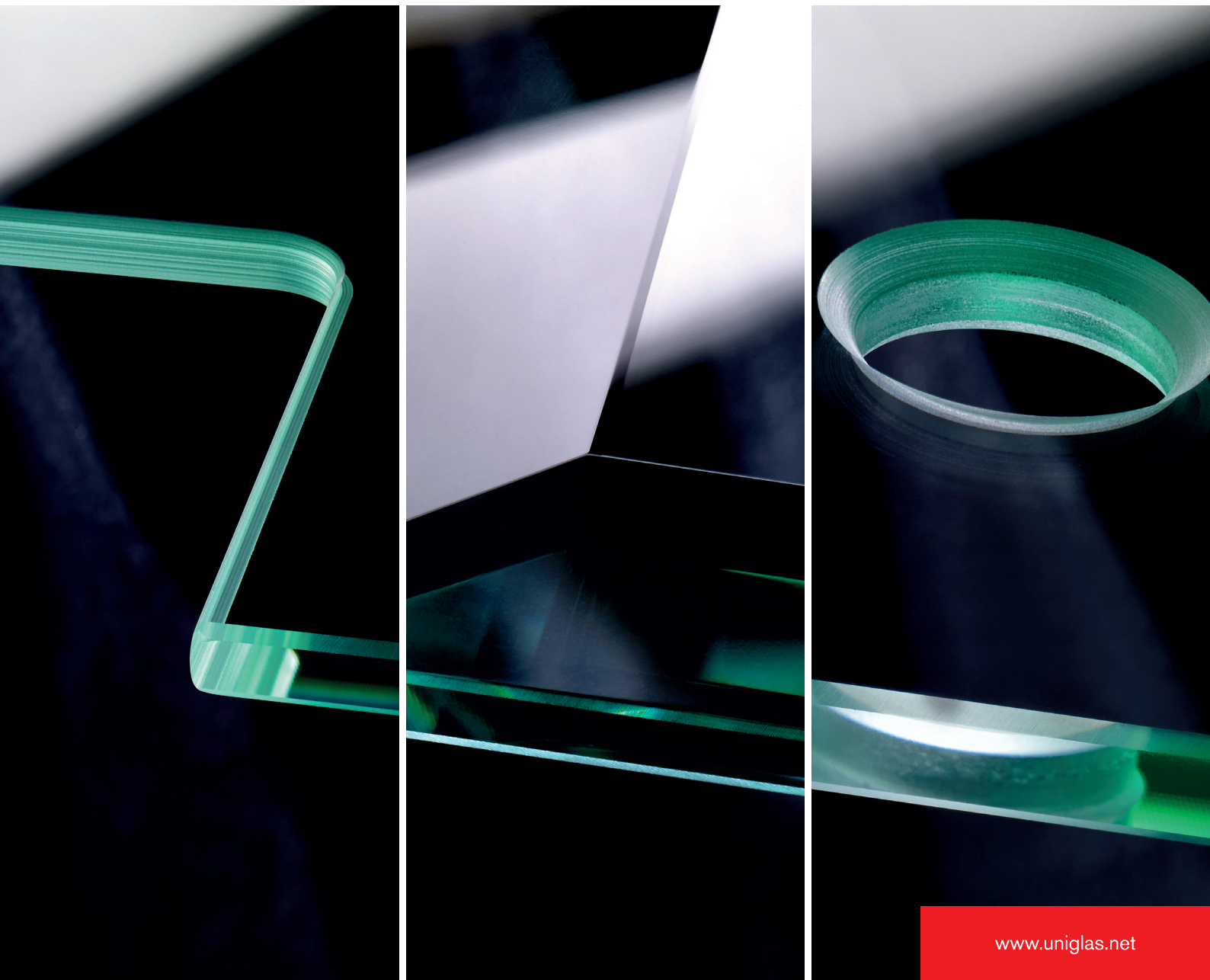


UNIGLAS[®] | **KOLLEG**
Manuel des tolérances



1	Informations générales, domaine de validité, garantie.....	3	2.4	Verre thermiquement trempé	12
2	Tolérances au-delà des exigences normatives	4	2.4.1	Planéité du verre thermiquement trempé	12
2.1	Verre de base.....	4	2.4.2	Épaisseurs minimales du verre recommandées en fonction des dimensions des vitres.....	12
2.2	Découpe	4	2.4.3	Bris de verre sur le verre de sécurité trempé causé par le sulfure de nickel	12
2.2.1	Généralités	4	2.4.4	Émaillage avec des couleurs d'émaillage du verre [1]	12
2.2.2	Coupe d'angle sur les découpes de verre float	5	2.4.5	Verre laqué.....	14
2.2.3	Coupe d'angle sur le verre de sécurité trempé, le verre de sécurité traité heat soak, le verre thermodurci, le verre feuilleté, le verre de sécurité feuilleté et le vitrage isolant préfabriqué scellé.....	5	2.4.6	Contrôle visuel de verres laqués, émaillés et imprimés [1]	14
2.2.4	Longueur, largeur et perpendicularité	5	2.4.7	Évaluation de l'effet de couleur [1]	16
2.2.5	Tracé de la structure pour les verres structurés.....	5	2.4.8	Verre dépoli par sablage.....	18
2.2.6	Défauts particuliers des verres structurés.....	7	2.4.9	Verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté.....	20
2.3	Façonnages	8	2.4.10	Verre bombé	26
2.3.1	Façonnage des bords- Généralités.....	8	2.4.11	Vitrage isolant préfabriqué scellé	30
2.3.2	Formes spéciales.....	9		Bibliographie.....	41
2.3.3	Perçage de trous	10		Index.....	42



1 Informations générales, domaine de validité, garantie

Le manuel des tolérances actuel de la UNIGLAS®, version d'avril 2019, forme la base de la garantie.

Le manuel des tolérances a pour objectif de clarifier un maximum de questions relatives à la réalisation d'un vitrage techniquement parfait. Le manuel des tolérances a été élaboré selon l'état actuel des connaissances. Aucun droit légal ne peut découler de ce manuel. Le manuel des tolérances de la UNIGLAS® est basé sur règles techniques actuellement en vigueur au moment de la réalisation des prestations contractuelles et sur les normes nationales (DIN, ÖNORM, SN, NEN, NBN etc.), européennes et internationales (EN et ISO) applicables. Le manuel des tolérances UNIGLAS® est une partie intégrante des conditions générales de vente des associés UNIGLAS®.

Les indications techniques doivent être confirmées en cas de commande.

Version : avril 2019

Sous réserve de modifications techniques.

Édité par UNIGLAS GmbH & Co. KG,
56410 Montabaur.



2 Tolérances au-delà des exigences normatives

Préface

Ce chapitre règle les tolérances concernant le verre de base, les transformations et les produits transformés qui en résultent, tels que le verre de sécurité trempé, le verre de sécurité traité heat soak, le verre thermodurci, le verre feuilleté, le verre de sécurité feuilleté, le verre bombé et le vitrage isolant préfabriqué scellé.

Les normes nationales et internationales ne sont pas toujours suffisantes dans la pratique pour décrire les tolérances de manière claire et sans équivoque. Ce chapitre décrit donc les utilisations qui ne sont pas décrites sans équivoque dans les normes ou n'y figurent pas du tout.

Tolérances standard

Les tolérances standard désignent toutes les tolérances pouvant être garanties dans les processus de production normaux.

Tolérances spéciales

Les tolérances spéciales peuvent être réalisées par des mesures supplémentaires dans la production et doivent être convenues individuellement. Les moyens supplémentaires nécessaires à cette fin sont indiqués avec les tolérances concernées et peuvent être réalisés contre frais supplémentaires si ces tolérances sont indiquées dans la commande.

Information importante :

Les modifications au niveau des tolérances sont saisies et intégrées immédiatement. La dernière version peut être consultée sur Internet :

www.uniglas.net

2.1 Verre de base

Les principes normatifs suivants s'appliquent au verre de base :

EN 572-1	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
EN 572-2	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Floatglas
EN 572-3	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Poliertes Drahtglas
EN 572-4	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Gezogenes Flachglas

EN 572-5	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Drahtornamentglas
EN 572-6	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften
EN 572-7	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Profilbauglas mit oder ohne Drahteinlage
EN 572-8	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Liefermaße und Festmaße
EN 572-9	Glas im Bauwesen - Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas: Konformitätsbewertung/Produktnorm

Les tolérances limites des épaisseurs nominales et les mesures livrées des différents produits de verre ressortent des extraits des normes indiquées ci-dessus. Ces normes décrivent de plus les exigences relatives à la qualité ainsi que les défauts admissibles des produits de verre de base. La partie 8 de la norme règle la qualité visuelle des découpes (mesures découpées finales). Des exigences plus élevées doivent être convenues expressément pour le cas individuel avec l'associé UNIGLAS® concerné.

Tab. 1 : Tolérances limites et épaisseurs nominales

Épaisseur nominale d [mm]	Tolérances limites [mm] verre float
2	± 0,2
3	
4	
5	
6	
8	± 0,3
10	
12	
15	± 0,5
19	± 1,0

2.2 Découpe

Applicable en complément à la norme EN 572 :

Tolérances de longueur ou de largeur générales ± 0,2 mm/m de longueur de bord.

Fig. 1 : Rupture oblique avec surlongueur



Fig. 2 : Rupture oblique avec sous-longueur



2.2.1 Généralités

Il faut tenir compte de la rupture oblique avec surlongueur ou sous-longueur (fig. 1 et 2)

La rupture oblique avec surlongueur ou sous-longueur dépend de l'épaisseur du verre et de la qualité du verre de base (fragilité etc.) et doit être prise en considération pour les indications de tolérance. Pour une arête abattue, les dimensions du verre peuvent différer de la double valeur de rupture oblique.

Pour les éléments non rectangulaires, on considère que les tolérances citées dans le tableau 2 peuvent s'appliquer aux angles indiqués (de manière similaire à la coupe d'angle). La géométrie des éléments est conservée.

Tab. 2 : Valeurs de rupture oblique avec surlongueur et sous-longueur

Épaisseur nominale d [mm]	Valeur maximale [mm]
2	± 1,0
3	
4	
5	
6	
8	± 1,5
10	
12	
15	± 3,0
19	+ 5,0 / - 3,0

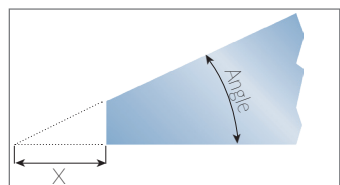
2.2.2 Coupe d'angle sur les découpes de verre float

Pour des raisons techniques de production, les associés UNIGLAS® se réservent le droit de réaliser une coupe d'angle conformément aux tableaux 3 et 4. Si cette coupe n'est pas réalisée, les mesures indiquées dans les tableaux 3 et 4 sont considérées comme zone ne devant pas être évaluée. Dans ce cas, des irrégularités peuvent se produire sur les bords (p. ex. ruptures obliques avec surlongueur) ainsi qu'à la surface ; elles ne pourront faire l'objet d'une réclamation.

Tab. 3 : Coupe d'angle sur les découpes de verre float

Angle	x [mm]
≤ 12,5°	- 30
≤ 20°	- 18
≤ 35°	- 12
≤ 45°	- 8

Fig. 3 : Coupe d'angle



2.2.3 Coupe d'angle sur le verre de sécurité trempé, le verre de sécurité traité heat soak, le verre thermodurci, le verre feuilleté, le verre de sécurité feuilleté et le vitrage isolant préfabriqué scellé

Pour les angles > 25°, la coupe d'angle correspond à la rupture.

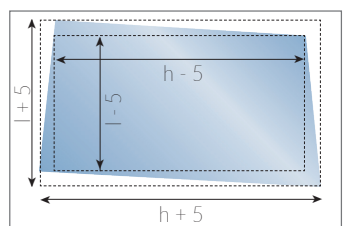
Les tolérances indiquées dans le tableau 12 sous le point 2.3.2.1 ne doivent pas être additionnées aux tolérances indiquées dans les tableaux 3 et 4.

Tab. 4 : Coupe d'angle sur le verre de sécurité trempé, le verre thermodurci, le verre de sécurité feuilleté et le vitrage isolant préfabriqué scellé

Angle	x [mm]
≤ 12,5°	- 65
≤ 20°	- 33

2.2.4 Longueur, largeur et perpendicularité

Fig. 4 : Perpendicularité



Le verre doit s'inscrire dans une surface limitée par deux rectangles, les dimensions de l'un ayant été agrandies de la tolérance supérieure et celles de l'autre ayant été réduites de la tolérance inférieure par rapport aux dimensions nominales de la vitre. Les côtés des rectangles définis doivent être parallèles entre eux et les rectangles doivent avoir un centre commun (cf. fig. 4). Ces rectangles décrivent également les limites de la perpendicularité. Les tolérances limites des dimensions nominales de la hauteur h et de la largeur l s'élèvent à ± 5 mm.

2.2.5 Tracé de la structure pour les verres structurés

On considère comme standard : sens de la structure parallèle à la hauteur. Les exceptions sont uniquement possibles si le tracé de la structure est indiqué sur le dessin et que la remarque « TRACÉ DE LA STRUCTURE selon dessin » est mentionnée lors de la commande et dans les documents de commande. Si le tracé de la structure du vitrage doit être poursuivi sur plusieurs unités, il est impératif d'en faire la demande expresse lors de la commande. Cela concerne également les verres à motifs, p. ex. les verres dépolis par sablage ou les verres imprimés.

2.2.6 Défauts particuliers des verres structurés

L'évaluation des défauts particuliers des verres structurés se fait selon les tableaux 5 à 8.

Tab. 5 : Masterglass

N°	Paramètre	Désignation/unité	
1	Défauts d'aspect : nombre maximal.	Inclusions	Les inclusions visibles ne sont pas autorisées
2	Critères de contrôle selon EN 572-5 ; distance d'observation 1,5 m, perpendiculairement à la vitre placée à une distance de 3 m devant une surface gris mat	Bulles rondes	Ø jusqu'à 2 mm admissible sans restriction ; Ø > 2 mm inadmissible
3		Bulles oblongues	Largeur > 2 mm inadmissible ; longueur > 10 mm inadmissible
4		Microbulles (bulles < 1 mm)	10 au maximum par cm ³
5		Dimensions / poids	Épaisseurs nominales d disponibles [mm]
6		Tolérance d'épaisseur	Épaisseur nominale ± 0,5 mm
7		Poids [kg]	2,5 kg x aire A [m ²] x d [mm]
8		Tolérance de longueur et de largeur	Dimensions nominales ± 3 mm
9		Perpendicularité	Diagonale de consigne ± 4 mm
10	Surface	Aspect de la surface	structurée d'un/des deux côtés
11		Ondulation de la surface	0,8 mm au maximum (mesurée avec une jauge d'épaisseur sur la plaque idéale)
12		Déformation générale (déjettement)	3 mm au maximum par m de la largeur totale (mesuré debout)
13		Déviation du motif/de la structure dans le sens transversal (largeur)	4 mm par mètre au maximum
14		Déviation du motif/de la structure dans le sens longitudinal (longueur)	2 mm par mètre au maximum
15		Déformation	10 % de l'épaisseur nominale au maximum
16		Flexion	2 mm au maximum

Tab. 6 : Verre à glace brut

N°	Paramètre	Désignation/unité	
1	Défauts d'aspect : nombre maximal.	Inclusions	Les inclusions visibles ne sont pas autorisées
2	Critères de contrôle selon EN 572-5 ; distance d'observation 1,5 m, perpendiculairement à la vitre placée à une distance de 3 m devant une surface gris mat	Bulles rondes	Ø jusqu'à 2 mm admissible sans restriction ; Ø > 2 mm inadmissible
3		Bulles oblongues	Largeur > 2 mm inadmissible ; longueur > 15 mm inadmissible
4		Microbulles (bulles < 1 mm)	10 au maximum par cm ³
5		Dimensions / poids	Épaisseurs nominales d disponibles [mm]
6		Tolérance d'épaisseur	Épaisseur nominale ± 0,5 mm
7		Poids [kg]	2,5 kg x aire A [m ²] x d [mm]
8		Tolérance de longueur et de largeur	Dimensions nominales ± 3 mm
9		Perpendicularité	Diagonale de consigne ± 4 mm
10	Surface	Aspect de la surface	structurée d'un/des deux côtés
11		Ondulation de la surface	0,8 mm au maximum (mesurée avec une jauge d'épaisseur sur la plaque idéale)
12		Déformation générale (déjettement)	3 mm au maximum par m de la largeur totale (mesuré debout)
13		Déviation du motif/de la structure dans le sens transversal (largeur)	6 mm par mètre au maximum
14		Déviation du motif/de la structure dans le sens longitudinal (longueur)	2 mm par mètre au maximum
15		Déformation	10 % de l'épaisseur nominale au maximum
16		Flexion	2 mm au maximum



Tab. 7 : Verre structuré

N°	Paramètre	Désignation/unité	
1	Défauts d'aspect : nombre maximal. Critères de contrôle selon EN 572-5 ; distance d'observation 1,5 m, perpendiculairement à la vitre placée à une distance de 3 m devant une surface gris mat	Inclusions	Les inclusions visibles ne sont pas autorisées
2		Bulles rondes	Ø jusqu'à 5 mm admissible sans restriction ; Ø > 5 mm inadmissible
3		Bulles oblongues	Largeur > 2 mm inadmissible ; longueur > 25 mm inadmissible
4		Microbulles (bulles < 1 mm)	10 au maximum par cm ³
5	Dimensions / poids	Épaisseurs nominales d disponibles [mm]	3,0 / 4,0 / 5,0 / 6,0 mm
6		Tolérance d'épaisseur	Épaisseur nominale ± 0,5 mm
7		Poids [kg]	2,5 kg x aire A [m ²] x d [mm]
8		Tolérance de longueur et de largeur	Dimensions nominales ± 3 mm
9		Perpendicularité	Diagonale de consigne ± 4 mm
10	Surface	Aspect de la surface	structurée d'un/des deux côtés
11		Ondulation de la surface	0,8 mm au maximum (mesurée avec une jauge d'épaisseur sur la plaque idéale)
12		Déformation générale (déjettement)	3 mm au maximum par m de la largeur totale (mesuré débout)
13		Déviations du motif/de la structure dans le sens transversal (largeur)	6 mm par mètre au maximum
14		Déviations du motif/de la structure dans le sens longitudinal (longueur)	2 mm par mètre au maximum
15		Déformation	10 % de l'épaisseur nominale au maximum
16		Flexion	2 mm au maximum

Tab. 8 : Verre armé et verre à glace armé

N°	Paramètre	Désignation/unité	
1	Défauts d'aspect : nombre maximal. Critères de contrôle selon EN 572-5 ; distance d'observation 1,5 m, perpendiculairement à la vitre placée à une distance de 3 m devant une surface gris mat	Inclusions	Les inclusions visibles ne sont pas autorisées
2		Bulles rondes	Ø jusqu'à 5 mm admissible sans restriction ; Ø > 5 mm inadmissible
3		Bulles oblongues	Largeur > 2 mm inadmissible ; longueur > 25 mm inadmissible
4		Microbulles (bulles < 1 mm)	pas applicable
5	Dimensions / poids	Épaisseurs nominales d disponibles [mm]	7,0 / 9,0 mm
6		Tolérance d'épaisseur	Épaisseur nominale ± 0,5 mm
7		Poids [kg]	2,5 kg x aire A [m ²] x d [mm]
8		Tolérance de longueur et de largeur	Dimensions nominales ± 3 mm
9		Perpendicularité	Diagonale de consigne ± 4 mm
10	Surface	Aspect de la surface	structurée d'un/des deux côtés
11		Ondulation de la surface	0,8 mm au maximum (mesurée avec une jauge d'épaisseur sur la plaque idéale)
12		Déformation générale (déjettement)	3 mm au maximum par m de la largeur totale (mesuré débout)
13		Déviations du motif/de la structure dans le sens transversal (largeur)	7 mm au maximum sur un mètre
14		Déviations du motif/de la structure dans le sens longitudinal (longueur)	7 mm au maximum sur un mètre
15		Déformation	10 % de l'épaisseur nominale au maximum
16		Flexion	2 mm au maximum

2.3 Façonnage

Les tolérances dépendent du type de façonnage des bords. Également applicable :

EN 12150	Glas im Bauwesen - Thermisch vorgespanntes Einscheiben-Sicherheitsglas
DIN 1249-11	Glas im Bauwesen - Glaskanten
EN 14179	Glas im Bauwesen - Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
EN 1863	Glas im Bauwesen - Teilvorgespanntes Kalknatronglas

2.3.1 Façonnage des bords- Généralités

Les principes du façonnage des bords sont fixés dans les normes DIN 1249-11 chap. 3.4 et EN 12150-1. Pour des raisons techniques, les associés UNIGLAS® sont libres de polir ou non les chants rectifiés lisses.

Sur les éléments de verre feuilleté et de verre de sécurité feuilleté composés d'au moins deux vitres, les différentes vitres peuvent être réalisées dans les qualités décrites ci-dessous. En général, l'élément entier est usiné. Le verre feuilleté et le verre de sécurité feuilleté constitués de verre trempé y font exception. Pour ces verres, les vitres individuelles sont usinées avant la trempe et ensuite laminées. Le façonnage ultérieur n'est pas admissible.

■ Tolérances pour le façonnage standard :

On distingue entre les types de façonnage des bords suivants :

- Arête abattue
- Chant rectifié
- Bord scié
- Bord coupé au jet d'eau
- Chant rectifié lisse
- Chant poli

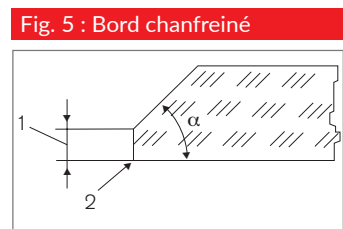
La réalisation des arêtes abattues, chants rectifiés, chants rectifiés lisses et chants polis est décrite dans la norme DIN 1249-11.

La tolérance indiquée sous « Découpe » avec rupture oblique s'applique aux arêtes abattues (fig. 1 et 2).

En ce concerne les bords sciés, les bords réalisés avec des scies radiales ou des scies à ruban peuvent présenter des traces d'entrée et de sortie aux points où le façonnage commence et se termine. Les tolérances des bords sciés doivent être convenues individuellement avec l'associé UNIGLAS®.

