



INDUFED
Sustainable
goods

FIV - Note 03

VITRAGES POUR BÂTIMENTS : MÉTHODES ET
CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ D'ASPECT DES
VITRAGES TRANSPARENTS DU BÂTIMENT



Fédération de l'industrie du verre asbl

Place du champ de mars 2, 1050 Bruxelles

02/542.61.20 - info@vgi-fiv.be

www.indufed.be

La FIV, membre fondateur d'INDUFED

1	BUT	4
2	DOMAINE D'APPLICATION	5
2.1	Produits concernés	5
	2.1.1 Vitrages isolants	
	2.1.2 Vitrage monolithique	
2.2	Produits non admissibles dans cette note	5
2.3	Identification du verre	5
3	DEFAUTS ET PHÉNOMÈNES LIÉS AUX VITRAGES MONOLITHIQUES	6
3.1	Variation de coloration	6
	3.1.1 Coloration du verre et perception des couleurs	
	3.1.2 Remplacement des vitrages	
3.2	Définitions générales des défauts ponctuels et linéaires	6
	3.2.1 Défauts ponctuels	
	3.2.2 Défauts linéaires et étendus	
3.3	Verre flotté	7
	3.3.1 Normalisation	
	3.3.2 Défauts visuels	
3.4	Verre à couches	7
	3.4.1 Normalisation	
	3.4.2 Défauts visuels du verre de base	
	3.4.3 Défauts visuels inhérents au revêtement	
3.5	Verre traité thermiquement	8
	3.5.1 Normalisation	
	3.5.2 Défauts visuels et optiques du verre de base	
	3.5.3 Ecart de planéité	
	3.5.4 Fleurs de trempe	
	3.5.5 Impressions de rouleaux (piqûres)	
	3.5.6 Inclusions de sulfure de nickel	
3.6	Verre feuilleté	10
	3.6.1 Normalisation	
	3.6.2 Défauts visuels	
	3.6.3 Délaminage	
	3.6.4 Déformations visuelles	
3.7	Verre imprimé	12
	3.7.1 Normalisation	
	3.7.2 Défauts visuels	
4	DEFAUTS ET PHÉNOMÈNES LIÉS AUX VITRAGES ISOLANTS	13
4.1	Conditions générales d'observation	13
4.2	Normalisation	13
4.3	Défauts visuels et optiques	13
	4.3.1. Éléments en verre isolant constitué de deux plaques de verre monolithique	
4.4	Interférences	15
4.5	Espaceur	15
	4.5.1. Géométrie	
	4.5.2. Aspect	
4.6	Croisillons incorporés	16
4.7	Condensation	17
	4.7.1 Condensation sur la face d'un vitrage côté intérieur d'un local	
	4.7.2 Condensation sur les faces internes d'un vitrage isolant	
	4.7.3 Condensation sur la face d'un vitrage côté extérieur d'un local	
4.8	Reflet déformé	19
4.9	Teinte intrinsèque des vitrages isolants	21
5	INFLUENCE DES ÉLÉMENTS EXTÉRIEURS AU VERRE	22
5.1	Traces et impressions à l'extérieur du vitrage	22
5.2	Projections incandescentes sur le verre	22
5.3	Irisation du verre	23
5.4	Coulées sur le verre	23
6	VITRAGES ISOLANTS AVEC OVERLAPS	24
7	VERRE ISOLANT DANS DES PROFILS DE FENÊTRES MINCES À HAUTEUR DE SERRAGE LIMITÉE	26
	RÉFÉRENCES	27

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Variations de teinte de deux échantillons traités du même type et de la même composition.	6
Figure 2 : Illustration d'une erreur ponctuelle vue sous différents angles (avec halo).	7
Figure 3 : Défauts de planéité du verre traité thermiquement.	8
Figure 4 : Conditions de support pour la mesure de la planéité générale – Verre traité thermiquement.	9
Figure 5 : Mesure de la déviation des ondes de rouleau – Verre traité thermiquement.	9
Figure 6 : Fleurs de trempé.	10
Figure 7 : Délaminage d'un échantillon de verre feuilleté et délaminage in situ dû au contact entre le verre feuilleté et du silicone acide.	11
Figure 8 : Défauts de motif – Verre imprimé.	12
Figure 9 : Les zones des vitrages	13
Figure 10 : Bandes d'interférence.	15
Figure 11 : Exemples d'écart géométriques de l'espaceur.	15
Figure 12 : Présence anormale de grains de dessicant entre les feuilles de verre.	16
Figure 13 : Irrégularités et interruptions du joint en butyle.	16
Figure 14 : Vitrage isolant : composition et numérotation des faces.	17
Figure 15 : Condensation sur face d'un vitrage côté intérieur d'un local.	17
Figure 16 : Condensation sur les faces internes d'un vitrage.	18
Figure 17 : Condensation sur la face externe d'un vitrage.	18
Figure 18 : Reflet déformé.	19
Figure 19 : Déformations des vitrages isolants dues aux variations de température.	20
Figure 20 : Déformations des vitrages isolants dues aux variations de pression.	20
Figure 21 : Déformations des vitrages isolants dues aux variations d'altitude.	21
Figure 22 : Projections de soudure sur du verre.	22
Figure 23 : Irisation.	23
Figure 24 : Coulées sur du verre.	23
Figure 25 : Traces de meulage sur verre avec overlaps.	24
Figure 26 : Vue d'ensemble des opérations de découpe et meulage.	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Soulèvement du bord du verre – Critères d'acceptation – Verre traité thermiquement.	10
Tableau 2 : Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels dans le champ de vision – Verre feuilleté.	11
Tableau 3 : Critères d'acceptabilité des défauts linéaires/allongés dans le champ de vision – Verre feuilleté.	11
Tableau 4 : Nombre maximal de défauts ponctuels autorisés	14
Tableau 5 : Nombre autorisé de points et de taches d'éclaboussures et de résidus	14
Tableau 6 : Nombre autorisé de défauts linéaires ou étendus	14

BUT

01

Ce document traite de l'évaluation in situ de l'aspect des vitrages plats transparents destinés à être utilisés dans les bâtiments conformément aux normes européennes en vigueur (le bris de verre, thermique ou autre, n'est pas couvert dans ce document).

En cas de litige, l'utilisateur pourra se référer aux modalités et critères d'acceptabilité décrits dans la présente note. Les défauts acceptables au titre de cette note, sauf indication contraire, ne changent pas de dimension, n'entraînent pas de risque de casse et n'altèrent pas les performances du vitrage. Les défauts qui ne sont pas acceptables conformément à cette note doivent être signalés dans les délais de notification prévus par la garantie du fabricant et par la loi.

Si un remplacement est nécessaire, il doit être effectué conformément à la garantie du fabricant.

02

DOMAINE D'APPLICATION

2.1. PRODUITS CONCERNÉS

2.1.2 VITRAGES ISOLANTS

Les vitrages isolants sont des assemblages d'au moins deux feuilles de verre, séparées par une ou plusieurs espaceurs, scellés sur le périmètre, comme spécifié dans la norme NBN EN 1279-1 : 2018 Verre pour le bâtiment – Vitrages isolants – Partie 1 : Généralités, description du système, règles de remplacement, tolérances et qualité visuelle.

Les doubles et triples vitrages isolants, composés des produits de base listés ci-dessous, à air ou gaz déshydraté, avec ou sans cloisons intégrées, posés traditionnellement en feuillures ou en vitrage extérieur collé (VEC) ou vitrage extérieur attaché (VEA), entrent également dans le cadre de ce document :

- Vitrage isolant type A : supporté sur leur pleine épaisseur, utilisé pour une pose sans cisaillement permanent dans le mastic et protégé de l'exposition aux rayons UV directs sur le joint périphérique.
- Vitrage isolant de type B : utilisé pour une installation dont au moins un bord n'est pas entièrement protégé contre l'exposition aux rayons UV directs, sans charge de cisaillement permanente dans le mastic.
- Vitrage isolant type C : utilisé pour une pose en vitrage extérieur collé avec cisaillement permanent ou permanent sur le joint périphérique et avec ou sans exposition au rayonnement UV direct.

2.1.2 VITRAGE MONOLITHIQUE

Les recommandations de ce document s'appliquent aux produits de base suivants :

- verre flotté ;
- verre à couches ;
- verre traité thermiquement (verre trempé thermiquement trempé avec Heat Soak test, verre renforcé (semi-trempé) ;
- verre feuilleté ;
- verre imprimé.

2.3 IDENTIFICATION DU VERRE

Les marquages peuvent être apposés sur le verre (obligatoire sur verre trempé) ou sur l'intercalaire du vitrage isolant (commun et recommandé).

Les vitrages isolants produits en Belgique par les membres de la Fédération de l'Industrie du Verre/inDUfed sont identifiables par ce marquage sur l'espaceur. Ces codes ne sont pas standardisés et sont spécifiques à chaque fabricant : la brochure 'Une vision claire des vitrages belges' fournit des informations détaillées à ce sujet et est disponible sur les sites internet www.vgi-fiv.be et www.indufed.be.

2.2 PRODUITS NON ADMISSIBLES DANS CETTE NOTE

Les produits suivants ne sont pas couverts ici :

- les éléments inclus dans la lame de gaz ou d'air du vitrage isolant à l'exception des croisillons décoratifs (stores, vitraux, etc.) ;
- les impressions des verres émaillés et sérigraphiés ;
- des miroirs ;
- verre armé et verre armé miroir ;
- verre résistant au feu ;
- verre sablé ;
- verre maté à l'acide ;
- verre horticole ;
- verre laqué ;
- verre d'allège ;
- verre bombé ;
- vitrage sous vide ;
- verre étiré et soufflé

Les défauts et phénomènes liés à l'usage, y compris les griffes externes (sur les faces 1 et 4 du double vitrage et sur les faces 1 et 6 du triple vitrage, voir Figure 14) ne sont pas couverts par cette note et ne peuvent pas être considérés comme des défauts de fabrication.

La qualité visuelle des vitrages isolants bombés et de leurs composants verriers doit répondre aux exigences de l'ISO 11485-1 Verre pour les bâtiments – Verre bombé – Partie 1 : Terminologie et définitions et de l'ISO 11485-2 Verre pour bâtiments – Verre bombé – Partie 2 : Exigences de qualité. 1.2



3.1 DIFFÉRENCES DE COULEUR

3.1.1. COULEUR DU VERRE ET PERCEPTION DES COULEURS

Le verre transparent ordinaire présente toujours une teinte légèrement verte. Ceci est inhérent à sa composition de base et à son épaisseur. Plus le verre est épais, plus la teinte est prononcée. Cela peut entraîner de légères différences de couleur. Ces petites différences de couleur ne sont généralement pas gênantes. Pour minimiser ce risque, il est souhaitable de choisir des vitrages d'épaisseur et de composition identiques.

Les propriétés optiques du verre coloré dans la masse varient également fortement en fonction de son épaisseur.

L'épaisseur du verre est déterminée conformément aux normes applicables, en fonction du lieu, de la surface vitrée, des sollicitations (vent, neige, etc.) et du mode de mise en oeuvre. Il peut également y avoir des différences de couleur mineures entre les lots de production du verre de base.

