

Note FIV 03

Méthodes et critères d'acceptabilité d'aspect des vitrages transparents du bâtiment

Révision avril 2011



Fédération de l'Industrie du Verre asbl
Verbond van de Glasindustrie vzw

Boulevard de la Plaine 5 1050 Bruxelles
Pleinlaan 5 1050 Brussel

 | 02/542.61.20
 | 02/542.61.21
 | info@vgi-fiv.be
 | www.vgi-fiv.be

La FIV, Membre fondateur d'inDUfed



Révision avril 2011

Ce texte remplace et annule la note FIV 03 – version mars 2003.

Ce texte a été élaboré par un groupe d'experts réunis au sein de la F.I.V.

Crédit photographique :
Fédération de l'Industrie du Verre, 2011 (à l'exception de la figure 27 : CSTC, 2011).



O bjet

Ce document traite de l'appréciation in-situ de l'aspect de vitrages plats transparents pour l'utilisation dans le bâtiment en accord avec les normes européennes en vigueur (la casse, thermique ou autre, n'est pas couverte par ce document).

L'utilisateur peut, en cas de litige, se référer aux méthodes et critères d'acceptabilité décrits dans cette note.

Les défauts acceptables selon cette note, sauf mention contraire, ne changent pas de taille, ne causent pas de risque de casse et n'ont pas d'influence sur les prestations du vitrage.

Les défauts non-acceptables selon cette note doivent être signalés endéans les délais de notification prévus par la garantie du fabricant et par la loi.



T able des matières

Table des matières.....	4
Table des figures.....	6
Table des tableaux.....	7
Références.....	42
1 OBJET.....	3
2 DOMAINE D'APPLICATION.....	8
2.1 Produits concernés.....	8
2.1.1 Vitrages monolithiques.....	8
2.1.2 Vitrages isolants.....	8
2.2 Produits non concernés par cette note.....	9
2.3 Identification du verre.....	9
3 DEFAUTS ET PHENOMENES RELATIFS AUX VITRAGES MONOLITHIQUES.....	10
3.1 Variations de coloration.....	10
3.1.1 Coloration du verre et perception des couleurs.....	10
3.1.2 Remplacement de vitrages.....	11
3.2 Définitions générales des défauts ponctuels et linéaires.....	11
3.2.1 Défauts ponctuels.....	11
3.2.2 Défauts linéaires.....	11
3.3 Verre float.....	12
3.3.1 Normalisation.....	12
3.3.2 Défauts visuels.....	12
3.4 Verre à couche.....	14
3.4.1 Normalisation.....	14
3.4.2 Défauts visuels du verre de base.....	14
3.4.3 Défauts visuels particuliers à la couche.....	14
3.5 Verre traité thermiquement.....	17



3.5.1	Normalisation	17
3.5.2	Défauts visuels et optiques du verre de base	17
3.5.3	Défauts de planéité	17
3.5.4	Fleurs de trempe	21
3.5.5	Piqûres	21
3.6	Verre feuilleté	22
3.6.1	Normalisation	22
3.6.2	Défauts visuels	22
3.6.3	Délaminage	23
3.6.4	Déformations visuelles	24
3.7	Verre imprimé	24
3.7.1	Normalisation	24
3.7.2	Défauts visuels	24
4	DEFAUTS ET PHENOMENES RELATIFS AUX VITRAGES ISOLANTS	27
4.1	Conditions générales d'observation	27
4.2	Normalisation	28
4.3	Défauts visuels et optiques	28
4.4	Interférences	29
4.5	Espaceur	30
4.5.1	Géométrie	30
4.5.2	Aspect	30
4.6	Croisillons incorporés	31
4.7	Condensation	32
4.7.1	Condensation sur la face d'un vitrage côté intérieur d'un local	33
4.7.2	Condensation sur les faces internes du vitrage isolant	34
4.7.3	Condensation sur la face d'un vitrage côté extérieur d'un local	35
4.8	Refllet déformé	36
5	INFLUENCE DES ELEMENTS EXTERIEURS AU VERRE	39
5.1	Traces et empreintes sur les faces extérieures du vitrage	39
5.2	Projections incandescentes sur le verre	40
5.3	Irisation du verre	40
5.4	Coulées sur le verre	41



T able des figures

Figure 1 : Variations de teinte de deux verres à couche de même type et de même composition	11
Figure 2 : Conditions d'observation des défauts ponctuels — Verre <i>float</i>	13
Figure 3 : Inclusion vue selon différents angles (avec halo)	13
Figure 4 : Distinction des trois zones d'un vitrage à couche mis en feuillure	16
Figure 5 : Défauts de planéité du verre traité thermiquement	18
Figure 6 : Conditions de support pour la mesure de la planéité générale — Verre traité thermiquement ..	19
Figure 7 : Mesure de la perturbation due aux rouleaux du procédé de fabrication — Verre traité thermiquement.....	20
Figure 8 : Mesure du soulèvement du bord de la feuille — Verre traité thermiquement	20
Figure 9 : Fleurs de trempe.....	21
Figure 10 : Délaminage d'un échantillon de verre feuilleté et délaminage in-situ dû à un contact entre le verre feuilleté et du silicone acide.....	24
Figure 11 : Défauts de motif — Verre imprimé	26
Figure 12 : Conditions générales d'observation — Vitrages isolants	28
Figure 13 : Franges d'interférence.....	29
Figure 14 : Exemples d'anomalies de géométrie de l'espaceur	30
Figure 15 : Présence anormale de grains de dessicant entre les feuilles de verre	31
Figure 16 : Manque et irrégularités du joint de butyle.....	31
Figure 17 : Vitrage isolant : composants et numérotation des faces	32
Figure 18 : Condensation sur la face d'un vitrage côté intérieur d'un local.....	33
Figure 19 : Condensation sur les faces internes d'un vitrage	35
Figure 20 : Condensation sur la face d'un vitrage côté extérieur d'un local	35
Figure 21 : Reflet déformé.....	36
Figure 22 : Déformations d'un vitrage isolant dues aux variations de température.....	37
Figure 23 : Déformations d'un vitrage isolant dues aux variations de pression.....	38
Figure 24 : Déformations d'un vitrage isolant dues aux variations d'altitude.....	38
Figure 25 : Projections de soudure sur du verre.....	40
Figure 26 : Irisation	40
Figure 27 : Coulées sur le verre	41



T able des tableaux

Tableau 1 : Défauts ponctuels admis (sans halo) pour le verre <i>float</i>	13
Tableau 2 : Critères d'acceptabilité des défauts visuels particuliers à la couche.....	16
Tableau 3 : Soulèvement du bord de la feuille – Critères d'acceptabilité — Verre traité thermiquement	20
Tableau 4 : Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels dans le champ de vision — Verre feuilleté.....	23
Tableau 5 : Critères d'acceptabilité des défauts linéaires dans le champ de vision — Verre feuilleté.....	23
Tableau 6 : Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels — Verre imprimé.....	25



Domaine d'application

2.1 PRODUITS CONCERNÉS

2.1.1 Vitrages monolithiques

Les recommandations données dans le présent document s'appliquent aux produits de base suivants :

- ✓ les verres *float* ;
- ✓ les verres à couche ;
- ✓ les verres traités thermiquement (verres trempés thermiquement, verres trempés thermiquement et traités *Heat Soak*, verres durcis) ;
- ✓ les verres feuilletés ;
- ✓ les verres imprimés.

2.1.2 Vitrages isolants

Les vitrages isolants composés des produits de base mentionnés ci-dessus, avec ou sans gaz, munis ou non de croisillons incorporés, placés traditionnellement en feillure ou en vitrage extérieur collé (VEC) ou en vitrage extérieur attaché (VEA), entrent également dans le domaine d'application de ce document. Il faut entendre par vitrage isolant, tout assemblage consistant en au moins deux feuilles de verre séparées par un ou plusieurs espaceurs, scellé hermétiquement le long de la périphérie, mécaniquement stable et durable. Les doubles et triples vitrages isolants sont donc concernés par la présente note.



2.2 PRODUITS NON CONCERNÉS PAR CETTE NOTE

Les produits suivants ne sont pas traités ici :

- ✓ les éléments inclus dans l'espace d'air de vitrage isolant autres que les croisillons décoratifs (les stores, etc.) ;
- ✓ les impressions des verres émaillés et sérigraphiés ;
- ✓ les glaces armées polies ;
- ✓ les verres armés ;
- ✓ les verres résistants au feu ;
- ✓ les verres bombés ;
- ✓ les verres sablés ;
- ✓ Les verres matés à l'acide ;
- ✓ les verres placés dans des serres horticoles ;
- ✓ les verres laqués ;
- ✓ les verres placés en allège.

Les défauts et phénomènes liés à l'usage, y compris les griffes externes (sur les faces 1 et 4 des doubles vitrages et sur les faces 1 et 6 des triples vitrages, cf. figure 17) ne sont pas concernés par cette note et ne peuvent pas être considérés comme des défauts de fabrication.

2.3 IDENTIFICATION DU VERRE

Les marquages peuvent être apposés soit sur le verre (obligatoire sur le verre trempé) soit sur l'espaceur des vitrages isolants (non obligatoire mais conseillé et courant).

Ces marques permettent d'identifier le producteur (cf. le site internet de la Fédération www.vqi-fiv.be).



Défauts et phénomènes relatifs aux vitrages monolithiques

3.1 VARIATIONS DE COLORATION

3.1.1 Coloration du verre et perception des couleurs

Le verre clair ordinaire présente toujours une légère teinte verte. Ceci est inhérent à sa composition de base et à son épaisseur. La couleur du verre est d'autant plus prononcée que son épaisseur est importante. Ceci peut induire de faibles variations de coloration. Ces petites différences de teinte ne sont généralement pas dérangeantes. Afin de minimiser ces risques, il convient de préférer des vitrages d'épaisseur et de composition identiques.

De même, les propriétés optiques des verres colorés dans la masse varient grandement en fonction de leur épaisseur.

L'épaisseur du verre est déterminée conformément aux normes en vigueur en fonction de l'emplacement, de la surface de verre, des sollicitations (vent, neige, etc.) et du mode mise en œuvre.

De légères variations de colorations peuvent également survenir entre lots de production de verre de base.

Dans le cas du verre feuilleté, l'emploi de films colorés ou opaques rend la teinte intrinsèque du verre plus apparente.

La teinte de deux verres à couche de même type et de même composition peut parfois être légèrement différente. Les critères d'acceptabilité relatifs à de tels cas seront précisés dans la future norme ISO 11479-2 *Verre dans la construction – Verre à couche – Partie 2 : Couleur des façades*.

