

Causes et évaluations de dommages et phénomènes de surface au niveau de surfaces vitrées

Le verre est un des plus vieux matériaux. Au cours des dernières années, l'utilisation du verre au niveau des façades mais aussi pour la décoration intérieure a pris beaucoup d'ampleur grâce aux progrès considérables concernant le revêtement et le traitement du verre flotté. Aujourd'hui, le verre est utilisé pour concevoir des éléments de construction qui auraient été conçus à base de matériaux traditionnels il y a 5 ou 10 ans, autrement dit sans verre. Ce champ d'application accru du verre entraîne en même temps une hausse des dégâts et des phénomènes de surface au niveau des surfaces vitrées. Texte et photos: Markus Läubli, SIGAB

Les connaissances matérielles appropriées ainsi que des mesures de précaution spéciales de la planification jusqu'au montage permettent d'éviter les dommages onéreux. Les notices et les documentations de l'Institut Suisse du verre dans le bâtiment (SIGAB) contribuent à garantir une utilisation conforme du verre dans le bâtiment. Toutefois, en cas de dommages ou d'apparitions au niveau des surfaces vitrées, de l'encadrement ou du système de vitrage, le SIGAB réalise des expertises ainsi que des expertises judiciaires (www.sigab.ch).

Statistique des dommages et phénomènes de surface au niveau de surfaces vitrées

Si l'on analyse les expertises réalisées en 2009 par le SIGAB quant aux causes des dommages, il en résulte les genres et fréquences de dommages suivants : dans env. 31 % des dommages signalés au niveau de surfaces vitrées, il s'agissait de bris de verre ayant différentes causes, provoqués pour la majeure partie par une tension thermique, c'est-à-dire par un dépassement de la résistance aux changements de température. Le deuxième groupe de dommages le plus important, avec une part d'env. 22 %, concerne des éraflures du verre, le plus souvent sur des façades présentant des murs extérieurs crépis ou des encadrements de fenêtres en pierre naturelle ou synthétique. En liaison avec les éraflures, on constate toujours que, lors du nettoyage du bâtiment, le racloir est toujours utilisé sur toute la surface.

Env. 10 % des dommages sont provoqués par des erreurs de construction ou de chantier. Dans env. 9 % des expertises, les exigences posées au vitrage n'étaient pas ou pas suffisamment remplies. Dans les 18 % env. d'expertises restantes, le SIGAB devait évaluer des phénomènes physiques et visuels, des vices de fabrication et des incompatibilités de matériaux. Pour résumer, on peut dire que la qualité des produits en verre

et la compatibilité des matériaux de vitrages collés ne doivent pas être critiquées de façon importante.

Le verre, une matière cassante

Le verre peut être considéré comme un liquide congelé, hypothermique avec une structure amorphe, non cristalline. Par rapport à l'acier, le verre est une matière cassante sans limite de liquidité. Un bris de verre survient de façon inattendue, sans avertissement ou modification préalable du matériau.