En raison de l'usinage abrasif de la vitre, les vitres coupées au jet d'eau ne présentent pas d'arête vive sur les bords. Les chants ont une surface irrégulière et un aspect mat. Les tolérances des bords coupés au jet d'eau doivent être convenues individuellement avec l'associé UNIGLAS®.

En cas de réalisation de bords chanfreinés avec un angle α compris entre $0^\circ < \alpha \leq 45^\circ$ par rapport à l'horizontale, le « chant restant » est perpendiculaire à la surface du verre horizontale. Le chant restant est de $1/3$ de l'épaisseur nominale du verre d , mais au maximum de 2 mm, sauf accord contraire. (Fig. 5) Le bord chanfreiné peut être rectifié lisse ou poli, le chant restant peut être abattu, rectifié lisse ou poli.



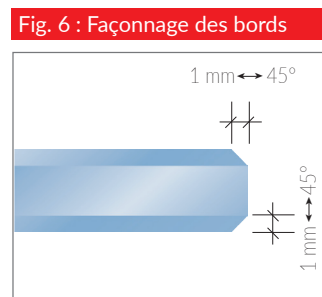
Légende :
1 Bord restant
2 Biseau inférieur à 45°

Le tableau 9 ci-dessous s'applique aux chants rectifiés lisses ou polis de rectangles. Les formes spéciales sont décrites au chap. 2.3.2.

Tab. 9 : Tolérances standard pour les rectangles

Longueur de bord [mm]	$d \leq 12$ mm [mm]	$d = 15$ ou 19 mm
≤ 1.000	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$
≤ 2.000	$\pm 2,0$	$\pm 2,5$
≤ 3.000	$+ 2,0 / - 2,5$	$\pm 3,0$
≤ 4.000	$+ 2,0 / - 3,0$	$+ 3,0 / - 4,0$
≤ 5.000	$+ 2,0 / - 4,0$	$+ 3,0 / - 5,0$
≤ 6.000	$+ 2,0 / - 5,0$	$+ 3,0 / - 5,0$

La tolérance sur la diagonale ressort de $\sqrt{l^2 + h^2}$
Exemple :
 Vitre $l \times h = 1\ 000 \times 3\ 000$ mm
donc :
 Écart positif : $\sqrt{(1,5^2 + 2,0^2)} = +2,5$ mm ;
 Écart négatif : $\sqrt{(1,5^2 + 2,5^2)} = -2,9$ mm
donc :
 Tolérance sur la diagonale : $+2,5/-3,0$ mm



■ Tolérances pour le façonnage spécial :

Le tableau 10 indique les tolérances réalisables sur les rectangles moyennant surcoût. Le surcoût résulte du fait que la première vitre doit être mesurée avec précision. Les vitres non meulées doivent être redécoupées.

Tab. 10 : Tolérances spéciales pour rectangles

Longueur de bord [mm]	d ≤ 12 mm [mm]	d = 15 ou 19 mm
≤ 1.000	+ 0,5 / - 1,5	+ 0,5 / - 1,5
≤ 2.000	+ 0,5 / - 1,5	+ 0,5 / - 2,0
≤ 3.000	+ 0,5 / - 1,5	+ 0,5 / - 2,0
≤ 4.000	+ 0,5 / - 2,0	+ 0,5 / - 2,5
≤ 5.000	+ 0,5 / - 2,5	+ 0,5 / - 3,0
≤ 6.000	+ 1,0 / - 3,0	+ 1,0 / - 3,5

2.3.2 Formes spéciales

On différencie de nouveau les tolérances pour le façonnage standard et le façonnage spécial, mais il faut noter que certaines réalisations de formes spéciales se font catégoriquement dans un centre d'usinage CNC.

Pour les verres de 15 mm et de 19 mm d'épaisseur, les tolérances doivent être convenues individuellement avec l'associé UNIGLAS®.

Tab. 11 : Tolérances pour formes spéciales

Longueur de bord [mm]	Tolérance standard [mm]	Tolérance spéciale [mm]
≤ 1.000	± 2,0	± 1,0
≤ 2.000	± 3,0	+ 1,0 / - 1,5
≤ 3.000	± 4,0	+ 1,0 / - 2,0
≤ 3.900	± 5,0	+ 1,0 / - 2,5
≤ 4.000	± 5,0	+ 2,0 / - 4,0
≤ 5.000	+ 5,0 / - 8,0	+ 2,0 / - 4,0
≤ 6.000	+ 5,0 / - 10,0	+ 2,0 / - 5,0

2.3.2.1 Façonnage des bords sur les formes spéciales

Tab. 12 : Tolérances pour façonnage des bords

Angle	x [mm]
≤ 12,5°	- 15
≤ 20°	- 9
≤ 35°	- 6
≤ 45°	- 4

2.3.2.2 Découpe en forme spéciale

On entend par découpe en forme spéciale les encoches d'angle, des encoches dans la surface et des encoches de bord sur une vitre. La position et les dimensions des encoches doivent être convenues individuellement avec l'associé UNIGLAS®. Pour les encoches d'angle et de bord, il faut tenir compte du rayon minimum réalisable avec l'outil de façonnage. La position des trous/encoches et les tolérances relatives à la position correspondent aux tolérances applicables au façonnage des bords.

2.3.2.2.1 Coins mouchés < 100 x 100 mm

■ abattu :
Tolérance standard :

± 4 mm sur la position et les dimensions

■ rectifié lisse :
Tolérance standard :

± 4 mm sur la position et les dimensions

Tolérance spéciale : ± 1,5 mm pour la réalisation dans un centre d'usinage CNC

■ poli :
Tolérance standard : ± 2 mm sur la position et les dimensions

Tolérance spéciale : ± 1,5 mm pour la réalisation dans un centre d'usinage CNC

Fig. 7 : Coins mouchés



2.3.2.2.2 Coins mouchés ≥ 100 x 100 mm

■ abattu :
Tolérance standard : ± 4 mm sur la position et les dimensions

■ rectifié lisse ou poli :
cf. formes spéciales chap. 2.3.2 tab. 11

2.3.2.2.3 Encoche de bord

■ abattu – façonnage manuel :
Tolérance standard – tolérances d'encoches :

Tab. 13 : Tolérance encoche de bord, abattu, façonnage manuel

Longueur d'encoche [mm]	Tolérance [mm]
≤ 1.000	± 6,0

■ abattu - usinage CNC :

Tolérance standard – tolérances d'encoches :

Tab. 14 : Tolérance encoche de bord, abattu, usinage CNC

Longueur d'encoche [mm]	Tolérance [mm]
≤ 3.400	± 4,0
≤ 6.000	± 5,0

Attention : rayons minimum fixés par l'associé UNIGLAS®

■ rectifié lisse ou poli - usinage CNC :

Tolérance standard – tolérances d'encoches :

Tab. 15 : Tolérance encoche de bord, rectifié lisse ou poli, usinage CNC

Longueur d'encoche [mm]	Tolérance [mm]
< 500	± 2,0
≤ 2.000	± 3,0
≤ 3.400	± 4,0

Attention : rayons minimum fixés par l'associé UNIGLAS® Tolérance spéciale - ± 1,5 mm

2.3.2.2.4 Encoche d'angle

■ abattu :

Tolérance standard : ± 4,0 mm sur la position et les dimensions

■ rectifié lisse :

Tolérance standard : sur la taille ± 2,0 mm ;
sur la position ± 3,0 mm

Tolérance spéciale : centre d'usinage CNC - sur la taille et la position ± 1,5 mm

Attention : en fonction de l'épaisseur du verre d - rayons minimum fixés par l'associé UNIGLAS®.

■ poli – centre d'usinage CNC :

Tolérance standard ± 2,0 mm
Tolérance spéciale ± 1,5 mm

Attention : en fonction de l'épaisseur du verre d - rayons minimum fixés par l'associé UNIGLAS®

2.3.3 Perçage de trous

2.3.3.1 Diamètre de trous cylindriques

Le diamètre nominal du trou devrait au moins être égal à l'épaisseur nominale du verre.

Des diamètres de trou plus petits doivent être convenus avec l'associé UNIGLAS®. Les tolérances figurent dans le tableau 16.

Tab. 16 : Tolérances sur les trous

Diamètre nominal [mm]	Tolérance [mm]
$4 \leq d < 20$	± 1,0
$20 \leq d < 100$	± 2,0
$100 \leq d$	sur demande

2.3.3.2 Diamètre de trous chanfreinés

■ Tolérance sur les vitres monolithiques :

$d \leq 30$ mm : + 1 mm
 $d > 30$ mm : + 2 mm

■ Tolérance sur le verre feuilleté et le verre de sécurité feuilleté :

Un perçage cylindrique sur la contre-vitre doit être réalisé avec un diamètre de 4 mm supérieur au diamètre central du trou chanfreiné.

$X = (\text{Ø du chanfrein moins Ø central}) \geq 2$ mm
Épaisseur du verre $d \geq X + 2$ mm

Fig. 8 : Tolérances sur les trous chanfreinés

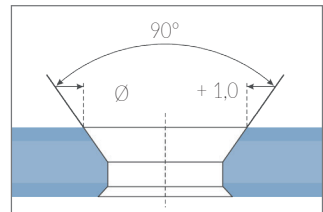
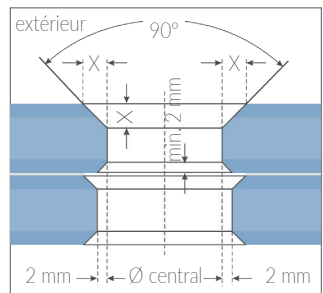


Fig. 9 : Tolérances sur les trous chanfreinés dans le verre de sécurité feuilleté



2.3.3.3 Limites et position du trou

La position du trou (bord du trou) par rapport au bord du verre, à l'angle du verre et au trou suivant dépend de :

- l'épaisseur du verre d,
- le diamètre \varnothing du trou,
- la forme de la vitre, ainsi que
- le nombre total de trous.

Fig. 10 : Position du trou par rapport au bord

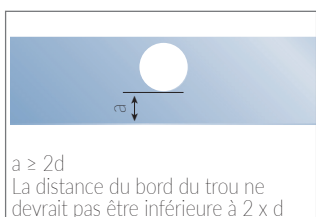


Fig. 11 : Position de trous voisins

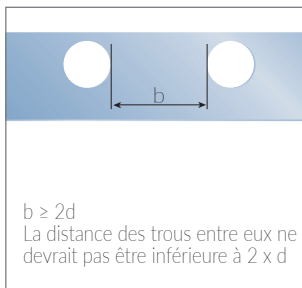
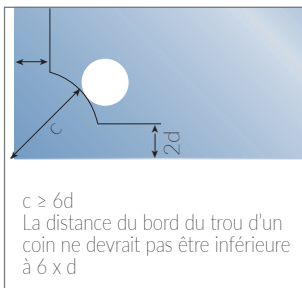


Fig. 12 : Position du trou par rapport au coin



NB : Si la distance du bord du trou par rapport au bord du verre est inférieure à 35 mm sur un côté, il peut être nécessaire de positionner le trou de manière asymétrique par rapport à l'angle du verre. Veuillez contacter l'associé UNIGLAS® pour ce sujet spécifique.

■ Tolérances sur la position de trous individuels :

Les tolérances sur la position d'un trou individuel correspondent aux tolérances sur la largeur (l) et la hauteur (h) dans le tableau 17.

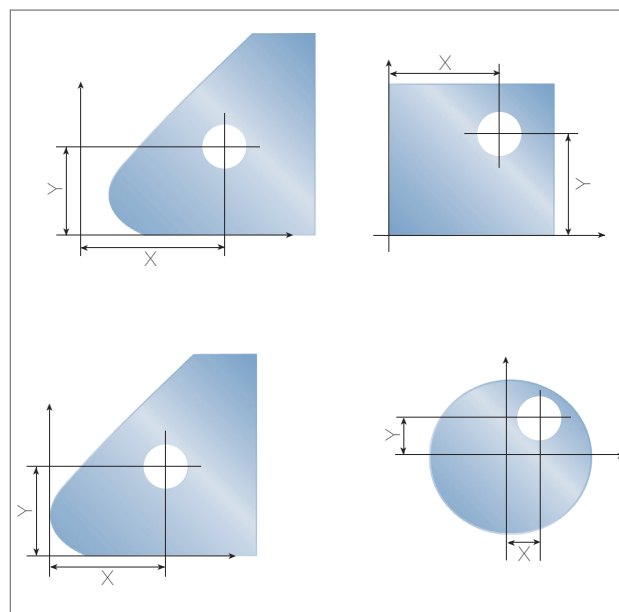
La position du trou est mesurée selon des coordonnées orthogonales (axe X et Y) du point de référence au centre du trou. Le point de référence est généralement un angle existant ou un point fixe donné. La position du trou (X, Y) est $(X \pm t, Y \pm t)$, X et Y étant les distances exigées et t la tolérance.

NB : Veuillez contacter l'associé UNIGLAS® pour des tolérances inférieures.

Tab. 17 : Tolérances sur la position des trous

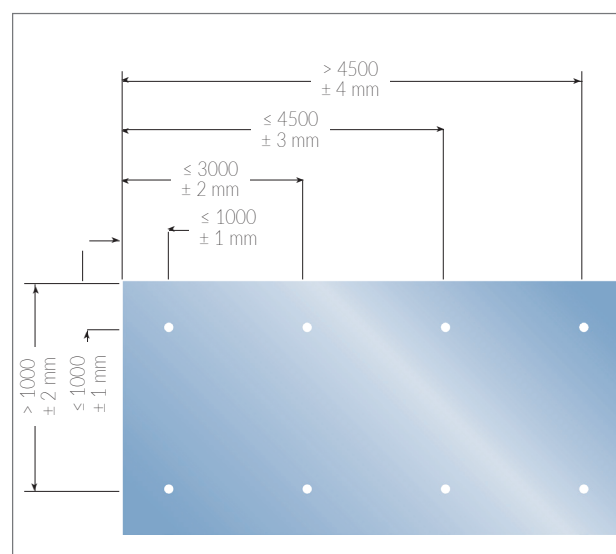
Dimensions nominales du côté l ou h [mm]	Tolérance t pour les épaisseurs nominales du verre	
	$d \leq 12$ mm [mm]	$d > 12$ mm [mm]
≤ 2.000	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
$2.000 < l \text{ ou } h \leq 3.000$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$
> 3.000	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

Fig. 13 : Position du trou



■ Tolérances sur la position de plusieurs trous :

Fig. 14 : Position des trous



2.4 Verre thermiquement trempé

Verre de sécurité trempé selon EN 12150-1 et 2

Verre de sécurité traité heat soak selon EN 14179-1 et 2

Verre thermodurci selon EN 1863-1 et -2, ainsi que le justificatif d'utilisation du fabricant.

La qualité visuelle est conforme à la norme EN 572-8, à l'exception des défauts décrits dans les normes de produit et ci-dessous.

2.4.1 Planéité du verre thermiquement trempé

Cf. EN 12150-1 et EN 1863-1

Sur les formats quasiment carrés ayant un rapport largeur/hauteur entre 1:1 et 1:1,3 et les épaisseurs du verre $d \leq 6$ mm, le procédé thermique provoque un écart de planéité plus important que sur les formats rectangulaires étroits ou les verres plus épais.

2.4.2 Épaisseurs minimales du verre recommandées en fonction des dimensions des vitres

Les recommandations ne tiennent pas compte des exigences techniques concernant l'utilisation.

Tab. 18 : Épaisseurs minimales du verre dues à la production

Dimensions maximales du verre l x h [mm]	Épaisseur minimale du verre d [mm]
1 000 x 2 000	4
1 500 x 3 000	5
2 100 x 3 500	6
2 500 x 4 500	8
2 800 x 5 000	10
3 000 x 7 000	$19 \geq d \geq 12$

2.4.3 Bris de verre sur le verre de sécurité trempé causé par le sulfure de nickel

Malgré tout le soin accordé à la fabrication du verre, il est impossible d'éviter une légère contamination du verre fondu par du nickel et du soufre. Ainsi, des composés NiS minuscules, non détectables à l'heure actuelle (diamètre env. 50 μ m à 600 μ m) peuvent se former pendant une phase de haute température ; en fonction du taux de nickel, ces composés passent à la phase de basse température lorsque la température est inférieure à des valeurs situées entre 282 °C et 379 °C et augmentent de volume avec le temps. Dans des cas rares, ceci peut provoquer un bris spontané sur le verre de sécurité trempé, ce bris n'est pas couvert par la garantie. Un test heat soak, qui peut être commandé à

part, permet de déclencher artificiellement une grande partie de ces bris ce qui réduit de manière significative la probabilité d'un tel bris spontané.

La cause de bris de verre doit toujours être prouvée par l'utilisateur. Dans ce contexte, il faut tout particulièrement prouver des inclusions de corps étrangers, tels que de sulfure de nickel, par des méthodes appropriées.

2.4.4 Émaillage avec des couleurs d'émaillage du verre [1]

2.4.4.1 Généralités

La couleur de l'émail est obtenue par des substances inorganiques déterminantes pour la teinte et sujettes à de légères variations. Ces substances sont mélangées à la poudre de verre. Pendant le processus de trempé thermique (verre de sécurité trempé, verre de sécurité traité heat soak et verre thermodurci), l'émail enferme les pigments de couleur et se lie à la surface du verre. Ce n'est qu'après ce processus que la teinte définitive est obtenue.

Les émaux sont choisis de manière à se lier à la surface en quelques minutes pour une température de la surface du verre d'environ 600 à 620 °C. Cette plage de température est très étroite et ne peut pas toujours être respectée de manière reproductible, notamment dans le cas de vitres de différentes tailles et de différentes teintes.

Par ailleurs, le type d'application est déterminant pour l'effet de couleur. La fine couche de couleur obtenue par sérigraphie ou par impression numérique présente une opacité plus faible qu'un produit enduit au rouleau avec une couche de couleur plus épaisse et donc plus opaque. L'opacité dépend de plus de la couleur choisie.

L'émaillage du verre est possible sur toute la surface ou sur une surface partielle selon le procédé d'application. L'émaillage est réalisé généralement sur le côté protégé des intempéries (position 2 ou plus haut). Les exceptions doivent être convenues avec le fabricant. L'application sur la position 1 (côté exposé aux intempéries) exige l'utilisation d'émaux spéciaux. Les émaux céramiques résistent en grande partie aux rayures et dans une certaine mesure aux acides. La résistance à la lumière et au pelage est conforme à la durabilité des émaux céramiques.

Un émaillage complet avec des couleurs translucides peut provoquer la formation d'un nuage. Ce phénomène peut être visible lors d'un rétro-éclairage des vitres. Il faut tenir compte du fait qu'un produit (matériau d'étanchéité, colle à panneaux, isolations, supports, etc.) appliqué directement sur le côté arrière (côté coloré) peut être visible en cas de couleur translucide.

En cas d'utilisation de couleurs métallisées, il est impératif de veiller à ce qu'elles ne soient pas exposées à l'humidité. L'utilisation de telles couleurs doit être convenue avec l'associé UNIGLAS®.

Si des vitres imprimées sont recouvertes, en plus, de couches fonctionnelles servant par exemple à la protection solaire et/ou à l'isolation thermique, les normes applicables, p. ex. EN 1096, doivent être respectées.

La surface imprimée est évaluée conformément au paragraphe 2.4.6. de cette directive.

2.4.4.2 Procédés

2.4.4.2.1 Procédé d'enduction par rouleau (rollercoating)

La vitre plane passe sous un rouleau en caoutchouc rainuré qui applique l'émail sur la surface du verre. La couleur est ainsi répartie de manière homogène sur toute la surface. La structure rainurée du rouleau est généralement visible de près (côté coloré). Toutefois, ce rainurage est normalement à peine visible de devant (observé à travers le verre). Les verres émaillés au rouleau ne conviennent généralement pas quand de la transparence des deux côtés est requise de sorte que ces utilisations doivent impérativement être convenues avec le fabricant au préalable. Des lacunes (très petits défauts) peuvent apparaître dans l'émail.

Dû au procédé, un débordement des couleurs est possible sur tous les bords, il peut être légèrement ondulé notamment sur les arêtes longitudinales (dans le sens d'avance de l'installation d'enduction). La surface des chants reste généralement exempte de couleur. Il faut donc consulter le fabricant au préalable pour convenir de la situation de montage. En option, l'enduction de l'émail peut être réalisée au pistolet pulvérisateur.

2.4.4.2.2 Procédé d'enduction au rideau

La plaque en verre traverse horizontalement un « rideau d'émail » qui recouvre complètement sa surface. L'épaisseur de la couche d'émail peut être réglée dans une plage assez vaste par le réglage du débit d'émail et de la vitesse de passage. Une légère aspérité de la lèvre risque de provoquer des stries d'épaisseurs différentes dans le sens longitudinal (sens de coulage). Une utilisation nécessitant de la transparence des deux côtés doit impérativement être convenue au préalable avec l'associé UNIGLAS®.

Le débordement des couleurs sur les bords est nettement plus important qu'avec le procédé au rouleau et ne peut être évité qu'avec des moyens très onéreux. Si le produit doit présenter des bords visibles sans couleur, il faut alors l'indiquer lors de la commande.

2.4.4.2.3 Procédé d'impression par sérigraphie

Contrairement aux procédés décrits précédemment, une application complète ou partielle de l'émail est possible. L'émail est appliqué sur la surface du verre avec une raclette sur une table de sérigraphie horizontale à travers un écran à maillage fin, l'épaisseur de la couche d'émail étant influencée par la taille des mailles et le diamètre du fil. Le procédé permet d'obtenir généralement une couche plus fine que les procédés au rouleau ou au rideau de sorte que l'émaillage peut être opaque ou translucide en fonction de la couleur choisie.

De légères stries dans le sens d'impression mais aussi perpendiculaires à celui-ci ainsi que de légers brouillards apparaissant de façon isolée sont typiques de procédé de fabrication.

Lors de la sérigraphie, les bords de la vitre restent généralement exempts de couleur mais ils peuvent toutefois présenter un léger bourrelet coloré dans la zone abattue de sorte qu'il faut indiquer si le bord doit rester visible afin de permettre l'adaptation de la fabrication à l'utilisation prévue.

Ce procédé permet de réaliser des impressions multicolores. On peut appliquer, par exemple, une sérigraphie double où deux couleurs différentes sont visibles selon la surface observée. Les tolérances, p. ex. pour obtenir une opacité homogène, doivent être convenues avec le fabricant.

L'impression de verres structurés choisis est possible mais doit toujours être convenue avec l'associé UNIGLAS®.

