

**hilzinger**®

**Fabricant de Fenêtres et Portes.**



# hilzinger

## **Entretien du vitrage**



## 1 Table des matières

---

1.	Introduction	Page 3
2.	Propriétés du verre	Page 4
3.	Causes des chocs thermiques	Page 4
4.	Causes et exemples de sauts thermiques	Page 4
5.	Ruptures possibles en raison des surcharges thermiques	Page 6
6.	Mesures visant à éviter les chocs thermiques pour les vitrages isolants	Page 7
7.	Vitrage et casse thermique	Page 8

La résistance du verre

Le choc thermique

Le réchauffement élevé du centre du verre

## 1 Introduction

Le verre possède une résistance remarquable face à diverses contraintes. Toutefois, si l'on néglige certaines sollicitations ou si son utilisation l'expose à des contraintes indésirables, cela peut provoquer une déformation permanente dépassant sa limite d'élasticité, entraînant ainsi sa rupture spontanée. La combinaison de différentes influences diminue la limite d'élasticité du verre. Il est essentiel de prendre en considération les variations de température à l'intérieur du matériau lui-même.

Lorsque l'on néglige les sollicitations thermiques, des dommages au verre, notamment des chocs thermiques peuvent être causés. Par conséquent, une variation de température supérieure à 40 K (°C) à l'intérieur du verre float peut entraîner sa rupture. Généralement, la rupture commence naturellement au niveau des bords du verre.



Fissure vitrage choc thermique

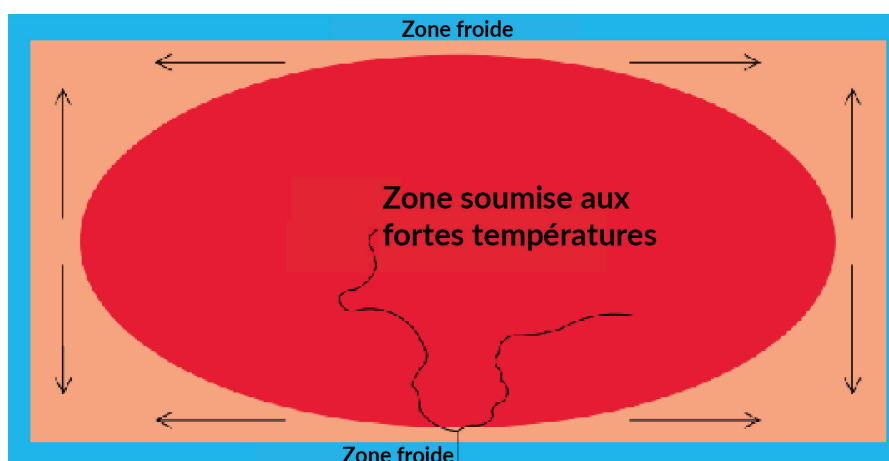


Figure des zones froides et chaudes

## 2 Propriétés du verre

Le comportement du verre face à la chaleur est similaire à celui de la plupart des autres matériaux : il se dilate. Un vitrage de faible épaisseur permet une transmission élevée de l'énergie rayonnée, avec une réflexion minimale et une absorption réduite de l'énergie rayonnée.

L'absorption de chaleur entraîne une légère augmentation de la température du verre dans la plupart des configurations de montage, car la chaleur est rapidement transférée vers l'environnement plus frais. Cependant, des conditions défavorables peuvent se produire lors de l'utilisation de vitrages hautement absorbants, tels que des verres teintés intégrés, des vitrages avec des revêtements thermiques ou des verres feuilletés contenant des films colorés.

Lorsque des vitrages sont exposés à des rayonnements et à des réflexions provenant d'autres vitrages adjacents, cela peut entraîner une augmentation excessive de la température, notamment dans le cas d'une vitre centrale d'un triple vitrage. Dans de telles situations, une superposition de ces facteurs crée des tensions entre les surfaces les plus chaudes et les moins chaudes du vitrage. Dans ce contexte, même de légères contraintes de traction peuvent suffire à provoquer la rupture du vitrage.