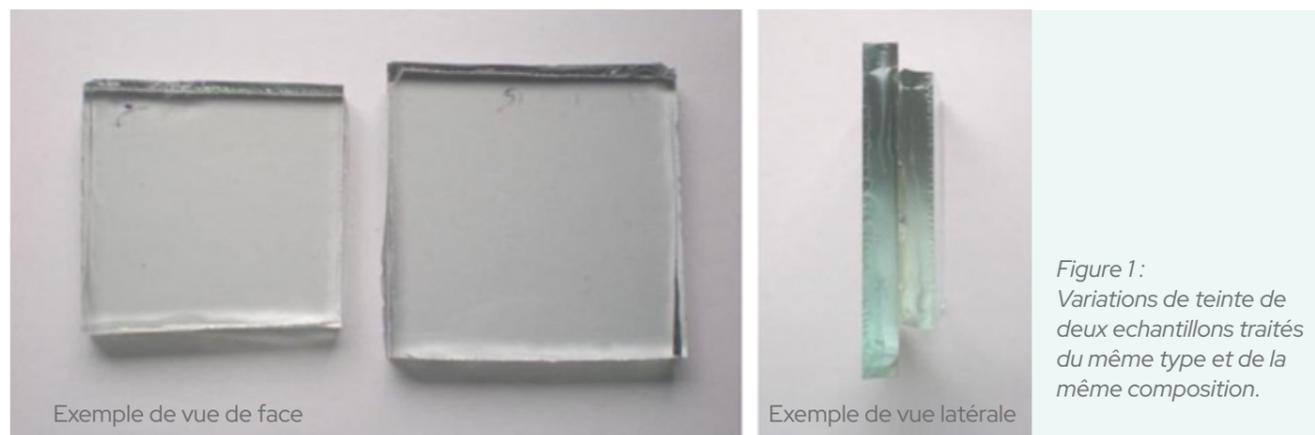
Dans le cas du verre feuilleté, l'utilisation de films colorés ou opaques rendra plus visible la teinte intrinsèque du verre.

Les films transparents neutres peuvent également influencer la perception des couleurs. La teinte de deux feuilles de verre à couches de même type et composition peut parfois légèrement différer.

Les critères d'acceptation pour un tel cas seront déterminés dans la norme ISO 11479-2 Verre dans les bâtiments - Verre à couches - Partie 2 : Couleur de la façade

3.1.2 REMPLACEMENT DES VITRAGES

Le remplacement de vitrages peut également impliquer des différences de couleur (vitrages de fabricants différents placés les uns à côté des autres, verres anciens qui ne sont plus commercialisés et remplacés par un type similaire, nouvelle composition de la couche pour des vitrages à haut rendement identiques et/ou vitrages à contrôle solaire, etc.).



3.2 DÉFINITIONS GÉNÉRALES DES DÉFAUTS PONCTUELS ET DES DÉFAUTS LINÉAIRES

3.2.1 DÉFAUTS PONCTUELS

Les défauts ponctuels se présentent sous la forme de taches, de bulles d'air, de pierres, de lacunes (pinholes), d'une surépaisseur de couche excessive, etc. qui entraînent de légers changements de couleur dans une zone bien définie.

Les dimensions des défauts ponctuels sont clairement définies et les dimensions mentionnées correspondent au diamètre du cercle circonscrit, sauf indication contraire.

3.2.2 DÉFAUTS LINÉAIRES ET ÉTENDUS

Les défauts linéaires/allongés sont des défauts dans ou sur le verre sous forme de dépôts, de taches ou de rayures sur une longueur ou une surface plus grande. Les taches sont des défauts plus grands qu'une pointe, de forme souvent irrégulière, en partie avec une structure marbrée.

Les dimensions mentionnées dans le cas de failles linéaires et étendues correspondent à la distance entre les points les plus éloignés de la faille, sauf indication contraire.

3.3 VERRE FLOTTÉ

3.3.1 NORMALISATION

La norme NBN EN 572-8 Verre pour le bâtiment - Produits de base du verre sodocalcique - Partie 8 : Formats commerciaux et formats d'utilisation finale détermine les exigences de qualité du verre flotté pour le bâtiment. Le verre flotté sous forme de vitrage simple relève de cette norme.

3.3.2 DÉFAUTS VISUELS

Les défauts visuels qui doivent être testés par rapport aux exigences de la norme NBN EN 572-8 sont les défauts linéaires/allongés et les défauts ponctuels (cf. paragraphe 3.2).

Dans la zone masquée par la feuillure, les défauts de points et les défauts linéaires/étendus ainsi que les éclats de bord sont autorisés.

Remarque : Les dimensions de la feuillure décrites aux paragraphes 7 et 8 de l'Information Technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de l'Industrie de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.



Figure 2 : Illustration d'une erreur ponctuelle vue sous différents angles (avec halo).

3.4 VERRE À COUCHES

3.4.1 NORMALISATION

La norme NBN EN 1096-1 Verre pour le bâtiment - Verre à couche - Partie 1 : Définitions et classification détermine les exigences de qualité du verre à couche pour le bâtiment.

Une distinction est faite entre la qualité visuelle du produit de base (le verre) et la qualité visuelle du revêtement lui-même. Un défaut visuel existant dans le verre doit être inspecté conformément à la norme du verre de base utilisé.

- Soit:
- ✓ pour le verre flotté : NBN EN - (cf. section 3.3.1) ;
 - ✓ pour les verres trempés thermiquement : NBN EN 12150-1 (cf. section 3.5.1) ;
 - ✓ pour les verres trempés thermiquement : NBN EN 14179-1 (cf. section 3.5.1) ;
 - ✓ pour le verre renforcé (semi-trempé) : NBN EN 1863-1 (cf. section 3.5.1) ; -
 - ✓ pour le verre feuilleté : NBN EN 14449

Les défauts visuels du verre de base rendus visibles par le revêtement sont évalués comme défauts visuels du revêtement. Les défauts situés dans la zone marginale masquée par la feuillure (zone R, voir Figure 10) ne sont pas éligibles et ne peuvent être considérés comme des défauts de fabrication.

Remarque : Les dimensions de la feuillure décrites aux paragraphes 7 et 8 de l'Information Technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de l'Industrie de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

3.4.2 DÉFAUTS VISUELS DU VERRE DE BASE

Les défauts visuels du verre de base doivent être examinés conformément à la normalisation spécifique de ce dernier (cf. paragraphe 3.4.1).

3.4.3 DÉFAUTS VISUELS INHÉRENTS AU REVÊTEMENT

Les défauts visuels du revêtement, précisés dans la norme NBN EN 1096-1, sont listés ci-dessous.

✓ Défauts ponctuels et défauts linéaires/étendus

Ces défauts forment une perturbation locale de la transparence lorsque l'on regarde à travers le verre ou lorsque l'on regarde le verre (transparence et reflet).

Certains défauts spécifiques du verre à couches sont répertoriés ci-dessous.

• LACUNES (PINHOLES)

Trous ponctuels avec absence partielle ou totale de couche. Ils contrastent (apparaissent plus clairs) avec la couche vue en transparence.

• PROJECTIONS

Défauts qui contrastent avec le revêtement et sont généralement plus foncés lorsque l'on regarde le vitrage en transparence.

• GRIFFES

Griffes dont la visibilité est déterminée par leur longueur, profondeur, largeur, position et disposition

✓ Irrégularités

Légères différences de couleurs, dans un même vitrage ou entre vitrages placés les uns à côté des autres, visibles en transparence ou en reflet.

✓ Taches

Les taches dans la couche sont plus grandes qu'un défaut ponctuel, souvent de forme irrégulière et en partie avec une structure marbrée.

✓ Grappes

Collection de très petits défauts qui donnent l'impression d'une imperfection

3.5 VERRE TRAITÉ THERMIQUEMENT

Dans le texte suivant, le verre traité thermiquement comprend le verre trempé thermiquement, le verre trempé thermiquement trempé et le verre durci (semi-trempé).

3.5.1 NORMALISATION

La norme NBN EN 1215-1 Verre pour le bâtiment – Verre sodocalcique de sécurité trempé thermique – Partie 1 : Définition et description détermine les exigences de qualité du verre pour le bâtiment trempé thermiquement.

La norme NBN EN 14179-1 Verre pour bâtiments – Verre de sécurité sodo-calciue trempé thermiquement 'Heat Soaked' – Partie 1 : Définition et description détermine les exigences de qualité pour le verre trempé thermiquement

Heat Soak pour les bâtiments. La norme NBN EN 1863-1 Verre pour bâtiments – Verre sodocalcique renforcé thermiquement – Partie 1 : Définition et description détermine les exigences de qualité du verre renforcé (semi-trempé) pour bâtiments. Les normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1 n'imposent pas d'exigences supplémentaires concernant les qualités visuelles et optiques du verre traité thermiquement.

On se référera donc aux normes concernant le verre de base utilisé (NBN EN 572-8 pour le verre float, NBN EN 1096-1 pour le verre à couches, etc.) pour évaluer ces défauts (rayures, taches, etc.).

Les autres erreurs liées au processus de production et pouvant conduire à une transparence déformée du vitrage doivent être testées par rapport aux exigences des normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-

3.5.2 DÉFAUTS VISUELS ET OPTIQUES DU VERRE DE BASE

Les défauts visuels et optiques du verre de base doivent être examinés conformément à la normalisation spécifique de ce dernier (cf. paragraphe 3.5.1).

3.5.3 ÉCARTS DE PLANÉITÉ

En raison du traitement thermique du verre de base, il n'est pas possible de maintenir une planéité totale de la surface. Ceci est inhérent au processus de fabrication.

Si la distorsion est trop prononcée, elle devient visuellement perceptible et une distorsion de la transparence se produit. L'environnement du bâtiment et les conditions d'observation influencent également la perception des distorsions optiques liées au manque inévitable de planéité.

Les normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1 distinguent le manque de planéité générale (concernant l'ensemble du vitrage) et, pour un procédé de trempé thermique horizontal, la perturbation provoquée par les rouleaux de fabrication. processus en soulevant le bord de la plaque de verre. Dans le cas d'un procédé de durcissement thermique vertical, d'autres erreurs peuvent également apparaître qui ne sont pas abordées dans ce document (cf. normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1).

✓ Planéité générale

Les écarts de planéité du verre peuvent être mesurés avec une règle métallique ou un cordon bien tendu.

Le verre doit être posé verticalement et appuyé sur le côté le plus long (longueur H ou largeur B) sur deux points d'appui (cf. figure 4). Le contrôle est effectué à température ambiante.

La planéité générale est mesurée le long des bords et des diagonales de la feuille de verre (cf. Figure 4). La flèche maximale (distance maximale entre la toise ou le cordon de mesure et la surface du verre) est exprimée en mm. La flèche maximale autorisée est de 3,0 mm/m pour le verre float non revêtu et de 4,0 mm/m pour les autres verres (pour les verres émaillés où l'émail ne couvre pas toute la surface, il faut consulter le fabricant). Une courbure générale plus grande est autorisée pour les vitrages (presque) carrés (jusqu'à 1/1,5) et pour les vitrages simples d'une épaisseur nominale inférieure à 6 mm.

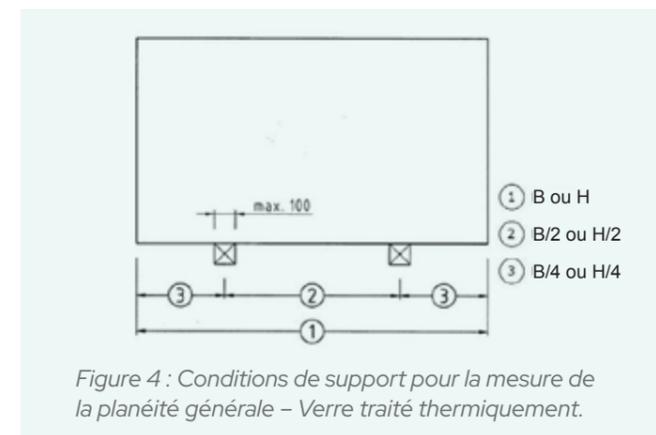


Figure 4 : Conditions de support pour la mesure de la planéité générale – Verre traité thermiquement.

✓ Déviation due aux rouleaux

Lors du processus de trempé horizontal, le verre passe dans le four sur des rouleaux en céramique avant d'être refroidi. Ce processus implique une légère déviation de planéité.

La mesure – de crête à crête – s'effectue avec une barre droite et rigide placée perpendiculairement à la déviation (cf. figure 5) et de calibres d'épaisseurs.

La longueur de la règle est comprise entre 300 et 400 mm et dépend de la longueur de la déviation. L'épaisseur des calibres d'épaisseurs varie de 0,05 mm, leur longueur dépend de la longueur de l'écart.