2.4.4.2.4 Procédé d'impression numérique

L'émail céramique est appliqué directement sur la surface du verre au moyen d'un procédé comparable à l'impression au jet d'encre, l'épaisseur de la couche pouvant varier. Le procédé permet d'obtenir une couche plus fine que les procédés au rouleau, au rideau ou par sérigraphie de sorte que l'émaillage peut être opaque ou translucide en fonction de la couleur choisie. Une résolution jusqu'à 360 dpi est possible actuellement.

Des stries faiblement visibles dans le sens d'impression sont typiques de ce procédé de fabrication. Ce phénomène inhérent à la technique utilisée est inévitable. Lors de l'impression numérique, les bords de la vitre restent généralement exempts de couleur mais ils peuvent toutefois présenter un léger bourrelet coloré dans la zone abattue de sorte qu'il faut indiquer si le bord doit rester visible afin de permettre l'adaptation de la fabrication à l'utilisation prévue.

Les bords d'impression sont parfaitement droits dans le sens d'impression et légèrement dentelés dans le sens perpendiculaire. Un brouillard de couleur pulvérisée peut apparaître le long des bords d'impression. Sur les motifs à points, ajourés et à texte, les bords d'impression présentent une dentelure qui, comme le brouillard de couleur pulvérisée, ne se voit que de très près.

Le procédé d'impression numérique convient avant tout aux dessins ou images avec trame complexe multicolore, plutôt qu'aux impressions unicolores sur toute la surface.

2.4.5 Verre laqué

UNIGLAS® | COLOR est un verre laqué individuellement à surface brillante ou mate, à base de verre de sécurité trempé transparent ou pauvre en oxyde de fer. Grâce à la couche colorée au dos du verre, la luminosité et la brillance de la couleur sont protégées durablement et restent intactes.

UNIGLAS® | COLOR convient à diverses utilisations en intérieur et est parfaitement adapté aux cuisines et salles de bains grâce à sa grande résistance à l'humidité. Une utilisation en extérieur n'est autorisée de manière générale qu'avec l'accord spécial de l'associé UNIGLAS® après concertation et clarification de tous les détails techniques. Les collages et joints sur la surface laquée ne peuvent être réalisés qu'avec des colles et matériaux d'étanchéité validés par l'associé UNIGLAS®.

Des teintes selon le nuancier RAL, NCS ou un autre système sont mélangées individuellement pour le laquage. Le bord du verre et le biseau côté verre sont recouverts d'un adhésif avant le laquage afin de rester transparents. Le biseau côté laque est peint.

Pour l'évaluation de la qualité visuelle d'UNIGLAS® | COLOR, les procédés décrits au chap. 2.4.6. s'appliquent de manière analogue. Il faut toutefois noter que la couche laquée est moins résistante aux rayures que les couches émaillées.

2.4.6 Contrôle visuel de verres laqués, émaillés et imprimés [1]

Ce chapitre décrit l'évaluation de la qualité visuelle des verres émaillés partiellement ou sur toute la surface, fabriqués comme verre de sécurité trempé ou comme verre thermoturci par application et cuisson des émaux céramiques. Les verres dits laqués, qui peuvent être thermoturcis, sont également revêtus de laques céramiques. Ainsi, le contrôle et l'évaluation de tels produits sont réalisés selon les indications figurant dans ce chapitre et les chapitres suivants.

Ce chapitre décrit uniquement l'évaluation de l'émaillage et de l'impression de la partie visible à l'état monté. L'évaluation du verre est réalisée conformément aux normes de produit applicables pour le verre.

Les indications et tolérances s'appliquent au verre laqué selon EN 16477 ou aux verres imprimés d'une autre manière, ainsi qu'aux autres types de teinte, par exemple aux laques organiques de manière analogue selon le principe. Les caractéristiques spécifiques de ces types de laques ne sont toutefois pas décrites ici.

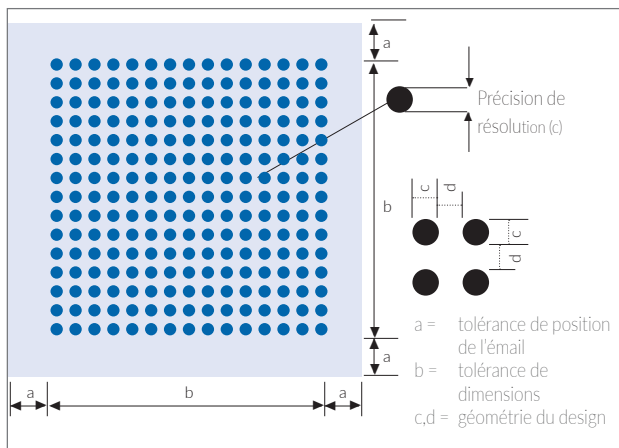
Les aspects relatifs aux réglementations sur les constructions ne sont pas traités ici.



Tab. 19 : Défauts/Tolérances pour le verre émaillé

Défauts admissibles sous forme de points dans l'émail*	Ø 0,5 – 1,0 mm max. 3 défauts/m ² , avec un écart ≥ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm max. 2 défauts/vitre	
Micro-rayures et inclusions de corps étrangers	admissibles jusqu'à 10 mm de longueur	
Nuages **	inadmissibles	
Taches d'eau	inadmissibles	
Débordement des couleurs sur les bords	admissible pour les vitres encadrées et les trous pourvus de supports ou caches supplémentaires, sinon inadmissible Sur les vitres sans cadre à chant rectifié lisse ou poli : <ul style="list-style-type: none"> • admissible sur le biseau, non sur le chant, pour le procédé d'enduction par rouleau • admissible pour le procédé d'enduction au rideau • inadmissible pour le procédé de sérigraphie • inadmissible pour le procédé d'impression numérique Lors de l'impression numérique, de minuscules éclaboussures de couleur, uniquement visibles de près, peuvent se produire dans la zone avoisinante directe des bords d'impression en raison du procédé.	
Bord du verre non imprimé	admissible jusqu'à 2 mm pour l'impression par sérigraphie et numérique	
Structures linéaires dans l'impression	admissibles	
Tolérance de position de l'émail (a) cf. fig. 15 ***	Taille de la vitre ≤ 2000 mm : ± 2,0 mm Taille de la vitre ≤ 3000 mm : ± 3,0 mm Taille de la vitre > 3000 mm : ± 4,0 mm	
Tolérance sur les dimensions en cas d'émaillage partiel (b) cf. fig. 15 ≤ 1 000 mm	Longueur du bord de la surface imprimée :	Plage de tolérance :
	± 2,0 mm	
	≤ 3.000 mm	± 3,0 mm
	> 3.000 mm	± 4,0 mm
Géométrie du design (c) (d) cf. fig. 15	en fonction de la taille Longueur du bord de la surface imprimée :	Plage de tolérance :
	≤ 30 mm	± 0,8 mm
	≤ 100 mm	± 1,0 mm
	≤ 500 mm	± 1,2 mm
	≤ 1.000 mm	± 2,0 mm
	≤ 2.000 mm	± 2,5 mm
	≤ 3.000 mm	± 3,0 mm
	> 3.000 mm	± 4,0 mm
Écart de couleur	L'évaluation des couleurs se fait à travers le verre (émaillage sur position 2). Des écarts de couleurs dans la plage ΔE ≤ 6 (float) ou ΔE ≤ 5 (verre blanc) de même épaisseur sont admissibles (cf. aussi chapitre 2.4.11.6).	
* Des défauts ≤ 0,5 mm (lacunes ou « pinholes » = minuscules emplacements sans couleur dans l'émail) sont admissibles et ne sont généralement pas pris en compte. La correction des défauts avec des émaux avant le processus de trempe ou avec de la laque organique après la trempe est admissible. La laque organique ne peut pas être utilisée dans la zone du joint du bord de vitrage isolant.		
** Un moirage peut se produire sur les décors fins (trame avec surfaces partielles inférieures à 5 mm). Pour cette raison, une concertation avec le fabricant est nécessaire.		
*** La tolérance de position de l'émail est mesurée depuis le point de référence à convenir avec le fabricant.		

Fig. 15 : Tolérances dimensionnelles de position et de design des verres imprimés



Pour l'évaluation des produits, il est nécessaire de communiquer à l'associé UNIGLAS® le domaine d'application concret et les exigences constructives et visuelles lors de la commande. Cela concerne notamment les indications suivantes :

- Utilisation à l'intérieur et/ou à l'extérieur,
- Utilisation nécessitant de la transparence (observation des deux côtés, p. ex. cloisons etc.),
- Utilisation avec rétro-éclairage direct,
- Qualité des bords ainsi qu'absence de couleur sur les chantes (pour les bords visibles, un façonnage des bords par meulage ou polissage est recommandé. Pour les arêtes abattues, il est supposé que les bords sont encadrés.),
- Transformation des vitres monolithiques, p. ex. en vitrage isolant préfabriqué scellé ou en verre feuilleté/verre de sécurité feuilleté et/ou avec impression avec orientation vers le film,
- Impression sur la position 1 pour une utilisation à l'extérieur.

Si des verres émaillés sont assemblés en verre de sécurité feuilleté ou en vitrage isolant préfabriqué scellé, chaque vitre émaillée est évaluée à part (comme des vitres monolithiques).

Lors de l'évaluation, la vue sur l'émaillage à travers le verre est déterminant, les défauts ne doivent pas être particulièrement marqués. Le contrôle du vitrage doit être fait à une distance d'au moins 3 m, avec un angle d'observation perpendiculaire ou différant au maximum de 30° du plan perpendiculaire à la surface du verre. Ce contrôle est effectué à la lumière du jour diffuse (comme p. ex. ciel couvert), sans rayonnement direct du soleil, ni éclairage artificiel, devant un arrière-plan

unicolore et opaque. Si d'autres applications spéciales ont été convenues au préalable, elles seront utilisées pour les conditions de contrôle.

Pour l'utilisation comme verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté, il faut éventuellement encore observer la tolérance résultant du décalage pour la tolérance de position et de design. En fonction du dessin, les motifs imprimés par sérigraphie peuvent produire un moirage (effet optique indésirable). Le moirage se produit en cas de superposition de trames fines régulières qui apparaissent alors comme trames grossières supplémentaires. Leur aspect ressemble aux dessins produits par des interférences. Il s'agit d'un effet physique.

Si une impression est utilisée pour cacher p. ex. les profilés de façades collées, la construction pourra être visible avec des couleurs très claires. Cela peut éventuellement être évité par des couleurs appropriées, donc l'utilisation prévue doit être convenue avec l'associé UNIGLAS® avant la commande.

Les remarques suivantes s'appliquent aux figures géométriques ou aux grilles perforées de moins de 3 mm ou aux dégradés de 0 à 100 % :

- Si des points, des lignes ou des motifs de ces dimensions se trouvent très près les uns des autres, l'œil humain réagit alors de manière critique.
- Les tolérances de géométrie ou de distance de l'ordre du 10^e de millimètre donnent ainsi l'impression d'être des écarts importants.
- La faisabilité de ces applications doit donc en tous les cas être vérifiée en commun avec l'associé UNIGLAS®. La fabrication d'un modèle en taille réelle est recommandée.

2.4.7 Évaluation de l'effet de couleur [1]

Les écarts de couleur ne peuvent généralement pas être exclus puisqu'ils peuvent être provoqués par différentes influences inévitables.

Les facteurs cités ci-dessous peuvent être à l'origine d'un écart de couleur visible entre deux plaques de verre émaillées dans certaines conditions lumineuses et sous certains angles d'observation et cet écart peut être ressenti de manière subjective par l'observateur comme « gênant » ou « non gênant ».

2.4.7.1 Type de verre de base et influence de la couleur [1]

La couleur propre du verre, qui dépend essentiellement de l'épaisseur du verre et du type de verre (p. ex. verres teintés dans la masse, verres pauvres en oxyde de fer etc.) provoque un effet de couleur différent de

l'émaillage (sur la position 2). De plus, ce verre peut être pourvu de différents revêtements, tels que des couches de protection solaire (augmentation de la réflexion de la lumière de la surface), des couches qui réduisent la réflexion ou encore être légèrement structuré (cas du verre structuré). Des écarts de couleur de l'émaillage ne peuvent pas être exclus en raison des variations lors de la fabrication des émaux et du processus de cuisson.

2.4.7.2 Type d'éclairage où l'objet est observé [1]

La situation d'éclairage varie en fonction de la saison, du moment de la journée et des conditions météorologiques. Cela signifie que les couleurs spectrales de la lumière incidente à la couleur à travers les différents milieux (air, première surface, corps de verre) présentent différentes intensités dans la plage du spectre visible (380 nm à 780 nm).

La première surface réfléchit déjà plus ou moins une partie de la lumière incidente en fonction de l'angle d'incidence. Les « couleurs spectrales » incidentes à la couleur sont en partie réfléchies et en partie absorbées par les pigments de couleur. Ainsi, la perception de la couleur varie en fonction de la source de lumière et de la position d'observation ainsi que de l'arrière-plan.

2.4.7.3 Observateur et type d'observation [1]

L'œil humain réagit très différemment à différentes couleurs. Ainsi, nous percevons clairement des écarts de couleur nettement plus subtiles dans les teintes bleues que dans les teintes vertes.

Les tolérances pour l'uniformité des couleurs des impressions sur verre devraient être choisies de manière à ce qu'un observateur ne puisse à peine voir des écarts de couleur en conditions normales.

Les tolérances constituent un compromis entre la productivité et les exigences relatives à l'impression optique des unités de verre dans un bâtiment avec une situation de montage normale.

Les valeurs de tolérance ne servent qu'à titre d'orientation en fonction de la variation de la lumière naturelle, de la position de l'observateur, donc de la distance et de l'angle d'observation, de la couleur environnante, de la neutralité chromatique et de la réflectance. Toutes les circonstances devraient être évaluées sur place, sur l'objet concerné – notamment l'objet dans son environnement spécifique.

Pour le contrôle de fabrication, les couleurs sont représentées de manière objective dans le système $L^*a^*b^*$ de la CIE sur la base de l'illuminant normalisé D65 et d'un angle d'observation de 10°. La position visée dans le système de coordonnées chromatiques a, b tout comme la luminosité décrite par la lettre L sont sujettes à de légères

variations dues à la production. Pour les cas où le client exige une échelle d'évaluation objective pour la localisation chromatique, le procédé doit être convenu au préalable avec l'associé UNIGLAS®. (cf. 2.4.11.6)

Le déroulement général est défini ci-dessous :

- Échantillonnage d'une ou de plusieurs couleurs.
- Sélection d'une ou de plusieurs couleurs. Fixation de tolérances pour chaque couleur en concertation avec le client. Les valeurs de mesure qui sont à la base des tolérances doivent être déterminées avec des colorimètres spécifiques pour le verre dans des conditions identiques (même système chromatique, même type d'éclairage, même géométrie, même observateur). Vérification de la faisabilité concernant le respect de la tolérance définie par le fabricant. (Valeur de la commande, disponibilité des matières premières etc.)
- Fabrication d'un modèle en taille réelle et validation par le client.
- Fabrication du volume commandé à l'intérieur des tolérances fixées.
- La commande de grandes quantités d'une même couleur au sein d'une commande devrait être passée en une fois et non en plusieurs commandes partielles.

2.4.7.4 Autres remarques [1]

Les autres caractéristiques des produits figurent dans les règlements nationaux relatifs aux constructions et dans les normes en vigueur, notamment :

- EN 12150 ;
- EN 14179 ;
- EN 1863 ;
- EN 14449.

Les verres émaillés ne peuvent être fabriqués que sous forme de verre de sécurité trempé / verre de sécurité traité heat soak ou de verre thermodurci.

Tout façonnage ultérieur des verres, de quelque type que ce soit, pourrait influencer considérablement les caractéristiques du produit et n'est pas admissible. Le verre émaillé peut être utilisé comme vitre monolithique ou servir pour la fabrication de verre de sécurité feuilleté et de vitrage isolant préfabriqué scellé. Le marquage prescrit des vitres correspond aux normes. Les vitres émaillées peuvent présenter de la corrosion sous l'effet de l'humidité et doivent donc être protégées contre l'humidité lors du transport et du stockage.

2.4.7.5 Résistance aux intempéries des vitrages émaillés et imprimés [1]

La résistance aux intempéries des vitrages émaillés et imprimés dépend de manière déterminante des conditions environnementales (p. ex. proximité de la mer ou montage dans une rue à circulation dense).

A cause des gaz nocifs présents dans l'environnement, tels que les SO₂, NO_x, chlore et des poussières, les surfaces vitrées ou émaillées peuvent prendre un aspect inesthétique en l'espace de quelques mois déjà. Ces influences peuvent p. ex. provoquer des surfaces mates qui manquent de brillance.

C'est pourquoi les vitrages émaillés et imprimés ne conviennent pas pour les utilisations dans des zones humides telles que les douches ou les piscines. L'utilisation prévue d'UNIGLAS® | COLOR (chap. 2.4.5.) doit être convenue avec l'associé UNIGLAS® au préalable.

Exemples d'utilisation

- Vitrage isolant : orienté vers l'espace intermédiaire du verre.
- Façades : orienté vers l'intérieur.
- Douches : orienté vers l'extérieur.
- Plans de table : sur la face inférieure.

Fig. 16 : Exemple d'un motif décoratif

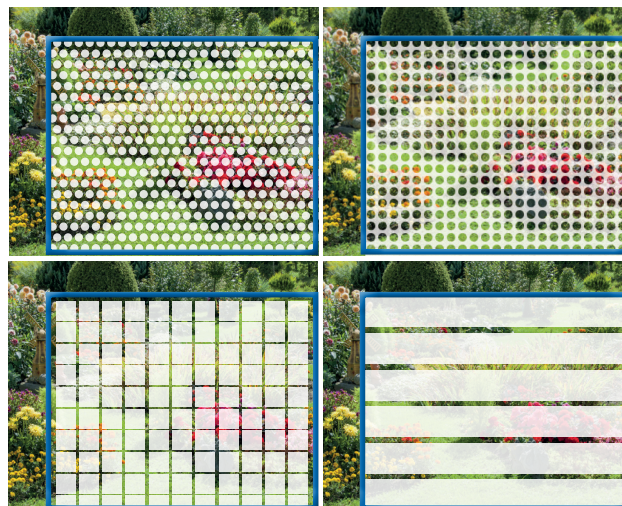


■ Impression pour la protection visuelle et solaire

Pour cette utilisation, le choix des couleurs et le degré d'impression sont d'une importance cruciale. Plus les couleurs sont claires, plus la pénétration de lumière est importante. Plus le degré d'impression est faible, plus la

transparence est grande. La définition des deux paramètres dépend donc du degré d'efficacité attendu. Une multitude de décors normalisés est proposée au choix aux sites de production. Mais il est évidemment aussi possible d'imprimer des créations individuelles du client sur le verre selon les définitions détaillées.

Fig. 17 : Exemples de protection visuelle/solaire



■ Dispositif antidérapant

Dans les zones publiques, les directives sur les lieux de travail ainsi que les informations des assurances accident obligatoires de certains secteurs prévoient différentes classes de résistance au glissement applicables selon DIN 51130. Ceci est également recommandé pour le domaine privé. La modification du degré d'impression et des encres d'impression spéciales permettent d'obtenir différentes classes pour contribuer aux caractéristiques antidérapantes des sols en verre.

Un dispositif antidérapant peut également être obtenu par LaserGrip® ou une finition mate.

2.4.8 Verre dépoli par sablage

Une méthode appréciée pour décorer le verre consiste à matir la surface du verre par sablage. La surface de la vitre dépolie devient opaque tout en laissant passer la lumière. En recouvrant certaines zones, on obtient des dessins et motifs individuels qui permettent de réaliser des décorations variées. Le sablage utilise l'épaisseur du verre pour façonner des structures et tracés profonds ou pour souligner des ombres subtiles. Ce procédé demande beaucoup de travail et de temps, mais le design personnalisé qu'il permet d'obtenir en vaut la peine. Chaque pièce est unique. L'inconvénient est que le sablage entraîne des défauts au niveau de la surface qui réduisent la résistance à la flexion du verre. Cet effet qui réduit la résistance est dû aux entailles microscopiques et peut être atténué par la suite grâce à une gravure à l'acide fluorhydrique.

Les traces de doigt et la poussière sont difficiles à nettoyer sur la surface rugueuse des zones dépolies – des produits agressifs ou abrasifs attaquent la surface. C'est pourquoi les associés UNIGLAS® proposent une protection « anti-traces » en option, qui réduit la salissure et facilite le nettoyage.

Évaluation de la qualité visuelle des verres dépolis

Cette section s'applique à l'évaluation de la qualité visuelle des verres aux surfaces entièrement ou partiellement dépolies par sablage. Peuvent servir de verre de base aussi bien du verre float refroidi normalement ou transformé en verre de sécurité trempé / verre de sécurité traité heat soak ou en verre thermodurci, transparent ou teinté dans la masse ou encore du verre structuré.

Les aspects concernant la réglementation relative à la construction ne sont pas traités ici.

Pour l'évaluation des produits, il est nécessaire de communiquer au fabricant le domaine d'utilisation concret et les exigences constructives et visuelles lors de la commande. Cela concerne notamment les indications suivantes :

- Utilisation à l'intérieur et/ou à l'extérieur,
- Utilisation nécessitant de la transparence (observation des deux côtés p. ex. cloisons etc.),
- Utilisation avec rétro-éclairage direct,
- Qualité des bords (un meulage avec finition mate est recommandé pour les bords visibles. En cas de commande d'arêtes abattues ou de bords coupés bruts, on part du principe que le bord est encadré),
- Transformation ultérieure des vitres dépolies, p. ex. en vitrage isolant préfabriqué scellé, en verre feuilleté ou en verre de sécurité feuilleté,
- Position de la surface dépolie et/ou
- en option : réalisation de la surface dépolie par sablage avec protection anti-traces.

Si des verres dépolis sont assemblés en verre de sécurité feuilleté ou en vitrage isolant, chaque vitre est évaluée à part (comme des vitres monolithiques).

■ Remarques, terminologie – verres entièrement ou partiellement dépolis par sablage

La surface du verre est dépolie complètement ou partiellement par le processus de sablage. L'observation du verre lors de l'évaluation se fait du côté qui correspond à l'utilisation habituelle du local.