Caractéristiques de la matière verre

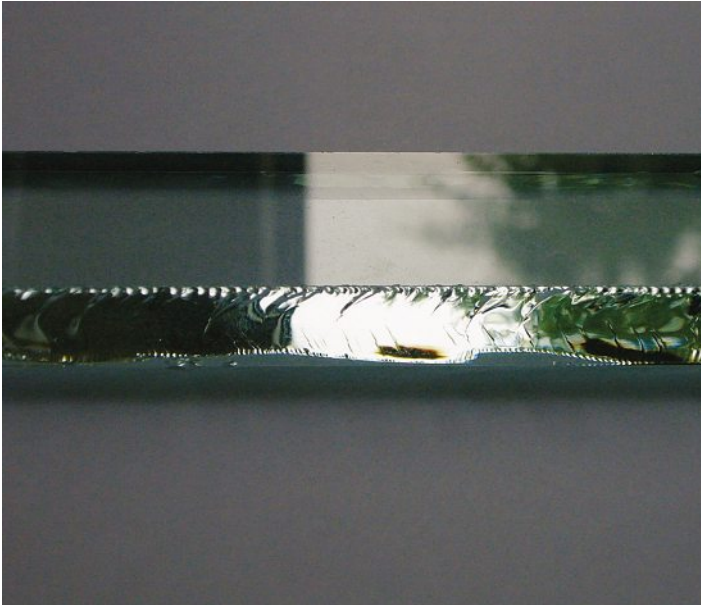
Avec 900 N/mm², la résistance à la pression du verre est très élevée par rapport à d'autres matériaux de construction. Les forces agissant verticalement sur une surface, telles que par exemple la force du vent, les charges utiles et provoquées par la neige, produisent des charges de résistance au pliage et ne doivent pas être confondues avec des charges de pression. Le verre réagit de façon sensible aux charges de traction sous pliage. La valeur théorique de la résistance à la traction de verre flotté est d'env. 90 N/mm². La résistance réelle à la traction sous pliage d'un verre dépend fortement du bord du verre. Lors de la coupe ou du bris du verre se forment, en raison du matériau, des microgorges et des fissures (voir ill. 1). En fonction de la profondeur des fissures, des pointes de tension de hauteurs différentes se créent à l'encoche. Ces fissures déterminent la résistance d'un verre au changement de température. Plus la fissure est profonde, plus la différence de température provoquant le bris est petite (voir ill. 2). Il faut tenir compte de ce fait lors de la fabrication, du transport et du montage d'une unité de verre. Plus le bord du verre est homogène, moins il faut s'attendre plus tard à un bris de verre, par ex. en cas de charges thermiques.

Dommages et phénomènes de surfaces typiques au niveau de surfaces vitrées

En cas de réclamation de vitrages et systèmes de vitrage, il faut faire la différence entre un dommage et un phénomène de surface. Outre l'évaluation d'un bris de verre pouvant être défini clairement comme un dommage, l'expert doit évaluer des phénomènes typiques du verre, physiques et visuels. Des phénomènes d'interférence peuvent par ex. se présenter sur du verre d'isolation en raison du parallélisme des plans de vitres en verre flotté. Des interférences se composent d'anneaux, lignes ou taches de différentes tailles, qui se déplacent sur la vitre en appuyant dessus avec le doigt. Ce fait physique, souvent traité, dans le domaine du verre, comme « défauts apparents », ne donne pas droit à réclamation.

Aperçu de différents dommages et phénomènes de surface (non exhaustif) :

- *Bris de verre suite à des tensions thermiques*
En raison d'ombrages partiels ou d'objets foncés derrière des vitrages (par ex. radiateurs ou meubles), le dépassement de la résistance au changement de température peut provoquer un bris de verre flotté. Dans ces cas-là, il est recommandé d'utiliser du verre de sécurité à une vitre au lieu du verre flotté ou de traiter préalablement les bords du verre (voir ill. 3).
- *Bris de verre suite à des inclusions de sulfure de nickel dans du verre de sécurité à une vitre sans test Heat-Soak*
Lors de l'utilisation de verre de sécurité à une vitre dans la façade, pour des vitrages de balcons, parois de douches ou dans des systèmes en verre à plusieurs parties, il est recommandé, afin de minimiser le risque résiduel d'un bris de verre suite à une inclusion de sulfure >