La règle est placée sur deux pics de déviation consécutifs et les calibres d'épaisseurs entre le barreau et la feuille de verre. L'écart de planéité est mesuré avec une précision de 0,05 mm en plaçant successivement les calibres d'épaisseurs croissant jusqu'à ce qu'elles remplissent exactement l'espace entre la lamelle et la feuille de verre. La mesure est répétée en différents endroits de la surface de la feuille de verre et la valeur maximale mesurée est notée.

Plusieurs limitations sont à prendre en compte :

- La déviation ne peut être mesurée que sur des feuilles de verre dont les dimensions, mesurées perpendiculairement à l'écart, sont supérieures à 600 mm.
- La déviation ne peut pas être mesurée et l'appareil de mesure ne peut pas être utilisé dans une zone de 150 mm des bords de la feuille de verre.
- La feuille de verre avec une flèche générale (planéité générale) doit être posée sur une plaque support plane horizontale. Cela permet à la feuille de verre de devenir plus plate en raison de la gravité, ce qui rend la mesure de la déviation de l'onde du rouleau plus précise.

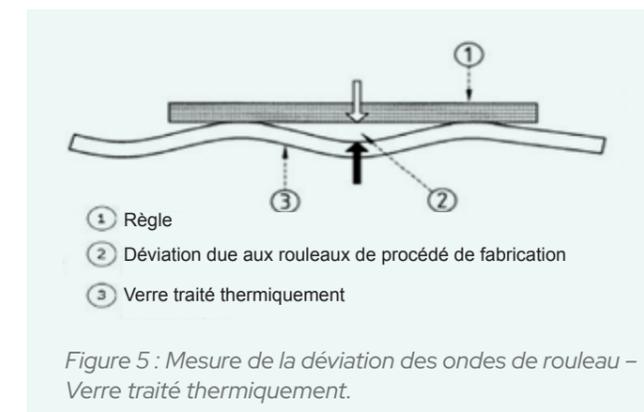


Figure 5 : Mesure de la déviation des ondes de rouleau – Verre traité thermiquement.

La déviation maximale autorisée est de 0,3 mm pour le verre flotté sans couche et de 0,5 mm pour les autres verres (pour les verres émaillés où l'émail ne recouvre pas toute la surface, il faut consulter le fabricant).

Il est possible que la déviation de l'onde de rouleau devienne visible lorsque le verre est évalué sous un angle aigu, alors que la déformation respecte toujours les exigences de la norme. Ce phénomène est inhérent au processus de fabrication et ne doit pas être considéré comme un défaut.

Remarque : Une méthode de mesure alternative est décrite en annexe B de la norme NBN EN 12150-1.

✓ Soulèvement du bord du verre

La feuille de verre doit être posée sur un support plan et le bord relevé doit dépasser le bord du support sur une distance comprise entre 50 et 100 mm. Une règle est placée aux sommets de la déviation de l'onde de rouleau. La distance entre le verre et la lame est mesurée à l'aide de calibres d'épaisseurs.

Les critères d'acceptation sont inclus dans le tableau 1 et s'appliquent uniquement aux types de bords de feuille suivants : bords biseautés ou cassés, meulés, meulés mats, meulés

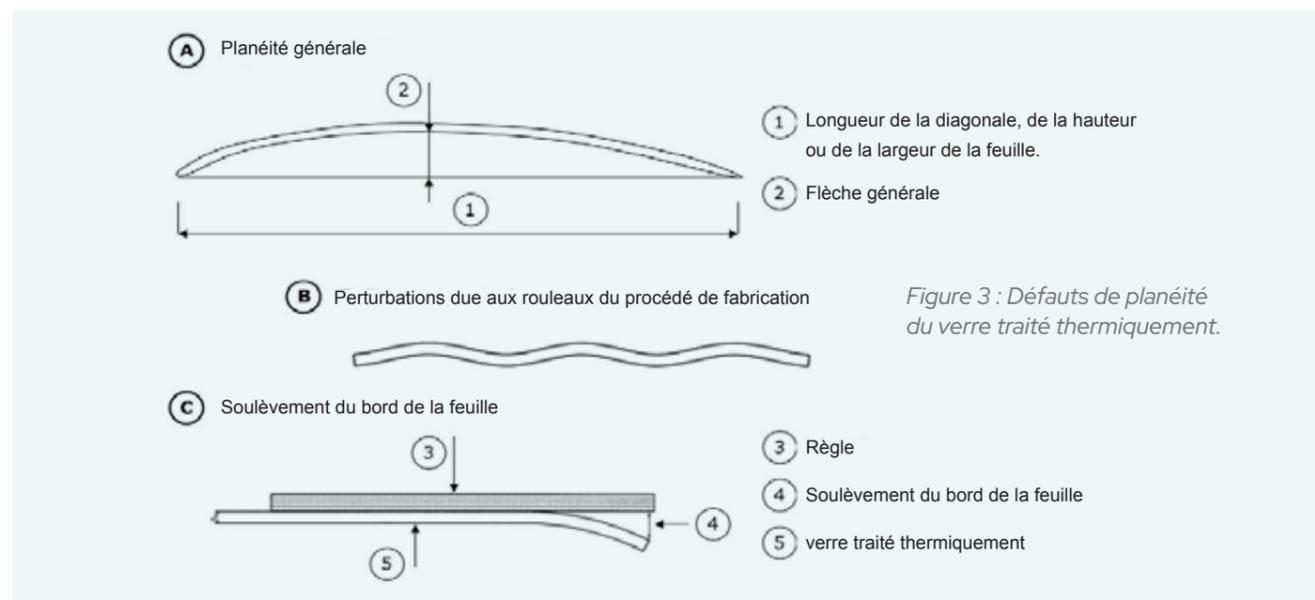


Figure 3 : Défauts de planéité du verre traité thermiquement.

brillants ou polis. Pour les chants profilés ou autres types de finitions, il faut consulter le fabricant.

Type de verre	Épaisseur du verre	Valeur maximale
Verre flotté sans revêtement	3 mm	0,5 mm
	4 à 5 mm	0,4 mm
	6 à 25 mm	0,3 mm
Autres types(*)	toute épaisseur	0,5 mm

Tableau 1 : Soulèvement du bord du verre - Critères d'acceptation - Verre traité thermiquement.

3.5.4 FLEURS DE TREMPE

Dans son état normal, le verre est un matériau amorphe et donc isotrope, c'est-à-dire qu'il possède des propriétés optiques (indice de réfraction) et mécaniques identiques dans toutes les directions. Le traitement thermique du verre crée des contraintes de compression à la surface de la feuille de verre, ce qui rend le verre anisotrope : les propriétés optiques et mécaniques varient selon la direction.

En raison de l'éclairage naturel et des propriétés réfléchissantes qui varient d'un point à l'autre, la surface de la feuille de verre peut présenter des marquages de couleurs différentes (taches, cercles, rayures), dus à des phénomènes d'interférence appelés fleurs de trempe.

Ce phénomène naturel, souvent appelé anisotropie, est le résultat du traitement thermique et ne doit pas être considéré comme un défaut de fabrication.

3.5.5 IMPRESSIONS DE ROULEAUX (PIQÛRES)

Les marques de rouleaux (également appelées piqûres) sont de très petits défauts ponctuels de surface provoqués par le contact entre les rouleaux du four de trempe et le vitrage lors du durcissement thermique. Ils sont inhérents au processus de fabrication et ne sont pas considérés comme un défaut.

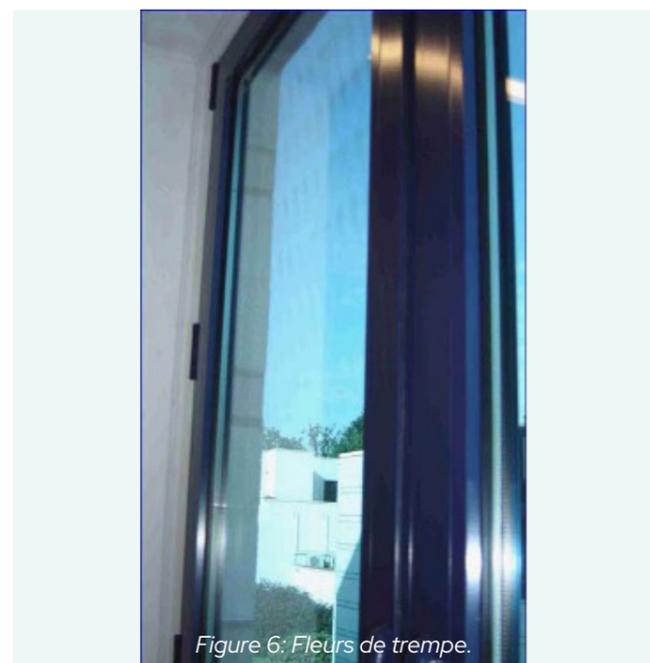


Figure 6 : Fleurs de trempe.

3.5.6 INCLUSION DE SULFURE DE NICKEL

Des inclusions de sulfure de nickel peuvent apparaître dans le produit de base en verre flotté et sont inhérentes à la méthode de production. Lors du durcissement thermique du verre float, cette particule peut entraîner des contraintes internes pouvant entraîner un bris spontané du verre. Ceci peut être évité dans une large mesure, mais pas complètement, en effectuant un test de pénétration de la chaleur. (heat soak test HST).

3.6 VERRE FEUILLETÉ

3.6.1 NORMALISATION

La norme NBN EN 14449 Verre pour le bâtiment - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité détermine les exigences de qualité du verre feuilleté et du verre feuilleté de sécurité pour le bâtiment.

3.6.2 DÉFAUTS VISUELS

Les critères d'acceptabilité et les conditions d'observation des défauts visuels (défauts ponctuels et linéaires/étendus) sont précisés dans la norme NBN EN 14449. Dans la zone masquée par la feuillure, les défauts de points et les défauts linéaires/étendus ainsi que les éclats de bord sont autorisés.

Remarque : Les dimensions de la feuillure décrites aux paragraphes 7 et 8 de l'Information Technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de l'Industrie de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

✓ Défauts ponctuels

Par défauts ponctuels, on entend tout défaut visible, à savoir des taches ponctuelles, des bulles d'air, des objets étrangers au produit.

Les critères d'acceptation sont listés dans le tableau 2. Le nombre de défauts tolérés doit être augmenté de 1 pour chaque couche intermédiaire de plus de 2 mm d'épaisseur (plus de 5 films de 0,38 mm).

Une accumulation de défauts se produit lorsqu'au moins 4 défauts se produisent à une distance d'au moins 200 mm les uns des autres. Cette distance est réduite à 180, 150 ou 100 mm pour des vitrages composés respectivement de 3, 4 ou plus de 4 feuilles de verre.

La largeur de la zone marginale est respectivement de 15 mm pour les feuilles de verre d'une surface $\leq 5 \text{ m}^2$ et de 20 mm pour les feuilles de verre d'une surface $> 5 \text{ m}^2$. Les défauts dont le diamètre ne dépasse pas 5 mm sont autorisés dans la zone marginale. Lorsque des bulles d'air sont présentes, la superficie de la zone de bulles d'air ne peut pas dépasser 5 % de la superficie totale de la zone marginale.

Zone	Dimension du défaut f (hors halo) (\varnothing en mm)	Surface de vitrage S (m^2)			
		$S \leq 1$	$1 < S \leq 2$	$2 < S \leq 3$	$3 < S$
R	Toutes les tailles	Aucune restriction			
E	$\varnothing \leq 1$	Autorisé si moins de 3 dans une zone de $\varnothing \leq 20 \text{ cm}$ de diamètre			
	$1 < \varnothing \leq 3$	4		1 par mètre de circonférence	
M	$\varnothing > 3$	Non autorisé			
	$\varnothing \leq 1$	Autorisé si moins de 3 dans une zone d'un diamètre $\varnothing \leq 20 \text{ cm}$			
	$1 < \varnothing \leq 2$	2	3	5	$5 + 2/\text{m}^2$
	$2 < \varnothing$	Non autorisé			

Tableau 2 : Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels dans le champ de vision - Verre feuilleté.

✓ Déviations linéaires/allongées

Les défauts linéaires/étirés comprennent les griffes, les rayures et les objets étrangers au produit.