La face dépolie devrait toujours se trouver du côté protégé des intempéries (position deux ou plus). Des exceptions ne sont possibles qu'après consultation préalable du fabricant. Les applications nécessitant de la transparence (observation des deux côtés) doivent toujours être convenues avec l'associé UNIGLAS®. En cas de sablage de la surface entière, il est possible que se forme un nuage visible lorsque les vitres sont rétro-éclairées.

En fonction du processus de fabrication, il existe des différences et des particularités qui sont indiquées ci-dessous.

■ Protection anti-traces :

Une surface revêtue d'une « protection anti-traces » est moins sensible à la saleté ou aux traces de doigt. En règle générale, les recommandations de nettoyage et d'entretien spéciales doivent être demandées à l'associé UNIGLAS®.

■ Évaluation générale :

De manière générale, pour l'évaluation de la qualité visuelle, l'observation directe de la face qui correspond à l'utilisation habituelle du local est déterminante.

Les défauts ne doivent pas être particulièrement marqués. Le contrôle du vitrage doit être fait à une distance d'au moins 1,50 m, avec un angle d'observation perpendiculaire ou différant au maximum de 30° du plan perpendiculaire à la surface du verre. Ce contrôle est effectué à la lumière du jour à ciel couvert, sans rayonnement direct du soleil, ni éclairage artificiel, devant un arrière-plan unicolore. Si d'autres applications spéciales ont été convenues au préalable, elles seront utilisées pour les conditions de contrôle.

Tab. 20 : Défauts/Tolérances pour le verre dépoli par sablage

Lacunes F sous forme de points admissibles sur la surface dépolie*	$\varnothing 0,5 < F \leq 1,0$ mm max. 3 défauts/m ² , avec un écart de ≥ 100 mm $\varnothing 1,0 < F \leq 2,0$ mm max. 2 défauts/vitre	
Nuages	admissibles	
Taches d'eau	inadmissibles	
Dépassement du sablage sur les bords	admissible pour les vitres encadrées et les trous sur les bords et les biseaux Pour les chants polis, uniquement admissible sur les biseaux	
Bord du verre non dépoli	admissible jusqu'à 2 mm à l'intérieur de la surface du verre	
Tolérance de position pour le dépolissage partiel (a) cf. fig. 19 **	Longueur du bord de la vitre	Plage de tolérance :
	Taille de la vitre $\leq 1\,000$ mm :	$\pm 1,0$ mm
	Taille de la vitre $> 1\,000$ mm :	$\pm 2,0$ mm
Tolérance de position pour le dépolissage partiel (b) cf. fig. 19 **	Longueur du bord de la surface dépolie	Plage de tolérance :
	Taille de la vitre $\leq 1\,000$ mm :	$\pm 1,0$ mm
	Taille de la vitre $> 1\,000$ mm :	$\pm 2,0$ mm
Géométrie du design (c) (d) cf. fig. 20	Taille du design :	Plage de tolérance :
	≤ 1.000 mm	$\pm 1,0$ mm
	> 1.000 mm	$\pm 2,0$ mm

* La surface de la vitre sert de base à la mesure. Pour les petits formats ($< 0,67$ m²), 2 lacunes sont autorisées.
 ** La tolérance de position de la surface dépolie est mesurée à partir du point de référence à convenir avec l'associé UNIGLAS®.

Fig. 18 : Tolérances dimensionnelles de position et de design des surfaces dépolies partiellement

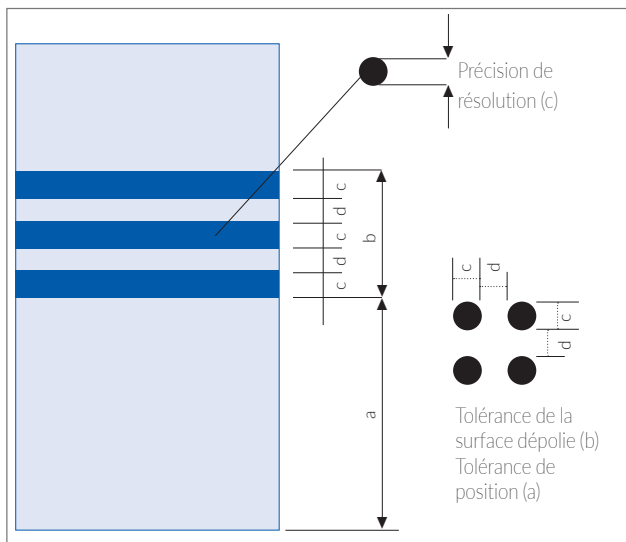
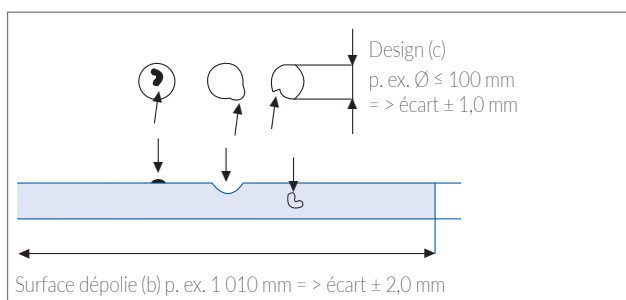


Fig. 19 : Écart de géométrie du design



Ce chapitre décrit uniquement l'évaluation du dépolissage de la partie visible à l'état monté. L'évaluation du verre de base est réalisée conformément aux normes de produit applicables pour le verre.

■ Évaluation de l'effet de couleur :

Des écarts de couleur ou des écarts au niveau de l'aspect visuel de la surface dépolie ne peuvent pas être exclus lors de commandes supplémentaires, car leur apparition est liée à diverses influences inévitables. Dans certaines conditions lumineuses et sous certains angles d'observation, on peut constater un écart de couleur visible entre deux plaques de verre dépolies et cet écart peut être ressenti de manière subjective par l'observateur comme « gênant » ou « moins gênant ».

2.4.9 Verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté

Le verre feuilleté et le verre de sécurité feuilleté se composent de deux ou plusieurs vitres qui sont reliées par un ou plusieurs intercalaires organiques. Les deux produits de verre se distinguent par le fait que pour le verre de sécurité feuilleté, il faut prouver la conformité à des exigences de sécurité particulières par un contrôle.

Le produit « verre de sécurité feuilleté » est considéré comme « cassant sans danger » lorsque les morceaux de verre brisé adhèrent toujours à l'intercalaire.

La norme de produit EN 14449 s'applique à la fabrication et à l'évaluation de la conformité de verre feuilleté et de verre de sécurité feuilleté. Selon cette norme européenne, la qualité visuelle de ces produits doit être évaluée conformément à EN ISO 12543-6. Cette norme internationale limite les défauts admissibles dans la vitre et l'intercalaire et fixe les méthodes d'essai concernant l'aspect. L'évaluation s'applique uniquement au verre feuilleté et au verre de sécurité feuilleté à l'état de livraison. De plus, il faut observer les parties 1 et 5 ainsi que les normes de produit applicables pour le

verre de base utilisé. Pour le verre de sécurité feuilleté à couche, il faut de plus observer la norme EN 1096-4.

Les définitions essentielles et les défauts admissibles sont indiqués ci-dessous. En cas d'indications contradictoires, les indications de la norme prévalent sur les directives ci-dessous.

Possibilités de façonnage :

Les éléments de verre feuilleté et de verre de sécurité feuilleté peuvent être percés ou fraisés, selon DIN 1249-11, les bords des vitres individuelles peuvent être coupés, à arêtes abattues, à chants rectifiés, rectifiés lisses ou polis. (cf. 2.3.1.)

Sur les vitres individuelles en verre de sécurité trempé ou en verre thermodurci, le façonnage doit avoir lieu avant le laminage. Un façonnage ultérieur du décalage du bord ou dans la surface n'est pas admissible. Les assemblages de verres refroidis normalement peuvent aussi être usinés après l'assemblage, les retouches sont possibles.

2.4.9.1 Définition de défauts éventuels

Les définitions de la norme EN ISO 12543-1 s'appliquent ici, ainsi que les indications décrites ci-dessous :

2.4.9.1.1 Défauts sous forme de points

Ce type de défaut comprend les taches opaques, les bulles et les corps étrangers.

2.4.9.1.2 Défauts linéaires

Ce type de défaut comprend les corps étrangers et les rayures ou les traces de meulage.

2.4.9.1.3 Autres défauts

Entailles et inhomogénéité de la couche intercalaire, tels que plis, retrait et stries.

2.4.9.1.4 Taches opaques

Défauts visibles dans le verre feuilleté, p. ex. taches d'étain, inclusions dans le verre dans la couche intercalaire.

2.4.9.1.5 Bulles

Habituellement bulles d'air pouvant se trouver dans le verre ou dans la couche intercalaire.

2.4.9.1.6 Corps étrangers

Tout élément indésirable qui s'est introduit dans le verre feuilleté pendant la fabrication.

2.4.9.1.7 Rayures ou traces de meulage

Dompage linéaire sur la surface extérieure du verre feuilleté.

2.4.9.1.8 Entailles

Fêlures ou fissures très effilées qui commencent sur un bord et sont orientées vers l'intérieur du verre.

2.4.9.1.9 Plis

Altérations résultant de plis dans la couche intercalaire, et visibles après la fabrication.

2.4.9.1.10 Stries dus à l'inhomogénéité de la couche intercalaire

Déformations optiques dans la couche intercalaire, dues à la fabrication de la couche intercalaire, et visibles après la fabrication.

2.4.9.2 Défauts admissibles

2.4.9.2.1 Défauts sous forme de points dans la surface visible

Lors du contrôle effectué selon la méthode d'essai indiquée dans la norme EN ISO 12543-6 et dans le paragraphe 2.4.9.7, l'admissibilité des défauts sous forme de points dépend de ce qui suit :

- Taille du défaut ;
- Fréquence du défaut ;
- Taille de la vitre ;
- Nombre de vitres composant le verre feuilleté.

Ces aspects sont présentés dans le tableau 21. Les défauts inférieurs à 0,5 mm ne sont pas pris en considération. Les défauts supérieurs à 3 mm ne sont pas admissibles.

REMARQUES : l'admissibilité des défauts sous forme de points dans le verre feuilleté est indépendante de l'épaisseur du verre individuel.

On parle d'accumulation de défauts lorsque quatre défauts ou plus se trouvent à une distance de < 200 mm les uns des autres. Cette distance se réduit à 180 mm pour le verre feuilleté triple (à trois feuilles), à 150 mm pour le verre feuilleté à quatre feuilles et à 100 mm pour le verre feuilleté à cinq feuilles ou plus. Le nombre de défauts autorisé, indiqué dans le tableau 21, doit être majoré de 1 pour les couches intercalaires dont l'épaisseur est supérieure à 2 mm.

Les valeurs décimales du nombre admissible de défauts sont généralement arrondies au prochain entier supérieur.

Tab. 21 : Défauts admissibles sous forme de points dans la surface visible

Taille des défauts [mm]		0,5 < d ≤ 1,0 [mm]	1,0 < d ≤ 3,0 [mm]			
			A ≤ 1	1 < A ≤ 2	2 < A ≤ 8	8 < A
Taille de la vitre A [m ²]		pour toutes les tailles				
Nombre de défauts admissibles	2 feuilles	Aucune limitation, mais pas d'accumulation de défauts	1	2	1,0 /m ²	1,2 /m ²
	3 feuilles		2	3	1,5 /m ²	1,8 /m ²
	4 feuilles		3	4	2,0 /m ²	2,4 /m ²
	5 feuilles		4	5	2,5 /m ²	3,0 /m ²
	-		-	-	-	-

2.4.9.2.2 Défauts linéaires dans la surface visible

Lors du contrôle effectué selon la méthode d'essai indiquée dans la norme EN ISO 12543-6 et dans le paragraphe 2.4.9.7, les défauts linéaires indiqués dans le tableau 22 sont admissibles.

Les défauts linéaires de moins de 30 mm de longueur sont admissibles.

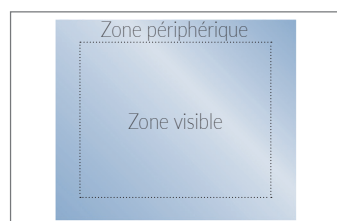
Tab. 22 : Défauts linéaires admissibles dans la surface visible

Taille de la vitre A [m ²]	Nombre de défauts admissibles l ≤ 30 mm
A ≤ 5	inadmissible
5 < A ≤ 8	1
8 < A	2

2.4.9.2.3 Défauts dans la zone des bords encadrés

Les défauts jusqu'à un diamètre $\varnothing \leq 5$ mm dans la zone des bords selon la fig. 20 sont admissibles.

Fig. 20 :



Pour une taille de la vitre $A \leq 5$ m², la largeur de la zone des bords est fixée à 15 mm. La largeur de la zone des bords est de 20 mm pour une taille de la vitre $A > 5$ m². En cas de bulles, la surface présentant des bulles ne doit pas dépasser 5 % de la surface du bord.

2.4.9.2.4 Entailles

Les entailles ne sont pas admissibles.

2.4.9.2.5 Plis et stries

Les plis et stries ne sont pas admissibles dans la surface visible.

2.4.9.2.6 Défauts sur les bords non encadrés

Pour les vitrages extérieurs en verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté avec bord du verre visible, c'est-à-dire non encadré, des altérations optiques peuvent se produire dans une zone périphérique d'environ 15 mm en raison de l'exposition permanente du film à l'humidité ; ces altérations ne sont pas couvertes par la garantie. Ces altérations se produisent surtout lorsqu'on utilise des couches intercalaires p. ex. en PVB qui est une substance hydrophile. Pour empêcher cet effet optique, la construction devrait être réalisée de manière à éviter une exposition permanente du film à l'humidité au niveau du bord du verre par des moyens constructifs ou par une ventilation suffisante. Au niveau des avant-toits, ceci peut p. ex. être obtenu par l'utilisation de verre de sécurité feuilleté décalé. Les vitrages en verre de sécurité feuilleté avec bords visibles comme panneaux de remplissage, p. ex. pour des garde-corps, sont à éviter.

Pour les domaines d'utilisation avec bord du verre visible, le verre feuilleté et le verre de sécurité feuilleté ne pourront être utilisés qu'avec :

- arêtes abattues,
- chant rectifié lisse ou
- chant poli.

La qualité des bords souhaitée doit être indiquée à la commande. S'il n'y a aucune indication, un encadrement sur tous les côtés est présumé. Les effets optiques sur le bord de pose ainsi que les restes de film dans la zone abattue et les dépassements ou retraites de film ne peuvent pas être évités pour des raisons de fabrication.

Le nettoyage correct des bords du verre, au moins 1 fois par an, est impératif pour conserver les caractéristiques du verre feuilleté pendant toute la durée d'utilisation.

2.4.9.3 Tolérances d'épaisseur

L'épaisseur nominale du verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté correspond au total des épaisseurs nominales des différentes vitres ainsi que des couches intercalaires.

Les tolérances d'épaisseur limites du verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté ne doivent pas dépasser le total des tolérances limites des vitres individuelles, indiquées dans les normes de produit des verres de base, plus les épaisseurs de film.

Lorsque l'épaisseur totale de la couche intercalaire est ≤ 2 mm, une tolérance limite supplémentaire de $\pm 0,1$ mm est applicable. Pour les couches intercalaires de > 2 mm, la tolérance limite supplémentaire à considérer est de $\pm 0,2$ mm. Les épaisseurs nominales des films en PVB standard sont de 0,38 mm ou du multiple n de 0,38 mm, n étant un nombre entier > 1 . Les épaisseurs divergentes de quasiment tous les films NC sont de 0,5 mm ainsi que du multiple n de 0,38 mm.

Exemple : pour un verre de sécurité feuilleté avec une épaisseur nominale de 44,4, c'est-à-dire deux verres float de 4 mm d'épaisseur chacun et un film PVB de 1,52 mm d'épaisseur, on calcule la tolérance limite comme suit : la tolérance limite du verre float de 4 mm est de $\pm 0,2$ mm et de la couche intercalaire de $\pm 0,1$ mm. L'épaisseur nominale est donc : $d = 9,52 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.

L'épaisseur du volume de verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté doit être calculée sous forme de moyenne des mesures effectuées au centre de tous les quatre côtés. Les mesures doivent être réalisées avec une incertitude de 0,01 mm et la moyenne est arrondie à 0,1 mm.

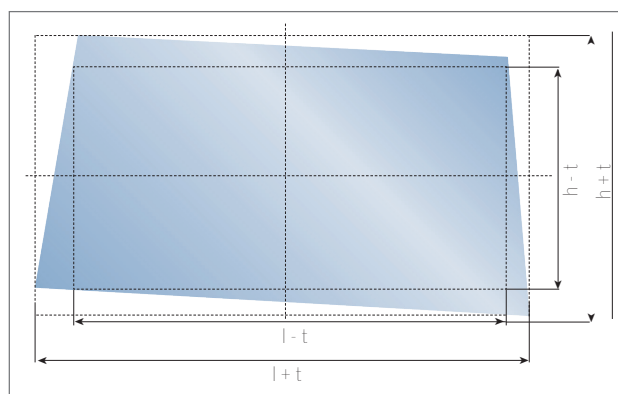
Les mesures individuelles, arrondies à 0,1 mm, doivent aussi rester à l'intérieur des tolérances limites.

Pour le verre feuilleté comprenant du verre structuré, les mesures doivent être réalisées avec un contrôleur d'épaisseur avec plateau, de diamètre $d = 55 \pm 5$ mm.

2.4.9.4 Tolérances de taille

Les dimensions de la vitre ne doivent pas dépasser la taille nominale plus l'écart limite supérieur (t) ni être inférieures à la taille nominale moins l'écart limite inférieur (t). (cf. fig. 22)

Fig. 21 : Tolérances limites sur les vitres rectangulaires



La tolérance d'angle des vitres orthogonales est indiquée à l'aide de la différence entre les diagonales.

La différence entre les deux diagonales (v) ne doit pas dépasser la tolérance limite indiquée dans les tableaux 23 et 24.

Tab. 23 : Tolérances limites pour le verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté en verre refroidi normalement sur la base de la norme EN ISO 12543-5

Type de bord	Tolérances limites (t) pour la largeur [l] ou la hauteur (h) de verre refroidi normalement [mm]						v [mm]
	coupé ou abattu			rectifié, rectifié lisse, poli et chanfreiné (cf. 3.1.1.)			
	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d	d ≤ 26	d ≤ 40	40 < d	
l ou h ≤ 2 000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	± 1,0 - 2,0	+ 1,0 - 3,0	+ 1,0 - 3,0	≤ 1,0
2 000 < l ou h ≤ 3 500	± 2,0	± 2,0	± 3,0	+ 1,0 - 3,0	+ 1,0 - 3,0	+ 1,0 - 3,0	≤ 2,0
3 500 < l ou h ≤ 5 000	-	± 3,0					≤ 3,0
5 000 < l ou h	-	± 4,0	± 4,0	-	-	-	≤ 4,0

Tab. 24 : Tolérances limites pour le verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté en verre trempé sur la base de la norme EN ISO 12543-5

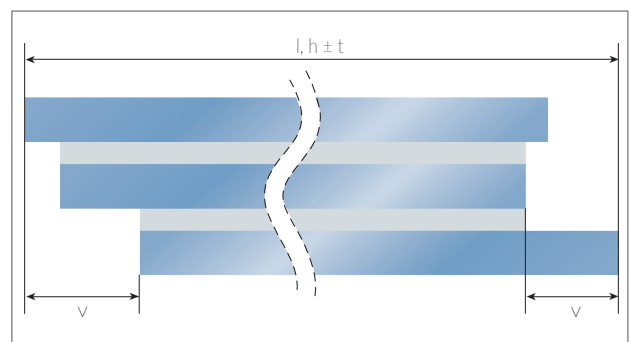
Type de bord	Tolérances limites (t) pour la largeur [l] ou la hauteur (h) de verre thermiquement trempé [mm]				v [mm]
	coupé ou abattu			rectifié, rectifié lisse ou poli (cf. 2.3.1.)	
	d ≤ 6	6 < d ≤ 12	12 < d	en général	
l ou h ≤ 2 000	± 1,0	± 1,0	± 2,0	± 2,0	≤ 1,0
2 000 < l ou h ≤ 3 500	± 2,0	± 2,0	± 3,0	± 3,0 - 2,0	≤ 2,0
3 500 < l ou h ≤ 5 000	-	± 3,0			≤ 3,0
5 000 < l ou h	-	± 4,0	± 4,0	+ 4,0 - 2,0	≤ 4,0

Les tolérances limites indiquées dans les tableaux 23 et 24 ne s'appliquent pas au verre de sécurité feuilleté résistant au feu.

2.4.9.5 Tolérance de décalage

Les vitres individuelles du verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté peuvent se décaler les unes par rapport aux autres pendant le processus de fabrication/d'assemblage. Dans le cas du verre feuilleté / verre de sécurité feuilleté composé de deux feuilles ou plus, chaque vitre individuelle est normalement façonnée conformément à DIN 1249-11. Les tolérances de coupe s'ajoutent aux tolérances d'alignement. Le bord le plus long de l'élément doit se situer à l'intérieur des tolérances limites indiquées dans les tableaux 23 et 24. Les tolérances de décalage ne se produisent que sur le verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté en verre refroidi normalement avec des bords coupés bruts ou arêtes abattues ainsi que, de manière générale, en verre thermiquement trempé avec tous les types de façonnage des bords. Le décalage admissible ressort des tableaux 25 et 26.

Fig. 22 : Décalage v



Tab. 25 : Décalage admissible pour les rectangles

Longueur de bord l ou h [mm]	Décalage v max. admissible par épaisseur nominale d [mm]		
	d ≤ 8	8 < d ≤ 20	20 < d
l ou h ≤ 2 000	± 1,0	± 2,0	± 3,0
2 000 < l ou h ≤ 3 500	± 2,0	± 2,5	± 3,5
3 500 < l ou h	± 3,0	± 3,0	± 4,0



Tab. 26 : Décalage admissible pour les formes spéciales

Longueur de bord l ou h [mm]	Décalage v max. admissible par épaisseur nominale d [mm]		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$20 < d$
$l \text{ ou } h \leq 2\,000$	1,5	3,0	4,5
$2\,000 < l \text{ ou } h \leq 3\,500$	3,0	4,0	5,5
$3\,500 < l \text{ ou } h$	4,5	5,0	6,0

Une correction ultérieure du décalage n'est pas autorisée pour le verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté en verre thermiquement trempé. Les corrections ultérieures sont autorisées pour les assemblages de verres refroidis normalement.

