classement de la construction selon l'annexe 1, tableau 40 de la norme DIN 4109 « Insonorisation dans le bâtiment »

Le tableau de construction pour les fenêtres insonorisées, annexe 1, tableau 40, indique les valeurs d'insonorisation atteintes par une fenêtre insonorisée d'un certain type de construction, en fonction des différentes variantes de construction, des vitrages, des dimensions, des proportions de surface, des croisillons de séparation etc. L'ajout de valeurs de correction correspondantes  $C$  (voir → page 83) permet de déterminer l'insonorisation  $R_{WR}$  resp.  $R_{WR}$  d'une fenêtre. Ce faisant, l'on dispose d'un outil d'aide afin de déterminer facilement et sans contrôle l'insonorisation des fenêtres et façades, en se basant sur les caractéristiques de construction.

L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R_W$  définit le comportement acoustique d'un composant en tant que valeur unique. Pour ce faire, l'insonorisation est déterminée à la fréquence moyenne correspondante des autres domaines, entre 100 Hz et 5000 Hz. La mesure s'effectue en laboratoire, selon EN ISO 140-3. Ensuite, on peut alors déterminer l'indice de référence défini dans EN 717-1.

L'harmonisation des normes européennes a également rendu certaines réglementations uniformes nécessaires quant à l'insonorisation. Cependant, cela ne concerne que les normes de contrôle. Les normes de spécifications restent quant à elles du ressort de chaque état membre de l'UE.

Cette uniformisation des normes n'a entraîné que de minimes modifications pour le marché allemand. En effet, d'un côté, la plage de fréquences est également mesurée dans le spectre 50-100 Hz et 3150-5000 Hz. D'un autre côté, concernant les exigences d'insonorisation, on tient compte de nouvelles caractéristiques qui doivent être indiquées en plus de l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré : Les valeurs de correction  $C$  et  $C_{tr}$ . Elles permettent de corriger et d'adapter l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré selon certaines situations standard de bruit : L'ajout de  $C$  tient compte d'un niveau de bruit émis de fréquence constante, alors que l'ajout de  $C_{tr}$  implique un niveau de bruit émis comparable à un bruit de circulation typique par exemple. (cf. → page 82)

Les mesures sont alors évaluées par des instituts de contrôle en se basant sur ce standard, et les résultats sont par ex. donnés sous la forme suivante :

- Indice d'affaiblissement acoustique pondéré (selon EN ISO 717-1) :  
 $R_W = 40 \text{ dB}$
- Valeurs adaptatives de spectre (selon EN ISO 717-1) :  
 $C = -1 \text{ dB}$ ,  $C_{tr} = -5 \text{ dB}$

Cela signifie : Un vitrage insonorisé donné possède un indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R_W = 40 \text{ dB}$ . Dans les situations de bruit pour lesquelles la valeur de correction  $C$  s'applique, l'insonorisation peut grosso modo être appliquée avec 39 dB, tandis que pour les situations de bruits décrites avec  $C_{tr}$ , le degré d'insonorisation est inférieur de 5 dB, c'est à dire égal à seulement 35 dB.

## 5.3 UNIGLAS® | PHON Vitrage acoustique

Le vitrage anti-bruit UNIGLAS® | PHON est divisé en trois catégories en ce qui concerne l'atteinte de la valeur d'insonorisation souhaitée :

- Verres uniques de différentes épaisseurs, à l'extérieur et à l'intérieur. Il s'agit ici du type d'insonorisation transparent le plus simple. En effet, dans le cas où les deux verres du vitrage isolant présentent des épaisseurs différentes, l'on obtient de très bonnes valeurs d'insonorisation, en raison des fréquences de coïncidence différentes des verres.

Les valeurs d'insonorisation sont généralement accrues lorsqu'on augmente l'espace interstitiel, ce qui présente toutefois des limites naturelles. D'une part, le coefficient de transmission thermique augmente peu en cas d'espace interstitiel plus important, et d'autre part, le volume de gaz plus important contenu dans l'espace interstitiel vient renforcer l'effet du vitrage isolant de façon considérable, de sorte qu'en cas de grands

espaces interstitiels, on doit souvent utiliser de l'ESG pour le plus mince des deux verres, pour des raisons statiques.

- En cas d'exigence élevée quant à l'insonorisation, on réalise un ou plusieurs verres de vitrage isolant en verre de sécurité feuilleté et /ou en verre feuilleté. Dans le cas du verre feuilleté, il s'agit de verres float, qui sont reliés par une couche intermédiaire transparente et élastique, selon le principe d'une enveloppe souple.
- En fonction des besoins, UNIGLAS® NC (Feuilles Noise-Control) permet de disposer de couches intermédiaires spécialement destinées à l'insonorisation, ou également en combinaison avec les caractéristiques de sécurité, jusqu'au verre de sécurité P4A (voir → chapitre 7). Ces feuilles spéciales VSG s'avèrent idéales pour les zones en toiture étant donné qu'elles absorbent considérablement les bruits du crépitement de la pluie.

### UNIGLAS® | PHON : 3 catégories de vitrages isolants insonorisés



## 5.4 Utilisations spéciales exécutées en verre simple

Outre son utilisation en tant que vitrage isolant dans l'enveloppe du bâtiment, le verre insonorisé trouve également sa place en tant que réalisation à paroi simple, par exemple sous forme de panneau d'habillage devant les façades de bâtiment qui sont davantage soumises au bruit. Cette version peut également être effectuée en combinaison avec une protection solaire.

On observe en permanence une croissance continue des structures d'insonorisation monolithiques dans la construction de routes. Certes, les parois d'insonorisation en béton, en acier ou en bois remplissent leur fonction depuis des décennies, mais elles

créent une impression de confinement et nuisent souvent à l'aspect du paysage.

En revanche, les parois d'insonorisation en verre n'obstruent pas le champ de vision et s'adaptent à l'environnement. Selon leur type, elles peuvent satisfaire aux exigences en termes d'insonorisation des bruits aériens, de stabilité statique face aux charges de vent ou de résistance aux projections de pierres. Les « directives et règlements techniques supplémentaires pour la réalisation de parois d'insonorisation des rues » (ZTV-L<sub>sw</sub>) du ministère fédéral des transports servent de référence pour les exigences et les réalisations.

### Système d'insonorisation des routes







|   |     |
|---|-----|
| <b>6.1 Principes</b> .....  | 90  |
| <b>6.2 UNIGLAS®   SUN Vitrage antisolaire</b> .....                         | 91  |
| <b>6.3 UNIGLAS®   ECONTROL<br/>Vitrage à propriétés variables</b> .....     | 92  |
| <b>6.4 Systèmes de protection solaire dans<br/>le vitrage isolant</b> ..... | 92  |
| 6.4.1 UNIGLAS®   SHADE Vitrage avec store à lamelles . . .                  | 92  |
| 6.4.2 UNIGLAS®   SHADE Vitrage avec store en toile . . . .                  | 97  |
| <b>6.5 Utilisations spéciales exécutées<br/>verre simple</b> .....          | 102 |

# 6 Protection solaire

## 6.1 Principes

La mode persistante d'une architecture transparente requiert l'utilisation de vitrages toujours plus grands. Ce faisant, la présence de grandes façades vitrées dans les immeubles de bureaux et administratifs n'est devenue possible qu'avec l'apparition de verres de protection solaire. Ces verres de protection solaire deviennent également de plus en plus fréquents pour les vitrages des jardins d'hiver ou des vérandas de grande surface. Ce genre de verres permet de diminuer le réchauffement incommode à l'intérieur des pièces en réfléchissant et en absorbant l'énergie solaire, tout en soulageant les installations de climatisation dans le bâtiment. Ce faisant, ces verres permettent d'économiser de l'énergie, et contribuent à réduire la pollution de l'environnement.

Le règlement relatif aux économies d'énergie tient également compte des gains d'énergie solaire obtenus grâce au verre, sur la base des valeurs  $g$ . Plus la valeur  $g$  est élevée, plus les gains d'énergie sont importants - et plus le réchauffement est fort. Par conséquent, le règlement relatif aux économies d'énergie nécessite une preuve par le calcul de « Protection contre la chaleur en été », qui limite

l'importance de l'apport total d'énergie. L'objectif est, pour les bâtiments dépourvus de climatisation, de limiter les températures maximales moyennes à une valeur supportable, ou de limiter la consommation d'énergie nécessaire au refroidissement de l'air. En effet, même les installations de climatisation modernes nécessitent une grande quantité d'énergie afin de faire baisser la température - une énergie comparable à celle des installations de chauffage, pour réchauffer les pièces. Concrètement, le réchauffement des bâtiments par le soleil ne doit pas dépasser une valeur maximale, la « caractéristique d'apport d'énergie solaire maximale,  $S_{\max}$  » (voir → page 61). Selon DIN 4108-2, cette valeur maximale varie selon le type de bâtiment, l'inclinaison et l'orientation des fenêtres, et la région climatique.

Ainsi, il est judicieux d'avoir une valeur  $g$  peu élevée pour les grandes surfaces de fenêtre (voir → page 58), comme celle des verres de protection solaire. Dotée d'un verre de protection solaire, la surface de fenêtre peut être agrandie par rapport aux vitrages traditionnels, sans influencer le budget énergétique du bâtiment.

## 6.2 UNIGLAS® | SUN Vitrage antisolaire

Le vitrage de protection solaire UNIGLAS® | SUN permet aux maîtres d'ouvrage et aux projecteurs de disposer d'un vaste éventail de vitrage de protection solaire. Ce faisant, selon les besoins, il est possible de choisir

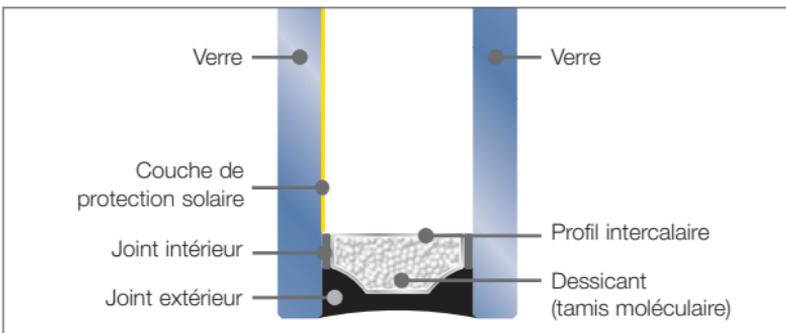
librement la valeur  $g$  minimale ou maximale de pénétration de la lumière, ainsi que les coloris.

La vitrage de protection solaire UNIGLAS® | SUN : pour un design riche en style. L'archi-

tecture se plaît à jouer avec les reflets de couleur de ces verres. Ainsi, outre les produits à effet neutre, on compte aussi de nombreux produits dotés de différents reflets de couleurs. Comme son nom l'indique, la réflexion contient une « couleur », et non la transparence. Celle-ci reste largement neutre, même pour les verres à forte réflexion colorée. Une

exception toutefois ; les verres de base teintés dans la masse, qui sont également utilisés à des fins de protection solaire. Dans certains cas, ils servent de verres de base pour le revêtement réfléchissant de protection solaire. En cas d'utilisation de ce type de verres, il est judicieux et nécessaire d'effectuer auparavant un échantillonnage.

#### Structure d'un vitrage de protection solaire



Les vitrages de protection solaire UNIGLAS® | SUN Highend présentent un rapport de sélectivité équilibré (voir → page 60), ce qui signifie qu'ils atteignent une valeur g aussi faible que possible, et une transmission lumineuse aussi élevée que nécessaire. En principe, il existe deux systèmes de couches qui sont disposés en tant que protection solaire : les « hardcoatings » (revêtements durs) et les « softcoatings » (revêtements souples). Certains modèles du premier type peuvent aussi être montés vers l'extérieur, sur le côté exposé aux intempéries, car ils présentent une résistance durable aux impacts de l'environnement.

Toutefois, dans le cas des « couches hardcoating », le verre intérieur du vitrage isolant doit présenter un revêtement isolant afin de satisfaire aux exigences de l'EnEV. Les « couches softcoating » sont mises sur le verre extérieure, mais du côté de l'espace interstitiel, afin de garantir une protection durable, comparable à la protection thermique. Ces couches réfléchissent également les rayonnements thermiques. Ainsi, l'isolation thermique est généralement déjà intégrée dans la couche de protection solaire et il est possible de renoncer à une couche de protection thermique supplémentaire pour le verre intérieur.

### 6.3 UNIGLAS® | ECONTROL

#### Vitrage à propriétés variables

Autre alternative intéressante d'UNIGLAS® : un vitrage de protection solaire dont la valeur  $g$  varie selon les saisons et les conditions climatiques. Un circuit de courant faible permet de modifier le verre extérieur électrochromé et donc de modifier le rendement du vitrage isolant, en 5 étapes. Dans le cas

d'un vitrage isolant double, la valeur  $g$  varie ainsi de 50% à l'état désactivé, jusqu'à atteindre l'incroyable valeur de 15% à l'état activé, pour une valeur  $U_g$  de 1,1 W/m<sup>2</sup>K. Ce faisant, les valeurs de pénétration de la lumière sont respectivement de 38% et 12%.

### 6.4 Systèmes de protection solaire dans le vitrage isolant

Parmi les autres possibilités de vitrages de protection solaire variable, on trouve l'installation de dispositifs de protection solaire dans l'espace interstitiel des vitrages isolants UNIGLAS® | SHADE.

En effet, les systèmes traditionnels, tels que les ombrages extérieurs, les rideaux ou stores intérieurs présentent l'inconvénient de s'encrasser, et d'être endommagés en cas de tempête et/ou d'autres contraintes mécaniques. En outre, une protection solaire effectuée du côté intérieur n'est pas très efficace.

Les systèmes placés dans l'espace interstitiel d'un vitrage isolant présentent quant à eux l'avantage d'être durablement protégés face à tout type de destruction mécanique et d'encrassement, et de

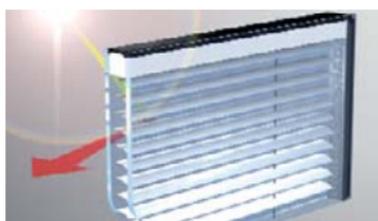
ne pas devoir être ouverts en cas de tempête. L'utilisation de ce type de systèmes intégrés peut s'effectuer de façon manuelle, électrique au moyen d'un interrupteur, par commande à distance ou de bien d'autres manières entièrement automatique, depuis de simples capteurs jusqu'à une « commande de bus » centrale du poste de contrôle.

Outre l'aspect de l'ombrage, il est également possible d'obtenir une dispersion de lumière, une protection contre les regards et contre l'éblouissement. Ce faisant, il est possible de satisfaire sans problème à la directive sur les lieux de travail et à l'ordonnance sur les postes de travail avec écran. UNIGLAS® présente deux systèmes différents dans l'espace

#### 6.4.1 UNIGLAS® | SHADE Vitrage avec store à lamelles

Le système de stores UNIGLAS® | SHADE constitue une solution optimale pour faire écran à la lumière du soleil, ainsi que pour contrôler la lumière et la chaleur de façon ciblée. Le réchauffement de la pièce est minimisé grâce à la réflexion élevée.

Systèmes de stores dans le vitrage isolant



Le montage de lamelles en aluminium dans l'espace interstitiel fermé permet d'obtenir un système insensible aux intempéries, sans entretien et sans nettoyage. Il offre également un ombrage durant les jours de vent. Grâce à la protection face aux dommages dus à des influences extérieures, ce système présente la garantie d'une durée de vie élevée.

Selon le profil des exigences attendues, les lamelles peuvent être tournées, retournées, relevées ou abaissées, de façon manuelle ou motorisée. L'angle d'inclinaison des lamelles peut être réglé en continu via la com-

mande, de sorte à réguler l'entrée de lumière. La réflexion de la lumière sur les lamelles à l'état ouvert peut être utilisée en tant qu'illumination indirecte. Ce faisant, il est possible de travailler sans être ébloui par la lumière du jour.

Le système de stores avec verre multifonction UNIGLAS® | SHADE constitue une solution tout-en-un pour les fonctions d'ombrage, d'anti-éblouissement et de diffusion de la lumière. Il contribue pour l'essentiel à une climatisation équilibrée et à un apport adapté en lumière du jour pour les immeubles de bureaux et les bâtiments privés.

## ■ Caractéristiques techniques

| Type                | Coefficient global de transmission d'énergie g [%] EN 410 | Coefficient de transmission lumineuse $\tau_v$ [%] EN 410 | Valeur $U_g$ EN 673 avec 15 K $U_g$ [W/m <sup>2</sup> K] |
|---------------------|---|---|--|
| Store ouvert        | 63  | 80  | 1,2  |
| Store fermé         | 12/3  | 3   | 1,2  |
| - 90° d'inclinaison | 61  | 72  | 1,2  |

### ■ Structure

Vitrage isolant double avec lamelles en aluminium dans l'espace interstitiel.

Différents systèmes d'entraînement permettent d'abaisser, de relever, de retourner et de tourner les lamelles. La commande de plusieurs unités de stores est également possible.

### ■ Entraînement

Chaînette, manivelle, bouton rotatif, moteur

### ■ Mesure

Tenir compte des variantes d'exécution !

Dans le cas de vitrages d'une surface de plus de 4 m<sup>2</sup>, un double store est prévu. La largeur maximale avec un store

est de 2600 mm (2 200 mm en cas d'entraînement manuel).

Dimensions maximales de fabrication sur demande.

### ■ Épaisseur

Verre extérieure :

Verre float 6 mm

Verre intérieur :

Verre float 6 mm

$\epsilon_n = 0,03$

Espace interstitiel :

27 / 32 mm

Épaisseur totale de recouvrement : 39 / 44 mm

→ Les épaisseurs de verre doivent être déterminées, selon les exigences statiques.

### ■ Coloris

9 couleurs fondamentales (autres couleurs sur demande)

Naturellement, le système de stores peut être combiné à toutes les autres fonctions des vitrages isolants UNIGLAS®. Il peut s'utiliser, entre autres, avec du verre de sécurité trempé, feuilleté, du verre d'ornement, du verre alarme, du verre insonorisé, du verre anti-feu, du verre de protection solaire ou du verre de protection thermique.

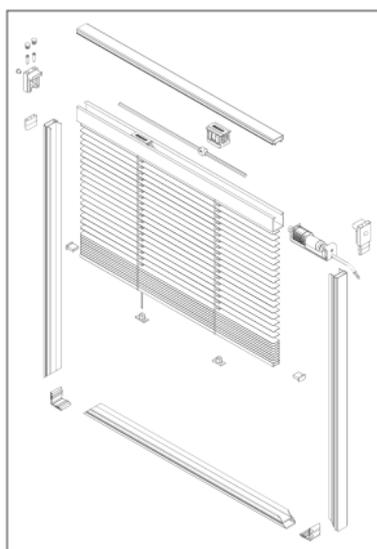
### Possibilités offertes par le système

Le système standard présente un entraînement motorisé. Il est possible de tourner et de retourner, de relever et d'abaisser les lamelles. Les systèmes avec entraînement manuel peuvent être tournés ou retournés (actionnement par bouton rotatif) ou être également relevés et abaissés (actionnement par chaînette ou manivelle).

### Systèmes d'entraînement

#### UNIGLAS® | SHADE Système de stores TYPE I-06 / PG-98

##### Type I-06 / PG-98



#### ■ Fonctions

- Lever
- Tourner
- Abaisser
- Retourner

Pour les zones des toitures et les vitrages inclinés à partir de 12°, une variante TOIT est disponible. Son entraînement est effectué au moyen de deux moteurs 24 DC. Il est possible de retourner et de tourner les lamelles. Des câbles de tension verticaux et horizontaux garantissent un fonctionnement sûr du système, pour la quasi-totalité des situations de montage.

Le système de stores UNIGLAS® | SHADE peut également être réalisé en tant que vitrage isolant triple, doté de remarquables propriétés physiques. Pour ce faire, le store est placé dans l'espace interstitiel extérieur. Ce système permet d'obtenir des valeurs  $U_g$  jusqu'à 0,6 W/m<sup>2</sup>K, ce qui représente la solution optimale pour les bâtiments modernes pourvus de grandes surfaces vitrées.

#### ■ Dimensions

- l env. 400 à 3 200 mm
- H env. 300 à 3 000 mm

#### ■ Lamelle

- Largeur : 16 mm
- Épaisseur : 0,21 mm

#### ■ Données du moteur

- Moteur encodeur PG-98 24 Volts / DC avec câble de raccordement à 4 fils
- Longueur de câble standard 4 m, autres longueurs possibles
- Unité du moteur et de l'entraînement aisément interchangeables

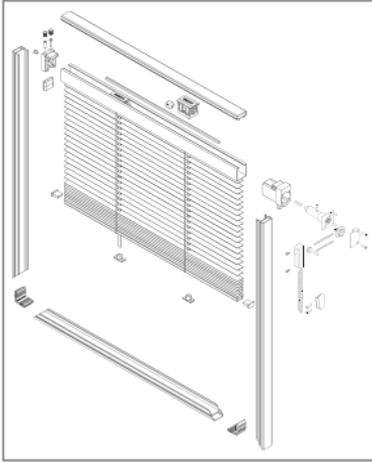
#### ■ Parties électriques

- Transformateur 24 volts / DC pour jusqu'à 8 entraînements en même temps
- Relais de commande IV pour commande centrale, groupée et individuelle

## Systèmes d'entraînement

## UNIGLAS® | SHADE Système de stores TYPE I-10 Chaînette

## Type I-10 Chaînette



## ■ Fonctions

- Lever
- Tourner
- Abaisser
- Retourner

## ■ Dimensions

- l env. 400 à 2 200 mm
- H env. 300 à 2 700 mm

## ■ Lamelle

- Largeur : 16 mm
- Épaisseur : 0,21 mm

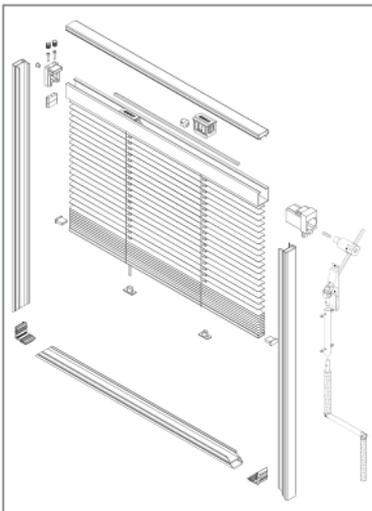
## ■ Chaînette

- Chaînette disponible dans les coloris blanc, gris, noir, et transparent
- La longueur standard de la chaînette fait env. 2/3 de la hauteur du vitrage
- En cas de stores lourds, la chaînette est fixée avec un support spécial
- Maniement pratique et facile
- Support de chaînette inclus dans le champ de livraison

## Systèmes d'entraînement

## UNIGLAS® | SHADE Système de stores TYPE I-09 Manivelle

## Type I-09 Manivelle



## ■ Fonctions

- Lever
- Tourner
- Abaisser
- Retourner

## ■ Dimensions

- l env. 400 à 3 200 mm
- H env. 300 à 2 700 mm

## ■ Lamelle

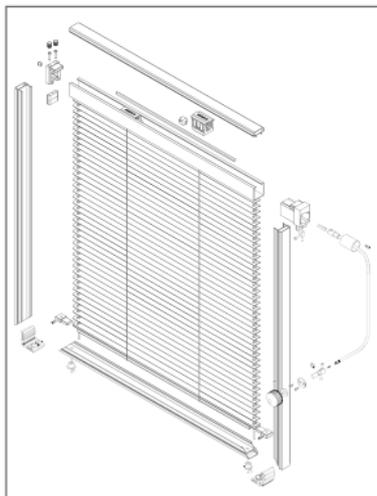
- Largeur : 16 mm
- Épaisseur : 0,21 mm

## ■ Manivelle

- Manivelle standard, coloris gris
- La longueur standard de la manivelle fait env. 2/3 de la hauteur de la vitre
- Manivelle également disponible en version amovible
- Utilisation facile
- Support de manivelle inclus dans le champ de livraison

## Systèmes d'entraînement UNIGLAS® | SHADE Système de stores TYPE I-11 Bouton rotatif

### Type I-11 Bouton rotatif



#### ■ Fonctions

- Tourner
- Retourner

#### ■ Dimensions

- l env. 300 à 3 200 mm
- H env. 300 à 2 700 mm

#### ■ Lamelle

- Largeur : 16 mm
- Épaisseur : 0,21 mm

#### ■ Bouton rotatif

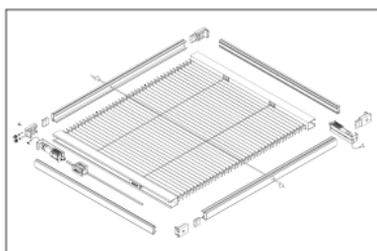
- Coloris du bouton rotatif standard : gris argenté
- Longueur de l'arbre flexible réglable selon les besoins

Le système de bouton rotatif pour « tourner » et « retourner » se destine à une utilisation dans les bureaux, les salles de conférences et de réunion.

En tant que séparateur d'espace ou cloison, le système avec bouton rotatif protège des regards indiscrets tout en permettant un degré de transparence réglable individuellement.

## Systèmes d'entraînement UNIGLAS® | SHADE Système de stores TYPE I-Toiture

### Type I-Toiture



#### ■ Fonctions

- Tourner
- Retourner

#### ■ Dimensions

- l env. 400 à 1 000 mm
- H env. 300 à 2 500 mm

#### ■ Lamelle

- Largeur : 16 mm
- Épaisseur : 0,21 mm

#### ■ Données du moteur

- Moteur encodeur PG-98 24 Volts / DC avec inverseur et câble de raccordement à 2 fils
- Longueur de câble standard 4 m, autres longueurs possibles
- Unité du moteur et d'entraînement aisément interchangeables

#### ■ Parties électriques

- Transformateur 24 volts / DC pour jusqu'à 8 entraînements en même temps
- Relais de commande à impulsion IV pour commande centrale, groupée et individuelle



Le système I-Toiture a été spécialement conçu pour les différentes applications dans les zones de toiture.

La présence de câbles en acier verticaux et horizontaux empêche le contact entre le store et le verre.

L'installation d'un moteur supplémentaire, monté en diagonale dans le deuxième caisson du système, permet de « tourner » et de « retourner » simultanément l'ensemble de la surface du store.

#### 6.4.2 UNIGLAS® | SHADE Vitrage avec store en toile

Le système de films UNIGLAS® | SHADE est un nouveau système innovant de volet roulant, basé sur des développements et des expériences de la technologie spatiale. Dans le cas de l'isolation des satellites, l'utilisation de films dotés d'un revêtement spécial garantit une protection solaire et thermique élevée.

Le système de films UNIGLAS® | SHADE est un système à commande électrique qui est entièrement intégré dans l'espace interstitiel d'une unité de vitrage isolant. Ultra fin et doté d'ondulations caractéristiques, le film en polyester métallisé sous vide à l'aluminium confère à l'unité de volet roulant un aspect incontestablement élégant.

Grâce à sa polyvalence, le système de films UNIGLAS® | SHADE présente une utilisation universelle; qu'il s'agisse d'immeubles de bureaux ou de bâtiments commerciaux pourvus de postes de travail avec écran, de salles de conférence, d'hôpitaux, de rési-

dences et de jardins d'hiver, en vue d'une protection solaire, contre les regards ou contre l'éblouissement, ainsi que dans l'optique d'une isolation thermique supplémentaire. La commande du volet roulant peut être effectuée manuellement, au moyen d'une télécommande ou bien grâce à une régulation entièrement automatique, avec des microprocesseurs resp. des commandes de bus.

L'enroulement et le déroulement du dispositif de volet roulant électrique permet de bénéficier de différentes fonctions individuelles selon la situation - protection solaire, thermique, protection contre les regards ou l'éblouissement. Outre la commande standard reliée au secteur, il existe également une variante solaire du système de films UNIGLAS® | SHADE, qui permet d'actionner le volet roulant de façon indépendante du réseau. Pour ce faire, on trouve un accumulateur qui est constamment rechargé par une cellule photovoltaïque intégrée dans le vitrage isolant.

#### Mode de fonctionnement

Ondulé et semi-transparent, le système de films UNIGLAS® | SHADE réfléchit le rayonnement solaire qui arrive sur la surface du verre, et empêche ainsi le réchauffement excessif des pièces qui se trouvent derrière. Ce faisant, durant les mois d'été, l'on

bénéficie de coûts considérablement réduits en ce qui concerne la climatisation, très gourmande en énergie.

Doté d'un revêtement ultra-réfléchissant, le film de protection solaire du système de films UNI-

Le film semi-transparent permet de voir vers l'extérieur



GLAS® | SHADE protège l'intérieur de la pièce des regards indiscrets, sans que la luminosité de la pièce et la visibilité vers l'extérieur ne soient altérées. En vue d'une protection absolue contre les regards, quelques soient les conditions de luminosité, on trouve aussi un film opaque, disponible en option, et servant également d'assombrissement. La transmission de lumière et le marquage ondulé homogène du système de films UNIGLAS® | SHADE empêchent l'éblouissement causé par la lumière du soleil, tout en créant des conditions de luminosité agréables à l'intérieur, permettant un travail sans fatigue et sans reflet sur les ordinateurs.

En comparaison aux vitrages traditionnels de protection thermique, le montage du système de films UNIGLAS® | SHADE permet d'atteindre une réduction considérable du coefficient de transmission thermique. De plus, lors des périodes de chauffage, le fait de baisser les volets roulants du système de films UNIGLAS® | SHADE permet de réduire les pertes de chaleur de 18% dans le cas d'un vitrage isolant double, ce qui contribue favorablement à faire diminuer la facture de chauffage. Le dispositif de volet roulant

compact avec système de films UNIGLAS® | SHADE est le seul système de protection solaire à allier une protection solaire et anti-éblouissement ultra efficace à une amélioration aussi considérable de l'isolation thermique, ce qui contribue également à des économies d'énergie significatives.

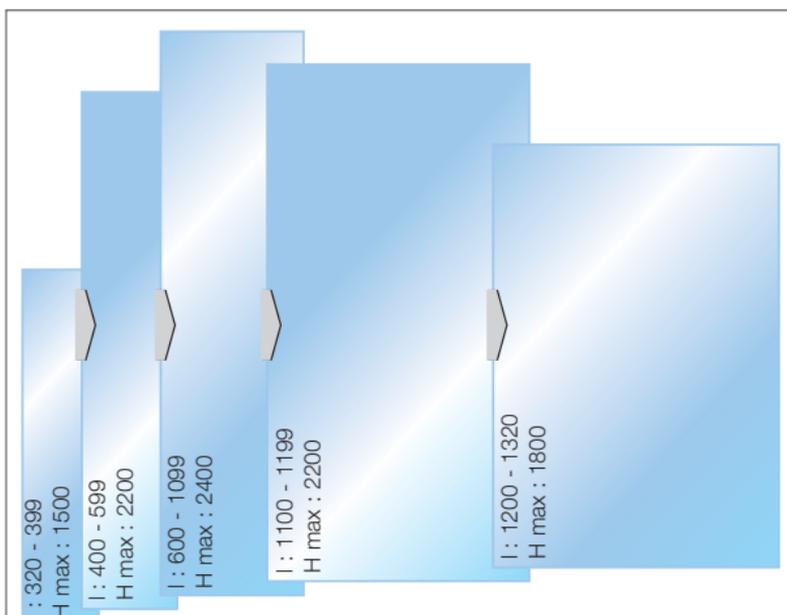
Grâce à ses avantages de construction, le système de films UNIGLAS® | SHADE n'altère en rien l'aspect des façades.

### Avantages de construction, arguments :

- Entièrement sans entretien ; aucun frais d'entretien ou de nettoyage
- Aucun bruit dû au vent, aucun risque d'être endommagé en cas de fort vent
- En présence de vent, ne se soulève pas comme les stores extérieurs
- Aucun risque de vandalisme dans les bâtiments ouverts au public
- Pas d'altération de l'aspect des façades, étant donné qu'aucune structure n'est nécessaire

- Pas d'ombre « striée » comme avec les systèmes de stores
- Qualité de vision imbattable, aucun autre produit comparable sur le marché
- Aspect élégant
- Aspect neutre de loin
- L'assombrissement homogène, offre une protection anti-éblouissement optimale pour le travail sur écran, tout en permettant la vue vers l'extérieur.
- La faible valeur g permet d'économiser de l'énergie de climatisation en été
- Protection solaire variable lorsque cela est nécessaire
- Protection efficace contre la chaleur en été
- Été : Soulage les installations de climatisation et permet ainsi une réduction des coûts
- Économies d'énergie en hiver durant la nuit : Le film fermé entraîne une amélioration de la valeur U du vitrage isolant, de l'ordre de 0,2 – 0,3 W/m<sup>2</sup>K
- Protection anti-éblouissement conforme à l'ordonnance sur les lieux de travail concernant les postes de travail avec écran
- 3 variantes de type de film ; de transparent à sombre
- Mécanique dissimulée par d'étroites bandes assorties au cadre de la fenêtre
- Montage facile dans la quasi-totalité des systèmes de fenêtres, épaisseur totale à partir de 28 mm
- Le vitrage isolant triple avec système de films UNIGLAS® | SHADE est déjà installé aujourd'hui en tant que standard
- Dans le cas de vitrage isolant triple, il est possible d'installer des profils intercalaires "warm edge" dans le 2ème espace interstitiel
- Installation durable dans des ouvrages de grande envergure sans défaut notable, ultra-résistant à l'usure
- Essai de charge continue depuis 5/2006, état au 6/2009 : 200 000 cycles (1 cycle = 1 x relevé, 1 x abaissé)
- Fonctionnement sûr grâce à la technologie avec courant continu de 24 volts
- Combinable aux autres systèmes de commande des fabricants connus
- Variante solaire : permet de faire l'économie de toutes les opérations de câblage, notamment en cas de travaux ultérieurs
- Variante solaire : Le pack de batteries et la commande peuvent être encastrés dans le vantail
- Variante solaire : Utilisation avec commande à distance ou clavier souple à membrane
- Variante solaire : Sécurité de fonctionnement également du côté Nord, avec une réserve de marche d'environ 2 mois pour une utilisation normale.

## Dimensions réalisables, limites de dimensions recommandées [mm]



Possibilité d'avoir des dimensions divergeant des hauteurs / largeurs min. / max. recommandées, après accord.

Dimensions max. absolues = 1320 x 2400 mm, possibles après accord. Dimensions min. absolues = 230 mm, voire moins après accord.

Largeur minimale recommandée avec cellule photovoltaïque = 560 mm ; possible avec  $\frac{1}{2}$  cellules photovoltaïques 300 mm, capacité de chargement limitée au pack de batteries.

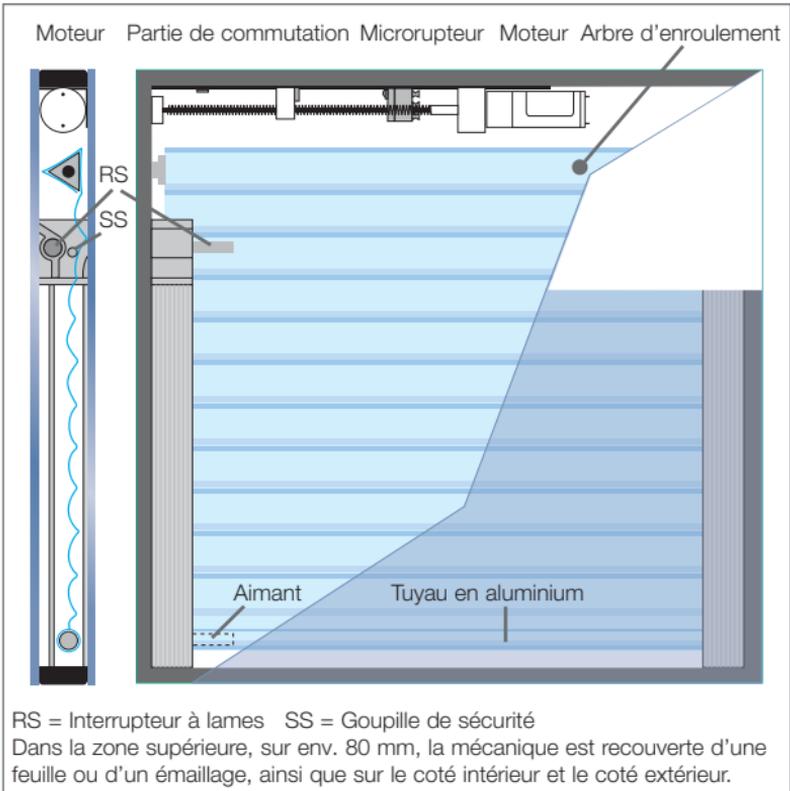
## Données physiques à titre de comparaison – Système de films UNIGLAS® | SHADE

| Caractéristiques physiques (selon EN 410)  | Symbole  |
|--|----------|
| Structure du verre   |          |
| Coefficient de transmission thermique ( $W/m^2K$ )                               | $U_g$    |
| Coefficient de transmission lumineuse pour la lumière normale D65 (%)            | $\tau_v$ |
| Coefficient de réflexion lumineuse pour la lumière normale D65* (%)              | $\rho_v$ |
| Coefficient de réflexion lumineuse pour la lumière normale D65** (%)             | $\rho_v$ |
| Degré de transmission de rayonnement pour le rayonnement global (%)              | $l_e$    |
| Degré de réflexion de rayonnement pour le rayonnement global* (%)                | $\rho_e$ |
| Degré de réflexion de rayonnement pour le rayonnement global** (%)               | $\rho_e$ |
| Dégagement de chaleur secondaire vers l'intérieur pour le rayonnement global (%) | $q_i$    |
| Coefficient global de transmission d'énergie pour le rayonnement global (%)      | $g$      |
| Facteur de réduction   | $F_c$    |
| Coefficient de transmission UV (%)   | $I_{uv}$ |
| Indice général du rendu des couleurs (DIN 6169) (%)                              | $R_a$    |
| Shading coefficient (= $g/0,8$ )   | sc       |

## Dimensions possibles en mm (SZR 20 mm)

|               |         |         |          |           |           |
|---------------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| Largeur max.: | 320-399 | 400-599 | 600-1099 | 1100-1199 | 1200-1320 |
| Hauteur max.: | 1500    | 2200    | 2400     | 2200      | 1800      |

**UNIGLAS® | SHADE Système de films, aperçu général, coté intérieur**



OD (Densité optique) = 1,1 / 2 / 4

| Vitrage isolant thermique double avec système de films SHADE |      |      |                | Vitrage isolant thermique triple avec système de films SHADE |      |      |                     |
|--|------|------|----------------|--|------|------|---------------------|
| sans   |      |      | sans           |  |      | sans |                     |
| OD 1.1   | OD 2 | OD 4 | OD 1.1         | OD 2   | OD 4 | OD 4 | OD 4                |
| 4-20-4   |      |      | 4-16-4 Premium | 4-20-4-12-4***   |      |      | 4-16-4-16-4 Premium |
| 0,9  | 0,9  | 0,9  | 1,1            | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6                 |
| 6,0  | 0,7  | 0,0  | 79,7           | 6,0  | 0,7  | 0,0  | 70,1                |
| 79,0   | 79,0 | 88,0 | 12,1           | 79,0   | 79,0 | 88,0 | 15,0                |
| 62,0   | 72,0 | 81,0 | 12,3           | 62,0   | 72,0 | 81,0 | 15,3                |
| 4,0  | 0,6  | 0,1  | 53,4           | 4,0  | 0,6  | 0,1  | 41,8                |
| 66,0   | 74,0 | 74,0 | 27,0           | 66,0   | 74,0 | 74,0 | 32,4                |
| 54,0   | 61,0 | 67,0 | 27,8           | 54,0   | 61,0 | 67,0 | 32,4                |
| 6,0  | 7,0  | 3,0  | 8,2            | 6,0  | 7,0  | 3,0  | 7,5                 |
| 10,0   | 7,0  | 3,0  | 61,7           | 10,0   | 7,0  | 3,0  | 49,4                |
| 0,16   | 0,11 | 0,05 | -              | 0,20   | 0,14 | 0,06 | -                   |
| 3,0  | 0,8  | 0,0  | 32,0           | 3,0  | 0,8  | 0,0  | 20,0                |
| 82,0   | 64,0 | -    | 97,0           | 82,0   | 64,0 | -    | 95,7                |
| 0,11   | 0,08 | 0,03 | 0,67           | 0,11   | 0,08 | 0,03 | 0,53                |

\* Rayonnement de l'extérieur

\*\* Rayonnement de l'intérieur \*\*\* Valeurs analogues, car absence de certificat d'essai

Toutes les valeurs calculées sont uniquement données à titre indicatif, elles ne constituent aucune garantie pour le produit final. Les compositions des verres indiquées ne constituent aucune garantie quant à la disponibilité du produit.



## 6.5 Utilisations spéciales exécutées en verre simple

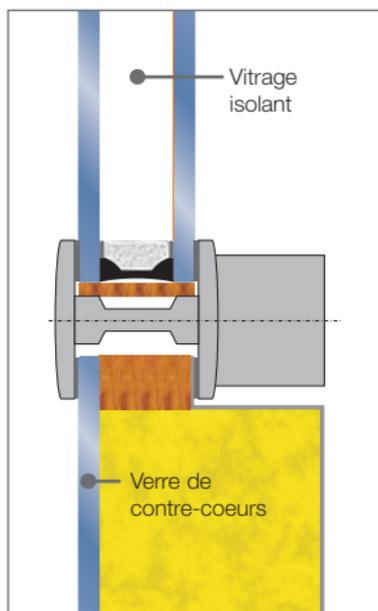
Outre l'utilisation de verres de protection solaire en tant que vitrages isolants dans des enveloppes climatiques, on trouve aussi des couches hardcoating sur VSG ou certaines couches softcoating encapsulées dans des films feuilletés, par ex. au dessus de pergolas, ainsi qu'en tant qu'application de verre simple.

Dans les zones des acrotères et des contre-coeurs les verres initialement transparentes peuvent être rendues opaques au moyen d'un émaillage ou parfois d'un vernis. Ce processus permet d'assortir les coloris aux éléments environnants, dans la

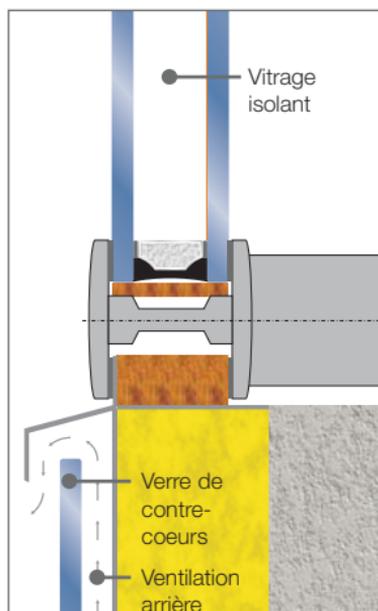
couleur de réflexion. Ainsi, il est possible d'installer des plaques des façades en tant que mur-rideau neutre ou coloré. Celles-ci sont installées en tant que protection extérieure contre les intempéries, généralement devant des zones d'acrotères ou de contre-coeurs et s'harmonisent ainsi avec le reste des surfaces vitrées transparentes à proximité.

Selon les exigences, le modèle peut être réalisé en verre feuilleté, en verre d'ornement - dans certains cas exceptionnels -, en verre de sécurité trempé ou en verre de sécurité feuilleté.

**Façade non ventilée  
(coupe du système)**



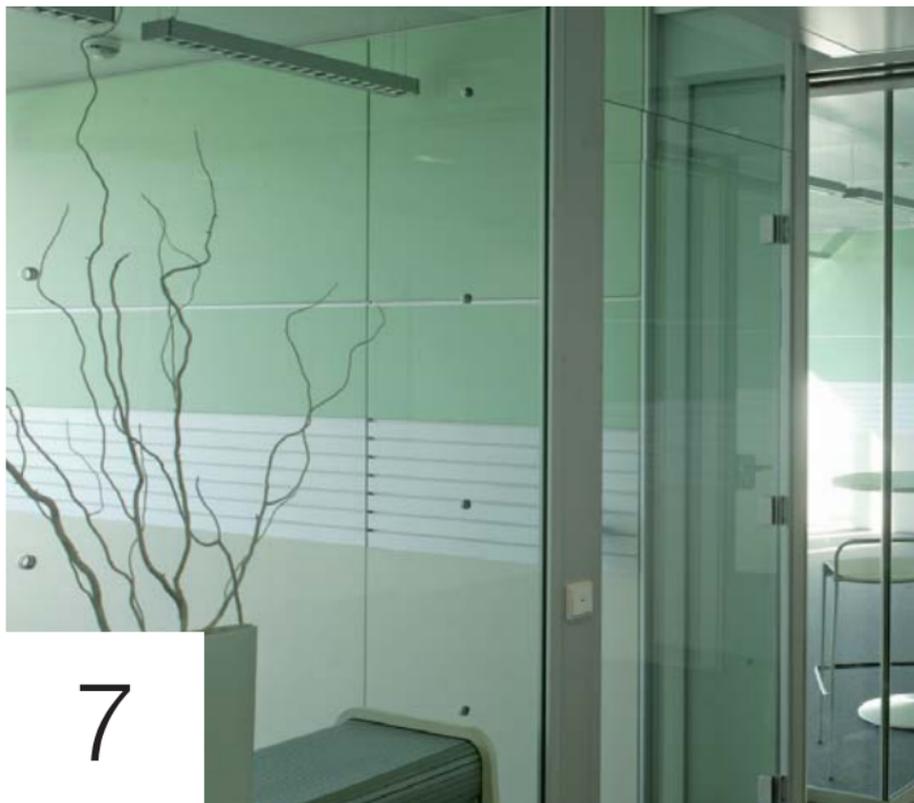
**Façade ventilée  
(coupe du système)**





Exemple d'application







|   |     |
|---|-----|
| <b>7.1 Principes</b> .....                                  | 106 |
| <b>7.2 Utilisations spéciales du verre de protection</b> .. | 107 |
| 7.2.1 Résistance contre les lancers de balles .....         | 107 |
| 7.2.2 Vitrage des ascenseurs .....                          | 107 |
| 7.2.3 Dalles de verre praticables et accessibles .....      | 108 |
| 7.2.4 Classification des verres de protection .....         | 110 |

## 7. Sécurité

Les surfaces vitrées représentent souvent le point faible de l'enveloppe du bâtiment face aux attaques de toute sorte. Des verres isolants de haute qualité dotés d'une sécurité active et/

ou passive confèrent à l'ouvrage, ainsi qu'aux personnes qui s'y trouvent, une protection contre les effractions, les coups de feu et les explosions.

### 7.1 Principes

La sécurité passive offre d'une part une protection contre les éclats, et donc contre les blessures en cas de casse d'une vitre. Par exemple, dans le cas des vitrages présents dans les écoles et les jardins d'enfants, ou également dans le cas des vitrages de portes.

D'autre part, la sécurité passive permet également d'empêcher les personnes et les objets de traverser le verre en cas d'impact, et garantit ainsi une sécurité anti-chute (cf. → chapitre 9.7).

Un troisième type de sécurité passive consiste à appliquer du verre isolant dans les zones à l'horizontale, où il faut éviter la chute de morceaux de verre en cas de casse. Tous les vitrages présentant des angles d'inclinaison  $> 10^\circ$  sont considérés comme des vitrages horizontaux (cf. → chapitre 9.6).

Les vitrages horizontaux sur lesquels il s'avère nécessaire de monter brièvement en vue d'effectuer des travaux d'entretien ou de nettoyage doivent satisfaire aux exigences des associations préventives des accidents

du travail. Durant l'intervention de personnes sur des surfaces vitrées, l'accès à la surface située en dessous doit être bloqué. Les principes de contrôle doivent être basés sur la GS-BAU-18, édition de février 2001.

En revanche, la sécurité active implique la résistance du vitrage face à des attaques définies de pénétration. Les exigences relatives à la sécurité active sont clairement régies par des normes ou par les exigences de l'association des assureurs incendie, accidents et risques divers (VdS) et classés en catégories. La classification va de la protection contre les bris de vitre, les perforations et les projectiles, jusqu'à la protection anti-explosions (voir → chapitre 7.2.4).

Ces systèmes éprouvés de sécurité sont disponibles avec les verres de sécurité UNIGLAS® | SAFE. Outre la protection définie, ces verres peuvent également être transformés en verres isolants, et présenter les fonctions de protection thermique, acoustique et / ou solaire.

## 7.2 Utilisations spéciales du verre de protection

Naturellement, on trouve également des applications transparentes de sécurité en dehors de la gamme des verres isolants de sécurité. Ce faisant, il est possible d'obtenir un modèle doté des caractéristiques spécifiques VSG, ESG, TVG, ou

bien d'une combinaison de ces verres. Outre les remplissages de garde-corps classiques et les protections anti-chute (voir → chapitre 9.7), une grande attention doit toujours être accordée aux domaines suivants :

### 7.2.1 Résistance contre les lancers de balles

Les verres de sécurité tels que VSG et ESG présentent des caractéristiques anti-lancers de balles, conformes à la norme 18032-3.

Conformément à la norme DIN 18032-3, les verres sont soumis à des lancers au moyen des appareils de contrôle suivants :

#### ■ Balle de handball

425 à 475 g, diamètre de 185 à 191 mm

#### ■ Balle de hockey

156 à 163 g, diamètre de 70 à 75 mm

Les vitres testées sont soumises à 54 lancers avec la balle de handball, et à 12 lancers avec la balle de hockey, et doivent rester intactes. C'est la personne en charge du contrôle qui décide des zones ciblées par les tirs. Les points faibles sont délibérément exposés à des contraintes supplémentaires.

### 7.2.2 Vitrage des ascenseurs

Les ascenseurs transparents sont actuellement très en vogue. En vue de leur réalisation, une multitude d'ordonnances, de règlements et de directives doivent toutefois être respectés. En principe, il faut observer l'ordonnance sur les ascenseurs (AufzV) 6/98 en lien avec la BGBl. I S. 1410, récemment modifiée par l'art. 332 de la loi du 29.10.2001 (BGBl. I S. 2785), ainsi que la directive européenne sur les ascenseurs 95/16 CE 7/99. De plus, les normes EN 81-1 02/99 et EN 81-2 02/99 « Règles de sécurité pour la construction et le montage d'ascenseurs » doivent être appliquées. En Allemagne, il faut également respecter les réglementations locales sur la construction (LBO)

de chaque Land, notamment en ce qui concerne la zone du garde-corps.

La cabine et la cage d'ascenseur sont soumises à différentes exigences :

Dans le cas d'une cage en verre, il faut une attestation de stabilité conforme à EN 81, relative à une force appliquée de 300 N sur une surface de 5 cm<sup>2</sup>. Dans le cas des cages extérieures soumises à des charges de vent, il faut prendre en compte ces dernières, la force d'attaque étant augmentée.

Selon les dimensions de la cabine, les parois fixes disposées sur tous les côtés de l'ascenseur

requièrent différentes exigences en termes d'épaisseur du verre de sécurité feuilleté, qui peut être réalisé en verre d'ornementation / verre float normal ou en verre ESG thermiquement trempé, dans la version VSG. Si les surfaces en verre s'arrêtent en dessous de la hauteur de la balustrade, à 1 m du sol, une main courante est nécessaire ; celle-ci ne doit cependant pas être fixée sur le verre.

### 7.2.3 Dalles de verre praticables et accessibles

On appelle vitrages accessibles, les constructions en verre sur lesquelles il s'avère nécessaire de monter brièvement, en vue d'effectuer des travaux d'entretien ou de nettoyage. Concernant ces vitrages, les critères de contrôle GS-BAU-18 (février 2001) de l'association principale des associations légales de prévention des accidents du travail (HVBG) doivent être appliqués.