Les critères d'acceptation sont indiqués dans le tableau 3. Des écarts linéaires/étendus $< 30 \text{ mm}$ sont autorisés

Zone	Longueurs individuelles (mm)	Longueurs individuelles totales (mm)
R	Aucune restriction	
E	≤ 30	≤ 90
M	≤ 15	≤ 45

Tableau 3 : Critères d'acceptabilité des défauts linéaires/allongés dans le champ de vision - Verre feuilleté.

3.6.3 DÉLAMINAGE

Lorsque le bord d'une feuille de verre feuilleté est exposé longtemps à l'humidité, l'intercalaire réagit en se délaminant. Le délaminage est une perte locale d'adhérence entre le film et le verre. Un tel délaminage est inhérent au produit et ne doit pas être considéré comme un défaut.

Le contact entre le mastic et le film peut également provoquer un délaminage.

La compatibilité entre les matériaux utilisés doit être vérifiée par l'installateur. Lorsque le bord d'une feuille de verre feuilleté n'a pas été exposé à l'humidité ou à un mastic ou un ruban adhésif incompatible pendant une longue période, mais qu'il présente néanmoins un délaminage ou une opacification, il ne doit pas s'étendre à plus de 25 mm du bord du verre.



Figure 7 : Délaminage d'un échantillon de verre feuilleté et délaminage in situ dû au contact entre le verre feuilleté et du silicone acide.

3.6.4 DÉFORMATIONS VISUELLES

Le processus de production du verre feuilleté peut provoquer des écarts visuels de planéité.

Ces déformations peuvent être visibles sous un angle oblique. Ils ne sont pas considérés comme défauts.

3.7 VERRE IMPRIMÉ

3.7.1 NORMALISATION

La norme NBN EN 572-5 Verre pour le bâtiment – Produits de base du verre sodocalcique – Partie 8 : Formats commerciaux et formats d'utilisation finale détermine les exigences de qualité des verres à motifs pour le bâtiment.

La qualité du verre de figurine n'est déterminée que par l'évaluation des erreurs visuelles.

3.7.2 DÉFAUTS VISUELS

Dans la zone cachée par la feuillure, les défauts de points, les défauts linéaires/étendus et les défaut de motif ainsi que les éclats de bord sont autorisés.

Remarque : Les dimensions de la feuillure décrites aux paragraphes 7 et 8 de l'Information Technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de l'Industrie de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

✓ Défauts ponctuels

- Défauts ponctuels sphériques et circulaires
Défauts ponctuels dont la plus grande dimension est ≤ 2 fois la plus petite dimension.
- Défauts ponctuels allongés
Défauts de points avec le plus grand diamètre > 2 fois le plus petite dimension

✓ Erreurs linéaires/étendues

Des défauts linéaires/étirés apparaissent sous forme de ternissement, de marques ou de griffes. La longueur et la superficie de ces failles sont limitées. Ceux-ci peuvent être en surface ou dans le verre.

✓ Défauts de motif

Les défauts de motif sont déterminés par rapport à une référence, par exemple par rapport à une ligne ou une barre.

Trois défauts de motif distinct peuvent se produire simultanément (cf. figure 8) : motif hors équerre/incliné, ondulé, courbe.

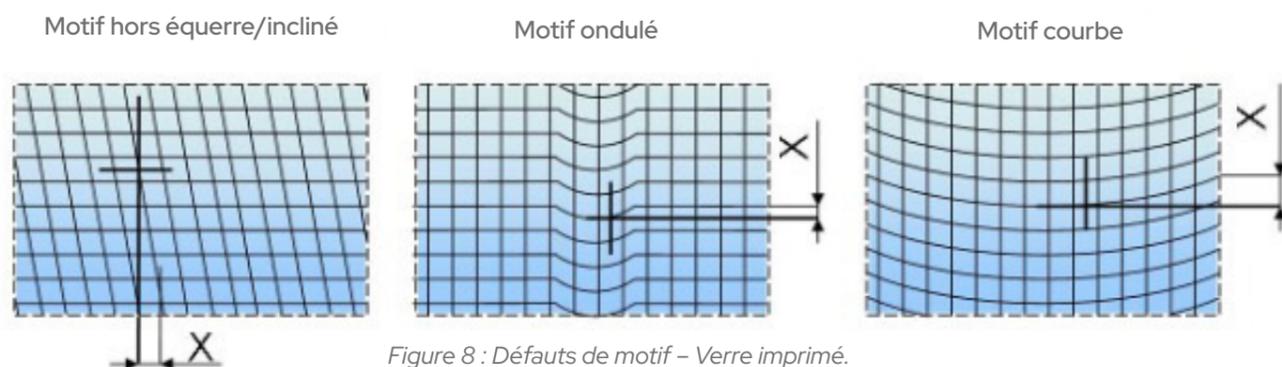


Figure 8 : Défauts de motif – Verre imprimé.

Méthode d'observation et critères d'acceptation

Une référence, par exemple un trait ou une barre, est placée sur le verre comme le montre la figure 8. L'écart X du motif par rapport à la référence est alors mesuré.

L'écart X ne peut pas dépasser 12 mm/m

4.1 CONDITIONS GÉNÉRALES D'OBSERVATION

Sauf indication contraire, les conditions de contrôle des vitrages sont :

- ✓ Lumière du jour diffuse (lumière du jour sans soleil direct et sous un ciel régulièrement nuageux) et sans lumière artificielle.
- ✓ Observation en transparence et non en réflexion.
- ✓ Il n'est pas permis d'utiliser une marque pour attirer l'attention de l'observateur sur un défaut allégué.

À L'ENVERS

L'inspecteur regarde le vitrage aussi perpendiculairement que possible à la surface vitrée à inspecter. Le vitrage est observé à une distance d'au moins 3 mètres, de l'intérieur vers l'extérieur, à raison d'une minute par m².

DE L'EXTÉRIEUR À L'INTÉRIEUR

Les vitrages doivent être examinés à l'état installé, en tenant compte de la distance de visualisation habituelle d'au moins 3 mètres. L'angle de vision doit être aussi perpendiculaire que possible à la surface du verre.

4.2 NORMALISATION

NBN EN 1279-1 : 2018 Verre pour le bâtiment – Vitrages isolants – Partie 1 : Généralités, description du système, règles de remplacement, tolérances et qualité visuelle précise les exigences de qualité des vitrages isolants utilisés dans la construction.

Concernant les propriétés optiques et visuelles des vitrages isolants, la norme NBN EN 1279-1 : 2018 fait référence aux exigences imposées aux composants. Les défauts optiques et visuels des vitrages isolants seront donc examinés selon les normes relatives aux composants utilisés qui les composent soit:

- ✓ pour le verre flotté : NBN EN 572-2 (voir section 3.3.1) ;
- ✓ pour le verre à couches : NBN EN 1096-1 (voir section 3.4.1) ;
- ✓ pour les verres trempés thermiquement : NBN EN 12150-1 (voir section 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre trempé thermiquement et trempé thermiquement : NBN EN 14179-1 (voir section 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre durci : NBN EN 1863-1 (voir section 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre feuilleté : NBN EN ISO 12543-6 (voir section 3.6.1) ;
- ✓ pour le verre imprimé : NBN EN 572-5 (voir paragraphe 3.7.1).

4.3 DÉFAUTS VISUELS ET OPTIQUES

Les défauts visuels et optiques doivent être examinés conformément à la norme européenne EN 1279-1, spécifique aux feuilles de verre formant le vitrage isolant (voir section 3.2).

Il est donc important de déterminer à l'avance quel type de feuille de verre présente le défaut suspecté afin d'appliquer la méthode de contrôle et les critères d'acceptabilité appropriés. Les défauts visuels et optiques, ainsi que les dommages sur les bords (qui n'affectent pas la résistance du verre), sont acceptables dans la zone cachée par la feuillure.

Remarque : Les dimensions de la feuillure telles que décrites aux paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par Buildwise (anciennement Centre Scientifique et Technique de la Construction (voir bibliographie)) doivent être respectées.

4.3.1 ÉLÉMENT EN VERRE ISOLANT CONSTITUÉ DE DEUX PLAQUES DE VERRE MONOLITHIQUE

4.3.1.1 Défauts ponctuels

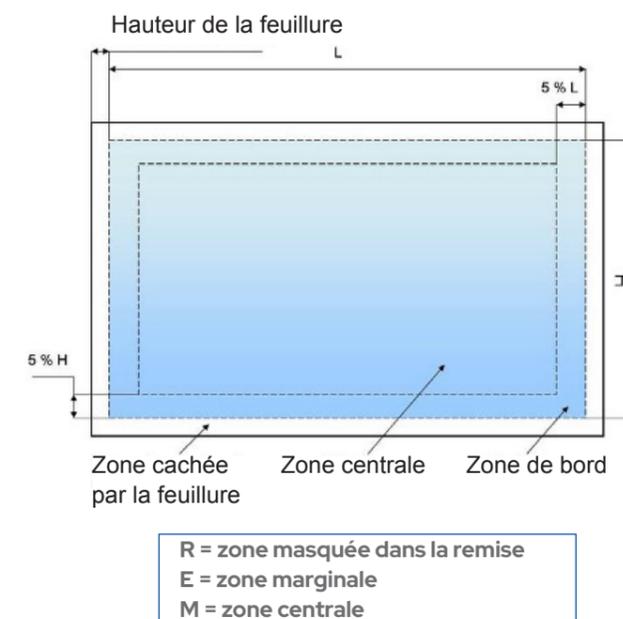


Figure 9: Les zones des vitrages

Le nombre maximum de défauts ponctuels est défini dans le tableau 4.

Zone	Dimension du défaut f (hors halo) (Ø en mm)	Surface de vitrage S (m²)			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	3 < S
R	Toutes les tailles	Aucune restriction			
E	Ø ≤ 1	Autorisé si moins de 3 dans une zone de Ø ≤ 20 cm de diamètre			
	1 < Ø ≤ 3	4	1 par mètre de circonférence		
M	Ø > 3	Non autorisé			
	Ø ≤ 1	Admis si moins de 3 dans une zone de diamètre Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 2	2	3	5	5 + 2/m²
	2 < Ø	Non autorisé			

Tableau 4 - Nombre maximal de défauts ponctuels autorisés

4.3.1.2 Résidus

Le nombre maximal autorisé de points et de taches de résidus est défini dans le tableau 5.

Zone	Dimensions et type	Surface de vitrage S (m²)	
		S ≤ 1	1 < S
R	Toutes les tailles	Aucune restriction	
E	Points Ø ≤ 1	Aucune restriction	
	Points 1 < Ø ≤ 3	4	1 par mètre de circonférence
	Tache ≤ 17	1	
M	Points Ø > 3 et tache > 17	Maximum 1	
	Points Ø ≤ 1	Maximum 3 dans une zone de diamètre Ø ≤ 20 cm	
	Points 1 < Ø ≤ 3	Maximum 2 dans une zone de diamètre Ø ≤ 20 cm	
	Points Ø > 3 et tache > 17	Non autorisé	

Tableau 5 - Nombre autorisé de points et de taches d'éclaboussures et de résidus

4.3.1.3 Défauts linéaires ou étendus

Le nombre maximal de défauts linéaires ou étendus est défini dans le tableau 6.

Les stries très fines sont autorisées à condition qu'elles ne forment pas un groupe.

Zone	Longueurs individuelles (mm)	Total des longueurs individuelles (mm)
R	Geen beperkingen	
E	≤ 30	≤ 90
M	≤ 15	≤ 45

Tableau 6 - Nombre autorisé de défauts linéaires ou étendus

4.3.1.4 Éléments de verre isolants autres que ceux constitués de deux panneaux de verre monolithiques

Le nombre d'erreurs tolérées tel que défini dans le tableau 6 est majoré de 25 % par composant de verre supplémentaire et par vitre feuilletée. Le résultat est toujours arrondi.