Les verres feuilletés et verres de sécurité feuilletés, composés de verre thermiquement trempé d'une largeur inférieure à 20 cm et une hauteur supérieure à 50 cm, peuvent présenter des déformations sur les longs bords des verres. Dans ce cas, le verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté n'est plus rectangulaire mais peut présenter une légère courbure sous forme de faucille. Cet état résulte de la production et ne peut faire l'objet d'une réclamation.

2.4.9.6 Planéité

La planéité est définie comme écart maximal entre une surface du verre courbe par rapport à une règle appliquée sur une longueur d'un mètre.

Pour le verre de sécurité feuilleté constitué de deux feuilles en verre float, l'écart admissible est de 1,5 mm/m au maximum.

Un profil ondulé (en forme de S) avec une période inférieure à 3 m n'est pas admissible.

Pour le verre feuilleté ou le verre de sécurité feuilleté en d'autres produits de verre, il faut de plus observer la planéité des verres de base.

2.4.9.7 Méthode d'essai

Le verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté à examiner est posé à la verticale, devant et parallèlement à un arrière-plan gris mat et exposé à la lumière du jour diffuse ou un illuminant normalisé équivalent (D65). L'observateur se trouve à 2 m de distance de la vitre et l'observe sous un angle de 90° (l'arrière-plan mat se trouvant de l'autre côté de la vitre). Lors de cet examen, les défauts qui paraissent gênants doivent être marqués. Ensuite, l'évaluation des défauts constatés a lieu comme décrit dans les chapitres 2.4.9.1. et suivants.

2.4.9.8 Films de couleur

Une perte de l'intensité des couleurs peut apparaître au fil du temps sur les films de couleur en raison des influences climatiques (p. ex. rayons du soleil). Les produits commandés ultérieurement peuvent donc présenter des différences de couleur plus ou moins perceptibles par rapport aux verres de même type déjà montés. Ces différences ne peuvent pas faire l'objet d'une réclamation.

2.4.9.9 Verre de sécurité feuilleté décalé

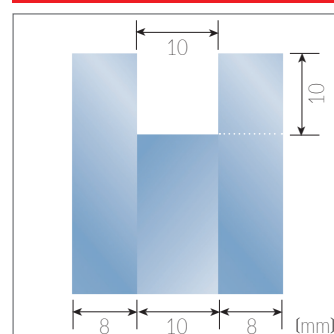
En général, les dépassements de film sont coupés dans la zone du décalage sur tous les verres de sécurité feuilletés décalés. Pour les éléments de verre de sécurité feuilleté à deux feuilles, c'est aussi réalisable en général mais doit être convenu expressément.

Sur les verres de sécurité feuilletés constitués de trois feuilles ou plus, pour lesquels la ou les feuille(s) intérieure(s) est/sont décalée(s) par rapport aux feuilles extérieures, le film est coupé si l'épaisseur du volume décalé correspond à l'épaisseur du verre de la feuille centrale ou que la profondeur de décalage correspond aux épaisseurs du verre des feuilles centrales. Pour toutes les autres dimensions de décalage, un accord doit être conclu concernant la découpe du film.

Dans la mesure où l'enlèvement du film est réalisable comme décrit, la présence de résidus ne peut pas être évitée à cent pour cent pour des raisons techniques et ne pourra pas faire l'objet d'une réclamation. Pour toutes les formes de décalage autres que celles décrites précédemment, les résidus de film ne peuvent pas être retirés au niveau du décalage. Ceci ne peut pas faire l'objet d'une réclamation.

L'élément complémentaire qui sera inséré dans l'élément en verre de sécurité feuilleté décalé doit être indiqué par le client (largeur, profondeur etc.). Pour des raisons de production, les bords du verre présentent des résidus de film qui peuvent être déformés par des points d'appui sur le bord de pose. Ceci ne peut pas faire l'objet d'une réclamation.

Fig. 23 : Verre de sécurité feuilleté décalé



2.4.9.10 Tolérances spéciales pour le verre de sécurité feuilleté en verre thermodurci dans la construction

Si des tolérances plus faibles sont nécessaires pour le verre de sécurité feuilleté en 2 verres thermodurcis pour les utilisations dans les constructions en verre, ces tolérances doivent être convenues à part avec l'associé UNIGLAS®.

Les tolérances limites faisables ressortent de l'exemple dans le tableau 27.

Tab. 27 : Tolérances limites spéciales faisables pour le verre de sécurité feuilleté en 2 verres thermodurcis pour les constructions en verre

	Tolérances limites spéciales (t) pour la largeur (l) ou la hauteur (h) [mm]
Verre de sécurité feuilleté en 2 verres thermodurcis [mm]	12.12..2 ≤ d ≤ 66.2
l ou h ≤ 3 000	± 2,0
3 000 < l ou h ≤ 4 000	± 2,5
4 000 < l ou h ≤ 5 000	± 3,0
Position réciproque des trous	± 1,0
Décalage au niveau du bord et du trou	1,0
Type de bord	Rectifié, rectifié lisse ou poli (cf. 2.4.9. et 2.3.1.)
Format de vitre	rectangulaire
Dimensions minimales l x h	300 mm x 400 mm
Dimensions maximales l x h	2 600 mm x 4 200 mm

2.4.9.11 Marquage

Le verre feuilleté et le verre de sécurité feuilleté ne portent généralement pas de marquage, à l'exception des volumes de verre de sécurité feuilleté constitués de vitres en verre de sécurité trempé, de verre de sécurité traité heat soak ou de verre thermodurci. Dans ce cas, au moins l'une des vitres thermiquement trempées doit être marquée durablement conformément à la norme de produit. Les marquages multiples sont possibles. Lors de la commande, il faut indiquer explicitement si un marquage est souhaité, à l'exception du marquage des produits thermiquement trempés.

Pour les utilisations dans des ascenseurs, le verre de sécurité feuilleté doit être marqué durablement conformément à EN 81-20. L'utilisation prévue ou la nécessité de marquage du vitrage doit être indiquée au plus tard lors de la commande.

Pour le verre de sécurité feuilleté avec des caractéristiques de protection pare-balles ou antidéflagrante, le marquage doit être conforme au système AVCP 1 (Assessment and Verification of Constancy of Performance).

2.4.10 Verre bombé

2.4.10.1 Domaine de validité [2]

Ce chapitre traite le verre thermiquement bombé pour l'utilisation dans l'enveloppe des bâtiments et dans l'aménagement de constructions (d'ouvrages).

Pour les applications spéciales, p. ex. dans la construction navale ou dans l'industrie de l'ameublement, il faut consulter l'associé UNIGLAS® concernant les produits envisageables, les tolérances, la qualité visuelle etc.

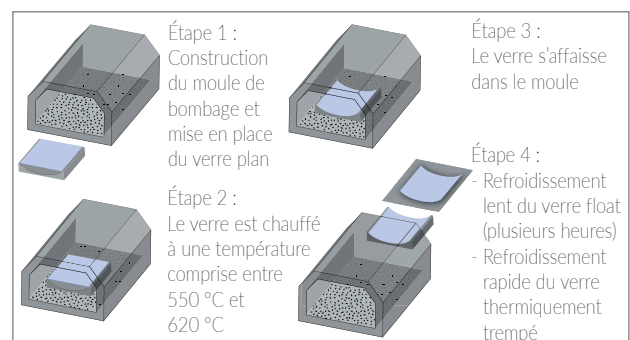
2.4.10.2 Fabrication et géométrie [2]

La faisabilité de la géométrie de bombage souhaitée avec la composition du verre choisie, éventuellement à couche, dépend du fabricant, et ainsi, des indications générales sur les rayons de courbure et les compositions du verre réalisables ne sont possibles que de manière restreinte. Mais en général, on peut affirmer que les géométries complexes, telles que les bombages sphériques, ne sont normalement possibles qu'avec du verre float.

Si du verre feuilleté ou verre de sécurité feuilleté bombé est requis, les vitres individuelles sont généralement posées ensemble sur le moule lors du processus de bombage. Ainsi, les tolérances des vitres individuelles sont généralement nettement plus faibles que pour le verre de sécurité feuilleté en verre thermiquement trempé bombé car dans ce cas, les vitres ne peuvent être fabriquées qu'individuellement.

Dans la fabrication de vitres bombées, on distingue généralement les vitrages légèrement bombés avec un rayon de courbure de plus de deux mètres et les vitres fortement bombées avec un rayon de courbure inférieur. De plus, on différencie le verre bombé selon un axe (cylindrique) et le verre bombé selon deux axes (sphérique). Le procédé de bombage thermique permet de réaliser des rayons de courbure très faibles. Les valeurs exactes dépendent du fabricant mais des rayons jusqu'à 100 mm sont réalisables pour une épaisseur du verre de 10 mm jusqu'à environ 300 mm.

Fig. 24 : Étapes de fabrication principales



2.4.10.3 Règlements sur les constructions

Le verre thermiquement bombé est un produit non réglementé dans les réglementations régionales en matière de construction. C'est pourquoi chaque fabricant doit apporter un justificatif d'utilisation, p. ex. sous forme d'ETA (European Technical Assessment - évaluation technique européenne). Si une ETA ou un agrément technique général ne peut pas être présenté, il est nécessaire en Allemagne de demander une autorisation au cas par cas auprès de l'autorité suprême de supervision des constructions du Land concerné ou auprès d'un service autorisé éventuellement par cette autorité. En dehors de l'Allemagne, il faut respecter les exigences divergentes du pays spécifique.

Le verre bombé n'est pas réglé dans la série de normes sur les règles de calcul et de la construction relatives au verre DIN 18008-1 à 6 et ÖNORM B 3716-1 à 5 et 7. Ces normes ne fournissent donc que des principes pour la construction et le dimensionnement de verre bombé.

Les caractéristiques essentielles des produits, telles que les valeurs caractéristiques de contrainte de flexion figurent dans l'ETA ou dans l'agrément technique général. Les valeurs de contrainte indiquées dans les normes DIN 18008 et ÖNORM B 3716 ne s'appliquent pas au verre bombé. De même, les preuves de conformité réduites (valeurs figurant dans les tableaux) pour le verre bombé avec fonction de protection anti-chute ne s'appliquent pas.

En ce qui concerne le vitrage isolant préfabriqué scellé bombé, il faut noter que la norme de produit EN 1279-1 pour le vitrage isolant préfabriqué scellé inclut le verre bombé avec des rayons > 1 000 mm. Pour le vitrage isolant préfabriqué scellé bombé avec des rayons de courbure inférieurs, il faut apporter des justificatifs d'utilisation supplémentaires du fabricant.

2.4.10.4 Physique du bâtiment [2]

2.4.10.4.1 Généralités

La directive sur la performance énergétique des bâtiments (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) établit des règles pour diminuer la consommation d'énergie des bâtiments et promouvoir l'utilisation d'énergies renouvelables. Au niveau européen, la directive EPBD fixe des exigences minimales à cette fin qui peuvent être modifiées ou adaptées en conséquence dans les différents États membres. Cela signifie entre autres que le besoin en énergie primaire autorisé d'un bâtiment et les pertes de chaleur maximales par transmission via l'enveloppe des bâtiments doivent satisfaire à certaines exigences. Le décret pour l'économie de l'énergie (EnEV), qui représente la mise en œuvre nationale de la directive de l'UE en Allemagne, prévoit notamment des exigences

en matière d'isolation thermique et de protection thermique estivale pour les fenêtres et façades.

2.4.10.4.2 Isolation thermique et protection solaire

Les exigences indiquées doivent être satisfaites aussi bien par les vitrages plans que par les vitrages bombés. Des couches d'isolation thermique et de protection solaire peuvent éventuellement être utilisées à cette fin. Outre les exigences fonctionnelles, les exigences esthétiques (p. ex. réflexion du verre à couche, coloration par la couche ou encore le substrat de verre) sont également importantes, en particulier pour les couches de protection solaire.

Pour déterminer les caractéristiques optiques, il faut travailler dès le départ avec des modèles de taille réelle, en particulier pour les constructions de grandes dimensions, pour pouvoir convenir avec le fabricant de la qualité optique attendue. Le produit peut cependant aussi être défini au début avec un échantillon ou modèle de présentation dont les dimensions sont en règle générale de 200 x 300 mm.

Les possibilités de revêtement doivent être clarifiées avec le fabricant du verre bombé pour le cas individuel en fonction de la géométrie, de la composition du verre, de la taille etc. Une détermination globale des coefficients U_g , facteurs solaires g etc. réalisables n'est pas possible en raison du grand nombre des paramètres susmentionnés. Les coefficients U_g ainsi que les valeurs caractéristiques lumineuses et radiométriques sont indiqués en règle générale pour des vitrages plans présentant une composition du verre identique. La détermination se fait conformément à EN 673 et à EN 410.

2.4.10.4.3 Insonorisation

La mesure de l'isolation au bruit aérien se fait conformément à EN ISO 10140-2 et la détermination de l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré conformément à EN ISO 717-1. La mesure est réalisée sur des vitrages plans d'une taille de 1 230 mm x 1 480 mm.

La transposition aux vitrages bombés n'est possible qu'à certaines conditions, car la surface réfléchissante est plus grande qu'avec des vitres planes de dimensions comparables. Une vérification auprès d'un institut de contrôle accrédité est recommandée.

2.4.10.5 Qualité visuelle [2]

En règle générale, les normes de produit pour les verres de base et les définitions complémentaires dans ces directives s'appliquent aussi au verre bombé. Par ailleurs, des pénétrations, des défauts particuliers sur le revêtement et des empreintes surfaciques sont admissibles pour le verre bombé.

Contrairement aux indications contraires dans les normes relatives aux verres de base, le verre bombé doit être évalué à la lumière du jour diffuse (comme p. ex. ciel couvert), sans rayonnement direct du soleil, ni éclairage artificiel, à une distance d'au moins 3 m de l'intérieur vers l'extérieur avec un angle d'observation qui correspond à l'utilisation habituelle du local.

La transparence et l'effet de couleur sont influencés par le bombage du verre car la réflexion de verres bombés est différente de celle du verre plan en raison des principes optiques. Le comportement de réflexion est influencé par les critères suivants :

- la réflexion du verre de base,
- le revêtement,
- le rayon de courbure,
- l'angle de bombage (p. ex. plus de 90°),
- les transitions tangentielles (cf. fig. 31) ainsi que
- l'épaisseur du verre.

La fabrication de modèles est recommandée pour obtenir une première impression de la qualité optique et de l'effet visuel.

2.4.10.6 Tolérances [2]

Les tolérances indiquées dans le tableau 28 s'appliquent au verre bombé cylindrique jusqu'à une longueur du bord maximale de 4 000 mm et un angle de bombage maximal de 90°.

Pour des dimensions plus grandes ou un angle de bombage supérieur, il faut consulter l'associé UNIGLAS®. Les tolérances indiquées s'appliquent à tous types de façonnage des bords. La qualité de façonnage des bords requiert au minimum des arêtes abattues. Tous les autres types de façonnage des bords doivent être convenus par écrit avant la passation de la commande.

Pour les applications spéciales, telles que dans la construction navale comme verre pour bateau ou dans l'industrie de l'ameublement, les tolérances doivent être convenues à part avec l'associé UNIGLAS®.

Toutes les tolérances indiquées se réfèrent aux bords du verre.

Tab. 28 : Tolérances pour le verre bombé cylindrique

	Épaisseur du verre T [mm]	Verre float	Verre de sécurité trempé	Verre feuilleté / Verre de sécurité feuilleté*	Double vitrage isolant préfabriqué scellé
Arc (A) / longueur (L) ≤ 2 000 mm	T ≤ 12	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm	± 2 mm
	12 < T	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm
2 000 mm < arc (A) / longueur (L)	T ≤ 12	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm	± 3 mm
	12 < T	± 4 mm	± 4 mm	± 4 mm	± 4 mm
Précision de la forme (PC)**	-	± 3 mm / m 4 ≤ valeur absolue < 2		± 3 mm / m 5 ≤ valeur absolue < 2	
Rectitude des bords droits (RB)	T ≤ 12	± 2 mm / m	± 2 mm / m	± 2 mm / m	± 2 mm / m
	12 < T	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m
Torsion (V) ***	-	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m	± 3 mm / m
Décalage (d) **** - surface ≤ 5 m ²	-	-	-	± 2 mm	± 3 mm
Décalage (d) **** - surface > 5 m ²	-	-	-	± 3 mm	± 4 mm
Position des trous	-	-	EN 12150	EN 12150	-
Tolérance sur l'épaisseur du verre	-	EN 572	EN 572	-	-

* Pour le verre feuilleté / verre de sécurité feuilleté, l'épaisseur du verre T correspond au total des épaisseurs des verres individuels sans couche intercalaire. Les tolérances s'appliquent au verre feuilleté / verre de sécurité feuilleté en verre float, verre de sécurité trempé ou verre thermodurci

** Sur le verre bombé, il faut toujours prendre en compte les transitions tangentielles ainsi que le cintrage des bords de développement.

*** Par rapport aux bords les plus longs de l'unité de vitrage

**** Par rapport au bord droit et au bord de développement : l'indication s'applique à tous types de façonnage des bords. Le décalage pour le perçage de trous sur le verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté dépend de cette tolérance.

Déformation localisée :

Les indications figurant dans les normes de produit pour le verre de sécurité trempé et le verre therm Durci plans ne peuvent pas s'appliquer au verre bombé de manière générique car elles dépendent entre autres de la taille du verre, de la géométrie ainsi que de l'épaisseur du verre. Ces tolérances doivent être convenues avec l'associé UNIGLAS® pour le cas individuel.

Précision de la forme (PC)

La précision de la forme désigne la précision sur le contour d'un bombage. Tous les bords du contour soit décalés de 3 mm vers l'intérieur / l'extérieur. Le contour de bombage ne doit pas différer d'une valeur supérieure à cette cote du contour théorique (cf. fig 25). Lors de l'examen de la précision de la forme, il est possible d'utiliser une valeur moyenne du verre au sein de ce contour théorique.

Fig. 25 : Représentation schématique de la précision de la forme

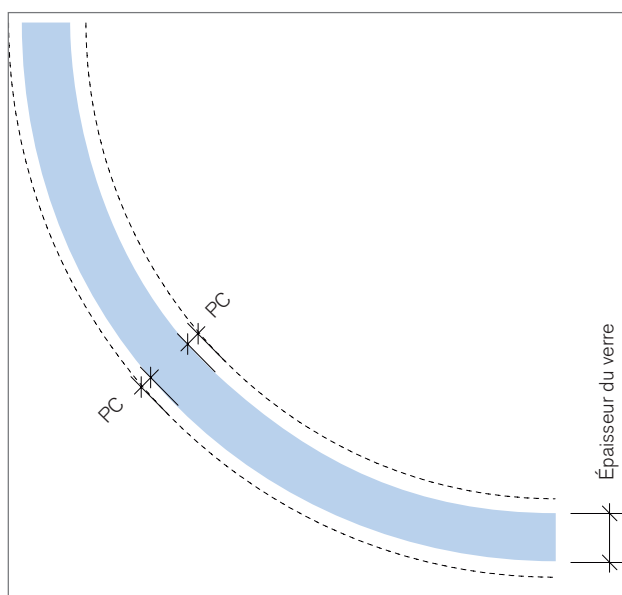
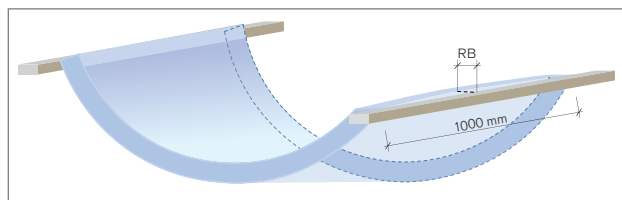


Fig. 26 : Rectitude des bords droits (RB)



Torsion (V)

La torsion désigne la précision du parallélisme des bords droits à l'état bombé. La torsion du verre bombé ne doit pas dépasser ± 3 mm max. par m (bord droit)(cf. fig. 27). À cet effet, le verre doit être posé avec les bords droits sur une surface plane puis contrôlé (position convexe ou N).

Fig. 27 : Représentation schématique de la torsion (V)

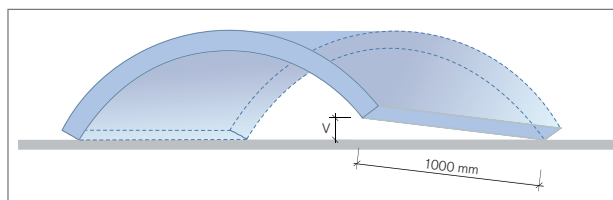


Fig. 28 : Décalage (d) pour le verre feuilleté bombé et verre de sécurité feuilleté bombé

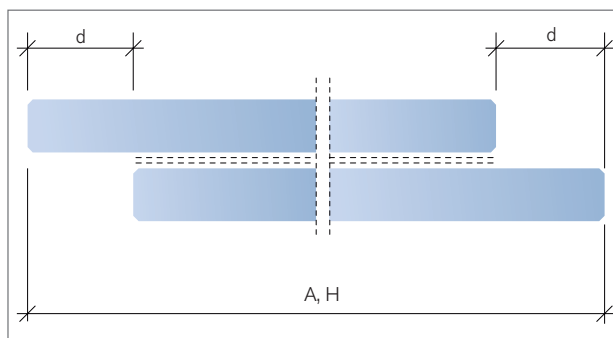
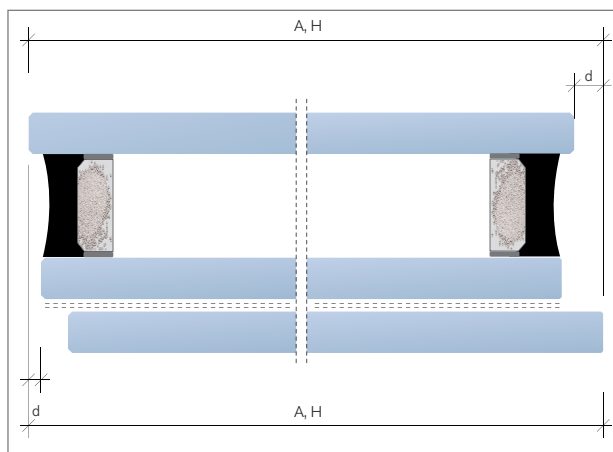
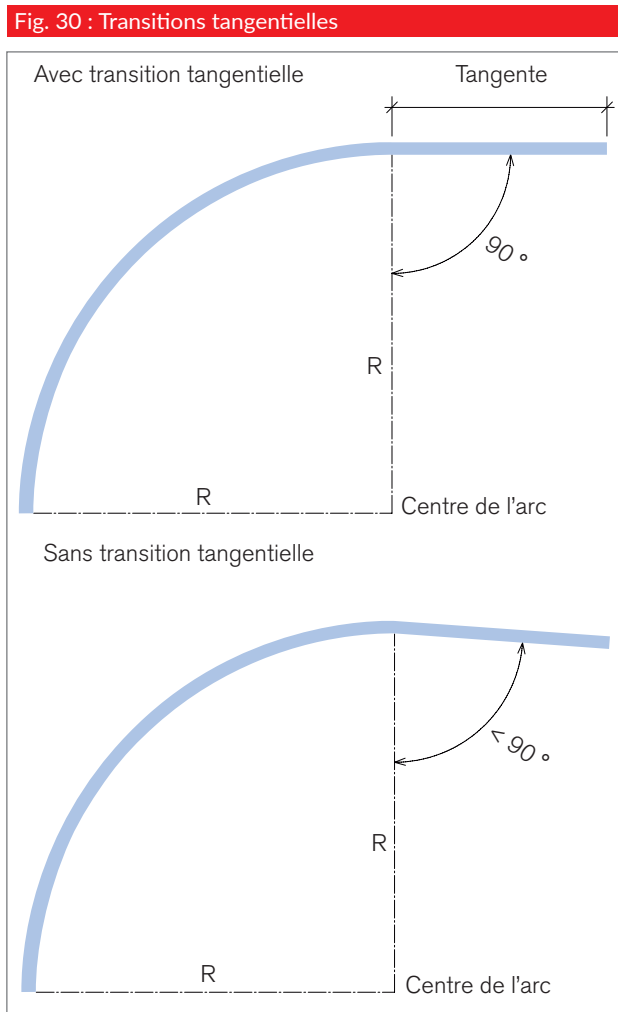


Fig. 29 : Décalage (d) pour le vitrage isolant préfabriqué scellé



Transitions tangentielles

Une tangente est une droite qui entre en contact avec une courbe donnée à un point précis. La tangente est perpendiculaire au rayon correspondant. Sans transition tangentielle, le verre est plié ! Cela est techniquement possible, mais n'est pas recommandé. En effet, les tolérances au point d'inflexion sont supérieures à celles à une transition tangentielle.