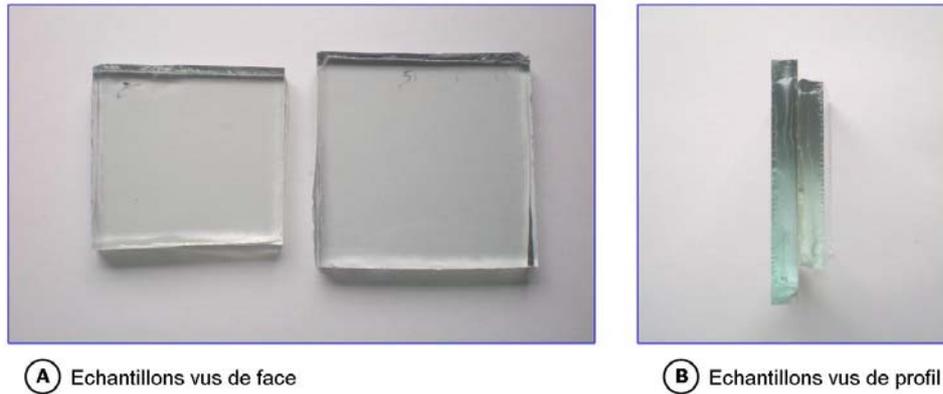


Figure 1 : Variations de teinte de deux verres à couche de même type et de même composition.

3.1.2 Remplacement de vitrages

Le remplacement de vitrages peut aussi amener des variations de colorations (vitrages de fabricants différents juxtaposés, ancien verre qui n'est plus commercialisé remplacé par un type similaire, nouvelle composition de la couche pour un vitrage à haut rendement et/ou contrôle solaire identique, etc.).

Des variations de coloration sont également observables entre un vitrage à haut rendement et un vitrage isolant classique.

3.2 DÉFINITIONS GÉNÉRALES DES DÉFAUTS PONCTUELS ET LINÉAIRES

3.2.1 Défauts ponctuels

Les défauts ponctuels se présentent sous la forme de taches, de bulles, de pierres, de lacunes (*pinholes*), de surépaisseurs de couche, etc. entraînant de légers changements de teinte dans une zone bien limitée.

Les défauts ponctuels sont de dimensions nettement délimitées, et les dimensions auxquelles on fait référence, sauf mention contraire, correspondent au diamètre du cercle circonscrit.

3.2.2 Défauts linéaires

On distingue parmi les défauts linéaires :

- ✓ la filasse : une rayure très fine, et non sensible à l'ongle ;
- ✓ la griffe : une rayure sensible à l'ongle.

Les dimensions auxquelles on fait référence dans le cas des défauts linéaires correspondent, sauf mention contraire, à la distance entre les points du défaut les plus éloignés.



3.3 VERRE FLOAT

3.3.1 Normalisation

La norme NBN EN 572-8 *Verre dans la construction – Produits verriers de silicate sodocalcique de base – Partie 8 : Tailles livrées et tailles découpées finales* précise les exigences de qualité relatives au verre *float* utilisé en construction. Elle s'applique au verre *float* sous forme de simple vitrage.

3.3.2 Défauts visuels

Les défauts visuels devant se conformer aux exigences de la norme NBN EN 572-8 sont les défauts linéaires et ponctuels (cf. paragraphe 3.2).

Dans la zone cachée par la feuillure, les défauts ponctuels et linéaires ainsi que les écailles de bord sont acceptés.

Note : Les dimensions de la feuillure telles que décrites dans les paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

✓ Contrôle des défauts linéaires

Le vitrage doit être placé devant un fond noir et mat et être éclairé par une lumière de jour diffuse. L'observateur est placé à une distance de 2 m (mesurée perpendiculairement à la surface du verre), ses yeux sont à hauteur du centre du vitrage.

Dans le cas de tailles découpées finales, aucun défaut linéaire gênant visuellement ne peut être observé. La longueur d'un défaut linéaire qui n'est pas gênant visuellement n'est pas limitée.

✓ Contrôle des défauts ponctuels

Le contrôle des défauts ponctuels vus en transmission (vitrages vus de l'intérieur vers l'extérieur et à une distance d'au moins 2 mètres) et en réflexion (vitrages vus de l'extérieur et à une distance d'au moins 3 mètres) est effectué sous une lumière de jour diffuse (lumière de jour sans rayon de soleil incident direct et sous un ciel régulièrement nuageux). L'observateur regarde le verre sous un angle de maximum $\pm 30^\circ$ par rapport à la vision de face. Les mouvements ne sont pas autorisés durant l'observation. Il n'est pas permis de regarder le vitrage plus de 20 secondes. Il n'est pas autorisé d'attirer à l'aide d'un repère quelconque l'attention de l'observateur vers un défaut supposé.

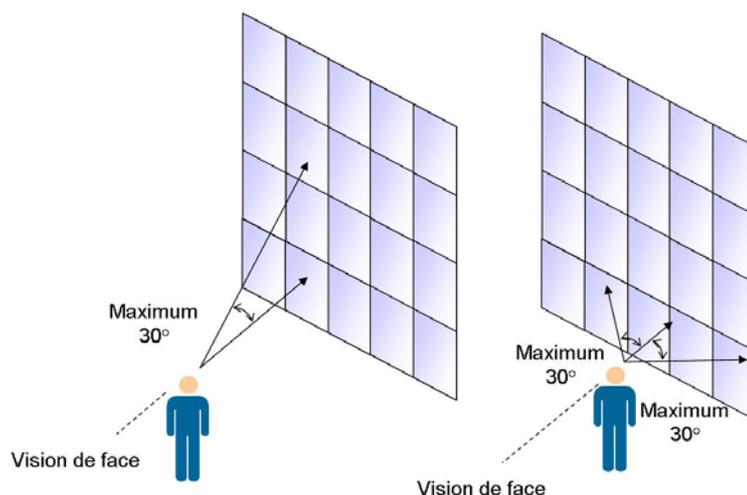


Figure 2 : Conditions d'observation des défauts ponctuels – Verre float.

Le contrôle des défauts ponctuels est basé sur leur nombre et leurs dimensions, relativement à la surface visible du vitrage (surface non cachée par la feuillure). Les critères d'acceptabilité sont repris au tableau 1.

Il est important de noter que, dans le cas particulier d'un défaut ponctuel bombé (inclusion : bulle, pierre,...), la taille de la déformation visuelle associée éventuelle (halo) ne peut dépasser 3 fois les limites reprises au tableau 1.

Taille du défaut (sans halo) (mm)	Surface du vitrage non cachée par la feuillure (m ²)		
	≤ 5	> 5 et ≤ 10	> 10 et ≤ 20
> 0,2 et ≤ 0,5	Illimité	Illimité	Illimité
> 0,5 et ≤ 1,0 (*)	1	2	4
> 1,0 et ≤ 3,0	Non autorisé	1	1
> 3,0	Non autorisé	Non autorisé	Non autorisé

* Pour ces défauts, la distance minimale requise entre les défauts ponctuels est de 500 mm.

Tableau 1 : Défauts ponctuels admis (sans halo) pour le verre float.



Figure 3 : Inclusion vue selon différents angles (avec halo).



3.4 VERRE À COUCHE

3.4.1 Normalisation

La norme NBN EN 1096-1 *Verre dans la construction – Verre à couche – Partie 1 : Définitions et classification* précise les exigences de qualité relatives au verre à couche utilisé en construction.

Une distinction est faite entre la qualité visuelle de la couche même et celle du produit de base (le verre). Un défaut visuel existant dans ce dernier est à examiner conformément à la norme relative au verre de base utilisé. Soit :

- ✓ pour le verre *float* : NBN EN 572-8 (cf. paragraphe 3.3.1) ;
- ✓ pour le verre trempé thermiquement : NBN EN 12150-1 (cf. paragraphe 3.5.1);
- ✓ pour le verre trempé thermiquement et traité *Heat Soak* : NBN EN 14179-1 (cf. paragraphe 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre durci : NBN EN 1863-1 (cf. paragraphe 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre feuilleté : NBN EN ISO 12543-6 (cf. paragraphe 3.6.1).

Les défauts visuels du verre de base mis en évidence par la couche sont considérés comme des défauts visuels de la couche.

Les défauts situés dans la zone cachée par la feuillure (cf. figure 4) ne sont pas concernés et ne peuvent être considérés comme des défauts de fabrication.

Note : Les dimensions de la feuillure telles que décrites dans les paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

3.4.2 Défauts visuels du verre de base

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

3.4.3 Défauts visuels particuliers à la couche

Les défauts visuels de la couche spécifiés dans la norme NBN EN 1096-1 sont repris ci-après.

- ✓ Défauts ponctuels et linéaires

Ces défauts créent une perturbation locale de la transparence lorsque le vitrage est regardé en réflexion ou en transmission.

Quelques défauts spécifiques aux verres à couche sont listés ci-après.



- Lacunes (*pinholes*)

Trous ponctuels avec une absence partielle ou totale de la couche. Ils contrastent avec la couche en apparaissant plus clairs lorsque le vitrage est vu en transmission.

- Projections

Défauts contrastant avec la couche en apparaissant généralement plus sombres lorsque le vitrage est vu en transmission.

- Griffes

Rayures de visibilité variable selon leur largeur, longueur, profondeur, position et agencement.

- ✓ Défauts d'uniformité de teinte

Les faibles variations de couleurs, au sein d'un même vitrage ou entre les vitrages adjacents, et visibles en transmission et en réflexion.

- ✓ Taches

Les taches dans la couche sont plus grandes qu'un défaut ponctuel ; elles sont souvent irrégulières et présentent généralement une structure partiellement mouchetée.

- ✓ Agrégats

Accumulation de très petits défauts donnant l'impression d'une tache.

Méthode de contrôle et critères d'acceptabilité

Le contrôle doit s'effectuer sous une lumière de jour diffuse et il n'est pas permis de regarder le vitrage plus de 20 secondes. Il n'est pas autorisé d'attirer à l'aide d'un repère quelconque l'attention de l'observateur vers un défaut supposé. L'observateur est placé à au moins 3 mètres du vitrage. Il regarde le verre sous un angle de maximum $\pm 30^\circ$ par rapport à la vision de face. Le test est effectué en transmission et en réflexion.

Les zones de bord et centrale sont définies à la figure 4.

Les défauts gênants sont répertoriés et comparés aux critères d'acceptabilité repris au tableau 2.