## 3 Causes des chocs thermiques

Une contrainte thermique se forme inévitablement quand les caractéristiques typiques du matériau constituant le vitrage, telles que sa structure et sa capacité à résister aux changements de température, sont dépassées. En cas de réchauffement inégal, d'importantes contraintes se développent à l'intérieur du verre, et la seule issue pour les dissiper est la rupture du vitrage.

## 4 Causes et exemples de sauts thermiques

Causes	Exemples
Ombrage partiel / ombre portée	Débords de toits, arbres, marquises.
Rayonnement direct du soleil sans protection	Paquets de verre non recouverts, verres plus épais, vitrages isolants ou de protection solaire empilés, deux ou plusieurs portes coulissantes ou pliantes ouvertes, placées l'une devant l'autre.

Le vitrage faible et la chaleur

La chaleur absorbée est dissipée sauf vitrages absorbants.

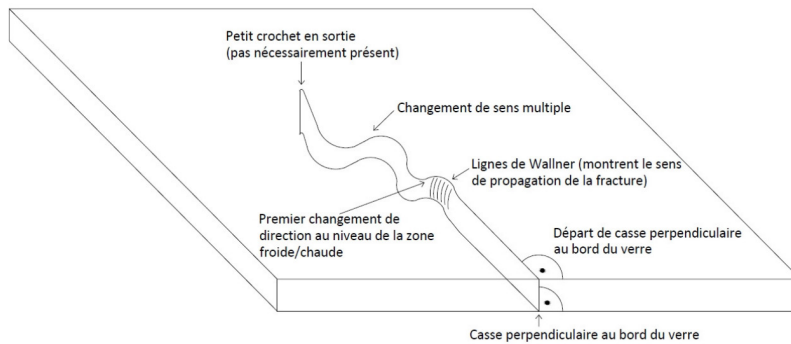
Contraintes de traction et la casse du vitrage

Les causes de contraintes thermiques

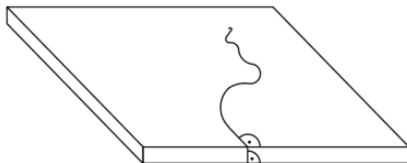
Causes et exemples de sauts thermiques

Causes	Exemple
Protection solaire à l'intérieur, Équipements d'assombrissement	Écartement trop faible par rapport à la vitre intérieure, ne recouvrant que partiellement la vitre, films pare-vue ou de protection solaire avec une absorption élevée, collés sur une partie ou la totalité de la vitre intérieure.
Peintures, collages, protection intérieure, décoration des vitrages	En cas d'utilisation de peintures sombres, d'affiches, d'images, de posters, de panneaux publicitaires et d'autocollants, de photos collées, de films pare-vue ou de protection solaire, des joints d'étanchéité surdimensionnés, de largeur intérieure excessive.
Radiateurs	Distance insuffisante par rapport à la vitre intérieure
Chauffage local	Soufflantes à air chaud, grill, appareils de décongélation, lampes à souder, postes à souder, lampes halogènes, échappements.
Objets sombres placés directement derrière le vitrage	Matériaux de construction, décoration intérieure, meubles d'assises, porte-documents, coffres, piano, décorations pour vitrages, rideaux lourds.
Croisillons larges, de couleur sombre dans l'espace intercalaire du vitrage isolant	Croisillons de 45 en rouge, bleu, marron, noir ou autres couleurs sombres fortement absorbantes.
Feuillure profonde	À partir d'env. 30 mm, par exemple pour les vitrages de toits ou les fenêtres fortement isolantes
Pluies orageuses	En été et à l'automne
Pose d'asphalte coulé	Pour les constructions en verre posées au sol et avec une protection non homogène

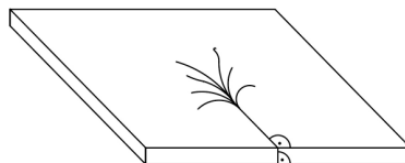
## 5 Ruptures possibles en raison des surcharges thermiques