2.4.11 Vitrage isolant préfabriqué scellé (MIG)

En cas de commande, les coefficients de transmission thermique U_g et les valeurs caractéristiques lumineuses et radiométriques sont calculés de manière individuelle par l'associé UNIGLAS® conformément aux normes applicables EN 673 et EN 410, à l'aide du programme d'ordinateur UNIGLAS® | SLT, validé par ift Rosenheim. Un vitrage vertical est supposé, sauf indication contraire.

Pour obtenir un aspect optique parfait, la contre-vitre du vitrage isolant avec protection solaire devrait être plus fine que la vitre avec protection solaire. Le verre armé, le verre imprimé armé ainsi que le verre à glace armé ne peuvent pas être utilisés comme vitre intérieure derrière une vitre avec protection solaire.

2.4.11.1 Joint périphérique

La réalisation du joint périphérique correspond aux spécifications du système de la société UNIGLAS GmbH & Co. KG.

2.4.11.2 Tolérance d'épaisseur dans la zone périphérique de l'unité

L'épaisseur réelle doit être mesurée dans chaque angle et à proximité des centres des bords entre les surfaces extérieures du verre. Les valeurs de mesure doivent être déterminées avec une précision de 0,1 mm. Les valeurs d'épaisseur mesurées ne doivent pas différer de l'épaisseur nominale indiquée par le fabricant du vitrage isolant préfabriqué scellé au-delà des tolérances indiquées dans le tableau 29. Des tolérances d'épaisseur plus faibles que celles indiquées dans le tableau 29 doivent être convenues individuellement.

Tab. 29 : Tolérances d'épaisseur des vitrages isolants préfabriqués scellés [source : EN 1279-1:2018-10]

	Produit de verre	Tolérances d'épaisseur admissibles de l'élément*
Double vitrage isolant	tous les vitres en verre float recuit	$\pm 1,0$ mm
	au moins une vitre n'est pas en verre feuilleté, verre structuré ou n'est pas du verre recuit	$\pm 1,5$ mm
Triple vitrage isolant	tous les vitres en verre float recuit	$\pm 1,4$ mm
	au moins une vitre n'est pas en verre feuilleté, verre structuré ou n'est pas du verre recuit	$+ 2,8 / - 1,4$ mm

*) Lorsque le verre recuit ou le verre trempé comporte un élément d'une épaisseur nominale de plus de 12 mm, ou présente une épaisseur nominale de 20 mm dans le cas du verre feuilleté, les tolérances doivent être convenues avec l'associé UNIGLAS®.

2.4.11.3 Tolérance de dimensions / décalage

Le tableau 30 indique les tolérances de dimensions pour l'élément de vitrage isolant.

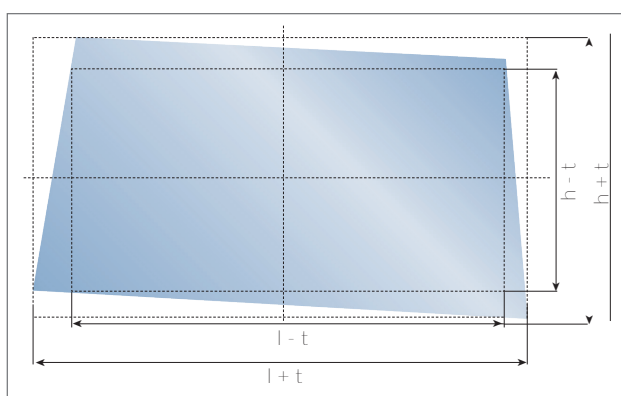
Tab. 30 : Tolérances de largeur et de hauteur pour le vitrage isolant préfabriqué scellé (d_n = épaisseur nominale du vitrage isolant)

Double / triple vitrage isolant préfabriqué scellé	Tolérances pour la largeur (l) ou la hauteur (h) [mm]
toutes les vitres individuelles $d_n \leq 6$ mm ainsi que (l et h) $\leq 2\ 000$ mm	$\pm 2,0$
$d_n = 6$ mm < la vitre individuelle la plus épaisse $\leq d_n = 12$ mm ou $2\ 000$ mm < (l ou h) $\leq 3\ 500$ mm	$\pm 3,0$

Double / triple vitrage isolant préfabriqué scellé	Tolérances pour la largeur [l] ou la hauteur (h) [mm]
$d_n = 6 \text{ mm} < \text{la vitre individuelle la plus épaisse}$ $\leq d_n = 12 \text{ mm}$ et $3\,500 \text{ mm} < (l \text{ ou } h) \leq 5\,000 \text{ mm}$	$\pm 4,0$
$d_n = 12 \text{ mm} < \text{la vitre individuelle la plus épaisse ou}$ $5\,000 \text{ mm} < (l \text{ ou } h)$	$\pm 5,0$

La valeur de décalage possible pour l'assemblage du vitrage isolant ressort du tableau 31 en association avec la fig. 31. Pour le vitrage isolant préfabriqué scellé bombé, les tolérances ainsi que le décalage figurent dans le tableau 28.

Fig. 31 : Dimensions limites de vitres rectangulaires



Tab. 31 : Décalage maximal du vitrage isolant préfabriqué scellé
(d_n : épaisseur nominale du vitrage isolant)

Double / triple vitrage isolant préfabriqué scellé	Décalage [mm]
toutes les vitres individuelles $d_n \leq 6 \text{ mm}$ ainsi que (l et h) $\leq 2\,000 \text{ mm}$	$\leq 2,0$
$d_n = 6 \text{ mm} < \text{la vitre individuelle la plus épaisse}$ $\leq d_n = 12 \text{ mm}$ ou $2\,000 \text{ mm} < (l \text{ ou } h) \leq 3\,500 \text{ mm}$	$\leq 3,0$
$d_n = 6 \text{ mm} < \text{la vitre individuelle la plus épaisse}$ $\leq d_n = 12 \text{ mm}$ et $3\,500 \text{ mm} < (l \text{ ou } h) \leq 5\,000 \text{ mm}$	$\leq 4,0$
$d_n = 12 \text{ mm} < \text{la vitre individuelle la plus épaisse ou}$ $5\,000 \text{ mm} < (l \text{ ou } h)$	$\leq 5,0$

2.4.11.4 Verre thermiquement trempé avec revêtement à dimensions fixes dans le vitrage isolant préfabriqué scellé

Lors de combinaisons avec du verre thermiquement trempé (verre de sécurité trempé, verre de sécurité traité heat soak ou verre thermodurci) avec des revêtements appliqués ultérieurement à façon, la présence de résidus de revêtement sur le côté 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 disparaissent tout seuls avec le temps.

2.4.11.5 Qualité visuelle du vitrage isolant préfabriqué scellé

L'évaluation de la qualité visuelle se fait conformément à la fiche technique 006 « Directive d'évaluation de la qualité visuelle du verre pour la construction ». Cette directive va au-delà des exigences stipulées dans l'annexe F de la norme EN 1279-1:2018 et fait partie des directives de vitrage de UNIGLAS®.

2.4.11.6 Uniformité des couleurs

La perception individuelle des couleurs peut varier fortement. L'évaluation de la couleur d'une façade de l'extérieur dépend de nombreuses influences, telles que

- la lumière du jour (d'un ciel très nuageux jusqu'au soleil rayonnant),
- de la distance et de l'angle d'observation,
- du type et de la couleur des montants et traverses utilisés dans la façade,
- de l'écart entre deux vitres voisines,
- de la capacité de perception individuelle de l'observateur,
- de l'état des locaux intérieurs, ainsi, l'absence d'éclairage intérieur dans le bâtiment (arrière-plan sombre) peut renforcer la perception de différences de couleur, ou
- de l'environnement, tel que d'autres bâtiments ou des espaces verts qui se reflètent dans le verre.

Les réflexions de couleurs de façades en verre rendent souvent différentes teintes bien que les verres aient les mêmes couches fonctionnelles. Cet effet est renforcé lorsqu'on observe la façade sous différents angles. Les causes possibles de différences de couleur incluent aussi bien de légers écarts de couleur du substrat revêtu que de légers écarts d'épaisseur du revêtement. Vu la haute sensibilité de l'œil humain, de légères variations de l'épaisseur de revêtements très sélectifs peuvent provoquer la perception de différences de couleur. Une évaluation subjective de l'uniformité des couleurs de la façade n'est pas efficace. Ce chapitre décrit en détail la méthode normalisée applicable pour l'évaluation des couleurs de verre à couche sur place.

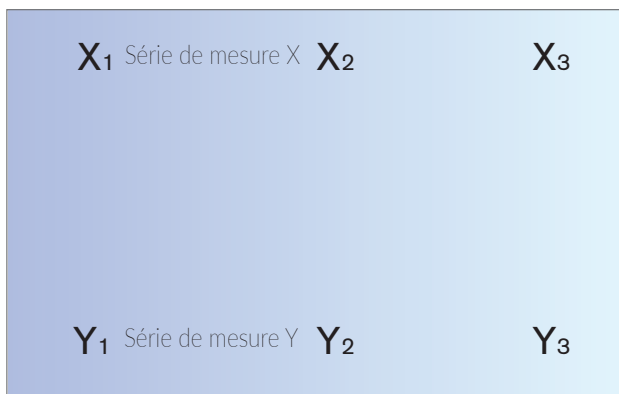
La norme ISO 11479-2 « Glass in building – Coated glass-Part 2: Colour of façade » décrit une méthode pour l'évaluation objective de la couleur de vitrage isolant à couche (EN 1096-1) et fixe en même temps des valeurs limites pour les différences de couleur admissibles. Elle permet de déterminer et de quantifier aussi bien des différences de couleur au

sein de la même vitre qu'entre deux vitres voisines de la même façade. Cette norme décrit des exigences spécifiques relatives au verre à couche en fonction de la transparence et de la réflexion de la lumière du verre. Par ailleurs, elle contient des indications sur l'influence des angles. La perception des couleurs à l'intérieur ou lors de l'observation par transparence ne fait pas partie de cette norme.

Toutes les valeurs mesurées se réfèrent au produit fini monté dans la façade et non aux composants individuels. Il faut uniquement comparer des produits identiques (p. ex. épaisseur du verre, type de verre, type de couche).

Au sein d'une même vitre, les paramètres de la luminosité L^* et de la localisation chromatique a^* et b^* selon le modèle chromatique CIE (Commission internationale de l'éclairage) doivent être déterminés avec un spectrophotomètre au laboratoire ou avec un colorimètre portatif adapté à l'emploi sur site selon les indications du fabricant. La sensibilité de ces appareils, qu'ils soient utilisés au laboratoire ou sur place, doit être comparable à celle de l'œil humain. Pour déterminer la luminosité et la localisation chromatique, L^* , a^* et b^* , sont mesurés en trois points au minimum, dans les zones où des différences de couleur représentatives sont perçues. (cf. fig. 32) Mais les points de mesure doivent être situés au moins à une distance de 150 mm du bord du verre étant donné que le cadre ou les montants et traverses peuvent influencer la mesure de la couleur du vitrage isolant.

Fig. 32 : Exemple de points de mesure



A partir des valeurs individuelles mesurées au sein de chaque série de mesure, il faut calculer les moyennes des paramètres L_m^* , a_m^* et b_m^* :

$$L_m^* = \sum_1^n \frac{(L_1 + L_2 + \dots + L_n)}{n} \quad a_m^* = \sum_1^n \frac{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)}{n} \quad b_m^* = \sum_1^n \frac{(b_1 + b_2 + \dots + b_n)}{n}$$

Les paramètres qui déterminent la différence de couleur ΔL^* , Δa^* et Δb^* résultent de la soustraction des moyennes respectives :

$$\Delta L = L_{mx}^* - L_{my}^* \quad \Delta a^* = a_{mx}^* - a_{my}^* \quad \Delta b^* = b_{mx}^* - b_{my}^*$$

La distance (ou différence) entre les couleurs ΔE^* doit être calculée selon la formule suivante :

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Pour déterminer les distances entre les couleurs de deux vitres voisines, les paramètres L^* , a^* et b^* doivent être mesurés comme décrit ci-dessus, devant un arrière-plan identique. Les paramètres doivent être déterminés en trois points au minimum le long d'une diagonale sur chaque vitre, selon fig. 33 a et b, et les moyennes doivent être comparées.

La vitre de référence peut être comparée à chacune des quatre vitres voisines (au-dessus, au-dessous, à gauche, à droite). Mais il faudrait uniquement comparer des vitres identiques, donc du même type de verre, de la même épaisseur du verre et avec le même revêtement. En raison de la couleur propre du verre ou des couches intercalaires du verre de sécurité feuilleté, des types de verre différents ou des épaisseurs différentes peuvent présenter des différences de couleur en dehors de la plage admissible.

Fig. 33a : Vitre X

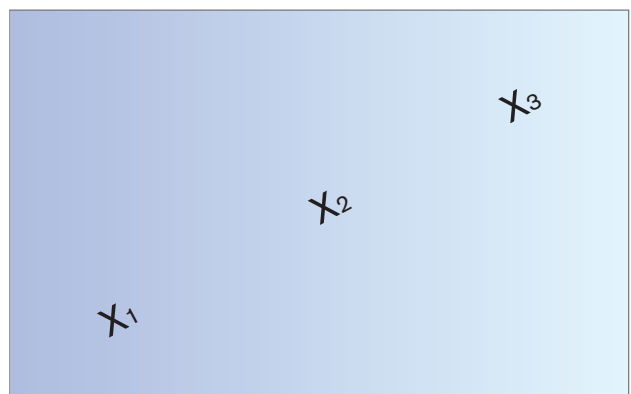
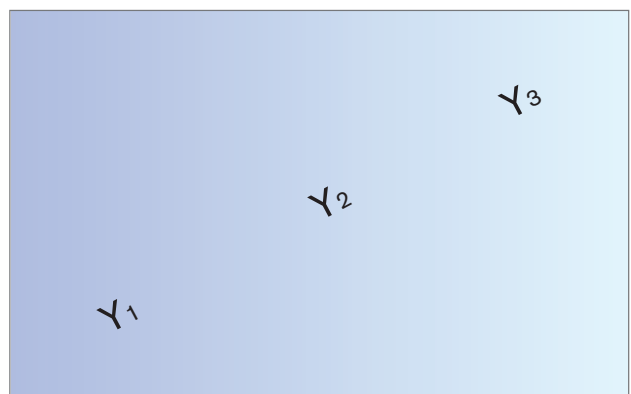


Fig. 33b : Vitre Y



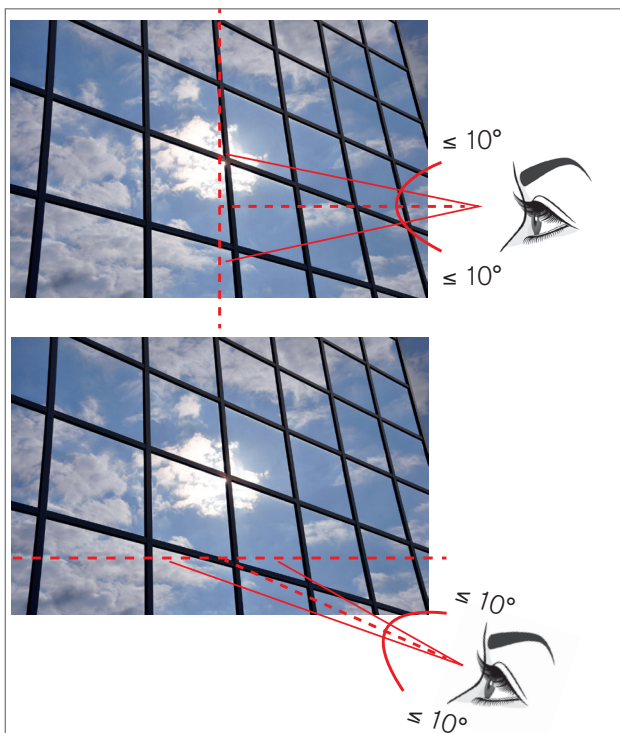
L'évaluation de l'admissibilité des tolérances de couleur mesurées est indiquée dans le tableau 32.

Tab. 32 : Différences de couleur admissibles

ΔL^*	$\leq 5,0$
Δa^*	$\leq 5,0$
Δb^*	$\leq 5,0$
ΔE^*	$\leq 6,0$

La couleur de vitrage antisolaire, notamment de verre très sélectif, varie selon l'angle d'observation. Ces écarts ne pourront être mesurés qu'au laboratoire sur de petits échantillons de vitre et ne devraient pas être déterminés au lieu de montage.

L'homogénéité de couleur d'une façade doit être évaluée à ciel couvert ce qui s'approche le plus de l'illuminant normalisé D65. Lors de l'observation visuelle, un angle de 10° au maximum ne doit pas être dépassé. (cf. fig. 35)

Fig. 34 : Limitation des angles d'observation pour l'évaluation de l'homogénéité de la couleur d'une façade


Pour garantir des conditions de mesure toujours identiques, les mesures devraient toujours être réalisées avec la même source de lumière ou à des conditions de lumière naturelle comparables et avec le même procédé d'éclairage. Des colorimètres portatifs courants sur le marché ne conviennent que pour la mesure de la couleur en réflexion sous un angle d'incidence défini. En revanche, les appareils de laboratoire sont capables de mesurer les caractéristiques des vitres en transmission et en réflexion sous différents angles d'incidence.

Une façade ne devrait être observée que dans des conditions représentatives pour « l'usage » du bâtiment. Sinon, ces facteurs doivent être pris en considération de manière adéquate pour l'évaluation. Ce n'est qu'ainsi qu'on pourra garantir l'utilité des résultats de mesure et des évaluations.

Les différences de couleur constatées lors d'une observation de l'intérieur ne sont pas considérées comme défaut. L'évaluation de différences de couleur en transmission n'est pas possible par une mesure sur site car il n'existe pas d'appareil de mesure approprié pour cela. La différence de couleur en transmission ne peut être évaluée que par une observation visuelle.

2.4.11.7 Vitrage isolant décalé et vitrage extérieur collé (VEC)

Pour le vitrage isolant préfabriqué scellé, les tolérances sur le décalage sont de $\pm 3,0$ mm pour un bord décalé jusqu'à 100 mm, sinon de $\pm 4,0$ mm.

Sur demande, le bord décalé peut être revêtu de silicone. Dans ce cas, la silicone est étalée manuellement à l'aide d'une spatule. De légères marbrures, traces ou impuretés sur le bord du verre ne peuvent pas être évitées lors de ce procédé. L'épaisseur de la couche de silicone peut varier au sein d'un même bord décalé. Par ailleurs, il peut y avoir des différences de teinte entre la silicone utilisée par le fabricant du vitrage isolant et la silicone utilisée lors des travaux de vitrage. Le noircissement d'un bord décalé avec de la silicone ne constitue donc pas une alternative à un émaillage optiquement parfait de la zone périphérique et du bord décalé.

Il faut observer que la surface enduite de silicone ne se prête généralement pas au collage pour l'utilisation comme vitrage extérieur collé (VEC). Dans tous les cas, le bord décalé doit être exempt de poussière, de saleté et de graisse avant d'effectuer d'autres opérations sur le vitrage isolant préfabriqué scellé. Le fabricant du vitrage ou de la façade doit prouver la compatibilité des différents composants qui sont directement ou indirectement en contact les uns avec les autres. La preuve d'un éventuel collage portant du bord décalé relève également de sa responsabilité. Il doit demander toutes les autorisations nécessaires à cet effet et faire établir des justificatifs d'utilisation. Puisque les associés UNIGLAS® utilisent des silicones différentes, le constructeur responsable doit se renseigner à temps sur le type des produits utilisés.