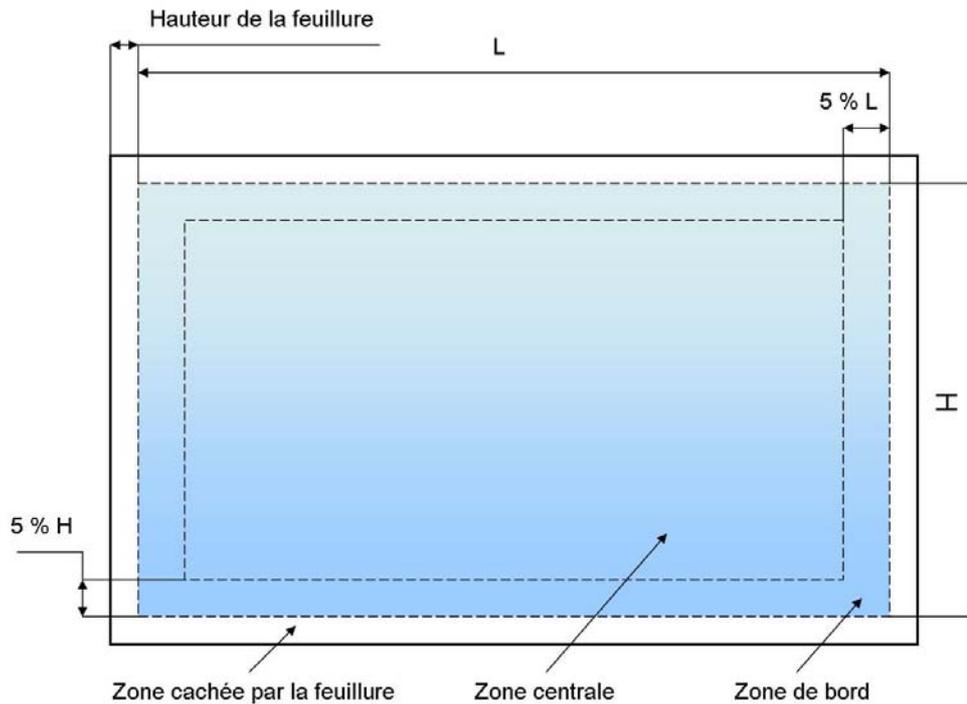


Figure 4 : Distinction des trois zones d'un vitrage à couche mis en feuillure.

Types de défauts	Vitrage / Vitrage	Critères d'acceptabilité	
		Vitrage individuel	
Défaut d'uniformité de teinte / Tache	Autorisé si visuellement non dérangeant	Autorisé si visuellement non dérangeant	
Défaut ponctuel	Non applicable	Zone centrale	Zone de bord
Lacune / Projection > 3 mm > 2 mm et ≤ 3 mm		Non autorisé Autorisé si pas plus de 1/m ²	Non autorisé Autorisé si pas plus de 1/m ²
Agrégat		Non autorisé	Non autorisé dans le champ de vision
Griffe		Non autorisé	Autorisé si distance entre défauts > 50 mm
> 75 mm ≤ 75 mm		Autorisé si densité locale non visuellement dérangeante	Autorisé si densité locale non visuellement dérangeante

Tableau 2 : Critères d'acceptabilité des défauts visuels particuliers à la couche.



3.5 VERRE TRAITÉ THERMIQUEMENT

Dans le texte qui suit, le terme *verre traité thermiquement* comprend le verre trempé thermiquement, le verre trempé thermiquement et traité *Heat Soak*, et le verre durci.

3.5.1 Normalisation

La norme NBN EN 12150-1 *Verre dans la construction – Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé thermiquement – Partie 1 : Définition et description* précise les exigences de qualité relatives au verre trempé thermiquement utilisé en construction.

La norme NBN EN 14179-1 *Verre dans la construction - Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé et traité Heat Soak - Partie 1 : Définition et description* précise les exigences de qualité relatives au verre trempé thermiquement et traité *Heat Soak* utilisé en construction.

La norme NBN EN 1863-1 *Verre dans la construction – Verre de silicate sodo-calcique durci thermiquement – Partie 1 : Définition et description* précise les exigences de qualité relatives au verre durci utilisé en construction.

Les normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1 n'imposent pas d'exigences supplémentaires concernant les qualités visuelle et optique du verre traité thermiquement. On se réfèrera donc aux normes relatives aux verres de base employés (NBN EN 572-8 pour le verre *float*, NBN EN 1096-1 pour le verre à couche, etc.) pour le contrôle de ces défauts (griffes, taches, etc.).

Les autres défauts liés au procédé de production et affectant la transparence du vitrage doivent être conformes aux exigences des normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1.

3.5.2 Défauts visuels et optiques du verre de base

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

3.5.3 Défauts de planéité

Le traitement thermique du verre de base ne permet pas de conserver complètement la planéité de sa surface. Ceci est inhérent au procédé de fabrication.

Lorsque la déformation est trop marquée, elle devient visible et induit des déformations de perception au travers du vitrage. L'environnement du bâtiment et les conditions d'observation influencent également la perception des déformations optiques liées aux défauts inévitables de planéité.

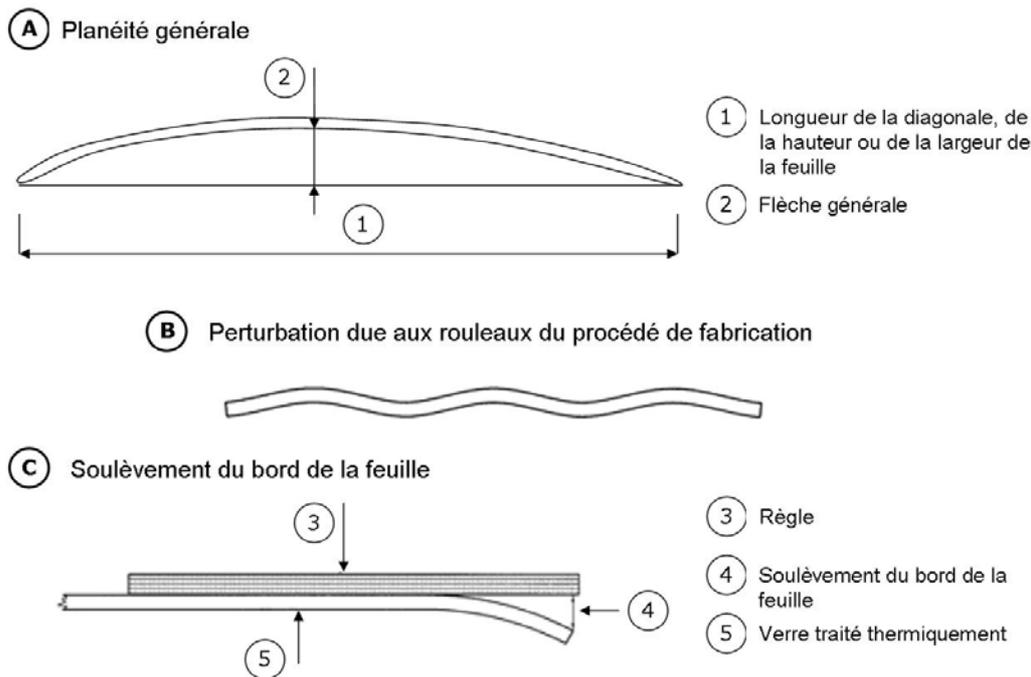


Figure 5 : Défauts de planéité du verre traité thermiquement.

Les normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1 distinguent le défaut de planéité générale (concernant l'ensemble du vitrage) et, pour un procédé de traitement thermique horizontal, la perturbation due aux rouleaux du procédé de fabrication et le soulèvement du bord de la feuille. Dans le cas d'un procédé de traitement thermique vertical, d'autres défauts peuvent apparaître : ils ne sont pas traités dans ce document (cf. normes NBN EN 12150-1, NBN EN 14179-1 et NBN EN 1863-1).

✓ Planéité générale

Les défauts de planéité du verre peuvent être mesurés à l'aide d'une règle métallique ou d'une corde suffisamment tendue.

Le verre doit être placé verticalement et supportée sur son plus long côté (longueur H ou largeur B) par deux appuis (cf. figure 6). 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 5-A). La flèche maximale (distance maximale entre la règle ou la corde et la surface du vitrage) est exprimée en mm.

La flèche maximale autorisée est de 3,0 mm/m pour les verres *float* sans couche et de 4,0 mm/m pour les autres verres (pour les verres émaillés dont l'émail ne recouvre pas l'entièreté de la surface, le fabricant doit être consulté).

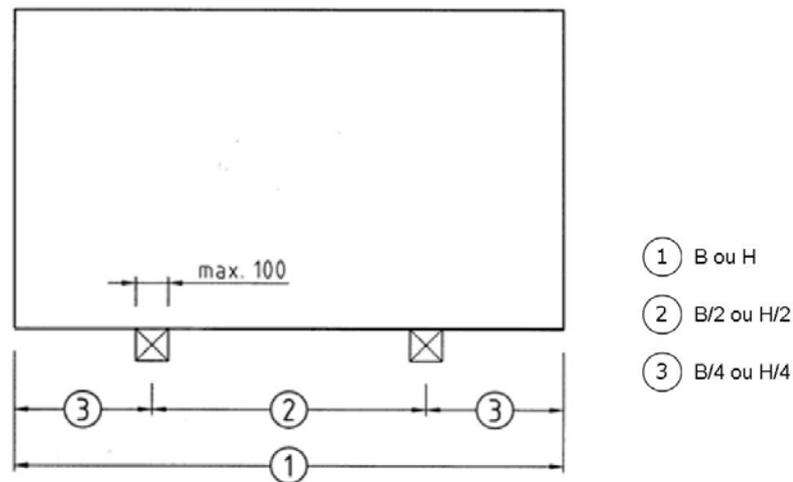


Figure 6 : Conditions de support pour la mesure de la planéité générale.– Verre traité thermiquement.

✓ Perturbation due aux rouleaux du procédé de fabrication

Lors du procédé de traitement thermique horizontal, le verre roule hors du four sur des rouleaux de céramique avant d'être refroidi. Ceci induit un léger défaut de planéité.

La mesure – crête à crête – est effectuée à l'aide d'une règle rectiligne et rigide, placée perpendiculairement à la perturbation (cf. figure 7), et de calibres d'épaisseurs.

La longueur de la règle est comprise entre 300 et 400 mm et dépend de la longueur de la perturbation. L'épaisseur des calibres varie de 0,05 en 0,05 mm, leur longueur dépend de la longueur de la perturbation.