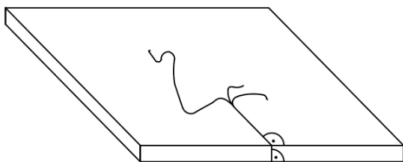
Fissure thermique normale



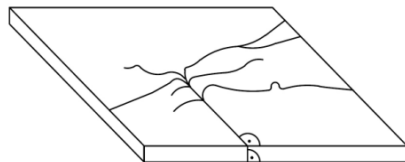
Fissure thermique en palmier



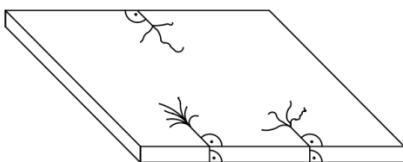
Casse thermique importante



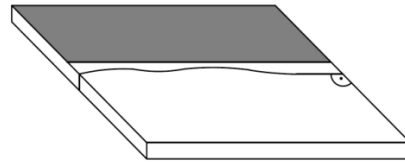
Casse thermique très importante



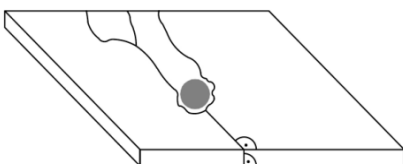
Casse thermique au bord



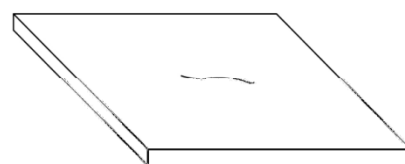
Fissure thermique longitudinale



Fissure thermique longitudinale 2



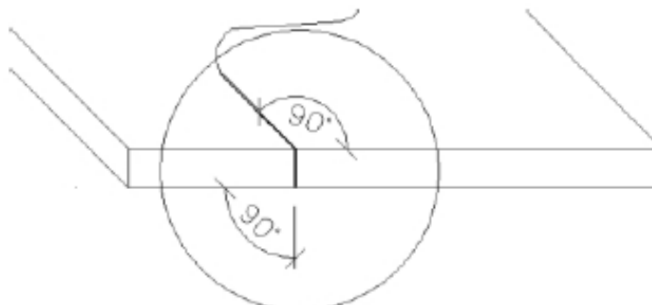
Fissure thermique capillaire



Ruptures dues aux surcharges thermiques

Départ de la casse  
perpendiculaire

Toutes les ruptures thermiques du verre mentionnées précédemment (à l'exception des fissures capillaires thermiques) ont un point de départ de la rupture **perpendiculaire aux bords et aux surfaces** du verre. Ces deux aspects peuvent donc être identifiés comme des caractéristiques distinctives de la rupture thermique du vitrage.



## 6 Mesures visant à éviter les chocs thermiques pour les vitrages isolants

Il est essentiel d'informer les utilisateurs des éléments comportant des vitrages isolants, s'ils sont utilisés sans autre modification du produit (par exemple, l'utilisation de verres thermodurcis (TVG) dotés d'une résistance accrue aux variations de température), sur les points suivants :

- Ne pas laisser exposées au rayonnement direct du soleil des portes coulissantes ou des fenêtres coulissantes en position superposée.
- Ne pas placer d'objets (tels que des éléments pare-vue ou du mobilier de jardin) immédiatement derrière le vitrage des garde-corps en float et feuilleté.
- Respecter une distance minimale de 30 cm entre les meubles sombres tels que les canapés et autres objets, et le vitrage isolant exposées au rayonnement direct du soleil.
- Ne pas procéder à une occultation partielle des dispositifs d'ombrage extérieurs et intérieurs en laissant les lamelles extérieures ou intérieures partiellement baissées, en particulier lorsqu'elles sont exposées au rayonnement direct du soleil.
- Minimiser autant que possible les ombres projetées sur celles-ci, en évitant par exemple l'installation de grilles ou d'autres éléments qui pourraient créer des zones d'ombre.
- Ne pas effectuer de collages ou de peintures directement sur les vitres, car cela peut provoquer des surchauffes localisées.
- Lors de l'installation, il est conseillé de respecter une distance minimale de 30 cm entre les radiateurs à haute température et la vitre.
- Veiller à ce qu'aucun matériau ou objet ne soit en contact direct avec la vitre, que ce soit pendant les travaux de construction ou après leur achèvement.
- Lors de la phase de construction ou après celle-ci, si les fenêtres doivent être protégées en les recouvrant, il est essentiel d'utiliser des matériaux perméables à la température, de couleur claire et non réfléchissants, qui couvriront toute la surface des fenêtres.