III. 1 : Bord de verre avec microgorges



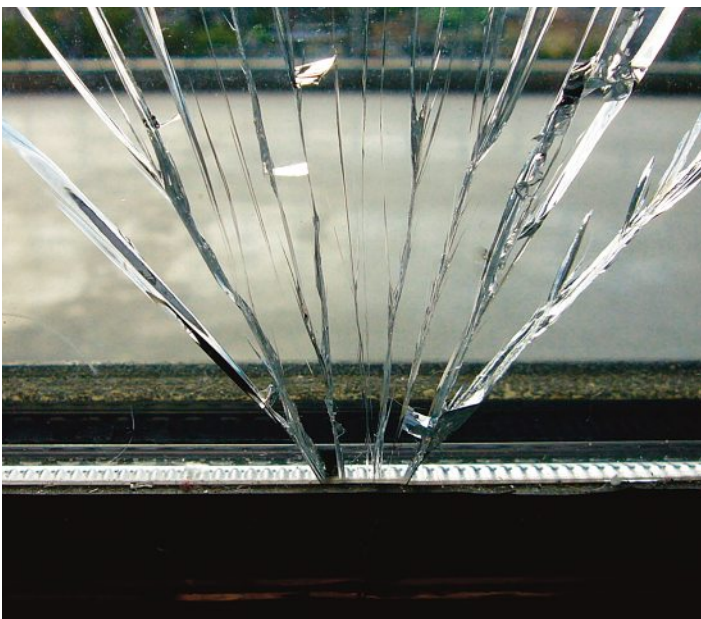
III. 4 : Inclusion de sulfure de nickel dans du verre de sécurité



III. 2 : Bris de verre en raison d'une tension thermique



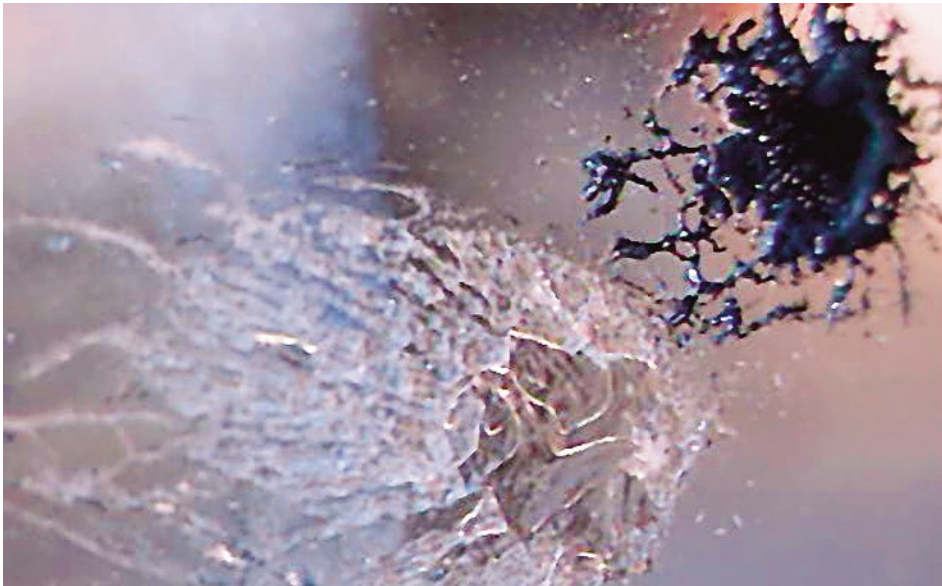
III. 5 : Délamination (décollement) de verre de sécurité feuilleté