La règle est placée sur deux pics adjacents de la perturbation et les calibres d'épaisseur entre la règle et la feuille de verre. Le défaut de planéité est mesuré avec une précision de 0,05 mm en positionnant successivement les calibres d'épaisseur croissante jusqu'au moment où ils remplissent exactement l'espace entre la règle et la feuille de verre. La mesure est répétée à plusieurs endroits de la surface de la feuille de verre et la valeur maximale mesurée est relevée.

Plusieurs limitations doivent être prises en compte :

- La perturbation ne peut être mesurée que sur des feuilles de verre dont la dimension, mesurée perpendiculairement à la perturbation, est > 600 mm.
- La perturbation ne peut pas être mesurée et le dispositif de mesure ne peut pas être utilisé dans une zone de 150 mm à partir des bords de la feuille de verre.
- La feuille de verre avec une courbure générale (planéité générale) doit être couchée sur une plaque de support plate et horizontale. Ceci permet à la gravité d'aplanir la feuille, ce qui rend la mesure de la perturbation due aux rouleaux du procédé de fabrication plus correcte.

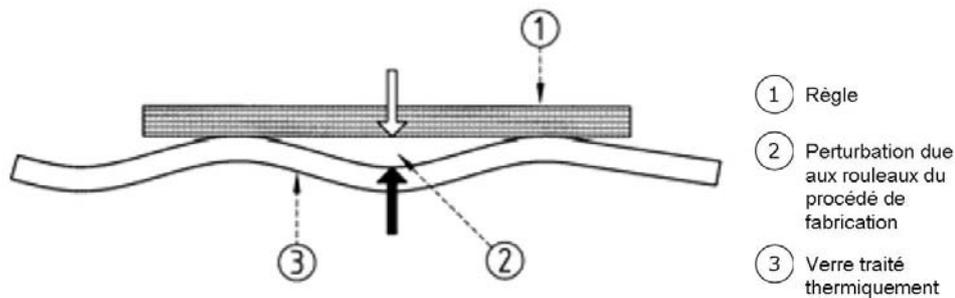


Figure 7 : Mesure de la perturbation due aux rouleaux du procédé de fabrication — Verre traité thermiquement.

La perturbation maximale autorisée est de 0,3 mm pour les verres *float* sans couche et de 0,5 mm pour les autres verres (pour les verres émaillés dont l'émail ne recouvre pas l'entièreté de la surface, le fabricant doit être consulté).

Il est possible que, sous un angle de contrôle aigu, la perturbation de planéité due aux rouleaux respecte les exigences de la norme et soit toutefois visible. Ce phénomène inhérent au procédé de fabrication ne peut être considéré comme un défaut.

Note : une méthode de mesure alternative est décrite à l'annexe B de la norme NBN EN 12150-1.

✓ Soulèvement du bord de la feuille

La feuille de verre doit être placée sur un support plat et son bord levé doit surplomber le bord du support d'une distance comprise entre 50 et 100 mm. Une règle est placée sur les pics de la perturbation due aux rouleaux du procédé de fabrication. La distance entre le verre et la règle est mesurée à l'aide de calibres d'épaisseur (cf. figure 8).

Les critères d'acceptabilité sont repris au tableau 3. Ils ne s'appliquent qu'aux types de bord de feuille suivants : arrête abattue, plat mat, plat satiné, plat poli. Pour les bords profilés ou les autres types de finition, le fabricant doit être consulté.

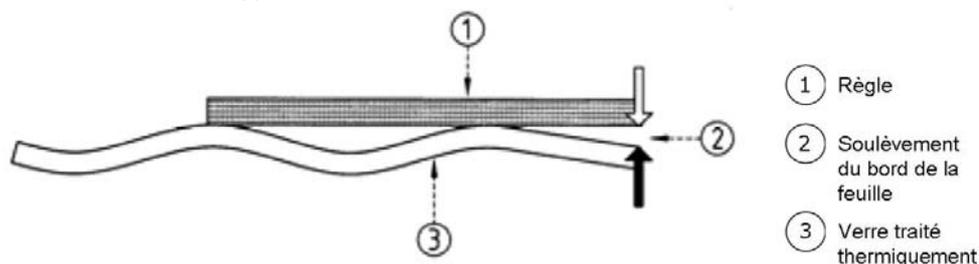


Figure 8 : Mesure du soulèvement du bord de la feuille — Verre traité thermiquement.

Type de verre	Épaisseur de verre	Valeur maximale
Verres float sans couche	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

* Pour les verres émaillés dont l'émail ne recouvre pas l'entièreté de la surface, le fabricant doit être consulté.

Tableau 3 : Soulèvement du bord de la feuille – Critères d'acceptabilité — Verre traité thermiquement.

3.5.4 Fleurs de trempe

Le verre est un matériau amorphe dans son état ordinaire et donc isotrope, i.e. présentant des propriétés optiques (indice de réfraction) et mécaniques identiques dans toutes les directions. Le traitement thermique du verre introduit dans la feuille de verre une zone de compression en surface et, conséquemment, le verre devient anisotrope : les propriétés optiques et mécaniques varient selon la direction considérée.

L'éclairage naturel et les propriétés de réflexion variant de point en point, l'aspect superficiel de la feuille de verre peut alors présenter des dessins diversement colorés (taches, cercles, raies) dus à des phénomènes d'interférence qui sont appelés *fleurs de trempe*.

Ce phénomène naturel résulte du traitement thermique et ne peut être considéré comme un défaut de fabrication.



Figure 9 : Fleurs de trempe.

3.5.5 Piqûres

Les piqûres (très petits défauts de surface ponctuels) sont occasionnées par le contact entre les rouleaux et le vitrage lors du traitement thermique. Elles sont inhérentes au procédé de fabrication et ne sont pas considérées comme un défaut.



3.6 VERRE FEUILLETÉ

3.6.1 Normalisation

La norme NBN EN ISO 12543-6 *Verre dans la construction – Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Partie 6 : Aspect* précise les exigences de qualité relatives aux verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité utilisés en construction.

3.6.2 Défauts visuels

Les critères d'acceptabilité et les conditions d'observation des défauts visuels (ponctuels et linéaires) sont spécifiés dans la norme NBN EN ISO 12543-6.

Dans la zone cachée par la feuilure, les défauts ponctuels et linéaires ainsi que les écailles de bord sont acceptés.

Note : Les dimensions de la feuilure telles que décrites dans les paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

✓ Conditions d'observation

Le vitrage feuilleté doit être placé verticalement et devant un écran mat de couleur grise qui lui est parallèle. L'observateur se situe à une distance de 2 mètres mesurée perpendiculairement à la face du verre. Le contrôle s'effectue sous lumière de jour diffuse ou équivalent.

✓ Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels

Il faut entendre pas défauts ponctuels tout défaut visible, i.e. les taches ponctuelles, les bulles d'air, les corps étrangers.

Les critères d'acceptabilité sont repris au tableau 4. Le nombre de défauts autorisé doit être majoré de 1 pour chaque espace entre feuilles de verre de plus de 2 mm d'épaisseur (plus de 5 intercalaires de 0,38 mm).

Une accumulation de défauts est définie comme au moins 4 défauts distants de moins de 200 mm. Cette distance est ramenée à 180, 150 ou 100 mm pour du vitrage composé respectivement de 3, 4, plus de 4 feuilles de verre.

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



Dimension de l'anomalie		0,5 < d ≤ 1 mm	1 < d ≤ 3 mm			
Superficie de la plaque de verre		Pour toute dimension	≤ 1 m ²	≤ 2 m ²	≤ 8 m ²	> 8 m ²
Nombre d'anomalies autorisé	2 feuilles de verre	Pas de limite mais pas d'accumulation autorisée	Par vitrage		Par m ²	
	3 feuilles de verre		1	2	1	1,2
	4 feuilles de verre		2	3	1,5	1,8
	5 feuilles de verre ou plus		3	4	2	2,4
			4	5	2,5	3

Anomalies plus petites que 0,5 mm autorisées
Anomalies plus grandes que 3 mm non autorisées

Tableau 4 : Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels dans le champ de vision - Verre feuilleté.

✓ Critères d'acceptabilité des défauts linéaires

Il faut entendre par défauts linéaires les corps étrangers, les griffes et les rayures.

Les critères d'acceptabilité sont repris au tableau 5.

Les défauts linéaires dont la longueur est < 30 mm sont permis.

Superficie de la plaque de verre	Nombre d'anomalies ≥ 30 mm permis
≤ 5 m ²	Non autorisé
de 5 à 8 m ²	1
> 8 m ²	2

Tableau 5 : Critères d'acceptabilité des défauts linéaires dans le champ de vision - Verre feuilleté.

3.6.3 Délaminage

Lorsque le bord d'une feuille de verre feuilleté reste en contact avec l'humidité, l'intercalaire réagit en délaminant. Le délaminage est une perte localisée de l'adhésion du film au verre. Ce délaminage est inhérent au produit et ne peut être considéré comme un défaut.

Le contact entre du mastic et le film peut également entraîner un délaminage. La compatibilité entre les matériaux utilisés doit être vérifiée par le placeur.

Lorsque le bord d'une feuille de verre feuilleté n'a pas été exposé longtemps à l'humidité ou à un mastic incompatible mais présente cependant un délaminage ou une opacification, celui-ci ne peut s'étendre au-delà de 25 mm du bord du verre.

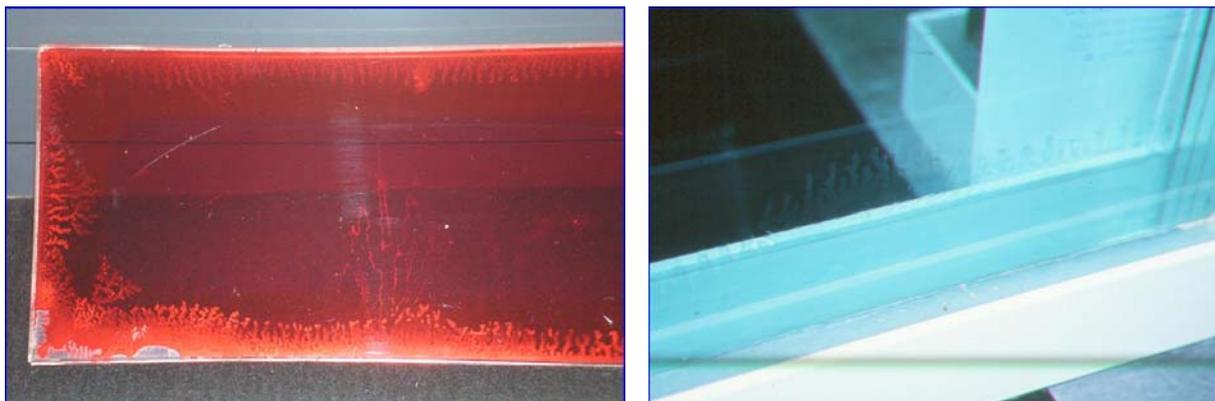


Figure 10 : Délaminage d'un échantillon de verre feuilleté et délaminage in-situ dû à un contact entre le verre feuilleté et du silicone acide.