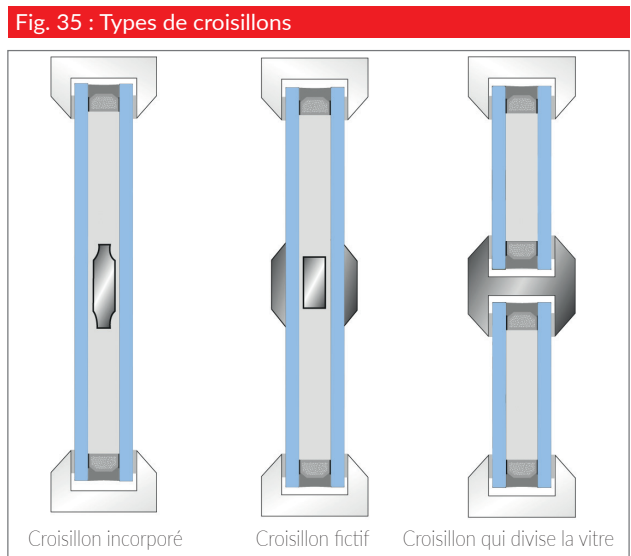
Les bords du verre non encadrés devraient du moins être à arêtes abattues, et rectifiés lisses ou polis dans la zone visible. La qualité des bords souhaitée doit être indiquée à la commande. Indépendamment de la qualité des bords commandée, les résidus de matériau d'étanchéité du processus de production ne peuvent pas être exclus à cent pour cent. Ils ne peuvent pas faire l'objet d'une réclamation.

Le vitrage isolant pour les VEC n'est pas un vitrage isolant préfabriqué scellé selon EN 1279-5. Ce système doit être évalué conformément à ETAG 002 (European Technical Approval Guideline - guides d'agrément technique européen). Le vitrage isolant pour les VEC doit être marqué conformément au système AVCP 1 (Assessment and Verification of Constancy of Performance - procédure d'évaluation de la performance et de vérification de sa constance). Cela veut dire que la conformité de ces vitrages isolants particuliers correspond au niveau AoC 1 (Attestation of Conformity), vérifié par un organisme de contrôle agréé. Étant donné que le collage portant doit être vérifié par un organisme de contrôle externe, l'associé UNIGLAS® doit recevoir la demande de ces prestations suffisamment tôt.

Les associés UNIGLAS® offrent différents systèmes d'enclenchement pour le joint périphérique de vitrages extérieurs collés en plastique ou en aluminium, ainsi que des systèmes de sécurité supplémentaires (support de retenue). En partie, il existe déjà des ETA pour ces systèmes. Il est recommandé de s'informer sur les possibilités auprès de l'associé UNIGLAS® concerné dès la phase d'étude.

2.4.11.8 Croisillons dans l'espace intermédiaire du verre [3]

Pour des raisons décoratives et pour conserver le style ancien, le vitrage isolant préfabriqué scellé peut être fabriqué avec des croisillons dans l'espace intermédiaire du verre. Avec les croisillons incorporés, on conserve la surface lisse du verre ce qui permet un nettoyage aisé des fenêtres.



Dans le cas des croisillons fictifs, les croisillons sont doublés de véritables petits bois côté intérieur et côté extérieur du verre pour donner l'impression d'une fenêtre à petits carreaux.

Les croisillons qui divisent la vitre ont un effet négatif sur le bilan énergétique de la fenêtre par comparaison avec les croisillons dans l'espace intermédiaire du verre (croisillons fictifs et incorporés). Les croisillons qui divisent la vitre ne sont pas traités ici.

Les croisillons pour une conception individuelle des fenêtres sont proposés en différents matériaux, différentes largeurs, différentes géométries et différentes finitions. Les caractéristiques spécifiques des fenêtres avec croisillons fictifs et incorporés dans l'espace intermédiaire du verre sont indiquées ci-dessous.

2.4.11.8.1 Critères d'évaluation des croisillons dans l'espace intermédiaire du verre

En général, il faut partir d'un angle d'observation de 90° qui correspond à l'usage normal du local. En règle générale, l'observation se fait comme pour l'évaluation de vitrage isolant. Les défauts ne doivent pas être marqués et les croisillons ne doivent pas être exposés directement aux rayons du soleil ou à un éclairage artificiel. Le contrôle est effectué à la lumière du jour diffuse (comme p. ex. ciel couvert), sans rayonnement direct du soleil, ni éclairage artificiel. Les vitrages à l'intérieur des locaux (vitrages intérieurs) doivent être contrôlés sous un éclairage normal (diffus), prévu pour l'utilisation des locaux, sous un angle d'observation de préférence perpendiculaire à la surface.

L'évaluation doit se faire par une observation dégagée devant un arrière-plan neutre. L'impression générale de la fenêtre est déterminante.

2.4.11.8.2 Tolérances de couleur des croisillons

La finition des croisillons est réalisée selon des normes déterminées, p. ex. RAL pour la couleur. La précision de la teinte, évaluée visuellement, dépend de nombreux paramètres réglementés dans ces normes.

NB :

Les écarts de teinte apparaissant au fil du temps ne sont pas réglementés par cette directive puisqu'ils dépendent du lieu d'installation (p. ex. rayonnement UV).

- Des fissures dues à l'action physique de la chaleur sur les surfaces anodisées sont autorisées,
- Des modifications de la surface du côté fin des croisillons dans l'espace intermédiaire du verre sont autorisées.

La couleur propre et le revêtement du verre peuvent influencer sur l'effet de la couleur de la surface des croisillons !

2.4.11.8.3 Réalisation

■ Liaisons

Des liaisons formant une fente par rapport au cadre de l'intercalaire représentent l'état de la technique pour certains systèmes d'intercalaires et sont donc autorisés.

Fixation du croisillon au cadre de l'intercalaire :

Distance max. entre centre du croisillon et centre de l'intercalaire (x) ± 1 mm. (cf. fig. 36)

Fig. 36 : Position du croisillon

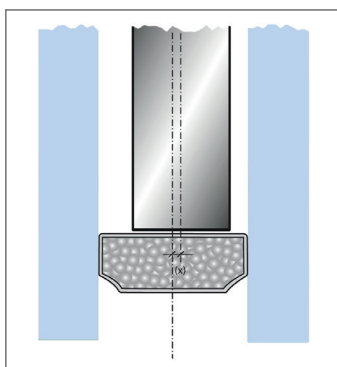
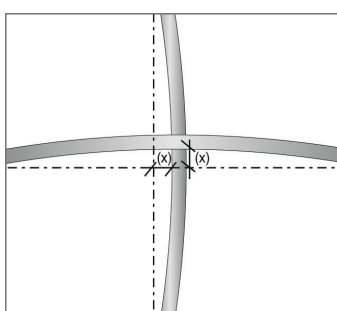


Fig. 37 : Parallélisme



L'espace intermédiaire du verre doit être nettement plus grand que l'épaisseur des croisillons. Les influences climatiques ainsi que les secousses ou les oscillations provoquées manuellement ou mécaniquement peuvent entraîner des bruits de claquement temporaires au niveau des fenêtres à croisillons.

■ Parallélisme et tolérance de position du croisillon par rapport à l'intercalaire : (fig. 36 et 37)

L'écart autorisé (x) par rapport à la position théorique (fig. 36 et 37) est de ± 2 mm par mètre de longueur du croisillon à l'état de livraison du vitrage isolant, mais au minimum ± 1 mm, indépendamment de la longueur du croisillon.

Les tolérances indiquées s'appliquent sans prise en considération des tolérances de fabrication et de montage du vitrage isolant ainsi que de l'impression générale de la fenêtre. Pour le triple vitrage isolant, il est recommandé de limiter les croisillons incorporés à l'espace intermédiaire extérieur du verre.

■ Climat et influence de la température

Les conséquences résultant de variations de longueur des croisillons dans l'espace intermédiaire du verre, dues à la température, ne peuvent généralement pas être évitées. Pour cette raison, la longueur des croisillons doit être limitée comme décrit au chapitre 2.4.11.8.4. Les tolérances indiquées ci-dessus ne s'appliquent qu'à température ambiante.

2.4.11.8.4 Longueur maximale de croisillons dans l'espace intermédiaire du verre

Le coefficient de dilatation linéaire des croisillons en plastique ou en aluminium est plus élevé que le coefficient de dilatation linéaire du verre. Pour empêcher une différence des dilatations linéaires et une flèche (due au poids propre) de plus de 2 mm, la longueur des croisillons devrait être limitée à 1 600 mm au maximum dans le sens vertical et horizontal.

En cas de montage horizontal sans support par des croisillons supplémentaires en croix, les portées maximales selon le tableau 33 ne devraient pas être dépassées. Ce tableau s'applique aussi bien aux croisillons fictifs qu'aux croisillons incorporés.

Tab. 33 : Portées maximales

Épaisseur du croisillon [mm]	Longueur maximale [mm]
$h \leq 10$	800
$11 < h \leq 20$	1.100
$21 < h \leq 30$	1.200
$31 < h \leq 40$	1.300
$41 < h \leq 50$	1.500

2.4.11.9 Systèmes dans l'espace intermédiaire du verre [4]

Cette directive concerne l'évaluation de la qualité visuelle des systèmes mobiles et fixes montés dans l'espace intermédiaire, tels que stores vénitiens, toiles, stores à guidage de lumière, stores plissés, etc. avec toutes les pièces visibles. L'évaluation du vitrage isolant préfabriqué scellé et des verres de base utilisés est réalisée conformément aux normes de produit et aux compléments de ces directives.

L'évaluation de la qualité visuelle des systèmes montés est réalisée conformément aux principes et critères de contrôle suivants, tels que l'angle d'observation, les surfaces observées, les défauts admissibles et particularités des différents systèmes. C'est la surface côté intérieur qui reste visible après le montage des systèmes intégrés qui est évaluée.

Cette directive sert à l'évaluation d'un élément individuel. Le fonctionnement synchrone de plusieurs éléments pilotés dépend du système utilisé et n'est pas l'objet de la directive. Cette exigence doit être convenue à part avec l'associé UNIGLAS®.

Autres directives et normes :

- DIN 18073 « Volets roulants, systèmes de protection solaire et d'obscurcissement dans le bâtiment »
- EN 13120 « Stores intérieurs – Exigences de performances, y compris la sécurité »

2.4.11.9.1 Principes de contrôle

- Les bruits lors de l'ouverture et du basculement des fenêtres ainsi que lors des mouvements des stores sont dus à la technique utilisée et ne constituent pas de défaut.
- Les critères d'évaluation s'appliquent uniquement aux installations parfaitement de niveau et d'aplomb et sont décrits dans les conditions de contrôle applicables.

2.4.11.9.2 Stores vénitiens

Le contrôle des stores vénitiens porte essentiellement sur les surfaces visibles des lamelles, le profilé supérieur, le profilé inférieur ou terminal, la position des lamelles en position finale supérieure et inférieure (pas de surfaces partielles comme les stores fermés à moitié). Pour les systèmes suspendus latéralement (p. ex. par des cordons tendeurs), les profilés des lamelles sont évalués en examinant leur surface et les fixations latérales.

2.4.11.9.3 Systèmes en toile – Stores plissés

Pour les stores en toile et plissés, les surfaces et leur aspect ainsi que les pièces individuelles doivent être évalués en position finale supérieure et inférieure.

2.4.11.9.4 Critères de contrôle

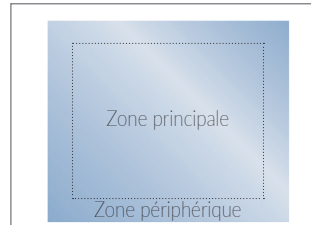
Les stores doivent être observés à une distance d'environ 2 m et selon un plan perpendiculaire, sous un angle d'approximativement 90°. Les zones observées ne doivent pas être marquées et la toile ou les lamelles ne doivent pas être exposées directement aux rayons du soleil ou à un éclairage artificiel. Le contrôle est effectué à la lumière du jour diffuse. Les vitrages avec des stores dans l'espace intermédiaire du verre à l'intérieur d'un bâtiment (vitrages intérieurs) doivent être contrôlés sous un éclairage normal (diffus), prévu pour l'usage des locaux. Les conditions de contrôle s'appliquent aux positions finales supérieure et inférieure. Un système fermé partiellement ne peut pas être évalué car il n'exerce pas de fonction dans le sens des exigences de protection solaire, visuelle et anti-éblouissement.

Les conditions de contrôle et les distances d'observation prescrites dans les normes de produit pour les vitrages concernés peuvent diverger et ne sont pas prises en compte pour les vitrages avec des systèmes dans l'espace intermédiaire du verre. Les conditions de contrôle décrites dans ces normes de produit ne peuvent souvent pas être respectées au niveau de l'ouvrage.

2.4.11.9.5 Surfaces observées

La surface à évaluer est divisée selon la fig. 38 en :

Fig. 38 : Surface observée non recouverte

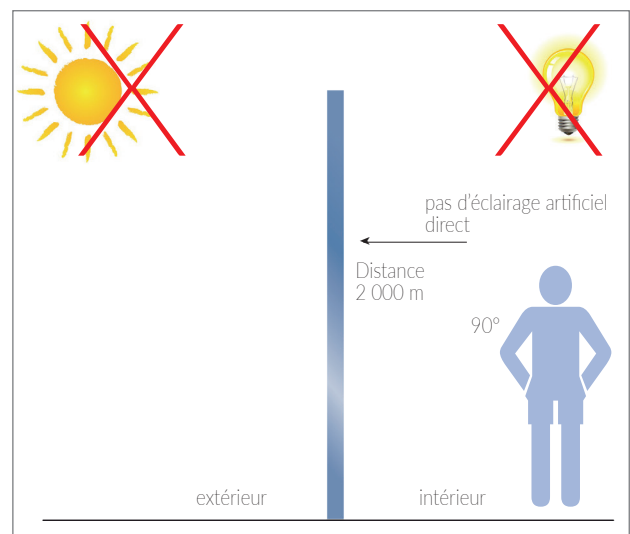


- Zone périphérique = 50 mm de la périphérie de la surface visible jusqu'à la surface recouverte de la largeur et de la hauteur respectives (évaluation moins rigoureuse) et

- Zone principale = surface visible depuis le centre de la surface jusqu'à la zone périphérique (évaluation rigoureuse).

- L'évaluation du joint périphérique est réalisée conformément aux directives d'évaluation de la qualité visuelle dans la construction (cf. Directives de vitrage). Ce chapitre concerne uniquement l'observation du système intégré.

Fig. 39 :



2.4.11.9.6 Défauts admissibles sur les stores vénitiens

2.4.11.9.6.1 Écarts visibles au niveau des surfaces

En raison du mouvement des lamelles lors de leur orientation, relevage et descente, une usure au niveau des guides, câbles tendeurs, cordons et rubans, etc. ne peut pas être exclue. L'évaluation de tels résidus d'usure est effectuée conformément aux tableaux 34 à 36 et à la fig. 40.

Les points, inclusions, taches, défauts de revêtement, etc. sont évalués comme suit :

Sont admissibles dans la :

Zone périphérique : max. 4 défauts de $\varnothing \leq 3 \text{ mm/m}^2$
 Zone principale : max. 2 défauts de $\varnothing \leq 2 \text{ mm/m}^2$

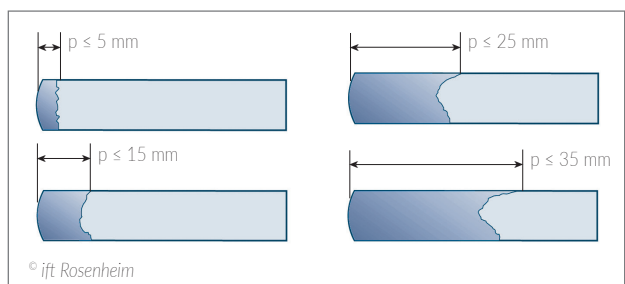
Les rayures dans la zone principale et périphérique, les micro-rayures à peine visibles, sans accumulation, sont autorisées si la somme de leurs longueurs individuelles ne dépasse pas 30 mm.

La longueur maximale d'une rayure est de 15 mm.

Tab. 34 : Critères d'évaluation

Critère d'évaluation	Évaluation
Traces d'usure dans l'espace intermédiaire du verre admissibles dans certaines limites	selon tab. 35
Résidus admissibles dans certaines limites, p. ex. du butyle sur les lamelles	selon tab. 35

Fig. 40 : Exemples



Tab. 35 : Résidus sur les lamelles

Couleur des lamelles Couleur de la saleté	Contraste
	0 - 20 %
	20 - 40 %
	40 - 60 %
	60 - 80 %
	80 - 100 %

© ift Rosenheim

Tab. 36 : Profondeur de la partie avec des résidus

Profondeur de la partie avec des résidus	Contraste				
	0 - 20 %	20 - 40 %	40 - 60 %	60 - 80 %	100 %
t ≤ 5 mm	accepté	accepté	accepté	accepté	accepté
t ≤ 15 mm	accepté	accepté	accepté	accepté	non
t ≤ 25 mm	accepté	accepté	accepté	non	non
t ≤ 35 mm	accepté	accepté	non	non	non
t > 35 mm	non	non	non	non	non

2.4.11.9.6.2 Décalage admissible des lamelles

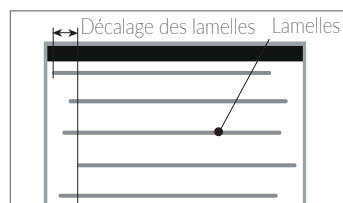
Le décalage des lamelles est évalué d'après les deux lamelles les plus décalées l'une par rapport à l'autre dans une vitre.

Le décalage des lamelles n'est évalué que pour les stores en une partie, cette limitation ne s'applique pas aux stores divisés (deux stores dans une vitre).

Tab. 37 : Décalage admissible des lamelles

de	Largeur de la vitre à	Décalage maximale des lamelles
0 mm	1.000 mm	6 mm
1001 mm	2.000 mm	8 mm
2001 mm		10 mm

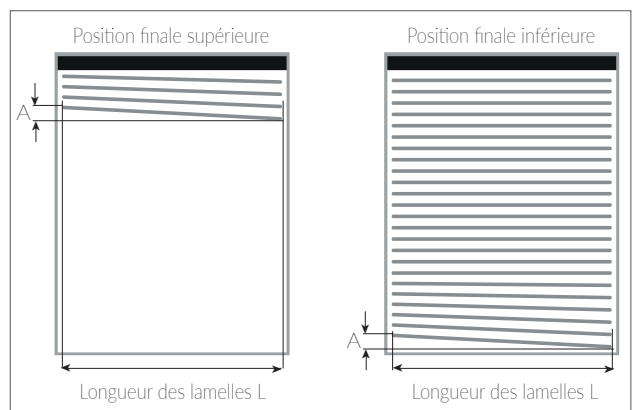
Fig. 41 : Décalage des lamelles



2.4.11.9.6.3 Défaut de perpendicularité / suspension de travers

Le défaut de perpendicularité maximal admissible A en position finale supérieure et inférieure est de 6 mm par mètre de longueur de lamelle L, mais ne doit pas dépasser 15 mm au total. (cf. fig. 42)

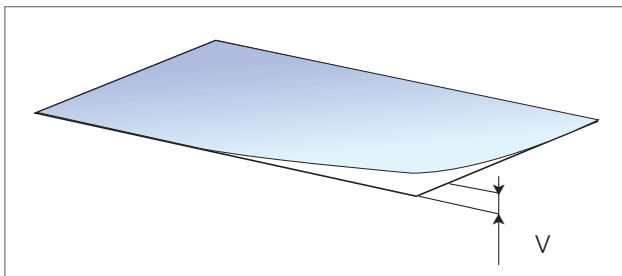
Fig. 42 :



2.4.11.9.6.4 Écart de forme admissible

Les écarts de forme admissibles doivent être évalués conformément à EN 13120. La torsion et la déformation admissibles ressortent du tableau 38 et de la fig. 43.

Fig. 43 : Torsion/Déformation

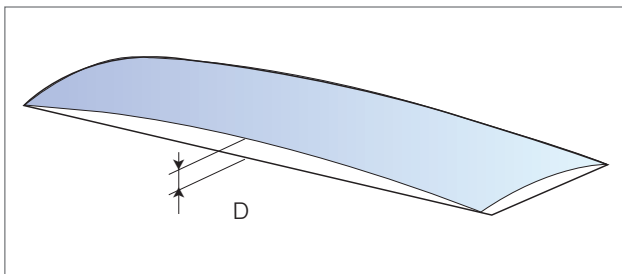


Tab. 38 : Torsion / Déformation

Torsion / Déformation (EN 13120)	
Déviat ion angulaire V entre l'une et l'autre extrémité de la lamelle (cf. fig. 43)	2 mm/m
Déformation locale	admissible au niveau du poinçonnage

L'évaluation de la flexion ou courbure D des lamelles est réalisée sur le store fermé pour éliminer l'influence du poids des différentes lamelles sur la flexion ou courbure. Les défauts admissibles sont indiqués dans le tableau 39 et la fig. 44. La flexion ou courbure D admissible de la barre de charge est de 4 mm, indépendamment de sa longueur.

Fig. 44 : Flexion/Courbure

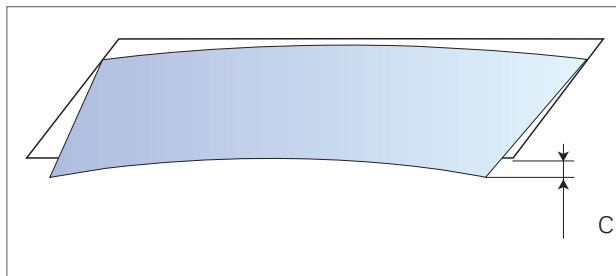


Tab. 39 : Flexion / Courbure

Longueur L des lamelles [m]	D max. [mm]
$L \leq 1,5$	5
$1,5 < L \leq 2,5$	10
$2,5 < L \leq 3,5$	15
$3,5 < L$	20

On entend par « forme de sabre C » l'écart du bord d'une lamelle de longueur L par rapport à la droite lorsque la lamelle est posée à plat sur un plan. Le défaut admissible de la « forme de sabre C » selon fig. 45 doit être calculé comme suit :

Fig. 45 : Forme de sabre



$$C = \frac{L^2}{2} \text{ [mm]}$$

NB : L doit être indiquée en mètres

2.4.11.9.6.5 Écart admissible pour la rotation incomplète des lamelles

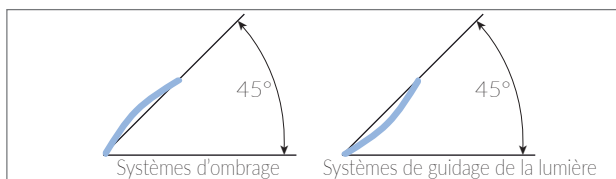
Lors de la descente, les lamelles peuvent rester bloquées si elles se mettent dans la position prévue lors de la rotation.

Un blocage permanent des lamelles n'est pas admissible. La rotation peut exiger une opération de commande supplémentaire en fonction du système.