Autrement, on trouve des vitrages destinés à une utilisation durable pour une circulation de personnes prévue. Une exception est toutefois régie par la TRLV 2006 ; selon celle-ci, seul du VSG composé d'au moins trois verres doit être utilisé. Le verre supérieur doit au moins être composée d'un ESG ou d'un TVG de 10 mm d'épaisseur et doté d'un traitement antiglisse, et ne doit pas être appliqué en tant que support, dans l'attestation de stabilité. Les deux verres inférieurs doivent présenter une épaisseur d'au moins 12 mm et être en verre

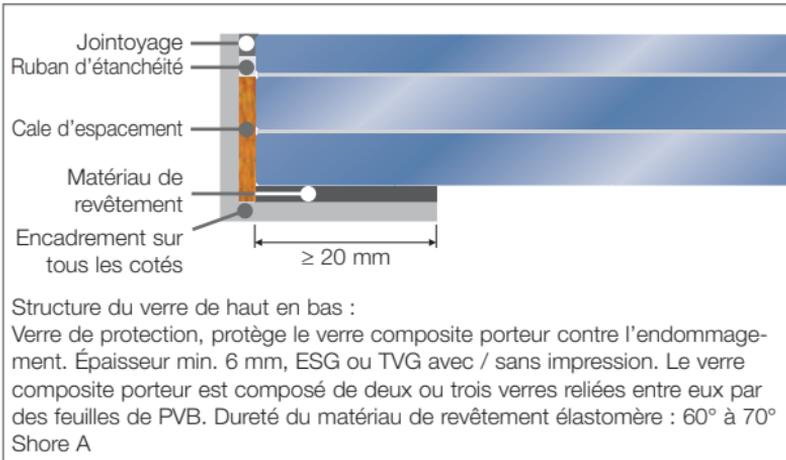
Les dispositions relatives aux portes d'ascenseur varient en fonction des types d'agencement - deux, trois ou quatre cotés - et définissent, à travers les épaisseurs minimales du verre, les largeurs et hauteurs maximales des portes VSG. Naturellement, tous les verres doivent être pourvus d'un marquage permanent.

float ou en TVG ; la longueur maximale est de 1 500 mm, la largeur maximale est de 400 mm. Les tensions s'exerçant sur le verre ne doivent pas dépasser les valeurs définies dans le tableau 2 de la TRLV (voir → chapitre 9.6).

Les vitrages des escaliers et / ou des estrades ne doivent pas être soumis à des charges continues élevées et il ne faut pas marcher dessus. De plus, leurs conditions d'utilisation ne doivent pas les exposer à un risque élevé de choc.

La prise en feuillure doit être assurée de façon linéaire sur tous les cotés et faire au moins 30 mm, tandis que l'épaisseur de la feuille entre les verres doit être de 1,52 mm. Il ne faut pas tenir compte d'un cisaillement du verre feuilleté. Les perçages ou échancrures ne sont pas autorisés. En outre, les arêtes doivent être protégées. À l'état intact, la courbure maximale ne doit pas dépasser 1/200 de la largeur de portée.

## Verres recommandés et composition



Il est à tout moment possible de réaliser des vitrages praticables dans d'autres dimensions et soumis à d'autres conditions. Toutefois, étant donné qu'il s'agit ici d'un produit de construction non réglementé, un accord au cas par cas doit être demandé, celui-ci devant

alors être accordé par l'autorité administrative supérieure du pays (voir → chapitre 9).

L'obtention de cet accord au cas par cas implique de satisfaire au modèle statique éprouvé et à la décision des experts quant à la résistance résiduelle.

## Exemple d'application



## 7.2.4 Classification des verres de protection

Les verres anti-bris sont contrôlés au moyen d'une balle en acier de 4,05 à 4,17 kg et d'un diamètre entre 98 et 102 mm.

Selon la classification concernée, on laisse tomber la balle de différentes hauteurs, en nombre variable, exactement sur le même endroit du verre testé.

| Catégorie de résistance selon EN 356 | Hauteur de chute [mm] (zone ciblée) |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| P1 A                                 | 1.500 (3)                           |
| P2 A                                 | 3.000 (3)                           |
| P3 A                                 | 6.000 (3)                           |
| P4 A                                 | 9.000 (3)                           |
| P5 A                                 | 9.000 (9)                           |

| Protection anti-effraction selon VdS | Hauteur de chute [mm] (zone ciblée) |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| EH 01                                | 9.500 (3)                           |
| EH 02                                | 12.500 (3)                          |

Lorsqu'une sécurité accrue s'avère nécessaire ou que cela est demandé par les assurances, des vitrages anti-effractions dotés des catégories de rési-

stance P6 B, P7 B et P8 B resp. VdS EH1, EH2 et EH3 sont utilisés. Le contrôle d'aptitude est effectué avec une hache de 2 kg mue par une machine. L'aspect décisif en vue de la classification est déterminé par le nombre de coups nécessaires afin de réaliser une ouverture de 400 x 400 mm dans le verre testé.

| Catégorie de résistance selon DIN / VdS | Impacts (au moins) |
|---|--------------------|
| P6 B / VdS EH1                          | 30                 |
| P7 B / VdS EH2                          | 51                 |
| P8 B / VdS EH3                          | 71                 |

Selon la classification concernée, les vitrages anti-projectiles sont soumis à des impacts au moyen de différentes armes et calibres, à chaque fois 3 X à une distance fixe. On effectue en outre une différenciation entre « sans éclats » (NS) et « éclats » (S).

Les vitrages anti-projectiles présentent également une protection anti-effraction élevée.

### ■ Classement anti-projectile EN 1063

| Calibre                  | Projectile  |  |
|--------------------------|-------------|--|
|                          | Type        |  |
| 0,22 LR                  | L/RN        | Projectile en plomb à tête ronde                                       |
| 9 mm x 19                | VMR/Wk      | Projectile blindé à tête plate, avec noyau souple                      |
| 0,357 Magn.              | VMKS/Wk     | Projectile blindé à tête conique, avec noyau souple                    |
| 0,44 Magn.               | VMF/Wk      | Projectile blindé à tête plate, avec noyau souple                      |
| 5,56 x 45                | FJ/PB/SCP 1 | Projectile blindé à tête pointue avec noyau souple et inserts en acier |
| 7,62 x 51                | VMS/Wk      | Projectile blindé à tête pointue, avec noyau souple                    |
| 7,62 x 51                | VMS/Hk      | Projectile blindé à tête pointue, avec noyau dur                       |
| Fusil à grenaille 12/70* | Brenneke    |  |
| Fusil à grenaille 12/70  | Brenneke    |  |

\* Le contrôle est effectué au moyen d'un seul tir.

EN 13541 définit les exigences et les procédés de contrôle des vitrages de sécurité résistants à une explosion. Le classement est uniquement valable pour

une dimension du corps d'essai d'environ 1 m<sup>2</sup>. La structure du verre confère en outre une protection anti-bris et anti-perforation élevée.

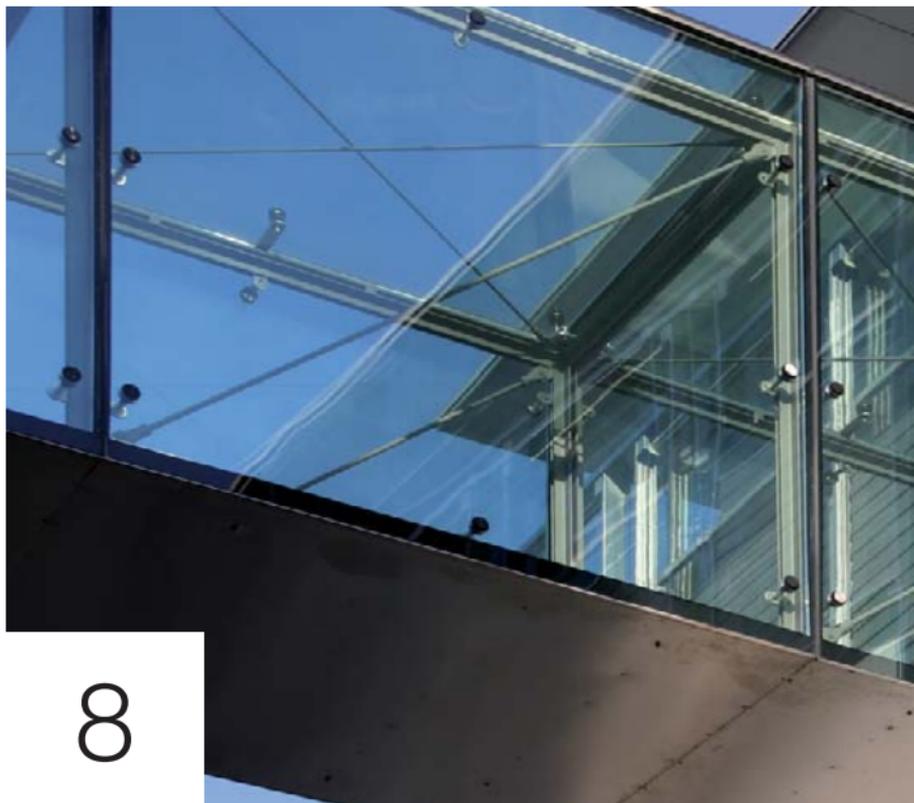
### ■ Classement Résistant à l'explosion selon EN 13 541

| Indicatif de la catégorie | Propriétés de l'onde de choc plate                     |                      |   |
|---------------------------|--|----------------------|---|
|                           | Valeur minimale de /des                                |                      |   |
|                           | pression(s) max. pos. de l'impulsion Onde de choc (Pr) | pos. spécifique (i+) | Durée de la phase de pression pos. (t+) |
|                           | [kPa]  | [kPa x ms]           | [ms]                                    |
| ER 1                      | 50 ≤ Pr < 100  | 370 ≤ i+ < 900       | ≥ 20                                    |
| ER 2                      | 100 ≤ Pr < 150   | 900 ≤ i+ < 1500      | ≥ 20                                    |
| ER 3                      | 150 ≤ Pr < 200   | 1500 ≤ i+ < 2200     | ≥ 20                                    |
| ER 4                      | 200 ≤ Pr < 250   | 2200 ≤ i+ < 3200     | ≥ 20                                    |

### Essai de perforation avec une hache



| Mesure [g]   | Catégorie de tir  |                  | Distance de tir [m] | Vitesse [m/s] |
|--------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------|
|              | Présence d'éclats | Absence d'éclats |                     |               |
| 2,6 ± 0,10   | BR1-S             | BR1-NS           | 10                  | 360 ± 10      |
| 8,0 ± 0,10   | BR2-S             | BR2-NS           | 5                   | 400 ± 10      |
| 10,25 ± 0,10 | BR3-S             | BR3-NS           | 5                   | 430 ± 10      |
| 15,55 ± 0,10 | BR4-S             | BR4-NS           | 5                   | 440 ± 10      |
| 4,0 ± 0,10   | BR5-S             | BR5-NS           | 10                  | 950 ± 10      |
| 9,45 ± 0,10  | BR6-S             | BR6-NS           | 10                  | 830 ± 10      |
| 9,75 ± 0,10  | BR7-S             | BR7-NS           | 10                  | 820 ± 10      |
| 31,0 ± 0,50  | SG1-S *           | SG1-NS *         | 10                  | 420 ± 20      |
| 31,0 ± 0,50  | SG2-S             | SG2-NS           | 10                  | 420 ± 20      |



# 8

|  |     |
|--|-----|
| <b>8.1 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® pour le vitrage isolant</b> . . . . .        | 114 |
| 8.1.1 UNIGLAS®   SHIELD . . . . .  | 114 |
| <b>8.2 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® pour les avant-toits en verre.</b> . . . . . | 115 |
| 8.2.1 UNIGLAS®   OVERHEAD . . . . .  | 115 |
| <b>8.3 Systèmes de fixation par points UNIGLAS®</b> . . . . .                                | 118 |
| 8.3.1 GM PICO . . . . .  | 118 |
| 8.3.2 GM PICO KING . . . . .   | 119 |
| 8.3.3 GM PICO LORD . . . . .   | 121 |
| 8.3.4 GM PUNTO . . . . .   | 122 |
| 8.3.5 GM POINT P 60/22 SP . . . . .  | 125 |
| 8.3.6 GM POINT P 80/29 SP . . . . .  | 126 |
| 8.3.7 Autres systèmes de fixation par points en aperçu . . . . .                             | 127 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>8.4 UNIGLAS®   STYLE</b> .....   | 128 |
| 8.4.1 GM TOPROLL 100 .....  | 128 |
| 8.4.2 GM TOPROLL 100 SHIELD .....   | 130 |
| 8.4.3 GM TOPROLL SMART .....  | 131 |
| 8.4.4 GM TOPROLL 10/14 .....  | 132 |
| 8.4.5 GM ZARGENPROFIL .....   | 133 |
| 8.4.6 GM LIGHTROLL 6/8 .....  | 134 |
| 8.4.7 GM LIGHTROLL 10/12 .....  | 135 |
| 8.4.8 FERRURES pour portes battantes et<br>installations tout verre ..... | 136 |
| 8.4.9 GM RAILING® .....   | 137 |
| 8.4.10 GM RAILING® SOLO .....   | 138 |
| 8.4.11 GM RAILING® Aperçu .....   | 140 |
| <b>8.5 only glass® LightCube –<br/>Sièges et objets d'art</b> .....       | 142 |

## 8 Systèmes UNIGLAS®

### 8.1 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® pour le vitrage isolant

#### 8.1.1 UNIGLAS® | SHIELD

UNIGLAS® | SHIELD vient mettre en mouvement l'univers des systèmes de fixation par points, aux exigences techniques et esthétiques élevées :

UNIGLAS® | SHIELD est mobile et permet au vitrage isolant de se déformer en cas de différences de pression d'air.

UNIGLAS® | SHIELD réduit les pertes de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur, grâce à une isolation thermique. Le joint double situé dans le joint périphérique et dans la zone de la fixation par points constitue une des caractéristiques de qualité essentielles d'UNIGLAS® | SHIELD.

Le support en acier inoxydable séduit par sa forme épurée. La partie affleurée est disponible dans toutes les coloris Eloxal.

#### ■ Choix de verres

Outre les hardcoating, l'utilisation de verres avec revêtement Low-E (à faible émissivité) est également possible pour les UNIGLAS® | SHIELD.

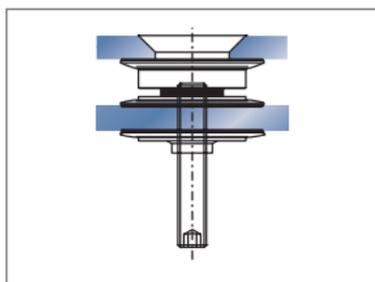
#### Support UNIGLAS® | SHIELD



#### ■ Caractéristiques techniques

|                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| Aperçu            | affleuré                        |
| Type              | mobile                          |
| Assiette          | Ø 60 mm                         |
| Désignation       | UNIGLAS®   SHIELD<br>45/60      |
| Coloris Eloxal    | noir / naturel                  |
| Parties rotatives | Acier inoxydable<br>1.4301, ALU |
| Plastique         | Polyamide 6 naturel             |
| Vis               | Acier inoxydable<br>(1.4301)    |

#### Coupe du système



#### UNIGLAS® | SHIELD



## 8.2 Systèmes de fixation par points UNIGLAS® pour les avant-toits en verre

### 8.2.1 UNIGLAS® | OVERHEAD

Le système de ferrures UNIGLAS® | OVERHEAD, doté d'un agrément technique général pour l'Allemagne (UNIGLAS® | OVERHEAD n° abZ : Z-70.3-103) s'avère gagnant sur toute la ligne, grâce aux avantages suivants :

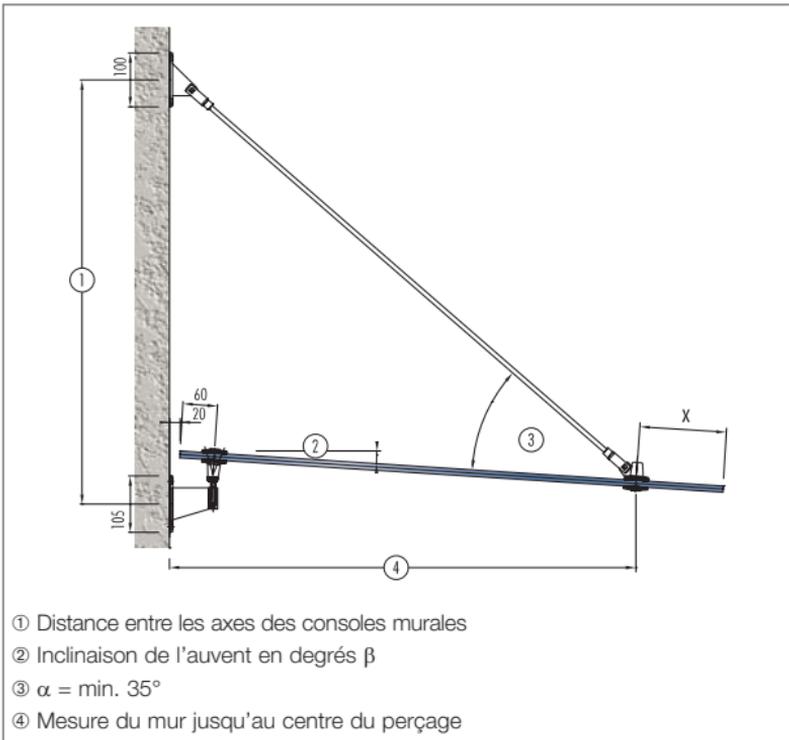
- Système unique avec 3 diamètres de support
- Diamètre le plus petit du support : 45 mm

- Agréé pour des charges de neige jusqu'à 1,5 kN/m<sup>2</sup>
- Grands formats possibles, par ex. jusqu'à 1800 x 4080 mm

#### ■ UNIGLAS® | OVERHEAD

|          |         |
|----------|---------|
| Type I   | Ø 45 mm |
| Type II  | Ø 60 mm |
| Type III | Ø 80 mm |

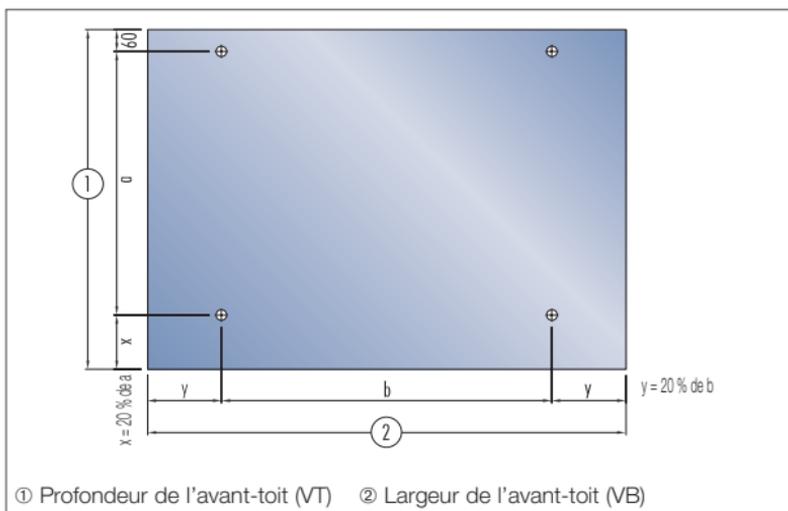
#### Aperçu du montage



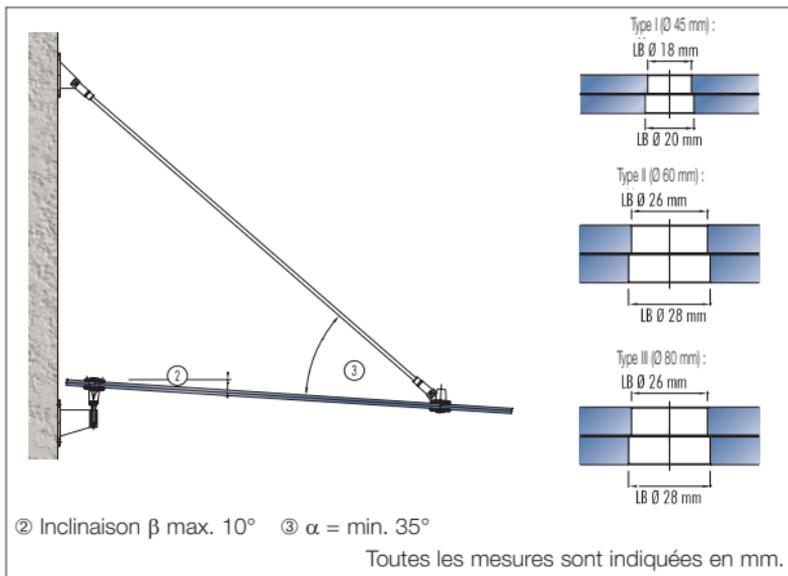
## Système d'avant-toit avec 2 barres de traction, Type I, Type II et Type III

Information sur l'agrément Z-70.3-103 (valable pour technique générale n° l'Allemagne).

### Modèle de perçage



### Aperçu du montage /perçage du verre



**Remarque importante :** Les valeurs sont uniquement valables si l'intégralité de l'agrément

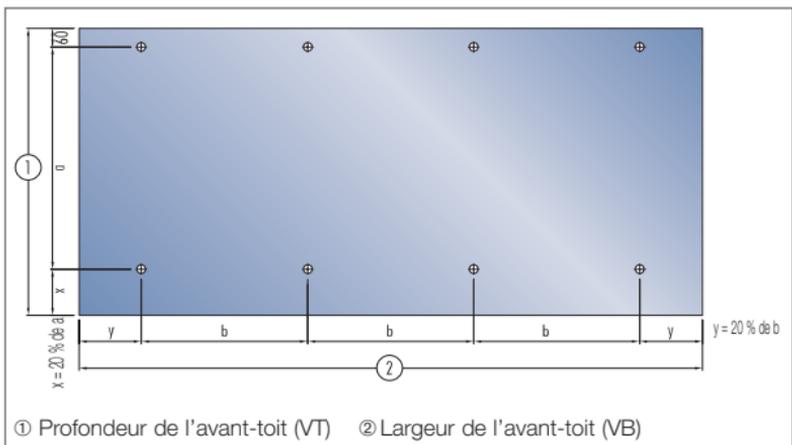
technique général est respectée. Sous réserve de modifications techniques !

| Type | a    | x   | VT   | b    | y   | VB   | Structure du verre | Charge de neige        |
|------|------|-----|------|------|-----|------|--------------------|------------------------|
| I    | 780  | 160 | 1000 | 1200 | 240 | 1680 | VSG 2x8 mm TVG     | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| I    | 780  | 160 | 1000 | 900  | 180 | 1260 | VSG 2x8 mm TVG     | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 950  | 190 | 1200 | 1200 | 240 | 1680 | VSG 2x8 mm TVG     | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 950  | 190 | 1200 | 900  | 180 | 1260 | VSG 2x8 mm TVG     | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 1120 | 220 | 1400 | 1300 | 260 | 1820 | VSG 2x10 mm TVG    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 1120 | 220 | 1400 | 900  | 180 | 1260 | VSG 2x10 mm TVG    | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1280 | 260 | 1600 | 1550 | 310 | 2170 | VSG 2x10 mm TVG    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1280 | 260 | 1600 | 1100 | 220 | 1540 | VSG 2x10 mm TVG    | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1450 | 290 | 1800 | 1500 | 300 | 2100 | VSG 2x12 mm TVG    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1450 | 290 | 1800 | 1100 | 220 | 1540 | VSG 2x12 mm TVG    | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |

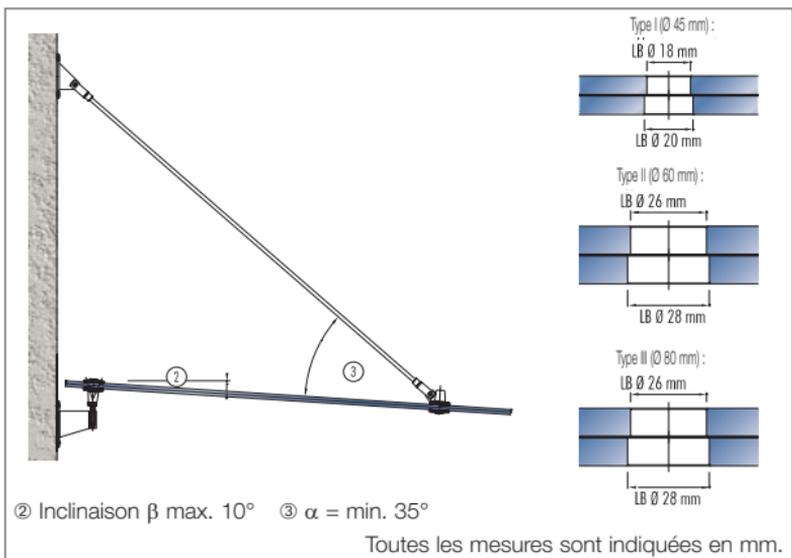
### Système d'avant-toit avec 4 barres de traction, Type I, Type II et Type III

Information sur l'agrément Z-70.3-103 (valable pour technique générale n° l'Allemagne).

#### Modèle de perçage



#### Aperçu du montage /perçage du verre



**Remarque importante :** Les valeurs sont uniquement valables si l'intégralité de l'agrément

technique général est respectée. Sous réserve de modifications techniques !

| Type | a    | x   | VT   | b    | y   | VB   | Structure du verre | Charge de neige        |
|------|------|-----|------|------|-----|------|--------------------|------------------------|
| I    | 950  | 190 | 1200 | 750  | 150 | 2550 | VSG 2x8 mm TVG     | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| I    | 950  | 190 | 1200 | 500  | 100 | 1700 | VSG 2x8 mm TVG     | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 1120 | 220 | 1400 | 850  | 170 | 2890 | VSG 2x8 mm TVG     | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 1120 | 220 | 1400 | 550  | 110 | 1870 | VSG 2x8 mm TVG     | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 1280 | 260 | 1600 | 850  | 170 | 2890 | VSG 2x10 mm TVG    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| II   | 1280 | 260 | 1600 | 550  | 110 | 1870 | VSG 2x10 mm TVG    | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1280 | 260 | 1600 | 1300 | 260 | 4420 | VSG 2x10 mm TVG    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1280 | 260 | 1600 | 900  | 180 | 3060 | VSG 2x10 mm TVG    | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1450 | 290 | 1800 | 1200 | 240 | 4080 | VSG 2x12 mm TVG    | 0,75 kN/m <sup>2</sup> |
| III  | 1450 | 290 | 1800 | 800  | 160 | 2720 | VSG 2x12 mm TVG    | 1,50 kN/m <sup>2</sup> |

## 8.3 Systèmes de fixation par points UNIGLAS®

### 8.3.1 GM PICO

GM PICO a été spécialement conçu en vue d'une fixation aisée et rationnelle à l'intérieur. En vue du montage de tous les matériaux en plaque (6-8 mm resp. 10-12 mm d'épaisseur), il est possible d'utiliser tout type de vis à tête fraisée dotée d'un diamètre de 6 mm. Le disque souple maintient l'élément à fixer à distance de la sous-construction.

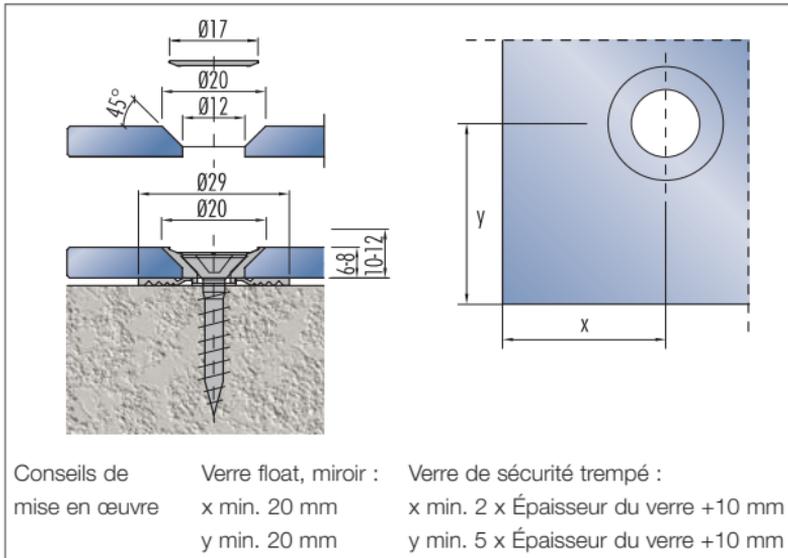
Exemples d'application :

- Parois miroir
- Revêtements de panneaux muraux
- Parois de cuisine
- Verres dans le domaine sanitaire
- Verres de meubles

#### Montage facile



## Structure technique



| Épaisseur du verre | Partie du système          | Réalisation            |
|--------------------|----------------------------|------------------------|
| 6 - 8 mm           | GM PICO Fixation par point | Plastique, noir        |
|                    |                            | Plastique, transparent |
| 10 - 12 mm         | GM PICO Fixation par point | Plastique, noir        |
|                    |                            | Plastique, transparent |
|                    | Disque de recouvrement     | Laiton, nickelé        |
|                    |                            | Laiton, doré           |

Vis : Vis noyée Ø 6 mm avec tête de Ø 12 mm.

### 8.3.2 GM PICO KING

GM PICO KING a été spécialement conçu en vue d'une fixation aisée et rationnelle à l'intérieur. En vue du montage de tous les matériaux en plaque (8-12 mm d'épaisseur), il est possible d'utiliser tout type de vis à tête fraisée dotée d'un diamètre de 6 mm. Il est possible de régler la hauteur en tournant légèrement la partie en plastique. Ce faisant, ce type de support offre également le grand avantage d'un réglage et d'un montage rapide des panneaux. Il est possible d'effectuer un ajustage supplémentaire de  $\pm 1,5$  mm, grâce à l'excentrique installé dans la tête du support.

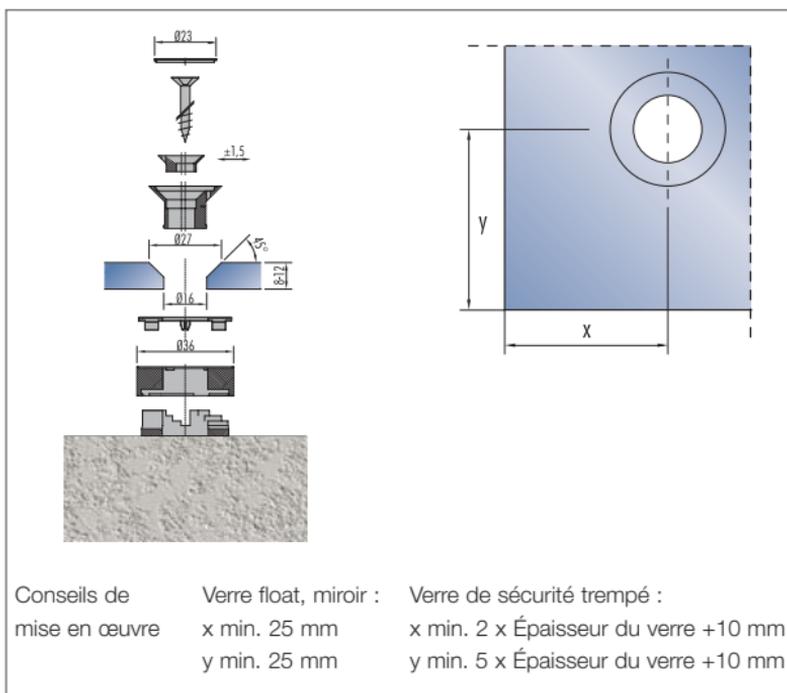
Exemples d'application :

- Parois miroir
- Revêtements de panneaux muraux
- Parois de cuisine
- Verres dans le domaine sanitaire
- Verres de meubles

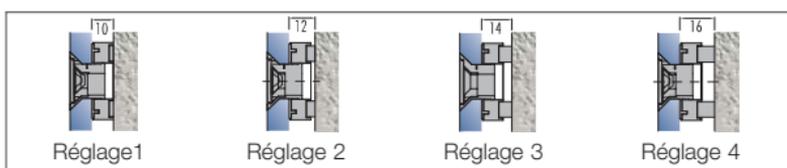
Types de verres recommandés : Mais aussi

- Verre de sécurité trempé
- Verre float
- Verre émaillé ESG
- Miroir
- Verre armé.

## Structure technique



## Réglage de la hauteur en un tour de main



## Réglage de la hauteur



| Épaisseur du verre | Partie du système      | Réalisation           |
|--------------------|------------------------|-----------------------|
| 8 – 12 mm          | GM PICO KING           | Plastique, noir       |
|                    |                        | Plastique, gris clair |
|                    | Disque de recouvrement | Laiton, nickelé       |
|                    |                        | Laiton, doré          |

Vis : Vis noyée Ø 6 mm avec tête de Ø 12 mm.

### 8.3.3 GM PICO LORD

GM PICO LORD a été spécialement conçu en vue d'une fixation aisée et rationnelle à l'intérieur. En vue du montage de tous les matériaux en plaque (8-12 mm d'épaisseur), il est possible d'utiliser des vis à double filetage ou des tiges filetées dotées d'un diamètre de 6 mm. Étant donné la souplesse du support, il est possible d'équilibrer un angle ou une erreur d'ajustage dans la sous-construction. Le support est pré-monté sur le verre, et directement vissé sur le fond depuis la surface extérieure. Ce montage direct permet de réduire considérablement les temps de montage. En raison des différentes profondeurs de vissage des vis, les défauts de planéité (par ex. renforcements, pentes etc.) sont compensables avec un type de support uniquement.

Exemples d'application :

- Parois miroir
- Revêtements de panneaux muraux
- Parois de cuisine
- Verres dans le domaine sanitaire
- Verres de meubles

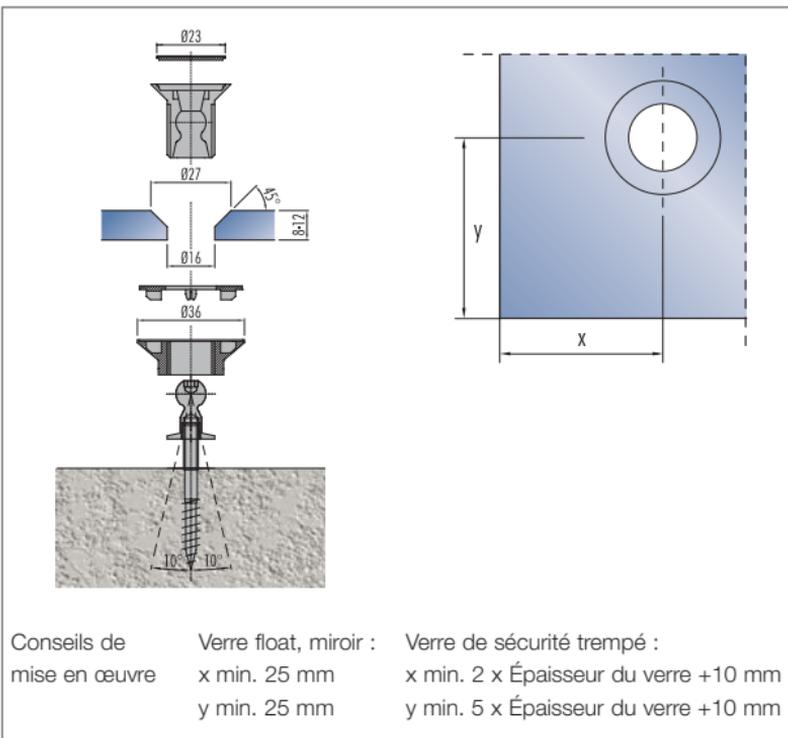
Types de verres recommandés :

- Verre de sécurité trempé ESG privilégié
- Verre émaillé ESG

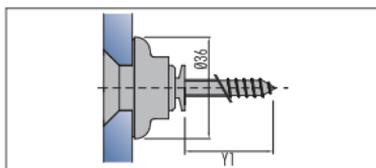
Mais aussi

- Miroir
- Verre float
- Verre armé.

#### Structure technique



## Tige filetée ou vis à double filetage



## Souplesse du support



| Épaisseur du verre | Partie du système      | Réalisation           |
|--------------------|------------------------|-----------------------|
| 8 - 12 mm          | GM PICO LORD           | Plastique, noir       |
|                    |                        | Plastique, gris clair |
|                    | Disque de recouvrement | Laiton, nickelé       |
|                    |                        | Laiton, doré          |

Distance tige filetée : Y1

34 / 44 / 54 / 64 mm

Distance vis à double filetage : Y1

22 / 40 / 60 mm

## 8.3.4 GM PUNTO

### GM PUNTO 13

GM PUNTO a été spécialement conçu en vue d'une fixation aisée et rationnelle à l'intérieur. Il se destine à des verres de 3-6 mm d'épaisseur. En vue du montage de tous les matériaux en plaque, des vis à tête fraisée peuvent être utilisées. Le palier souple protège le forage du verre et maintient l'élément à fixer à distance de la sous-construction.

Exemples d'application :

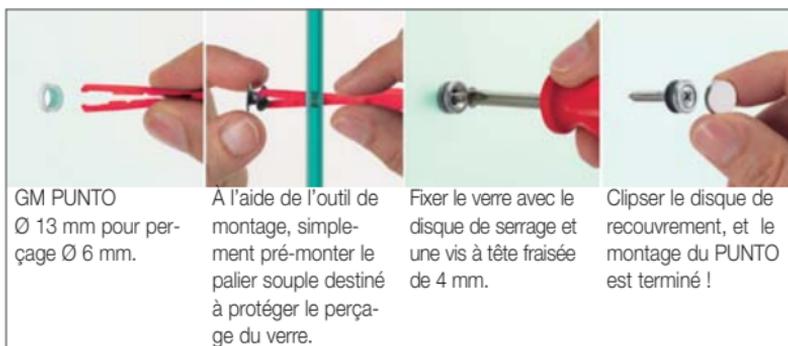
Verres :

- dans le domaine sanitaire
- des meubles
- les présentoirs, les salons, les magasins

et naturellement pour la

- fixation des panneaux de portes et panneaux indicateurs.

## Montage facile



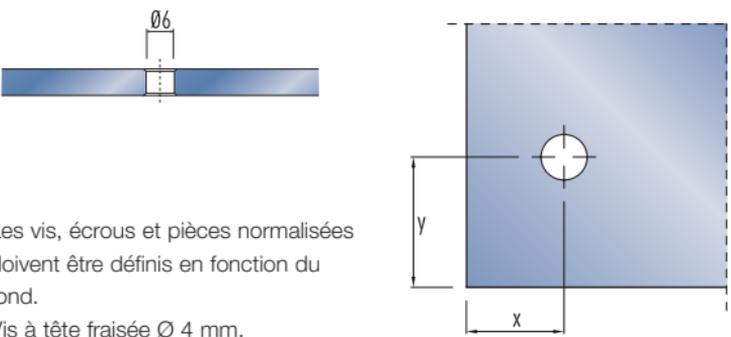
GM PUNTO  
Ø 13 mm pour perçage Ø 6 mm.

À l'aide de l'outil de montage, simplement pré-monter le palier souple destiné à protéger le perçage du verre.

Fixer le verre avec le disque de serrage et une vis à tête fraisée de 4 mm.

Clipser le disque de recouvrement, et le montage du PUNTO est terminé !

Structure technique



Les vis, écrous et pièces normalisées doivent être définis en fonction du fond.

Vis à tête fraisée Ø 4 mm,  
Tête Ø 8 mm, non compris dans le matériel fourni.

Conseils de mise en œuvre

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Verre float, miroir : | Verre de sécurité trempé :          |
| x min. 20 mm          | x min. 2 x Épaisseur du verre +3 mm |
| y min. 20 mm          | y min. 4 x Épaisseur du verre +3 mm |

|  | Épaisseur du verre | Matériau   | Composant              |
|--|--------------------|------------|------------------------|
|  | 3 - 6 mm           | Acier poli | Disque de recouvrement |
|  |                    | ZDG        | Disque de serrage      |
|  |                    | Silicone   | Palier souple          |
|  |                    |            | Outil de montage       |

GM PUNTO 25

GM PUNTO a été spécialement conçu en vue d'une fixation aisée et rationnelle à l'intérieur. Il se destine à des verres de 4-10 mm d'épaisseur. En vue du montage de tous les matériaux en plaque, des vis à tête fraisée peuvent être utilisées. Le palier souple protège le forage du verre et maintient l'élément à fixer à distance de la sous-construction.

Exemples d'application :

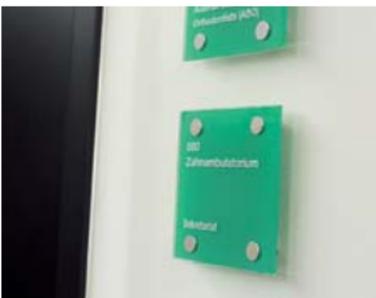
Verres :

- dans le domaine sanitaire
- des meubles
- les présentoirs, les salons, les magasins

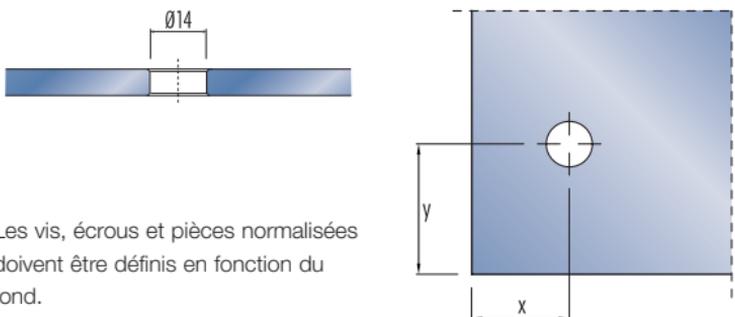
et naturellement pour la

- fixation des panneaux de portes et panneaux indicateurs.

Exemple d'application



## Structure technique

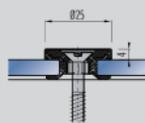
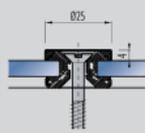


Les vis, écrous et pièces normalisées doivent être définis en fonction du fond.

Vis à tête fraisée  $\varnothing$  4 mm,  
Tête  $\varnothing$  8 mm, non compris dans le matériel fourni.

Conseils de mise en œuvre

|                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Verre float, miroir : | Verre de sécurité trempé :           |
| x min. 20 mm          | x min. 2 x Épaisseur du verre + 7 mm |
| y min. 20 mm          | y min. 4 x Épaisseur du verre + 7 mm |

|   | Épaisseur du verre | Matériau   | Composant              |
|---|--------------------|------------|------------------------|
|   | 4 mm               | Acier poli | Disque de recouvrement |
|   | 6 mm               |            |                        |
|   | 8 - 10 mm          | ZDG        | Disque de serrage      |
|  | 4 mm               | Acier poli | Disque de recouvrement |
|   | 6 mm               |            |                        |
|   | 8 - 10 mm          | ZDG        | Disque de serrage      |
|   |                    | Silicone   | Palier souple          |
|   |                    | ZDG        | Disque du support      |

## GM PUNTO 36

GM PUNTO a été spécialement conçu en vue d'une fixation aisée et rationnelle à l'intérieur. Il se destine à des verres de 8-13,5 mm d'épaisseur. En vue du montage de tous les matériaux en plaque, des vis à tête fraisée peuvent être utilisées. Le palier souple protège le forage du verre et maintient l'élément à fixer à distance de la sous-construction.

Exemples d'application :

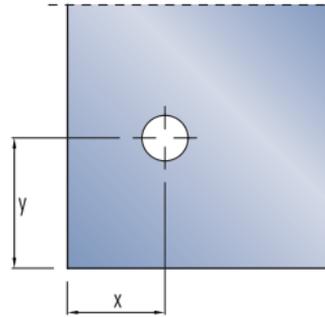
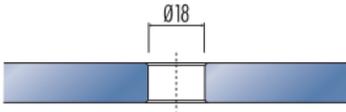
Verres :

- dans le domaine sanitaire
- des meubles
- les présentoirs, les salons, les magasins

et naturellement pour la

- fixation des panneaux de portes et panneaux indicateurs.

Structure technique



Les vis, écrous et pièces normalisées doivent être définis en fonction du fond.

Vis à tête fraisée Ø 6 mm,  
Tête Ø 12 mm, non compris dans le matériel fourni.

L'entretoise peut être fixée avec des vis à tête fraisée ou à tête hexagonale.

|                           |   |  |
|---------------------------|---|--|
| Conseils de mise en œuvre | Verre float, miroir :<br>x min. 20 mm<br>y min. 20 mm | Verre de sécurité trempé :<br>x min. 2 x Épaisseur du verre +9 mm<br>y min. 4 x Épaisseur du verre +9 mm |
|---------------------------|---|--|

|  | Épaisseur du verre | Matériau   | Composant              |
|--|--------------------|------------|------------------------|
|  | 8 mm               | Acier poli | Disque de recouvrement |
|  | 10 - 13,5 mm       | ZDG        | Disque de serrage      |
|  | 8 mm               | Acier poli | Disque de recouvrement |
|  | 10 - 13,5 mm       | ZDG        | Disque de serrage      |
|  |                    | Silicone   | Palier souple          |
|  |                    | ZDG        | Disque du support      |
|  | 8 mm               | Acier poli | Disque de recouvrement |
|  | 10 - 13,5 mm       | ZDG        | Disque de serrage      |
|  |                    | Silicone   | Palier souple          |
|  |                    | ZDG        | Entretoise             |

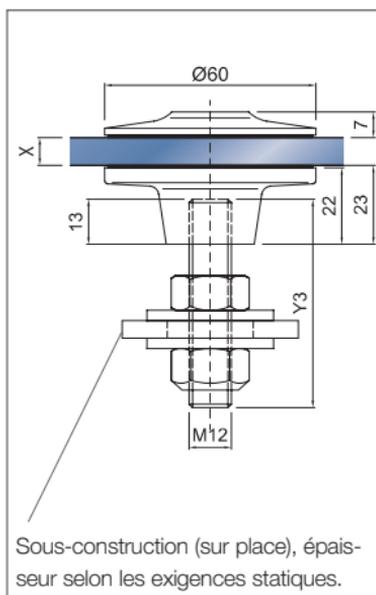
8.3.5 GM POINT P 60/22 SP

Le ferrement se base sur une fixation du verre en forme de point, installée au moyen de perçages. Toutes les parties métalliques du ferrement sont sans exception en acier, conformément au système GM POINT. Toutes les parties des ferrements qui sont en contact avec la surface du verre sont réalisées en plastique ou en caoutchouc résistant aux intempéries. Toutes les fixations à vis doivent présenter une sécurité appropriée

(par ex. Loctite). Les modèles de ferrements et les épaisseurs de verre indiquées sont uniquement donnés à titre indicatif. L'attestation statique peut uniquement être délivrée par un ingénieur BTP habilité à cet effet. Pour ce faire, l'aspect statique de l'ensemble du système de fixation par points en lien avec le verre et la sous-construction est contrôlé et certifié.



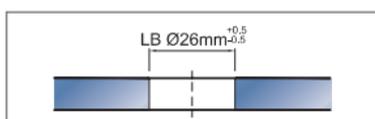
## Coupe du système



## Application Façades



## Perçage du verre



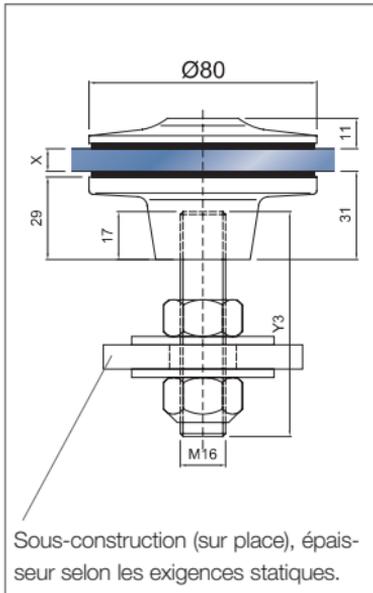
| Aperçu                           | en relief       |                              |                | <b>Conforme TRAV + TRPV</b> |  |  |
|----------------------------------|-----------------|------------------------------|----------------|-----------------------------|--|--|
| Type                             | fixe            |                              |                |                             |  |  |
| Assiette                         | Ø 60 mm         |                              |                |                             |  |  |
| Désignation                      | P 60/22 SP I    | P 60/22 SP II                | P 60/22 SP III |                             |  |  |
| Épaisseur du verre (X)           | 8 - 13,5 mm     | 14 - 17,5 mm                 | 18 - 22 mm     |                             |  |  |
| Longueur de la tige filetée (Y3) | 30 - 90 mm      |                              |                |                             |  |  |
| Matériau                         | Partie rotative | Acier inoxydable 1.4301      |                |                             |  |  |
|                                  | Plastique       | Polyamide 6 noir             |                |                             |  |  |
|                                  | Vis             | Acier inoxydable A2 (1.4301) |                |                             |  |  |

### 8.3.6 GM POINT P 80/29 SP

Le ferrement se base sur une fixation du verre en forme de point, installée au moyen de perçages. Toutes les parties métalliques du ferrement sont sans exception en acier, conformément au système GM POINT. Toutes les parties des ferrements qui sont en contact avec la surface du verre sont réalisées en plastique ou en caoutchouc résistant aux intempéries. Toutes les fixations à vis doivent présenter une sécurité appropriée (par ex. Loctite).

Les modèles de ferrements et les épaisseurs de verre indiquées sont uniquement données à titre indicatif. L'attestation statique peut uniquement être délivrée par un ingénieur BTP habilité à cet effet. Pour ce faire, l'aspect statique de l'ensemble du système de fixation par points en lien avec le verre et la sous-construction est contrôlé et certifié.

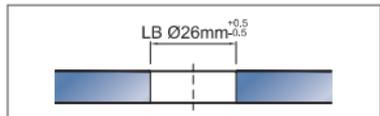
## Coupe du système



## Application Façades



## Perçage du verre



| Aperçu                           | en relief <b>Conforme TRAV + TRPV</b> |                              |               |
|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------|
| Type                             | fixe                                  |                              |               |
| Assiette                         | Ø 80 mm                               |                              |               |
| Désignation                      | P 80/29 SP II                         | P 80/29 SP III               | P 80/29 SP IV |
| Épaisseur du verre (X)           | 10 - 14 mm                            | 15 - 19,5 mm                 | 20 - 22 mm    |
| Longueur de la tige filetée (Y3) | 40 - 60 mm                            |                              |               |
| Matériau                         | Partie rotative :                     | Acier inoxydable 1.4301      |               |
|                                  | Plastique :                           | Polyamide 6 noir             |               |
|                                  | Vis :                                 | Acier inoxydable A2 (1.4301) |               |

## 8.3.7 Autres systèmes de fixation par points en aperçu

|                 | Type       | fixe | souple | Ø [mm] |
|-----------------|------------|------|--------|--------|
| <b>GM POINT</b> |            |      |        |        |
|                 | P 25       | •    |        | 25     |
|                 | P 36       | •    |        | 36     |
|                 | P 36 HUK   | •    |        | 36     |
|                 | P 36 RR    | •    |        | 36     |
|                 | P 45       | •    |        | 45     |
|                 | P 45/5 SP  | •    |        | 45     |
|                 | P 45/30 ST | •    |        | 45     |
|                 | P 50       | •    |        | 50     |
|                 | P 60/7 SP  | •    |        | 60     |
|                 | P 60/22 SP | •    |        | 60     |
|                 | P 80/9 SP  | •    |        | 80     |
|                 | P 80/29 SP | •    |        | 80     |

| Type | fixe | souple | Ø [mm] |
|------|------|--------|--------|
|------|------|--------|--------|

## GM POINTBALL



|             |  |   |    |
|-------------|--|---|----|
| PB 45/30 HM |  | • | 45 |
| PB 45/30 S  |  | • | 45 |
| PB 45/40 S  |  | • | 45 |
| PB 60/33 HM |  | • | 60 |
| PB 60/33 S  |  | • | 60 |
| PB 80/44 HM |  | • | 80 |
| PB 80/44 S  |  | • | 80 |

## GM SHIELD



|               |   |  |    |
|---------------|---|--|----|
| S 27/36       | • |  | 36 |
| S 27/36 A     | • |  | 36 |
| S 27/36 A 90° | • |  | 36 |
| S 27/45 ST    | • |  | 45 |
| S 27/50       | • |  | 50 |
| S 45/60       | • |  | 60 |
| S 60/80       | • |  | 80 |

## GM SHIELDBALL



|          |  |   |    |
|----------|--|---|----|
| SB 27/45 |  | • | 45 |
| SB 45/60 |  | • | 60 |
| SB 60/80 |  | • | 80 |

## 8.4 UNIGLAS® | STYLE

### 8.4.1 GM TOPROLL 100

#### ■ Système

Système suspendu de porte coulissante pour éléments entièrement en verre. Les verres sont maintenus dans le sabot supérieur par un collage ainsi que par un système de sécurité mécanique. Les nombreuses possibilités de combinaisons créatives offertes par le système (par ex. fixation au plafond, fixation murale ou ajustement avec partie fixe) permettent de réaliser un vaste spectre d'applications. Le système présente une hauteur de montage effective de seulement 105 mm. En cas de montage au plafond du rail, il est pos-

sible de réduire la hauteur du ferrement visible de 55 mm.

#### ■ Poignées

Les poignées-coquille en acier avec Ø 55 mm ou poignée-G en acier (utilisation plus facile en cas de version encastrée, car la poignée se trouve directement sur le bord du verre) séduisent par leur discrétion.