3.6.4 Déformations visuelles

Le procédé de production du verre feuilleté peut induire des déformations visuelles de planéité. Ces déformations peuvent être visibles sous incidence oblique.

Elles ne sont pas considérées comme un défaut.

3.7 VERRE IMPRIMÉ

3.7.1 Normalisation

La norme NBN EN 572-8 *Verre dans la construction – Produits verriers de silicate sodocalcique de base – Partie 8 : Tailles livrées et tailles découpées finales* précise les exigences de qualité relatives au verre imprimé utilisé en construction.

La qualité du verre imprimé est déterminée par l'évaluation des défauts visuels uniquement.

3.7.2 Défauts visuels

Dans la zone cachée par la feuilure, les défauts ponctuels, linéaires et de motif ainsi que les écailles de bord sont acceptés.

Note : Les dimensions de la feuilure telles que décrites dans les paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.



✓ Défauts ponctuels

- Défauts ponctuels sphériques et quasi-sphériques

Défauts ponctuels dont la plus grande dimension est ≤ 2 fois la plus petite dimension.

- Défauts ponctuels allongés

Défauts ponctuels dont la plus grande dimension est > 2 fois la plus petite dimension.

Méthode de contrôle

La feuille de verre doit être éclairée sous des conditions approchant une lumière de jour diffuse.

Le verre est placé parallèlement et verticalement devant un écran gris mat à une distance de 3 m. L'observateur est situé à 1,5 m de la feuille de verre et l'angle d'observation est normal à la surface.

Les dimensions des défauts ponctuels sont mesurées à l'aide d'un micromètre gradué au dixième de millimètre.

Critères d'acceptabilité

Les critères d'acceptabilité (tailles découpées finales) des défauts ponctuels sphériques, quasi-sphériques et allongés sont repris au tableau 6.

Types de défauts	Critères d'acceptabilité selon la taille de la plus grande dimension du défaut		
	$\leq 2,0$ mm	$> 2,0$ mm et $\leq 5,0$ mm	$> 5,0$ mm
Sphériques et quasi-sphériques	Autorisé	$2/m^2$	Non autorisé

Types de défauts	Largeur du défaut	Critères d'acceptabilité selon la longueur du défaut				
		$\leq 4,0$ mm	$\leq 8,0$ mm	$> 8,0$ mm	$> 4,0$ mm et $\leq 25,0$ mm	$> 25,0$ mm
Défauts ponctuels	$\leq 2,0$ mm	Autorisé	Non applicable	Non applicable	Autorisé si la somme des longueurs ≤ 80 mm/m ²	Non autorisé
allongés	$> 2,0$ mm	Non applicable	$2/m^2$	Non autorisé	Non applicable	Non applicable

Tableau 6 : Critères d'acceptabilité des défauts ponctuels - Verre imprimé.

✓ Défauts linéaires/étendus

Les défauts linéaires/étendus sont des défauts de longueur ou aire définie, se présentant sous la forme de dépôts, de marques ou de griffes. Ils peuvent se situer sur la surface du verre ou à l'intérieur du verre.

Méthode de contrôle

La feuille de verre doit être éclairée sous des conditions approchant une lumière de jour diffuse.

Le verre est placé parallèlement et verticalement devant un écran gris mat à une distance de 3 m. L'observateur est situé à 1,5 m de la feuille de verre et l'angle d'observation est normal à la surface.

Critères d'acceptabilité

Aucun défaut linéaire/étendu n'est admissible.

✓ Défaut de motif

Les défauts de motifs sont définis relativement à une référence, par exemple par rapport à une ligne ou une règle.

Trois défauts de motifs distincts peuvent apparaître simultanément (cf. figure 11) : hors d'équerre, ondulation, courbure.

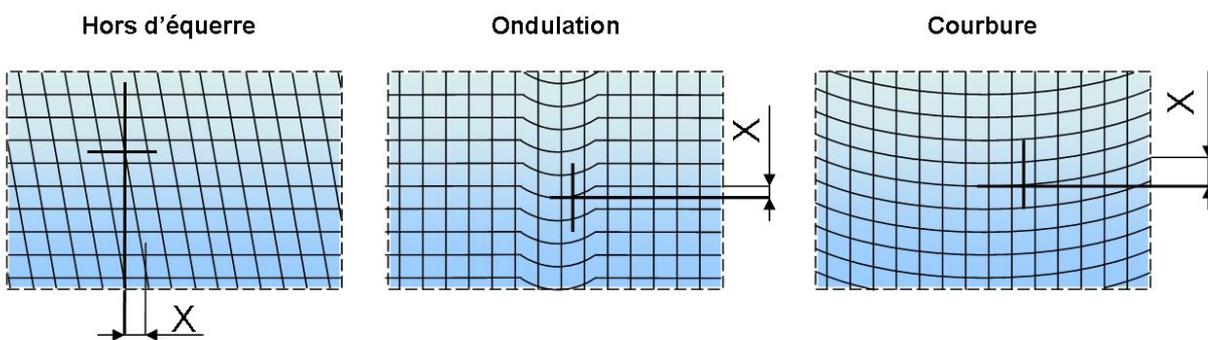


Figure 11 : Défauts de motif — Verre imprimé.

Méthode d'observation et critère d'acceptabilité

Une référence, par exemple une ligne ou une règle, est placée sur le verre comme indiqué à la figure 11. On mesure alors la déviation, X , du motif par rapport à la référence.

La déviation X ne peut excéder 12 mm/m.



Défauts et phénomènes relatifs aux vitrages isolants

4.1 CONDITIONS GÉNÉRALES D'OBSERVATION

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

- ✓ Lumière de jour diffuse (Lumière de jour sans rayon de soleil incident direct et sous un ciel régulièrement nuageux).
- ✓ Observation en transmission (vitrages vus de l'intérieur vers l'extérieur et à une distance d'au moins 2 mètres) et en réflexion (vitrages vus de l'extérieur et à une distance d'au moins 3 mètres).
- ✓ L'observateur regarde le verre sous un angle de maximum $\pm 30^\circ$ par rapport à la vision de face. Les mouvements ne sont pas autorisés durant l'observation.
- ✓ Il n'est pas permis de regarder le vitrage plus de 20 secondes. Il n'est pas autorisé d'attirer à l'aide d'un repère quelconque l'attention de l'observateur vers un défaut supposé.

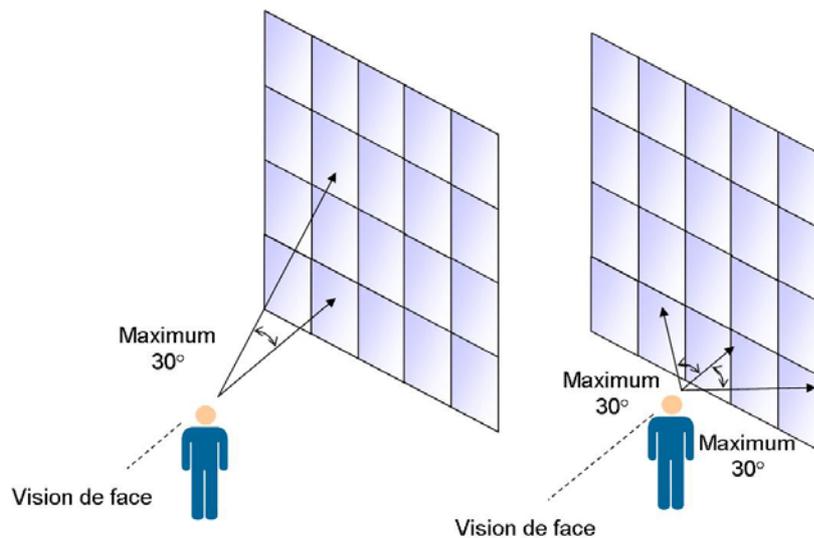


Figure 12 : Conditions générales d'observation – Vitrages isolants.

4.2 NORMALISATION

La norme NBN EN 1279-1 *Verre dans la construction – Vitrage isolant préfabriqué et scellé – Partie 1 : Généralités, tolérances dimensionnelles et règles de description du système* précise les exigences de qualité relatives aux vitrages isolants utilisés en construction.

Concernant les qualités optiques et visuelles des vitrages isolants, la norme NBN EN 1279-1 renvoie aux exigences imposées aux simples vitrages. Les défauts optiques et visuels des vitrages isolants seront donc examinés selon les normes relatives aux feuilles de verre les composant. Soit :

- ✓ pour le verre *float* : NBN EN 572-8 (cf. paragraphe 3.3.1) ;
- ✓ pour le verre à couche : NBN EN 1096-1 (cf. paragraphe 3.4.1) ;
- ✓ pour le verre trempé thermiquement : NBN EN 12150-1 (cf. paragraphe 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre trempé thermiquement et traité *Heat Soak* : NBN EN 14179-1 (cf. paragraphe 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre durci : NBN EN 1863-1 (cf. paragraphe 3.5.1) ;
- ✓ pour le verre feuilleté : NBN EN ISO 12543-6 (cf. paragraphe 3.6.1) ;
- ✓ pour le verre imprimé : NBN EN 572-8 (cf. paragraphe 3.7.1).

4.3 DÉFAUTS VISUELS ET OPTIQUES

Les défauts visuels et optiques sont à examiner conformément à la normalisation spécifique aux feuilles de verre composant le vitrage isolant (cf. paragraphe 4.2).

Il importe donc de déterminer préalablement sur quelle type de feuille de verre se situe le défaut supposé afin d'appliquer la méthode de contrôle et les critères d'acceptabilité appropriés.

Les défauts visuels et optiques, ainsi que les écailles de bord, sont acceptables dans la zone cachée par la feuillure.