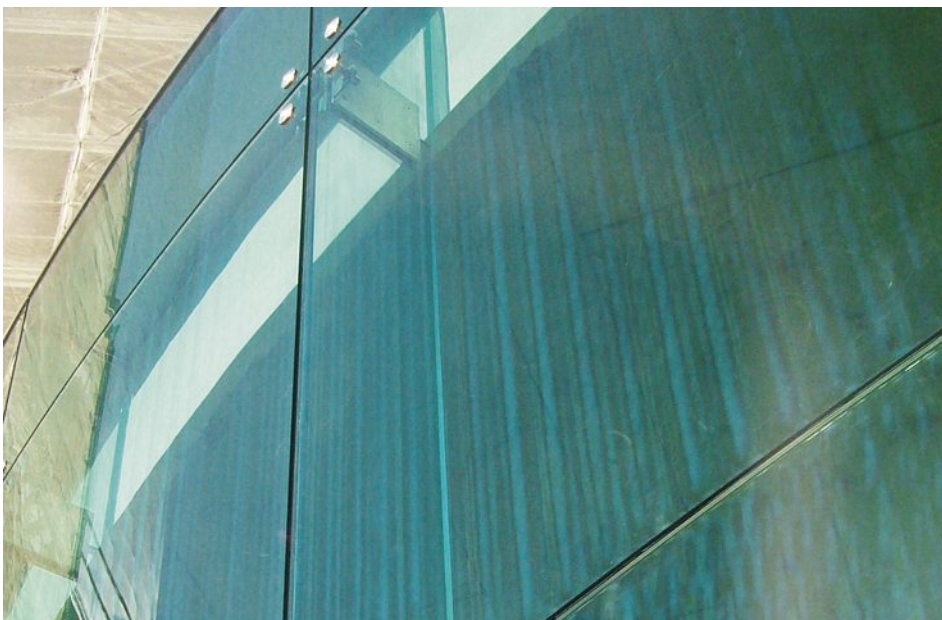
III. 3 : Bris de verre en raison d'une tension thermique



III. 6 : Dépôts de calcaire, brûlures sur façade en béton



Ill. 7 : Giclées de sueur



Ill. 8 : Anisotropies sur la façade en verre dans du verre de sécurité



Ill. 9 : Eau de condensation dans la zone du bord de verre

> de nickel, d'utiliser uniquement du verre de sécurité à une vitre stocké au chaud selon la norme SN EN 14179-1 (voir ill. 4).

- *Compatibilité de matériaux entre les différents produits d'étanchéité et colles*

Produits d'étanchéité et colles se rencontrent de plus en plus souvent dans la construction de fenêtres et de façades, dans la zone de liaison du verre d'isolation. Afin d'éviter des dommages onéreux sur des vitrages d'isolation, il faut déterminer la compatibilité de matériaux entre les différents produits avant la construction au moyen de tests adéquats (voir ill. 5).

- *Phénomènes de surface*

Le spectre des différents phénomènes de surface ou dommages sur des surfaces en verre est très grand. Ces dommages commencent par des dépôts ou brûlures par la boue de béton et de ciment (voir ill. 6) pendant la construction et se terminent par des éraflures des surfaces en verre pendant le nettoyage du bâtiment, souvent en raison de l'utilisation du racloir sur toute la surface. Des giclées de sueur ou gouttes de sueur ainsi que des points d'abrasion entraînent également des dommages importants sur les vitrages (voir ill. 7).

- *Phénomènes physiques et visuels*

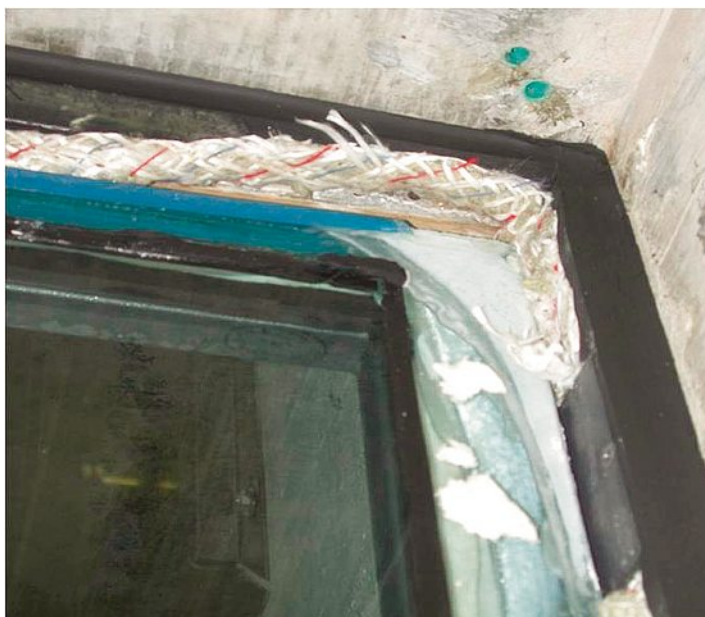
Outre les dommages cités ci-dessus, les produits en verre présentent des caractéristiques physiques et visuelles dues à la matière première et qui ne peuvent pas être évitées. Ceci concerne par ex. les phénomènes d'interférences déjà cités, l'effet de double vitre en raison du bombement, lié au temps, des différentes vitres du verre d'isolation et les anisotropies (voir ill. 8) résultant de la tension interne de verres traités thermiquement. En outre, la condensation sur les surfaces intérieures et extérieures des vitres (formation d'eau de condensation) et la différente mouillabilité de surfaces en verre ne donnent pas droit à réclamation (voir ill. 9).