TSG : verre trempé feuilleté  
VSG : verre feuilleté  
TVG : verre thermodurci  
ESG : verre trempé

Prévention des chocs  
thermiques pour vitrages  
isolants

## Mesures pouvant être prises par le fournisseur du verre

Pour minimiser le risque de casse potentielle du verre, le fournisseur propose plusieurs options, à choisir par le client dans le cadre de la demande d'offre ou de la commande. Étant donné que les conditions locales ne sont généralement pas connues du fournisseur, il est essentiel que le client spécifie les étapes à suivre. Ces mesures ne font pas partie des procédures standard du fournisseur, car le risque de casse thermique dépend de la situation et des contraintes spécifiques à chaque projet, et ne peut pas être prédit de manière générale.

Vitrage simple, Float, verre coulé et float feuilleté (VSG) :

- Effectuer un chanfreinage ou un ponçage sur tous les bords du vitrage
- Remplacer la vitre Float par un verre trempé (ESG) ou un verre trempé feuilleté (TSG). Dans le cas des verres trempés (ESG) destinés aux façades, il est conseillé de réaliser un test Heat-Soak.

Vitrage isolant (double et triple) :

- Effectuer un chanfreinage ou un ponçage sur tous les bords du vitrage
- Pour le triple vitrage isolant, il peut être avantageux d'opter pour une vitre centrale en verre blanc afin de minimiser l'absorption et la chaleur générée.
- Remplacer la vitre Float par un verre trempé (ESG) ou trempé feuilleté (TSG). Dans le cas du triple vitrage isolant, il est particulièrement recommandé d'opter pour une vitre médiane précontrainte. Il est également conseillé de réaliser un test Heat-Soak pour les verres trempés (ESG) destinés aux façades.

Réduction de risque de casse potentielle par le fournisseur du verre

Vitrage simple, Float, verre coulé et float feuilleté (VSG)

Vitrage isolant (double et triple)

## 7 Vitrage et casse thermique

La division Avis techniques constate que la majorité des bris de vitrage sont dus à des causes thermiques. Dans la plupart des cas, ces bris auraient pu être évités en évaluant le risque de casse thermique dès la conception du projet, en utilisant un vitrage approprié et en respectant quelques règles d'utilisation simples. Il est également important d'éviter les détériorations des bords des vitrages, car elles entraînent une diminution significative de leur résistance.

Les bris causés par un choc thermique surviennent en raison des contraintes engendrées par un gradient de température entre deux zones adjacentes d'une même feuille de verre. Ce gradient peut se former, par exemple, entre les parties exposées et les parties encastrées d'un vitrage, ou entre une zone du vitrage exposée aux rayons du soleil et une zone ombragée.

Comment prévenir le bris de vitrage

Quand le vitrage est exposé au soleil et que son absorption énergétique est élevée, il se réchauffe progressivement. Si une partie du vitrage reste froide, elle entrave la libre expansion de la partie chaude, ce qui entraîne l'apparition de contraintes de compression et de traction dans les zones respectivement chaudes et froides du vitrage. Puisque le verre est plus résistant à la compression qu'à la traction, les contraintes de traction qui se forment risquent de dépasser la limite de résistance du verre, causant ainsi la rupture du vitrage. On qualifie ce phénomène de casse thermique.

Au bord du vitrage, on observe l'apparition d'une cassure qui se distingue par un plan de rupture perpendiculaire au bord ainsi qu'aux deux faces du vitrage. Cette fracture peut prendre la forme d'une seule ligne de rupture ou de plusieurs lignes de rupture, comme illustré dans la figure ci-dessous.