Note : Les dimensions de la feuillure telles que décrites dans les paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

4.4 INTERFÉRENCES

Dans certaines conditions d'éclairage, et selon la planéité des surfaces du verre, le vitrage peut se comporter comme un prisme et décomposer la lumière du jour en différentes couleurs. Des phénomènes optiques se produisent alors par combinaison des rayons lumineux réfléchis sur la surface des vitrages et donnent lieu à l'apparition de *franges d'interférence* (aussi appelées *anneaux de Newton* ou *franges de Brewster* selon les cas). Ces franges colorées ressemblent à des taches, des raies ou des cercles d'aspect huileux qui apparaissent principalement en réflexion. Elles se déplacent lorsque l'on applique une pression sur le vitrage.

Le risque d'apparition de ce phénomène est le plus important avec l'utilisation de double vitrage sans couche et composé de feuilles de verre de même épaisseur. Le risque d'apparition d'interférences est minime dans le cas de vitrage isolant avec couche (vitrage haut rendement par exemple).

Les franges d'interférence sont un phénomène naturel et ne peuvent absolument pas être considérées comme un défaut du vitrage.

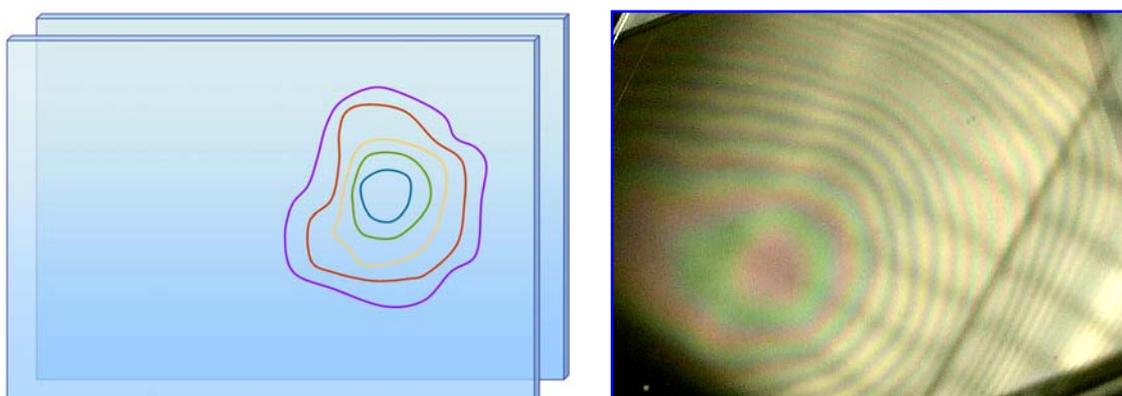


Figure 13 : Franges d'interférence.

4.5 ESPACEUR

4.5.1 Géométrie

Les conditions de pose décrites dans les paragraphes 7 et 8 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (cf. bibliographie) doivent être respectées.

Si l'espaceur n'est pas parallèle au bord du vitrage, il peut devenir visible. La norme NBN EN 1279-1 ne formule pas d'exigences relatives à la qualité visuelle des espaceurs. Elle renvoie aux données techniques des fabricants où ce genre de détails spécifiques est pris en considération.

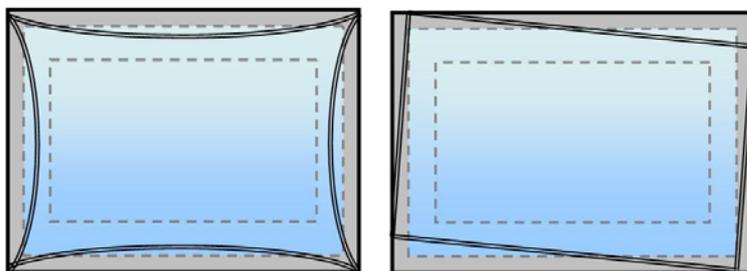


Figure 14 : Exemples d'anomalies de géométrie de l'espaceur.

Dans le cas d'une pose en feuillure et de bords rectilignes, un débordement visible de l'espaceur dans la zone de bord tel que représenté à la figure 14 est toléré s'il est ≤ 3 mm.

Dans le cas d'un bord visible et rectiligne, la tolérance sur le placement de l'espaceur est de 3mm/m avec un maximum de 12 mm.

Dans le cas de triple vitrage, les mêmes tolérances s'appliquent et un décalage entre les espaceurs peut survenir.

4.5.2 Aspect

La présence de grains de dessicant entre les feuilles de verre est possible. Ceux-ci sont à peine visibles à distance et n'ont aucune influence ni sur la transparence ni sur les performances du vitrage. Ce phénomène n'est pas considéré comme une non-conformité s'il est limité à quelques grains.

Les jonctions et points de soudure visibles de l'espaceur sont inhérents au procédé de fabrication et ne constituent pas un défaut.

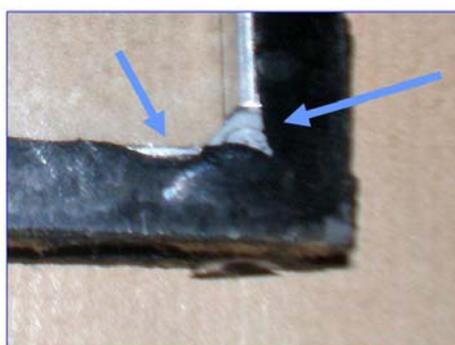
Suite au procédé de fabrication, la forme du joint de butyle peut être irrégulière. Un débordement du joint de butyle de 2 mm de haut est toléré. Dans le cas d'un vitrage isolant avec bords apparents, ces variations de géométrie du butyle sont susceptibles de rendre la tranche de l'espaceur visible.

L'espaceur est généralement marqué d'un code dont le positionnement est aléatoire afin d'identifier le vitrage, ceci ne constitue pas un défaut.



Figure 15 : Présence anormale de grains de dessicant entre les feuilles de verre.

(A) Manque de butyle



(B) Irrégularités du joint de butyle

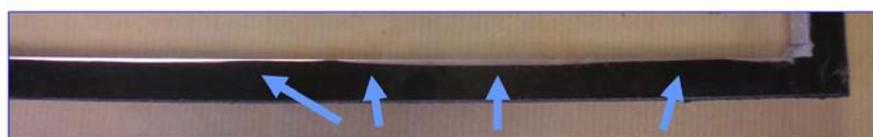


Figure 16 : Manque et irrégularités du joint de butyle.

4.6 CROISILLONS INCORPORÉS

Les croisillons incorporés se situent entre les feuilles de verre d'un vitrage isolant et sont fixés par une technique spéciale à l'espaceur. Plusieurs phénomènes et imperfections liés à ces éléments peuvent survenir sans pour autant être considérés comme des défauts.

- ✓ La mise en œuvre de vitrages à croisillons incorporés peut donner lieu à des défauts d'équerrage par rapport au châssis ouvrant.
- ✓ Des traits de scie visibles, des légères dégradations ou une légère décoloration de la couche de laque à proximité des traits de scie sont inhérents à la fabrication des croisillons.

✓ Lorsque les vitrages sont exposés à des vibrations (surtout dans le cas de parties ouvrantes), le contact verre-croisillons peut être une source de bruit. Ce phénomène est influencé par les circonstances suivantes :

- vibrations dues au trafic, aux fermetures de portes ou de fenêtres, aux coups de vent ;
- vitrages de grandes dimensions avec incorporation d'éléments de croisillons ;
- trop grandes portées d'éléments de croisillons ;
- espace entre les feuilles de verre trop étroit ;
- instabilités ou mauvais comportement de la menuiserie ;
- conditions atmosphériques donnant au vitrage une forme concave et réduisant l'espace entre le verre et les croisillons incorporés (cf. paragraphe 4.8).

Le bruit occasionné par les croisillons incorporés n'est pas couvert par garantie.

4.7 CONDENSATION

La condensation est un phénomène naturel qui apparaît quand la vapeur d'eau présente dans l'air se condense sur une paroi dont la température est inférieure au point de rosée. La condensation peut être gênante visuellement et, dans les cas les plus graves, détériorer les châssis et les joints.

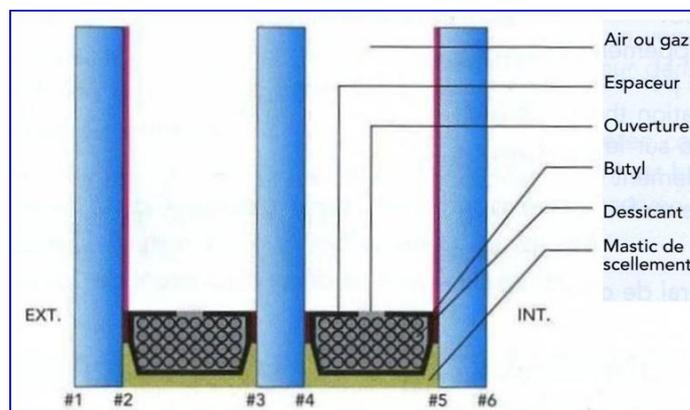
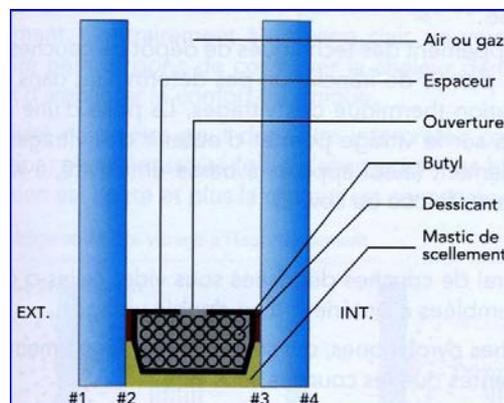


Figure 17 : Vitrage isolant : composants et numérotation des faces.

Il y a trois possibilités d'apparition de condensation :

- ✓ sur la face côté intérieur d'un local (face 4 pour un double vitrage ; face 6 pour un triple vitrage ; cf. figure 17) ;
- ✓ sur les faces internes du vitrage isolant (faces 2 et 3 pour un double vitrage ; faces 2, 3, 4 et 5 pour un triple vitrage ; cf. figure 17) ;
- ✓ sur la face côté extérieur d'un local (face 1 du vitrage isolant ; cf. figure 17).

La présence de condensation peut rendre visibles des traces de ventouses, étiquettes ou autres éléments ayant été en contact avec le verre (cf. paragraphe 5.1).

4.7.1 Condensation sur la face d'un vitrage côté intérieur d'un local

La condensation sur la face 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.