#### ■ Guidage

Le guidage présent dans le domaine des bords permet d'obtenir un passage sans obstacle.



## 8.4.2 GM TOPROLL 100 SHIELD

### ■ Système

Système suspendu de porte coulissante pour éléments entièrement en verre. Chaque élément coulissant est fixé à deux pattes visibles en acier, qui permettent également d'effectuer un équilibrage de la hauteur. Le vissage visible de l'extérieur peut être réalisé au choix, avec des vis Allen visibles en acier, ou bien avec une pièce vissable et visible spéciale en acier. Les nombreuses possibilités de combinaisons créatives offertes par le système (par ex. fixation au plafond, fixation murale ou ajustement avec partie fixe) permettent de réaliser un vaste spectre d'applications.

### ■ Poignées

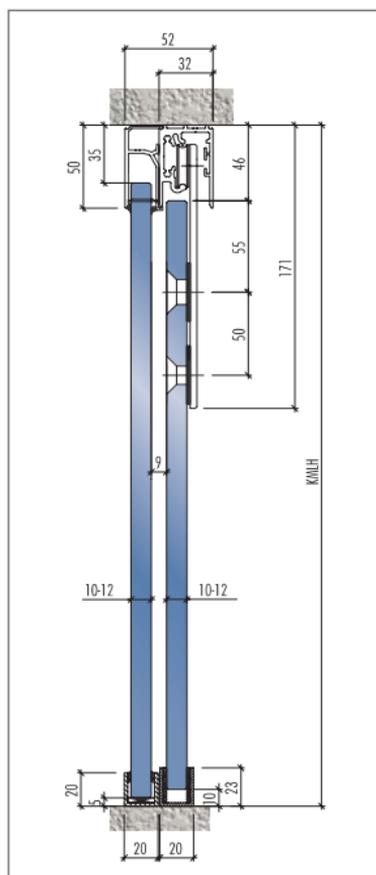
Les poignées-coquille en acier avec  $\varnothing$  55 mm ou poignée-G en acier (utilisation plus facile en cas de version encastrée, car la poignée se trouve directement sur le bord du verre) séduisent par leur discrétion.

### ■ Guidage

Le guidage présent dans le domaine des bords permet d'obtenir un passage sans obstacle.

SHIELD a été développé afin d'obtenir des solutions attrayantes dans le domaine intérieur, comme par ex. pour les boutiques, les bars ou les banques.

Coupe du système



Le système GM TOPROLL 100

Exemple d'application



### 8.4.3 GM TOPROLL SMART

#### ■ Système

Système suspendu de porte coulissante pour éléments coulissants entièrement en verre. Le système se distingue par une hauteur de montage minimale de seulement 40 mm. Les verres sont maintenus dans le sabot supérieur par un collage ainsi que par un système de sécurité mécanique. Le système peut supporter des verres allant jusqu'à 150 kg. Ceci permet de réaliser des éléments coulissants en verre de dimensions particulièrement importantes.

#### ■ Poignées

Les poignées-coquille en acier avec  $\varnothing$  55 mm ou poignée-G en acier (utilisation plus facile en cas de version encastrée, car la poignée se trouve directement sur le bord du verre) séduisent par leur discrétion.

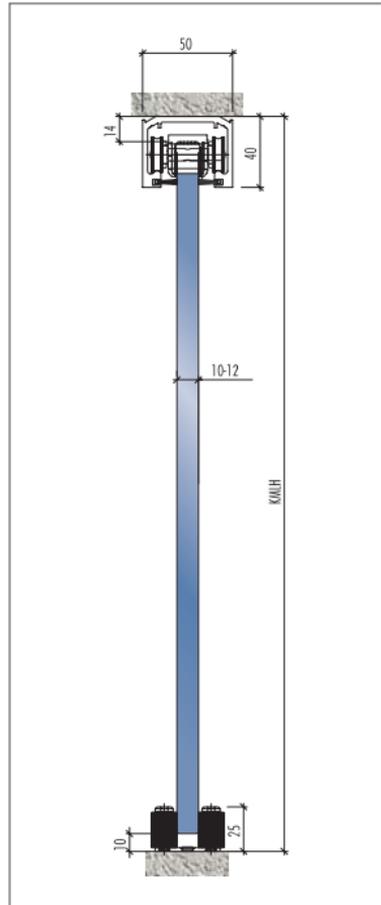
#### ■ Guidage

Le guidage présent dans le domaine des bords permet d'obtenir un passage sans obstacle.

Étant donné la faible hauteur de montage du système (40 mm), GM TOPROLL SMART s'avère

particulièrement indiqué pour un montage à faible hauteur de passage ou pour un montage au plafond des vitrages de porte coulissante.

#### Coupe du système



#### Exemple d'application



## 8.4.4 GM TOPROLL 10/14

### ■ Système

Système de porte coulissante sans encadrement, avec éléments suspendus entièrement en verre. Les verres couissent sur 2, 3 ou 4 voies et peuvent être déplacés vers la droite ou vers la gauche. Ceci implique des possibilités d'ouverture max. de 50-75 %. La hauteur de montage est seulement de 108 mm.

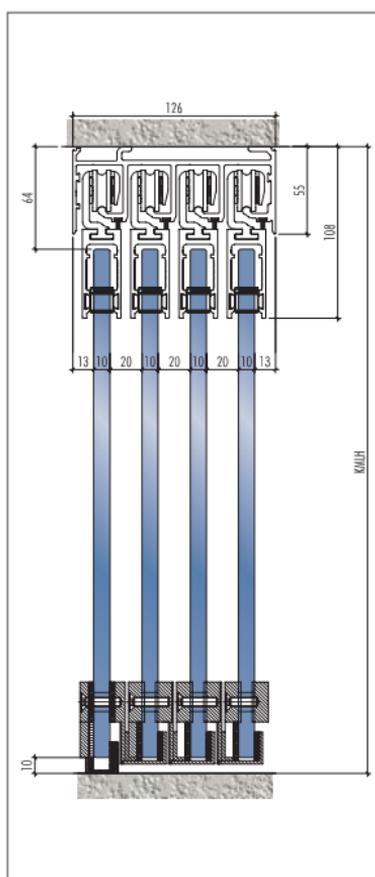
### ■ Poignées

Les poignées-coquille en acier avec  $\varnothing$  55 mm ou poignée-G en acier (utilisation plus facile en cas de version encastrée, car la poignée se trouve directement sur le bord du verre) séduisent par leur discrétion.

### ■ Guidage

Unique en son genre, le GM TOPROLL 10/14 est un système coulissant multi-voies autoportant, sans guidage au sol (sans traverse); il s'avère ainsi idéal en tant que cloison de pièce.

Coupe du système



Exemple d'application



### 8.4.5 GM ZARGENPROFIL

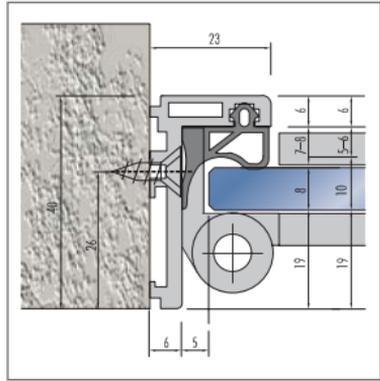
GM ZARGENPROFIL se destine aux systemes de ferrements traditionnels avec porte entierement en verre.

Adapté au verre de sécurité trempé de 8 et 10 mm avec mesure libre à 5200 mm, ou avec mesure fixe, avec joint à onglet.

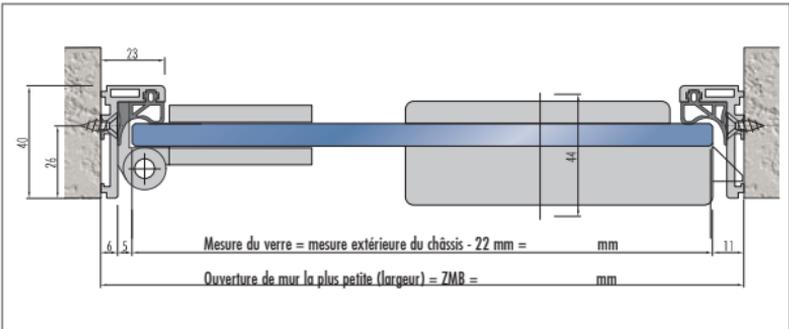
Présentant une largeur de face de seulement 23 mm, GM ZARGENPROFIL se destine à un montage sur place au moyen de trous de perçage dans le bois, le béton ou l'acier.

Disponible en aluminium de haute qualité anodisé, similaire au Niro mat, ou dans tous les coloris RAL, joints en caoutchouc disponibles en gris ou noir. Idéal pour les portes entierement en verre ESG, en combinaison à des ferrements GGA

#### Détail



#### Structure technique



#### Exemple d'application



## 8.4.6 GM LIGHTROLL 6/8

### ■ Système

Système coulissant sans encadrement, avec éléments coulissants inférieurs entièrement en verre. Les verres coulissent sur 2, 3 ou 4 voies et peuvent être déplacés vers la droite ou vers la gauche. Ceci implique des possibilités d'ouverture max. jusqu'à 75 %.

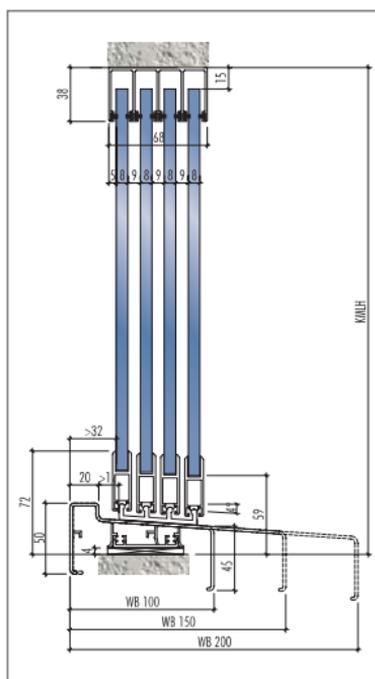
Le système GM LIGHTROLL 6/8 constitue la variante classique du vitrage de balcon, depuis la balustrade jusqu'au plafond (hauteur d'installation max. env. 1 800 mm).

Il comprend des profilés en aluminium, des joints à brosse résistants aux intempéries, des extrémités en plastique spécialement conçues pour résister aux intempéries, et des galets à roulement à bille.

### ■ Sécurité

Le système permet un montage facile. Protection supplémentaire offerte par les sécurités d'accroche, la fermeture à verrou et les serrures à cylindre à pression. Le sabot protège entièrement le bord du verre.

#### Coupe du système



#### Exemple d'application



### 8.4.7 GM LIGHTROLL 10/12

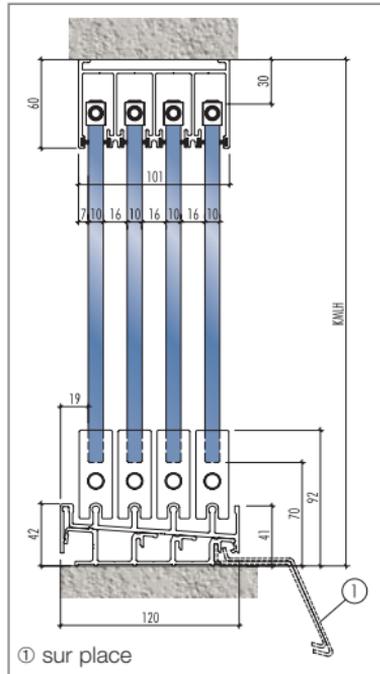
#### ■ Système

Système coulissant sans encadrement, avec éléments coulissants inférieurs entièrement en verre. Les verres coulissent sur 2, 3 ou 4 voies et peuvent être déplacés vers la droite ou vers la gauche. Ceci implique des possibilités d'ouverture max. jusqu'à 75 %. Le système GM LIGHTROLL 10/12 s'avère idéal pour les vitrages à hauteur de plafond des terrasses, loggia et balcons, ainsi que pour les zones de « tampon » thermique (hauteur max. de l'installation : env. 2 500 mm). Il comprend des profilés en aluminium, des joints à brosse résistants aux intempéries, des extrémités en plastique spécialement conçues pour résister aux intempéries, et des galets à roulement à bille.

#### ■ Sécurité

Le système permet un montage facile. Protection supplémentaire offerte par la fermeture à verrou et les serrures à cylindre à pression. Le sabot protège entièrement le bord du verre.

#### Coupe du système

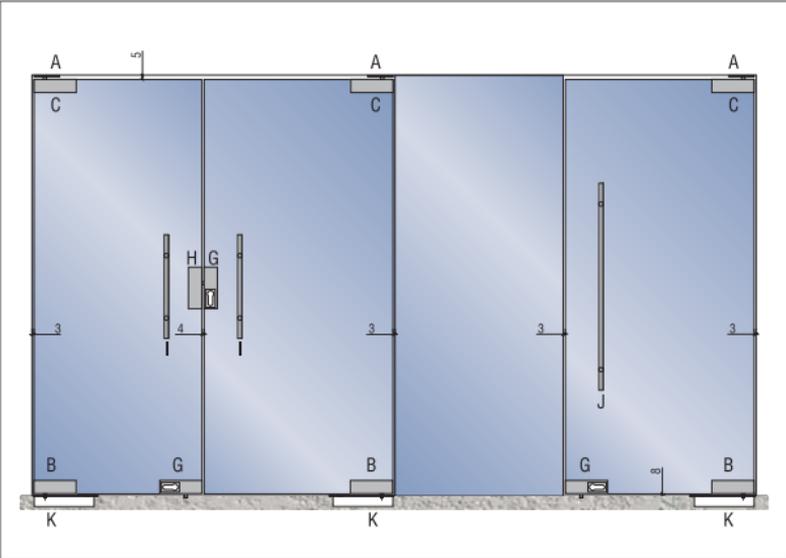


#### Exemple d'application

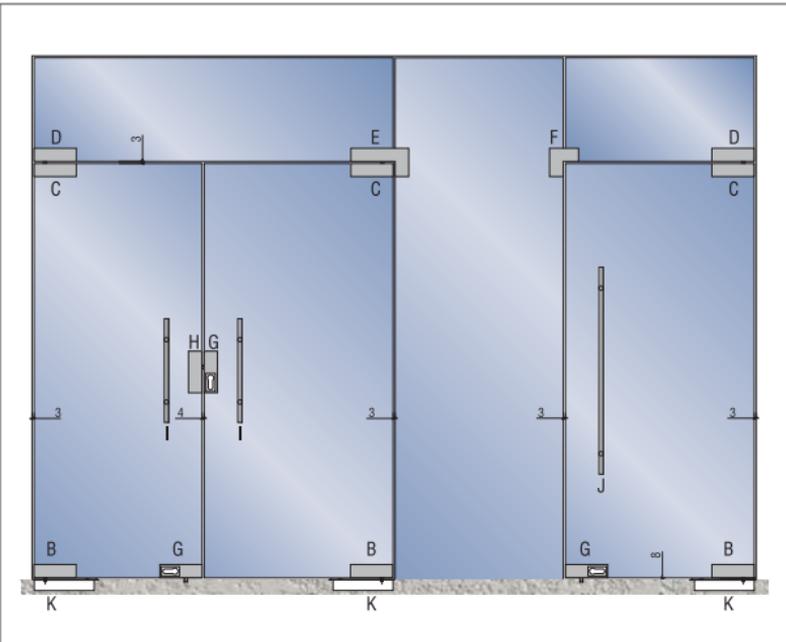


**8.4.8 FERREMENTS pour portes battantes et installations en verre**

**Exemple d'installation entièrement en verre**



**Exemple d'installation entièrement en verre avec vasistas**



Toutes les mesures sont en mm.

| N° | Désignation                           |
|----|---------------------------------------|
| A  | Plaque de fixation avec tenons        |
| B  | Ferrement d'angle inférieure          |
| C  | Ferrement d'angle supérieure          |
| D  | Ferrement vasistas                    |
| E  | Connexion angulaire avec tenons       |
| F  | Connexion angulaire                   |
| G  | Serrure milieu / d'angle PZ           |
| H  | Contre-boîtier pour serrure du milieu |
| I  | Poignée-tringle en CNS 500 mm         |
| J  | Poignée-tringle en CNS 1 000 mm       |
| K  | Ferme-porte au sol                    |

#### ■ Poids et largeur maximum du battant

|                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| Poids maximum du battant de porte   | 100 kg   |
| Largeur maximum du battant de porte | 1 100 mm |

#### Exemple d'application



### 8.4.9 GM RAILING®

Grâce aux modules en verre préfabriqués associés à un profil de sous-construction et une maincourante continue, la gamme de rampes entièrement en verre GM RAILING® permet un agencement linéaire sans montant vertical. La base de fixation doit être suffisamment solide et être adaptée au système de vitrage.

Les modules en verre préfabriqués doivent alors être accrochés dans les profilés de sous-

construction à monter sur place, et vissés les uns aux autres à l'aide des vis à tête cylindrique resp. des entretoises spéciales. Ce vissage autorise une compensation de tolérance de  $\pm 2$  cm sur la hauteur du longeron. Étant donné le serrage dans les rails porteurs, aucun perçage du verre n'est nécessaire. Des autorisations spéciales et des essais de produits relatifs au projet ne sont pas nécessaires.

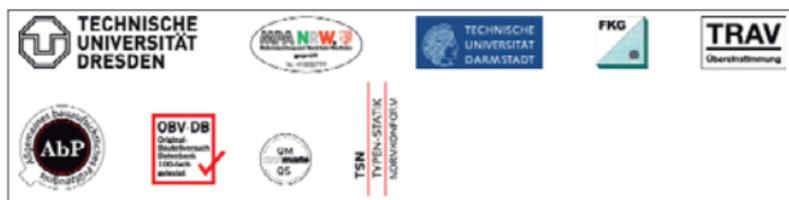
## Avantages

- Flexible, fiable, ultra-simple
  - Certificat d'essai technique général (ABP) conforme à TRAV avec statique de type
  - Sécurité maximale grâce à quelques centaines d'essais de produit original d'une MPA agréé
  - Modules en verre préfabriqués en tant qu'élément de construction fini- réduction du temps de montage de 50 %
  - Agencement optimal du verre, sans espace vide, ajustable en continu
  - Support du verre sans perçage ni pointes de tension grâce
- des pièces annexes sur place ou des bandes en coin sur le verre
  - Garde-corps entièrement en verre 1000 fois éprouvées, avec une gamme de produits extrêmement riche
  - Support technique complet
  - **Garantie des délais de livraison les plus brefs.**  
Les gammes GM RAILING® Solo, GM RAILING® Top, GM RAILING® Side, GM RAILING® Massive et GM RAILING® Level sont disponibles pour des largeurs 1000/1200/1500/2000 mm et 1000 mm de hauteur avec des délais de livraison très rapides, dans la limite des stocks disponibles.

## Exemple d'application



## Homologations



### 8.4.10 GM RAILING® SOLO

Le garde-corps breveté entièrement en verre, spécialement destiné aux constructions en acier. La sous-construction constitue une partie de la construction en acier ; ce faisant, il est possible de bénéficier de prix optimisés et de délais de livraison plus courts. L'avantage de ce produit réside également dans le fait que les travaux préli-

minaires peuvent être directement réalisés par l'exécutant sur place, à l'aide d'un manuel de planification.

Concernant ce nouveau produit GM RAILING®, les qualités restent inchangées : temps de montage incroyablement court, agencement optimal, homogène et sans espace vide du verre

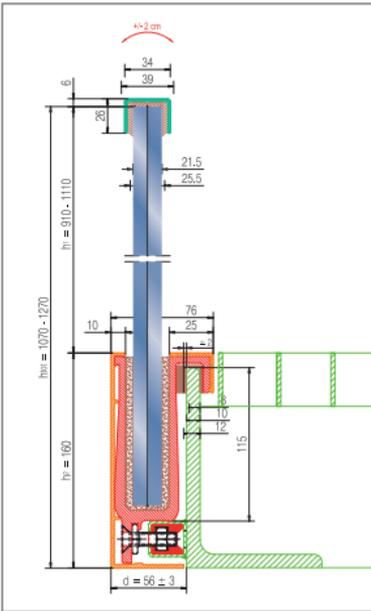
dans la zone de fixation, possibilité d'accroche dans la construction en acier, ajustage en continu et fixation facile.

Dans le cas de GM RAILING® Solo, la sous-construction traditionnelle n'est pas nécessaire si la construction en acier réalisée sur place a été préparée de façon appropriée. Grâce à un bloc de fixation inséré dans le rail C soudé, vissé à la patte ou directement fixé à la face fronta-

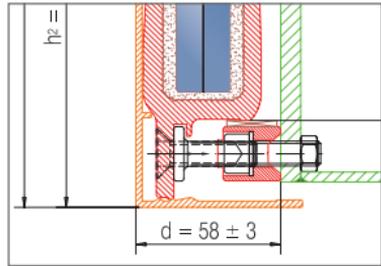
le, les possibilités de réalisation pour les estrades et les escaliers sont quasiment illimitées.

La finesse de GM RAILING® Solo offre la solution idéale pour toutes les applications qui requièrent une faible profondeur de montage. Naturellement, cette gamme de modèles de la famille GM RAILING® remplit également les critères élevés de sécurité habituels.

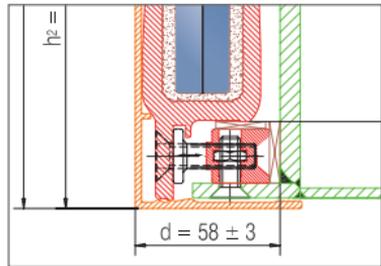
Type C



Type O



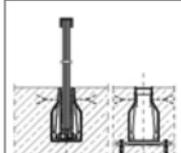
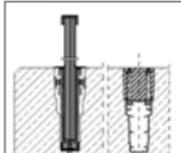
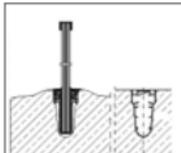
Type L



### Avantages particuliers

- Le profilé suspendu est monté sur place sur la construction en acier
- L'application s'avère économique, tout en offrant de nombreuses solutions différentes

**8.4.11 GM RAILING® Aperçu**

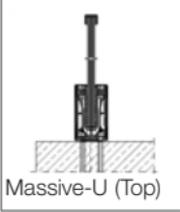
| SOLO  | TOP   | SIDE   | LEVEL   |
|---|---|--|---|
|  <p data-bbox="128 513 200 539">Solo C</p>     |  <p data-bbox="329 513 370 539">Top</p>    |  <p data-bbox="530 513 578 539">Side</p>    |  <p data-bbox="731 513 812 539">Level-U</p>                      |
|  <p data-bbox="128 741 209 768">Solo 16</p>    |  <p data-bbox="329 741 401 768">Top 16</p> |  <p data-bbox="530 741 611 768">Side 16</p> |  <p data-bbox="731 741 812 768">Level-A</p>                      |
|  <p data-bbox="128 970 198 997">Solo L</p>     |   |  |  <p data-bbox="731 970 843 997">Level-U 30</p>                   |
|  <p data-bbox="128 1199 200 1226">Solo O</p> |   |  |  <p data-bbox="731 1199 884 1259">Level/<br/>concrete-base</p> |

**MASSIVE**

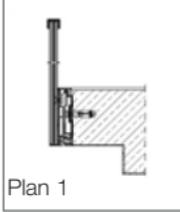
**PLAN**

**FRONT**

**WINDOORAIL**



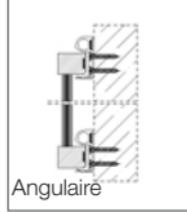
Massive-U (Top)



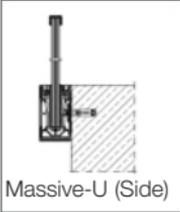
Plan 1



Front AIO



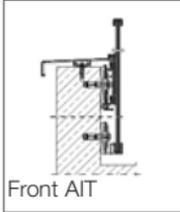
Angulaire



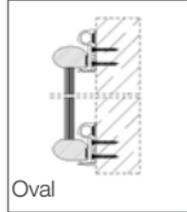
Massive-U (Side)



Plan 2



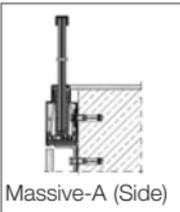
Front AIT



Oval



Massive-A (Top)



Massive-A (Side)

Informations sur  
Windoorail, rampes  
en verre pour fenê-  
tres françaises :  
[www.windoorail.com](http://www.windoorail.com)



red dot design award  
winner 2009

## 8.5 only|glass® LightCube – Sièges et objets d'art

Only|glass® LightCube constitue à la fois une source lumineuse brillante, un siège cubique en verre, et un objet d'art. En tant que chef d'œuvre d'architecture intérieure, les LightCubes mettent en valeur leur environnement de façon originale, et constituent un point d'attraction. Les cubes en verre n'étant pas inflammables, ils satisfont aux exigences de sécurité, notamment en cas de placement dans les issues de sortie et de secours.

Dans les foyers ou les halls d'accueil, les LightCubes invitent à prendre place, à discuter, ou simplement à s'y attarder. De plus, il est possible de doter les LightCubes d'inscriptions et de logos personnalisés, en vue d'une communication avec les personnes.

Il est possible de régler la couleur de la lumière ; celle-ci peut être monochrome, ou bien présenter une variation dynamique de couleurs. Un boîtier de commande permet également de régler la vitesse du défilement de couleur.

only|glass® LightCube



### Caractéristiques

- Verre de sécurité
- Longueur d'arête 450 mm
- Arêtes chanfreinées et polies
- Illumination par diodes électroluminescentes
- Variation de couleur
- Variateur
- Inscriptions personnalisées
- Supporte une charge jusqu'à 150 kg
- Convient pour les issues de sortie et de secours
- Ancré au sol ou mobile

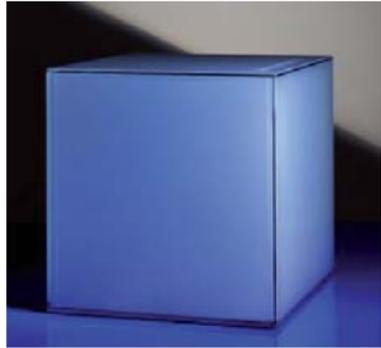
only|glass LightCube



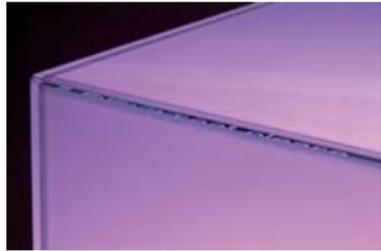
Possibilités d'application

- Foyers
- Halls d'accueil
- Parcs d'expositions
- Lieux évènementiels
- Aéroports et gares
- Musées
- Théâtres
- Banques
- Écoles
- Centres de séminaires
- et bien d'autres encore

only|glass® LightCube



only|glass® LightCube



Distinctions

|   |  |
|---|--|
|  <p>product<br/>design<br/>award</p> <p>2008 ■</p> |  <p>DESIGNPREIS<br/>2009</p> <hr/> <p>NOMINIERT</p> |
|---|--|



|   |     |
|---|-----|
| <b>9.1 Normes DIN</b><br>(standards allemands nationaux) . . . . .                                      | 146 |
| <b>9.2 Normes autrichiennes (ÖNormen)</b><br>(standards autrichiens nationaux) . . . . .                | 147 |
| <b>9.3 Normes EN</b><br>(standards européens) . . . . .   | 148 |
| <b>9.4 Normes EN</b><br>(standards européens instaurés<br>en D, A, CH, NL, GB). . . . .                 | 148 |
| <b>9.5 Normes ISO</b><br>(standards internationaux). . . . .  | 149 |
| <b>9.6 TRLV (Règles techniques pour l'utilisation<br/>de vitrages maintenus linéairement)</b> . . . . . | 150 |



|  |     |
|--|-----|
| 9.7 TRAV (Règles techniques pour l'utilisation de vitrages anti-chute )                          | 152 |
| 9.8 TRPV (règles techniques relatives au dimensionnement et à l'exécution de vitrages ponctuels) | 152 |
| 9.9 Décret pour l'économie de l'énergie (EnEV)   | 153 |
| 9.10 Directive OIB N° 6  | 159 |
| 9.11 Marquages Ü/CE  | 160 |
| 9.12 Contrôle d'homologation par UNIGLAS® et label de qualité                                    | 161 |
| 9.13 Possibilités d'utilisation de produits verriers   | 162 |

## 9. Normes, règlements et directives officiels

La fabrication, l'usinage, le contrôle et la manipulation de produits verriers font l'objet d'une série de directives actuelles. Les principales directives sont énu-

mérées ci-dessous. Les règlements peuvent être consultés au besoin sur Internet. Les normes sont disponibles dans le Beuth Verlag.

### Principaux règlements, lois et normes

|   |
|---|
| Décret allemand pour l'économie de l'énergie (EnEV) du 16.11.2001 ainsi que le décret de modification de l'EnEV du 29.04.2009 (cf. → chapitre 9.9)  |
| Directive allemande sur les matériaux de construction (Deutsche Bauproduktenrichtlinie) 1988  |
| Loi allemande sur les matériaux de construction (Deutsches Bauproduktengesetz) 1992   |
| Liste des dispositions techniques relatives à la construction   |
| Règlementation allemande sur la construction standard (MBO)/ Règlements sur les constructions en vigueur dans les Länder (LBO)  |
| Liste des dispositions techniques relatives à la construction   |
| Liste des règles de construction (BRL)  |
| Communiqués de l'Institut allemand pour la technique du bâtiment (DIBt)   |
| Loi autrichienne sur la certification énergétique (EAVG)  |
| Directive OIB N° 6  |
| Directive autrichienne sur les matériaux de construction (Österreichische Bauproduktenrichtlinie) 1989  |
| Loi autrichienne sur les matériaux de construction (Österreichisches Bauproduktengesetz) 1993   |
| Ordonnance autrichienne sur les constructions   |
| Communiqués, directives et règlements de l'OIB  |
| Journal officiel de la République d'Autriche (Österreichisches Bundesgesetzblatt), 16ème loi fédérale relative à la protection contre les produits dangereux (loi pour la sécurité des produits 2004 – PSG 2004) 4/05 |
| Prescriptions relatives à la construction des Länder autrichiens  |
| Normes néerlandaises NEN 2916 (utiliteitsbouw) en NEN 5128 (woningbouw) - Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC)   |

### 9.1 Normes DIN (standards allemands nationaux)

|                   |                                  |  |
|-------------------|----------------------------------|--|
| 1055,             | Parties 1 - 5                    | Actions sur les structures   |
| 1055,             | Partie 7                         | Actions sur les structures   |
| 1249,             | Partie 11                        | Verre plat dans la construction  |
| 1259,             | Parties 1 - 2                    | Termes utilisés pour les types, groupes et produits de verre                       |
| 4102,             | Parties 1 - 7<br>Parties 13 - 14 | Comportement au feu des matériaux de construction et des éléments de construction  |
| 4108,             | Parties 1 - 10                   | Protection thermique dans la construction et économie d'énergie dans les bâtiments |
| 4109 (+ addendum) |                                  | Protection acoustique dans la construction   |
| V 4701,           | Partie 10                        | Évaluation énergétique des installations de ventilation et de chauffage            |
| 5034,             | Parties 1, 4, 6                  | Lumière du jour dans les pièces intérieures  |
| 6169,             | Partie 1                         | Rendu des couleurs   |
| V 11 535,         |                                  | Serres   |
| 18 005            |                                  | Protection acoustique dans la construction urbaine                                 |
| 18 032            |                                  | Gymnases, salles et locaux pour une utilisation sportive ou à d'autres fins        |
| 18 055            |                                  | Fenêtre – Perméabilité à l'air des joints, .....                                   |

|                      |   |
|----------------------|---|
| 18 095               | Portes pare-fumée   |
| 18 361               | VOB – C; Travaux de vitrage   |
| 18 516, Parties 1, 4 | Revêtements des murs extérieurs, ventilés   |
| 18 545, Partie 2     | Calfeutrages de vitrages avec joints d'étanchéité                                 |
| V 18 599,            | Évaluation énergétique des bâtiments  |
| 32 622               | Aquariums en verre  |
| 51 130               | Contrôle des revêtements de sol – Détermination de la propriété antidérapante     |
| 52 338               | Méthode d'essai pour le verre plat dans la construction – Essai de chute de bille |
| 52 460               | Étanchéité des verres et des joints   |

## 9.2 Normes autrichiennes (ÖNormen) (standards autrichiens nationaux)

|                      |   |
|----------------------|---|
| F 2030               | Caractéristique pour la protection contre l'incendie                              |
| S 1310               | Constructions pare-balles ; Classe de protection pare-balles                      |
| ONR 21990            | Eurocodes – Applications en Autriche  |
| B 2227               | Travail du verre - Norme sur la contrat d'entreprise                              |
| 2454-1/-2            | Contrôle de sécurité des ascenseurs existants                                     |
| B 2459               | Verre dans la construction des ascenseurs   |
| B 3710               | Verre plat dans la construction, dénominations ...                                |
| B 3714-1             | Verre plat dans la construction - Verre isolant - Partie 1 Termes                 |
| B 3716-1/-2/-3/-4/-5 | Verre dans la construction, construction en verre                                 |
| B 3722               | Calfeutrages des vitrages avec joints d'étanchéité, feuillures à verre            |
| B 3724               | Calfeutrages des vitrages avec joints d'étanchéité, systèmes de vitrage           |
| B 3725               | Verre dans la construction – arêtes du verre                                      |
| B 3738               | Verre dans la construction – Exigences du verre isolant                           |
| B 3800-4             | Comportement au feu des matériaux de construction et des éléments de construction |
| B 3806               | Prescriptions relatives au comportement au feu des produits de construction       |
| B 4000               | Actions sur les structures  |
| B 4014-1             | Acceptations de charge dans la construction                                       |
| B 5300               | Fenêtres – Prescriptions – Suppléments à EN 14351-1                               |
| B 5301               | Fenêtres et portes de protection contre les avalanches                            |
| B 5305               | Fenêtres – Contrôle et maintenance  |
| B 5371               | Escaliers de bâtiment   |
| B 8115-2/-4          | Insonorisation et acoustique dans le bâtiment                                     |

### 9.3 Normes EN (standards européens)

|                    |  |
|--------------------|--|
| 81                 | Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs   |
| 101                | Carreaux et dalles en céramique ; Détermination de la dureté superficielle suivant l'échelle de Mohs   |
| ISO 140, partie 3  | Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Mesurage de l'isolation acoustique de l'air des composants aux bancs d'essai |
| 356                | Verre dans la construction - Vitrage de sécurité – Mise à l'essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle  |
| 410                | Verre dans la construction, détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages   |
| 572, Parties 1 – 7 | Verre dans la construction – Produits de base : verre de silicate sodo-calcique  |
| 673                | Verre dans la construction – Détermination du coefficient de transmission thermique (valeur U) – Méthode de calcul   |
| 674                | Verre dans la construction – Détermination du coefficient de transmission thermique (valeur U) – Méthode de l'anneau de garde  |
| ISO 717, partie 1  | Acoustique, Évaluation de l'isolement acoustique...  |

### 9.4 (DIN ; OENORM ; SN ; NF ; BS) Normes EN (standards européens instaurés en Allemagne, Autriche, Suisse, Pays-Bas, Grande-Bretagne)

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 1063                    | Verre dans la construction - Vitrage de sécurité – Mise à l'essai et classification de la résistance à l'attaque par balle                        |
| 1096, Parties 1 - 4     | Verre dans la construction – Verre à couche   |
| 1279, Parties 1 - 6     | Verre dans la construction – Vitrage isolant  |
| ISO 1288, Parties 1 - 5 | Verre dans la construction – Détermination de la résistance du verre à la flexion   |
| 1363                    | Essais de résistance au feu   |
| 1364                    | Essais de résistance au feu des éléments non porteurs   |
| 1522/1523               | Fenêtres, portes, fermetures - Résistance aux balles  |
| EN 1627 (pré-norme)     | Produits de construction résistants à l'effraction – Prescriptions et classification  |
| EN 1628 (pré-norme)     | Produits de construction résistants à l'effraction – Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge statique                  |
| EN 1629 (pré-norme)     | Produits de construction résistants à l'effraction – Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge dynamique                 |
| EN 1630 (pré-norme)     | Produits de construction résistants à l'effraction – Méthode d'essai pour la détermination de la résistance aux tentatives manuelles d'effraction |
| 1748, Parties 1 - 2     | Verre dans la construction – Produits de base spéciaux  |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| 1863, Partie 2            | Verre dans la construction – Verre de silicate sodocalcique thermodurci  |
| ISO 10077, Parties 1 - 2  | Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures   |
| 10 204                    | Produits métalliques – Types de documents de contrôle  |
| 12 150                    | Verre dans la construction – Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement                                 |
| 12 207                    | Fenêtres et portes – Perméabilité à l'air – Classification   |
| 12 208                    | Fenêtres et portes – Perméabilité à l'eau – Classification   |
| 12 412                    | Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures   |
| ISO 12 543, Parties 1 - 6 | Verre dans la construction – Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité  |
| 12 600                    | Verre dans la construction – Essai au pendule  |
| 12 758                    | Verre dans la construction – Vitrages et isolement acoustique  |
| 12 898                    | Verre dans la construction – Détermination de l'émissivité   |
| 13 022                    | Verre dans la construction – Vitrage extérieur collé   |
| 13 123 Parties 1 - 2      | Fenêtres, portes et fermetures – Résistance à l'explosion  |
| 13 501                    | Classement au feu des produits de construction et éléments de bâtiment   |
| 13 541                    | Verre dans la construction – Vitrage de sécurité – Mise à essai et classification de la résistance à la pression d'explosion |
| ISO 13 788                | Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments   |
| 14 179                    | Verre dans la construction – Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé et traité heat soak                           |
| ISO 14 438                | Verre dans la construction – Détermination de la valeur du bilan énergétique   |
| 14 449                    | Verre dans la construction – Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité  |
| 20 140                    | Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction                                |

## 9.5 Normes ISO (standards internationaux)

|          |  |
|----------|--|
| ISO 9050 | Verre dans la construction – Détermination de la transmission lumineuse, de la transmission solaire directe, de la transmission énergétique solaire totale, de la transmission de l'ultraviolet et des facteurs dérivés des vitrages |
|----------|--|

## Ensemble de règles complémentaires

|              |  |
|--------------|--|
| ETAG 002     | Guide d'agrément technique européen relatif aux vitrages extérieurs collés |
| GUV-SR 2001  | Directives relatives aux écoles  |
| GUV-SR 2002  | Directives relatives aux jardins d'enfants                                 |
| GUV-R1 / 111 | Règlements de sécurité pour les piscines                                   |
| GUV-I 56     | Escaliers  |
| GUV SI 8027  | Plus de sécurité en cas de bris de verre                                   |
| VdS 2163     | Vitrages résistants à l'effraction   |
| VdS 2270     | Exigences des vitres alarme  |
| VdS 3029     | Directives relatives aux systèmes d'alarme d'intrusion                     |
| VDI 2078     | Calcul de la charge de refroidissement, détermination du facteur b         |
| VDI 2719     | Insonorisation des fenêtres  |

Explications :

GUV = Gemeinde-Unfall-Versicherung (assurance-accidents allemande)

VdS = Verband der Sachversicherer, Schadensverhütung GmbH (Association des assureurs) i

VDI = Verein Deutscher Ingenieure (Association des ingénieurs allemands)

## 9.6 Règles techniques pour l'utilisation de vitrages maintenus linéairement – TRLV

Institut allemand pour la technique du bâtiment (DIBt), Version août 2006 (extraits – les règles TRLV doivent être observées dans l'ensemble en lien avec la liste des règles de construction, BRL)

### 1 Domaine d'application

**1.1** Les règles techniques s'appliquent aux vitrages qui sont maintenus linéairement en continu sur au moins deux côtés opposés\*. Selon leur inclinaison à la verticale, ils sont classés comme suit :

- Vitrages horizontaux : inclinaison  $> 10^\circ$
- Vitrages verticaux : inclinaison  $\leq 10^\circ$

**1.2** Les exigences légales relatives à la construction sur la protection thermique, acoustique et anti-incendie ainsi que les exigences des autres organismes demeurent inchangées par les présentes règles techniques.

**1.3** Les règles techniques ne s'appliquent pas aux :

- vitrages extérieurs collés
- vitrages qui sont utilisés pour le renforcement,
- vitrages horizontaux bombés.

**1.4** Des exigences supplémentaires doivent être prises en compte pour les vitrages de sol et des vitrages accessibles sous certaines conditions (p. ex. à des fins de nettoyage) qui ne correspondent pas au point 3.4 de ces règles et pour les vitrages qui offrent une garantie contre la chute. (cf. → page 107)

\* La norme DIN 18516-4: 1990-02 s'applique aux revêtements des murs extérieurs ventilés en verre de sécurité trempé.

**1.5** Les dispositions relatives aux vitrages horizontaux s'appliquent également aux vitrages verticaux dans la mesure où ces derniers ne sont pas uniquement soumis à des influences variables brèves, telles que les influences du vent. Parmi ces vitrages figurent par exemple les vitrages de shed pour lesquels une charge est possible en raison de l'accumulation de neige.

La stabilité statique des vitrages doit être prouvée pour les influences selon DIN 1055 et concernant le verre isolant également pour les influences climatiques.

Les tensions de flexion doivent être limitées aux valeurs du tableau.

■ Tableau 2 : Tensions de flexion autorisées en N/mm<sup>2</sup>

| Type de verre                | Vitrage horizontal | Vitrage vertical |
|------------------------------|--------------------|------------------|
| Verre trempé miroir          | 50                 | 50               |
| Verre trempé imprimé         | 37                 | 37               |
| Verre émaillé trempé miroir* | 30                 | 30               |
| Verre miroir                 | 12                 | 18               |
| Verre imprimé                | 8                  | 10               |
| Verre feuilleté miroir       | 15 (25**)          | 22,5             |

\* Émaillage sur le côté de tension

\*\* Uniquement autorisé pour le verre inférieur d'un vitrage horizontal en verre isolant en cas de charge "défaillante de la vitre supérieure".

### 5.3 Preuve du cintrage

5.3.1 Aux endroits les plus défavorables, le cintrage des verres ne doit pas être plus grand que

les valeurs présentées dans le tableau 3.

■ Tableau 3 : Limitations des cintrages

| Disposition         | Vitrage horizontal  | Vitrage vertical         |
|---------------------|---|--------------------------|
| quatre côtés        | 1/100 de la portée de la vitre dans la direction principale                     | pas d'exigences**        |
| deux et trois côtés | Vitrage simple :<br>1/100 de la portée de la vitre dans la direction principale | 1/100 de l'arête libre*  |
|                     | Verres du vitrage isolant :<br>1/200 de l'arête libre                           | 1/100 de l'arête libre** |

\* Il n'est pas obligatoire de respecter cette limitation dans la mesure où il est prouvé qu'une prise en feuillure de 5 mm n'est pas atteinte sous charge.

\*\* Les limitations des cintrages du fabricant du vitrage isolant doivent être observées.

5.3.2 Lors de la mesure du verre inférieur d'un vitrage horizontal en vitrage isolant selon la

section 5.2.2, le cintrage ne doit pas être nécessairement prouvé.

### 5.4 Justificatifs facilités pour les vitrages verticaux

Vitrages isolants maintenus tous les côtés qui observent les conditions suivantes :

- Produit en verre : verre miroir, TVG ou ESG,
- Surface :  $\leq 1,6 \text{ m}^2$ ,
- Épaisseur de la vitre :  $\geq 4 \text{ mm}$ ,
- Différence entre les épaisseurs de vitre :  $\leq 4 \text{ mm}$ ,
- Intercalaire :  $\leq 16 \text{ mm}$ ,
- Charge de vent  $w$  :  $\leq 0,8 \text{ kN/m}^2$ ,

peuvent être utilisés pour des hauteurs de montage jusqu'à 20 m au-dessus du terrain pour des conditions de production et de montage normales (évaluation des valeurs de calcul d'après le tableau 1) sans autre preuve. Si la longueur de la plus petite arête est inférieure à 500 mm, le risque de cassure augmente toutefois pour les miroirs en raison des influences climatiques. (...)

Le texte intégral des règles TRLV peut être téléchargé gratuitement sur Internet :  
<http://www.dibt.de/de/data/eTRLV.pdf>

## 9.7 Règles techniques pour l'utilisation de vitrages anti-chute – TRAV

Institut allemand pour la technique du bâtiment (DIBt),  
version janvier 2003 (abrévée)

### 1 Domaine d'application

1.1 Les règles techniques s'appliquent aux vitrages disposés mécaniquement comme décrit ci-dessous lorsque ces derniers servent également à assurer les personnes sur des zones de circulation contre une chute latérale, la différence de hauteur minimale à garantir devant être déduite des règle-

mentations sur les constructions des pays. Font l'objet d'une réglementation (...)

Le texte intégral des règles TRAV peut être téléchargé gratuitement sur Internet :  
<http://www.dibt.de/de/data/eTRAV.pdf>

## 9.8 Règles techniques relatives au dimensionnement et à l'exécution de vitrages ponctuels – TRPV

Institut allemand pour la technique du bâtiment (DIBt),  
Version finale août 2006

Les constructions à fixations ponctuelles doivent être calculées statiquement selon la méthode des éléments finis (MEF) et la résistance résiduelle

doit être prouvée. Les constructions à fixations ponctuelles requièrent généralement un accord au cas par cas.

Pour les constructions isolées, telles qu'UNIGLAS®| OVER-HEAD, des agréments techniques (abZ) existent.

Pour pouvoir réaliser des vitrages ponctuels sans accord au cas par cas ni agrément technique, il y a les règles TRPV qui peuvent être obtenues au Beuth-Verlag.

## 9.9 Décret pour l'économie de l'énergie (EnEV)

Récapitulatif concernant les exigences relatives au verre, aux fenêtres et aux façades sur la base de l'édition d'avril 2009

### Aperçu

- Les exigences énergétiques relatives au besoin en énergie primaire annuel, l'isolation thermique pour les nouvelles constructions et les principales modifications dans le secteur du bâtiment sont augmentées respectivement d'environ 30 %.
- Les valeurs maximales pour la perte de transmission  $H_T'$  et le besoin en énergie primaire  $Q_p$  ne sont plus déterminées à partir d'un tableau en fonction d'A/V (surface enveloppante/volumes). Le besoin en énergie primaire maximal est défini selon une méthode de bâtiment de référence, la transmission est fixée en fonction du type de bâtiment pour les bâtiments résidentiels et elle est limitée par une méthode d'élément pour les bâtiments non résidentiels.
- Une nouvelle méthode d'établissement du bilan pour les bâtiments résidentiels dans la norme DIN V 18599 peut être utilisée alternativement à la méthode existante selon DIN 4108-6 et DIN V 4701-10.
- Les chauffages à accumulation de courant de nuit sont mis hors service à long terme et graduellement dans certains bâtiments.
- Augmentation de l'exécution par des "justificatifs privés" : Les entrepreneurs qui réalisent des travaux de modification professionnelle conformément aux règlements EnEV doivent garantir la conformité EnEV par écrit au maître d'ouvrage ou au propriétaire.
- Les exigences de protection thermique estivale selon DIN 4108-2 ne sont pas renforcées.