2.4.11.9.6.6 Angle de fermeture minimal

L'angle de fermeture des stores vénitiens doit correspondre à la description du système. L'observation se fait à 100 mm du bord supérieur et à 100 mm du bord inférieur de la zone visible.

Fig. 46 : Angle de fermeture



2.4.11.9.6.7 Raies de lumière irrégulières

Des raies de lumière irrégulières entre les lamelles sont autorisées

- si celles-ci découlent des tolérances prescrites pour les pièces individuelles et
- que les autres tolérances des stores sont respectées.

Des raies de lumière irrégulières peuvent se produire notamment pour les raisons suivantes :

- flexion irrégulière des différentes lamelles ou
- tolérance de l'angle de fermeture.

2.4.11.9.6.8 Tolérance de l'angle de fermeture dans la surface

Est évalué :

- la valeur moyenne de 3 lamelles consécutives,
- 100 mm du haut de la zone visible sur la hauteur du store, au centre et 100 mm du bas.

L'écart d'angle maximal admissible par rapport au centre du store figure dans le tableau 40.

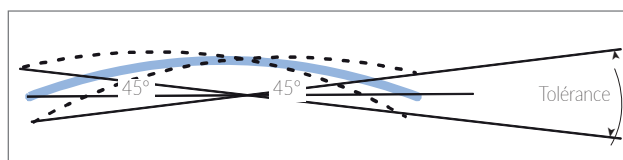
Tab. 40 : Tolérances de l'angle de fermeture

Système	Hauteur du système H [mm]	Écart admissible
Systèmes d'ombrage	$H \leq 1.000$	$\pm 8^\circ$
	$1.001 < H$	$\pm 12^\circ$
Systèmes de guidage de la lumière	$H \leq 1.000$	$\pm 10^\circ$
	$1.001 < H$	$\pm 12^\circ$

2.4.11.9.6.9 Précision de l'angle d'ouverture des stores vénitiens qui ne ferment que d'un côté

Après ouverture maximale du store vénitien, les lamelles au centre du tiers supérieur d'une vitre verticale peuvent s'écarter de l'horizontale conformément au tableau 41 (cf. fig. 47) :

Fig. 47 : Précision de l'angle d'ouverture



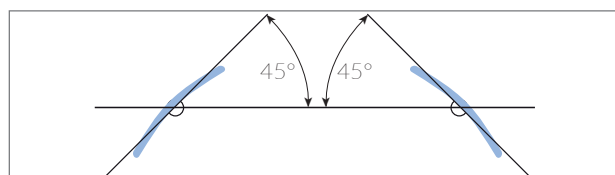
Tab. 41 : Tolérances de l'angle d'ouverture

Largeur de la vitre B [mm]	Écart admissible
$B \leq 1.000$	$\pm 7^\circ$
$1.001 < B \leq 2.000$	$\pm 8^\circ$
$2.001 < B \leq 3.000$	$\pm 9^\circ$
$3.001 < B$	$\pm 10^\circ$

2.4.11.9.6.10 Orientabilité des stores vénitiens à maintien central qui ferment des deux côtés

L'orientabilité des lamelles des stores qui ferment des deux côtés se conforme à la norme DIN 18073 et doit être d'au moins 90° autour de l'axe longitudinal. (cf. fig. 48)

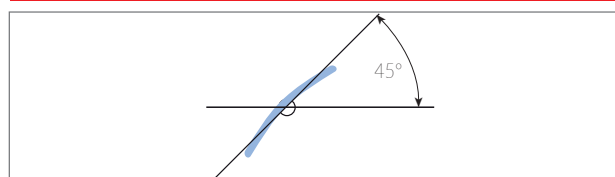
Fig. 48 : Orientabilité de la lamelle (fermeture des deux côtés)



2.4.11.9.6.11 Orientabilité des stores vénitiens à maintien central qui ferment d'un côté

L'orientabilité des lamelles des stores qui ferment d'un côté n'est évaluée que du côté de fermeture et doit être d'au moins 45° autour de l'axe longitudinal. (cf. fig. 49)

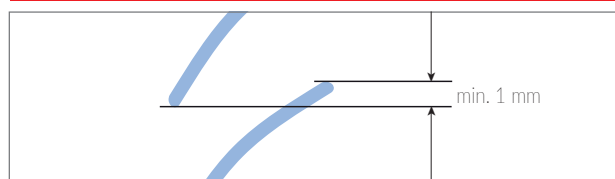
Fig. 49 : Orientabilité de la lamelle (fermeture d'un côté)



2.4.11.9.6.12 Chevauchement des lamelles

À l'angle de fermeture maximal, les différentes lamelles doivent se chevaucher d'au moins 1 mm. (cf. fig. 50)

Fig. 50 : Chevauchement des lamelles



2.4.11.9.6.13 Pouvoir occultant des lamelles

Avec le store fermé et un angle d'observation horizontal (90° par rapport au store), il doit être impossible de voir directement à travers.

2.4.11.9.7 Défauts admissibles sur les stores enrouleurs et stores plissés

Les critères de contrôle de la surface à évaluer des stores enrouleurs ou plissés sont indiqués au chap. 2.4.11.9.4. Les écarts admissibles figurent dans le tableau 42.

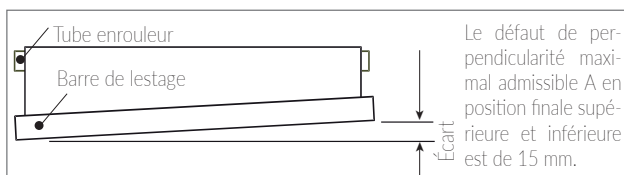
Tab. 42 : Défauts visibles sur la surface

Zone périphérique	1	Inclusions, bulles, points, taches, résidus, défauts de revêtement ou de structure etc. 1 m ² ≥ surface de la vitre : Surface de la vitre > 1 m ² :	max. 4 défauts ø resp. ≤ 3 mm max. 4 / m ² ø resp. ≤ 3 mm
	2	Rayures : Total des longueurs individuelles Longueur individuelle	max. 90 mm max. 30 mm
Zone principale	1	Inclusions, bulles, points, taches, résidus, défauts de revêtement ou de structure etc. 1 m ² ≥ surface de la vitre : 2 m ² ≥ surface de la vitre > 1 m ² : Surface de la vitre > 2 m ² :	max. 2 défauts ø resp. ≤ 2 mm max. 3 défauts ø resp. ≤ 2 mm max. 5 défauts ø resp. ≤ 2 mm
	2	Rayures : Total des longueurs individuelles Longueur individuelle	max. 45 mm max. 15 mm sans accumulation

Les défauts de perpendicularité sont évalués aux emplacements suivants selon la fig. 51 :

- position finale supérieure (store enrouleur / plissé ouvert)
- position finale inférieure (store enrouleur / plissé fermé)

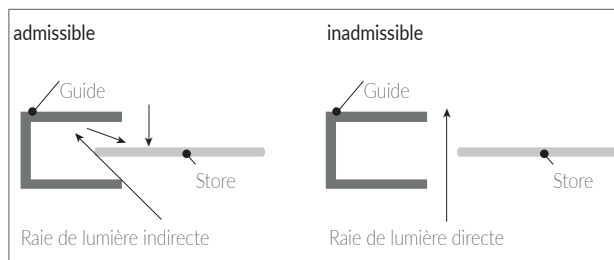
Fig. 51 : Écart de perpendicularité admissible



Les ondulations et les plis ne constituent pas de défaut tant qu'ils ne nuisent pas au fonctionnement du système.

Les raies de lumière directes (transmission de lumière directe sans obstacle à travers le store, etc.) ne sont pas autorisées. Les raies de lumière indirectes (p. ex. par réflexion) sont autorisées.

Fig. 52 : Raies de lumière



On appelle « bord libre du store » toute arête de coupe qui n'est pas fixée à un autre composant (barre de lestage, tube enrouleur, etc.).

L'enroulement des bords libres du store est autorisé si :

- cela ne laisse passer aucune raie de lumière directe à un angle d'observation perpendiculaire et
- que le fonctionnement du store enrouleur ne s'en trouve pas perturbé.

Fig 53 Bords libres du store

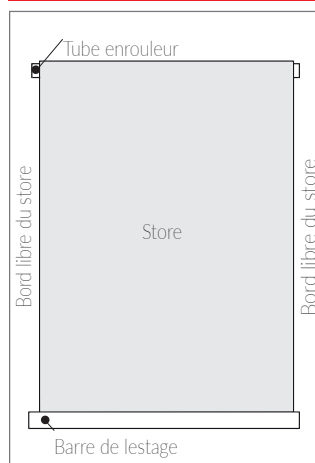
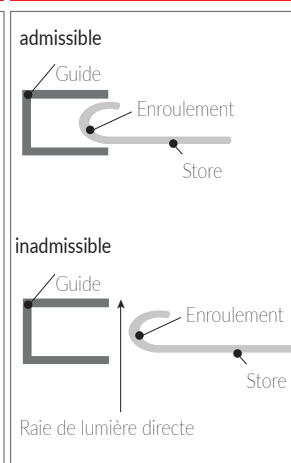


Fig. 54 : Enroulement admissible



Des altérations du store, telle une usure au niveau des guidages, sont autorisées si la transparence ne change pas de plus de 20 %. La zone d'évaluation est indiquée dans la fig 55.

Fig. 55 : Zone d'évaluation pour les altérations du store

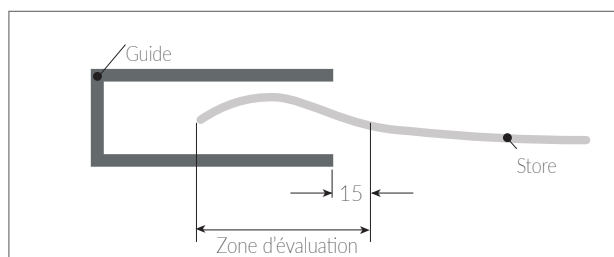
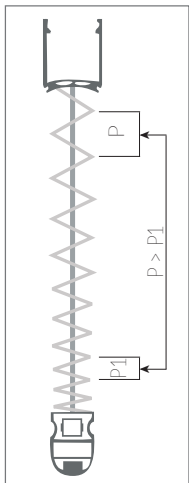


Fig. 56 :
Largeur des plis



En raison du poids propre du tissu, l'ouverture des plis change entre le premier et dernier pli. (cf. fig. 56).

Ce phénomène se voit plus sur les stores d'une hauteur supérieure à 1 m que sur les stores moins hauts. Ces différences d'ouverture des plis ne peuvent faire l'objet d'une réclamation puisqu'elles sont dues aux caractéristiques du tissu.

Les premiers plis ont aussi tendance à s'aplatir légèrement, notamment sous l'effet de la chaleur, mais conservent toutefois leur pliure. À chaque relevage du store, le tissu doit garantir le parfait agencement des plis.

2.4.11.9.8 Informations supplémentaires sur le chap. 2.4.11.9

Le chapitre 2.4.11.9 constitue une référence pour l'évaluation de la qualité visuelle des stores vénitien, enrouleurs et plissés intégrés au vitrage isolant préfabriqué scellé. Lors de l'évaluation, il faut toujours partir du principe que, outre la qualité visuelle, les caractéristiques essentielles nécessaires au bon fonctionnement du produit doivent également être prises en considération.

Pour tous les systèmes, il est possible pour des raisons techniques que se forme une fente visible à gauche et/ou à droite du profilé supérieur des stores.

Des effets dus aux variations de longueur en raison des températures ne peuvent pas être exclus et ne peuvent pas faire l'objet d'une réclamation.

Les différentes lamelles sont maintenues en place par des cordons échelle.

Ces cordons échelle peuvent changer de position pour des raisons dues au système.

Il est possible avec tous ces types de stores d'utiliser des recouvrements sur les surfaces en verre. Ces recouvrements peuvent être constitués par d'exemple d'émail ou de films sur le verre. Leur évaluation se fait conformément au chap. 2.4.6.

Bibliographie

- [1] Fiche technique 015/2013 « Directive pour l'évaluation de la qualité visuelle des verres émaillés » du Bundesverband Flachglas e.V. (Fédération des fabricants de verre plat) (extraits)
- [2] Directives pour le verre thermiquement bombé dans la construction (extraits)
- [3] Fiche technique 016/2013 « Fiche technique pour l'évaluation de croisillons dans l'espace intermédiaire du verre » du Bundesverband Flachglas e.V. (Fédération des fabricants de verre plat) (extraits)
- [4] Fiche technique 007/2010 « Directive pour l'évaluation de la qualité visuelle de systèmes dans le vitrage isolant préfabriqué scellé » du Bundesverband Flachglas e.V. (Fédération des fabricants de verre plat) (extraits)

A

Agrément technique général (abZ)27

B

Bords du verre.....8,22,25,28,33
Bris de verre 12

C

Cadre..... 32,35
Couleur 12-18
Couleur propre..... 16,32,34
Croisillons..... 34,35,41

D

Découpe..... 4,5,8,24
Défauts admissibles 35,36,38,40
Déformation 6,7,25,29
Déformation 21,37,38
Différences de couleur 25,31-33
Dimensionnement 20,27
Domaine de validité 26

E

Effet..... 17,25,41
Émaillage 12,14-17,33
Épaisseur du verre 8,10-12,15,16,25,26,28,29,32
Espace intermédiaire du verre 18,34,35
Évaluation technique européenne (ETA) 27,34

F

Façonnage des bords..... 8,9,16,24,28
Films 35,36,41
Flexion 6,7,38,39

G

Garantie 12,22

I

Influences climatiques 35
Intercalaire..... 35
Isolation thermique 13,27

J

Joint..... 14,15
Joint périphérique 30,34,36

L

Longueur du croisillon 35

M

Maintien 16,17,39
Miroir..... 6,7,30,31

P

Protection solaire..... 13,16,18,27,30,33,35

Q

Qualité visuelle..... 4,12,20,27,31

R

Rayures 15,21,37,40
Rayonnement UV 34
Réflexion..... 17,27,28,31,33,40

S

Silicone/ Huile silicone 33
Store 38
Store enrouleur 40,41
Store plissé..... 35,36,40,41

T

Test heat soak 12
Tolérances 8,9,11,13-17,20,23,24,26,28-31,33-35,38,39
Tolérances d'épaisseur du vitrage isolant préfabriqué scellé 23,30
Tracé de la structure 5
Transmission 27,33
Transport 17
Triple vitrage isolant 30,35
Trous, perçage 10,28
Type de verre..... 16,32
Type d'éclairage 17,33

V

Verre à glace brut 6
Verre à couche 31
Verre armé 4
Verre bombé..... 4,26-29,41
Verre de base 4,5,16,19-21,23,25,27,28,35
Verre de sécurité feuilleté..... 4,5,8,10,16,17,19-29,32
Verre de sécurité traité heat soak..... 4,5,8,12,17,19,26,31
Verre de sécurité trempé..... 4,5,12,14,17,19,21,26-29,31
Verre de sécurité trempé, traité heat soak... 4,5,8,12,17,19,26,31
Verre feuilleté 4,19,20-23,30
Verre float 4,5,23,25-28,30
Verre laqué..... 14
Verre structuré 19,23,30
Verre thermodurci 4,5,12,17,19,21,26-29,31
Vitrage isolant décalé..... 33
Vitrage isolant préfabriqué scellé... 4,5,16,17,19,27-31,33-35,41

Z

Zone périphérique..... 5,22,36,37,40



■ ALLEMAGNE

D. FLINTERMANN
GmbH & Co. KG
D-48499 Salzbergen
Tel.: +49 (0) 5971 9706-0
info@flintermann.de

FRERICHS GLAS GmbH
D-27283 Verden (Aller)
Tel.: +49 (0) 4231 102-0
verden@frerichs-glas.de

FRERICHS GLAS GmbH
D-21339 Lüneburg
Tel.: +49 (0) 4131 21-0
lueneburg@frerichs-glas.de

GLAS SCHNEIDER
GmbH & Co. KG
D-57627 Hachenburg
Tel.: +49 (0) 2662 8008-0
info@glas-schneider.de

HENZE-GLAS GmbH
D-37412 Hörden am Harz
Tel.: +49 (0) 5521 9909-0
henze@henzeglas.de

HOHENSTEIN
ISOLIERGLAS GmbH
D-39319 Redekin
Tel.: +49 (0) 39341 972-0
post@hohenstein-isolierglas.de

KÖWA Isolierglas GmbH
D-92442 Wackersdorf
Tel.: +49 (0) 9431 7479-0
info@koewa.de

KUNTE Glas GmbH & Co. KG
D-99734 Nordhausen
Tel.: +49 (0) 3631 9003-46
kontakte@kunte-glas.de

GLAS RICKERT GmbH & Co. KG
D-46395 Bocholt-Lowick
Tel.: +49 (0) 2871 2181-0
info@glasrickert.de

SINSHEIMER Glas und
Baubeschlaghandel GmbH
D-74889 Sinsheim
Tel.: +49 (0) 7261 687-03
info@snh-glas.de

WAPRO GmbH & Co. KG
D-36466 Dermbach
Tel.: +49 (0) 36966 777-0
info@wapro.de

■ AUTRICHE (AT)

EGGER GLAS Isolier- und
Sicherheitsglaserzeugung GmbH
A-8212 Pischelsdorf
Tel.: +43 (0) 3113 3751-0
office@egger-glas.at

GLAS MARTE GmbH
A-6900 Bregenz
Tel.: +43 (0) 5574 6722-0
office@glasmarte.at

PETSCHENIG
GLASTEC GmbH
A-2285 Leopoldsdorf
Tel.: +43 (0) 2216 2266-0
office@petschenig.com

PETSCHENIG
GLASTEC GmbH
A-1090 Wien
Tel.: +43 (0) 1 3179 232
office@petschenig.com

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

■ SLOVÉNIE (SL)

ERTL GLAS STEKLO,
proizvodnja stekla d.o.o.
SI-1310 Ribnica
Tel.: +386 (0) 18350500
info@ertl-glas.si

■ PAYS-BAS (NL)

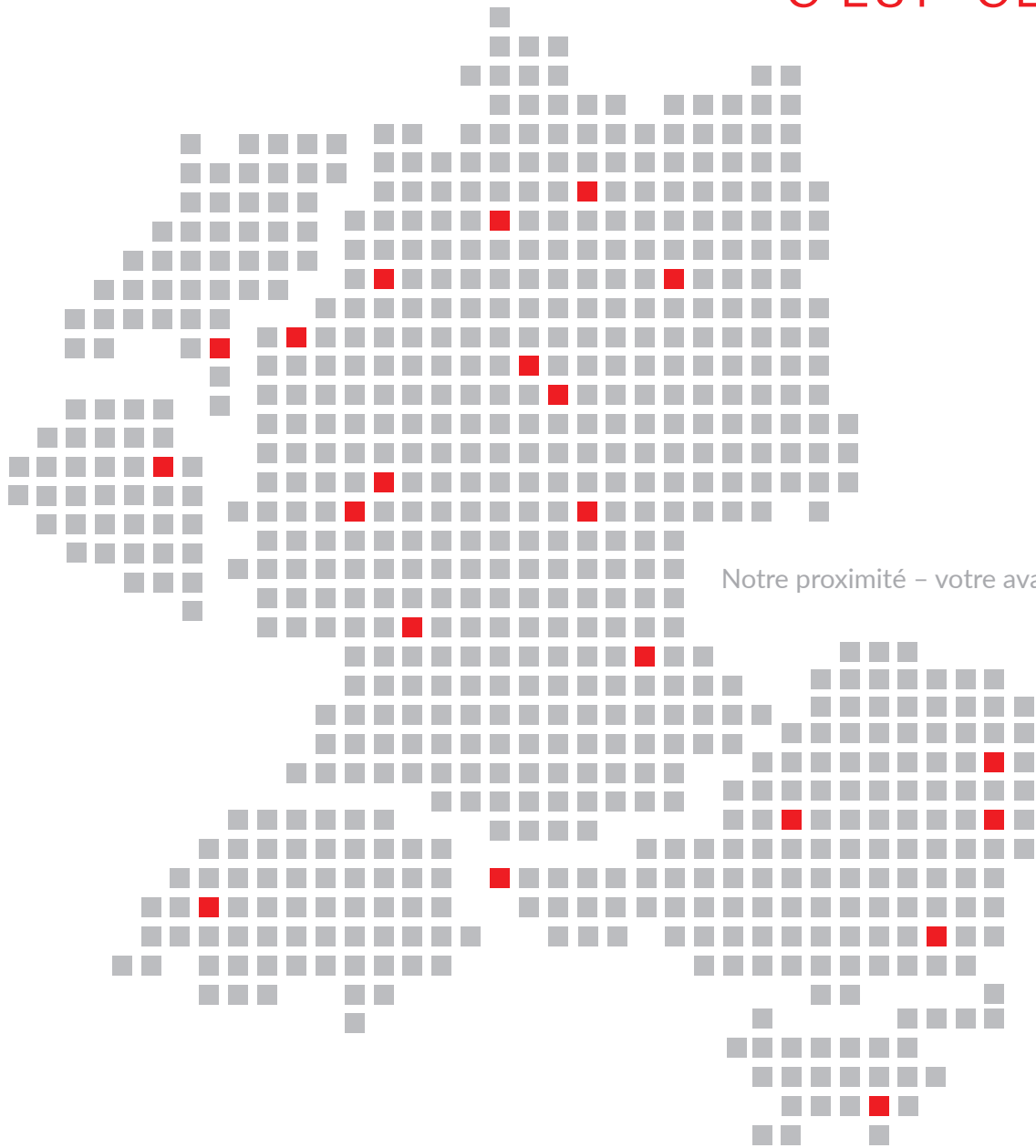
GLASINDUSTRIE
BEN EVERS b.v.
NL-5482 TN Schijndel
Tel.: +31 (0) 73 547 4567
info@benevers.nl

■ BELGIQUE (BE)

GROUP CEYSSENS
BE-3550 Heusden-Zolder
Tel.: +32 (0) 11 57 0100
info@groupceyssens.com

■ SUISSE (CH)

SOFRAVER S.A.
CH-1754 Avry-Rosé
Tel.: +41 (0) 26 470 4510
office@sofraver.ch



Notre proximité – votre avantage

UNIGLAS GmbH & Co. KG
Robert-Bosch-Straße 10
D-56410 Montabaur
Tel.: +49 (0) 2602/94929-0
Fax: +49 (0) 2602/94929-299
E-mail: info@uniglas.de