Elle apparaît généralement lorsque la température extérieure est basse et le taux d'humidité à l'intérieur est élevé. La vapeur d'eau présente dans l'air ambiant intérieur se condense sur la paroi froide du verre. Les pièces sensibles à ce phénomène sont les chambres, les cuisines, les salles de bain, les piscines et les espaces humides en général.

L'apparition de condensation sur la face d'un vitrage côté intérieur d'un local n'est pas un défaut du vitrage.

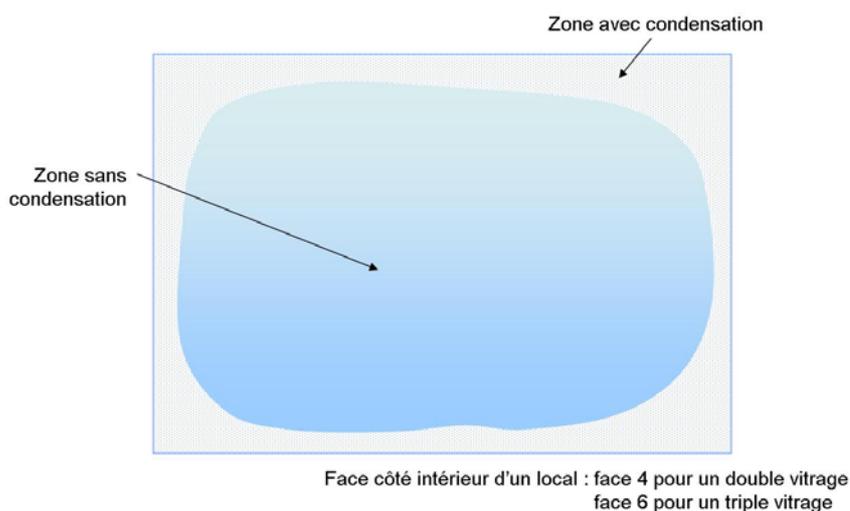


Figure 18 : Condensation sur la face d'un vitrage côté intérieur d'un local.



L'utilisation d'un vitrage très isolant (vitrage à haut rendement) diminue fortement le risque de condensation sur la face côté intérieur. Dans ce cas, la feuille de verre côté intérieur est moins influencée par la température extérieure et se refroidit moins vite. Les vitrages peu performants (simple vitrage ou double vitrage sans couche) augmentent grandement le risque de condensation sur la face côté intérieur, la face du vitrage côté intérieur se refroidissant très rapidement lorsque la température extérieure baisse.

Le risque de condensation côté intérieur peut être diminué en :

- ✓ améliorant la ventilation du local ;
- ✓ augmentant la température de l'air du local ;
- ✓ diminuant l'humidité relative de l'air intérieur ;
- ✓ choisissant un vitrage avec un faible coefficient U .

Exemples de valeur U :

- ✓ verre simple (4 mm) : $U = 5,8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
- ✓ double vitrage (4 / air 12 / 4 mm) : $U = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
- ✓ double vitrage à haut rendement (4 / argon 15 / 4 mm) : $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
- ✓ triple vitrage à haut rendement (4 / argon 15 / 4 / argon 15 / 4 mm) : $U = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$.

La température de la face d'un vitrage côté intérieur, dans le cas d'une habitation chauffée à 20°C lorsqu'il gèle par -10°C, est de :

- ✓ -2°C pour un simple vitrage ($U = 5.8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$) ;
- ✓ 9°C pour un double vitrage classique ($U = 2.8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$) ;
- ✓ 16°C pour un vitrage à haut rendement ($U = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$) ;
- ✓ 18°C pour triple vitrage à haut rendement ($U = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$).

4.7.2 Condensation sur les faces internes du vitrage isolant

La condensation à l'intérieur d'un vitrage isolant apparaît généralement lorsque que le joint de scellement entre les feuilles de verre n'est plus étanche.

Un dessicant (cf. figure 17) est placé dans l'espaceur d'un vitrage isolant. Il permet d'absorber l'humidité de l'air environnant pendant la fabrication. Si le joint entre les feuilles de verre n'est plus étanche et si le dessicant est saturé, de la condensation se forme à l'intérieur du vitrage.

Cette condensation forme un voile ou un dépôt qui ne peut-être enlevé. Hormis le désagrément visuel, l'isolation thermique du vitrage est affectée. Une dégradation de la face interne du verre et de la couche est aussi possible.

Un vitrage isolant dont l'étanchéité n'est pas ou plus parfaite n'est pas réparable, la seule solution étant son remplacement.

La plupart des fabricants belges proposent une garantie de 10 ans relative à l'étanchéité de leurs vitrages isolants (consulter le fabricant). Elle est valable à certaines conditions, notamment le placement du vitrage conformément à la norme NBN S23-002 qui renvoie à la note d'information technique n° 221 éditée par le CSTC.



Figure 19 : Condensation sur les faces internes d'un vitrage.

4.7.3 Condensation sur la face d'un vitrage côté extérieur d'un local

La condensation sur la face côté extérieur d'un local est un phénomène naturel et souvent matinal qui ne peut être considéré comme un défaut du vitrage.

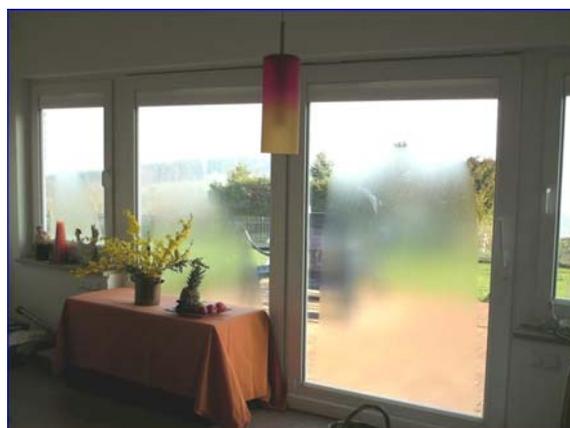
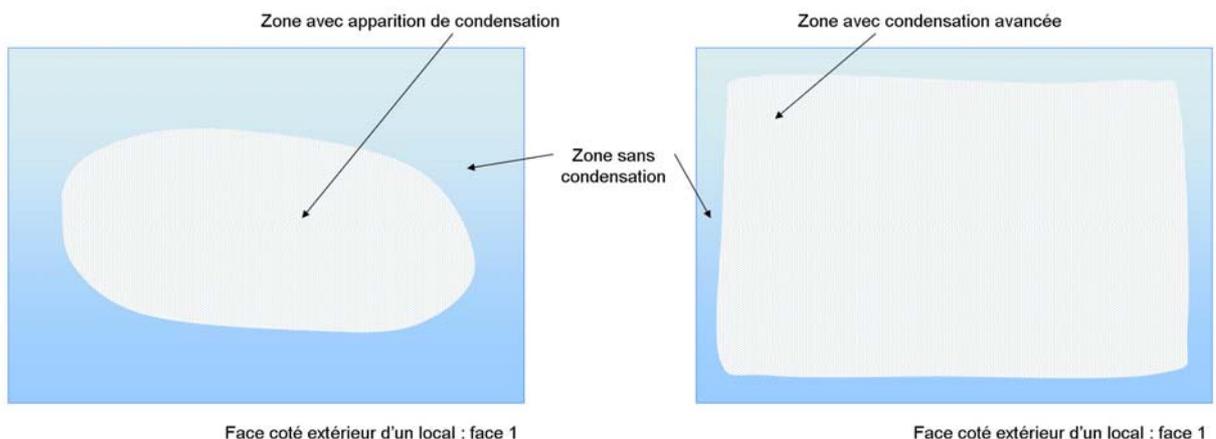


Figure 20 : Condensation sur la face d'un vitrage côté extérieur d'un local.

Les conditions favorisant l'apparition du phénomène sont une nuit froide avec ciel clair, lorsque la température de la face extérieure du vitrage est basse et le taux d'humidité extérieur élevé. La condensation disparaît grâce à la ventilation naturelle due au vent et dès que la température monte et que l'air devient plus sec au cours de la journée. On observe ce phénomène pendant la nuit et au matin, surtout au printemps et en automne.

Plusieurs facteurs influencent ce phénomène :

- ✓ L'utilisation de vitrages très isolants thermiquement (vitrages dont la valeur U est basse) favorise l'apparition de condensation extérieure. Grâce à leur pouvoir isolant très important, les déperditions de chaleur sont minimales et la température de la feuille de verre extérieure est très peu influencée par l'ambiance intérieure plus chaude. Dans certaines circonstances météorologiques, la température du verre extérieur peut descendre en dessous du point de rosée : il y a condensation sur le vitrage.
- ✓ L'utilisation de vitrages inclinés et/ou horizontaux peut augmenter le risque d'apparition du phénomène par rapport à l'emploi de vitrages verticaux.

La condensation extérieure est un phénomène naturel et comparable à l'apparition d'humidité sur les véhicules après une nuit claire, et ce bien qu'il n'ait pas plu.

4.8 REFLET DÉFORMÉ

Les vitrages peuvent se comporter comme des miroirs et renvoyer un reflet qui peut être déformé. Cet effet est d'autant plus marqué que les objets réfléchis sont rectilignes (avant-toit, gouttière, poteaux d'éclairage déformés, etc.).



Figure 21 : Reflet déformé.

Les reflets déformés dus aux causes naturelles décrites ci-après ne peuvent être considérés comme des défauts.

✓ Variations de température

Le vitrage isolant est généralement fabriqué verticalement et fermé hermétiquement dans une usine où la température ambiante avoisine les 20 °C. La température de l'air ou du gaz emprisonné entre les feuilles de verre est donc d'une vingtaine de degrés également.

Le vitrage prend une forme convexe quand la température de l'air ou du gaz emprisonné augmente (dilatation), ou concave quand la température de l'air ou du gaz emprisonné baisse (compression). Le reflet est alors déformé.

Dans les nouveaux bâtiments qui n'ont jamais été chauffés, on observe souvent une contraction de l'air ou du gaz emprisonné et des reflets déformés. La mise en service de l'immeuble peut réduire ce phénomène.