Constructions avec des risques de dommages sur le verre

Des dimensions de verre de plus en plus grandes, des verres traités et enduits de façon de plus en plus complexe ainsi que la rencontre de différents produits d'étanchéité et colles dans les systèmes de vitrages actuels entraînent forcément un risque de dommages plus important.

Si l'on considère les différentes constructions, les raisons entraînant des dommages sont différentes.

Sur les façades ou vitrages d'isolation, il faut respecter la NORME VERRE SIGAB 01 « Verre d'isolation - dispositions techniques d'application ». Les systèmes de vitrages (ils doivent être réalisés avec un espace de feuillure détendu) doivent garantir durablement dans toutes les conditions une compensation de pression de vapeur (détente) et une évacuation immédiate d'eau de condensation ou d'eau de fuite vers le côté extérieur afin d'éviter des dommages de >



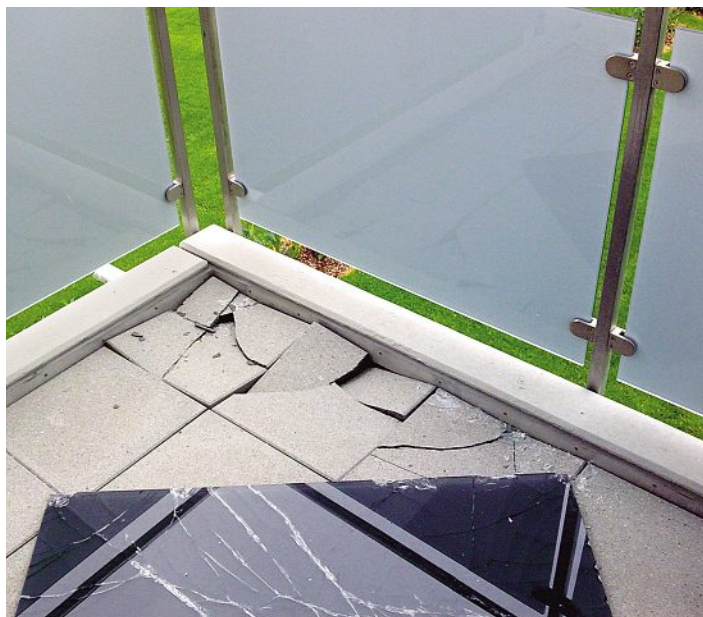
III. 10 : Montage erroné d'un vitrage coupe-feu



III. 12 : Bris de verre en raison d'une encoche après contact verre - métal



III. 11 : Dommages dû à l'humidité sur un vitrage coupe-feu



III. 13 : Déficience de pinces sur une balustrade en verre

> la fenêtre et du verre d'isolation via l'encadrement. L'étanchéification entre le verre d'isolation et la partie contiguë comme l'encadrement et le système de façade doit empêcher durablement l'introduction d'eau et de vapeur d'eau dans l'espace de feuillure. Ces mesures constructives doivent être mises en œuvre avec la précaution requise, en particulier sur les nombreux systèmes actuels collés.