### Données de composant et de bâtiment relevantes pour le verre

#### Bâtiment de référence

Le bâtiment de référence (géométrie, surface utile de bâtiment et orientation identiques au bâtiment à construire) doit être entre autre calculé avec les exécutions techniques suivantes :

#### ■ Bâtiment non résidentiel

| Composant             | Propriété   |
|-----------------------|---|
| Façade-rideau         | Coefficient de transmission thermique                     |
|                       | Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage |
|                       | Coefficient de transmission lumineuse du vitrage          |
| Toits en verre        | Coefficient de transmission thermique                     |
|                       | Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage |
|                       | Coefficient de transmission lumineuse du vitrage          |
| Puits de lumière      | Coefficient de transmission thermique                     |
|                       | Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage |
|                       | Coefficient de transmission lumineuse du vitrage          |
| Coupoles translucides | Coefficient de transmission thermique                     |
|                       | Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage |
|                       | Coefficient de transmission lumineuse du vitrage          |

## ■ Bâtiment résidentiel

| Composant                        | Propriété   | Exécution de référence/<br>Valeur (unité de mesure) |
|----------------------------------|---|---|
| Fenêtres / Porte-fenêtres        | Coefficient de transmission thermique                   | $U_w = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$                |
|                                  | Coefficient global de transmission d'énergie du vitrage | $g_L = 0,60$  |
| Fenêtre de toit                  | Coefficient de transmission thermique                   | $U_w = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$                |
|                                  | Coefficient global de transmission d'énergie du vitrage | $g_L = 0,60$  |
| Coupole translucide              | Coefficient de transmission thermique                   | $U_w = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$                |
|                                  | Coefficient global de transmission d'énergie du vitrage | $g_L = 0,64$  |
| Portes extérieures               | Coefficient de transmission thermique                   | $U_w = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$                |
| Dispositif de protection solaire | Pas de dispositif de protection solaire                 |   |

(Pour les bâtiments résidentiels, ces données ont été prescrites jusqu'ici dans l'EnEV-2007 par le besoin en énergie primaire maximal autorisé en fonction du rapport A/V)

## Exécution de référence/valeur (unité de mesure)

Température ambiante prescrite en cas de chauffage  $\geq 19 \text{ }^\circ\text{C}$ Température ambiante prescrite en cas de chauffage  $< 19 \text{ }^\circ\text{C}$ 

|   |   |
|---|---|
| $U = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$<br>(pas encore indiqué)  | $U = 1,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$<br>(pas encore indiqué)  |
| $g_L = 0,48$<br>(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage,<br>0,48 pour le triple vitrage,<br>0,35 pour le vitrage de protection solaire)    | $g_L = 0,60$<br>(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage,<br>0,48 pour le triple vitrage,<br>0,35 pour le vitrage de protection solaire)    |
| 0,72<br>(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage,<br>0,72 pour le triple vitrage, et 0,62 pour le<br>vitrage de protection solaire)         | 0,78<br>(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage,<br>0,72 pour le triple vitrage, et 0,62 pour le<br>vitrage de protection solaire)         |
| $U = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (pas encore indiqué)   | $U = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (pas encore indiqué)   |
| $g_L = 0,63$<br>(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage,<br>0,48 pour le triple vitrage, et 0,35 pour le<br>vitrage de protection solaire) | $g_L = 0,63$<br>(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage,<br>0,48 pour le triple vitrage, et 0,35 pour le<br>vitrage de protection solaire) |
| 0,76<br>(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage,<br>0,72 pour le triple vitrage, et 0,62 pour le<br>vitrage de protection solaire)         | 0,76<br>(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage,<br>0,72 pour le triple vitrage, et 0,62 pour le<br>vitrage de protection solaire)         |
| $U = 2,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (pas encore indiqué)   | $U = 2,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (pas encore indiqué)   |
| $g_L = 0,55$ (0,70 jusqu'ici)   | $g_L = 0,55$ (0,70 jusqu'ici)   |
| 0,48 (0,62 jusqu'ici)   | 0,48 (0,62 jusqu'ici)   |
| $U = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (pas encore indiqué)   | $U = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (pas encore indiqué)   |
| $g_L = 0,64$ (0,72 jusqu'ici)   | $g_L = 0,64$ (0,72 jusqu'ici)   |
| 0,59 (0,73 jusqu'ici)   | 0,59 (0,73 jusqu'ici)   |

## ■ Bâtiment non résidentiel (suite)

| Composant                        | Propriété  |
|----------------------------------|--|
| Fenêtres / Porte-fenêtres        | Coefficient de transmission thermique  |
|                                  | Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage  |
|                                  | Coefficient de transmission lumineuse du vitrage   |
| Fenêtres de toit                 | Coefficient de transmission thermique  |
|                                  | Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage  |
|                                  | Coefficient de transmission lumineuse du vitrage   |
| Portes extérieures               | Coefficient de transmission thermique  |
| Dispositif de protection solaire | Pour le bâtiment de référence, le dispositif de protection exige des exigences de la protection thermique estivale. Dans la appliquées pour ces vitrages : <ul style="list-style-type: none"> <li>- à la place des valeurs de la façade-rideau</li> <li>- Coefficient de transmission lumineuse du vitrage 0,58</li> <li>- Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage 0,35</li> </ul> |

## ■ Valeurs maximales

Pour les bâtiments résidentiels, la perte de chaleur par transmission relative à la surface de l'en-

veloppe de transmission de chaleur ne doit pas dépasser les valeurs maximales suivantes :

| Type de bâtiment  | Valeur maximale de la perte de chaleur par transmission spécifique         |
|---|--|
| Bâtiment résidentiel autonome   | avec $A_N \leq 350\text{m}^2$ $H_T' = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ |
|   | avec $A_N > 350\text{m}^2$ $H_T' = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$    |
| Maison jumelée  | $U_W = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$                                |
| Tout autre bâtiment résidentiel   | $H_T' = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$                               |
| Extensions et aménagements de bâtiments résidentiels conformément au § 9 alinéa 5 | $H_T' = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$                               |

(Ces données ont été prescrites jusqu'ici dans l'EnEV-2007 par la perte de chaleur par transmission maximale autorisée en fonction du rapport A/V)

## Exécution de référence/valeur (unité de mesure)

Température ambiante prescrite en cas de chauffage  $\geq 19\text{ }^{\circ}\text{C}$

Température ambiante prescrite en cas de chauffage  $< 19\text{ }^{\circ}\text{C}$

$U = 1,30\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (pas encore indiqué)

$g_L = 0,60$

(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage, 0,48 pour le triple vitrage, et 0,35 pour le vitrage de protection solaire)

0,78

(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage, 0,72 pour le triple vitrage et 0,62 pour le vitrage de protection solaire)

$U = 1,40\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (pas encore indiqué)

$g_L = 0,60$

(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage, 0,48 pour le triple vitrage, et 0,35 pour le vitrage de protection solaire)

0,78

(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage, 0,72 pour le triple vitrage et 0,62 pour le vitrage de protection solaire)

$U = 1,80\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (pas encore indiqué)

$U = 1,90\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (pas encore indiqué)

$g_L = 0,60$

(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage, 0,48 pour le triple vitrage, et 0,35 pour le vitrage de protection solaire)

0,78

(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage, 0,72 pour le triple vitrage, et 0,62 pour le vitrage de protection solaire)

$U = 1,90\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (pas encore indiqué)

$g_L = 0,60$

(jusqu'ici 0,65 pour le double vitrage, 0,48 pour le triple vitrage, et 0,35 pour le vitrage de protection solaire)

0,78

(jusqu'ici 0,78 pour le double vitrage, 0,72 pour le triple vitrage, et 0,62 pour le vitrage de protection solaire)

$U = 2,90\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (pas encore indiqué)

solaire effectif du bâtiment à construire doit être adopté ; il est déterminé le cas échéant par les mesure où le vitrage de protection solaire est utilisé, les caractéristiques suivantes doivent être

- Coefficient de transmission énergétique totale du vitrage 0,35
- à la place des valeurs des fenêtres et des fenêtres de toit
- Coefficient de transmission lumineuse du vitrage 0,62

## Valeurs maximales

Pour les bâtiments non résidentiels, les coefficients de transmission thermique de la surface de

l'enveloppe de transmission de chaleur ne doivent pas dépasser les valeurs maximales suivantes :

| Composant   | Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique, en rapport avec la valeur moyenne des composants respectifs |  |
|---|---|--|
|   | Zones avec température ambiante prescrite en cas de chauffage $\geq 19\text{ }^{\circ}\text{C}$                           | Zones avec température ambiante prescrite en cas de chauffage de $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $< 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| Composants extérieurs opaques, dans la mesure où ils ne sont pas compris dans les lignes 3 et 4     | $U = 0,35\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$  | $U = 0,50\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$   |
| Composants extérieurs transparents dans la mesure où ils ne sont pas compris dans les lignes 3 et 4 | $U = 1,90\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$  | $U = 2,80\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$   |
| Façade-rideau   | $U = 1,90\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$  | $U = 3,00\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$   |
| Toits en verre, puits de lumière, Coupoles translucides   | $U = 3,10\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$  | $U = 3,10\text{ W} / (\text{m}^2\text{K})$   |

(Ces données ont été prescrites jusqu'ici dans l'EnEV-2007 par la perte de chaleur par transmission maximale autorisée en fonction du rapport A/V)

## ■ Modification des composants

Les valeurs maximales pour le premier montage, le remplacement et le changement de composants sont entre autres

| Composant  | Valeurs maximales des coefficients de transmission thermique $U_{max}$   |  |
|--|--|--|
|  | Bâtiments résidentiels / Zones de bâtiments non résidentiels avec températures intérieures $\geq 19\text{ °C}$ | Zones de bâtiments non résidentiels avec températures intérieures de $12\text{ °C}$ à $< 19\text{ °C}$ |
| Fenêtres extérieures, Porte-fenêtres                                       | 1,30 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 1,70 W/(m <sup>2</sup> K))   | 1,90 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 2,80 W/(m <sup>2</sup> K))                                     |
| Fenêtre de toit  | 1,40 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 1,70 W/(m <sup>2</sup> K))   | 1,90 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 2,80 W/(m <sup>2</sup> K))                                     |
| Vitrages   | 1,10 W/(m <sup>2</sup> K) *<br>(jusqu'ici 1,50 W/(m <sup>2</sup> K))   | pas d'exigence<br>(pas d'exigence jusqu'ici)   |
| Façades-rideaux (composant remplacé en entier)                             | 1,40 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 1,90 W/(m <sup>2</sup> K))   | 1,90 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 3,00 W/(m <sup>2</sup> K))                                     |
| Façades-rideaux (vitrage ou panneau remplacé)                              | 1,90 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(pas encore indiqué)  | pas d'exigence<br>(pas encore indiqué)   |
| Toits en verre   | 2,00 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(pas encore indiqué)  | 2,70 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(pas encore indiqué)  |
| Fenêtres extérieures, Porte-fenêtres, fenêtre de toit avec vitrage spécial | 2,00 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 2,00 W/(m <sup>2</sup> K))   | 2,80 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 2,80 W/(m <sup>2</sup> K))                                     |
| Vitrages spéciaux  | 1,60 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 1,60 W/(m <sup>2</sup> K))   | pas d'exigence<br>(pas d'exigence jusqu'ici)   |
| Façades-rideaux avec Vitrage spécial                                       | 2,30 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 2,30 W/(m <sup>2</sup> K))   | 3,00 W/(m <sup>2</sup> K)<br>(jusqu'ici 3,00 W/(m <sup>2</sup> K))                                     |

\* Si l'épaisseur du verre est limitée pour des raisons techniques dans le cadre de ces mesures, ces exigences sont considérées comme satisfaites si un vitrage ayant un coefficient de transmission thermique de 1,30 W/(m<sup>2</sup>K) au plus est intégré.

Le texte complet de l'EnEV et les informations correspondantes peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet : [http://www.enev-online.de/enev/enev\\_2009.htm](http://www.enev-online.de/enev/enev_2009.htm)

## 9.10 Directive OIB N° 6

Le pendant autrichien de l'EnEV est la directive OIB 6. Cette directive régit :

1. certification énergétique pour les bâtiments
2. exigences énergétiques minimales pour
  - nouvelles constructions
  - modernisation, transformation, agrandissement et extension de bâtiments existants et s'applique aux bâtiments résidentiels et non résidentiels. Ces derniers sont divisés en 12 classes.

Ce sont les Länder autrichiens qui transposent la directive OIB avec leurs prescriptions relatives à la construction.

Avec la loi autrichienne sur la certification énergétique (EAVG), la directive de l'UE relative à l'efficacité énergétique est transposée. Selon la décision de l'UE du 03.08.2006, la directive de l'UE sur les bâtiments doit être transposée jusqu'au 01.01.2008 au plus tard dans les pays membres.

La transposition des Länder s'effectue désormais au fur et à mesure ; le Land Vorarlberg applique par exemple pour le besoin de chauffage des limites maximales plus faibles que celles de la directive. Les prescriptions des Länder doivent être observées.

Valeurs limites pour le verre et les fenêtres selon la directive OIB depuis le 01.01.2010 :

- Valeurs U maximales : (pas de différenciation à partir du 01.01.2010):
  - Fenêtres et façades dans les bâtiments résidentiels, en fonction de la mesure de contrôle standard  $U_w \leq 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Autres bâtiments  $U_w \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Fenêtres de toit  $U_w \leq 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Autres composants transparents en pente  $U_w \leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Pour les radiateurs situés devant la fenêtre  $U_g \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Protection thermique estivale
  - La norme autrichienne ÖNORM B 8100-3 doit être observée (pas de durcissement de la norme prévu)

Le texte intégral de la directive de l'OIB ainsi que les durcissements de cette directive par le Land Vorarlberg peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet : [http://www.oib.or.at/RL6\\_250407.pdf](http://www.oib.or.at/RL6_250407.pdf)

### 9.11 Marquages Ü/CE

Depuis 2007, de nouvelles dispositions s'appliquent au marquage Ü des produits verriers. Résumé des dispositions :

#### ■ Produits de base selon EN 572-9

Le verre float, la glace armée, le verre coulé et le verre armé doivent faire l'objet d'une déclaration de conformité du fabricant (marquage Ü). Dans le cadre de la certification Ü, la désignation abrégée "BRL A Teil 1 Anlage 11.5" doit être présente. De plus, il faut indiquer la valeur caractéristique de la résistance à la flexion.

#### ■ Verre à couche selon EN 1096-4

La désignation abrégée "BRL A Teil 1 Anlage 11.6" et la désignation abrégée des produits de base doivent être représentés. De plus, il faut indiquer la valeur caractéristique de la résistance à la flexion.

#### ■ Verre de sécurité trempé thermiquement selon EN 12150-2

Désignation abrégée "ESG nach BRL A Teil 1 Anlage 11.7". De plus, il faut indiquer la valeur caractéristique de la résistance à la flexion.

#### ■ Verre de sécurité trempé avec heat soak

Désignation abrégée "ESG-H nach BRL A Teil 1 Anlage 11.11".

#### ■ Verre de sécurité feuilleté avec feuille PVB selon EN 14449

Désignation abrégée "Verbund-Sicherheitsglas mit PVB-Folie nach BRL A Teil 1 Anlage 11.8".

#### ■ Verre feuilleté selon EN 14449

Désignation abrégée "Verbundglas nach BRL A Teil 1 Anlage 11.9".

#### ■ Vitrage isolant multicouches selon EN 1279

Pour la production du vitrage isolant multicouches, seuls des produits en verre selon la liste des règles de construction A partie 1 peuvent être utilisés. Désignation abrégée "Mehrscheiben-Isolierglas nach BRL A Teil 1 Anlage 11.10".

Les certifications peuvent être indiquées, comme jusqu'à présent, sur le produit lui-même ou – comme d'habitude – sur les documents d'accompagnement et doivent également être représentées en Allemagne pour le marquage CE.

### Marquage CE

CE désigne Communautés Européennes. Ce sigle caractérise entre autres les produits de construction qui correspondent aux normes de produits européennes harmonisées.

Le marquage CE ne certifie pas l'origine ni la qualité d'un produit. Il peut être uniquement utilisé lorsque le produit correspond à la directive sur les matériaux de construction (BPR). Il est ainsi garanti que le produit peut être mis en circulation sans restrictions dans toute l'UE.

Avec le marquage CE, le fabricant certifie que le produit s'harmonise avec la norme de produit sous-jacente.

Cette harmonisation avec le BPR est justifiée à différents niveaux. Pour le verre, deux niveaux sont importants.

#### ■ Niveau 1 :

Première vérification avec contrôle interne et externe – correspond à la certification Ü.

#### ■ Niveau 3 :

Déclaration du fabricant après la première vérification avec le contrôle interne – correspond approximativement à la déclaration de conformité du fabricant (ÜHP).

Les exigences qui résultent de la directive sur les matériaux de construction (BPR) sont formulées dans les **normes de produits** suivantes :

| Norme de produit   | Depuis le  | Niveau |
|--|------------|--------|
| Produits de base en verre de silicate sodocalcique (p. ex. verre float) EN 572 | 01.09.2006 | 3      |
| Vitrage isolant multicouches EN 1279   | 01.09.2006 | 3      |
| Verre à couche EN 1096   | 01.03.2007 | 3      |
| Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement EN 12 150      | 01.09.2006 | 3      |
| Verre de silicate sodocalcique thermodurci EN 1863                             | 01.09.2006 | 3      |
| Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé avec heat soak EN 14 179     | 01.03.2007 | 3      |
| Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité EN 14449                        | 01.03.2007 | 3 ou 1 |

L'instauration de la norme européenne harmonisée (EN) pour les produits en verre doit permettre de remplacer les normes DIN nationales correspondantes.

Les nouvelles normes européennes pour le verre ont généralement les caractéristiques communes :

- Un système de management de la qualité est requis,
- des caractéristiques de qualité sont prescrites et
- des contrôles de qualité sont stipulés.

## 9.12 Contrôle d'homologation par UNIGLAS® GmbH & Co. KG et label de qualité

Outre les marquages Ü/CE, qui régissent exclusivement la mise en circulation des produits de construction et ne représente en aucun cas un signe de qualité, les produits des sociétés UNIGLAS® sont fabriqués en complément selon des directives de qualité et d'homologation d'UNIGLAS® GmbH & Co. KG, qui ont été élaborées par les commissions techniques d'UNIGLAS®.

Selon la zone de livraison, quelques sociétés UNIGLAS® ont le label de qualité RAL ou sont contrôlées selon les conditions de KIVA (label de qualité néerlandais), le TGM (label de qualité autrichien) ou le CECAL (label de qualité français). Le contrôle de production interne à l'usine est, en outre, réalisé selon le plan de contrôle dans une surveillance externe par l'examineur indé-

pendant d'UNIGLAS® GmbH & Co. KG qui est reconnu par les instituts de contrôle. Ainsi, les contrôles sont plus vastes que ce qui est prescrit dans les dispositions de contrôle et d'homologation respectives des porteurs du marquage. Avec les contrôles externes, il est garanti que chaque société UNIGLAS® fait l'objet d'au moins deux contrôles par an, voire de trois contrôles pour les entreprises contrôlées par KIWA. Pour le contrôle du label de qualité RAL, un contrôle externe unique suffit par exemple dans la mesure où aucune divergence n'a été constatée de manière répétée.

Les étapes déterminantes sont ainsi :

- Le contrôle de système des vitrages isolants fabriqués

### ■ Directives et caractéristiques supplémentaires déterminant la qualité pour la production du vitrage isolant

| EN 1279   | Dispositions de contrôle et d'homologation                             |
|---|--|
| Description du système                          | Contrôle externe   |
| Description du produit                          | Contrôle produits en amont   |
| Premier contrôle                                | Liste d'aperçu des types   |
| Contrôles de production internes à l'usine      | Conformité de l'échantillon de contrôle avec la description du système |
| Contrôles d'audit avec inspections              | Tolérances du remplissage de gaz                                       |
| Déclaration de conformité                       | Exigences visuelles du produit fini                                    |
| Déclaration des caractéristiques de performance |  |
| Marquage CE                                     |  |

- L'organigramme des contrôles internes à l'usine
- La poursuite du contrôle externe par un examinateur indépendant

Chaque unité de vitrage isolant ayant un label de qualité doit correspondre à la description du système et demande des contrôles de qualité des éléments suivants :

- Verre
- Intercalaire
- Matériau d'étanchéité
- Déshydrateur
- Etanchéité périphérique
- Remplissage de gaz
- Tolérances ainsi que le
- produit fini lui-même

## 9.13 Possibilités d'utilisation de produits en verre

### Produits de construction réglementés

Afin que les produits de construction puissent être utilisés lors de l'établissement, la modification et la maintenance des installations, ils doivent satisfaire aux exigences générales des réglementations sur les constructions des Länder, ils doivent être durablement aptes à l'utilisation et ne doivent pas

pouvoir engendrer de risque. Pour la plupart des produits de construction, la liste des règles de construction A et B réglemente le justificatif de leur utilisation : elle indique des règles techniques pour l'utilisation de ces produits de construction, ces derniers devant satisfaire ces règles.

## Produits et types de construction non réglementés

Les produits et les types de construction qui diffèrent des règles techniques ou pour lesquels il n'existe pas de règles de la technique généralement reconnues, les réglementations sur les constructions des Länder (LBO) prévoient trois justificatifs d'utilisation possibles :

- un agrément technique général (abZ),
- un certificat d'essai technique général, ou
- un accord au cas par cas (ZiE).

Les deux premières possibilités sont plutôt utilisées par le fabricant du produit de construction alors que l'accord au cas par

cas est le plus souvent utilisé par les maîtres d'ouvrage, architectes ou autres personnes participant à la construction. Avec cet accord au cas par cas, l'utilisation des produits de construction réglementés et non réglementés est fixée pour un projet de construction défini.

Un agrément technique est délivré par l'Institut allemand pour la technique du bâtiment (DIBt) à Berlin, le plus souvent pour une période déterminée (p. ex. 5 ans). Après cette période, cet agrément doit faire l'objet d'une nouvelle demande. Pour les applications sans grandes exigences de sécurité, un certificat d'essai technique général, également délivré par le DIBt, est suffisant.

## Accord au cas par cas

Les autorités supérieures des Länder en matière de construction sont chargées de délivrer un accord au cas par cas (cf. → page 164). Cela doit également faire l'objet d'une demande sur papier libre décrivant précisément le projet de construction, représentant le type d'utilisation du produit de construction dans le projet de construction et contenant le cas échéant les rapports d'essai déjà disponibles. L'autorité de supervision de la construction délivre l'accord pour cette utilisation du produit de construction, le cas échéant avec des dispositions annexes et des conditions supplémentaires. L'accord au cas par cas fait l'objet de taxes qui peuvent aller d'un montant en euros à deux chiffres à un montant à quatre chiffres selon les dépenses du justificatif. En outre, il faut compter les frais de l'expertise et le

cas échéant des contrôles, calculs et essais de composants qu'elle comprend.

Un accord au cas par cas est par exemple nécessaire pour les vitrages anti-chutes qui ne sont pas conformes aux règles TRAV ou pour les vitrages praticables, les vitrages à fixations ponctuelles ou les vitrages horizontaux ayant une largeur de portée supérieure à 1,20 m.

Avant de présenter la demande, le projet doit être évalué et optimisé par un institut de contrôle reconnu :

- Consultation et évaluation du composant en verre
- Estimation du risque et du potentiel de risque en cas d'endommagement du verre

- Détermination du “fonctionnement” de la construction en verre prévue
- Consultation constructive, propositions d'amélioration éventuelles
- Élaboration des contrôles requis pour la solidité du verre, la résistance résiduelle, les contrôles de qualité, autres exigences.

Selon la construction et l'application, les essais de composant peuvent devenir nécessaires pour la résistance résiduelle. Les résultats de l'évaluation de l'expertise sont regroupés dans un avis qui représente le fondement de la décision des autorités supérieures en matière de construction. Cette expertise ne remplace pas en principe l'activité de l'ingénieur de contrôle.

La demande d'accord au cas par cas doit comporter :

- Demande sur papier libre adressée par courrier
- Données relatives au projet de construction : maître d'ouvrage, auteur du projet, entrepreneur, autorité inférieure de

supervision de la construction, ingénieur de contrôle, expert

- Description précise du composant en verre :
  - Représentation de la solution technique et de la divergence par rapport aux règles techniques ou aux agréments techniques
  - Données relatives aux matériaux utilisés et à leurs caractéristiques
  - Données relatives à l'utilisation prévue
- Plans généraux et plans de construction du composant en verre
- Rapports d'essai, expertises et avis d'experts des instituts et administrations de contrôle reconnus.
- le cas échéant, les rapports d'essai pour les calculs statiques.

Les dispositions actuelles peuvent être recherchées sur les pages internet des autorités compétentes. Les autorités nomment des experts et des instituts de contrôle autorisés.

## Adresses importantes :

### Autorités supérieures des Länder en matière de construction

#### ■ Bade-Wurtemberg

Wirtschaftsministerium  
(Ministère de l'économie)  
Theodor-Heuss-Straße 4  
70174 Stuttgart  
Téléphone : 0711 / 123-0

#### ■ Bavière

Bayerisches Staatsministerium des  
Innern (Ministère bavarois de l'Intérieur)  
Franz-Josef Strauß-Ring 4  
80539 München  
Téléphone : 089 / 2192-02

#### ■ Berlin

Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen  
und Verkehr Dienstgebäude (Admini-  
stration compétente en matière de  
construction, d'habitat et des transports  
bâtiment de service) Berlin-Wilmersdorf  
Württembergische Str. 6  
10707 Berlin  
Téléphone : 030 / 867-0

### ■ Brandebourg

Ministerium für Stadtentwicklung,  
Wohnen und Verkehr (Ministère pour le  
développement urbain, l'habitat et les  
transports)  
Dortusstraße 30-33  
14467 Potsdam  
Téléphone : 0331 / 287-0

### ■ Brême

Der Senator für Bau und Stadt-  
entwicklung (Le Ministre pour la con-  
struction et le développement urbain)  
Ansgaritorstraße 2  
28195 Bremen  
Téléphone : 0421 / 361-0

### ■ Hambourg

Amt für Bauordnung und Hochbau  
(Administration pour la réglementation sur  
les constructions et pour le bâtiment)  
Stadthausbrücke 8  
20355 Hamburg  
Téléphone : 040 / 34913-0

### ■ Hesse

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,  
Verkehr und Landesentwicklung (Ministère  
de l'économie, des transports et du déve-  
loppement du territoire de la Hesse)  
Friedrich-Ebert-Allee 12 65185  
Wiesbaden  
Téléphone : 0611 / 353-0

### ■ Mecklenbourg-Poméranie occidentale

Ministerium für Bau, Landesentwicklung  
und Umwelt (Ministère de la constructi-  
on, du développement du territoire et  
de l'environnement)  
Schloßstraße 6-8  
19053 Schwerin  
Téléphone : 0385 / 588-0

### ■ Basse-Saxe

Niedersächsisches Sozialministerium  
(Ministère des affaires sociales de la  
Basse-Saxe)  
Hinrich-Wilhelm-Knopf-Platz 2  
30159 Hannover  
Téléphone : 0511 / 120-0

### ■ Rhénanie-du-Nord-Westphalie

Ministerium für Bauen und Wohnen  
(Ministère pour la construction et l'habitat)  
Elisabethstraße 5-11  
40217 Düsseldorf  
Téléphone : 0211 / 3843-0

### ■ Rhénanie-Palatinat

Ministerium der Finanzen  
(Ministère des finances)  
Kaiser-Friedrich-Straße  
55116 Mainz  
Téléphone : 06131 / 16-0

### ■ Sarre

Ministerium für Umwelt, Energie und  
Verkehr (Ministère de l'environnement,  
de l'énergie et des transports)  
Hardenbergsraße 8  
66119 Saarbrücken  
Téléphone : 0681 / 501-00

### ■ Saxe

Staatsministerium des Innern  
(Ministère d'État de l'Intérieur)  
Archivstraße 1  
01097 Dresden  
Téléphone : 0351 / 564-0

### ■ Saxe-Anhalt

Ministerium für Wohnungswesen,  
Städtebau und Verkehr (Ministère du loge-  
ment, de l'urbanisme et des transports)  
Turmschanzenstraße 30  
39114 Magdeburg  
Téléphone : 0391 / 567-01

### ■ Schleswig-Holstein

Innenministerium des Landes  
Schleswig-Holstein (Ministère de  
l'Intérieur du Land Schleswig-Holstein)  
Düsternbrooker Weg 92  
24105 Kiel  
Téléphone : 0431 / 988-0

### ■ Thuringe

Ministerium für Wirtschaft und  
Infrastruktur (Ministère de l'économie  
et des infrastructures)  
Max-Reger-Straße 4-6  
99096 Erfurt  
Téléphone : 0361 / 379-0

## Recommandations d'utilisation pour des applications déterminées

VFF Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V. (Association des fabricants de fenêtres et de façades, notice V.05.2009-09 (extrait))

Les exigences détaillées relatives à la structure du verre et la mesure des verres découlent des ensembles de règles respectives et ne sont pas citées ici en détail.

Si des exigences supplémentaires existent, par exemple pour des raisons de protection contre l'incendie ou des exigences spécifiques au bien, celles-ci doivent être également observées.

### ■ Légende des tableaux suivants

| Couleur   | Signification                            |
|---|--|
|  | Type de verre minimum requis             |
|  | Type de verre recommandé                 |
|  | Type de verre utilisable alternativement |
|  | Type de verre non autorisé               |

### ■ Abréviations utilisées

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| EG  | Verre simple                 |
| MIG | Vitrage isolant multicouches |
| abZ | Agrément technique général   |
| ZiE | Accord au cas par cas        |

### ■ Vitrages verticaux sans protection anti-chute

| Application  | Verre float   | Verre ESG   | Verre ESG-H   | Verre float   | Verre VSG en  | Verre ESG   | Verre TVG   | Remarque  |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fenêtre sur allège<br>                    |  |  |  |  |  |  |  |   |
| Devantures<br>                            |  |  |  |  |  |  |  | En raison du manque de réglementation, une épaisseur minimale de verre de 10 mm pour le verre float ou de 12 mm pour le verre VSG est recommandée |
| Vitrages à niveau du sol <sup>P</sup><br> |  |  |  |  |  |  |  | p. ex. porte-fenêtre, porte d'entrée (pour protection anti-effraction cf. paragraphe "verres de sécurité spéciaux")                               |

| Application   | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre VSG en |                        |           | Remarque  |
|---|-------------|------------------------|-------------|--------------|------------------------|-----------|---|
|   |             |                        |             | Verre float  | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre TVG |   |
| Mur antibruit<br>                    | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | TRLV, ZTV-Lsw 06  |
| Portes tout verre<br>                | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Règle de l'association professionnelle "points de vente" (BGR 202), ou ordonnance relative aux lieux de travail avec directive relative aux lieux de travail 10/5 |
| Revêtements extérieurs<br>           | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | DIN 18516-4<br>Utilisation du verre VSG seulement avec un agrément technique ou un accord au cas par cas  |
| Façade en verre collé3<br>          |             | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | ETAG 002 "Structural Sealant glazing systems (SSGS)"  |
|   | interieur   | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         |   |
|   | extérieur   | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         |   |
| Façade à fixations ponctuelles<br> | EG          | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Conformément à l'agrément technique ou à l'accord au cas par cas Attention : selon les règles TRPV uniquement verre VSG en ESG ou TVG                             |
|   | MIG         | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         |   |

<sup>1</sup> Attention ! Selon TRLV : verre ESG non traité heat soak, uniquement pour les hauteurs de montage sur la zone de circulation < 4 m et aucune personne située directement sous le vitrage, sinon le verre ESG-H doit être utilisé !

<sup>2</sup> Attention ! Le verre VSG en 2 x ESG n'a pas de résistance résiduelle. Les conditions de montage doivent être notamment observées.

<sup>3</sup> Le verre a la priorité pour une utilisation selon le paragraphe "Vitrage dans les bâtiments d'utilisation spéciale".

## ■ Vitrages horizontaux

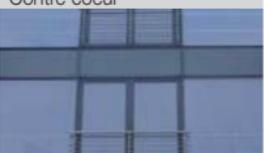
| Application   | Verre float | ESG | Verre ESG-H | Verre float | Verre ESG | Verre TVG | Remarque  |
|---|-------------|-----|-------------|-------------|-----------|-----------|---|
| Fenêtre de toit<br>      | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | Uniquement logements et pièces d'utilisation similaire (p. ex. chambre d'hôtel et pièces de bureau) avec une surface lumineuse (mesure intérieure du cadre) < 1,6 m <sup>2</sup> , sinon cf. vitrage horizontal |
| Vitrage horizontal<br>   | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | TRLV  |
|   | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | Autres verres possibles si la chute de grands éléments en verre est empêchée sur les zones de circulation grâce à des mesures adaptées (p. ex. filets avec largeur des mailles ≤ 40 mm)                         |
| Avant-toit en verre<br> | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | Disposé en forme de lignes selon TRLV<br>Disposé en forme de points selon TRPV : uniquement VSG en ESG ou TVG. Élément de fixation non autorisé   |
| Lamelles en verre<br>  | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | Disposé en forme de lignes selon TRLV<br>Disposé en forme de points selon TRPV : uniquement VSG en ESG ou TVG ! Élément de fixation non autorisé  |
|                        | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | TRLV<br>Le verre supérieur est en verre ESG ou TVG ; une protection anti-glisserment suffisante doit être garantie ; Montage différent : agrément technique ou accord au cas par cas                            |
| Verre accessible<br>   | ■           | ■   | ■           | ■           | ■         | ■         | Accord au cas par cas généralement nécessaire, exigences moins strictes que pour le verre praticable Plancher en verre  |

<sup>2</sup> Attention ! Le verre VSG en 2 x ESG n'a pas de résistance résiduelle.

le. Les conditions de montage doivent être notamment observées.

## ■ Vitrages anti-chute

| Application   | Verre float | Verre ESG | Verre ESG-H | Verre VSG en |           |           | Remarque  |
|---|-------------|-----------|-------------|--------------|-----------|-----------|---|
|   |             |           |             | Verre float  | Verre ESG | Verre TVG |   |
| Vitrage du sol au plafond<br><br>(catégorie A selon TRAV)  | EG<br>MIG   | ■         | ■           | ■            | ■         | ■         | TRAV<br><br>S'applique aux vitres situées sur le côté exposé ; vitre sur le côté opposé à l'exposition au choix ; si le verre VSG est situé sur le côté opposé à l'exposition le verre ESG est situé du côté exposé ;   |
| Garde-corps entièrement en verre avec profil U posé dessus<br><br>(catégorie B selon TRAV)                 |             | ■         | ■           | ■            | ■         | ■         | TRAV<br>VSG en verre float uniquement avec agrément technique ou accord au cas par cas  |
| Garde-cops avec remplissage en verre maintenu linéairement<br><br>(catégorie C1 selon TRAV)               |             | ■         | ■           | ■            | ■         | ■         | TRAV<br>Si elles ne sont pas maintenues linéairement de tous les côtés, le verre VSG doit être utilisé. Les arêtes libres doivent être protégées contre les impacts involontaires par la construction des garde-cops ou par les vitres attenantes.  |
| Garde-cops avec remplissage en verre fixé ponctuellement<br><br>(catégorie C1 selon TRAV)                |             | ■         | ■           | ■            | ■         | ■         | TRAV<br>La protection des arêtes n'est plus nécessaire.   |
| Garde-cops avec remplissage en verre maintenu avec des éléments de fixation<br><br>(pas régi selon TRAV) |             | ■         | ■           | ■            | ■         | ■         | Conformément à l'agrément technique ou à l'accord au cas par cas. Les arêtes libres doivent être protégées contre les impacts involontaires par la construction des garde-cops ou les verres attenants ; le verre ESG peut être utilisé s'il est autorisé par un agrément technique.                      |
| Vitrage sous entretoises<br><br>(catégorie C2 selon TRAV)  | EG<br>MIG   | ■         | ■           | ■            | ■         | ■         | TRAV<br>S'il n'est pas maintenu linéairement de tous les côtés, le verre VSG doit être utilisé.<br>S'applique aux verres situés sur le côté exposé ; verre tourné sur le côté opposé à l'exposition au choix ;<br>s'il n'est pas maintenu linéairement de tous les côtés, le verre VSG doit être utilisé. |

| Application   | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre float | Verre ESG <sup>2</sup> | Verre TVG | Verre VSG en | Remarque   |
|---|-------------|------------------------|-------------|-------------|------------------------|-----------|--------------|--|
| Vitrage du sol au plafond avec garde-corps indépendant  | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | Garde-corps ayant la hauteur légale requise.   |
|  (catégorie C3 selon TRAV) | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | S'applique aux verres situés sur le côté exposé ; verre tourné sur le côté opposé à l'exposition au choix ; si le verre VSG est tourné sur le côté opposé à l'exposition le verre ESG est situé du côté exposé ; |
| Double façade   | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | Façade intérieure sans protection anti-chute, concertation recommandée avec les autorités inférieures de supervision de la construction et le maître d'ouvrage   |
|  intérieur <sup>3</sup>    | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | La façade extérieure intègre la protection anti-chute, TRAV selon la catégorie A ou C  |
|  extérieur                 | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            |  |
| Cage d'ascenseur  | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | TRAV et EN 81  |
|                           | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            |  |
| Contre coeur <sup>3</sup>   | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | Le composant situé sur le côté du vitrage opposé aux impacts intègre complètement la protection anti-chute   |
|                          | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            |  |

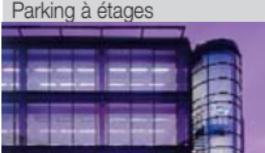
<sup>1</sup> Attention ! Selon TRLV : verre ESG non traité heat soak, uniquement pour les hauteurs de montage sur la zone de circulation < 4 m et aucune personne située directement sous le vitrage, sinon le verre ESG-H doit être utilisé !

<sup>2</sup> Attention ! Le verre VSG en 2 x ESG n'a pas de résistance résiduelle. Les conditions de montage doivent être notamment observées.

<sup>3</sup> Le verre a la priorité pour une utilisation selon le paragraphe "Vitrage dans les bâtiments d'utilisation spéciale".

## ■ Vitrages dans les bâtiments d'utilisation spéciale

| Application   | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre float | Verre ESG <sup>2</sup> | Verre TVG | Verre VSG en | Remarque  |
|---|-------------|------------------------|-------------|-------------|------------------------|-----------|--------------|---|
| Bureau, murs ou portes en verre   | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            | Ordonnance relative aux lieux de travail<br>GUV-I 8713 Administration |
|  | ■           | ■                      | ■           | ■           | ■                      | ■         | ■            |   |

| Application   | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre VSG en |                        |           | Remarque   |
|---|-------------|------------------------|-------------|--------------|------------------------|-----------|--|
|   |             |                        |             | Verre float  | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre TVG |  |
| Halls d'entrée/Entrées<br>   | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Règle de l'association professionnelle (BGR 202), ou ordonnance relative aux lieux de travail avec directive relative aux lieux de travail 10/5          |
| École<br>                    | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | GUV-V S 1 ; jusqu'à une hauteur de 2,00 m verre de sécurité ou protection suffisante   |
| Jardin d'enfants<br>         | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | GUV-V S 2002 ; jusqu'à une hauteur de 1,50 m verre de sécurité ou protection suffisante  |
| Hôpital/Maison de soins<br> | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Selon KhBauVO pour domaines déterminés (p. ex. escaliers) et pour une utilisation spéciale (p. ex. services spécialisés pour les enfants) BGI/GUV-I 8681 |
| Galerie marchande<br>      | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Règle de l'association professionnelle "points de vente" (BGR 202)   |
| Commerce de détail<br>     | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Ordonnance relative aux lieux de travail, règle de l'association professionnelle "points de vente" (BGR 202) ou autre protection suffisante              |
| Parking à étages<br>       | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Ordonnance relative aux lieux de travail Annexe 1.7 (4) ; directive relative aux lieux de travail 8/4 et directive relative aux lieux de travail 10/5    |
| Arrêt de bus<br>           | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Ordonnance relative aux lieux de travail Annexe 1.7 (4) ; directive relative aux lieux de travail 8/4 et directive relative aux lieux de travail 10/5    |

| Application   | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre VSG en |           |           | Remarque   |
|---|-------------|------------------------|-------------|--------------|-----------|-----------|--|
|   |             |                        |             | Verre float  | Verre ESG | Verre TVG |  |
| <p>Piscine</p>               | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■         | ■         | GUV-R 1/111, DIN 18361 ; jusqu'à une hauteur de 2 m de verre de sécurité ou de protection suffisante. Pour les piscines sportives, résistance contre les lancers de balles supplémentaire (water-polo) selon DIN 18032-3 |
| <p>Salle de gymnastique</p>  | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■         | ■         | DIN 18032-1 ; jusqu'à une hauteur de 2 m surface plane, fermée et sans éclats ; résistance contre les lancers de balles nécessaire selon DIN 18032-3   |
| <p>Salle de squash</p>       | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■         | ■         | Les éléments en verre de la paroi arrière doivent être composés de verre ESG ayant une épaisseur d'au moins 12 mm  |

<sup>1</sup> Attention ! Selon TRLV : verre ESG non traité heat soak, uniquement pour les hauteurs de montage sur la zone de circulation < 4 m et aucune personne située directement sous le vitrage, sinon le verre ESG-H doit être utilisé !

<sup>2</sup> Attention ! Le verre VSG en 2 x ESG n'a pas de résistance résiduelle. Les conditions de montage doivent être notamment observées.

## ■ Vitrages dans l'aménagement intérieur sans protection anti-chute

| Application  | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre VSG en |           |           | Remarque   |
|--|-------------|------------------------|-------------|--------------|-----------|-----------|--|
|  |             |                        |             | Verre float  | Verre ESG | Verre TVG |  |
| <p>Plancher en verre / Escaliers</p>  | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■         | ■         | Accord au cas par cas nécessaire TRLV, liste des dispositions techniques relatives à la construction ; tensions autorisées conformément aux vitrages horizontaux selon TRLV ; VSG avec feuilles PVB d'une épaisseur nominale minimale = 1,5 mm |
| <p>Paroi de douche</p>                | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■         | ■         | EN 14428/A1  |

| Application   | Verre float | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre ESG-H | Verre VSG en |                        |           | Remarque  |
|---|-------------|------------------------|-------------|--------------|------------------------|-----------|---|
|   |             |                        |             | Verre float  | Verre ESG <sup>1</sup> | Verre TVG |   |
| Porte tout verre<br>                     | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Ordonnance relative aux lieux de travail avec directive relative aux lieux de travail 10/5, éventuellement règle de l'association professionnelle "points de vente" (BGR 202) |
| Porte vitrée<br>                         | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Ordonnance relative aux lieux de travail avec directive relative aux lieux de travail 10/5, éventuellement règle de l'association professionnelle "points de vente" (BGR 202) |
| Porte vitrée dans le tiers supérieur<br> | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         |   |
| Briques en verre<br>                    | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Considérés comme incassables et anti-effraction   |
| Cloison vitrée<br>                     | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Directive relative aux lieux de travail 8/4   |
| Installations coupe-vent<br>           | ■           | ■                      | ■           | ■            | ■                      | ■         | Règle de l'association professionnelle "points de vente" (BGR 202), ou ordonnance relative aux lieux de travail avec directive relative aux lieux de travail 10/5             |

<sup>1</sup> Attention ! Selon TRLV : verre ESG non traité heat soak, uniquement pour les hauteurs de montage sur la zone de circulation < 4 m et aucune personne située directement sous le vitrage, sinon le verre ESG-H doit être utilisé !

<sup>2</sup> Attention ! Le verre VSG en 2 x ESG n'a pas de résistance résiduelle. Les conditions de montage doivent être notamment observées.

## ■ Verres de sécurité spéciaux

| Application   | Verre float | ESG | Verre ESG-H | Verre VSG en |     |           | Remarque                     |
|---|-------------|-----|-------------|--------------|-----|-----------|------------------------------|
|   |             |     |             | Verre float  | ESG | Verre TVG |                              |
| Protection anti-effraction<br>     | ■           | ■   | ■           | ■            | ■   | ■         | EN 1627                      |
| Protection anti-bris<br>           | ■           | ■   | ■           | ■            | ■   | ■         | EN 356<br>Directive VdS 2163 |
| Protection anti-vandalisme<br>     | ■           | ■   | ■           | ■            | ■   | ■         | EN 356 ou directive VdS EH   |
| Protection pare-balles<br>       | ■           | ■   | ■           | ■            | ■   | ■         | EN 1063, EN 1522             |
| Protection anti-déflagration<br> | ■           | ■   | ■           | ■            | ■   | ■         | EN 13541, EN 13123           |

## ■ Construction en verre

| Application   | Verre float | ESG | Verre ESG-H | Verre VSG en |                        |           | Remarque                         |
|---|-------------|-----|-------------|--------------|------------------------|-----------|----------------------------------|
|   |             |     |             | Verre float  | Verre ESG <sup>2</sup> | Verre TVG |                                  |
| Lames de verre, le verre comme support<br> | ■           | ■   | ■           | ■            | ■                      | ■         | Accord au cas par cas nécessaire |
| Constructions entièrement en verre<br>     | ■           | ■   | ■           | ■            | ■                      | ■         | Accord au cas par cas nécessaire |
| Construction spéciales en verre<br>       | ■           | ■   | ■           | ■            | ■                      | ■         | Accord au cas par cas nécessaire |

<sup>2</sup> Attention ! Le verre VSG en 2 x ESG n'a pas de résistance résiduelle. Les

conditions de montage doivent être notamment observées.



10



|  |     |
|--|-----|
| 10.1 Bords de verre en référence à DIN 1249, partie 11 et EN 12150 . . . . .   | 178 |
| 10.2 Tolérances sur les exigences normatives . . . . .   | 180 |
| 10.3 Battue de verre et calage des vitrages isolants . . . . .   | 224 |
| 10.4 Compatibilité de matériel. . . . .  | 231 |
| 10.5 Vitrages avec charges thermiques et climatiques exceptionnelles ainsi que verres teintés dans la masse. . . . . | 239 |
| 10.6 Transport et montage de vitrages isolants en hauteur et en profondeur. . . . .                                  | 241 |
| 10.7 Transport des verres de grandes dimensions. . . . .   | 242 |
| 10.8 Directive pour la manutention du vitrage isolant multicouches . . . . .   | 242 |
| 10.9 Guide technique pour l'utilisation de triple vitrage thermo-isolant . . . . .                                   | 247 |
| 10.10 Notice pour le nettoyage du verre . . . . .  | 254 |

### 10. Instructions d'utilisation et de traitement spécifiques aux branches et guide technique

Concernant les exigences légales ou dans leur complément, de nombreux fabricants de vitrage isolant et entreprises de transformation du verre ont choisi des déclarations supplémentaires

sur le thème du verre dans différentes configurations, complétées à chaque fois par la compétence d'entreprises spécialisées, de groupes et de spécialistes de différents domaines.

#### 10.1 Bords du verre en référence à DIN 1249, partie 11 et EN 12150

##### 10.1.1 Formes des bords

###### ■ Bord droit (K)

Le bord droit forme un angle de  $90^\circ$  avec la surface du verre.

###### ■ Bord chanfreiné (GK)

Pour des raisons liées à la construction, le bord chanfreiné forme un angle de  $90^\circ > \alpha \geq 45^\circ$  avec la surface du verre. Les bords peuvent être taillés ou polis.

###### ■ Bord biseauté (FK)

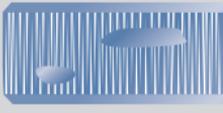
Le bord biseauté forme avec une grande partie de la surface de bord un angle divergent de  $90^\circ$  avec la surface du verre. Selon la largeur du biseau, on distingue les biseaux plats des

biseaux en biais. Pour des raisons techniques de fabrication, le bord biseauté se termine sur un bord restant (biseau) disposé verticalement à la surface du verre. Ce bord restant peut être coupé, taillé ou également poli et est droit, semi-circulaire ou bombé en fonction de sa forme.

###### ■ Bord rond (RK)

Le bord rond présente une taille de la surface des bords plus ou moins ronde. La forme des bords "semi-circulaire" ou "bombée" est choisie par le fabricant ou après accord.

## 10.1.2 Usinage des bords

| Dénomination   | Définition   |
|--|--|
| <p>Coupe franche (KG)</p>         | <p>Le bord coupé (bord de coupe) est le bord du verre brut formé par le verre plat lors de la coupe. Les bords de coupe ont des arêtes vives. Le bord possède de légères lignes ondulées (appelées lignes Wallner) en travers de ses bords. Le bord de coupe est généralement brisé de manière lisse mais des points de rupture irréguliers peuvent toutefois apparaître surtout pour les verres épais et les verres non rectilignes, par exemple en raison des points de départ de l'outil de coupe. En outre, il peut y avoir des caractéristiques d'usinage en raison par exemple de la brisure du verre avec la pince. Les aspérités importantes peuvent être corrigées (taillage sur mesure). Un verre feuilleté de sécurité constitué de verres ayant des bords de coupe dispose généralement d'un alignement des bords qui correspond à la tolérance de coupe. (cf. → page 210)</p> |
| <p>Bords abattus (KGS)</p>       | <p>Les bords de coupe sont ébarbés. Le bord du verre peut être coupé partiellement ou complètement.</p>  |
| <p>Taillé sur mesure (KMG)</p>  | <p>Le bord de la vitre est calibré sur mesure sur toute l'épaisseur du verre avec le disque abrasif. Les endroits nus et les écailles sont autorisés.</p>  |
| <p>Bords rodés (KGN)</p>        | <p>La surface des bords est taillée sur toute la surface avec un disque abrasif fin, obtenant ainsi un aspect (dépoli) mat affilé. Les endroits nus et les écailles ne sont pas autorisés.</p>   |
| <p>Bords polis (KPO)</p>        | <p>Le bord poli est un bord taillé qui est usiné grâce au surpolissage. Les endroits mats ne sont pas autorisés. Les traces et les rayures de polissage visibles et perceptibles sont autorisées.</p> <p>Pour des raisons techniques de production, les bords d'un verre peuvent être usinés sur différentes ou plusieurs machines. Les bords taillés ou polis peuvent alors avoir un aspect différent. Cela ne peut faire l'objet d'une réclamation.</p>  |

## 10.2 Tolérances sur les exigences normatives

### Préface

Ce chapitre régit les tolérances pour les verres de base, les usinages et les produits transformés tels que les verres ESG, ESG-H, TVG, VSG, VSG en verre ESG/TVG et le vitrage isolant multicouches.

Les normes nationales en vigueur actuellement ou les normes EN représentent les principes de base. Ces normes ne suffisent toutefois pas toujours dans la pratique. Le chapitre 10 présente ainsi les applications qui ne sont pas décrites dans les normes.

#### ■ Tolérances standard

Les tolérances standard sont toutes les tolérances qui peuvent être garanties dans le procédé de production normal.

#### ■ Tolérances spéciales

Les tolérances spéciales peu-

vent être réalisées avec des précautions supplémentaires dans la fabrication et doivent être convenues au cas par cas. Les dépenses supplémentaires nécessaires à ces précautions sont mentionnées pour chaque tolérance et peuvent être satisfaites contre la facturation de frais supplémentaires si ces derniers sont indiqués dans les commandes.

Ces tolérances représentent la base des conditions de vente et de livraison de votre partenaire UNIGLAS® dans leur version actuelle respective.

#### Remarque importante :

Les modifications des tolérances sont immédiatement prises en compte et travaillées. Celles-ci peuvent être consultées sur Internet dans leur version actuelle : <http://www.uniglas.net>

### 10.2.1 Verres de base

Les principes normatifs suivants (normes figurant dans la liste des

règles de construction) s'appliquent pour les verres de base :

|                 |  |
|-----------------|--|
| EN 572 partie 1 | Produits de base : verre de silicate sodocalcique, Partie 1<br>- Définitions et propriétés physiques et mécaniques générales (remplacement partiel de DIN 1249 partie 1) |
| EN 572 partie 2 | Verre dans la construction<br>Produits de base : verre de silicate sodocalcique Partie 2<br>- Verre float (remplacement de DIN 1249 partie 3)                            |
| EN 572 partie 3 | Produits de base : verre de silicate sodocalcique<br>Partie 3 - Glace armée  |
| EN 572 partie 4 | Produits de base : verre de silicate sodocalcique, Partie 4<br>- verre plat étiré (remplacement de DIN 1249 partie 1)  |
| EN 572 partie 5 | Produits de base : verre de silicate sodocalcique<br>Partie 5 - Verre imprimé (ensemble avec EN 572 partie 6, remplacement de DIN 1249 partie 4)                         |
| EN 572 partie 6 | Produits de base : verre de silicate sodocalcique Partie 6<br>- Verre imprimé armé (ensemble avec EN 572 partie 5, remplacement de DIN 1249 partie 4)                    |

Dans les normes mentionnées précédemment, les dimensions limites des épaisseurs nominales peuvent être déduites pour les différents produits en verre. En outre, les exigences de qualité ainsi que les défauts optiques et visibles des produits en verre de base y sont décrits.

Les dimensions limites des épaisseurs nominales sont nommées ici comme extrait de la norme DIN 572 partie 2 Verre float.

■ Tab. 1: Dimensions limites des épaisseurs du verre

| Épaisseur nominale [mm] | Dimension limite [mm] |
|-------------------------|-----------------------|
| 2                       | ± 0,2                 |
| 3                       | ± 0,2                 |
| 4                       | ± 0,2                 |
| 5                       | ± 0,2                 |
| 6                       | ± 0,2                 |
| 8                       | ± 0,3                 |
| 10                      | ± 0,3                 |
| 12                      | ± 0,3                 |
| 15                      | ± 0,5                 |
| 19                      | ± 1,0                 |

Pour ces dimensions limites, il n'y a pas de distinction entre la tolérance spéciale et la tolérance standard.

## 10.2.2 Coupe

EN 572 s'applique en supplément.

Mesures générales de longueur ± 0,2 mm / m longueur des bords

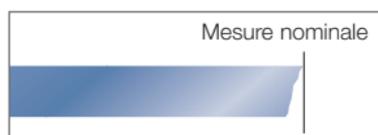
### 10.2.2.1 Généralités

La "rupture oblique" doit être prise en compte. Celle-ci dépend de l'épaisseur du verre respective et de la qualité du verre de base (fragilité etc.).

Fig. 1 : Surbrisure



Fig. 2 : Sous-brisure



■ Tab. 2: Valeurs de la rupture oblique

| Épaisseur du verre [mm] | Valeur maximale [mm] |
|-------------------------|----------------------|
| 2, 3, 4, 5, 6           | ± 1                  |
| 8, 10                   | ± 2                  |
| 12                      | ± 3                  |
| 15                      | + 5 / - 3            |
| 19                      | + 6 / - 3            |

Celle-ci doit être prise en compte pour les données de tolérance, c.-à-d. les dimensions du verre peuvent se modifier pour un bord abattu en doublant la valeur de la rupture oblique.

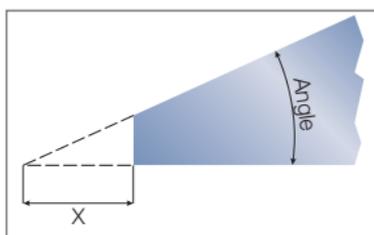
Pour les éléments non rectangulaires, on considère que les tolérances citées ci-dessous peuvent s'appliquer pour les angles indiqués (similaire à la coupe arrière). La géométrie des éléments est maintenue.

## 10.2.2.1.1 Rupture possible pour le verre float

■ Tab. 2a : Coupe arrière

| Angle             | X       |
|-------------------|---------|
| $\leq 12,5^\circ$ | - 30 mm |
| $\leq 20^\circ$   | - 18 mm |
| $\leq 35^\circ$   | - 12 mm |
| $\leq 45^\circ$   | - 8 mm  |

Fig. 3 : Coupe arrière



## 10.2.2.1.2 Angle aigu pour les verres ESG, VSG, ISO – Coupe arrière – zone ne devant pas être évaluée

Pour des raisons techniques de production, les sociétés UNIGLAS® se réservent le droit de réaliser une coupe arrière conformément au tableau 2b. Si celle-ci n'est pas réalisée, les mesures indiquées dans le tableau 2b sont considérées comme zone ne devant pas être évaluée. Les irrégularités sur les bords (p. ex. surbrisure) ainsi que celles apparaissant à la surface ne peuvent faire l'objet d'une réclamation.

■ Tab. 2b : Coupe arrière

| Angle             | X       |
|-------------------|---------|
| $\leq 12,5^\circ$ | - 65 mm |
| $\leq 20^\circ$   | - 33 mm |

Pour les angles  $> 25^\circ$ , la coupe arrière correspond à la rupture.

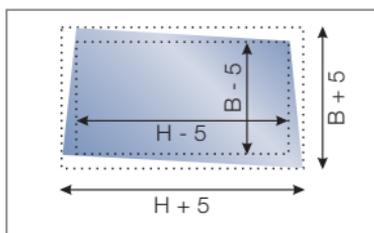
Les tolérances mentionnées sous le point 10.2.3.1.3, tableau 9, ne doivent pas être additionnées aux tolérances mentionnées ci-dessus dans les tableaux 2a et 2b.

## 10.2.2.2 Longueur, largeur et équerrage

En se basant sur les mesures nominales pour la longueur L et la largeur l, le verre doit s'inscrire dans un rectangle qui a été agrandi à la dimension limite supérieure en partant des dimensions nominales et elle doit circonscire un rectangle qui a été diminué à la dimension limite inférieure en partant des dimensions nominales. Les côtés des rectangles doivent être parallèles entre eux et les rectangles doivent avoir un point central commun (cf. fig. 4). Ces

rectangles décrivent également les limites de l'équerrage. Les dimensions limites des dimensions nominales de la longueur L et la largeur l s'élèvent à  $\pm 5$  mm.