Figure des zones froides et chaudes

## Facteurs de risque

Plusieurs facteurs peuvent être associés au risque de casse thermique :

- les **conditions climatiques** : L'impact des conditions météorologiques, telles que l'intensité du rayonnement solaire en fonction de l'orientation, de l'heure du jour, de la saison et de la couverture nuageuse, ainsi que la différence maximale de température entre le jour et la nuit jouent un rôle déterminant dans la différence de température à l'intérieur du vitrage. Les vitrages orientés entre  $-60$  et  $+45$  ° par rapport au nord présentent peu de risque de casse thermique, puisqu'ils ne sont pas exposés au soleil.
- les **caractéristiques du vitrage** : Un vitrage s'échauffe davantage sous l'effet de l'ensoleillement lorsque son facteur d'absorption énergétique est élevé. Les verres spéciaux tels que les verres absorbants, les verres à couches ou ceux avec un film réfléchissant ont une capacité d'absorption supérieure, ce qui les rend plus sujets à la casse thermique par rapport aux verres classiques. De plus, les vitrages isolants (double ou triple vitrage) présentent un risque accru de casse thermique en raison d'une faible transmission de chaleur à travers l'espace d'air ou de gaz qui les sépare. Les bords du vitrage endommagés ou écaillés (causés lors de la fabrication, du transport ou de la pose) sont des points faibles où la casse thermique peut survenir même à des niveaux de contrainte inférieurs à ceux d'un vitrage sans défaut. De même, un vitrage gravé, sablé ou simplement rayé est plus susceptible de subir une casse thermique.

- **l'inertie thermique** du châssis : plus elle est élevée, moins la température du châssis s'adaptera rapidement aux conditions extérieures. Le gradient de température entre la partie visible du vitrage et la partie en contact avec le châssis (et par conséquent le risque de casse thermique) sera plus important. La couleur du châssis peut également influencer quelque peu le phénomène.



- **l'environnement extérieur** : peut ombrager le vitrage avec des bâtiments voisins, des arbres ou d'autres éléments. Les éléments intégrés au bâtiment, comme une terrasse surplombante, un auvent, une avancée, un store extérieur ou un vitrage en retrait, peuvent aussi créer un effet d'ombrage.
- **l'environnement intérieur** : peut créer des écarts de température significatifs entre les zones chaudes et froides d'un vitrage. Cela peut être dû à la présence de stores, de tentures, d'objets sombres derrière le vitrage (meubles, montants d'un châssis coulissant, etc.), d'autocollants ou d'affiches apposées sur le vitrage, d'un plafond devant le vitrage ou d'autres dispositifs d'ombrage internes. De plus, la proximité d'une source de chaleur telle qu'un radiateur, un convecteur ou un système de ventilation diffusant de l'air chaud ou froid peut également contribuer à ces écarts de température.

## En prévention

En général, le rodage des bords d'un verre float est utilisé pour minimiser les risques de casse thermique. Toutefois, lorsque le gradient de température à travers le vitrage dépasse 30 °C, il est recommandé d'utiliser du verre thermodurci ou trempé, capable de résister respectivement à des gradients de température d'environ 100 et 200 °C. Cependant, la résistance varie considérablement et dépend, entre autres, de la qualité du façonnage des bords du verre.

Pour éviter l'utilisation de verre durci ou trempé en prenant des mesures simples liées à l'environnement intérieur, il est recommandé de prévoir un espace d'environ 40 mm entre le vitrage et une tenture ou un store, d'éviter les systèmes de chauffage rayonnants ou pulsant directement sur le verre (les orienter plutôt parallèlement au vitrage ou vers l'intérieur de la pièce) et de maintenir une distance d'au moins 20 cm entre ces systèmes et le verre.

Pendant le stockage, que ce soit en caisses ou en vrac, il est important de veiller à ce que les vitrages ne soient pas exposés directement au soleil ou à toute autre source de chaleur.

Facteurs de risque de casse thermique

Conseils de prévention de casse de verre

**hilzinger**®

**Fabricant de Fenêtres et Portes.**