EXEMPLES

- Triple vitrage constitué de 3 éléments monolithiques : le nombre de défauts admis en F.3 est multiplié par 1,25.
- Double vitrage constitué de deux éléments en verre feuilleté contenant chacun deux composants verriers : le nombre de défauts admissibles indiqué en F.3 est multiplié par 1,5

4.4 INTERFÉRENCES

Dans certaines conditions d'éclairage et selon la planéité des surfaces vitrées, le vitrage peut se comporter comme un prisme et diviser la lumière du jour en ses différentes couleurs constitutives. Des phénomènes optiques se produisent alors en combinaison avec des rayons lumineux réfléchis sur la surface du verre, créant des bandes d'interférence (également appelées anneaux de Newton ou franges de Brewster selon les cas). Ces bandes colorées ressemblent à des taches, des stries ou des anneaux huileux qui apparaissent principalement en réflexion. Lorsqu'une pression est appliquée sur le vitrage, ce phénomène d'interférence va se déplacer.

Le risque de ce phénomène est plus élevé avec un double vitrage composé de feuilles de verre de même épaisseur. Les franges d'interférences sont un phénomène naturel et ne doivent en aucun cas être considérées comme un défaut de fabrication.

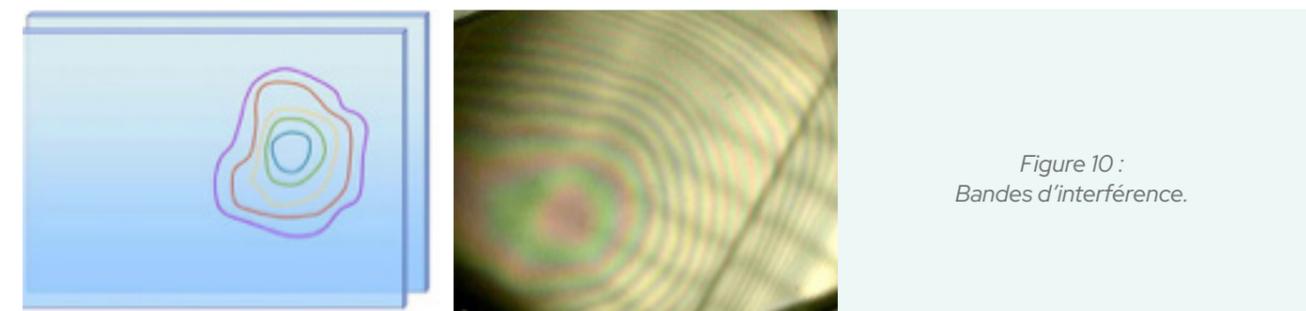


Figure 10 : Bandes d'interférence.

4.5. ESPACEUR

4.5.1. GÉOMÉTRIE

Les conditions d'installation décrites aux paragraphes 7 et 8 de l'Information Technique n°221 publiée par Buildwise (cf. bibliographie) doivent être respectées.

Si l'espaceur n'est pas parallèle au bord du vitrage, il peut devenir visible.

Dans le cas de bords droits, un débord visible de l'espaceur dans la zone du bord comme indiqué sur la figure 9 est toléré s'il est de 4 mm jusqu'à une longueur de bord de 3,5 m et de 6 mm pour les longueurs supérieures. L'écart accepté par rapport à un bord droit ou à d'autres espaceurs (comme un triple vitrage) est de 3 mm jusqu'à une longueur de bord de 2,5 m, ou jusqu'à 6 mm pour des bords plus longs.

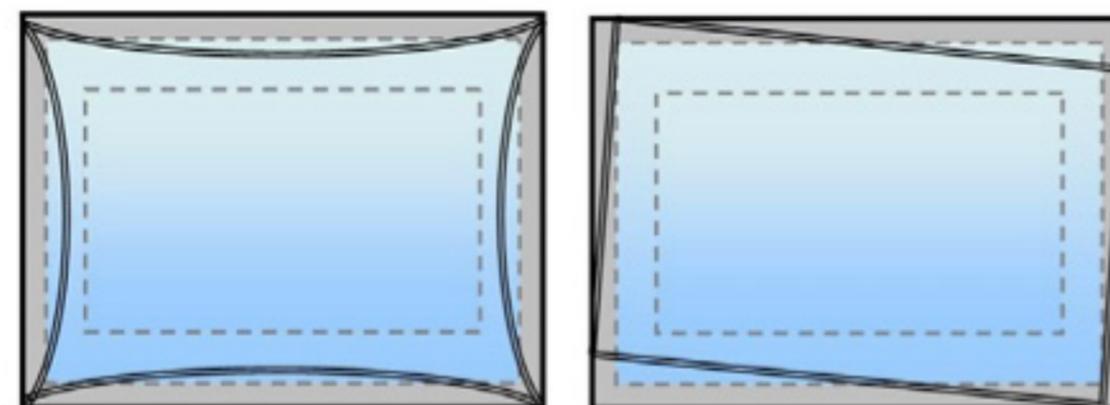


Figure 11 : Exemples d'écart géométrique de l'espaceur.

4.5.2. ASPECT

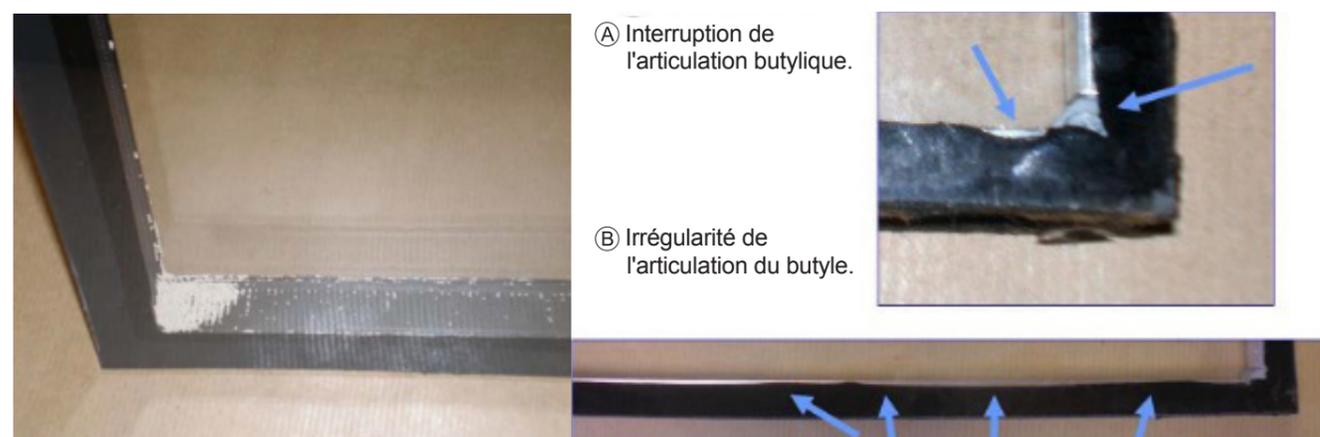
La norme NBN EN 1279-1 : 2018 n'impose aucune exigence sur la qualité visuelle des espaceurs. La présence de grains de dessicant entre les feuilles de verre est possible. Ceux-ci n'altèrent ni la transparence ni les performances du vitrage. Ce phénomène n'est pas considéré comme une anomalie si la quantité de grains est limitée.

Il en va de même pour les impressions légères sur l'espaceur. Les jonctions et points de soudure visibles dans l'espaceur sont inhérents au processus de fabrication et ne sont pas considérés comme un défaut.

En raison du processus de fabrication, le joint en butyle peut avoir une forme irrégulière et dépasser de 3 mm plus haut. Dans le cas de vitrages isolants à bords visibles, ces écarts géométriques du butyle peuvent rendre visible le bord de l'intercalaire. L'espaceur est généralement marquée à un endroit aléatoire d'un code permettant d'identifier le vitrage (cf. section 2.3). Ce n'est pas un défaut.

Avec des bords visibles, le joint en butyle dans le cas du verre à couche peut garantir que le reflet de la couleur du revêtement soit très visible.

Ceci est inhérent au produit et ne constitue pas un défaut.



4.6 CROISILLONS INCORPORÉS

Les croisillons incorporés se situent entre les feuilles de verre d'un vitrage isolant et sont fixées par une technique spéciale à l'espaceur. Spécifique à cette version, plusieurs phénomènes et imperfections peuvent survenir sans constituer un défaut. Des traits de scie visibles, des dommages mineurs ou une légère décoloration de la couche de peinture au niveau des traits de scie sont inhérents à la réalisation des divisions transversales, tout comme un limage limité dans la cavité.

Lorsque le vitrage est exposé à des vibrations (notamment au niveau des parties ouvrantes), le contact entre les cloisons du verre peut donner lieu à des bruits de vibration.

Ce phénomène est influencé par les conditions suivantes :

- les vibrations dues à au trafic, aux fermetures des portes ou de fenêtres, dues aux rafales de vent ;
- grandes fenêtres ;
- grandes portées des divisions transversales d'éléments de croisillons ;
- utilisation d'une fine cavité entre les feuilles de verre ;
- comportement instable ou mauvais des menuiseries ;
- conditions atmosphériques donnant au vitrage une forme concave

Les bruits de vibration provenant des croisillons incorporés ne constituent pas un défaut.

Si de faux espaceurs sont utilisées, en combinaison avec des divisions transversales collées à l'extérieur, il convient de prêter attention aux tolérances et à la portée maximale autorisée conformément aux directives des fabricants. Lors de l'utilisation de doubles intercalaires apparents en triple vitrage, il faut tenir compte d'une différence de tolérance entre les deux cavités.

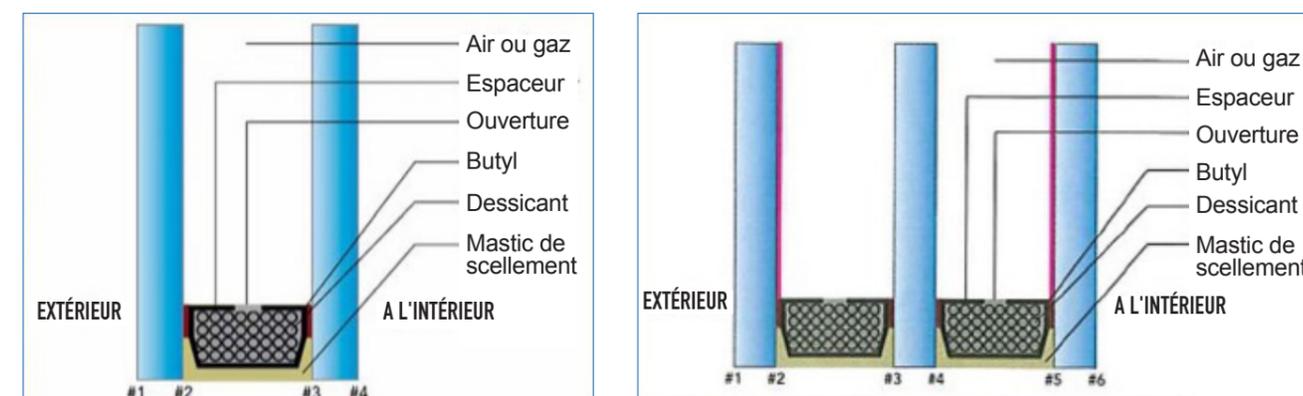
4.7 CONDENSATION

La condensation est un phénomène naturel qui apparaît lorsque la vapeur d'eau présente dans l'air se dépose sur une surface dont la température est inférieure au point de rosée. La condensation peut être visuellement gênante et, dans le pire des cas, endommager les fenêtres et les joints.

Il existe trois phénomènes de condensation possibles :

- ✓ sur les faces interne d'un local (face 4 pour le double vitrage ; face 6 pour le triple vitrage ; cf. figure 14) ;
- ✓ sur les faces internes du vitrage isolant (faces 2 et 3 pour le double vitrage ; faces 2, 3, 4 et 5 pour le triple vitrage ; cf. figure 14) ;
- ✓ sur la face côté extérieur d'un local (face 1 du vitrage isolant ; cf. figure 14).