Fig. 4 : Rectangularité



## 10.2.2.3 Sens de la structure pour les verres imprimés

On considère comme standard : sens de la structure parallèle à la mesure de hauteur. Les exceptions sont uniquement permises si le tracé de la structure est indiqué sur le dessin et si la remar-

que “SENS DE LA STRUCTURE selon dessin” est mentionnée sur le certificat de production lors de la commande.

■ Tab. 3: **MASTERGLASS**

| N° | Paramètre   | Désignation/Unité   |   |                                |
|----|---|---|---|--------------------------------|
| 1  | <b>Défaut d'aspect ;</b><br>nombre de défauts maximum. Critères de contrôle selon EN 572 partie 5 : Distance d'observation 1,5 m. | Défaut principal (inclusions)   | les inclusions visibles ne sont pas autorisées                                      |                                |
| 2  |   | Bulles en forme de sphère   | Ø jusqu'à 2 mm autorisé sans restriction  |                                |
| 3  |   |   | Ø > 2 mm ne sont pas autorisés  |                                |
| 4  |   | Observation perpendiculaire sur le verre disposé devant une surface grise mate à une distance de 3 m. | Bulles oblongues  | Largeur > 2 mm pas autorisée   |
| 5  |   |   |   | Longueur > 10 mm pas autorisée |
| 6  |   |   |   |                                |
| 7  |   |   | Mouchetures (bulles inférieures à 1 mm)   | 10 pro cm <sup>3</sup> maximum |
| 8  |   |   | Marquage du défaut  |                                |
| 9  | <b>Dimensions/<br/>Poids</b>  | Épaisseurs disponibles  | 3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10 mm   |                                |
| 10 |   | Dimension d'épaisseur   | ± 0,5 mm  |                                |
| 11 |   | Poids spécifique  | Calcul du poids [kg] :<br>2,5 • Surface [m <sup>2</sup> ] • Épaisseur du verre [mm] |                                |
| 12 |   | Dimension largeur/longueur  | Dimension de livraison ± 3 mm   |                                |
| 13 |   | Equerrage   | Différence des diagonales 4 mm  |                                |
| 14 | <b>Surface</b>  | Qualité de la surface   | Structuré d'un ou des deux côtés  |                                |
| 15 |   | Ondulation de la surface  | 0,8 mm maximum (mesuré avec une jauge d'épaisseur sur un panneau idéal)             |                                |
| 16 |   | Faillle générale (tableau)  | 3 mm maximum par m largeur totale (mesuré debout)                                   |                                |
| 17 |   | Défaillance modèle en diagonale (largeur)   | 4 mm maximum dans un mètre  |                                |
| 18 |   | Défaillance modèle longitudinale (longueur)   | 2 mm maximum dans un mètre  |                                |
| 19 |   | Déformation   | 10 % maximum de l'épaisseur nominale  |                                |
| 20 |   | Flexion   | 2 mm maximum  |                                |

■ Tab. 4: Verre martelé (SR)

| N° | Paramètre   | Désignation/Unité   |   |                                |
|----|---|---|---|--------------------------------|
| 1  | <b>Défaut d'aspect ;</b><br>nombre de défauts maximum. Critères de contrôle selon EN 572 partie 5 : Distance d'observation 1,5 m. | Défaut principal (inclusions)   | les inclusions visibles ne sont pas autorisées                                      |                                |
| 2  |   | Bulles en forme de sphère   | Ø jusqu'à 2 mm autorisé sans restriction  |                                |
| 3  |   |   | Ø > 2 mm ne sont pas autorisés  |                                |
| 4  |   | Observation perpendiculaire sur le verre disposé devant une surface grise mate à une distance de 3 m. | Bulles oblongues  | Largeur > 2 mm pas autorisée   |
| 5  |   |   |   | Longueur > 15 mm pas autorisée |
| 6  |   |   |   |                                |
| 7  |   |   | Mouchetures (bulles inférieures à 1 mm)   | 10 pro cm <sup>3</sup> maximum |
| 8  |   |   | Marquage du défaut  |                                |
| 9  | <b>Dimensions/ Poids</b>  | Épaisseurs disponibles  | 3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 / 8,0 / 10 mm   |                                |
| 10 |   | Dimension d'épaisseur   | ± 0,5 mm  |                                |
| 11 |   | Poids spécifique  | Calcul du poids [kg] :<br>2,5 • Surface [m <sup>2</sup> ] • Épaisseur du verre [mm] |                                |
| 12 |   | Dimension largeur/longueur  | Dimension de livraison ± 3 mm   |                                |
| 13 |   | Equerrage   | Différence des diagonales 4 mm  |                                |
| 14 | <b>Surface</b>  | Qualité de la surface   | Structuré d'un ou des deux côtés  |                                |
| 15 |   | Ondulation de la surface  | 0,8 mm maximum (mesuré avec une jauge d'épaisseur sur un panneau idéal)             |                                |
| 16 |   | Faïlle générale (tableau)   | 3 mm maximum par m largeur totale (mesuré debout)                                   |                                |
| 17 |   | Défaillance modèle en diagonale (largeur)   | 6 mm maximum dans un mètre  |                                |
| 18 |   | Défaillance modèle longitudinale (longueur)   | 2 mm maximum dans un mètre  |                                |
| 19 |   | Déformation   | 10 % maximum de l'épaisseur nominale  |                                |
| 20 |   | Flexion   | 2 mm maximum  |                                |

■ Tab. 5: Verre imprimé

| N° | Paramètre   | Désignation/Unité             |  |
|----|---|-------------------------------|--|
| 1  | <b>Défaut d'aspect ;</b><br>nombre de défauts maximum. Critères de contrôle selon EN 572 partie 5 : Distance d'observation 1,5 m. | Défaut principal (inclusions) | les inclusions visibles ne sont pas autorisées |
| 2  |   | Bulles en forme de sphère     | Ø jusqu'à 5 mm autorisé sans restriction       |
| 3  |   |                               | Ø > 5 mm ne sont pas autorisés                 |
| 4  |   | Bulles oblongues              | Largeur > 2 mm pas autorisée                   |

■ Tab. 5: Verre imprimé (suite)

| N° | Paramètre   | Désignation/Unité                       |   |
|----|---|---|---|
| 5  | posé devant une surface grise mate à une distance de 3 m. |   | Longueur > 25 mm pas autorisée  |
| 6  |   |   |   |
| 7  |   | Mouchetures (bulles inférieures à 1 mm) | 10 pro cm <sup>3</sup> maximum  |
| 8  |   | Marquage du défaut                      |   |
| 9  | <b>Dimensions/<br/>Poids</b>                              | Épaisseurs disponibles                  | 3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 mm  |
| 10 |   | Dimension d'épaisseur                   | ± 0,5 mm  |
| 11 |   | Poids spécifique                        | Calcul du poids [kg] :<br>2,5 • Surface [m <sup>2</sup> ] • Épaisseur du verre [mm] |
| 12 |   | Dimension largeur/longueur              | Dimension de livraison ± 3 mm   |
| 13 |   | Equerrage                               | Différence des diagonales<br>4 mm   |
| 14 |   | <b>Surface</b>                          | Qualité de la surface   |
| 15 | Ondulation de la surface                                  |   | 0,8 mm maximum (mesuré avec une jauge d'épaisseur sur un panneau idéal)             |
| 16 | Faillle générale (tableau)                                |   | 3 mm maximum par m largeur totale (mesuré debout)                                   |
| 17 | Défaillance modèle en diagonale (largeur)                 |   | 6 mm maximum dans un mètre  |
| 18 | Défaillance modèle longitudinale (longueur)               |   | 2 mm maximum dans un mètre  |
| 19 | Déformation   |   | 10 % maximum de l'épaisseur nominale  |
| 20 | Flexion   |   | 2 mm maximum  |

■ Tab. 6: Verre armé et Glace armée

| N° | Paramètre  | Désignation/Unité                       |  |  |
|----|--|---|--|--|
| 1  | <b>Défaut d'aspect ;</b><br>nombre de défauts maximum. Critères de contrôle selon EN 572 partie 5 : Distance d'observation 1,5 m.<br>Observation perpendiculaire sur le verre disposé devant une surface grise mate à une distance de 3 m. | Défaut principal (inclusions)           | les inclusions visibles ne sont pas autorisées |  |
| 2  |  | Bulles en forme de sphère               | Ø jusqu'à 5 mm autorisé sans restriction       |  |
| 3  |  |   | Ø > 5 mm ne sont pas autorisés                 |  |
| 4  |  | Bulles oblongues                        | Largeur > 2 mm pas autorisée                   |  |
| 5  |  |   | Longueur > 25 mm pas autorisée                 |  |
| 6  |  |   |  |  |
| 7  |  | Mouchetures (bulles inférieures à 1 mm) | sans objet                                     |  |
| 8  |  | Marquage du défaut                      |  |  |

■ Tab. 6: Verre armé et verre à Glace armée (suite)

| N° | Paramètre                    | Désignation/Unité                           |   |
|----|------------------------------|---|---|
| 9  | <b>Dimensions/<br/>Poids</b> | épaisseurs disponibles                      | 7,0 / 9,0 mm  |
| 10 |                              | Dimension d'épaisseur                       | ± 0,5 mm  |
| 11 |                              | Poids spécifique                            | Calcul du poids [kg] :<br>2,5 • Surface [m²] • Épaisseur du verre [mm]  |
| 12 |                              | Dimension largeur/longueur                  | Dimension de livraison ± 3 mm   |
| 13 |                              | Equerrage                                   | Différence des diagonales<br>4 mm                                       |
| 14 | <b>Surface</b>               | Qualité de la surface                       | Structuré d'un ou des deux côtés  |
| 15 |                              | Ondulation de la surface                    | 0,8 mm maximum (mesuré avec une jauge d'épaisseur sur un panneau idéal) |
| 16 |                              | Faïlle générale (tableau)                   | 3 mm maximum par m largeur totale (mesuré debout)                       |
| 17 |                              | Défaillance modèle en diagonale (largeur)   | 7 mm maximum dans un mètre  |
| 18 |                              | Défaillance modèle longitudinale (longueur) | 7 mm maximum dans un mètre  |
| 19 |                              | Déformation                                 | 10 % maximum de l'épaisseur nominale                                    |
| 20 |                              | Flexion                                     | 2 mm maximum  |

## 10.2.3 Usinage

Les tolérances dépendent du type d'usinage des bords. De plus, on considère :

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>EN 12150</b>            | Verre dans la construction – Verre de sécurité trempé thermiquement |
| <b>DIN 1249 T 11</b>       | Verre dans la construction – Bord en verre                          |
| <b>BRL ESG-H, EN 14179</b> | Verre de sécurité trempé traité heat soak                           |
| <b>EN 1863</b>             | Verre dans la construction - Verre durci                            |

### 10.2.3.1 Qualités de l'usinage des bords

L'usinage des bords est réalisé sur la base de DIN 1249, partie 11 chapitre 3.4 en intégral dans 3.1.

Pour des raisons techniques de production, les producteurs peuvent également choisir de polir les bords rodés (cf. → page 179).

#### 10.2.3.1.1 Tolérances standard

On fait ici la distinction entre les usinages des bords abattus, rodés et polis. Deux classes de tolérance sont ainsi constituées :

- abattu KGS
- taillé sur mesure KMG
- rodé KGN
- poli KPO

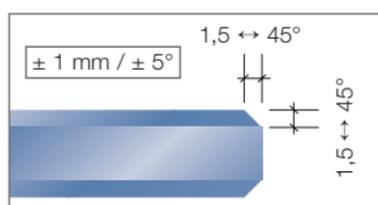
La tolérance indiquée sous la coupe avec la rupture oblique s'applique pour les bords abat-

tus. Le tableau suivant s'applique pour les bords rodés/polis.

■ Tab. 7: **Dimensions standard rectangle**

| Longueur des bords [mm] | d ≤ 12 mm [mm] | d = 15 + 19 mm [mm] |
|-------------------------|----------------|---------------------|
| ≤ 1000                  | ± 1,5          | ± 2,0               |
| ≤ 2000                  | ± 2,0          | ± 2,5               |
| ≤ 3000                  | + 2,0 / - 2,5  | ± 3,0               |
| ≤ 4000                  | + 2,0 / - 3,0  | + 3,0 / - 4,0       |
| ≤ 5000                  | + 2,0 / - 4,0  | + 3,0 / - 5,0       |
| ≤ 6000                  | + 2,0 / - 5,0  | + 3,0 / - 5,0       |

Fig. 5 : Usinage des bords



La dimension des diagonales est calculée comme suit  $\sqrt{(b^2 + h^2)}$

Exemple:

Verre l x h

$$= 1.000 \times 3.000 \text{ mm}$$

il en résulte:

$$\text{Dimension plus: } \sqrt{(1,5^2 + 2,0^2)} \\ = +2,5 \text{ mm ;}$$

$$\text{Dimension moins: } -\sqrt{(1,5^2 + 2,5^2)} \\ = -2,9 \text{ mm}$$

il en résulte :

$$\text{Dimension diagonale } +2,5/-3,0 \text{ mm}$$

### 10.2.3.1.2 Tolérances spéciales

Dans la tolérance suivante, les tolérances indiquées sont celles qui peuvent être réalisées avec un dépassement croissant. Ce dépassement spécial résulte du

fait que le 1<sup>er</sup> verre doit être dimensionnée précisément. Les verres non rodés doivent être coupées à nouveau.

■ Tab. 8: **Dimensions spéciales du rectangle**

| Longueur des bords [mm] | d ≤ 12 mm [mm] | d = 15 + 19 mm [mm] |
|-------------------------|----------------|---------------------|
| ≤ 1000                  | + 0,5 - 1,5    | + 0,5 - 1,5         |
| ≤ 2000                  | + 0,5 - 1,5    | + 0,5 - 2,0         |
| ≤ 3000                  | + 0,5 - 1,5    | + 0,5 - 2,0         |
| ≤ 4000                  | + 0,5 - 2,0    | + 0,5 - 2,5         |
| ≤ 5000                  | + 0,5 - 2,5    | + 0,5 - 3,0         |
| ≤ 6000                  | + 1,0 - 3,0    | + 1,0 - 3,5         |

### 10.2.3.1.3 Formes spéciales

Division également ici en qualités standard et spéciale, où il faut noter que l'usinage spécial de

ces formes spéciales est réalisé sur le centre d'usinage CNC.

Le tableau suivant s'applique pour les verres de 15 et 19 mm :

■ Tab. 9: Formes spéciales

| Longueur des bords $d \leq 12$ mm |                |                    |               |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|---------------|
| Standard [mm]                     |                | Spécial (CNC) [mm] |               |
| $\leq 1000$                       | $\pm 2,0$      |                    | - 1,0 / + 1,0 |
| $\leq 2000$                       | $\pm 3,0$      |                    | - 1,5 / + 1,0 |
| $\leq 3000$                       | $\pm 4,0$      |                    | - 2,0 / + 1,0 |
| $\leq 4000$                       | $\pm 5,0$      | $\leq 3900$        | - 2,5 / + 1,0 |
| $\leq 5000$                       | - 8,0 / + 5,0  | $\leq 5000$        | - 4,0 / + 2,0 |
| $\leq 6000$                       | - 10,0 / + 5,0 | $\leq 6000$        | - 5,0 / + 2,0 |

## 10.2.3.1.4 Usinages des bords

■ Tab. 10:

| Angle             | X       |
|-------------------|---------|
| $\leq 12,5^\circ$ | - 15 mm |
| $\leq 20^\circ$   | - 9 mm  |
| $\leq 35^\circ$   | - 6 mm  |
| $\leq 45^\circ$   | - 4 mm  |

## 10.2.3.2 Usinages

Les usinages peuvent être des encoches de coin, des encoches de surface et des encoches de bord dans un verre. La position et la dimension des usinages doivent être définies individuellement et en fonction de la production. Pour les

encoches de coin et de bord, le rayon minimal qui est déposé par l'outil d'usinage doit être observé. La position des trous ou les tolérances de position des usinages correspondent aux tolérances d'usinage des bords.

### 10.2.3.2.1 Encoches de coin bords abattus < 100 x 100 mm

#### 10.2.3.2.1.1 Standard

Dimension  $\pm 4$  mm

#### 10.2.3.2.2 Encoches de coin bords abattus

##### 10.2.3.2.2.1 Standard

Dimension  $\pm 4$  mm sur position/dimension

#### 10.2.3.2.3 Encoches de bord bords abattus

##### 10.2.3.2.3.1 Dimension standard pour l'usinage manuel – Dimensions d'encoche

■ Tab. 11: Dimension de l'encoche de bord bords abattus

| Longueur de section [mm] | Dimension [mm] |
|--------------------------|----------------|
| $\leq 500$               | $\pm 5$        |
| $\leq 1000$              | $\pm 6$        |

## 10.2.3.2.3.2 Dimension standard pour l'usinage CNC dimensions d'encoche

Attention Mesure minimale pour les rayons rentrant : 15 mm

■ Tab. 12: Dimension de l'encoche de bord centre d'usinage CNC bords abattus

| Longueur de section [mm] | Dimension [mm] |
|--------------------------|----------------|
| ≤ 2000                   | ± 4            |
| ≤ 3400                   | ± 4            |
| ≤ 6000                   | ± 5            |

## 10.2.3.2.4 Encoche de coin rodée

### 10.2.3.2.4.1 Standard

Dimension ± 2 mm

(Encoche de coin < 100 x 100 mm, sinon forme spéciale)

### 10.2.3.2.4.2 Dimension spéciale

Dimension spéciale ± 1,5 mm, la fabrication est réalisée dans le centre d'usinage CNC, c.-à-

d. le centre d'usinage CNC (Master Edge) doit être calculé.

## 10.2.3.2.5 Encoche de coin poli – Centre d'usinage CNC

### 10.2.3.2.5.1 Standard

Dimension ± 2 mm

(Encoche de coin < 100 x 100 mm, sinon forme spéciale)

Fig. 6 : Forme spéciale



### 10.2.3.2.5.2 Dimension spéciale

± 1,5 mm

## 10.2.3.2.6 Encoche de coin rodée

### 10.2.3.2.6.1 Standard

En fonction de la distance minimale de l'épaisseur du verre pour les rayons rentrant :

≤ 10 mm : R 10  
 ≤ 12 mm : R 15  
 Dimension taille ± 2 mm, dimension position ± 3 mm.

### 10.2.3.2.6.2 Dimension spéciale

Mesure minimale pour les rayons rentrant : 17,5 mm  
 Dimension ± 1,5 mm.

L'usinage spécial est réalisé dans le centre d'usinage CNC.

## 10.2.3.2.7 Encoche de coin polie – Centre d'usinage CNC

Attention Mesure minimale pour les rayons rentrant : 17,5 mm

## 10.2.3.2.7.1 Standard

Dimension  $\pm 2$  mm

## 10.2.3.2.7.2 Dimension spéciale

Dimension  $\pm 1,5$  mm

## 10.2.3.2.8 Encoche de bord rodée ou polie – Centre d'usinage CNC

### 10.2.3.2.8.1 Dimension standard

**Attention** Mesure minimale pour les rayons rentrant : 17,5 mm

■ Tab. 13: Dimension de l'encoche de bord – Centre d'usinage CNC rodé ou poli

| Longueur de section [mm] | Dimension [mm] |
|--------------------------|----------------|
| $\leq 500$               | $\pm 2$        |
| $\leq 1000$              | $\pm 3$        |
| $\leq 2000$              | $\pm 3$        |
| $\leq 3400$              | $\pm 4$        |

### 10.2.3.2.8.2 Dimension spéciale

**Attention** Mesure minimale pour les rayons rentrant : 17,5 mm, dimension  $\pm 1,5$  mm

## 10.2.3.3 Perçages

La position des trous ou la tolérance de position des usinages correspondent aux tolérances d'usinage des bords.

### 10.2.3.3.1 Diamètre des perçages

Diamètre :  
 $\leq 30$  mm  $\pm 1$  mm,  
 $> 30$  mm  $\pm 2$  mm.

Perçages  $> 101$  mm Les diamètres doivent être produits au centre d'usinage CNC.

### Perçages dans le verre feuilleté

Un perçage cylindrique du contre-disque doit être réalisé avec un diamètre qui est 4 mm plus grand que le diamètre noyau du lamage.

$X = (\text{diamètre du lamage} - \text{diamètre noyau}) / 2$   
 min. épaisseur du verre =  $X + 2$  mm

Fig. 7 : Perçage

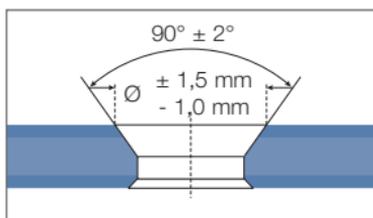
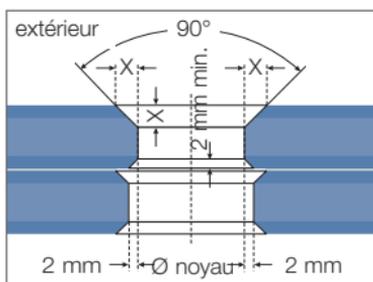
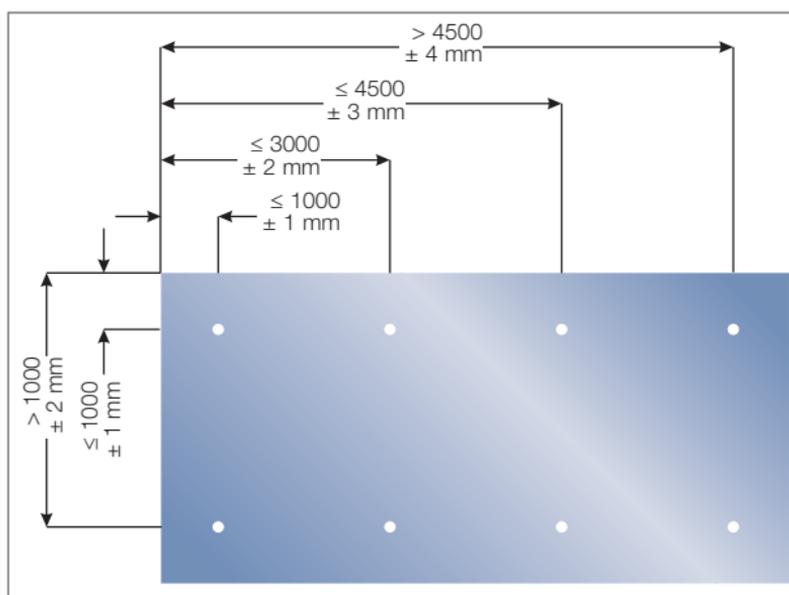


Fig. 8 : Lamage dans le verre VSG



## 10.2.3.3.2 Positions des perçages

Fig. 9 : Positions des perçages



## 10.2.3.3.3 Taille des trous et positionnement verre ESG de 4 à 6 mm

■ Tab. 14: Verre ESG 4 à 6 mm taille des trous/positionnement

| Usinage des bords                     | Bords abattus                            |
|---------------------------------------|--|
| Diamètre minimal du trou              | $D \geq S$ - chanfreiner le bord du trou |
| Distance bord du trou – bord du verre | $\geq 2 S$                               |
| Distance bord du trou – bord du trou  | $\geq 2 S$                               |
| Distance dans la zone d'angle         | cf. fig. 10                              |

Fig. 10 : Taille des trous/position

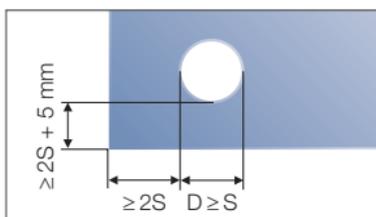


## 10.2.3.3.4 Taille des trous et positionnement verre ESG de 8 à 12 mm

■ Tab. 15: Verre ESG 8 à 12 mm taille des trous/positionnement

| Usinage des bords                     | Bords abattus                            |
|---------------------------------------|--|
| Diamètre minimal du trou              | $D \geq S$ - chanfreiner le bord du trou |
| Distance bord du trou – bord du verre | $\geq 2 S$                               |
| Distance bord du trou – bord du trou  | $\geq 2 S$                               |
| Distance dans la zone d'angle         | cf. fig. 11                              |

**Fig. 11 : Taille des trous/position**

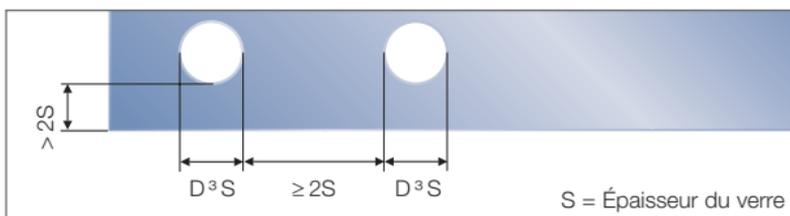


Dans des cas exceptionnels, l'avènement des tensions peut être diminuée par des entailles pour de plus petites distances entre le bord du verre et le bord du trou.

S = Épaisseur du verre

## 10.2.3.3.5 Distances minimales du bord du trou au bord du trou

**Fig. 12 : Distances des trous**



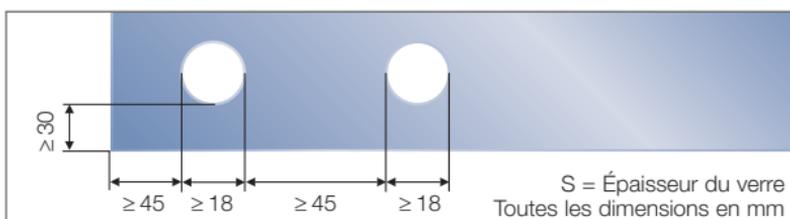
S = Épaisseur du verre

## 10.2.3.3.6 Taille des trous et positionnement pour le verre ESG 15 mm

■ Tab. 16: Verre ESG 15 mm taille des trous/positionnement

| Usinage des bords                     | Bords rodés                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Diamètre minimal du trou              | 18 mm - chanfreiner le bord du trou |
| Distance bord du trou – bord du verre | 30 mm                               |
| Distance bord du trou – bord du trou  | 45 mm                               |
| Distance dans la zone d'angle         | cf. fig. 13                         |

**Fig. 13 : Taille des trous/position**



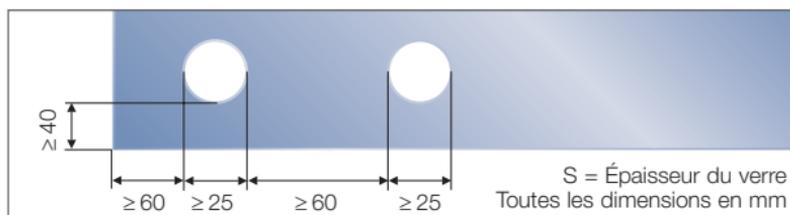
S = Épaisseur du verre  
Toutes les dimensions en mm

## 10.2.3.3.7 Taille des trous et positionnement pour le verre ESG 19 mm

■ Tab. 17: Verre ESG 19 mm taille des trous/positionnement

| Usinage des bords                     | Bords rodés                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Diamètre minimal du trou              | 25 mm - chanfreiner le bord du trou |
| Distance bord du trou – bord du verre | 40 mm                               |
| Distance bord du trou – bord du trou  | 60 mm                               |
| Distance dans la zone d'angle         | cf. fig. 14                         |

**Fig. 14 : Taille des trous/position**



## 10.2.4. ESG – Verre de sécurité trempé, ESG-H, ESG traité heat soak et TVG – Verre durci

Pour le verre de sécurité trempé, s'applique également : EN 12150-1/-2 pour ESG. EN 14179 pour ESG traité heat soak

et un agrément technique du fabricant pour ESG-H ainsi que la liste des règles de construction ou EN 1863 pour TVG.

### 10.2.4.1 Défaut général – valable pour le verre float

Standard 0,3 % de la plage de mesure.

(Cela doit être contrôlé sur les bords et sur la diagonale, sachant qu'aucune des valeurs mesurées ne doit être supérieure au 0,3 % de la plage de mesure.)

Pour les formats carrés ayant un rapport largeur/hauteur entre 1:1 et 1:1,3 et pour les épaisseurs de verre plus faibles  $\leq 6$  mm, la différence de la rectitude est plus grande que pour les formats rectangulaires étroits en raison du procédé de trempe.

### 10.2.4.2 Défaut local – valable pour le verre float

Standard 0,3 mm sur une plage de mesure de 300 mm.

La mesure doit être réalisée à une distance d'au moins 25 mm du bord.

#### 10.2.4.2.1 Épaisseurs du verre minimales recommandées en fonction de la dimension extérieure du verre

■ Tab. 18: Épaisseurs du verre minimales

| Épaisseur du verre minimale d | Dimension extérieure max. du verre |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 4 mm                          | 1 000 mm x 2 000 mm                |
| 5 mm                          | 1 500 mm x 3 000 mm                |
| 6 mm                          | 2 100 mm x 3 500 mm                |
| 8 mm                          | 2 500 mm x 4 500 mm                |
| 10 mm                         | 2 800 mm x 5 000 mm                |
| $19 \geq d \geq 12$ mm        | 3 000 mm x 7 000 mm                |

Épaisseurs du verre en fonction de la production : En raison du procédé de trempe thermique, nous recommandons les épaisseurs de verre minimales suivantes, celles-ci dépendant de la taille.

Aucune exigence technique d'utilisation n'est prise en compte ici.

## 10.2.4.3 Directive pour l'appréciation de la qualité visuelle des verres trempés thermiquement

### Introduction

Cette directive s'applique au verre de sécurité plat trempé thermiquement (ESG), à l'ESG

traité heat soak, l'ESG-H et au verre durci (TVG) pour l'utilisation dans la construction.

### 10.2.4.3.1 Domaine d'application

Cette directive permet de réaliser l'appréciation de la qualité visuelle des verres trempés thermiquement en verre float et verre imprimé, teintés en clair et dans la masse pour la construction. L'appréciation est

réalisée selon les principes de contrôle décrits ci-dessous à l'aide des tableaux et données suivants. La surface de verre lumineuse restante en position montée est évaluée.

### 10.2.4.3.2 Contrôle

Pour le contrôle, la vue au travers du verre (transparence) est généralement déterminante et non pas la vue sur le verre (reflet). Les divergences perçues lors du contrôle sont vérifiées quant à leur admissibilité conformément aux tableaux.

- La grandeur erronée  $\leq 0,5$  mm pour le verre float blanc et dans la masse n'est pas prise en compte.

- La grandeur erronée  $\leq 1,0$  mm pour le verre imprimé blanc et dans la masse n'est pas prise en compte.

- Les altérations ne pouvant être évitées lors du processus de fabrication du verre float, p. ex. champs de perturbation sous forme d'inclusions, ne doivent généralement pas être supérieures à 3 mm avec leur "halo".

Le contrôle est réalisé de telle

■ Tab. 19: Admissibilité par unité – Verre float clair et teinté

| Zone | Rayures non perceptibles   | Bulle fermée  |
|------|--|---|
| F    | autorisé   | autorisé  |
| R    | autorisé, mais pas dans une forme multiple   | taille autorisée $\leq 0,5$ mm<br>halo autorisé $\leq 3$ mm |
| R    | autorisé, mais pas dans une forme multiple jusqu'à une longueur additionnée totale de 150 mm | non autorisé  |

Le procédé de trempage thermique peut également entraîner une modification empreintes de rouleau, dans le type de verre respectif.

\* = pas en-dessous de 15 % de l'épaisseur de la vitre

manière que :

- les yeux de l'examineur se trouvent à une distance de 1 m pour le verre float teinté en clair et dans la masse,
- les yeux de l'examineur se trouvent à une distance de 1,5 m à hauteur du centre de la vitre pour le verre imprimé teinté en clair et dans la

masse. L'appréciation de la transparence doit être réalisée à partir d'un angle d'observation qui correspond à l'utilisation habituelle de l'espace. L'observation verticale doit être généralement attribuée. Le contrôle est réalisé avec une luminosité qui correspond à la lumière du jour diffuse.

### 10.2.4.3.3 Admissibilité des divergences

Le tableau 19 ci-dessous présente les possibilités de divergence avec leur contrôle d'admissibilité.

Domaine d'application : Exclure le verre float teinté en clair et dans la masse.

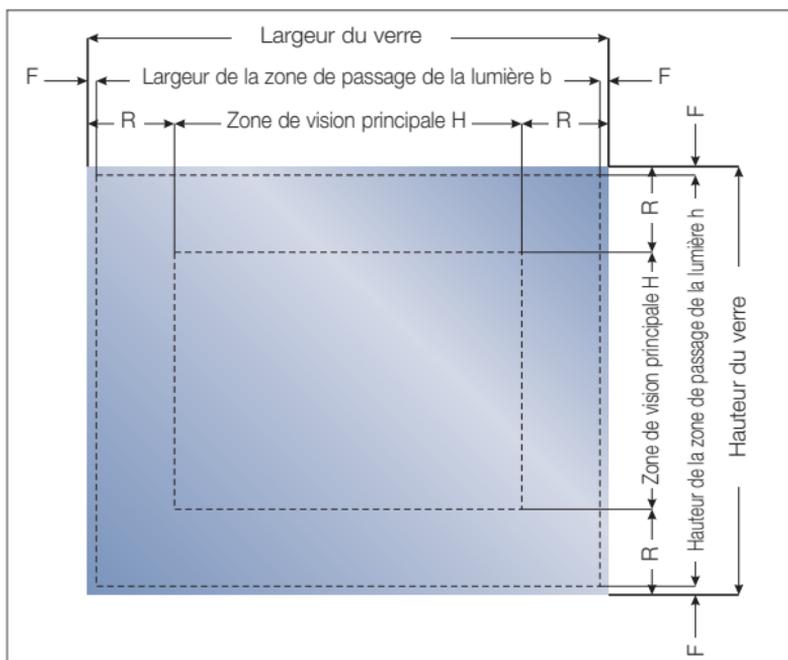
- Rayure  
Endommagements de la surface non perceptibles avec l'ongle
- Bulle fermée
- Inclusions cristallines (fragments de mélange non fondus)
- Endommagement plat du bord situé à l'extérieur pour un bord ourlé
- Écailles légères sur un bord ourlé qui n'altèrent pas la solidité du verre

#### dans la masse

| Inclusions cristallines  | Endommagement plat des bords bords abattus* | Écailles légères bords abattus* |
|--------------------------|---|---------------------------------|
| autorisé                 | autorisé                                    | autorisé                        |
| taille autorisée ≤ 0,5mm | non autorisé                                | non autorisé                    |
| non autorisé             | -   | -                               |

chimique et mécanique de l'état de la surface, telle que formation de piqûres et

Fig. 15 : Zones sur un verre



■ Tab. 20: Admissibilité par unité – Verre martelé et verre

| Unité<br>[m <sup>2</sup> ]               | Rayures non perceptibles      | Bulle de tirage fermée   | Bulle sphérique fermée  |
|--|-------------------------------|--|---|
| Surface du verre-repar<br>m <sup>2</sup> | autorisé sur toute la surface | L ≤ 20 mm<br>l ≤ 1 mm<br>autorisé<br>1 unité/m <sup>2</sup>                            | 3 mm jusqu'à 5 mm<br>1 unité/m <sup>2</sup>                             |
|  |                               | L ≤ 10 mm<br>l ≤ 1 mm<br><br>autorisé sur toute la surface, mais pas en forme multiple | ≤ 3 mm<br><br>autorisé sur toute la surface, mais pas en forme multiple |

Comme le verre imprimé est soumis à un processus de fabrication individuel, les l'expression de l'état typique du produit. Les divergences de structure liées au exclues. Ainsi, elles ne peuvent faire l'objet d'une réclamation.

\* = pas en-dessous de 15 % de l'épaisseur de la vitre pour ESG

Explications :

**F** = Prise en feuillure de la zone de feuillure pour la construction de cadre

**R** = Surface de la zone de bord 5 % de la cote de passage de la lumière en largeur et en hauteur

**H** = Zone de vision principale

**F** = La zone de feuillure s'applique uniquement aux vitrages ayant une construction des cadres sur le pourtour. Pour les constructions et les portes ayant des bords dégagés, seule l'évaluation selon les zones **H** et **R** s'applique.

Le tableau 20 suivant présente les possibilités de défaut avec leur contrôle d'admissibilité :

Domaine d'application : exclusivement verre à martelé verre imprimé, blanc et teinté dans la masse

■ Rayure  
Endommagement de la surface non perceptible avec l'ongle

- Bulle de tirage fermée
- Inclusions cristallines (fragments de mélange non fondus)
- Endommagement plat du bord situé à l'extérieur pour un bord abattu
- Écailles légères sur un bord abattu qui n'altèrent pas la solidité du verre
- Bulle sphérique fermée

## imprimé (clair et teinté dans la masse)

| Inclusions cristallines**   | Endommagement plat des bords**<br>- bords abattus* | Écaille légère<br>- bords abattus* |
|---|--|------------------------------------|
| ≤ 3 mm jusqu'à 5 mm   | autorisé*  | autorisé*                          |
| autorisé sur toute la surface, mais pas en forme multiple   |  |                                    |
| inclusions sphériques ou linéaires et la formation de petites bulles sont changement des cylindres et du motif ne peuvent pas toujours être |  |                                    |
| ** = pas en-dessous de 5% de l'épaisseur de la vitre pour ESG-H   |  |                                    |

### 10.2.4.4 Marquage

Les verres trempés thermiquement doivent faire l'objet d'un marquage durable et indélébile. Le marquage doit contenir les informations suivantes : nom du fabricant, référence à la norme EN 12150 pour ESG, EN 14179

pour ESG traité heat soak, ESG-H selon la liste des règles de construction A (BRL A) partie 1 annexe 11.11 et organisme de certification pour ESG-H et EN 1863 pour TVG ou agrément technique du fabricant.

### 10.2.4.5 Façonnage

En général, on considère : Tous les façonnages doivent être effectués avant le procédé de trempage

thermique. Un façonnage ultérieur des verres trempés thermiquement n'est pas autorisé.

### 10.2.5 Verre ESG-H

L'ESG-H doit être fabriqué en verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement (ESG) selon la liste des règles de construction (BRL) A, en cours N° 11.12 qui est fabriqué en verre float selon la liste des règles de construction (BRL)

A, en cours N° 11.10. Du verre émaillé peut être également utilisé. Chaque verre doit faire l'objet d'un traitement heat soak selon le paragraphe 2.1 du BRL. (BRL 2008-1)

S'applique également : EN 14179 ; DIN 18516-4.

#### Exemple d'application



## 10.2.6 TVG – Verre durci

Le verre durci (TVG) est conforme aux exigences de l'agrément technique du producteur.

DIN N 1863-1/-2 s'applique également.

## 10.2.7 Sérigraphie et émail

S'appliquent également :

EN 12150 pour le verre de sécurité trempé. EN 1863 pour le verre durci.

EN 14179-1/-2 pour le verre de sécurité trempé traité heat soak.

### 10.2.7.1 Directive pour l'appréciation de la qualité visuelle des verres émaillés et sérigraphiés.

#### 10.2.7.1.1 Domaine d'application

Cette directive s'applique pour l'appréciation de la qualité visuelle des verres entièrement ou partiellement émaillés et sérigraphiés qui sont fabriqués comme verre de sécurité trempé ou verre durci via l'application et la cuisson de couleurs anorganiques.

Pour l'appréciation des produits, il est nécessaire de faire connaître au fabricant le **domaine d'application concret** lors de la commande. Cela concerne notamment les données suivantes :

- Application intérieure
- Impératifs d'HST (Heat-Soak-Test) selon TRLV 6/2003 et selon la liste des règles de construction (BRL) de l'ESG imprimé ou émaillé
- Utilisation pour le domaine de transparence. (Observation

des deux côtés, p. ex. cloisons, façades-rideaux etc.)

- Application avec rétro-éclairage direct
- Qualité des bords et bords visibles libres éventuellement (pour les bords libres, le type de bord doit être rodé ou poli)
- Traitement ultérieur des verres monolithiques en vitrage isolant ou en verre VSG (uniquement pour des couleurs autorisées)
- Pour le point de référence des verres sérigraphiés, nous recommandons l'échantillonnage.

Si les verres sérigraphiés et/ou émaillés sont assemblés en verre VSG et/ou en vitrage isolant, chaque verre fait l'objet d'une appréciation individuelle (comme le verre monolithique).

#### 10.2.7.1.2 Explications/Remarques/Termes

##### 10.2.7.1.2.1 Verres émaillés et/ou verres sérigraphiés

La surface du verre est entièrement émaillée par différents types d'application. L'observation est toujours réalisée au travers du verre non émaillé sur la couleur de manière que la cou-

leur propre du verre influence la coloration. Pour l'observation prévue des deux côtés, nous recommandons un échantillonnage 1:1.

Le côté émaillé est généralement monté comme le côté tourné vers l'intempérie. Les autres applications doivent faire l'objet d'un accord. Selon le processus de production et selon la couleur, les verres émaillés possèdent une transmission lumineuse résiduelle plus ou moins élevée et ne sont donc pas opaques. Les couleurs claires présentent une transmission toujours plus élevée que les couleurs sombres. En cas de grandes différences de luminances ou d'intensités lumineuses élevées (lumière du jour) entre le côté d'observation normal et le côté arrière, des nuances optiques clair-sombre apparaissent de manière visible dans un verre lors de l'observation du côté arrière.

Celles-ci ne peuvent être évitées pour des raisons techniques de production qui sont conditionnées par les tolérances des épaisseurs des couches. Elles peuvent être considérées comme gênantes si une observation des deux côtés est possible ou prévue.

Pour obtenir la meilleure solution possible pour les applications avec une observation des deux côtés, différents processus de production sont disponibles, ces derniers se caractérisant en détail comme décrit :

### ■ Sérigraphie

- épaisseur de la couche minimale
- transmission lumineuse maximale (en fonction de la couleur)

- meilleure homogénéité des couleurs – les pinholes (trous d'épingles), les nuances de couleur et les rayures de racloir ne peuvent toutefois pas être exclues

### ■ Procédé de laminage

- épaisseur de la couche moyenne
- transmission lumineuse faible (en fonction de la couleur)
- bonne homogénéité des couleurs visible de l'extérieur mais au travers d'une micro-denture des cylindres dans la structure de surface orientée dans le sens de la traction qui est perceptible lors de l'observation du côté arrière – lors de l'observation visible en contre-jour comme bandes fines

### ■ Procédé de moulage

- épaisseur de la couche maximale
- transmission lumineuse minimale (en fonction de la couleur)
- bonne homogénéité des couleurs perceptibles de l'extérieur mais perceptibles en contre-jour lors de l'observation par des tolérances élevées de l'épaisseur du revêtement, formation de nuance.

Les applications dans le domaine de la transparence (observation des deux côtés) doivent toujours faire l'objet d'un accord avec le fabricant car les verres émaillés ne sont généralement pas adaptés aux appli-

cations éclairées à l'arrière. En fonction du processus de fabrication, il y a des différences et

des particularités qui sont nommées ci-dessous.

### 10.2.7.1.2.1.1 Procédé de laminage

Le verre plane passe sous un cylindre en caoutchouc rainuré, celui-ci diffuse la couleur émaillée sur la surface du verre sans ajouter du solvant, donc de manière écologique. Ainsi, une répartition homogène des couleurs est garantie (condition : surface du verre absolument plane, c.-à-d. les verres imprimés ne peuvent pas être généralement laminés), celle-ci étant toutefois uniquement réglable concernant l'application de la couleur (épaisseur de la couleur, pouvoir couvrant). Il est typique que la structure rainurée des cylindres soit visible (côté coloré). Normalement, on ne voit toutefois pas ces "rainurages" du côté avant (considérées au travers du verre - Observation cf. point 10.2.7.1.3).

Il faut prendre en compte le fait qu'un composant (matériau d'étanchéité, colle à panneaux, isolations, etc.) appliqué directement sur le côté arrière (côté coloré) peut transparaître pour les couleurs claires.

Les verres émaillés laminés ne sont généralement pas adaptés au domaine de transparence de manière que ces applications doivent faire impérativement l'objet d'une concertation préalable avec le fabricant (ciel étoilé). En fonction du processus, un léger "renversement des couleurs" est possible sur tous les bords. Celui-ci peut être légèrement ondulé notamment sur les bords longitudinaux (vue dans le sens de la marche des cylindres). La surface des bords reste toutefois propre en général.

### 10.2.7.1.2.1.2 Procédé de moulage

Le tableau en verre traverse horizontalement un "voile de moulage" (couleur mélangée au solvant) et recouvre la surface avec de la couleur. En modifiant l'épaisseur du voile de moulage et la vitesse de passage, l'épaisseur de l'application de la couleur peut être commandée dans une plage relative-

ment grande. Une légère aspérité de la lèvre de moulage risque de provoquer des rayures d'épaisseur différentes dans le sens longitudinal (sens de moulage). Le "renversement des couleurs" sur les bords est beaucoup plus grand que lors du laminage.

### 10.2.7.1.2.1.3 Procédé de sérigraphie

La couleur est imprimée sur la surface du verre avec un raclor sur une table de sérigraphie horizontale à travers un crible à trous rapprochés, l'épaisseur de la couleur ne pouvant guère être influencée par la largeur des

mailles du crible. L'application de la couleur est généralement plus fine que lors du laminage et du moulage et elle se présente de manière plus ou moins translucide selon la couleur choisie. Les composants (matériau d'étan-

chéité, colle à panneaux, isolations, etc.) appliqués directement sur le côté arrière (côté coloré) peuvent transparaître. Les légères bandes survenant dans la direction de compression tout comme en diagonale ainsi que des “endroits légèrement voilés” apparaissant de façon isolée en raison du nettoyage ponctuel du crible lors de la production sont typiques du procédé de production et sont plus ou moins perceptibles selon la couleur et l’application.

### 10.2.7.1.2.2 Qualité des bords

Si un renversement des couleurs n’est pas souhaité sur le bord et le biseau, cela doit être alors

La position du motif d’impression doit faire l’objet d’une concertation pour le format du verre (point O + bord libre). Il peut y avoir des bords non imprimés jusqu’à 3 mm en raison des tolérances dans le verre et le crible.

Le renversement des couleurs sur le bord en verre est conditionné techniquement par la fabrication.

Il est possible d’imprimer des verres légèrement structurés, mais cela doit toujours être clarifié avec le fabricant.

### 10.2.7.1.3 Contrôles

L’appréciation de la qualité visuelle des verres émaillés et sérigraphiés est réalisée à une distance d’au moins 3 m et un angle d’observation de 90° par rapport à la surface en cas de lumière du jour normale sans rayonnement direct du soleil ou en contre-jour sans éclairage artificiel. L’observation est toujours réalisée du côté non émaillé ou sérigraphié ou pour les verres qui ont été commandés pour le domaine de transparence des deux côtés. Le fond non translucide gris mat se trouve à une

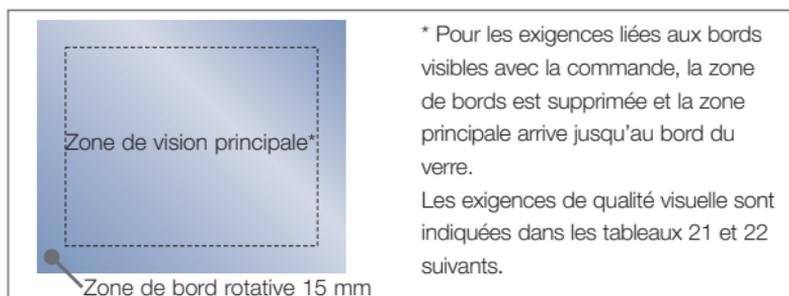
communiqué par le client et est uniquement possible pour les bords polis.

distance de 50 cm derrière la vitre testée. Les défauts ne doivent pas être marqués.

**Les défauts qui ne sont pas reconnaissables à cette distance ne sont pas considérés.**

Pour les défauts spécifiques à l’ESG, la directive visuelle pour le verre de sécurité trempé est appliquée. Pour l’appréciation des défauts, on distingue la zone de feuillure de la zone principale selon les ébauches suivantes.

Fig. 16 : Zones relevantes pour le contrôle sur le verre



## 10.2.7.1.4 Remarque particulière

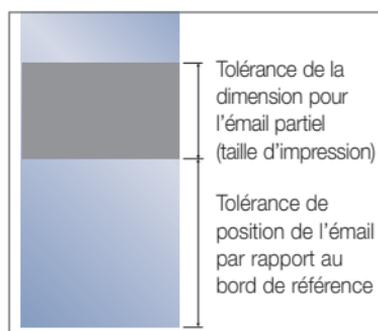
Des couleurs métalliques, couleurs de gravure, revêtements antidérapants ou impressions à plusieurs couleurs peuvent être fabriqués. Les caractéristiques particulières ou l'aspect du pro-

duit doivent être clarifiés avec le fabricant. Les tolérances suivantes ne sont pas valables pour ces cas d'application. Un échantillonnage est recommandé.

■ Tab. 21: Types de défaut/tolérances pour les verres entièrement ou partiellement émaillés

| Type de défaut   | Zone de vision principale  | Zone de feuillure   |
|--|--|---|
| Défauts dans l'émail ponctuel* et/ou linéaire  | Surface : 25 mm <sup>2</sup><br>Nombre : 3 unités max., dont aucune supérieure à $\geq 25$ mm <sup>2</sup> | Largeur max. : 3 mm max.,<br>5 mm isolé<br>Longueur : pas de limitation |
| Nuages / voiles / ombres   | non autorisé   | autorisé<br>pas de restriction  |
| Taches d'eau   | non autorisé   | autorisé<br>pas de restriction  |
| Renversement des couleurs sur les bords  | sans objet   | autorisé  |
| Tolérance de la dimension pour l'émail des bords et l'émail partiel **<br>Voir fig. 17<br>Hauteur de l'émail : | En fonction de la largeur de l'émaillage   |   |
| ≤ 100 mm   | ± 1,5 mm   |   |
| ≤ 500 mm   | ± 2,0 mm   |   |
| ≤ 1 000 mm   | ± 2,5 mm   |   |
| ≤ 2 000 mm   | ± 3,0 mm   |   |
| ≤ 3 000 mm   | ± 4,0 mm   |   |
| ≤ 4 000 mm   | ± 5,0 mm   |   |
| Émail – Tolérance de position **<br>(uniquement pour l'émaillage partiel)                                      | Taille d'impression ≤ 200 cm :<br>± 2 mm<br>Taille d'impression > 200 cm :<br>± 4 mm                       |   |
| Divergences de couleur   | Voir point 10.2.7.1.5  |   |

Fig. 17 : Types de défaut/tolérances pour les verres entièrement ou partiellement émaillés (tab. 21)



\* Défaut ≤ 0,5 mm

Les "ciels étoilés" ou "trous d'épingle" (= petits défauts dans l'émail) sont autorisés et ne sont généralement pas pris en compte. La réparation des défauts avec la couleur émaillée est autorisée avant le procédé de trempe ou avec un vernis organique après le procédé de trempe, le vernis organique ne devant toutefois pas être utilisé si le verre est transformé en vitrage isolant et si le défaut se trouve au niveau du joint de bordure du vitra-

ge isolant. Les défauts réparés ne doivent pas être visibles à une distance de 3 m.

\*\* La tolérance de position de l'émail est mesurée à partir du point de référence.

■ Tab. 22: Types de défaut/Tolérances pour les verres sérigraphiés

| Type de défaut  | Zone de vision principale   | Zone de feuillure   |
|---|---|---|
| Défauts dans la sérigraphie ponctuel* et/ou linéaire  | Surface : 25 mm <sup>2</sup><br>Nombre : 3 unités max., dont aucune supérieure à $\geq 25$ mm <sup>2</sup>  | Largeur max. : 3 mm max.,<br>5 mm isolé<br>Longueur : pas de limitation |
| Nuages / voiles / ombres  | autorisé  | autorisé<br>pas de restriction  |
| Taches d'eau  | non autorisé  | autorisé<br>pas de restriction  |
| Renversement des couleurs sur les bords   | sans objet  | autorisé  |
| Tolérance de conception (b)<br>Voir fig. 18<br>Surface d'impression<br>≤ 100 mm<br>≤ 500 mm<br>≤ 1 000 mm<br>≤ 2 000 mm<br>≤ 3 000 mm<br>≤ 4 000 mm | En fonction de la taille de la surface d'impression :<br>± 1,0 mm<br>± 1,5 mm<br>± 2,0 mm<br>± 2,5 mm<br>± 3,0 mm<br>± 4,0 mm<br>Voir fig. 18 et 19 | pas de restrictions   |
| Défaut par figure ***   |   |   |
| Sérigraphie<br>Tolérance de position (a) **<br>Voir fig. 18   | Taille d'impression ≤ 200 cm :<br>± 2 mm<br>Taille d'impression > 200 cm :<br>± 4 mm  |   |
| Précision de dilution (c et d)****<br>Voir fig. 18 et 19<br>≤ 30 mm<br>≤ 100 mm<br>≤ 100 mm   | En fonction de la taille de la surface d'impression :<br>± 0,8 mm<br>± 1,2 mm<br>± 2,0 mm   |   |
| Divergences de couleur  | cf. point 10.2.7.1.5  |   |

\* Défaut ≤ 0,5 mm Les "ciels étoilés" ou "trous d'épingle" (= petits défauts dans l'émail) sont autorisés et ne sont généralement pas pris en compte.