Pour les vitrages de toit avec du verre d'isolation, outre la compensation de pression de vapeur, le drainage à l'intérieur de la construction est très important. Afin d'obtenir une étanchéité contre la pluie, tous les espaces de feuillure et les niveaux de drainage intérieurs sont

souvent remplis de silicone. Si, durant les deux premières années, de l'eau de condensation se forme dans l'espace entre les vitres des vitrages d'isolation, les fabricants sont souvent étonnés et doutent de la qualité du verre d'isolation.

Dommages au niveau de vitrages coupe-feu

En raison de la structure multicouches avec de très minces vitres et couches intermédiaires (couches de silicate ou gels), les vitrages coupe-feu sont très sensibles aux dommages pendant le stockage et le montage. Pendant le stockage, il faut protéger les vitres du rayonnement solaire direct, de l'humidité et de la chaleur extrême.

Le montage doit se faire selon la prescription de protection contre les incendies ou les prescriptions de montage du fabricant du système. Le principe général est : « Monté tel que vérifié ». En d'autres termes, chaque matériau utilisé, comme par ex. la bande de distance, les rainures et joints doivent correspondre aux prescriptions d'installation de protection contre les incendies (voir ill. 10). On exige de plus en plus souvent une déclaration de conformité de la société d'installation, dans laquelle il faut confirmer le montage correct selon les prescriptions. Il faut donc préférer des sociétés ou personnes ayant suivi le stage SIGAB « Vitrage coupe-feu » et étant certifiées pour le montage.

Lors du montage des vitres, il faut veiller à la pression et à la compensation de pression de vapeur dans le système de vitrage (voir ill. 11). De nombreux vitrages coupe-feu sont étanchéifiés contre l'humidité par une bande en aluminium. Celle-ci ne doit en aucun cas être retirée.

Exigences / charges sur la construction avec vitrage

Un vitrage dans la façade ou à l'intérieur est soumis à différentes charges. Outre les exigences découlant de l'utilisation prévue d'une construction avec vitrages, il peut également exister des charges découlant du poids propre, de l'installation défectueuse ainsi que du climat (voir ill. 12). Ces charges supplémentaires doivent être déterminées pendant la planification et le dimensionnement du vitrage.

De plus en plus, les vitrages deviennent des rampes selon la norme SIA 358 « Rampes et balustrades ». Pour déterminer les épaisseurs de verre de vitrages à hauteur de plafond, il est recommandé d'appliquer la documentation SIGAB D004 « Balustrades en verre » (voir ill. 13).

Choix correct du verre

En présence des vitrages de plus en plus complexes, le choix correct du verre en fonction de l'utilisation et du but de protection doit être pris en compte dès l'appel d'offre. La brochure « Le verre dans l'architecture » et la documentation SIGAB D002 précisent quels vitrages doivent être à base de verre de sécurité. On attend du planificateur et de l'entrepreneur une analyse de risques en collaboration avec le maître d'ouvrage. Les exigences de sécurité posées à des vitrages ne doivent pas être discutées seulement lors de la commande du verre.

Convention d'utilisation

La norme SIA 260 fixe toutes les charges et valeurs caractéristiques pour le projet. Il est recommandé d'établir une convention d'utilisation pour tous les projets. Celle-ci doit être adaptée à la taille du projet et aux éléments de construction utilisés.

Normes, documentations et fiches

La prise en compte des lois en vigueur, des normes, documentations et fiches est également utile pour une construction sans dommages. En l'absence d'une description appropriée, les directives globales en vigueur dans le bâtiment servent de base pour l'évaluation des prestations et des défauts. ■

Auteur / autres informations :

Markus Läubli

Directeur de l'institut

Architecte dipl. HES / expert dipl. en constructions en verre

SIGAB

Institut Suisse du verre dans le bâtiment

Rütistrasse 16, 8952 Schlieren

Telefon +41 44 732 99 00, Fax +41 44 732 99 09

info@sigab.ch, www.sigab.ch