En raison de la présence de condensation, des empreintes de ventouses, d'étiquettes ou d'autres éléments ayant été en contact avec le verre peuvent devenir visibles (cf. paragraphe 5.1). Ce ne sont pas des défauts.



4.7.1 CONDENSATION SUR LA FACE D'UN VITRAGE À L'INTÉRIEUR D'UN LOCAL

La condensation sur d'un vitrage côté intérieur d'un local est influencée par :

- ✓ la température de l'air du local ;
- ✓ la température de l'air extérieur ;
- ✓ l'humidité relative de l'air intérieur ;
- ✓ le coefficient U du vitrage.

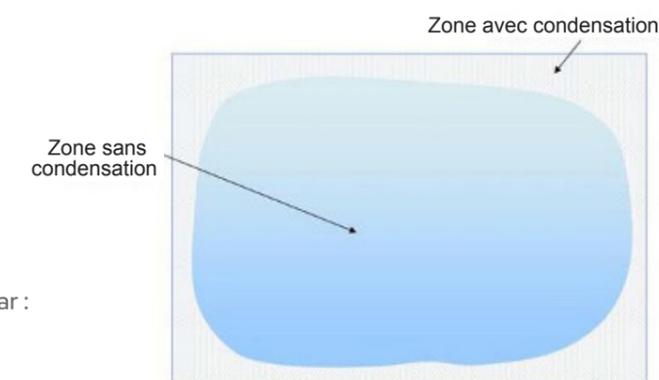
Cette condensation se produit généralement lorsque la température extérieure est basse et que l'humidité intérieure est élevée. La vapeur d'eau présente dans l'air ambiant intérieur se condense sur la surface froide du verre. Les pièces sensibles à ce phénomène sont la chambre, la cuisine, la salle de bain, les piscines et les zones humides en général.

L'apparition de condensation sur les vitrages à l'intérieur d'une pièce n'est pas un défaut du vitrage.

L'utilisation d'un vitrage très isolant (vitrage à rendement) diminue fortement les risques de condensation sur la face côté intérieur. Dans ce cas, la température de la feuille de verre à l'intérieur est moins influencée par la température extérieure.

Le risque de condensation à l'intérieur peut être limité par :

- ✓ améliorer la ventilation du local ;
- ✓ augmenter la température de l'air du local ;
- ✓ diminuer l'humidité relative de l'air intérieur ;
- ✓ choisir des vitrages à faible valeur U, comme indiqué dans la brochure Une vue cristalline, etc...



Face côté intérieur d'un local :
face 4 pour un double vitrage
face 6 pour un triple vitrage

Figure 15 : Condensation sur face d'un vitrage côté intérieur d'un local.

4.7.2 CONDENSATION SUR LES FACES INTERNES D'UN VITRAGE ISOLANT

La condensation à l'intérieur des vitrages isolants peut apparaître lorsque le joint entre les feuilles de verre n'est plus étanche à l'air.

Un dessiccant (cf. figure 16) est placé dans l'espaceur d'un vitrage isolant, qui absorbe l'humidité présente dans l'air lors de la fabrication. Si le joint entre les feuilles de verre n'est plus étanche et que le dessiccant devient saturé, l'humidité interne de la cavité augmentera jusqu'à la formation de condensation.

Cette condensation forme un voile ou un dépôt non amovible. Une détérioration/oxydation d'un revêtement (isolant ou de protection solaire) présent sur les côtés de la cavité peut également se produire.



Outre les nuisances visuelles, l'isolation thermique des vitrages est généralement altérée. Les vitrages isolants dont le joint périphérique n'est plus étanche à l'air ne peuvent pas être réparés. La plupart des fabricants belges offrent une garantie de 10 ans sur l'étanchéité à l'air de leurs vitrages isolants (consulter le fabricant).

La garantie est valable sous certaines conditions, notamment la pose du vitrage conformément à la norme NBN S23-002, qui fait référence à l'Information Technique n° 221 publiée par Buildwise.

Figure 16 : Condensation sur les faces internes d'un vitrage.

4.7.3 CONDENSATION SUR LA FACE D'UN VITRAGE COTE EXTERIEUR D'UN LOCAL

La condensation sur les vitrages extérieurs d'une pièce est un phénomène naturel qui se produit principalement le matin et ne doit pas être considéré comme un défaut du vitrage.

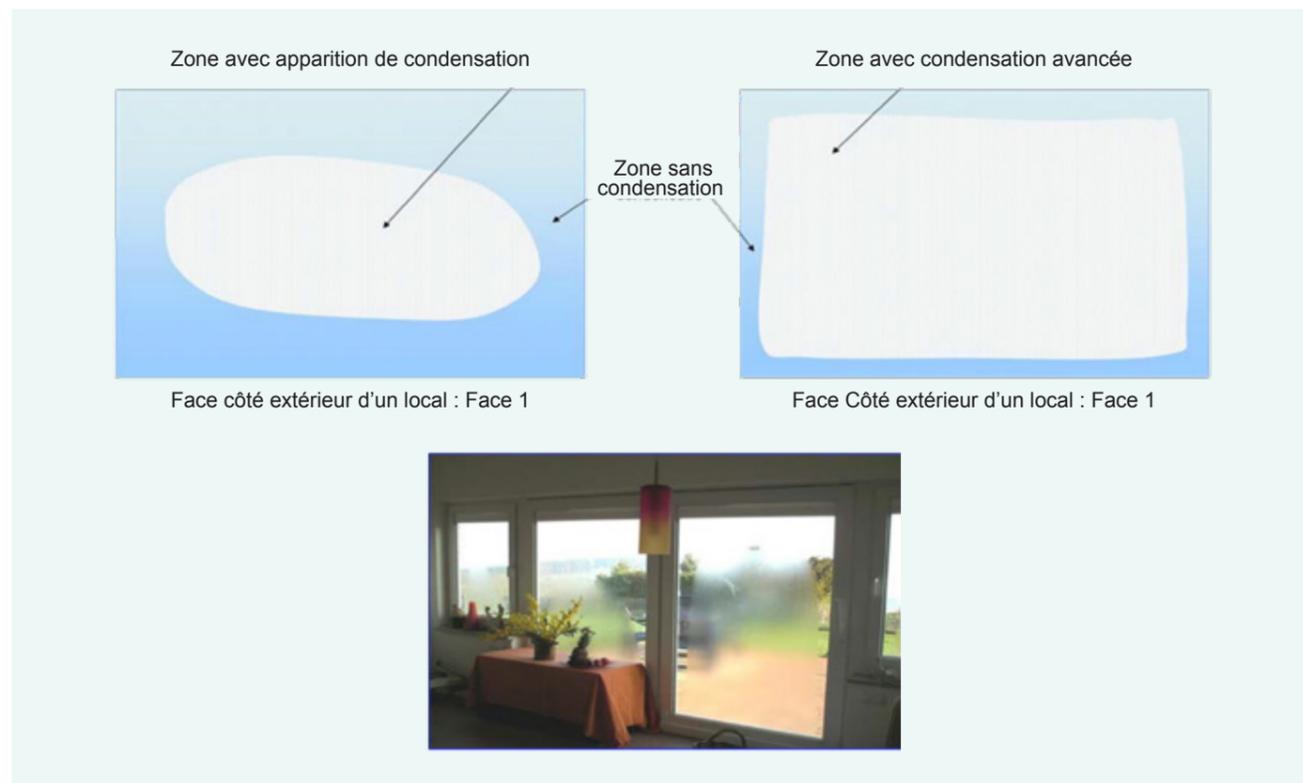


Figure 17 : Condensation sur la face externe d'un vitrage .

Le phénomène se produit lors d'une nuit froide avec un ciel dégagé, ce qui entraîne une température extérieure basse du vitrage et une humidité extérieure élevée. La condensation disparaît grâce à la ventilation naturelle du vent, et dès que la température augmente et que l'air devient plus sec pendant la journée. Ce phénomène se produit la nuit et le matin, notamment au printemps et en automne.

Plusieurs facteurs influencent ce phénomène :

✓ l'utilisation de vitrages thermiques à hautes performances (vitrages à faible valeur U, comme les triples vitrages) favorisent l'apparition de condensation extérieure. Grâce à leur haute capacité d'isolation, les pertes de chaleur sont minimales et la température de la feuille de verre extérieure est peu affectée par l'environnement plus chaud à l'intérieur. Dans certaines conditions climatiques, la température du verre à l'extérieur peut descendre en dessous du point de rosée et de la condensation se produit à l'extérieur du vitrage.

✓ l'utilisation de vitrages inclinés et/ou horizontaux augmente le risque que ce phénomène se produise par rapport aux vitrages verticaux.

La condensation à l'extérieur est un phénomène naturel, semblable à la condensation qui se forme sur les véhicules après une nuit claire, même s'il n'a pas plu.

4.8 REFLET DÉFORMÉ

Les vitrages peuvent se comporter comme un miroir et renvoyer un reflet qui peut être déformé. Cet effet est perceptible lorsque les objets réfléchis sont rectilignes (avant-toits, gouttières, poteaux d'éclairage déformés, etc.).

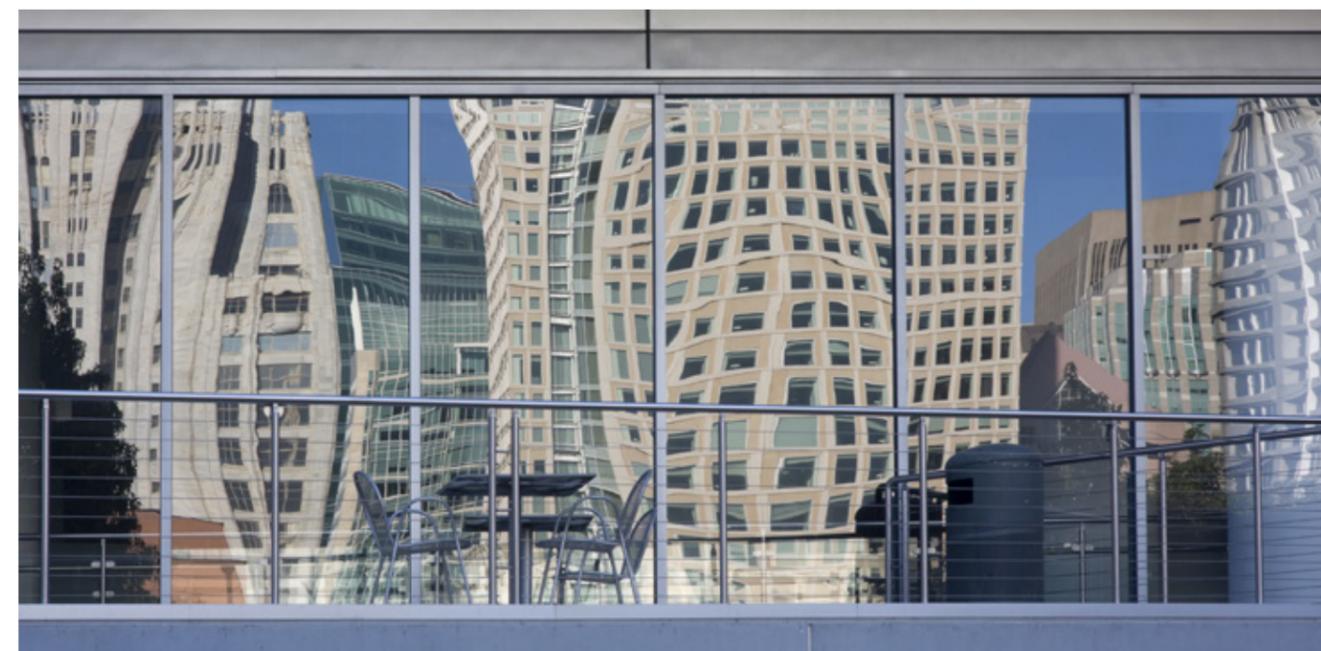


Figure 18 : Reflet déformé.

Les reflets déformés dus aux causes naturelles, décrites ci-dessous, ne peuvent être considérés comme un défaut.