\*\* La tolérance de conception est mesurée à partir du point de référence.

\*\*\* Les défauts ne doivent pas être situés à une distance inférieure à 250 mm les uns par rapport aux autres. Les défauts de série ne sont pas permis (réurrence au même endroit d'un verre à un autre).

\*\*\*\* La tolérance d peut s'additionner.

## Défaut de série (positions de même dimension de verre et impression)

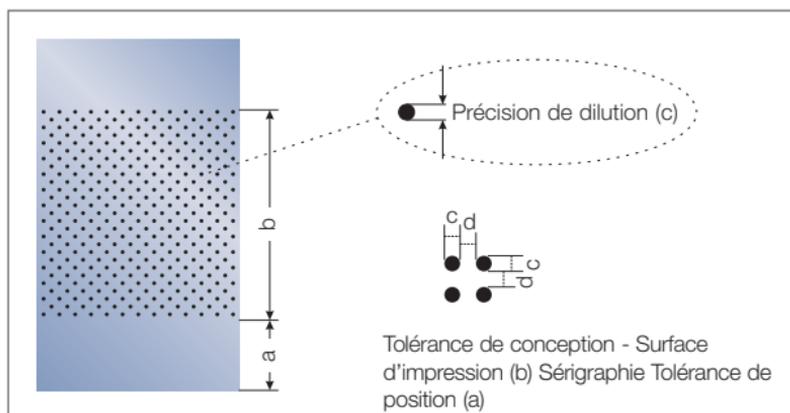
Jusqu'à 3 verres par position ne sont pas considérés comme défaut de série. On parle de défaut de série lorsque plus de 3 verres présentent le même défaut par position au même endroit.

Pour les figures géométriques et/ou les masques perforés dont la taille est inférieure à 3 mm ou dont le tracé est compris entre 0 % et 100 % et pour les piles pelliculées, les tolérances ci-dessus peuvent être considérées

comme dérangeantes. Un échantillonnage 1:1 est recommandé :

- Les tolérances de géométrie ou de distance au dixième de millimètre près sont considérées comme des divergences importantes.
- Ces applications doivent être contrôlées dans tous les cas avec le fabricant pour savoir si elles peuvent être réalisées.

**Fig. 18 : Types de défaut/Tolérances pour les verres sérigraphiés (tab. 22)**



Le tableau 22 peut également être consulté pour l'appréciation des "défauts d'impression".

**Fig. 19 : Géométrie de la figure (précision de dilution)  
Appréciation : Défaut par figure (tab. 22)**

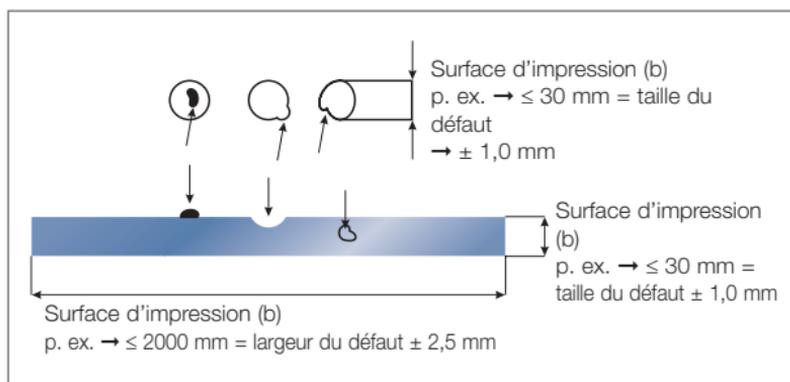
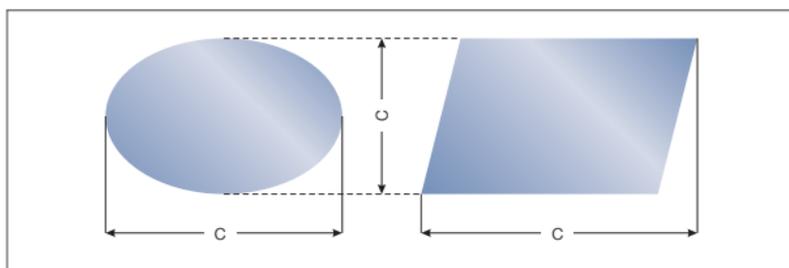


Fig. 20 : Géométries



S'applique par analogie également aux géométries ovales

et autres.

(Évaluation = largeur x hauteur)

### 10.2.7.1.5 Appréciation de l'effet de couleur

En principe, les divergences de couleur ne peuvent être exclues car leur apparition est liée à diverses influences inévitables. En raison des influences mentionnées ci-dessous, une différence de couleur perceptible entre deux tableaux en

verre émaillés peut dominer dans certains rapports d'observation et d'éclairage. L'observateur peut considérer, en toute subjectivité, cette différence comme "gênante" ou "non gênante".

#### 10.2.7.1.5.1 Type de verre de base et influence de la couleur

Le verre de base utilisé est généralement un verre float, c.-à-d. la surface est plane et une réflexion de la lumière élevée est produite. De plus, ce verre peut être doté de différents revêtements, tels que couches de protection solaire (augmentation de la réflexion de la lumière de la surface), revêtements diminuant la réflexion ou il peut être également légèrement marqué, par exemple pour les verres structurés.

À cela s'ajoute la couleur propre du verre qui dépend essentiellement de l'épaisseur et du type de verre (p. ex. verres teintés, verres décolorés etc.).

#### Livraisons ultérieures – Remarque

La couleur émaillée est composée de matières anorganiques qui sont responsables de la coloration et qui sont soumises à de faibles variations.

Ces matières sont mélangées avec un "écoulement de verre" afin que la couleur se "mélange" à la surface du verre et qu'elle se lie à cette dernière de manière indissociable pendant le procédé de trempe. La coloration définitive peut être seulement vue après ce "procédé de cuisson".

Les couleurs sont "régées" de manière qu'elles se "fondent" dans la surface en l'espace de 2 à 4 minutes pour une température de la surface du verre d'environ 600 - 620 °C. Cette "fenêtre de température" est très étroite et doit être respectée notamment pour des vitres de tailles différentes pas toujours reproductibles. De plus, le type d'application est également déterminant pour l'effet de couleur. En raison d'une application fine de la couleur, une sérigraphie présente un pouvoir couvrant de la couleur plus faible

qu'un produit fabriqué dans le processus de laminage avec une

application de la couleur plus épaisse et donc plus dense.

### 10.2.7.1.5.2 Type de lumière avec lequel l'objet est observé

Les rapports d'éclairage se modifient continuellement en fonction de la saison, l'heure du jour et de la météo dominante. Cela signifie que les couleurs spectrales de la lumière qui rencontre la couleur via les différents éléments (air, première surface, corps de verre) existent très différemment dans le domaine du spectre visible (400 - 700 nm).

La première surface réfléchit déjà plus ou moins une partie de la lumière en fonction de l'angle d'incidence. Les "couleurs spectrales" rencontrant la couleur sont réfléchies ou absorbées partiellement par la couleur (pigments colorés). Ainsi, la couleur apparaît différemment selon la source lumineuse.

### 10.2.7.1.5.3 Observateur ou type d'observation

L'œil humain réagit très différemment aux diverses couleurs. Alors qu'une différence de couleur même minime est déjà extrêmement visible pour les tons bleus, les différences de couleurs sont moins perceptibles pour les couleurs vertes.

Parmi les autres grandeurs d'influence, on distingue l'angle d'observation, la taille de l'objet et avant tout la distance qui sépare deux objets à comparer.

Une estimation et une évaluation visuelles objectives des différences de couleurs ne sont pas possibles pour les raisons mentionnées ci-dessus. L'introduction d'un critère d'évaluation objectif nécessite ainsi la mesure de la différence de couleur dans des conditions définies exactement au préalable (type de verre, couleur, type de lumière).

Pour les cas où le client demande un critère d'évaluation objectif pour la localisation chromatique, la procédure doit d'abord être définie avec le fournisseur. Le déroulement est défini ci-après :

- Échantillonnage d'une ou de plusieurs couleurs
- Sélection d'une ou de plusieurs couleurs
- Détermination par le client des tolérances selon la couleur, p. ex. divergence de couleur autorisée :  $\Delta L^* \leq \dots$   $\Delta L^* \leq \dots$   $\Delta H^* \leq \dots$  dans le système de couleur CIELAB, mesurées avec le type de lumière D 65 (lumière du jour) avec une géométrie sphérique  $d/8^\circ$ , un observateur de référence  $10^\circ$ , luminosité comprise
- Vérification de la faisabilité par le fournisseur concernant le respect de la tolérance fixée (volume de la commande, disponibilité des matières premières etc.)
- Fabrication d'un modèle de production 1:1 et validation par le client
- Exécution de la commande dans l'intervalle des tolérances déterminées. Si aucun critère d'évaluation particulier n'est défini,  $\Delta E^* \leq 2,90$

s'applique comme mesuré selon la méthode de mesure décrite ci-dessus.

### 10.2.7.1.6 Remarques d'application

- Les applications avec l'émail ou l'émail partiel et avec la sérigraphie ou la sérigraphie partielle pour le film dans le verre VSG doivent être contrôlées avec le fabricant quant à leur faisabilité. Cela s'applique notamment pour l'utilisation de tons gravés sur le film car la densité optique du ton gravé peut être fortement diminuée et l'effet du ton gravé peut être uniquement conservé pour l'utilisation au niveau 1 ou 4.
- Les verres émaillés et sérigraphiés avec des couleurs anorganiques peuvent être uniquement fabriqués dans un modèle de verre de sécurité trempé (ESG) ou de verre durci (TVG).
- Un usinage ultérieur des verres, quel que soit leur type, influence fortement les caractéristiques du produit dans certaines circonstances et n'est pas autorisé.
- Les verres émaillés peuvent être utilisés comme verre monolithique ou assemblé avec le verre feuilleté de sécurité ou le vitrage isolant. Dans ce cas, les dispositions, normes et directives respectives de l'utilisateur doivent être prises en compte.
- Les verres émaillés en version verre de sécurité trempé HST peuvent être testés heat soak. La nécessité du test heat soak ESG doit être vérifiée par l'utilisateur et communiquée au fabricant.
- Les valeurs statiques des verres émaillés ne peuvent être comparées avec un verre non imprimé ou un verre émaillé.

### 10.2.7.2 Couleurs métalliques

Les couleurs métalliques peuvent présenter des différences visibles au niveau de la perception de l'effet de couleur en raison du processus de fabrication et de la pigmentation, celles-ci ne permettant pas d'obtenir un aspect homogène et régulier pour les verres montés

les uns à côté des autres ou les uns sur les autres. Il s'agit là d'une singularité spécifique au produit que présentent les couleurs métalliques. Celle-ci permet d'obtenir un aspect des façades vivant également pour différents angles d'observation.

### 10.2.8 Verre feuilleté de sécurité (VSG)

Les verres feuilletés de sécurité se composent de deux ou plusieurs verres qui sont liés en unité indissociable par un ou plusieurs film de polyvinyle de

butyral (PVB). On distingue les verres ayant une épaisseur de film de PVB 0,38 des verres avec des films PVB ayant un PVB d'au moins 0,76 mm.

## 10.2.8.1 Tolérances de mesure

(En référence à la spécification du produit VSG d'UNIGLAS®)

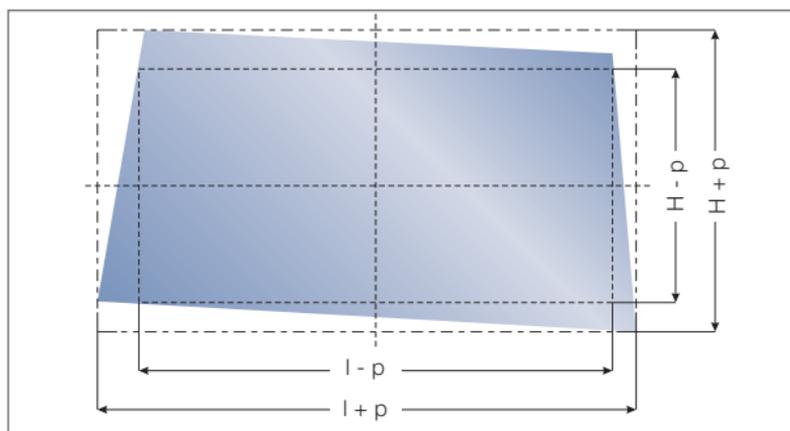
En principe, les tolérances sont conforme à EN ISO 12543.

On distingue les verres VSG en fonction de la structure en :

Les tolérances de mesure correspondantes des produits en amont utilisés dans l'élément VSG s'appliquent en plus des tolérances d'alignement autorisées comme indiqué dans les tableaux 23 et 24.

VSG PVB 0,38, VSG à partir de PVB 0,76, VSG avec film d'insonorisation (VSG isolant), VSG avec film couleur (films PVB colorés).

**Fig. 21 : Mesures limites pour les mesures des verres rectangulaires**



Exemple :

VSG en ESG 6 mm / PVB 0,76 / TVG 6 mm ; bords polis

Dimension de la vitre unique :

$\pm 1,5$  mm

Donne une somme de la tolérance d'accostage autorisée

Tolérance d'accostage supplémentaire:

$\pm 2$  mm

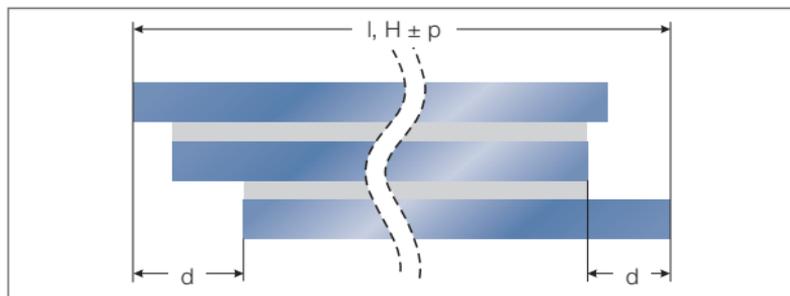
de  $\pm 3,5$  mm

## 10.2.8.2 Tolérance de déplacement (alignement)

Les verres simples peuvent, pour des raisons techniques de fabrication, se déplacer les unes

par rapport aux autres dans le procédé d'assemblage.

**Fig. 22 : Mauvais alignement**



Pour le verre VSG constitué de deux verres ou plus, chaque verre simple est façonné de manière standard selon la norme DIN 1249, partie 11. Les toléran-

ces d'alignement s'additionnent aux tolérances de coupe. Le bord le plus long de l'élément trouve son application dans les tableaux 23 ou 24.

■ Tab. 23: **Mesure maximale autorisée pour l'alignement : Rectangles**

| Longueur des bords l [mm] | Mesure maximale autorisée pour l'alignement selon l'épaisseur nominale de VSG |         |         |
|---------------------------|---|---------|---------|
|                           | ≤ 8 mm  | ≤ 20 mm | > 20 mm |
| l ≤ 2000                  | 1,0   | 2,0     | 3,0     |
| 2000 < l ≤ 4000           | 2,0   | 2,5     | 3,5     |
| l > 4000                  | 3,0   | 3,0     | 4,0     |

■ Tab. 24: **Mesure maximale autorisée pour l'alignement : Formes spéciales**

| Longueur des bords l [mm] | Mesure maximale autorisée pour l'alignement selon l'épaisseur nominale de VSG |         |         |
|---------------------------|---|---------|---------|
|                           | ≤ 8 mm  | ≤ 20 mm | > 20 mm |
| l ≤ 2000                  | 1,5   | 3,0     | 4,5     |
| 2000 < l ≤ 4000           | 3,0   | 4,0     | 5,5     |
| l > 4000                  | 4,5   | 5,0     | 6,0     |

Les verres VSG, composés de verres ESG ayant une largeur inférieure à 20 cm et une hauteur supérieure à 50 cm, peuvent présenter des défauts sur les bords longs des verres. Le verre

VSG n'est alors plus rectangle mais peut présenter une légère courbure (en forme de faucille). Cet état est conditionné par la production et ne peut faire l'objet d'une réclamation.

### 10.2.8.3 Tolérance d'épaisseur

La dimension d'épaisseur pour VSG ne doit pas dépasser la somme de chaque verre qui sont déterminées dans les normes pour le verre de base (EN 572). La dimension limite de la couche intermédiaire ne doit pas être prise en compte si l'épaisseur de la couche intermédiaire est inférieure à 2 mm. Pour les couches intermédiaires ≥ 2 mm, une dimension de ≤ 0,2 mm est prise en compte.

Exemple :

Verre feuilleté, fabriqué en verre float 2 x, avec une épaisseur nominale de 3 mm et une couche intermédiaire de 0,5 mm.

Selon EN 572-2, les dimensions limites s'élèvent à ± 0,2 mm pour le verre float avec une épaisseur de 3 mm. Ainsi, les épaisseurs nominales sont de 6,5 mm et les dimensions limites de ± 0,4 mm.

### 10.2.8.4 Façonnage

Pour les éléments VSG composés de deux verres ou plus, les bords des verres simples peut être réalisés selon DIN 1249, partie 11, KG, KGS, KMG,

KGN, ou KPO. L'ensemble de l'assemblage peut également être façonné sur les bords du verre. Pour les verres ESG ou TVG, une correction ultérieure

de l'alignement des bords n'est pas possible. Pour les combinaisons de verres non trempés, un façon ultérieur est autorisé.

## 10.2.8.5 Directives pour l'appréciation visuelle de VSG

DIN ISO 12543-6:1998

### 10.2.8.5.1 Domaine d'application

Cette norme détermine les défauts dans le verre, la couche intermédiaire et la méthode d'essai en relation avec l'aspect. Une attention particulière est portée aux critères d'acceptation dans le champs de vision. Ces critères sont utilisés sur les produits au moment de la livraison.

### 10.2.8.5.2 Indications normatives

Cette norme européenne contient des déterminations par des indications datées ou non datées provenant d'autres publications. Ces indications normatives sont citées aux endroits respectifs dans le texte et les publications figurent ci-dessous. Pour les indications figurées (datées), la publication correspond, dans sa forme datée, à une norme, les modifications ultérieures de la publication doivent être réalisées explicitement dans cette norme. Pour les indications non datées, la dernière édition respective de la publication à laquelle il est fait référence est appliquée.

|   |  |
|---|--|
| <b>EN ISO 12543-1</b>   | Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 1 : Définitions et description des composants |
| <b>EN ISO 12543-5</b>   | Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 5 : Dimensions et façonnage des bords         |
| <b>EN ISO 14449</b>   | Évaluation de la conformité  |
| Pour les structures spéciales, les normes de base des verres utilisés s'appliquent, p. ex. EN 1096-1 pour le verre à couche |  |

### 10.2.8.5.3 Définition

Pour l'application de cette norme, les définitions d'EN ISO 12543-1 et les définitions suivantes sont appliquées :

#### 10.2.8.5.3.1 Défauts en forme de point

Ce type de défaut comprend les taches opaques, les bulles et les corps étrangers.

#### 10.2.8.5.3.2 Défauts linéaires

Ce type de défaut comprend les corps étrangers et les rayures ou les traces d'abrasion.

#### 10.2.8.5.3.3 Autres défauts

Défauts du verre, tels qu'entailles et défauts de la couche intermédiaire, tels que plis, tassements et rayures.

### 10.2.8.5.3.4 Taches opaques

Défauts visibles dans le verre feuilleté (par ex. traces d'étain, inclusions dans le verre, dans la couche intermédiaire)

### 10.2.8.5.3.5 Soufflage

Bulles d'air habituelles pouvant se trouver dans le verre ou dans la couche intermédiaire.

### 10.2.8.5.3.6 Corps étranger

Tout élément indésirable qui s'est introduit dans le verre feuilleté durant la fabrication.

### 10.2.8.5.3.7 Rayures ou traces d'abrasion.

Domage linéaire sur la surface extérieure du verre feuilleté.

### 10.2.8.5.3.8 Entailles

Fêlures ou fissures très effilées qui traversent le verre depuis une arête.

### 10.2.8.5.3.9 Plis

Altérations résultant de plis dans la couche intermédiaire, et visibles après la fabrication.

### 10.2.8.5.3.10 Bandes résultant de l'inhomogénéité de la couche intermédiaire

Distorsions optiques dans la couche intermédiaire imputables à des défauts de fabrication dans la couche intermédiaire, et visibles après la fabrication.

## 10.2.8.5.4 Défauts sur la surface

### 10.2.8.5.4.1 Défauts en forme de point sur la surface visible

Lors de la vérification effectuée selon la méthode d'essai indiquée dans la section 10.2.7.1.3, l'admissibilité des défauts en forme de point dépend de ce qui suit:

Ces aspects sont présentés dans le tableau 25. Les défauts inférieurs à 0,5 mm ne sont pas pris en compte. Les défauts supérieurs à 3 mm ne sont pas admissibles.

- Taille du défaut
- Fréquence du défaut
- Taille du verre
- Nombre de verres en tant que composants du verre feuilleté

REMARQUE: L'admissibilité des défauts en forme de point dans le verre feuilleté varie selon l'épaisseur du verre.

REMARQUE: On parle d'accumulation de défauts lorsque quatre défauts ou plus se trou-

vent à une distance < 200 mm les uns par rapport aux autres. Cette distance se réduit à 180 mm pour le verre feuilleté à triple vitrage, à 150 mm pour le verre feuilleté à quadruple vitrage et à 100 mm pour le verre feuilleté à

cinq vitrages ou plus. Le nombre de défauts autorisés indiqué dans le tableau 25 doit être majoré de 1 pour les couches intermédiaires dont l'épaisseur est supérieure à 2 mm.

■ Tab. 25: Défauts en forme de point autorisés sur la surface visible

| Taille du défaut d [mm]                |          | 0,5 < d ≤ 1,0   | 1,0 < d ≤ 3,0 |           |                    |                    |
|--|----------|---|---------------|-----------|--------------------|--------------------|
|  |          |   | A ≤ 1         | 1 < A ≤ 2 | 2 < A ≤ 8          | A > 8              |
| Taille de la vitre A en m <sup>2</sup> |          | Pour toutes les dimensions                            |               |           |                    |                    |
| Nombre de défauts autorisés            | 2 vitres | Aucune limitation, mais pas d'accumulation de défauts | 1             | 2         | 1/m <sup>2</sup>   | 1,2/m <sup>2</sup> |
|  | 3 vitres |   | 2             | 3         | 1,5/m <sup>2</sup> | 1,8/m <sup>2</sup> |
|  | 4 vitres |   | 3             | 4         | 2/m <sup>2</sup>   | 2,4/m <sup>2</sup> |
|  | 5 vitres |   | 4             | 5         | 2,5/m <sup>2</sup> | 3/m <sup>2</sup>   |

### 10.2.8.5.4 Défauts linéaires sur la surface visible

Lors de la vérification effectuée selon la méthode d'essai indiquée dans la section 10.2.7.1.3, l'admissibilité des défauts linéaires est déterminée selon le tableau 26. Les défauts linéaires de moins de 30 mm de longueur sont autorisés.

■ Tab. 26: Défauts linéaires autorisés sur la surface visible

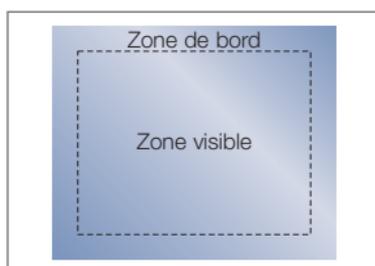
| Taille de la vitre   | Nombre de défauts autorisés avec 30 mm de longueur |
|----------------------|--|
| ≤ 5 m <sup>2</sup>   | Non autorisé                                       |
| 5 à 8 m <sup>2</sup> | 1  |
| ≤ 8 m <sup>2</sup>   | 2  |

### 10.2.8.5.5 Défauts sur la surface du bord dans le cas d'arêtes encadrées

Une fois la vérification effectuée selon la méthode d'essai indiquée dans la section 10.2.7.1.3, les défauts dont le diamètre ne dépasse pas 5 mm sont autorisés sur la surface de bord. Dans le cas de verres présentant une dimension de ≤ 5 m<sup>2</sup>, la largeur de la surface de bord est de 15 mm. La largeur de la surface de bord augmente de 20 mm dans le cas d'un verre de taille > 5 m<sup>2</sup>. En présence de bulles, la surfa-

ce pourvue de ces bulles ne doit pas dépasser 5% de la surface de bord.

Fig. 23 :



### 10.2.8.5.6 Entailles

Les entailles ne sont pas autorisées.

## 10.2.8.5.7 Plis et bandes

Les plis et bandes ne sont pas autorisés dans la surface visible.

## 10.2.8.5.8 Défauts sur des bords qui ne seront pas encadrés.

Le verre feuilleté est habituellement monté dans un cadre; dans le cas où il est exceptionnellement dépourvu de cadre, seuls les types de bords suivants doivent être présents:

- Bord rodé
- Bord poli
- Bord chanfreiné

■ Tab. 27: Selon EN ISO 12543-5

| Épaisseur de l'élément | Dimension |
|------------------------|-----------|
| ≤ 26 mm                | ± 1 mm    |
| > 26 ≤ 40 mm           | ± 2 mm    |
| > 40 mm                | ± 3 mm    |

## 10.2.8.5.9 Tolérances d'épaisseur

■ Tab. 28: Tolérances d'épaisseur

| Dimensions         | Dimensions en largeur ou hauteur |            |                |
|--------------------|----------------------------------|------------|----------------|
|                    | Épaisseur de l'élément           |            |                |
|                    | jusqu'à 26                       | jusqu'à 40 | Supérieur à 40 |
| Jusqu'à 100 cm     | ± 2,0 mm                         | ± 3,0 mm   | ± 4,0 mm       |
| Jusqu'à 200 cm     | ± 3,0 mm                         | ± 4,0 mm   | ± 5,0 mm       |
| Supérieur à 200 cm | ± 4,0 mm                         | ± 5,0 mm   | ± 6,0 mm       |

## 10.2.8.5.10 Tolérances de dimensions

Les bords visibles doivent être indiqués lors de la commande, en vue d'atteindre la meilleure qualité de bord possible. En raison de la production, le bord de pose reste toutefois reconnaissable, ainsi que les restes de films sur les rebords. Dans le cas où aucun bord visible n'est indiqué, la présence de résidus de films sur les bords est autorisée.

En cas de vitrages extérieurs dont les bords du verre sont

exposés aux intempéries, des modifications de l'effet de couleur peuvent apparaître, en raison de la caractéristique hygroscopique du film PVB dans la zone des bords de 15 mm, selon le produit et les conditions ambiantes. Ces modifications sont autorisées. En cas de réalisation de VSG avec des vitrages préfabriqués, le film peut dépasser, notamment sur les bords d'appui.

## 10.2.8.5.11 Méthodes d'essai

Le verre feuilleté à examiner est posé à la verticale, devant et parallèlement à un fond gris et mat et à la lumière du jour diffuse ou une lumière similaire. L'observateur se trouve à 2 m de

distance du verre et l'examine sous un angle de 90° (le fond mat se trouvant de l'autre côté de la vitre). Lors de cet examen, les défauts qui paraissent gênants doivent être identifiés.

L'évaluation a ensuite lieu, selon la spécification. Dans le cas de vitrages extérieurs dont les bords en verre sont exposés aux intempéries, des modifications de l'effet de couleur peuvent

apparaître, en raison de la caractéristique hygroscopique du film PVB dans la zone des bords de 15 mm, selon le produit et les conditions ambiantes. Ces modifications sont autorisées.

## 10.2.8.5.12 Film coloré

Dans le cas des films colorés et films mats, on observe au fil du temps une perte d'intensité des couleurs, due aux influences climatiques (par ex. action des UV). Ce faisant, les livraisons de verre postérieures peuvent présenter des différences de cou-

leur plus ou moins perceptibles par rapport aux verres du même type qui sont déjà montés. Cela ne peut faire l'objet d'une réclamation. La présence de différences de couleur est possible en cas de livraisons postérieures.

## 10.2.8.5.13 VSG avec dépassements

En principe, quel que soit le type de verre VSG avec dépassements, le film qui dépasse est découpé dans la zone de dépassement. En cas d'éléments VSG à double vitrage, ceci est généralement réalisable et doit d'ailleurs être convenu.

Un dépassement décrit précédemment peut entraîner la présence de restes de film qu'il n'est pas possible de retirer des dépassement. Ceci ne peut faire l'objet d'une réclamation.

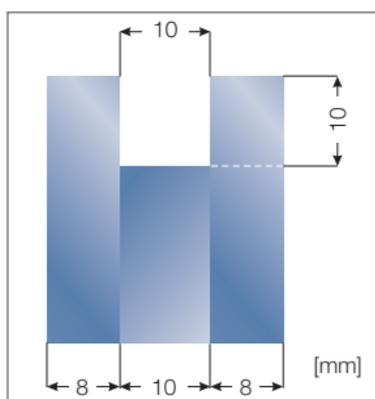
Dans le cas de verres VSG composés de trois verres ou plus, et dont le (les) verre(s) du milieu est/ sont en retrait par rapport aux verres extérieurs, le film est découpé lorsque la largeur de dépassement est égale à l'épaisseur du verre du milieu, ou que la profondeur de dépassement est égale aux épaisseurs de verre du milieu. Pour toutes les autres tailles de dépassement, un accord doit être conclu concernant la découpe du film.

La pièce correspondante qui sera insérée dans l'élément VSG doit être indiquée par le client (largeur, profondeur...).

En raison de la production, les bords du verre peuvent présenter des résidus de film, ou ceux-ci peuvent être déformés par des points d'appui sur le bord de pose; ceci ne peut pas faire l'objet d'une réclamation.

Dans la mesure où le retrait du film est réalisable comme décrit, la présence de résidus n'est pas totalement à exclure, pour des raisons techniques de production. Cependant, ces résidus ne peuvent pas faire l'objet d'une réclamation. Toutes les autres formations de dépassement n'ayant pas été effectuées comme pré-

Fig. 24 :



## 10.2.9 Vitrage isolant

S'appliquent également :  
EN 1279-1 jusqu'à -6, EN 1096-1

NORME AUTRICHIENNE B  
3738

Directive pour l'évaluation de la qualité visuelle du verre dans le domaine de la construction, auteur BIV et BF, version 2009.

Directives sur l'utilisation et le traitement ultérieur du VSG.

Cette directive régit uniquement les tolérances des qualités extérieures du vitrage isolant.

### 10.2.9.1 Joint périphérique

Le type de joint périphérique correspond aux spécifications-système d'UNIGLAS® GmbH & Co. KG.

La largeur maximale du joint périphérique est de  $\pm 2,5$  mm

### 10.2.9.2 Tolérance d'épaisseur sur le joint périphérique

n Tab. 29: Tolérance d'épaisseur sur le joint périphérique

| Structure      | Dimensions d'épaisseur |
|----------------|------------------------|
| à deux verres  | $\pm 1,0$ mm           |
| à trois verres | + 2,0 mm / - 1,0 mm    |
| Vitre ESG      | $\pm 1,5$ mm           |
| Vitre VSG      | $\pm 1,5$ mm           |
| Verres bombés  | $\pm 2,0$ mm           |

### 10.2.9.3 Tolérance de dimensions / décalage

Concernant les tolérances de dimensions, les tolérances décrites dans les chapitres 10.2.1 à 10.2.8 pour les produits en amont

utilisés dans le vitrage isolant s'appliquent, ainsi qu'une éventuelle mesure du décalage de l'assemblage de vitrage isolant.

#### ■ Tab. 30: Mesure de décalage maximal - rectangle

|   |        |
|---|--------|
| 2.000 mm $\geq$ Longueur d'arête            | 2,0 mm |
| 3.500 mm $\geq$ Longueur d'arête > 2.000 mm | 2,5 mm |
| Longueur d'arête > 3.500 mm                 | 3,0 mm |

#### ■ Tab. 31: Mesure de décalage maximal - Formes spéciales

|   |        |
|---|--------|
| 2.000 mm $\geq$ Longueur d'arête            | 2,0 mm |
| 3.500 mm $\geq$ Longueur d'arête > 2.000 mm | 3,0 mm |
| Longueur d'arête > 3.500 mm                 | 4,0 mm |

### 10.2.9.4 Ponçage du bord

Selon le système de couche, le revêtement présent dans la zone du joint périphérique est généralement retiré au moyen d'un ponçage. Ce faisant, des traces d'usinage peuvent être

visibles, et cette surface du verre apparaît alors différente de la zone non poncée. Ceci est également valable lors d'un dépassement du verre dans le cas de verre isolant à niveaux.

## 10.2.9.5 ESG à couche

Lors de combinaisons avec ESG ou ESG-H avec des revêtements ultérieurs à façon, la présence de résidus de revêtement sur le coté extérieur du vitrage isolant est possible. Ces résidus

sont dus aux conditions techniques et sont inévitables, et correspondent à l'état actuel de la technologie. Les résidus se corrodent et s'enlèvent tous seuls au bout d'un certain temps.

## 10.2.9.6 Intercalaire

On utilise des systèmes d'angles emboîtés et pliés, qui peuvent varier selon le procédé de production et les caractéristiques du matériau. En fonction de la technique de fabrication, les percées d'injection de gaz peuvent être visibles dans les intercalaires. Le phénomène de réflexion dans la zone des bords est influencé par la coloration de l'intercalaire.

Conformément à la norme EN 1279-5, le vitrage isolant dans

l'intercalaire doit présenter un marquage. Selon les techniques de fabrication, la couleur, la taille, le type et la pose peuvent varier.

Les tolérances pour l'emplacement de l'intercalaire et la mesure d'alignement en cas de vitrage isolant triple sont basées sur la directive pour l'évaluation de la qualité visuelle dans le domaine de la construction, et sur la norme autrichienne ÖNORM B 3738, selon le domaine d'application.

## 10.2.9.7 Directive pour l'évaluation de la qualité visuelle du verre dans le domaine de la construction

Fédération allemande des vitriers (Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks), Hadamar | Fédération des jeunes vitriers et des fabricants de fenêtre (Bundesverband der Jungglaser und Fensterbauer e.V.), Hadamar | Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e.V.), Troisdorf | Fédération de l'industrie du verre et de l'industrie des fibres minérales (Glasindustrie und Mineralfaserindustrie e.V.), Düsseldorf | Association des fabricants de fenêtres et de façades (Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.), Francfort | Cette directive a été élaborée par le comité technique de l'institut des vitriers pour les techniques de vitrage et la construction des fenêtres, à Hadamar, et par la commission technique de la fédération des fabricants de verre plat, à Troisdorf. Date: Mai 2009

### 10.2.9.7.1 Domaine d'application

Cette directive permet de réaliser l'évaluation de la qualité visuelle des verres dans le domaine de la construction (utilisation dans l'enveloppe du bâtiment et lors de l'aménagement d'installations / d'ouvrages.) L'évaluation est réalisée selon les principes de contrôle décrits ci-dessous, à l'aide des

valeurs d'admissibilité contenues dans le tableau de la section 10.2.9.7.3.

La surface de verre lumineuse restante en position montée est évaluée. Les produits en verre qui sont dotés d'un revêtement, teintés dans la masse, composés de verre feuilleté ou

trempe (verre de sécurité trempé, verre durci) peuvent également être évalués à l'aide du tableau de la section 10.2.9.7.3.

La directive ne s'applique pas aux verres spéciaux, comme par ex. le verre avec éléments intégrés dans l'intercalaire (SZR) ou dans le feuilletage, les produits en verre avec verre imprimé, le verre armé, les vitrages de sécurité spéciaux (vitrages anti-agression), les vitrages de protection incendie et les produits en verre non transparents. Ces produits en verre doivent être évalués selon les matériaux utilisés, les méthodes de pro-

duction et les indications correspondantes du fabricant.

L'évaluation de la qualité visuelle des bords des produits en verre ne constitue pas l'objet de cette directive. Dans le cas des constructions ne présentant pas un encadrement sur tous les cotés, les bords non encadrés ne sont pas soumis au critère de la zone de feuilleture. L'utilisation prévue pour ce produit doit être indiquée lors de la commande.

En vue de l'examen du verre dans les façades depuis l'extérieur, des conditions particulières doivent être réunies.

### 10.2.9.7.2 Contrôle

Pour le contrôle, la vue au travers du vitrage (transparence) est généralement déterminante et non pas la vue sur le verre (reflet). Ce faisant, les réclamations ne doivent pas être particulièrement importantes.

Le contrôle des vitrages conformément au tableau de la section 10.2.9.7.3 doit être effectué à une distance minimale de 1 m, de l'intérieur vers l'extérieur, et avec un angle d'observation qui correspond à l'utilisation habituelle de l'espace. Ce contrôle est effectué avec une lumière du jour diffuse (comme par ex. ciel couvert) sans lumière directe du soleil, ou éclairage artificiel.

Les vitrages à l'intérieur des pièces (vitrages intérieurs) doivent être contrôlés sous un éclairage normal (diffus), prévu pour l'utilisation des pièces, sous un angle d'observation de préférence vertical à la surface.

Une éventuelle évaluation de l'aspect extérieur est effectuée une fois l'ensemble monté, et à des distances d'observation habituelles. Les conditions de contrôle et les distances d'observation prescrites dans les normes de produits pour les vitrages concernés peuvent diverger, et ne sont pas prises en compte dans cette directive. Les conditions de contrôle décrites dans ces normes de produit ne sont pas souvent appliquées sur l'ouvrage.

## 10.2.9.7.3 Admissibilités pour la qualité visuelle du verre dans le domaine de la construction

■ Tab. 32: Pour verre float, ESG, TVG, VG, VSG, avec ou sans revêtement

| Zone       | Autorisé par unité:  |
|------------|--|
| <b>F</b>   | Endommagements plats des bords ou coquilles qui n'altèrent pas la solidité du verre et ne dépassent pas de la largeur du joint périphérique.                     |
|            | Coquilles situées à l'intérieur ou débris mobiles remplis par du mastic d'étanchéité.  |
|            | Résidus en forme de point ou de tache, ainsi que rayures, sans limitation.   |
| <b>R</b>   | <b>Inclusions, bulles, points, taches etc.:</b>  |
|            | Surface de la vitre $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 4 à $< 3 \text{ mm } \emptyset$  |
|            | Surface de la vitre $> 1 \text{ m}^2$ : max. 1 à $< 3 \text{ mm } \emptyset$<br>par mètre sur le pourtour -longueur des bords                                    |
|            | <b>Résidus (en forme de point) dans l'intercalaire (SZR):</b>  |
|            | Surface de la vitre $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 4 à $< 3 \text{ mm } \emptyset$  |
|            | Surface de la vitre $> 1 \text{ m}^2$ : max. 1 à $< 3 \text{ mm } \emptyset$<br>par mètre sur le pourtour -longueur des bords                                    |
| <b>H</b>   | <b>Inclusions, bulles, points, taches etc.:</b>  |
|            | Surface de la vitre $\leq 1 \text{ m}^2$ : max. 2 à $< 2 \text{ mm } \emptyset$  |
|            | $1 \text{ m}^2 < \text{Surface de la vitre} \leq 2 \text{ m}^2$ : max. 3 à $< 2 \text{ mm } \emptyset$   |
| <b>R+H</b> | Surface de la vitre $> 2 \text{ m}^2$ : max. 5 à $< 2 \text{ mm } \emptyset$   |
|            | <b>Rayure: Somme des différentes longueurs:</b><br>max. 45 mm – Longueur simple: max. 15 mm  |
|            | <b>Égratignure (de la finesse d'un cheveu) : non autorisées si accumulation</b><br>Nombre max. des admissibilités comme dans la zone Z                           |
| <b>R+H</b> | Les défauts tels que :inclusions, bulles, points, taches etc. de 0,5 à $< 1,0 \text{ mm}$ sont autorisés sans limitation de surface, sauf en cas d'accumulation. |
|            | On parle d'accumulation lorsque 4 inclusions, bulles, points, taches etc. se trouvent à l'intérieur d'une zone de rayon $\leq 20 \text{ cm}$ .                   |

### Remarque:

Les réclamations de  $\leq 0,5 \text{ mm}$  ne seront pas prises en compte. Les champs de perturbation (halo) ne doivent pas être supérieurs à 3 mm.

### Admissibilités pour le triple vitrage thermo-isolant – Verre feuilleté (VG) et verre feuilleté de sécurité (VSG):

Les valeurs d'admissibilité de la zone R et H augmentent en fréquence, par unité de verre supplémentaire et par unité de verre feuilleté, de 25% par rapport aux valeurs mentionnées ci-dessus. Le résultat est toujours arrondi.

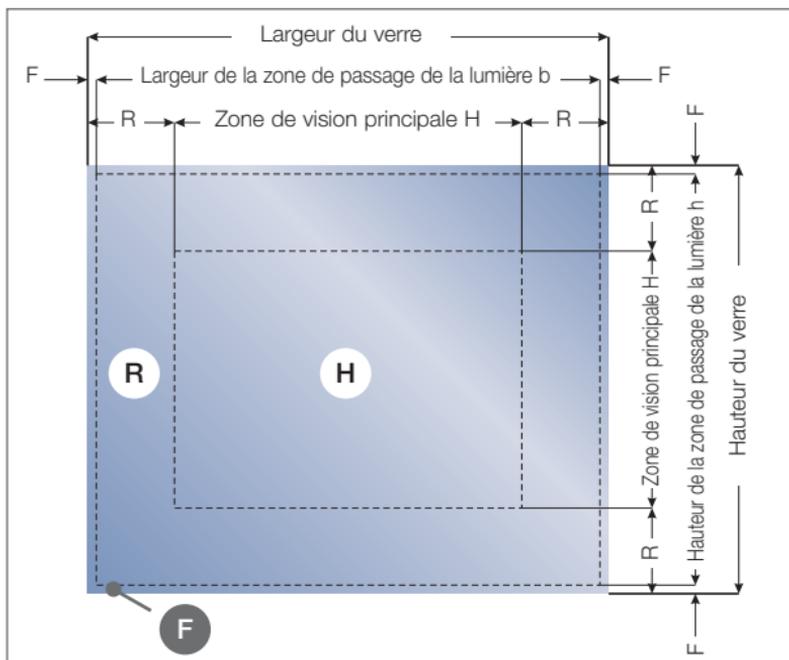
### Verre de sécurité trempé (ESG) et verre durci, ainsi que verre feuilleté (VG) et verre feuilleté de sécurité (VSG) en ESG et/ ou TVG:

1. L'ondulation locale sur la surface du verre - sauf pour l'ESG en verre imprimé et pour le TVG en verre imprimé- ne doit pas dépasser 0,3 mm pour 300mm.
2. Le défaut, rapporté à la longueur totale du bord du verre - sauf pour l'ESG en verre imprimé et pour le TVG en verre imprimé- ne doit pas dépasser 3 mm pour 1 000 mm de

longueur du bord du verre. Dans le cas des formats carrés et formats similaires à des carrés (jusqu'à 1:1,5) ainsi que dans le cas des verres

simples avec une épaisseur nominale < 6 mm, des défauts plus importants peuvent apparaître.

**Fig. 25 : Zones sur un verre isolant**



**F = Zone de feuilure :**

Largeur 18 mm (à l'exception des dommages mécaniques sur les bords, aucune limitation)

**R = Zone des bords :**

Surface de 10 % de la cote de passage de la lumière en largeur et en hauteur (évaluation moins sévère)

**H = Zone de vision principale :**

(évaluation la plus sévère)

### 10.2.9.7.4 Remarques générales

La directive constitue la référence quant à l'évaluation de la qualité visuelle du verre dans le domaine de la construction. Lors de l'évaluation d'un produit en verre qui a été monté, il faut partir du principe que, outre la qualité visuelle, les caractéristiques du produit en verre doivent également être prises en considération, afin de vérifier que le verre remplit ses fonctions.

Les valeurs de caractéristique des produits en verre, comme par ex. les valeurs d'insonorisation, d'isolation thermique, de transmission de la lumière etc. indiquées pour la fonction correspondante se rapportent à des verres testés selon la norme de contrôle correspondante à appliquer. Les valeurs indiquées et les effets optiques peuvent varier en cas d'autres formats de verres, d'autres combinaisons, ou en raison du montage ou des influences extérieures.

La diversité des nombreux produits en verre ne permet pas de toujours appliquer le tableau de la section 10.2.9.7.3. dans tous les cas. Dans certaines circonstances, une évaluation spécifique au produit s'avère nécessaire. Dans ce genre de cas, par ex. pour les vitrages spéciaux de

sécurité (vitrages anti-agression), les critères d'exigences spécifiques doivent être évalués en rapport avec l'utilisation et la situation de montage. Lors de l'évaluation de certains critères, les caractéristiques spécifiques au produit doivent être prises en compte.

## 10.2.9.7.4.1 Caractéristiques visuelles des produits en verre

### 10.2.9.7.4.1.1 Couleur propre

Tous les matériaux utilisés dans les produits en verre possèdent des couleurs propres dues aux matières premières; ces couleurs propres peuvent apparaître plus visibles lorsque l'épaisseur augmente. Pour des raisons fonctionnelles, on utilise des verres dotés d'un revêtement. Les verres avec revêtement possèdent également une couleur pro-

pre. Cette couleur propre peut être différemment perceptible en transparence et /ou sur le verre. Étant donné la teneur du verre en oxyde de fer, le processus de revêtement, le revêtement lui-même et les variations d'épaisseur du verre et de la structure du verre, des variations de l'effet de couleur sont possibles et inévitables.

### 10.2.9.7.4.1.2 Différences de couleur pour les revêtements

Dans le cas des revêtements, une évaluation objective de la différence de couleur nécessite la mesure resp. le contrôle de la différence de couleur dans des conditions précisément définies au préalable (type de verre, couleur,

type de lumière). Une telle évaluation ne peut faire l'objet de cette directive. (vous trouverez d'autres informations à ce sujet dans la notice "Homogénéité de couleur des verres transparents dans le domaine de la construction")

### 10.2.9.7.4.1.3 Évaluation de la zone visible du joint périphérique du vitrage isolant

Dans le cas du vitrage isolant, dans la zone visible du joint périphérique, et donc en dehors de la zone de passage de la lumière sur la surface en verre, on peut constater des caractéristiques dues à la fabrication, sur le verre et le cadre de l'intercalaire. Ces caractéristiques peuvent devenir visibles lorsque le joint périphérique du vitrage isolant n'est plus recouvert à un ou plusieurs endroits, en raison de la construc-

tion. Les différences de parallélisme autorisées pour le ou les intercalaire(s) du bord droit du verre ou les autres intercalaires (par ex. verre thermo-isolant à triple vitrage) sont de 4 mm au total pour les bords jusqu'à 2,5 m max. de longueur, et de 6 mm au total pour les longueurs de bords plus importantes. Dans le cas du vitrage isolant à double vitrage, la tolérance de l'intercalaire pour les bords jusqu'à 3,5 m max. de longueur est de 4 mm, et de 6 mm pour les longueurs de bords

plus importantes. Si, pour des raisons de construction, le joint périphérique du vitrage isolant n'est pas doté de revêtement, certaines caractéristiques typi-

ques du joint périphérique peuvent devenir visibles. Celles-ci ne font pas l'objet de la directive, et doivent faire l'objet d'un accord au cas par cas.

### 10.2.9.7.4.1.4 Vitrage isolant avec croisillons à l'intérieur

Dans le cas du vitrage avec croisillons, les influences climatiques (par ex. effet du vitrage isolant) ainsi que les secousses ou les oscillations exercées manuellement peuvent entraîner des bruits temporaires.

La fabrication implique la présence de traces de scie et de légères pertes de couleur dans la zone de découpe.

Les divergences d'équerrage et de déport au sein des sections

de champ doivent être évaluées en tenant compte des tolérances de fabrication et de montage, et de l'aspect général.

Dans le cas de croisillons dans l'intercalaire, les conséquences résultant de déformations longitudinales dues à la température ne peuvent généralement pas être évitées. Un déport des croisillons dû à la fabrication n'est pas complètement inévitable.

### 10.2.9.7.4.1.5 Endommagement de la surface extérieure

En cas de dommages mécaniques ou chimiques sur les surfaces extérieures visibles après le montage, il convient d'en clarifier la cause. Ce type de réclamations peut également être évalué selon la section 10.2.9.7.3.

Pour le reste, les normes et directives suivantes s'appliquent, entre autres:

- Directives techniques des vitriers
- VOB/C ATV DIN 18 361 "Travaux de vitrage"

- Normes de produits pour les produits en verre concernés
- Notice sur le nettoyage du verre, éditée par la fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e. V.)
- Directive sur la manipulation du vitrage isolant multicouches, éditée par la fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e. V.)

ainsi que les indications techniques et les consignes de montage en vigueur données par le fabricant.

### 10.2.9.7.4.1.6 Caractéristiques physiques

Hormis l'évaluation de la qualité visuelle, on observe une série de phénomènes physiques inévitables pouvant apparaître sur la zone de passage de la lumière de la surface du verre:

- Phénomènes d'interférence

- Effet du verre isolant
- Anisotropies
- Condensation sur la surface extérieure des vitres (formation de rosée)
- Mouillabilité des surfaces du verre

## 10.2.9.8 En Autriche, la norme ÖNORME B 3738 s'applique à la place de la directive pour l'évaluation de la qualité visuelle du verre dans le domaine de la construction.

■ Tab. 33: Défauts autorisés pour le verre isolant en verre float

| Zone<br>Fig. 25   | Autorisé par unité (vitrage isolant à double vitrage)  |   |                                    |
|---|--|---|------------------------------------|
| <b>F</b>  | Endommagements plats des bords ou coquilles qui n'altèrent pas la solidité du verre et ne dépassent pas du joint périphérique.   |   |                                    |
|   | Coquilles situées à l'intérieur ou débris mobiles remplis par du mastic d'étanchéité.  |   |                                    |
|   | Résidus en forme de point ou de tache, rayures, dépôts de butyle irréguliers et/ ou ondulés, sans limitation.  |   |                                    |
| <b>R</b>  | <b>Inclusions, bulles, points, taches etc.:</b>  |   |                                    |
|   | <b>Surface de la vitre</b>   | <b>Nombre</b>   | <b>Diamètre</b>                    |
|   | $\leq 1 \text{ m}^2$   | max. 4  | $\leq 3 \text{ mm}$                |
|   | $> 1 \text{ m}^2$  | max. 1 avec $\varnothing \leq 3 \text{ mm}$ par mètre |                                    |
|   | <b>Résidus (en forme de point) dans l'intercalaire (SZR):</b>  |   |                                    |
|   | $\leq 1 \text{ m}^2$   | max. 4  | $\leq 3 \text{ mm}$                |
|   | $> 1 \text{ m}^2$  | max. 1 avec $\varnothing \leq 3 \text{ mm}$ par mètre |                                    |
|   | <b>Résidus (en forme de tache) dans l'intercalaire (SZR) (gris- blanchâtre resp. transparent)</b>  |   |                                    |
|   | Jusqu'à $5 \text{ m}^2$  | max. 1  | $\leq 3 \text{ mm}$                |
|   | tous les $5 \text{ m}^2$   | 1   | $\leq 3 \text{ mm}$                |
| <b>Rayure:</b>  |  |   |                                    |
| <b>Surface de la vitre</b>  | <b>Longueur simple</b>   | <b>Somme des longueurs simples</b>                    |                                    |
| jusqu'à $5 \text{ m}^2$   | max. 30 mm   | max. 90 mm  |                                    |
| $> 5 \text{ m}^2$   | max. 30 mm   | Estimation proportionnelle                            |                                    |
| Remarque: "L'estimation proportionnelle" se rapporte à la "somme de toutes les longueurs simples" et non à leur dimension ou longueur simple.           |  |   |                                    |
| <b>Égratignure (de la finesse d'un cheveu) : non autorisées si accumulation</b>   |  |   |                                    |
| <b>H</b>  | <b>Inclusions, bulles, points, taches etc.:</b>  |   |                                    |
|   | <b>Surface de la vitre</b>   | <b>Nombre</b>   | <b>Diamètre</b>                    |
|   | $\leq 1 \text{ m}^2$   | max. 2  | $\leq 2 \text{ mm}$                |
|   | $> 1 \text{ m}^2 \leq 2 \text{ m}^2$   | max. 3  | $\leq 2 \text{ mm}$                |
|   | $> 2 \text{ m}^2 \leq 5 \text{ m}^2$   | max. 5  | $\leq 2 \text{ mm}$                |
|   | $> 5 \text{ m}^2$  | Estimation proportionnelle                            |                                    |
|   | Remarque: "L'estimation proportionnelle" se rapporte au "nombre de défauts simples" pour les surfaces de vitres $> 2 \text{ m}^2$ jusqu'à $\leq 5 \text{ m}^2$ , et non à la dimension maximale. |   |                                    |
|   | <b>Rayure:</b>   |   |                                    |
|   | <b>Surface de la vitre</b>   | <b>Longueur simple</b>                                | <b>Somme des longueurs simples</b> |
|   | jusqu'à $5 \text{ m}^2$  | max. 15 mm  | max. 40 mm                         |
| $> 5 \text{ m}^2$   | max. 15 mm   | Estimation proportionnelle                            |                                    |
| Remarque: "L'estimation proportionnelle" se rapporte à la "somme de toutes les longueurs simples" du défaut et non à leur dimension ou longueur simple. |  |   |                                    |
| <b>Égratignure (de la finesse d'un cheveu) : non autorisées si accumulation</b>   |  |   |                                    |

Les réclamations pour  $\leq 0,5 \text{ mm}$  ne seront pas prises en compte. Les champs de perturbation (halo) ne doivent pas être supérieurs à  $3 \text{ mm}$ .