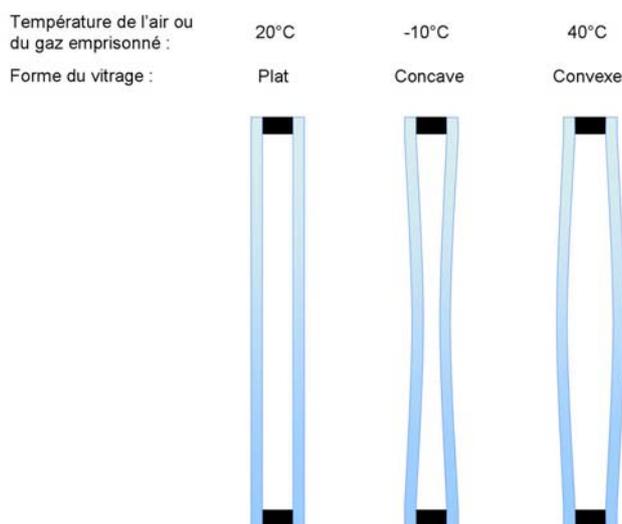


Figure 22 : Déformations d'un vitrage isolant dues aux variations de température.

✓ Variations de pression

Le vitrage isolant est généralement fabriqué verticalement et fermé hermétiquement dans une usine où la pression ambiante est la pression atmosphérique du moment. La pression de l'air ou du gaz emprisonné entre les feuilles de verre est donc la pression atmosphérique qui régnait dans l'usine au moment de la fabrication.

Par la suite, la pression environnante au vitrage varie fortement durant l'ensemble de sa vie. Le vitrage prend une forme convexe quand la pression atmosphérique baisse (dépression) et que l'air ou le gaz emprisonné se dilate, ou concave quand la pression atmosphérique augmente (anticyclone) et que l'air ou le gaz emprisonné se comprime. Le reflet est alors déformé.

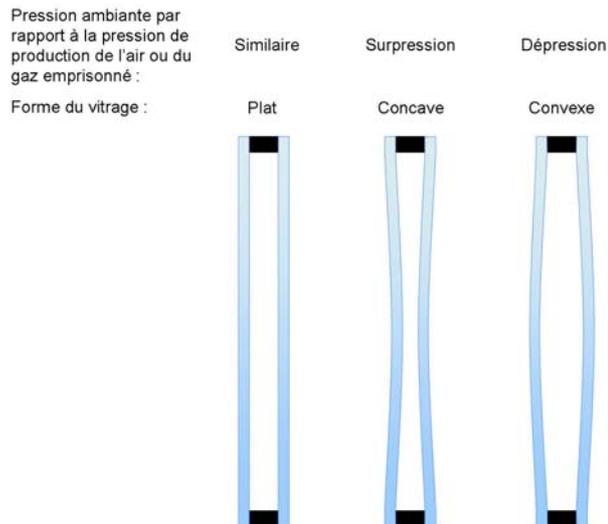


Figure 23 : Déformations d'un vitrage isolant dues aux variations de pression.

✓ Variations d'altitude

Il n'y a pas, en Belgique, de variation d'altitude suffisante entre le lieu de fabrication du vitrage et l'endroit où il va être installé pour créer une modification de pression capable d'engendrer une déformation significative du vitrage isolant et donc un reflet déformé.

Cela peut être le cas lors d'une production de vitrages isolants à basse altitude et d'un placement à haute altitude, ou d'une production à haute altitude et d'un placement à une basse altitude (par exemple dans le cas de vitrages exportés ou importés). Il est nécessaire de signifier clairement au fabricant les vitrages isolants qui sont destinés à un placement à haute altitude.

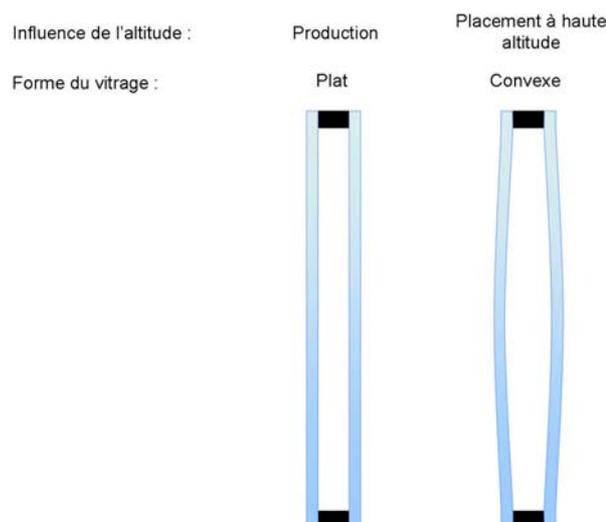


Figure 24 : Déformations d'un vitrage isolant dues aux variations d'altitude.

Note : les déformations en réflexion peuvent également être dues à de mauvaises conditions de mise en œuvre (par exemple un serrage trop important des parclozes).



Influence des éléments extérieurs au verre

Les phénomènes liés aux éléments extérieurs au verre sont indépendants de la production du verre et ne peuvent donc être considérés comme des défauts de fabrication.

5.1 TRACES ET EMPREINTES SUR LES FACES EXTÉRIEURES DU VITRAGE

Les traces et empreintes sur les faces extérieures du vitrage (sur les faces 1 et/ou 4 des doubles vitrages et sur les faces 1 et/ou 6 des triples vitrages, cf. figure 17) apparaissent plus clairement en présence de buée ou de condensation, du ruissellement de la pluie, lors d'un nettoyage ou lorsque que les rayons du soleil éclairent le vitrage.

A côté de l'influence de l'environnement des vitrages, on distingue notamment les traces et empreintes de :

- ✓ mastic ou silicone;
- ✓ liège ou plastic de protection ;
- ✓ ventouse ;
- ✓ doigt ;
- ✓ étiquette ;
- ✓ papier d'emballage ;
- ✓ barres de soutien ou de serrage ;
- ✓ ...

Ces traces et empreintes n'affectent pas la qualité du verre, s'atténuent dans le temps et ne peuvent être considérées comme un défaut.

5.2 PROJECTIONS INCANDESCENTES SUR LE VERRE

Lorsque des projections de métal en fusion (soudure, meulage,...) atteignent le verre, ces projections s'incrustent dans le verre et il est impossible d'y remédier. Seul le remplacement du vitrage est envisageable.

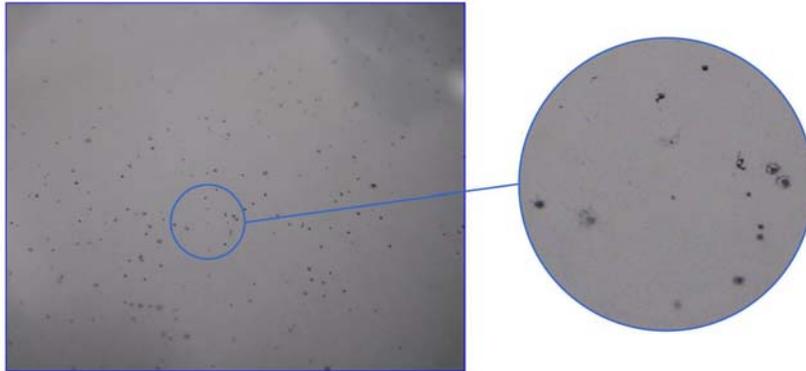


Figure 25 : Projections de soudure sur du verre.

5.3 IRISATION DU VERRE

Lorsque de l'humidité est en contact prolongé avec le verre (par exemple lorsque de l'humidité pénètre entre deux vitrages stockés l'un contre l'autre), des éléments de base de celui-ci en sont extraits. Ceci peut notamment se manifester par l'apparition d'une fine couche blanchâtre et/ou de taches colorées.

Ce phénomène d'irisation est le résultat d'une attaque externe du verre causant des dommages permanents.



Figure 26 : Irisation.

5.4 COULÉES SUR LE VERRE



Figure 27 : Coulées sur le verre.

- ✓ Les vitrages sont exposés aux coulées de matières alcalines et calcaires via les eaux de ruissellement. Ces substances sont présentes dans de nombreux matériaux pierreux, et plus principalement dans les mélanges contenant du ciment comme le mortier, le béton, etc. Le ciment, surtout dans sa phase jeune, peut libérer de la chaux. Celle-ci, emportée par les eaux de ruissellement sur le verre, peut diminuer la transparence des vitrages et créer un dépôt de surface. Les éclaboussures de pluie sur les appuis de fenêtre sont aussi une cause du phénomène.

Il convient d'éviter ces coulées, qui ne sont pas liées au verre proprement dit, en étant particulièrement attentif aux défauts de conception architecturale (cf. les paragraphes 7.4.5 et 7.5 de la Note d'information technique n° 221 publiée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction, cf. bibliographie).

- ✓ Lorsque des façades d'un bâtiment sont traitées par un produit quelconque (notamment des produits hydrofuges) sans protéger les vitrages, des coulées contenant ce produit peuvent se déposer sur le verre sans qu'il ne soit possible de les enlever.



Références

1. AGC Glass Unlimited. Your Glass Pocket Français/Belgique. AGC Glass Europe, Bruxelles, 2010.
2. Centre Scientifique et Technique de la Construction. Le verre et les produits verriers - Fonction des vitrages. 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. CSTC-Contact, n°25, mars 2010, page 14.
5. Confédération Construction. Maatvast bouwen met de nodige tolerantie(s). Maandblad Bouwbedrijf, mai 2010, page 35.
6. Groupement européen des producteurs de verre plat. Code of Practice for in-situ Measurement and Evaluation of the Colour of Coated Glass used in Façades. GEPVP, Bruxelles, janvier 2005.
7. ISO 11479-2 Verre dans la construction – Verre à couche – Partie 2 : Couleur des façades. (A paraître)
8. Kwaliteitsbeoordeling van vlakglasproducten, Kenniscentrum Glas, Gouda, 2009.
9. NBN EN 572-8 Verre dans la construction – Produits verriers de silicate sodocalcique de base – Partie 8 : Tailles livrées et tailles découpées finales.
10. NBN EN 1096-1 Verre dans la construction – Verre à couche – Partie 1 : Définitions et classification.
11. NBN EN 1279-1 Verre dans la construction – Vitrage isolant préfabriqué et scellé – Partie 1 : Généralités, tolérances dimensionnelles et règles de description du système.
12. NBN EN 1863-1 Verre dans la construction – Verre de silicate sodocalcique durci thermiquement – Partie 1 : Définition et description.
13. NBN EN 12150-1 Verre dans la construction – Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement – Partie 1 : Définition et description.
14. NBN EN ISO 12543-6 Verre dans la construction – Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Partie 6 : Aspect.
15. NBN EN 14179-1 Verre dans la construction - Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé et traité Heat Soak - Partie 1 : Définition et description.
16. Saint-Gobain Glass. Memento. Saint-Gobain Glass Benelux, Namur, 2006.
17. Verre Online. www.verreonline.fr, 2010.



Fédération de l'Industrie du Verre asbl
Verbond van de Glasindustrie vzw