✓ Fluctuations de température

Les vitrages isolants sont généralement fabriqués verticalement et hermétiquement fermés dans une usine où la température ambiante est d'environ 20 °C. La température de l'air ou du gaz enfermé entre les feuilles de verre est donc également d'environ 20 °C.

Le vitrage prend une forme convexe lorsque la température de l'air ou du gaz confiné augmente (dilatation), ou une forme concave lorsque la température de l'air ou du gaz confiné diminue (compression). Cela déforme le reflet.

Par exemple, dans les nouveaux bâtiments qui n'ont pas encore été chauffés, les reflets déformés concaves sont souvent observés en raison du retrait de l'air ou du gaz enfermé dans la cavité vitrée. Lors de la mise en service du bâtiment, la visibilité de ce phénomène diminue

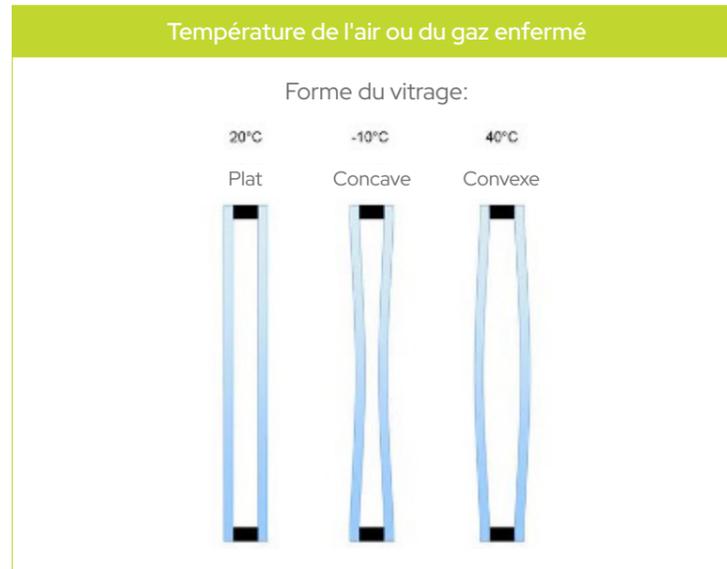


Figure 19 : Déformations des vitrages isolants dues aux variations de température.

✓ Variation de pression

Les vitrages isolants sont généralement fabriqués verticalement et hermétiquement fermés en usine où la pression ambiante est égale à la pression atmosphérique du moment. La pression de l'air ou du gaz enfermé entre les feuilles de verre est donc la pression atmosphérique de l'usine au moment de la fabrication.

Par la suite, la pression ambiante du vitrage varie fortement au cours de sa durée de vie. Le vitrage prend une forme convexe lorsque la pression atmosphérique baisse (dépression) et que l'air ou le gaz emprisonné se dilate, ou une forme concave lorsque la pression atmosphérique augmente (anticyclone) et que l'air ou le gaz emprisonné se contracte.

Le reflet est alors déformé.

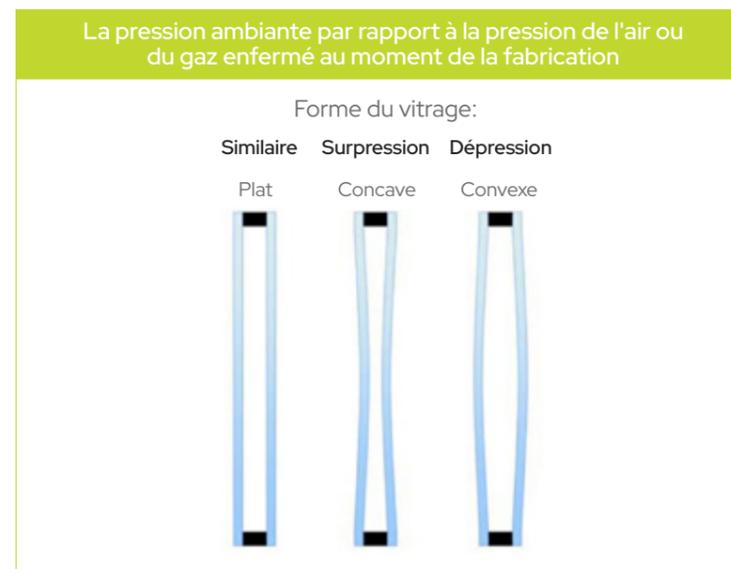


Figure 20 : Déformations des vitrages isolants dues aux variations de pression.

✓ Variations d'altitude

Les variations d'altitude en Belgique entre le lieu de fabrication et l'installation finale sont généralement trop faibles pour provoquer de fortes déformations du vitrage isolant et des réflexions.

Cela peut être le cas lors de la réalisation de vitrages isolants à basse altitude et posés en haute altitude, ou bien de la fabrication en haute altitude et posés à basse altitude (par exemple vitrage d'exportation ou d'importation). Les vitrages isolants destinés à être installés en haute altitude doivent être clairement signalés au fabricant.

Attention : les déformations de reflet peuvent également être dues à une mauvaise installation (par exemple par un serrage top important des parclozes)

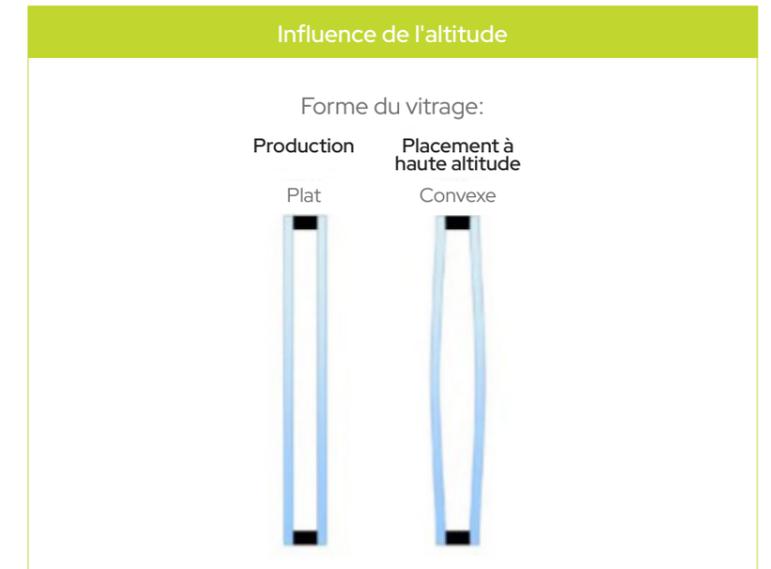


Figure 21 : Déformations des vitrages isolants dues aux variations d'altitude.

4.9 TEINTE INTRINSÈQUE DES VITRAGES ISOLANTS

Selon la façon dont vous regardez une façade en verre isolant, vous pouvez remarquer des variations dans une même teinte. Ces variations de teinte peuvent être dues à la teneur en oxyde de fer du verre, au type de revêtement, à la structure du revêtement, aux différentes épaisseurs de verre et à la manière dont le verre isolant est assemblé.

Ces écarts de couleur sont inévitables et ne sont pas considérés comme un défaut. Grâce à la norme ISO 11479-2, la différence de teinte peut être évaluée objectivement



Les phénomènes liés à des facteurs externes sur le verre sont indépendants de la production de verre et ne doivent donc pas être considérés comme des défauts de fabrication.

5.1 TRACES ET IMPRESSIONS À L'EXTÉRIEUR DU VITRAGE

Lorsque les vitrages présentent de la condensation à l'extérieur (face 1 et/ou 4 du double vitrage et face 1 et/ou 6 du triple vitrage, cf. figure 15), des traces et empreintes peuvent devenir plus visibles. Cela s'applique également au ruissellement des eaux de pluie, au nettoyage des vitrages et à la lumière directe du soleil.

Outre l'influence de l'environnement sur le vitrage, on distingue des traces et empreintes :

- ✓ mastic ou silicone ;
- ✓ liège ou palstic de protection ;
- ✓ ventouses ;
- ✓ doigt ;
- ✓ étiquette ;
- ✓ papier d'emballage ;
- ✓ tiges de support ou de serrage ;
- ✓ ...

Ces traces et impressions n'altèrent pas la qualité du verre, s'estompent avec le temps et ne doivent pas être considérées comme un défaut.



5.2 PROJECTIONS INCANDESCENTES SUR LE VERRE

Lorsque des particules de métal en fusion (éclaboussures de soudure, meulage, etc.) heurtent le verre, elles brûlent le verre et l'endommagent de manière irréparable. Seul le remplacement du verre peut apporter une solution de récupération.

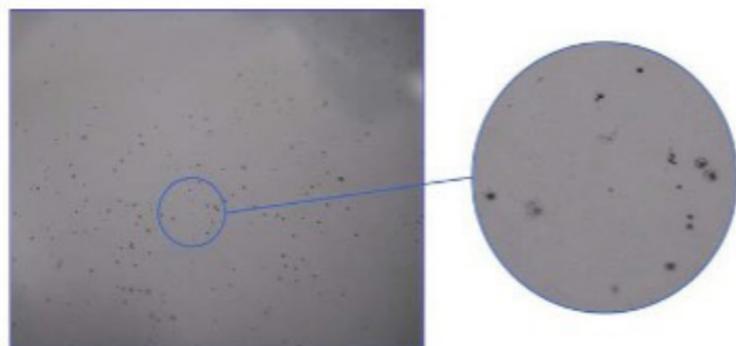


Figure 22 : Projections de soudure sur du verre.

5.3 IRISATION DU VERRE

Lorsque de l'humidité reste en contact prolongé avec le verre (par exemple lorsque de l'humidité pénètre entre deux vitrages stockés l'un à côté de l'autre), des éléments de base sont retirés du verre. Cela peut entraîner, entre autres, une fine couche blanche et/ou des taches colorées. L'irisation est le résultat d'une agression extérieure du verre et provoque des dommages irréparables.

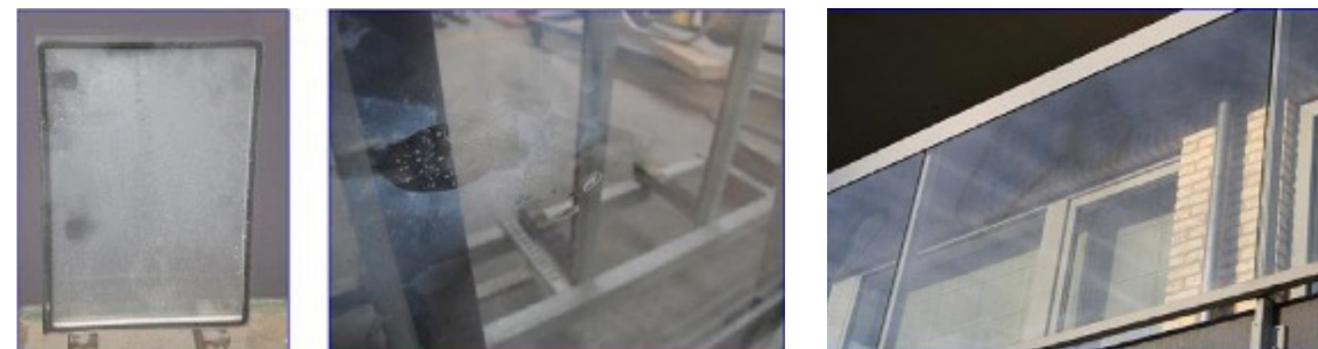


Figure 23 : Irisation.

5.4 COULÉES SUR LE VERRE

✓ Les vitrages sont parfois exposés au calcaire et aux alcalis provenant du ruissellement des eaux de façade. Ces substances sont présentes dans un grand nombre de matériaux en pierre et principalement dans les matériaux liés au ciment comme le mortier, le béton, etc. Le ciment, surtout dans la phase initiale, peut libérer du calcaire qui est transporté par l'eau de pluie et coule sur le verre, réduisant ainsi la transparence du vitrage et provoquant l'accumulation de dépôts sur le verre. Le phénomène se produit également lorsque l'eau de pluie éclabousse les rebords des fenêtres.