Le nombre de défauts autorisés augmente de 50% en cas de vitrage isolant à triple vitrage, et de 100% en cas de verre isolant à 4 vitrages.

## Verre feuilleté (VG) et verre feuilleté de sécurité (VSG):

1. Les valeurs d'admissibilité de la zone R et H augmentent de 50% en fréquence, par unité de verre supplémentaire.
2. Dans le cas de verres avec résine, des ondulations peuvent apparaître, en raison de la production.

## Verre de sécurité trempé (ESG) et verre durci (TVG):

1. Le défaut local sur la surface du verre ne doit pas dépasser 0,5 mm

pour une longueur de mesure de 300mm.

2. Dans le cas d'un ESG doté d'une épaisseur nominale de 3 à 19 mm, et d'un TVG doté d'une épaisseur nominale de 3 à 12 mm en verre float, le défaut général, rapporté à la longueur des bords ou des diagonales, ne doit pas être supérieur à 3 mm par 1000 mm.
3. Si le VG ou le VSG est fabriqué à partir d'unités trempées, les valeurs ci-dessus des défauts doivent être appliquées avec une majoration de 50%.

## 10.3 Feuillure à verre et calage des vitrages isolants

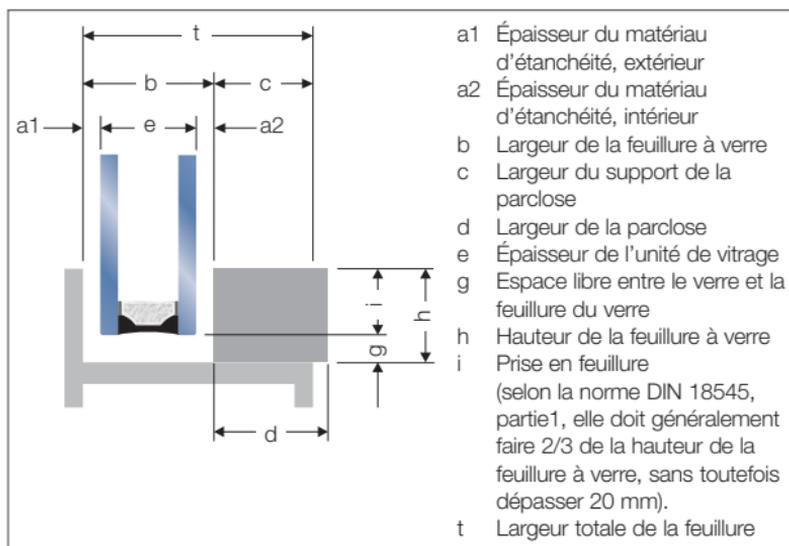
### 10.3.1 Dimensions des feuillures à verre

Le vitrage d'une fenêtre comprend le support de l'unité de vitrage dans le cadre de fenêtre, et le joint entre l'unité de vitrage et le cadre.

Le support de l'unité de vitrage doit être effectué au moyen

d'un calage approprié. Le joint (enduction ou profilé d'étanchéité) entre le cadre et l'unité de vitrage doit être étanche à la pluie et étanche aux courants d'air. L'espace libre entre le bord du verre et la feuillure doit être de 5 mm au minimum.

#### Dimensions de la feuillure



## 10.3.2 Exigences relatives à la feuilure à verre

Les exigences relatives à la feuilure à verre sont déterminées dans la norme DIN 18545, partie 1. Des parcloles sont nécessaires pour le montage des verres en vitrage isolant. En règle générale, celles-ci sont posées du coté de la pièce. Dans le cas des vitrages de piscines couvertes ou de devantures, les parcloles doivent être posées du coté extérieur.

Les vitrages dotés d'un espace de feuilure dépourvu d'enduit

d'étanchéité doivent présenter des ouvertures appropriées en vue de l'équilibre hygrométrique.

Avant le début des travaux de montage, la feuilure à verre doit être sèche, exempte de poussière et de graisse, et ce, indépendamment du matériau du cadre.

Dans le cas des fenêtres en bois, la feuilure à verre et la parclose doivent être traitées, et la première couche intermédiaire doit être appliquée et être sèche.

### ■ Hauteurs de feuilure à verre, dimension minimale en mm

| Coté le plus long de l'unité de vitrage | Hauteur de feuilure à verre h dans le cas du |                               |
|---|--|-------------------------------|
|   | verre simple                                 | Vitrage isolant multicouches* |
| jusqu'à 1000                            | 10   | 18                            |
| de plus de 1000 à 3500                  | 12   | 18                            |
| Supérieur à 3500                        | 15   | 22                            |

\* Pour les bords jusqu'à 500 mm de longueur et en présence de croisillons étroits, il faut veiller à réduire la hauteur de feuilure à verre à 14 mm et la prise en feuilure à 11 mm. Pour les formats de verres très lourds, prière de prendre contact avec le fabricant.

### Remarque

Pour des raisons de construction statique, les vitrages isolants à triple vitrage peuvent présenter un joint périphérique plus élevé. Au vu des dimensions autorisées selon les directives pour

l'évaluation de la qualité visuelle du verre, des hauteurs de feuilure à verre plus importantes que celles demandées par la norme DIN 18 545 doivent être appliquées dans certains cas.

### ■ Épaisseurs minimales des matériaux d'étanchéité a1 et a2 en mm en cas d'unité de vitrage plat

| Coté le plus long<br>Unité de vitrage<br>[mm] | du matériau du cadre |           |       |                |       |
|---|----------------------|-----------|-------|----------------|-------|
|   | Bois                 | Plastique |       | Métal, surface |       |
|   |                      | clair     | foncé | clair          | foncé |
| a1 et a2 * [mm]                               |                      |           |       |                |       |
| jusqu'à 1500                                  | 3                    | 4         | 4     | 3              | 3     |
| de plus de 1500 à 2000                        | 3                    | 5         | 5     | 4              | 4     |
| de plus de 2000 à 2500                        | 4                    | 5         | 6     | 4              | 5     |
| de plus de 2500 à 2750                        | 4                    | -         | -     | 5              | 5     |
| de plus de 2750 à 3000                        | 4                    | -         | -     | 5              | -     |
| de plus de 3000 à 4000                        | 5                    | -         | -     | -              | -     |

\* L'épaisseur du matériau d'étanchéité intérieur a2 doit être plus petite, jusqu'à 1 mm.

Les valeurs qui ne sont pas indiquées doivent être convenues au cas par cas.

### 10.3.3 Calage

Le calage du vitrage isolant doit remplir les tâches suivantes:

- Répartir resp. compenser le poids du verre dans le cadre, de sorte à ce que le cadre supporte le verre.
- Maintenir le cadre inchangé, dans la position correcte.
- Dans le cas de vantaux, assurer une praticabilité sans obstacle.
- Garantir la sécurité, en s'assurant que les bords du verre ne touchent jamais le cadre.

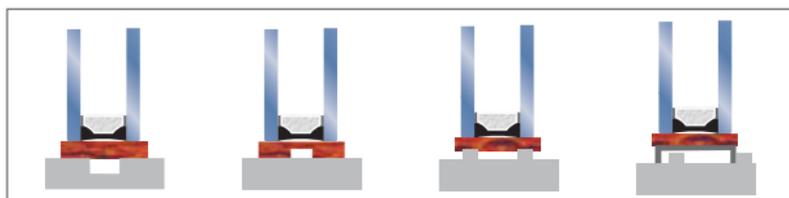
Les cadres doivent alors être dimensionnés de telle sorte à porter les verres de façon impeccable. Les verres ne doivent assurer aucune fonction porteuse ou d'étanchéonage. Le transfert de charge s'effectue via les cales d'assise. Les cales d'espacement garantissent l'espacement entre les bords du verre et la feuillure du verre.

Les cales resp. les supports de cales doivent présenter une longueur de 80 -100 mm. En outre, ils doivent présenter une largeur supérieure de 2 mm à celle du vitrage isolant. L'unité de vitrage doit reposer sur l'intégralité de l'épaisseur du verre. Les cales doivent être sécurisées sur le cadre afin d'empêcher tout risque de glissement.

La distance entre la cale et le coin du verre doit environ être égale à la longueur de la cale. Dans certains cas, la distance jusqu'au coin du verre peut être réduite jusqu'à 20 mm, lorsque le risque de casse du verre n'est pas accru par la construction du cadre et la position de la cale. Pour les verres de grande surface sans appui mural, il est possible d'observer une distance de 250 mm env., indépendamment du matériau du cadre. Si les cales empêchent l'équilibre hygrométrique sur la feuillure, alors il faut utiliser des supports de cales appropriés, avec une section de passage d'au moins 8 x 4 mm. Si les surfaces d'appui ne sont pas planes, il faut utiliser des écrous etc. afin de les rendre stables.

Le matériau des cales, leur teinte ainsi que leur imprégnation doivent être choisis de telle sorte à être compatibles avec les matériaux du joint périphérique du vitrage isolant, les matériaux d'étanchéité et les films du verre feuilleté de sécurité, conformément à la norme DIN 52460. En cas de combinaison avec du VSG, des verres de sécurité et à résine de type A, B, C, et D conformément à DIN 52290 ou de type P1A, P2A, P3A, P4A, P5A, P6A, P7A, P8A selon EN 356, UNIGLAS® recommande d'utiliser des cales élastomère avec une dureté Shore-A de 60° à 80°.

#### Calages possibles



## Remarque

Le calage doit être effectué selon la directive technique N° 3 " Calage des unités de vitrage " (Klotzung von Verglasungseinheiten) de

l'Institut de vitrerie pour les techniques de montages et la construction de fenêtres (Institut des Glaserhandwerks für Verglasungstechnik und Fensterbau), Hadamar.

### Propositions de calage Extrait de la directive technique des vitriers N° 3, édition 1997 ("Klotzung von Verglasungseinheiten")

■ 1 = Cale porteuse  
 ■ 2 = Cale d'espacement  
 ■ 3 = Cale d'espacement en plastique élastomère (shore de 60° à 80°)

1\* Pour les unités de vitrage de plus d'1m de large, il faut installer 2 cales porteuses d'au moins 10 cm de longueur au dessus du palier pivotant.  
 2\* dans le cas de vantaux arqués pour les cales porteuses

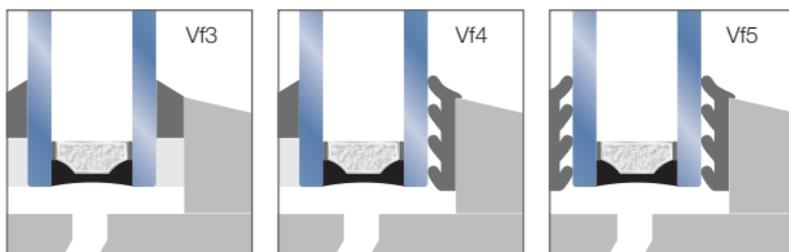
## 10.3.4 Systèmes de vitrages

### Remarque

Conformément à la norme DIN 18545-3, il est possible de réaliser un vitrage avec espace de feuillure rempli. Les directives de

montage du fabricant de vitrage isolant ne prévoient généralement qu'une seule version avec espace de feuillure sans enduit d'étanchéité.

## Systèmes de montages



### 10.3.4.1 Généralités

Les matériaux utilisés pour tous les systèmes de montages (profilés, rubans d'étanchéité, joints d'étanchéité et cales) doivent garantir une élasticité et une étanchéité impeccable des vitrages isolants multicouches pendant toute la durée de l'utilisation, quels que soient les domaines de température apparaissant. Ces

matériaux doivent être résistants aux intempéries et à l'usure.

Ils ne doivent présenter aucune interaction nuisible avec les matériaux utilisés pour le joint périphérique du vitrage isolant multicouches. En outre, les matériaux doivent également être compatibles avec l'humidité, conformément à la norme DIN 52460.

### 10.3.4.2 Systèmes de vitrage avec espace de feuillure sans enduit d'étanchéité.

#### ■ Vitrages avec enduction sur les deux cotés

L'enduction bilatérale avec un matériau d'étanchéité élastique sur le ruban d'étanchéité doit être appropriée à la forme de la feuillure, et satisfaire aux exigences minimales relatives aux matériaux d'étanchéité, conformément à la norme DIN 18545. La largeur du ruban d'étanchéité doit donc être choisie de façon à :

- garantir une surface d'adhérence d'au moins 5 mm de hauteur du matériau élastique sur le cadre et le verre
- ce que le ruban d'étanchéité s'achève au moins 5 mm au dessus de la feuillure, afin de ne pas empêcher l'équilibre hygrométrique.

#### ■ Vitrages avec profilés d'étanchéité

Les profilés d'étanchéité doivent être adaptés au système de fenêtre. Ils doivent être durablement étanches dans les angles et les jointures, et satisfaire aux tolérances d'épaisseur des vitrages isolants ou de fonction sans perte des caractéristiques d'étanchéité. Les jointures et angles profilés doivent être durablement étanchéifiés sur le coté exposé aux intempéries, et également du coté intérieur pour les piscines et pièces humides, au moyen de mesures appropriées (vulcanisation, soudure, collage). Dans le cas des montages par pression, des pressions d'appui sont autorisées jusqu'à 50 N/cm de longueur de bord.

Dans le cas de montages avec des profilés de pose à sec, il faut particulièrement veiller aux points d'exécution suivants:

- Le profilé d'étanchéité doit se retrouver bord à bord avec le coin supérieur de la feuillure à verre resp. la parclose.
- La zone de jointure du profilé extérieur doit également être parfaitement calfeutrée dans la zone des angles.
- Le choix des propriétés des matériaux, le type de système d'angle et les conditions de fixation pour les parcloles doivent correspondre aux prescriptions du fabricant.

Dans le cas des fenêtres en bois dotées de profilés d'étanchéité, un contrôle du système effectué conformément au modèle de contrôle de l'institut des techniques de fenêtres (Institut für Fenstertechnik e.V., Rosenheim) s'avère nécessaire.

### ■ Ouvertures pour l'équilibre hygrométrique

Tous les systèmes de montages dotés d'une feuillure dépourvue d'enduit d'étanchéité doivent présenter des ouvertures dans la feuillure à verre en vue de l'équilibre hygrométrique. Celles-ci doivent être réalisées de telle sorte à évacuer efficacement vers l'extérieur la condensation présente dans l'espace de feuillure, à assurer l'équilibre hygrométrique avec l'air extérieur, et à compenser les différentes humidités relatives de l'air.

### ■ Les exigences minimales suivantes doivent être remplies

Dans le cas des fenêtres étroites, avec un verre jusqu'à 1200 mm de largeur, la présence de deux ouvertures s'avère suffisante. Cependant, une connexion sur tout le pourtour doit alors être assurée jusqu'à la feuillure la plus profonde, surtout dans la

zone des cales. Les ouvertures doivent être réalisées sous forme de fentes resp. de trous oblongs, de dimensions d'au moins 5 x 20 mm, ou sous forme de percées d'un diamètre minimal de 8 mm.

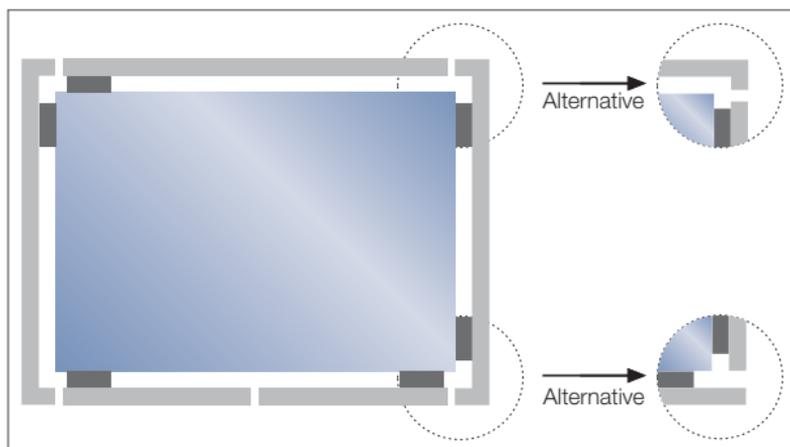
Les ouvertures doivent être effectuées au point le plus bas de la feuillure à verre. Les taraudages de profilés resp. les traverses doivent être percées dans la zone du trou. Le calage ne doit pas empêcher l'équilibre hygrométrique. Les écrous dans la feuillure doivent être stabilisés au moyen de cales. Dans le cas de feuillure lisse, des supports de cale doivent être utilisés. Dans le cas des fenêtres en plastique et en métal, les ouvertures pour l'équilibre hygrométrique ne doivent pas être réalisées directement vers l'extérieur depuis la feuillure à verre. Il est nécessaire d'effectuer un dispositif de guidage à travers des pré-chambres, afin d'empêcher la présence d'infiltrations d'eau de pluie sous l'effet du vent. Ce faisant, il est recommandé de réaliser les percées dans les chambres profilées avec un décalage de 5 cm env. les unes par rapport aux autres.

Si il n'est pas possible d'effectuer des ouvertures d'équilibre hygrométrique en décalé pour certains profilés, alors ces ouvertures doivent être protégées par des capuchons appropriés. Les capuchons doivent empêcher l'eau d'arriver dans la feuillure. Des mesures appropriées doivent garantir que l'équilibre hygrométrique ne s'effectue pas vers l'intérieur de la pièce, notamment dans le cas des pièces présentant une humidité de l'air élevée. Ceci peut se produi-

re en cas de parcloles non étanches ou d'ouvertures situées derrière le joint central. Il faut alors s'attendre à une formation de condensation élevée. En vue d'atteindre plus rapidement l'équilibre hygrométrique, des

ouvertures supplémentaires doivent être réalisées dans la zone d'angle supérieur de la feuillure à verre (cf. → page 130). Celles-ci sont impérativement nécessaires pour les piscines et les pièces humides.

### Modèle de système pour l'équilibre hygrométrique



#### 10.3.4.3 Systèmes de montage sans joint d'étanchéité des deux cotés, sur des fenêtres en bois

Les expériences de ces dernières années ont montré que ce système était difficilement réalisable en pratique (risque accru de casse du verre, décollement du matériau d'étanchéité, et

humidité plus importante dans l'espace de feuillure).

Par conséquent, IUNIGLAS® déconseille ce type de système de montage.

#### 10.3.4.4 Tableau de Rosenheim "Groupes de sollicitation pour le vitrage de fenêtres"

Dans le tableau déterminant les groupes de sollicitation pour le vitrage de fenêtres, le groupe de sollicitation approprié 1- 5 , et le système de montage nécessaire Va1 – Va5 resp. Vf3 – Vf5 doit être déterminé.

systèmes de montage du "Tableau de Rosenheim". Le classement des systèmes d'étanchéité est effectué par le fabricant des matériaux d'étanchéité. Celui-ci a l'entière responsabilité de ses données.

Conformément à la norme DIN 18545, partie 2, les types de matériaux d'étanchéité sont définis selon 5 groupes de sollicitation correspondant aux lettres A-E et, dans la partie 3 de la même norme, sont affectés aux

Dans nos directives de montages, vous trouverez une reproduction du tableau de Rosenheim, que vous pourrez télécharger sur notre site Internet: [http://www.uniglas.net/verglasungsrichtlinie\\_6116.html](http://www.uniglas.net/verglasungsrichtlinie_6116.html)

## 10.3.4.5 Collage des verres isolants

Ce système de montage est tout récent et n'a pas fait entièrement ses preuves. Ce faisant, il n'est pas possible d'établir une validation globale pour ce système.

Par conséquent, la validation doit se faire au cas par cas, selon les résultats de contrôle présents pour le système en question.

## 10.4 Compatibilité des matériaux

Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e.V.),  
date: 6/2004

### 10.4.1 Introduction

Le vitrage isolant multicouches est aujourd'hui de plus en plus utilisé, dans des applications toujours plus complexes. Ce faisant, les matériaux d'étanchéités du joint périphérique se retrouvent en contact avec de nombreux autres matériaux; dans certaines circonstances, des interactions néfastes altérant la fonction de l'ensemble du système (composé de vitrage isolant multicouches et d'une structure)

ne sont donc pas à exclure. La présentation suivante explique les principes, les causes, les solutions et les possibilités de contrôle de telles incompatibilités.

Elle clarifie également les responsabilités pour les constructions ainsi que les obligations d'information, et les conséquences techniques et légales en résultant.

### 10.4.2 Principes

La compatibilité des matériaux au regard de leur définition est définie dans la norme DIN 52 460 "Étanchéité des verres et des joints - Définitions".

"Les matériaux sont considérés comme compatibles l'un avec l'autre lorsque aucune interaction dommageable n'apparaît entre eux". Cette définition n'exclut pas la présence d'interactions, dans la mesure où celles-ci ne sont pas nuisibles. Ce faisant, la définition de "compatibilité" implique l'absence de toute "interaction dommageable".

#### ■ Que sont les interactions?

Les interactions correspondent à tous les phénomènes physiques, physico-chimiques ou chimiques pouvant apparaître par ex. lors du contact entre deux

matériaux différents ou mélanges de matériaux, et pouvant entraîner des modifications de structure, de couleur, de consistance, etc. Les interactions les plus importantes en lien avec notre thème sont les interactions physico-chimiques, comme par exemple la migration des composants, également appelée migration.

#### ■ Que sont les interactions dommageables ?

Les interactions dommageables correspondent à toutes les interactions entre des matériaux ou mélanges de matériaux et qui influencent négativement les fonctions ou la durabilité du système, par exemple celui d'un vitrage isolant installé dans un cadre.

### ■ Principes de la migration

Pour que le processus de migration puisse avoir lieu, la présence d'au moins deux différents matériaux est nécessaire; par ex. un "matériau A" et un "matériau B". Parmi ces deux matériaux, au moins un doit être constitué de plusieurs composants, par ex. "le matériau A". Dans le "matériau A", au moins un des composants doit être "apte à migrer". Ce composant doit être mobile, en raison de sa structure moléculaire dans la structure / mélange. Ce faisant, il remplit alors la condition nécessaire pour la réalisation d'un processus de migration. Le "matériau B" quant à lui doit remplir les conditions structurelles en vue du processus de migration, c'est à dire qu'il doit pouvoir absorber les composants migrants et/ ou les transporter.

Le cas caractéristique et le plus important de cette interaction physico-chimique est appelé "Migration d'un plastifiant": Le "matériau A" contient un "plastifiant" qui, suite au contact avec le "matériau B" passe de "A" vers "B".

La force d'attraction de ce genre de processus physico-chimique s'explique par la différence de la teneur du "matériau A" et du "matériau B" en plastifiant. Il existe ainsi un degré de densité, également appelé degré de concentration, entre les deux matériaux resp. les deux phases, d'où le terme technique correspondant. En l'absence de degrés de concentration, aucune migration ne se produit.

En ce qui concerne la vitesse du processus de migration, l'importance du degré est, entre autres,

déterminante. Si le degré est élevé, le processus se déroule rapidement. En revanche, si le degré est petit, le processus se déroule lentement.

Une autre valeur déterminante pour la vitesse de migration est la température. Ainsi, une température élevée a pour effet d'accélérer le processus, tandis qu'une température basse le ralentit.

### ■ Plastifiant et migration d'un plastifiant

Pour compléter, voici une brève explication sur la désignation de "plastifiant". On appelle "plastifiant" les substances ajoutées au plastique afin de conférer à celui-ci leurs propriétés mécaniques. Comme leur nom l'indique, les plastifiants peuvent agir en tant que solvant faisant gonfler le plastique, et lui confèrent un aspect de gel.

La "Migration d'un plastifiant" représente une interaction domageable lorsque les caractéristiques essentielles du matériau se retrouvent modifiées de sorte qu'elles modifient et influencent durablement la fonction du système.

- Le matériau libérant le plastifiant devient alors plus dur, cassant et rétrécit.
- Le matériau absorbant le plastifiant devient plus souple, élastique et se gonfle.

Les conséquences de telles interactions s'avèrent dramatiques par exemple lorsqu'un matériau absorbant le plastifiant perd alors entièrement sa structure, et se retrouve complètement dissous.

## 10.4.3 Les interactions dommageables dans la pratique

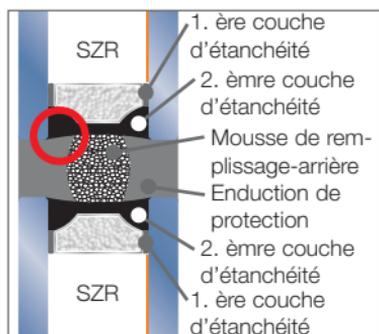
Ce qui suit est basé sur quelques interactions dommageables récemment observées à plusieurs reprises, en lien avec le montage des vitrages isolants.

### ■ Enduction de joints verticaux resp. fixation de cales

Ici, en cas de sinistre, les conséquences typiques d'une migration dommageable de plastifiant doivent être observées.

Une telle migration de plastifiant, avec pour conséquence une dissolution totale de l'un des composants concernés, a lieu en cas de contact direct du joint périphérique d'un vitrage isolant multicouches avec un autre matériau d'étanchéité non approprié, par ex. une enduction de protection dans un joint de vitrage isolant ou dans le cas de la fixation d'une cale de montage dans la feuillure à verre à l'aide d'un matériau d'étanchéité non approprié.

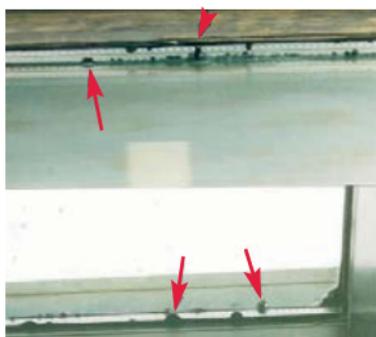
#### Enduction de protection dans un joint de verre isolant



Ce faisant, des composants issus de ce matériau d'étanchéité inapproprié migrent alors (plastifiant, mais aussi huiles et / ou Extender) à travers la deuxième couche d'étanchéité du vitrage isolant. Ils pénètrent ensuite dans la première couche

d'étanchéité du vitrage isolant ("joint butyl") et dissolvent littéralement celui-ci lors de la phase finale du processus. On constate alors un gonflement du joint butyl, accompagné de l'écoulement d'un mélange constitué de composants-butyl et du matériau ou du mélange de matériaux migrant.

#### Dissolution du joint Butyl suite à la migration



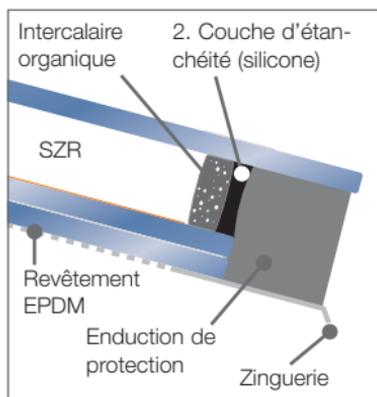
Suite à ce phénomène, le vitrage isolant se retrouve complètement endommagé, car la dissolution du joint butyl supprime son action de blocage contre la diffusion de vapeur d'eau et la diffusion des gaz. En outre, la présence du mélange constitué des composants du joint butyl et du matériau de migration sur les surfaces intérieures (pos. 2 + 3) du vitrage isolant entraîne une altération visuelle. Dans ces conditions, le vitrage isolant ne peut plus du tout assurer sa fonction de façon conforme, et doit inévitablement être remplacé.

### ■ Dépassement du profilé en cas d'intercalaire organique

Voici un autre cas typique de migration dommageable dû à un matériau d'étanchéité inapproprié en contact avec le joint périphérique du vitrage isolant. On peut citer l'exemple d'un systè-

me de vitrage isolant doté d'un intercalaire organique sur le bord de l'avant-toit d'un vitrage pour toiture.

### Enduction inappropriée de d'avant-toit



Suite au contact avec les matériaux d'étanchéité du vitrage isolant, les matériaux "aptes à migrer" s'échappent alors de l'enduction du bord de l'avant-toit. Ils sont ainsi acheminés jusqu'à la deuxième couche d'étanchéité du vitrage isolant, jusqu'au profilé d'intercalaire. Ils pénètrent ensuite dans la surface de jonction entre la surface du verre et le profilé intercalaire, et détruisent l'adhérence du profilé sur le verre. Suite à des variations de température et de pression atmosphérique ("mouvements de pompage", le profilé glisse sur un "film lubrifiant" composé d'huiles, de plastifiants et/ou d'Extender, dans l'espace d'air. Ce dégât est aussi appelé "effet-guirlande" en raison de son aspect.

Comme on le voit sur l'illustration, outre le mauvais choix du matériau d'étanchéité, une erreur encore plus importante est souvent commise lors de la réalisation d'enductions de bords d'avant-toit. Ici, la profondeur du joint a été mal dimensi-

### Effet -guirlande

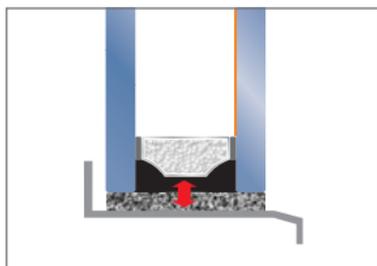


onné, ce qui signifie que celui-ci a été posé beaucoup trop profond.

### Choix des cales de vitrage

De même, en cas de matériau inapproprié de la cale, des interactions dommageables peuvent également apparaître suite au contact entre les matériaux d'étanchéité dans le joint périphérique du vitrage isolant et les cales de montage.

### Interactions entre le joint périphérique et la cale



Le matériau inapproprié de la cale absorbe les composants de la deuxième couche d'étanchéité, et devient alors collant et plastifié. La cale perd sa stabilité mécanique, de sorte que la fonction de transfert de charge ne peut plus être correctement exercée dans le système. En conséquence, le vantail de la fenêtre peut par exemple se déformer et gêner considérablement l'ouverture et la fermeture, ou les rendre tout bonnement impossibles. Lors du stade final du processus de migration, lorsque la cale s'est dissoute de

façon considérable, les vitrages isolants dans le cadre de la fenêtre peuvent se retrouver décalés de quelques millimètres, de sorte que le joint périphérique sort de la feuillure pour se retrouver dans la zone visible.

### Cale après des interactions dommageables



Parmi les autres conséquences possibles, on peut également citer la fixation des unités de vitrage isolant, qui n'est plus assurée de façon appropriée. Les produits en verre se retrouvent soumis à des tensions non prévues, ce qui entraîne différents dommages sur le verre. Le retrait de composants importants de la deuxième couche d'étanchéité vient également menacer la fonctionnalité du joint périphérique du vitrage isolant. Il est absolument impératif de contrôler le caractère approprié des matériaux des cales, afin d'éviter ce type d'incidents aux conséquences sérieuses. Par exemple, il convient de prêter particulièrement attention aux matériaux des cales qui contiennent des liaisons de styrène.

### ■ Dimensionnement des joints

Lors de la réalisation de joints entre plusieurs vitrages isolants ou dans les raccords d'angles et/ou muraux, les exigences techniques nécessaires relatives à la conception des joints et aux propriétés du matériau d'étanchéité doivent être prises en compte.

La largeur du joint dépend des dimensions des éléments de construction à relier, c'est à dire du vitrage isolant et du cadre. Les règles techniques correspondantes sont consultables dans la "Directive technique des vitriers", N° 1. Ces règles doivent également être appliquées pour les joints présents entre les vitrages isolants resp. sur les raccords muraux.

La profondeur de joint s'oriente également selon les dimensions des éléments de construction à calfeutrer les uns par rapport aux autres. Dans le cas des matériaux d'étanchéité mono-composant, la profondeur du joint ne doit pas dépasser une certaine limite.

Ici, il faut penser que les matériaux d'étanchéité mono-composant nécessitent une quantité d'eau suffisante, sous forme d'humidité de l'air, en vue de leur polymérisation. En outre, ces matériaux d'étanchéité effectuent leur polymérisation "de l'extérieur vers l'intérieur". L'humidité doit alors surmonter sur son chemin les parties du joint qui ne sont pas encore polymérisées, et forment une barrière croissante. Ceci étant, si la profondeur du joint est trop importante, la polymérisation dure trop longtemps. Par conséquent, même dans le cas de matériaux d'étanchéités normalement compatibles, des composants non polymérisés démesurément longs peuvent entrer en contact, et entraîner par la suite des interactions dommageables.

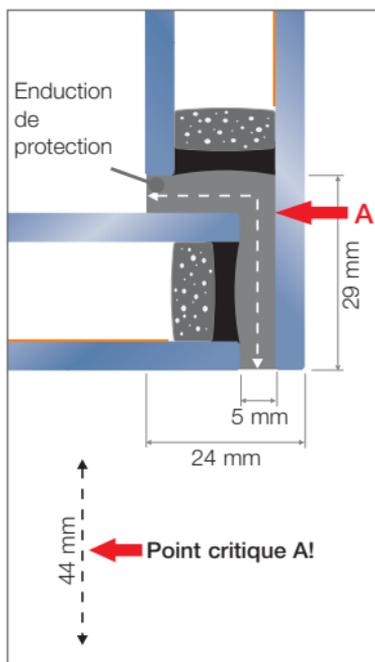
L'illustration ci-contre présente un exemple de construction typique dont la profondeur de joint est délibérément dépassée pour

un matériau d'étanchéité mono-composant. En raison du long chemin de diffusion pour l'humidité qui est nécessaire à la polymérisation du produit, le point "A", c'est à dire l'emplacement au milieu du joint, présente un matériau d'étanchéité non polymérisé durant une longue période - et ce, tout en étant tout proche du joint périphérique du vitrage représenté à l'horizontale. Dans ce cas, étant donné la durée non admissible de polymérisation, des réactions d'incompatibilité sont presque incontournables - même avec des matériaux d'étanchéités "compatibles en eux mêmes". En outre, un décollement peut également apparaître en raison du rétrécissement du joint dû à la polymérisation.

### ■ Remarque

Cette notice n'a pas pour objectif de montrer des solutions constructives qui "marchent" toujours dans tous les cas. D'une part, de telles solutions n'exis-

### Profondeur de joint inappropriée pour le matériau d'étanchéité 1K

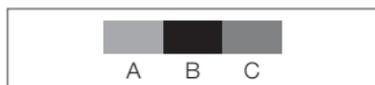


tent pas. D'autre part, le soin de l'expertise doit être laissé au spécialiste, afin de trouver la solution constructive optimale pour chaque cas individuel.

### 10.4.4 Contrôle de tolérance

Il n'existe actuellement aucune procédure de contrôle normalisée pour démontrer la tolérance dans tous les cas d'utilisation. Une procédure de contrôle doit éventuellement être mise au point pour chaque combinaison de matériaux et chaque construction. Des systèmes construits de façon complexe présentés ci-joint mettent en évidence la nécessité de contrôler tant les composants isolés que l'ensemble du système. Le graphique suivant l'illustre :

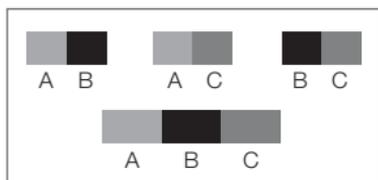
### Système à trois matériaux



Si un tel système utilisant trois matériaux, comme par exemple l'ensemble d'une couche d'étanchéité (A) ("butyle"), d'une seconde couche d'étanchéité (B) d'un vitrage isolant, ainsi qu'un jointoyage de protection (C) est indispensable, alors toutes les combinaisons doivent être contrôlées quant à leur tolérance.

Pour cela, les contrôles suivants doivent être effectués :

## Contrôle de tolérance



Le contrôle **A** ↔ **B** peut ne pas être effectué par exemple, si les deux enduits d'étanchéité de vitrage isolant proviennent du même fabricant ou si leur tolérance est correctement assurée. Ce contrôle systématique met en évidence l'avantage que représentent les systèmes les plus "simples" possibles.

De plus, rien n'est établi de façon générale pour les contrôles de tolérance concernant les critères d'évaluations. Autrement dit un résultat de test ne correspond pas forcément au comportement du même système dans la pratique. D'autres contrôles doivent être effectués le cas échéant. On comprend donc que le contrôle de la tolérance nécessite une connaissance approfondie et une expérience globale pour minimiser les risques d'interaction dommageables.

### ■ Contrôle de la tolérance dans la pratique

Dans la pratique, les divers composants d'un système ne proviennent que rarement du même fabricant. C'est pourtant seulement dans ce cas que le fabricant peut certifier de façon générale la tolérance des composants de son cru dans un système. Le fabricant a alors la possibilité, en cas de modification de l'assemblage des pro-

duits, de contrôler de nouveau le comportement de tolérance, et peut ainsi assurer que les clients n'ont pas à craindre de modification du comportement de tolérance.

Si des composants proviennent de différents fabricants, alors les résultats du contrôle ne concernent que le lot de produit testé et ne s'appliquent donc pas dans l'absolu. Le résultat d'un contrôle ne peut pas être attribué à un autre lot, car une modification éventuelle de l'assemblage n'est pas nécessairement communiquée à temps et ne peut alors pas être prise en compte. C'est pourquoi une liste des tolérances des combinaisons de matériaux ne peut pas exister sans réglementation contractuelle des fabricants impliqués.

Une déclaration générale de tolérance entre deux produits de deux fabricants différents nécessite un règlement bilatéral et contractuel entre chaque fabricant et le client du produit. Tant qu'il n'existe aucune exigence normalisée concernant les composants, seul ce moyen existe.

La responsabilité de la tolérance dans une combinaison de divers matériaux est à la charge de la personne ayant combiné ces matériaux en un "système". Les fournisseurs des "pré-produits" n'en sont pas responsables. Naturellement, ceci n'exclut pas le fait que ceux-ci doivent conseiller leurs clients et en particulier dans le domaine technique. La mise en œuvre pratique de ce conseil dans le cadre d'une construction, ainsi que l'évaluation des résultats de contrôle sont également du fait de la personne réalisant le système.

Il faudra rappeler l'influence des dimensions des joints sur la polymérisation des enduits d'étanchéité et ainsi sur l'éventualité d'interactions dommageables.

Par conséquent, il faut garantir la tolérance des composants impliqués quant à l'absence d'interaction dommageable dans le cas d'application concrète.

### 10.4.5 Pour éviter tout problème dans la pratique

#### ■ Généralités

Le "contrôle du système" constitue l'exigence principale pour la combinaison de plusieurs matériaux en un "système". Sa fonction est de démontrer que les composants du système sont aptes à être assemblés sans risque de dommage pour la fonctionnalité et l'utilisation du système. Une supposition réfutable d'aptitude n'est pas suffisante. Le "fabricant du système" a la charge de démontrer la fonctionnalité du système. Le "fabricant du système" est la personne qui assemble les composants, par exemple en insérant un vitrage isolant dans une construction de cadre.

Lors de la construction d'un "système", la construction la plus "simple" possible est la plus avantageuse, car le risque d'intolérance augmente considérablement avec le nombre de composants.

Le risque d'interactions dommageables peut néanmoins être exclu là où il n'y a pas de contact

entre les matériaux. Ainsi par exemple, une couche d'air conséquente peut éviter les dégâts par transport de matière. Si la construction rend l'intégration d'une telle couche d'air impossible, des "inhibiteurs de transfert" tels que des feuilles de métal ou des fonds de joint adaptés peuvent couper la voie de transfert de matière et ainsi garantir la tolérance. Bien entendu, lors de telles mesures dans une construction, il faut faire attention que celles-ci n'entraînent pas d'autres répercussions négatives.

L'expérience éprouvée de la fixation de cales de vitrage avec des enduits d'étanchéité représente un risque en cela que de tels produits sont souvent sélectionnés sans tenir compte des critères de tolérance des produits. Une autre question demeure : les cales ne peuvent-elles pas être retirées d'une autre manière afin d'éviter l'emploi d'un composant critique dans le système.

## 10.4.6 Corollaire

Les combinaisons compliquées de matériaux nécessitent une planification et une exécution minutieuses. Toutes les parties de cette procédure (fournisseurs, “planificateur du système” et “fabricant du système”) doivent être en accord. Si tous les produits ne proviennent pas d’un seul et même fournisseur, les mesures énoncées précédemment doivent être appliquées. En raison de la complexité de ces systèmes, il semble judicieux d’emprunter la voie légale, comme c’est déjà le cas dans d’autres domaines des

constructions de vitrage, comme par exemple pour les verres de protection incendie. Dans ce cas, il est courant de stipuler précisément dans la “description du système” quels composants peuvent être employés et comment. Chaque fournisseur doit s’engager à fournir ses composants conformément au “contrôle du système” et des spécifications mentionnées. Des modifications sur un composant ne peuvent être entreprises que s’il est sûr que la validité du “contrôle du système” n’est pas remise en question.

## 10.4.7 Bibliographie

|     |  |
|-----|--|
| [1] | DIN 52 460, “Étanchéité des verres et des joints – Définitions”, Edition 2002-2, Beuth-Verlag, Berlin  |
| [2] | H. Brook, “Interactions des enduits d’étanchéités” (Wechselwirkungen von Dichtstoffen), “Verre-Fenêtre-Façade”, (1998), livre 6, pages 329 et suivantes      |
| [3] | Directives techniques des vitriers, n°1, “Matériaux d’étanchéité pour les vitrages et joints d’étanchéité” (Dichtstoffe für Verglasungen und Anschlussfugen) |
| [4] | Directives techniques des vitriers, n°3, “Calage des unités de vitrage” (Klotzung von Verglasungseinheiten)  |
| [5] | Directives techniques des vitriers, n° 13, “Vitrages avec profilés d’étanchéité” (Verglasen mit Dichtprofilen)   |
| [6] | Directives techniques des vitriers, n°17, “Vitrages avec verre isolant” (Verglasen mit Isolierglas)  |
| [7] | Directive ift VE-05/01 “Justification de la tolérance des cales de vitrage” (Nachweis der Verträglichkeit von Verglasungsklotzen)                            |
| [8] | R. Oberacker, “Die Verträglichkeit von Dichtstoffen: Ein neues Problem?”, “Glaswelt” (2002), livre 12, pages 28 et suivantes                                 |

## 10.5 Vitrages avec contraintes thermiques et climatiques exceptionnelles ainsi que verres teintés dans la masse

### 10.5.1 Contraintes climatiques

Le vitrage de pièces avec une humidité atmosphérique extrêmement élevée est soumis à des exigences particulières. Font partie de ces types de pièces les piscines couvertes, brasseries, laiteries, sans oublier bouche-

ries, boulangeries et magasins de fleuriste, pour n’en citer qu’une partie. Des exigences particulières concernent l’étanchéité du vitrage, le cadre et les autres matériaux dans la périphérie. Selon les directives de

l'Institut de la vitrerie, Hadamar, "n° 13 – Montages avec profilés d'étanchéité (Verglasungen mit Dichtprofilen)" et "n° 16 – Fenêtres et parois vitrées pour piscines (Fenster und Fensterwände für Hallenbäder)", de telles applications ne peuvent être entreprises que pour des systèmes de vitrage à feuillure dépourvue d'enduits d'étanchéité. Ainsi une étanchéité absolue de l'espace intérieur est assurée. Pour cette raison, dans de tels

systèmes, les parcloles sont généralement appliquées de l'extérieur. Dans tous les cas, il faut s'assurer que l'équilibre hygrométrique de la feuillure à verre vers l'extérieur fonctionne correctement. Dans certains cas, il peut même être nécessaire de pratiquer une ouverture supplémentaire dans les angles de la feuillure à verre pour y contrevenir. Se référer aux réglementations techniques pour plus d'informations.

### 10.5.2 Contraintes thermiques

Les vitrages extérieurs peuvent supporter une chaleur intense liée aux rayons du soleil, tant que la chaleur est semblable en chaque point de la surface et que le vitrage dispose du temps nécessaire pour se dilater. Le problème survient lorsqu'une partie seulement du verre est chauffée. C'est notamment le cas lorsque des arbres se trouvent devant le verre, ou lorsque des volets roulants ou des stores ne sont que partiellement fermés. Dans de tels cas et principalement en demi-saison, l'énergie du soleil bas chauffe le vitrage éclairé, tandis que la partie à l'ombre reste fraîche, en particulier après des nuits froides.

Pour du verre float normal, la différence de température entre les parties chauffées et les parties ombragées d'un même verre ne doit pas être supérieure à 40 K. Si les températures matinales sont proches de 0°C, l'énergie du soleil peut rapidement chauf-

fer un verre classique jusqu'à 40-50°C. En revanche, dans la partie ombragée, la température du verre reste aux alentours de 0°C. Une différence de température de plus de 40 K est ainsi rapidement atteinte, ce qui peut briser le verre.

Et ce comportement est encore plus marqué pour les verres teintés dans la masse. Dans ce cas, en fonction de la couleur et de l'intensité de la teinte, le verre absorbe encore plus d'énergie solaire. Aussi des températures de surface de 60°C ou plus sont rapidement atteintes. C'est pourquoi lors de l'application de verres de protection solaire teintés dans la masse, des verres de sécurité doivent être utilisés. Leurs propriétés thermiques sont améliorées et autorisent un  $\Delta t$  pouvant atteindre 200 K (cf. → page 32). Ainsi, le vitrage est protégé contre un risque de casse thermique.

## 10.6 Transport et montage de vitrages isolants en hauteur et en profondeur

La pression atmosphérique du lieu de production s'applique dans l'intercalaire. Étant donné que cet intercalaire est hermétiquement fermé, la pression atmosphérique interne reste constante sur le long terme. Si des vitrages isolants sont réalisés de cette façon et utilisés dans une région située plus en altitude, où la pression atmosphérique est normalement inférieure, alors les verres "se bombent" vers l'extérieur des deux côtés. En cas d'utilisation dans une région d'altitude plus basse, ils se "bombent" vers l'intérieur. Dans ces cas, une contrainte extrême s'applique sur le joint périphérique et l'ensemble du système. De plus, au long terme, une transparence sans distorsion ne serait pas assurée. C'est pour cette raison que les données géographiques du lieu d'installation doivent être connues dès la commande. Si l'altitude du lieu d'installation diffère de plus de 800 m de celle du lieu de production, les vitrages isolants doivent être produits de façon particulière.

Pour des verres au taux d'absorption augmenté, des verres de petite dimension avec un rapport largeur/hauteur de plus de 1:2 ou des structures asymétriques d'isolation phonique, la limite de différence d'altitude est d'environ 400 m. En principe, il existe deux processus pour réaliser de tels vitrages isolants.

Le premier consiste à réaliser une valve d'égalisation de la pression dans le joint périphérique du verre. Cette valve ne sera bouchée qu'une fois le verre acclimaté au lieu d'installation. Si l'on se réfère à la définition d'un vitrage isolant, ce processus est un peu délicat, car l'intercalaire reste ouvert durant toute la durée du transport, ce qui fait que le verre ne remplit pas les exigences d'étanchéité à la pression de vapeur et à la diffusion du gaz. Cependant, récemment encore, il n'existait aucune autre possibilité de venir à bout de telles différences d'altitude.

D'autre part, il existe depuis peu un appareil permettant de simuler la pression atmosphérique du lieu d'installation et de contrôler la pression de remplissage de gaz lors de la fermeture hermétique de l'espace interstitiel. Des vitrages isolants "déformés" sont ainsi produits, qui prennent leur forme parallèle seulement sur leur lieu d'installation. De tels vitrages isolants sont conformes en tout point aux exigences et directives de production. Le "bombage vers l'intérieur ou l'extérieur" sur une courte durée entre la production et le lieu d'installation n'a aucun effet sur la durée de vie du vitrage isolant, car le système est durablement débarrassé de ces contraintes sitôt mis en place.

### 10.7 Transport des vitrages de grandes tailles

Le transport de vitrages isolants de grande taille peut occasionner des oscillations individuelles de chaque verre du vitrage isolant.

Pour un intercalaire de 8 à 12 mm, des contacts pour des raisons physiques ainsi qu'en raison du transport sont possibles entre les surfaces internes des verres.

Pour des intercalaires plus réduits, un endommagement visible des caractéristiques du revêtement de la surface interne du verre peut être décelé. Ces réclamations ne seront pas prises en compte.

C'est pourquoi l'intercalaire devrait être de 16mm **au minimum**.

### 10.8 Directive pour le maniement du vitrage isolant multicouches

Élément principal : Transport, stockage et installation

Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e.V.), Troisdorf

avec la collaboration de : Fédération allemande des vitriers

(Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks), Hadamar | Association professionnelle allemande Verre Fenêtre Façade (Fachverband Glas

Fenster Fassade) Baden-Württemberg, Karlsruhe | Association des

fabricants de fenêtres et de façades (Verband der Fenster- und

Fassadenhersteller e. V.), Francfort | FlachglasMarkenkreis GmbH,

Gelsenkirchen | Gluske-BKV GmbH, Wuppertal | Interpane

Glasindustrie AG, Lauenförde | Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg |

Pilkington Deutschland AG, Gladbeck | Schollglas, Barsinghausen |

Glas Trösch GmbH, Nördlingen

Date: 2008

#### 10.8.1 Introduction

Un vitrage isolant multicouches est constitué d'au moins deux verres assemblés via un joint périphérique fermant hermétiquement l'intercalaire pour l'isoler de l'environnement.

Le vitrage isolant multicouches est un composant réalisé pour les applications dans le bâtiment, avec une disposition linéaire continue sur au minimum deux couches [1] ; [2].

Le fabricant de la fenêtre ou de la façade est en principe responsable de la fonctionnalité de son produit en cas d'utilisation conforme.

Cette directive implique que le transport, le stockage et l'installation ne sont effectués que par des personnes compétentes.

## 10.8.2 Domaine d'application

Cette directive s'applique au :

- transport
- stockage
- installation

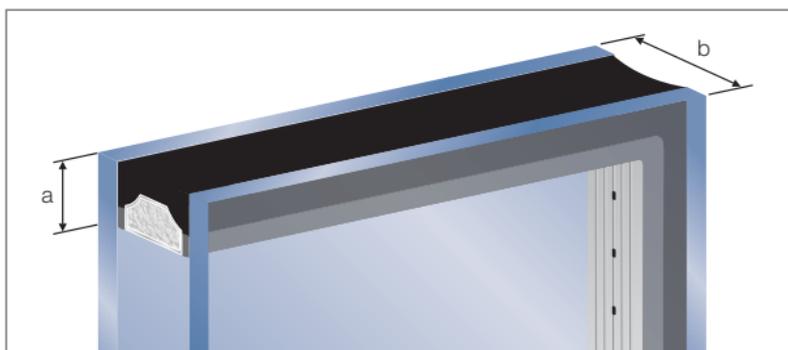
pour l'utilisation du vitrage isolant multicouches selon la norme EN 1279.

Cette directive décrit les mesures nécessaires pour maintenir durablement l'échanchéité resp. la fonctionnalité du joint périphérique. Les fonctions physiques, les propriétés mécaniques, les éléments dans l'intercalaire, les caractéristi-

ques optiques ainsi que le bris de verre ne font pas l'objet de cette directive.

Cette directive fait loi lorsque le fabricant de vitrage isolant multicouches ou le contractant s'y réfère dans les CGV ou qu'il en convient au cas par cas. Elle ne remplace ni les normes, ni les règles techniques instaurées ou dispositions légales appliquées relatives à l'utilisation du vitrage isolant multicouches. Quelques informations techniques essentielles figurent à la fin de cette directive.