Ces coulées, indépendantes du verre, peuvent être évitées en portant une attention particulière aux erreurs de conception architecturale (cf. paragraphes 7.4.5 et 7.5 de l'Information Technique n°221 publiée par Buildwise, cf. bibliographie).

✓ Lorsque les façades d'un bâtiment sont traitées avec certains produits (notamment les traitements hydrofuge) sans protéger les vitrages, des coulées contenant ce produit peuvent se déposer sur les vitres, provoquant des dommages irréparables sur les vitrages.



Figure 24: Coulées sur du verre.

Pour les vitrages avec OVERLAPS avec revêtement de coating (revêtement souple), le revêtement doit être poncé sur toute la largeur du recouvrement. Ceci permet d'assurer une bonne adhésion entre la feuille de verre et le silicone de scellement et d'éviter l'oxydation du revêtement. Cela signifie que, entre autres, des traces de meules ou des résidus de revêtement peuvent être visibles de l'extérieur. Ceci est inhérent au processus de meulage et ne peut être considéré comme une plainte.

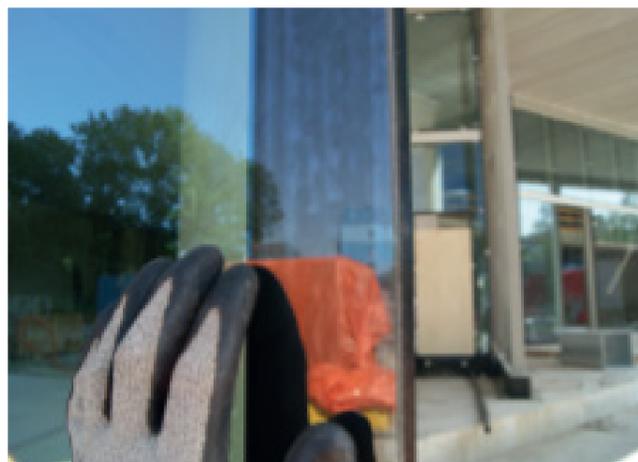


Figure 25 :
Traces de meulage
sur verre avec overlaps.

Ce chevauchement est souvent recouvert de silicone de scellement pour le rendre opaque. Cela signifie qu'il peut y avoir une différence de couleur entre le joint en butyle (qui a une couleur noire) et la couche de silicone (qui a une couleur plus grise). Ceci est également inhérent au processus de production.

En outre, des écarts de production tels que de petites inclusions d'air et des renflements de butyle peuvent se produire, et des parties nues de l'espaceur peuvent également devenir visibles. Tant qu'ils respectent les tolérances du produit, ceux-ci sont acceptables. Ainsi, l'utilisation d'une entretoise noire ou gris foncé est fortement recommandée pour les fenêtres avec débord. L'aspect du bord du verre lui-même dépend fortement de la finition choisie (voir norme EN 572-8).

En règle générale, pour les vitrages isolants dont les bords restent visibles, le côté du verre devra être au moins arrêtes abat-tues (AA) pour éviter les blessures. Cependant, avec le meulage AA, seuls les tranchants sont meulés. Les petites entailles, éclats ou autres imperfections qui surviennent lors de la coupe et du bris du verre restent visibles. Uniquement avec des bords plats mats (RM ou JPI) et des bords plats polis (RP ou JPP), la masse de verre est meulée afin que ces entailles, éclats ou autres irrégularités ne soient plus visibles. Le tranchant est créé lorsque le verre est rayé puis brisé pendant le processus de découpe.



Vous trouverez ci-dessous un aperçu des opérations les plus courantes et de leurs propriétés :

CÔTÉS COUPÉS

Les bords tranchants sont tranchants. D'autres imperfections mineures et des écailles ou dommages mineurs sont visibles sur le tranchant, à condition qu'ils restent dans les tolérances du produit.

BORDS MEULÉS (AA)

Les bords tranchants du verre sont affûtés pour ne plus couper.

Les autres imperfections mineures et dommages mineurs restent visibles sur le tranchant, à condition qu'ils restent dans les tolérances du produit.

BORDS POLIS MATS INDUSTRIELS (IM)

Avec les bords rectifiés industriels mats, les arêtes de coupe, mais aussi l'arête de coupe finale, sont rectifiées. De petites imperfections ou parties brillantes peuvent rester visibles sur le tranchant car aucune masse de verre n'est enlevée.

BORDS POLIS PLATS MATS (RM / JPI)

Les arêtes de coupe sont rectifiées complètement mates, éliminant ainsi la masse de verre. Le bord coupé a une fine finition mate. Les petites imperfections ou parties brillantes ne sont pas autorisées.

BORDS RECTIFIÉS EN POLY (RP/JPP)

Les bords coupés sont entièrement polis et la masse de verre est retirée. Le bord rectifié a une finition brillante. Les petites imperfections ou zones mates ne sont pas autorisées. Les traces de polissage sont autorisées dans une mesure limitée.

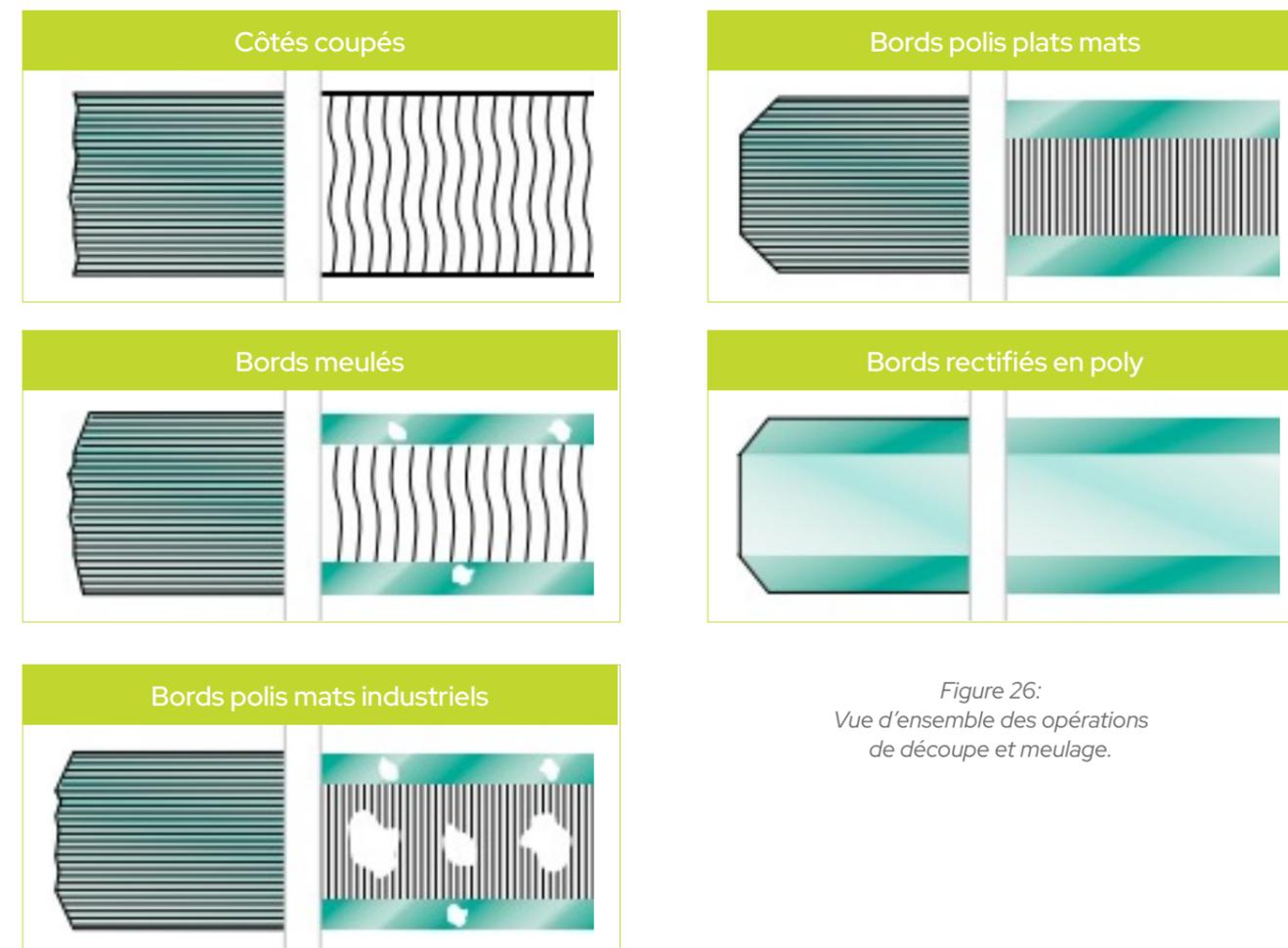


Figure 26:
Vue d'ensemble des opérations
de découpe et meulage.

Récemment, des profils minces avec une hauteur de serrage limitée (plus petite que ceux mentionnés dans TV221 de Buildwise) ont été proposés sur le marché.

Cependant, la hauteur minimale requise du joint de vitrage, en combinaison avec la géométrie de tels profilés de fenêtre, signifie que l'entretoise du vitrage isolant n'est plus cachée dans le profilé de fenêtre, mais peut devenir visible dans la zone diurne/transparente du fenêtre. Les écarts inhérents à l'entretoise et au joint en butyle deviennent ainsi plus visibles.

Les techniques de production standards et les tolérances dimensionnelles sur l'assemblage des doubles vitrages ne sont pas adaptées à de telles applications. Il est donc important de discuter de leur esthétique à l'avance et en étroite concertation avec le fournisseur de verre lors du choix de profilés de fenêtre très fins.



LES RÉFÉRENCES

1. Verre AGC Illimité. Votre Verre de Poche Français/Belgique. AGC Glass Europe, Bruxelles, 2010.
2. Centre Scientifique et Technique de la Construction. Verre et produits verriers - Fonction du vitrage. CSTC, Bruxelles, Note d'information technique, n° 214, décembre 1999.
3. Centre Scientifique et Technique de la Construction. La pose des vitrages en feuillure. CSTC, Bruxelles, Note d'information technique, n° 221, septembre 2001.
4. Centre Scientifique et Technique de la Construction. Toute la lumière sur la réception des vitrages. Contact CSTC, n° 25, mars 2010, page 14.
5. Confédération de la construction. Construction dimensionnellement stable avec la ou les tolérances correctes. Entreprise de construction mensuelle, mai 2010, page 35.
6. Association européenne des fabricants de verre plat. Guide pratique pour la mesure et l'évaluation sur site de la couleur du verre à couches en façade. GEPVP, Bruxelles, janvier 2005.
7. ISO 11479-2 Verre pour bâtiments - Verre à couches - Partie 2 : Couleur pour façades. (Pas encore publié)
8. Évaluation de la qualité des produits en verre plat, Knowledge Center Glass, Gouda, 2009.
9. NBN EN 572- Verre pour le bâtiment - Produits verriers sodocalciques de base - Partie 8 : Dimensions de livraison et dimensions finales.
10. NBN EN 1096-1 Verre pour le bâtiment - Verre à couches - Partie 1 : Définitions et classification.
11. NBN EN 1279-1 Verre pour le bâtiment - Vitrages isolants préfabriqués et scellés - Partie 1 : Généralités, tolérances dimensionnelles et règles de description du système.
12. NBN EN 1863-1 Verre pour le bâtiment - Verre sodocalcique trempé thermiquement - Partie 1 : Définition et description.
13. NBN EN 12150-1 Verre pour le bâtiment - Verre sodocalcique de sécurité trempé thermiquement - Partie 1 : Définition et description.
14. NBN EN ISO 12543-6 Verre pour le bâtiment - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 6 : Aspect.
15. NBN EN 14179-1 Verre pour le bâtiment - Verre sodocalcique de sécurité trempé traité thermiquement - Partie 1 : Définition et description.
16. Verre Saint-Gobain. Mémento. Saint-Gobain Verre Benelux, Namur, 2006. 17. Loin en ligne. www.verreonline.fr, 2010.

Crédit photo : inDUfed, 2024 (à l'exception de la figure 24 : © Buildwise)



INDUFED
Sustainable
goods