### Joint périphérique du verre isolant



La zone "a" (revêtement latéral au bord du verre, face exposée aux intempéries) correspond à la hauteur entre le bord du verre et la zone de transparence du vitrage isolant.

Indépendamment des exigences des normes en matière de prise en feu, il faut éviter que la lumière naturelle du jour puisse agir sur les zones "a" ou "b" une fois le vitrage monté. Le vitrage isolant multicouches doit être commandé le cas échéant avec un joint périphérique résistant aux UV ou le joint périphérique doit être protégé des rayons UV.

### 10.8.3 Exigences fondamentales

Le joint périphérique ne doit pas être endommagé. Il doit être impérativement protégé pour conserver sa fonction. Toute influence nuisible doit être évitée. Cela s'applique à compter de la date de livraison pour le stockage, le transport et l'installation.

Les influences nuisibles peuvent être entre autres :

- Formation permanente d'eau sur le joint périphérique
- Rayons UV
- Sollicitations mécaniques excessives
- Matériaux incompatibles
- Températures extrêmes

### 10.8.4 Transport, stockage et maneiement

Le transport se fait habituellement sur chevalets ou avec

des caisses.

#### 10.8.4.1 Transport sur chevalets

Les verres doivent être sécurisés sur les chevalets pour le transport. De plus, aucune

pression non autorisée ne doit être exercée par le dispositif de sécurité sur les verres.

#### 10.8.4.2 Transport avec des caisses

Les caisses sont des emballages légers qui ne sont pas conçus pour faire face aux charges statiques ou dynamiques. Il faut soigneusement vérifier, au cas par cas, comment les caisses peuvent être manipulées ou par ex. comment les câbles de transport peuvent être utilisés.

diaries (par ex. papier ou taquet intermédiaire, cales d'espace-ment) sont nécessaires.

Le vitrage isolant multicouches doit généralement être protégé des influences chimiques ou physiques nuisibles sur le chantier.

Les verres doivent être stockés ou rangés uniquement à la verticale, sur des chevalets ou dispositifs appropriés. Lorsque plusieurs verres sont superposés, des couches intermé-

diaries isolants multicouches doivent être protégés de l'humidité persistante ou des rayons du soleil par un revêtement complet approprié lorsqu'ils sont à l'air libre.

### 10.8.5 Installation

Chaque élément en verre fourni doit être contrôlé avant l'installation afin de déceler d'éventuels dommages. Les éléments endommagés ne doivent pas être utilisés.

Les vitrages isolants multicouches jouent généralement le rôle d'éléments de remplissage, en d'autres termes, ce ne sont pas des éléments porteurs. Leur poids propre et les charges extérieures auxquelles ils sont sou-

mis doivent être propagés dans le cadre ou dans la structure de support. Les systèmes de montage différents comme les systèmes à fixation ponctuelle ou systèmes collés, ne sont pas

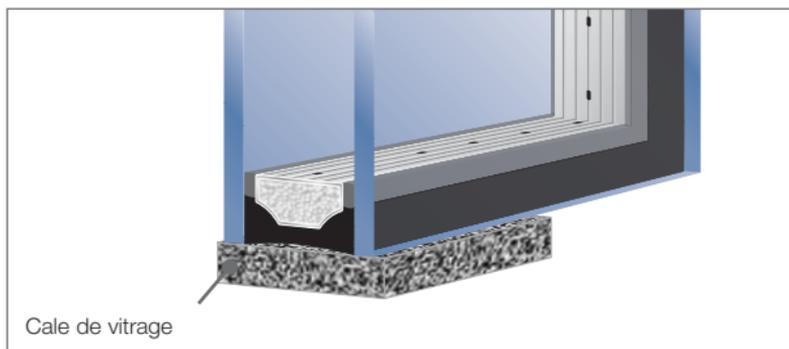
pris en compte par cette directive. D'autres exigences concernant la structure du joint périphérique sont énoncées pour ces montages.

### 10.8.6 Calage

La cale de montage est l'élément de liaison entre le verre et le cadre.

La technique de calage est présentée dans la directive [3].

#### Technique de calage



Le calage doit assurer un espace de feuillure libre pour le maintien de l'équilibre hygrométrique (condensation prolongée), de l'aération et le cas échéant, de l'évacuation de l'eau. Généralement, des cales de montage resp. des supports de cales appropriés doivent être utilisés lors de l'installation du vitrage isolant multicouche. Toutes les verres d'un vitrage isolant multicouche doivent être calées d'après les règles de la technique [3].

La disposition, les matériaux, la taille et la forme sont définis dans les directives [3] ou par les données du fabricant de cales.

Les cales peuvent être faites en bois, plastique ou dans un autre matériau approprié. Elles doivent présenter une résistance à la compression suffisante et durable et ne doivent entraîner aucun ébrèchement des bords du verre.

Les cales ne doivent pas changer leurs propriétés ni celles du vitrage isolant multicouche par l'intermédiaire des isolants et colles utilisés et par l'intermédiaire de l'humidité, des températures extrêmes ou des influences diverses, ne remplissant ainsi plus leur fonction.

### 10.8.7 Contraintes mécaniques

Une fois le vitrage monté, des charges dynamiques et continues exercées par le vent, la neige et les individus agissent sur le vitrage isolant multicouches. Ces charges sont diffusées dans les profilés de support (cadre), ce qui entraîne une flexion des profilés et du bord du verre.

Cette flexion génère des forces de cisaillement dans le joint périphérique du vitrage isolant multicouches. Afin que l'étan-

chéité durable du joint périphérique ne soit pas menacée, les limitations suivantes doivent être observées:

La flexion du joint périphérique du vitrage isolant multicouches perpendiculaire au plan du plateau dans la zone d'un bord ne doit pas dépasser 1/200 de la longueur du bord du verre en cas de charge maximale et doit toutefois être inférieure à 15 mm. Les cadres doivent ainsi être suffisamment dimensionnés.

### 10.8.8 Feuillure à verre, joint et équilibre hygrométrique

Les systèmes de montage qui séparent l'espace de feuillure du climat ambiant ont fait leurs preuves. Pour les conditions en Europe centrale, l'aération de l'espace de feuillure s'effectue

vers la face exposée aux intempéries. L'échange d'air du côté intérieur dans l'espace de la feuillure doit être en grande partie évité.

### 10.8.9 Normes, directives, règles

(dans leur version en vigueur respective)

|     |   |
|-----|---|
| [1] | TRAV – Règles techniques pour l'utilisation de vitrages anti-chute, DIBt Berlin   |
| [2] | TRLV – Règles techniques pour l'utilisation de vitrages disposés linéairement, DIBt Berlin  |
| [3] | Directive technique n° 3 de l'Institut de la vitrerie, Hadamar  |
| [4] | Directive technique n° 17 de l'Institut de la vitrerie, Hadamar   |
| [5] | EN 1279-5, Verre dans la construction, verre isolant, évaluation de la conformité   |
| [6] | DIN 18545-1, Calfeutrages des vitrages avec joints d'étanchéité ; exigences relatives aux feuillures de verre ; vitrages avec joints d'étanchéité |
| [7] | DIN 18545-3, Calfeutrages des vitrages avec joints d'étanchéité ; systèmes de vitrages  |
| [8] | Groupes de sollicitation pour le vitrage de fenêtres, directive ift VE 06/01  |

## 10.9 Guide technique pour l'utilisation de triple vitrage thermo-isolant

Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e. V.), Troisdorf | Deutsche Hutchinson GmbH, Eschborn | E C I European Chemical Industries Ltd., Essen | Fenzi S.p.A., I-Tribiano | Flachglas MarkenKreis GmbH, Gelsenkirchen | Glas-Fandel GmbH & Co. KG, Bittburg | Glas Trösch GmbH Sanco Beratung, Nördlingen | Gretsch-Unitas Baubeschläge GmbH, Ditzingen | Guardian Flachglas GmbH, Thalheim | Association allemande pour la qualité des verres isolants multicouches (Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V.), Troisdorf | H. B. Fuller Window GmbH, Lüneburg | IGK Isolierglasklebstoffe GmbH, Hasselroth | Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde | Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg | Kömmerling GmbH, Pirmasens | mkt GmbH, Alsdorf | Pilkington Deutschland AG, Gladbeck | Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH, Aix-la-Chapelle | Sencoglas Holding GmbH, Westerstede avec la collaboration de :

Fédération allemande des vitriers (Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks), Hadamar | Association professionnelle allemande Verre Fenêtre Façade (Fachverband Glas Fenster Fassade) Baden-Württemberg, Karlsruhe | Institut des techniques de fenêtres (Institut für Fenstertechnik), Rosenheim | Association des fabricants de fenêtres et de façades (Verband der Fenster- und Fassadenhersteller), Francfort  
Version : Mai 2009

### 10.9.1 Introduction

Le décret allemand pour l'économie d'énergie (EnEV) est le règlement le plus important du gouvernement fédéral allemand, soucieux d'une utilisation efficace de l'énergie dans les nouvelles constructions et dans le secteur du bâtiment. Le décret allemand pour l'économie d'énergie (EnEV) de 2007 a permis la transposition de la directive de l'UE relative à l'efficacité énergétique. L'amendement voté en 2009 de ce décret allemand pour l'économie d'énergie (EnEV) renforce le niveau d'exigence en matière de besoin énergétique de 30 %.

Afin de satisfaire ces exigences futures, une multitude d'innovations – également dans le domaine du verre, des fenêtres et des façades – sont nécessaires. L'utilisation de triples vitrages thermo-isolants dans une

plus grande mesure que jusqu'à présent, contribue de manière importante à l'amélioration des propriétés thermiques des fenêtres et façades.

Guide technique pour l'utilisation de triple vitrage thermo-isolant. La Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e. V.) et ses membres soutiennent vivement l'effort fourni par le gouvernement fédéral allemand quant à une utilisation encore plus efficace des ressources d'énergie limitées. Les triples vitrages thermo-isolants ont fait leur entrée sur le marché il y a plus de 10 ans. Il s'agit de produits éprouvés qui n'ont toutefois été jusqu'ici utilisés que dans des applications très limitées.

La production de triples vitrages thermo-isolants dans une plus

large mesure a d'importantes conséquences sur la technologie de fabrication et sur les critères de qualité à respecter.

L'utilisation largement plus étendue des triples vitrages thermo-isolants pour les fenêtres et façade

des exige qu'une multitude d'aspects soient identifiés et observés. Ce guide a pour but d'aborder d'importantes questions que les fabricants et sociétés de transformation des triples vitrages thermo-isolants sont tenus de respecter.

### 10.9.2 Triples vitrages thermo-isolants

#### 10.9.2.1 Structure des triples vitrages thermo-isolants

Les triples vitrages thermo-isolants permettent d'atteindre des valeurs  $U_g$  clairement inférieures à  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . La structure d'un tel triple vitrage thermo-isolant doit en outre renfermer deux

revêtements à haut pouvoir thermo-isolant qui sont chacun en contact avec un intercalaire. Il est de plus nécessaire de remplir les deux intercalaires avec un gaz noble.

#### 10.9.2.2 Produits standard

Pour les produits standard, les matières premières et produits semi-finis nécessaires doivent être disponibles en grande quantité. Le krypton ou le xénon servant de gaz de remplissage pour atteindre de plus faibles valeurs  $U_g$  ne sont pas disponibles en quantité suffisante pour pouvoir être utilisés comme produits standard dans les triples vitrages thermo-isolants.

De l'argon est ainsi généralement utilisé.

En tant que structure standard, un triple vitrage thermo-isolant avec une structure de verre 4/12/4/12/4, deux revêtements à haut pouvoir thermo-isolant (Low-E) sur les niveaux 2 et 5 ainsi qu'un remplissage à l'argon dans les intercalaires est recommandé.

#### 10.9.2.3 Valeurs U possibles

Un triple vitrage thermo-isolant avec une structure 4/12/4/12/4, deux revêtements à haut pouvoir thermo-isolant (Low-E) dont l'émissivité est de  $\epsilon_n \sim 0,03$  (état actuel de la technique) et avec un remplissage à l'argon (degré de remplissage de gaz 90 %) dans les deux intercalaires, atteint une valeur  $U_g$  de  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  d'après le calcul conforme à la norme EN 673.

Sans prendre d'autres mesures pour améliorer les propriétés thermiques, les valeurs  $U_w$  suivantes sont obtenues selon la norme EN 10077-1: 2006, tableau F.1 pour les fenêtres avec différentes constructions de cadre :

- $U_f = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ :  
 $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ :  
 $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Les mesures possibles pour améliorer les propriétés thermiques d'une construction de fenêtre sont par exemple :

- Amélioration des propriétés thermiques des profilés de cadre
- Utilisation de verre thermo-isolant avec un joint périphérique thermiquement optimisé (on parle ici de "bords chauds")
- Amélioration thermique du système de montage par ex. par l'intermédiaire d'une prise en feuillure plus grande.

## 10.9.2.4 Valeurs g possibles

Avec le produit standard justement décrit pour un triple vitrage thermo-isolant, un coefficient global de transmission d'énergie (valeur g) d'environ 50 % resp.

de 0,50 est atteint. Cette valeur peut légèrement varier selon les verres de base et les verres dotés d'un revêtement utilisés dans les différents cas.

## 10.9.2.5 Valeurs U de bilan

Le bilan effectué à partir des pertes de chaleur (décrites par la valeur U) et des gains de chaleur solaire (décrits par la valeur g) est finalement déterminant pour l'économie d'énergie avec un triple vitrage thermo-isolant resp. la fenêtre. Les valeurs U du bilan pour une fenêtre peuvent être calculées d'après la formule :

$$U_{W,eq} = U_W - S \cdot g$$

Les coefficients S pour les gains de chaleur solaire dépendent de la direction cardinale dans laquelle un triple vitrage thermo-isolant resp. une fenêtre est installée. Conformément à la norme DIN-V 4108-6, les valeurs numériques suivantes sont utilisées :

Avec ces valeurs numériques, les valeurs  $U_{W,eq}$  de bilan suivantes sont atteintes pour le produit standard décrit d'un triple vitrage thermo-isolant avec une valeur U du cadre de fenêtre  $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  et une valeur U fenêtre  $U_w = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  (cf. chapitre 10.9.2.3). Ces valeurs peuvent à nouveau légèrement varier selon les verres de base et les verres dotés d'un revêtement utilisés dans les différents cas :

- $S = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  – orientation Sud
- $S = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  – orientation Est / Ouest
- $S = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  – orientation Nord
- $U_{W,eq} = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  – orientation Sud
- $U_{W,eq} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  – orientation Est / Ouest
- $U_{W,eq} = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  – orientation Nord

### 10.9.2.6 Revêtements spéciaux

À l'aide des revêtements spécialement optimisés pour les triples vitrages thermo-isolants, une valeur  $U_g$  de 0,7 – 0,8  $W/m^2K$  et une valeur  $g$  d'env. 60 % resp. de 0,60 sont atteintes

avec la structure de verre standard décrite. Les valeurs de fenêtre indiquées précédemment (cf. points 10.9.2.3 et 10.9.2.5) varient en conséquence.

### 10.9.3 Facteurs d'influence pour la durabilité

#### 10.9.3.1 Intercalaire et format du vitrage (surface, rapport largeur / hauteur)

La sollicitation du système augmente avec la taille de l'intercalaire (effet du vitrage isolant, → cf. chapitre 10.9.5.2). L'effet des deux intercalaires d'un triple vitrage thermo-isolant s'additionne au moins de sorte qu'ils soient considérés comme un seul intercalaire. Les contraintes qui en découlent pour les verres et pour le joint périphérique dépendent du format. Les verres de petites tailles et étroits (rapport largeur / hauteur 1:3) présentent les contraintes les plus élevées pour le verre et le joint périphérique.

Pour les applications standard du triple vitrage thermo-isolant sur fenêtre, des intercalaires de 2 x 12 mm doivent être considérés comme techniquement judicieux. Des intercalaires plus petits entraînent (lorsque de l'argon est utilisé comme gaz de remplissage) des valeurs  $U_g$  trop élevées ; des intercalaires plus grands entraînent des contraintes trop importantes pour le verre et le joint périphérique.

#### 10.9.3.2 Recouvrement périphérique

Les contraintes mécaniques pour le joint périphérique sont supérieures avec les triples vitrages thermo-isolants. Le recou-

vement périphérique doit par conséquent être augmenté, notamment pour les formats étroits.

#### 10.9.3.3 Dimensionnement du verre

En principe, toutes les normes et directives s'appliquent comme pour le double vitrage isolant. En raison des contraintes élevées évoquées, il est nécessaire de répondre à des questions particulières en matière de dimensionnement du verre, et ce, à l'aide de logiciels de statique tel que la solution GLASTIK de la Fédération allemande des fabricants de verre plat. Les facteurs favorisant les contraintes sont par exemple les

structures de verre asymétriques ou l'utilisation de verres spéciaux, de verres feuilletés et de verres feuilletés de sécurité ainsi que les verres à haut pouvoir absorbant. Le verre imprimé ou le verre armé présente en outre une résistance mécanique inférieure au verre float. Un processus de trempe est recommandé en cas d'utilisation de verre imprimé et de verre à haut pouvoir absorbant en tant que verre intermédiaire.

## 10.9.3.4 Niveaux de revêtement

Il est recommandé de disposer les revêtements sur les deux verres extérieurs des intercalaires (côtés couche 2 et 5). Généralement, il n'est pas nécessaire de traiter le verre intermédiaire non traité par un processus de trempe pour en faire un verre de sécurité trempé.

Si le verre intermédiaire dispose par exemple d'un revêtement afin d'influencer la valeur g du triple vitrage thermo-isolant (côtés couche 3 et 5 reps. 2 et 4), le verre intermédiaire doit généralement être traité par un processus de trempe.

## 10.9.3.5 Fonctions particulières

Les valeurs empiriques des doubles vitrages isolants ne peuvent pas être appliquées de but en blanc aux triples vitrages thermo-isolants. Les combinaisons avec des fonctions spé-

ciales comme la sécurité (vitrages horizontaux, protection anti-chute), l'insonorisation, la protection solaire etc. imposent des exigences particulières.

### 10.9.3.5.1 Sécurité

#### (vitrages horizontaux, protection anti-chute)

Les règles techniques TRLV et TRAV pour les vitrages disposés linéairement et anti-chute ne mentionnent pas expressément les triples vitrages thermo-isolants. Selon la Fédération allemande des fabricants de verre plat, les exigences générales formulées pour les "verres isolants multicouches"

sont également valables pour les doubles et triples vitrages isolants.

Les vitrages anti-agression (vitrages résistants aux projections, anti-effraction, pare-balles et anti-explosion) et les vitrages anti-incendie doivent être considérés au cas par cas.

### 10.9.3.5.2 Insonorisation

Les propriétés d'insonorisation peuvent être associées aux propriétés d'isolation thermique des triples vitrages thermo-isolants. Pour les structures asymétriques typiques des verres insonorisés, les contraintes du verre extérieur plus fin aug-

mentent de manière significative. Il est par conséquent recommandé de procéder à un traitement de trempe pour verre de sécurité trempé, pour des bords de jusqu'à 70 cm de long.

### 10.9.3.5.3 Protection solaire

Les propriétés de protection solaire peuvent être associées aux propriétés d'isolation thermique des triples vitrages thermo-isolants.

Par rapport au double vitrage isolant de protection solaire, les propriétés physiques relatives à la lumière et aux rayonnements changent en conséquence.

### 10.9.4 Prescriptions relatives au montage

Comme pour les doubles vitrages isolants, les exigences de base qui figurent par ex. dans la "Directive sur la manipulation du verre isolant multicouches" de la Fédération allemande des fabricants de verre plat, s'appliquent : protection contre l'influence permanente de l'humidité (équilibre hygrométrique), protection contre les rayons UV directs (alternative : joint périphérique résistant aux UV), compatibilité des matériaux, utilisation dans les plages de tem-

pérature habituelles et montage sans contrainte. Les constructions de cadre doivent être disposées à accueillir le triple vitrage thermo-isolant. Le fabricant du vitrage isolant n'assure aucune garantie pour les défauts résultant du non-respect de ces exigences de base.

La directive technique n° 17 de l'Institut de la vitrerie "Montage de verre isolant" doit être respectée.

#### 10.9.4.1 Calage

Les propriétés fonctionnelles des cales doivent être conservées pendant toute la durée de l'utilisation. Pour assurer cela, les cales doivent être suffisamment stables face à une compression permanente, résistantes à l'usure et compatibles.

Lors du calage, il faut veiller à ce que les cales porteuses et d'espacement soient droites et parallèles au bord de l'unité de montage. La cale doit accueillir toute la largeur de l'unité de montage et doit donc trans-

mettre la charge propre des trois verres. Pour les systèmes avec un espace de feuillure libre, la cale ne doit pas empêcher l'équilibre hygrométrique. La cale ne doit entraîner aucun ébrèchement des bords du verre. Les contraintes de cisaillement du joint périphérique doivent être minimisées.

La directive technique n° 3 de l'Institut de la vitrerie "Calage des unités de montage" doit être respectée.

#### 10.9.4.2 Prise en feuillure augmentée

Une prise en feuillure augmentée pour les triples vitrages thermo-isolants est considérée comme acceptable concernant le risque de casse du verre causée par les tensions thermiques induites pour des systèmes de cadre thermo-isolants

(projet de recherche HIWIN partie B : recherches relatives au risque de casse du verre via une prise en feuillure augmentée, rapport final avril 2003, ift Rosenheim et Institut des maisons passives de Darmstadt).

### 10.9.5 Autres caractéristiques

#### 10.9.5.1 Condensation extérieure

L'énoncé suivant s'applique à chaque vitrage isolant : Plus la transmission thermique est faible

– plus la valeur  $U_g$  est faible – plus le verre côté intérieur est chaud et plus le verre extérieur

est froid. Cela s'applique bien sûr aussi pour les triples vitrages thermo-isolants. De plus, le verre extérieur est en "échange radiatif" direct avec le ciel. Selon la situation de montage individuelle, cet échange radiatif entraîne un refroidissement supplémentaire important du verre extérieur, notamment en cas de nuit claire. Si la température de la surface vitrée extérieure est inférieure à la température de l'air extérieur en contact, de la condensation se forme alors sur la surface vitrée extérieure. Ce phénomène est présent dans la nature et est connu sous le nom de rosée.

Lorsque le verre extérieur se réchauffe avec l'air extérieur, par exemple sous l'effet du soleil du matin, la condensation disparaît à nouveau. Ce phénomène n'est pas considéré comme un défaut mais montre que le triple vitrage thermo-isolant présente un excellent coefficient d'isolation thermique. En raison de l'isolation thermique améliorée des triples vitrages thermo-isolants, il faut s'attendre à ce que de la condensation se forme bien plus souvent sur la surface vitrée extérieure qu'avec les doubles vitrages habituels. Afin d'éviter le mécontentement des clients et utilisateurs, il est recommandé de les rendre attentif à ce phénomène au préalable.

### 10.9.5.2 Effet du vitrage isolant

La "directive relative à l'évaluation de la qualité visuelle des verres dans le domaine de la construction" qui a entre autres été établie par la Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas), décrit "l'effet du vitrage isolant" dans la section 4.2.2. Cet effet du vitrage isolant est à l'origine de courbures convexes et concaves au niveau des verres

individuels suite aux changements de température et aux variations de la pression atmosphérique, entraînant ainsi également des distorsions optiques. Cet effet peut être accentué avec les triples vitrages thermo-isolants en raison du plus grand volume de gaz contenu dans les deux intercalaires.

### 10.9.5.3 Qualité optique

#### 10.9.5.3.1 Couleur propre

La "directive relative à l'évaluation de la qualité visuelle des verres dans le domaine de la construction" décrit dans la section 4.1.1 la couleur propre de tous les produits en verre et tout spécialement les verres dotés d'un revêtement. Suite à

la présence d'un troisième verre et d'un deuxième revêtement, la couleur propre des triples vitrages thermo-isolants peut être plus clairement identifiable que celle des doubles vitrages isolants.

### 10.9.5.3.2 Joint périphérique et croisillons

L'utilisation de croisillons dans le triple vitrage thermo-isolant est possible. Il est recommandé de se limiter à la mise en place de croisillons dans un seul intercalaire.

Les perturbations optiques selon la "directive relative à l'évaluation de la qualité visuelle des verres

dans le domaine de la construction", comme un décalage plus faible des entretoises ou des croisillons lors de la disposition des deux intercalaires, n'ont aucune influence sur la fonctionnalité du triple vitrage thermo-isolant et ne sont pas entièrement à exclure.

## 10.10 Notice pour le nettoyage du verre

Fédération allemande des vitriers (Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks), Hadamar | Fédération des fabricants de verre plat (Bundesverband Flachglas e.V.), Troisdorf | Association professionnelle du verre dans la construction (Fachverband Konstruktiver Glasbau), Cologne | Association allemande pour la qualité des verres isolants multicouches (Gütegemeinschaft Mehrscheiben-Isolierglas e. V.), Troisdorf | Association des fabricants de fenêtres et de façades (Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V.), Francfort | Consafis WEE, Balingen | Glas Trösch GmbH Sanco Beratung, Nördlingen | Interpane Glasindustrie AG, Lauenförde | Isolar-Glas-Beratung GmbH, Kirchberg | Pilkington Deutschland AG, Essen | Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH, Aix-la-Chapelle | Uniglas GmbH & Co. KG, Montabaur | Version : Juillet 2007

### 10.10.1 Introduction

Le verre est très solide :  
mais il ne résiste pas à tout

Le verre en tant que partie de façade est soumis à la salissure naturelle liée à la construction. Les salissures normales nettoyées de manière appropriée à intervalles raisonnables, ne constituent pas un problème pour le verre. En fonction de la durée, du site, du climat et de la situation de construction, d'im-

portants dépôts peuvent adhérer chimiquement et physiquement à la surface du verre ; un nettoyage approprié est alors particulièrement important. Cette notice doit fournir des indications relatives à la prévention et à la minimisation des salissures pendant la durée de vie ainsi qu'au nettoyage approprié et actuel des différentes surfaces du verre.

### 10.10.2 Types de nettoyage

#### 10.10.2.1 Pendant les travaux

En principe, chaque salissure agressive doit être évitée au cours des travaux. S'ils surviennent toutefois, les salissures doivent être lavés par le responsable, sans laisser de résidus,

avec un produit non agressif et immédiatement après leur apparition.

Les laitances de ciment ou de béton, les enduits et les mortiers

sont notamment hautement alcalins et provoquent une corrosion du verre (impression) s'ils ne sont pas lavés immédiatement avec suffisamment d'eau. Les adhésions poussiéreuses et granuleuses doivent être retirées de manière appropriée mais jamais à sec. En raison de ses obligations de protection et de collaboration, le maître d'ouvrage est chargé de réglementer la collaboration entre les différents corps de métiers et notamment d'informer les professionnels suivants sur les mesures de protection nécessaires.

### 10.10.2.2 Pendant l'utilisation

Pour maintenir les propriétés des verres pendant toute la durée d'utilisation, un nettoya-

ge adapté au montage respectif et réalisé dans des intervalles raisonnables est indispensable. Les salissures peuvent être minimisées en garantissant un déroulement optimal des travaux et en adoptant séparément des mesures de protection, telles que l'application de feuilles de protection devant les surfaces des fenêtres ou des façades. Le "premier" nettoyage permet de nettoyer les composants après la finition de l'ouvrage. Il ne peut pas servir à éliminer chaque salissure survenant pendant toute la durée des travaux.

ge adapté au montage respectif et réalisé dans des intervalles raisonnables est indispensable.

### 10.10.3 Consignes de nettoyage pour le verre

#### 10.10.3.1 Généralités

Les indications suivantes pour le nettoyage sont valables pour tous les produits en verre utilisés dans la construction. Pour le nettoyage du verre, il faut toujours travailler avec une eau abondante la plus propre possible pour éviter un effet de frottement par les particules de saleté. Les éponges, le cuir, les chiffons ou les racleurs en caoutchouc propres et doux peuvent servir au nettoyage. Le nettoyage peut être amélioré par l'utilisation de nettoyeurs neutres ou de produits de nettoyage du verre usuels. Si les salissures consistent en de la graisse ou des résidus de joint d'étanchéité, on peut alors recourir à des solvants usuels, tels qu'alcool à brûler ou isopropanol, pour le nettoyage. Parmi l'ensemble des produits de nettoyage chimiques, les

bases et acides alcalins et les produits contenant du fluorure ne doivent généralement pas être utilisés.

Le recours à des objets métalliques tranchants pointus, p. ex. lames ou couteaux, peut endommager la surface (rayures). Un produit de nettoyage ne doit pas attaquer la surface de manière visible. La "dissipation" avec la spatule pour verre n'est pas autorisé pour le nettoyage de l'ensemble de la surface du verre. Si les travaux de nettoyage occasionnent des dommages sur les produits en verre ou les surfaces de verre, le nettoyage doit être immédiatement interrompu et il faut s'informer comment éviter d'autres dommages.

(Les indications pour le contrôle et l'appréciation de la formation de stries des joints pour l'étan-

chéité des vitrages se trouvent dans la directive ift : 1998-04.)

### 10.10.3.2 Verres spécialement usinés et verres à revêtement extérieur

Les verres spécialement usinés et les verres à revêtement extérieur mentionnés ci-dessous sont des produits de grande qualité. Ils nécessitent une prudence et un soin particuliers lors du nettoyage. Les dommages peuvent être plus visibles ici ou perturber la fonction. Des recommandations spéciales de nettoyage des différents fabricants doivent également être observées le cas échéant, surtout pour les produits à revêtement extérieur. Le nettoyage de la surface du verre avec la "spatule pour verre" n'est pas autorisé.

- Certains verres de protection solaire sont exécutés comme revêtements extérieurs (position 1 = côté exposé aux intempéries). Ils sont souvent reconnaissables à leur réflexion très élevée même dans le domaine visible. Les verres de protection solaire sont trempés thermiquement de manière multiple et simultanée, surtout pour les plaques des façades ou les tabliers solaires.
- Des couches réduisant la réflexion (couches antiréfléchissantes) peuvent être appliquées ultérieurement sur le côté intérieur ou extérieur des vitrages (position 1 ou 4), celles-ci étant difficilement reconnaissables par nature.
- Les couches d'isolation thermique disposées à l'intérieur ou à l'extérieur (position 1 ou

4) représentent un cas particulier. Pour les constructions de fenêtre particulières, ces couches peuvent exceptionnellement ne pas être dirigées vers l'intercalaire du vitrage isolant. Les dommages mécaniques de ces couches se traduisent le plus souvent par une abrasion apparente sous forme de bande en raison de la surface un peu rugueuse.

- Les surfaces auto-nettoyantes/peu salissantes ne sont guère perceptibles visuellement. En fonction de l'utilisation, ces couches sont souvent disposées du côté du vitrage qui est exposé aux intempéries. Les dommages mécaniques (rayures) sur les couches auto-nettoyantes ne représentent pas uniquement un dommage du verre perceptible visuellement mais ils peuvent également provoquer une perte de fonction à l'endroit endommagé. Les dépôts de silicone ou de graisse doivent être également évités sur ces surfaces. C'est pourquoi, les racleurs en caoutchouc doivent être exempts de silicone, de graisse et de corps étrangers.
- Le verre de sécurité trempé (ESG) ainsi que le verre thermodurci (TVG) sont caractérisés durablement selon les directives légales et peuvent se combiner aux revêtements mentionnés précédemment. Suite à l'usage ultérieur, le

verre trempé ne présente pas en général la même planéité extrême que le verre-miroir refroidi normalement. Son montage est prescrit de multiples manières pour satisfaire aux directives légales ou normatives. La surface de l'ESG se modifie par le procédé de trempage thermique par rapport au verre float normal. Un profil de potentiel est produit, celui-

ci entraînant une résistance à la flexion plus élevée. Une autre propriété de surface peut ainsi être créée.

Les verres usinés et les verres à revêtement extérieur mentionnés précédemment sont des produits d'excellente qualité qui nécessitent une prudence et un soin particuliers lors du nettoyage.

### 10.10.4 Autres indications

L'utilisation de machines à polir amovible pour éliminer des dommages de surface entraîne une diminution considérable du volume du verre. Les distorsions optiques qui sont perceptibles comme "effet de lentille" peuvent être générées ici. L'utilisation de machines à polir n'est pas autorisée en particulier pour les verres usinés et les verres à revêtement extérieur mentionnés. Pour le verre de sécurité trempé (ESG), le "dépolissage" des défauts de surface entraîne une perte de fonction. Par conséquent, la sécurité du composant n'est plus garantie.

#### ■ À propos

Les surfaces du verre peuvent absorber l'eau de manière irrégulière, ce qui est dû p. ex. à la pose d'autocollants, de rouleaux, de doigts, de restes de joint d'étanchéité mais également à des influences environnementales. Ce phénomène se présente uniquement lorsque le verre est humide, donc également lors du nettoyage du verre.

#### Exemple d'application







|  |     |
|--|-----|
| <b>Index</b> .....                         | 260 |
| <b>Crédits photographiques</b> .....       | 266 |
| <b>Aperçu sur le vitrage isolant</b> ..... | 267 |

**A**

|   |                        |
|---|------------------------|
| Absorption . . . . .                    | 59                     |
| Accord au cas par cas (ZiE) . . . . .   | 163                    |
| Admissibilités . . . . .                | 194                    |
| Agrément technique général . . . . .    | 162                    |
| Angle d'inclinaison . . . . .           | 150                    |
| Angularité . . . . .                    | 182                    |
| Anisotropies . . . . .                  | 31, 222                |
| Anti-agression . . . . .                | 41, 106, 218, 221, 251 |
| Anti-transparence . . . . .             | 24                     |
| Aperçu du produit . . . . .             | 23                     |
| Atténuation électromagnétique . . . . . | 65                     |
| Auto-nettoyage . . . . .                | 45                     |
| Autorités . . . . .                     | 164                    |

**B**

|   |               |
|---|---------------|
| Balustrades . . . . .                   | 78, 102, 152  |
| Bâtiment résidentiel . . . . .          | 154, 156, 159 |
| Besoin primaire annuel . . . . .        | 153           |
| Bien-être . . . . .                     | 63, 73        |
| Bilan énergétique . . . . .             | 149           |
| Blindage . . . . .                      | 65            |
| Bords du verre . . . . .                | 178           |
| Boucles conductrices . . . . .          | 39            |
| Bris de verre . . . . .                 | 240           |
| Bruit de circulation routière . . . . . | 84            |

**C**

|   |                     |
|---|---------------------|
| Calage . . . . .  | 226                 |
| Caractéristique d'apport d'énergie solaire . . . . .            | 61                  |
| Caractéristiques physiques . . . . .                            | 20, 25, 31, 41, 100 |
| Casse spontanée . . . . .                                       | 32                  |
| Catégorie de résistance . . . . .                               | 41, 110             |
| Certification . . . . .   | 160                 |
| Certification énergétique . . . . .                             | 159                 |
| Charge de neige . . . . .                                       | 69                  |
| Charge de vent . . . . .  | 152                 |
| Choc sur le verre . . . . .                                     | 169                 |
| Classe de protection pare-balles . . . . .                      | 111                 |
| Classification des verres de sécurité . . . . .                 | 110                 |
| Cloisons en verre . . . . .                                     | 26                  |
| Coefficient de transmission thermique . . . . .                 | 55                  |
| Coefficient de transmission UV . . . . .                        | 60                  |
| Coefficient global de transmission d'énergie valeur g . . . . . | 58                  |
| Collage des vitrages isolants . . . . .                         | 230                 |
| Compatibilité des matériaux . . . . .                           | 231                 |
| Comportement au fluage . . . . .                                | 76                  |
| Conception du verre . . . . .                                   | 42                  |
| Condensation . . . . .  | 63                  |
| Condensation extérieure . . . . .                               | 253                 |
| Contrainte climatique . . . . .                                 | 239                 |
| Contrainte thermique . . . . .                                  | 240                 |
| Contrôle d'homologation . . . . .                               | 161                 |

|   |          |
|---|----------|
| Contrôle de tolérance . . . . .               | 236      |
| Contrôle externe . . . . .                    | 161      |
| Contrôle interne . . . . .                    | 161      |
| Couleur propre . . . . .                      | 221, 253 |
| Couleurs métalliques . . . . .                | 208      |
| Coupe arrière . . . . .                       | 182      |
| Courbe d'affaiblissement acoustique . . . . . | 82       |
| Croisillons de support . . . . .              | 67       |
| Croisillons viennois . . . . .                | 66       |
| Croissance des plantes . . . . .              | 64       |

**D**

|   |                |
|---|----------------|
| Décapage du bord . . . . .                        | 216            |
| Décibel . . . . .                                 | 65, 72, 83, 85 |
| Décret pour l'économie de l'énergie . . . . .     | 153            |
| Défauts . . . . .                                 | 193, 210       |
| Degré d'absorption solaire . . . . .              | 59             |
| Degré de réflexion solaire . . . . .              | 56             |
| Degré de transmission . . . . .                   | 59             |
| Degré de transmission de rayonnement . . . . .    | 59             |
| Deshydrateur . . . . .                            | 54             |
| Diffusion de lumière . . . . .                    | 25             |
| Dimensionnement des épaisseurs de verre . . . . . | 69             |
| Directive OIB . . . . .                           | 159            |
| Dispersion de lumière . . . . .                   | 68, 92         |
| Disposition en forme de lignes . . . . .          | 150            |
| Douches . . . . .                                 | 47             |

**E**

|  |                    |
|--|--------------------|
| Économie d'énergie . . . . .                     | 64, 79, 90, 98     |
| Effet de serre . . . . .                         | 72                 |
| Effet double vitrage . . . . .                   | 62, 253            |
| Effet guirlande . . . . .                        | 234                |
| Effet sur le vitrage isolant . . . . .           | 62, 253            |
| Efficacité énergétique . . . . .                 | 79, 247            |
| Émaillage . . . . .                              | 35, 199            |
| Emissivité . . . . .                             | 56                 |
| Endommagement de la surface extérieure . . . . . | 222                |
| EnEV . . . . .                                   | 148                |
| Ensemble de règles techniques . . . . .          | 150                |
| Entretoise . . . . .                             | 74, 217, 221, 234  |
| Épaisseur . . . . .                              | 20, 25, 51         |
| Équilibre hygrométrique . . . . .                | 226, 240, 246, 252 |
| Escalier en verre . . . . .                      | 108                |
| ESG-H . . . . .                                  | 32, 193            |
| État de la surface . . . . .                     | 27                 |

**F**

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Façade non ventilée . . . . . | 102              |
| Façade ventilée . . . . .     | 102              |
| Façade-rideau . . . . .       | 78               |
| Façades . . . . .             | 78, 87, 102, 126 |
| Facteur b . . . . .           | 58, 150          |

|  |         |
|--|---------|
| Fermeture de protection contre la fumée . . . . .  | 50      |
| Ferrures . . . . .                                 | 114     |
| Feuille PVB . . . . .                              | 40      |
| Feuilles Noise-Control . . . . .                   | 86      |
| Feuillure à verre . . . . .                        | 224     |
| Film acoustique . . . . .                          | 86      |
| Film coloré . . . . .                              | 42, 215 |
| Fluctuations de pressions atmosphériques . . . . . | 241     |
| Formes des bords . . . . .                         | 178     |
| Fréquences . . . . .                               | 82      |
| Fusion du verre . . . . .                          | 67      |

**G**

|   |        |
|---|--------|
| Gains d'énergie solaire . . . . .                       | 77     |
| Gains solaires . . . . .                                | 57     |
| Garde-corps . . . . .                                   | 107    |
| Gravure avec sérigraphie . . . . .                      | 44, 67 |
| Guide technique triple vitrage thermo-isolant . . . . . | 247    |

**H**

|  |     |
|--|-----|
| Hardcoating . . . . .                                | 91  |
| Hauteurs, influence sur le vitrage isolant . . . . . | 241 |

**I**

|   |        |
|---|--------|
| Impression digitale sur verre . . . . .               | 43     |
| Impression sur verre, digitale . . . . .              | 43     |
| Inclusions . . . . .                                  | 223    |
| Indice d'affaiblissement acoustique . . . . .         | 83     |
| Indice d'affaiblissement acoustique . . . . .         | 83     |
| Indice d'affaiblissement acoustique pondéré . . . . . | 83     |
| Indice de rendu des couleurs . . . . .                | 59     |
| Influences du froid . . . . .                         | 32, 34 |
| Influences thermiques . . . . .                       | 34     |
| Insonorisation . . . . .                              | 82     |
| Installation tout verre . . . . .                     | 128    |
| Isolation sous vide . . . . .                         | 78     |
| Isolation thermique . . . . .                         | 50     |
| Isolation thermique . . . . .                         | 72     |

**J**

|   |            |
|---|------------|
| Jardins d'hiver . . . . .                       | 64, 66, 90 |
| Joint périphérique du vitrage isolant . . . . . | 221, 243   |
| Joint périphérique en silicone . . . . .        | 54         |
| Joint périphérique warm edge . . . . .          | 74         |

**L**

|  |     |
|--|-----|
| Label de qualité . . . . .                 | 161 |
| Liste des règles de construction . . . . . | 160 |
| Low-E (faible émissivité) . . . . .        | 72  |

**M**

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Marquage CE . . . . .     | 160     |
| Marquage Ü . . . . .      | 76, 160 |
| Meuble en verre . . . . . | 142     |
| Miroir . . . . .          | 51      |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Miroir de sécurité . . . . .        | 51         |
| Miroir espion . . . . .             | 51         |
| Module d'élasticité. . . . .        | 20, 31, 41 |
| Montage de croisillons. . . . .     | 66         |
| Montage du vitrage isolant. . . . . | 152, 243   |

**N**

|  |         |
|--|---------|
| Nettoyage du verre . . . . .             | 45, 254 |
| Nettoyage du verre . . . . .             | 254     |
| Neutralité des couleurs . . . . .        | 19      |
| Niveau acoustique . . . . .              | 83      |
| Niveau de bruit . . . . .                | 83      |
| Nombre de sélectivité S. . . . .         | 60      |
| Normes . . . . .                         | 146     |
| Normes autrichiennes (ÖNormen) . . . . . | 147     |
| Normes DIN. . . . .                      | 146     |
| Normes EN . . . . .                      | 148     |
| Normes ISO. . . . .                      | 149     |

**O**

|                        |         |
|------------------------|---------|
| Ombre portée . . . . . | 33, 240 |
|------------------------|---------|

**P**

|   |          |
|---|----------|
| Parallélisme . . . . .                                    | 61       |
| Parois coulissantes horizontales. . . . .                 | 128      |
| Parois d'insonorisation. . . . .                          | 87       |
| Perçages . . . . .  | 190      |
| Perron . . . . .  | 168      |
| Phénomènes d'interférence . . . . .                       | 61, 222  |
| Planche de rive . . . . .                                 | 234      |
| Point de rosée . . . . .                                  | 63       |
| Ponts thermiques. . . . .                                 | 56       |
| Portes en verre . . . . .                                 | 128      |
| Portes tout en verre . . . . .                            | 133      |
| Possibilités d'utilisation de produits en verre . . . . . | 162      |
| Preuve de la courbure . . . . .                           | 151      |
| Prise en feuillure, agrandie . . . . .                    | 252      |
| Procédé de laminage. . . . .                              | 36, 200  |
| Procédé Magnétron . . . . .                               | 72       |
| Processus de coulage . . . . .                            | 200      |
| Production d'énergie . . . . .                            | 72       |
| Produits de construction non réglementés. . . . .         | 163      |
| Produits de construction réglementés . . . . .            | 162      |
| Profilé d'étanchéité . . . . .                            | 228      |
| Profondeurs, influence sur le vitrage isolant . . . . .   | 241      |
| Protection anti-balles . . . . .                          | 110      |
| Protection anti-bris. . . . .                             | 110      |
| Protection anti-éblouissement . . . . .                   | 92       |
| Protection anti-effraction . . . . .                      | 106, 110 |
| Protection anti-explosion . . . . .                       | 111      |
| Protection anti-perforation . . . . .                     | 110      |
| Protection contre l'incendie . . . . .                    | 50       |
| Protection contre les regards. . . . .                    | 98       |

|   |                |
|---|----------------|
| Protection des objets . . . . .         | 60             |
| Protection des personnes . . . . .      | 152            |
| Protection thermique estivale . . . . . | 61             |
| Protection visuelle . . . . .           | 25, 37, 92, 97 |
| protection, électromagnétique . . . . . | 65             |

**Q**

|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| Qualité . . . . .          | 161                |
| Qualité visuelle . . . . . | 194, 199, 217, 221 |

**R**

|   |                     |
|---|---------------------|
| Rampes entièrement en verre . . . . .                 | 137                 |
| Rayonnement ultraviolet . . . . .                     | 45                  |
| Recommandations d'utilisation . . . . .               | 166                 |
| Réflexion de la lumière . . . . .                     | 60                  |
| Règlementation sur la construction standard . . . . . | 69                  |
| Remplissage de gaz . . . . .                          | 55                  |
| Renforcement . . . . .                                | 150, 226            |
| Répartition des rayonnements globaux . . . . .        | 57                  |
| Résine de coulée . . . . .                            | 68                  |
| Résistance à l'eau . . . . .                          | 21                  |
| Résistance à la flexion . . . . .                     | 20, 25, 31, 34, 151 |
| Résistance au changement de température . . . . .     | 21, 30, 33          |
| Résistance au glissement . . . . .                    | 37                  |
| Résistance aux acides . . . . .                       | 20                  |
| Résistance aux bases . . . . .                        | 21                  |
| Résistance aux impacts . . . . .                      | 31, 41              |
| Résistance contre les lancers de balles . . . . .     | 27, 32, 107, 172    |
| Résistance contre les rayures . . . . .               | 49                  |
| Rideaux . . . . .                                     | 92                  |
| Risque de blessure . . . . .                          | 40                  |

**S**

|   |          |
|---|----------|
| Sablage . . . . .                               | 67       |
| Sécurité active . . . . .                       | 106      |
| Sécurité passive . . . . .                      | 106      |
| Sérigraphie . . . . .                           | 36, 199  |
| Sièges . . . . .                                | 142      |
| Softcoating . . . . .                           | 91       |
| Sols vitrifiés . . . . .                        | 37       |
| Spectre de bruit . . . . .                      | 83       |
| Spectre de rayonnement . . . . .                | 57       |
| Stabilité statique . . . . .                    | 108, 151 |
| Store . . . . .                                 | 92       |
| Structure de la brisure . . . . .               | 30, 34   |
| Structure en verre isolant . . . . .            | 54       |
| Structure en verre isolant insonorisé . . . . . | 86       |
| Structure VSG . . . . .                         | 40       |
| Support en acier inoxydable . . . . .           | 74       |
| Système coulissant sans encadrement . . . . .   | 134      |
| Système d'auvent . . . . .                      | 115      |
| Système d'auvent en verre . . . . .             | 115      |
| Système de joint périphérique . . . . .         | 74       |

|  |          |
|--|----------|
| Système thermoplastique . . . . .                  | 74       |
| Systèmes d'entraînement . . . . .                  | 94       |
| Systèmes de film dans le vitrage isolant . . . . . | 97       |
| Systèmes de fixation par points . . . . .          | 114      |
| Systèmes de protection solaire . . . . .           | 92       |
| Systèmes de montage . . . . .                      | 227, 245 |

**T**

|   |          |
|---|----------|
| Tableau de Rosenheim . . . . .            | 230      |
| Techniques de coupe . . . . .             | 45       |
| Température de surface . . . . .          | 63, 73   |
| Température du point de rosée . . . . .   | 63       |
| Terminologie du vitrage isolant . . . . . | 52       |
| Test heat soak . . . . .                  | 32       |
| Tolérances . . . . .                      | 180      |
| Tracé de la structure . . . . .           | 183      |
| Transfert de charge . . . . .             | 226, 234 |
| Transmission . . . . .                    | 57       |
| Transmission lumineuse . . . . .          | 60       |
| Transport et stockage . . . . .           | 241      |
| TRAV . . . . .                            | 152      |
| Trempe . . . . .                          | 30       |
| Trempe thermique . . . . .                | 30, 194  |
| Triple vitrage thermo-isolant . . . . .   | 73, 247  |
| TRLV . . . . .                            | 150      |
| TRPV . . . . .                            | 152      |

**U**

|   |     |
|---|-----|
| Usinage des bords . . . . .                                   | 179 |
| Utilisations spéciales avec modèles de verre simple . . . . . | 102 |
| Utilisations spéciales insonorisation . . . . .               | 87  |

**V**

|  |                  |
|--|------------------|
| Valeur adaptative du spectre . . . . .               | 84               |
| Valeur nominale . . . . .                            | 76               |
| Valeur U . . . . .                                   | 55               |
| Valeurs de mesure . . . . .                          | 55, 76           |
| Verre à couche . . . . .                             | 45, 72, 221, 251 |
| Verre à gain d'énergie . . . . .                     | 77               |
| Verre à glace brut . . . . .                         | 184              |
| Verre alarme . . . . .                               | 38, 94, 150      |
| Verre armé . . . . .                                 | 24               |
| Verre bombé . . . . .                                | 68               |
| Verre bombé . . . . .                                | 68               |
| Verre coloré . . . . .                               | 19, 206, 221     |
| Verre coulé . . . . .                                | 24, 183          |
| Verre de base . . . . .                              | 18               |
| Verre de protection contre les oiseaux . . . . .     | 51               |
| Verre de protection contre les rayons X . . . . .    | 51               |
| Verre de protection solaire . . . . .                | 90               |
| Verre de sécurité . . . . .                          | 30, 40, 106, 110 |
| Verre de sécurité trempé ESG . . . . .               | 30, 194          |
| Verre de sécurité trempé, traité heat soak . . . . . | 32, 194          |

|   |               |
|---|---------------|
| Verre décoratif . . . . .                       | 42, 66        |
| Verre électrochrome . . . . .                   | 92            |
| Verre feuilleté . . . . .                       | 42            |
| Verre feuilleté de sécurité VSG . . . . .       | 40            |
| Verre float . . . . .                           | 18            |
| Verre imprimé . . . . .                         | 24, 184       |
| Verre mat . . . . .                             | 44            |
| Verre multifonction . . . . .                   | 93            |
| Verre photovoltaïque . . . . .                  | 77            |
| Verre pour banque . . . . .                     | 130           |
| Verre profilé en U . . . . .                    | 26            |
| Verre simple . . . . .                          | 18            |
| Verre teinté . . . . .                          | 19, 239       |
| Verre thermodurci TVG . . . . .                 | 33, 193       |
| Verrerie d'art . . . . .                        | 44            |
| Verres usinés . . . . .                         | 30            |
| Verres polarisés . . . . .                      | 51            |
| Verres de grandes surfaces . . . . .            | 242           |
| Vitrage à croisillons . . . . .                 | 66            |
| Vitrage accessible . . . . .                    | 108           |
| Vitrage alarme ESG . . . . .                    | 38            |
| Vitrage antiréfléchissant . . . . .             | 51            |
| Vitrage au plomb . . . . .                      | 67            |
| Vitrage des ascenseurs . . . . .                | 50, 107, 170  |
| Vitrage horizontal . . . . .                    | 150, 251      |
| Vitrage isolant avec croisillons . . . . .      | 66, 222       |
| Vitrage isolant gradué . . . . .                | 66            |
| Vitrage isolant multicouches . . . . .          | 160, 242      |
| Vitrage isolant réglable . . . . .              | 92            |
| Vitrage pour toiture . . . . .                  | 150           |
| Vitrage praticable . . . . .                    | 108           |
| Vitrage, disposé linéairement . . . . .         | 150           |
| Vitrages anti-chute . . . . .                   | 107, 152, 251 |
| Vitrages atténuant la réflexion radar . . . . . | 65            |
| Vitrages inclinés . . . . .                     | 150           |

**Z**

|  |     |
|--|-----|
| Porte tout verre avec encadrement Zargenprofil . . . . . | 133 |
|--|-----|

---

## Crédits photographiques

Si elles ne sont pas mentionnées séparément, toutes les images proviennent d'archives de :

UNIGLAS® et entreprises partenaires d'UNIGLAS®, Saint Gobain Glass, BF, VFF et mkt.





## Parvenir ensemble à un meilleur résultat – UNIGLAS®

Un aperçu de vos avantages UNIGLAS® :

- Fonds de garantie
- Certification CE
- Large gamme de produits
- UNIGLAS® | Logiciel SLT pour conception de projets indépendants du fabricant
- Propre laboratoire d'essais
- Support technique
- Flexibilité et indépendance du fabricant
- Compétence variée
- Longue expérience du marché
- Une véritable valeur ajoutée grâce à un vrai partenariat