



Schweizerisches Institut für Glas am Bau
Institut Suisse du verre dans le bâtiment
Istituto Svizzero del vetro nella costruzione

Statique

Mandat no.	17-020-M
Mandat	Statique
Mandant	SERRUTECH
Projet	Nouveau garde-corps
Thème	Statique de système de garde-corps tout-verre
Nombre de pages	12 (incl. annexes)
Lieu/date	Schlieren, le 8 mars 2017

Mentions légales

Date d'impression 8 mars 2017
Auteur Reto Meili, SIGAB
Copyright © SIGAB

Communication/Exclusion de la responsabilité

La communication à des tiers ou l'utilisation à d'autres fins, même partielle, nécessite l'accord. La présente statique a été établie exclusivement pour cet objet en notre âme et conscience.

Lors de l'élaboration, il a été tenu compte des lois, des normes et des directives en vigueur en Suisse, ainsi que de l'état actuel de la technique.

Inhaltsverzeichnis

1.	Introduction	4
1.1	Mandat	4
1.2	Définition	4
2.	Documents	4
2.1	Documents du projet	4
3.	Type de garde-corps	5
3.1	Garde-corps tout-verre	5
4.	Rapports techniques et physiques	6
4.1	Verre feuilleté de sécurité (VFS) à l'extérieur	6
4.2	Résistance résiduelle	6
5.	Actions	7
5.1	Poids propre	7
5.2	Résistance à la poussée	7
5.3	Vent	7
5.4	Combinaison de cas de charge	7
5.5	Action composite VFS	7
6.	Calcul du verre	8
6.1	Résistance à la poussée $q_k = 0,8 \text{ kN/m}$	8
6.1.1	Garde-corps en verre sur la surface praticable	8
6.1.2	Garde-corps en-dessous de la surface praticable	8
6.2	Résistance à la poussée $q_k = 1,6 \text{ kN/m}$	9
6.2.1	Garde-corps en verre sur la surface praticable – var. 1	9
6.2.2	Garde-corps en verre sur la surface praticable – var. 2	9
6.2.3	Garde-corps en verre sur la surface praticable – var. 3	9
6.2.4	Garde-corps en verre en-dessous de la surface praticable – var. 1	10
6.2.5	Garde-corps en verre en-dessous de la surface praticable – var. 2	10
6.2.6	Garde-corps en verre en-dessous de la surface praticable – var. 3	10
7.	Spécifications pour le profilé inférieur	11
8.	Constatations et recommandations	12

1. Introduction

1.1 Mandat

Le SIGAB est mandaté pour attester des épaisseurs de verre du verre feuilleté de sécurité (VFS¹) et des résistances minimales du profilé inférieur en aluminium. Outre les charges de garde-corps, ou plutôt les résistances à la poussée de 0,8 kN/m, il faut également pouvoir projeter des exigences augmentée avec 1,6 kN/m.

1.2 Définition

Ce rapport de statique ne comprend que le calcul des éléments de constructions susmentionnés. Il n'y a explicitement aucune déclaration sur les thèmes suivants:

- Compatibilité (profilés plastiques – profilés d'étanchéité – PVB²)
- Réalisation des détails de poussée verre-verre (étanchéité, dilatation ou bien contact métal-verre)
- Pose / montage (pression de serrage, tolérances d'épaisseurs VFS)
- Particularités spécifiques du projet (évacuation des eaux, fixation)

Toutes les mesures, ainsi que les autres données ont été reprises pour l'élaboration de la statique sur la base des indications reçues du mandant et ne sont pas vérifiées par le SIGAB.

2. Documents

2.1 Documents du projet

Les documents suivants ont été mis à la disposition du SIGAB pour établir ce rapport:

No	Désignation	Date	Auteur
1	Plans A3 avec détails du garde-corps	05.08.2014	SERRUTECH
2	E-Mail avec plans détaillés du garde-corps	09.09.2014	SERRUTECH
3	E-Mail avec deux plans détaillés	19.09.2014	SERRUTECH
4	E-Mail avec informations complémentaires sur le système de garde-corps tout-verre	13.02.2017	SERRUTECH

¹ Un verre feuilleté de sécurité (VFS) se compose d'au moins deux plaques de verre assemblés par un film hautement résistant comme par ex. du PVB (polyvinylbutyral).

² PVB → Polyvinylbutyral

3. Type de garde-corps

Les garde-corps tout-verre ne sont tenu en bas que sur un côté et sont généralement que recouvert d'une main courante en haut. Afin de garantir la sécurité structurale et l'aptitude à l'emploi, des éléments de construction dimensionnés peuvent s'avérer nécessaire.

3.1 Garde-corps tout-verre

Le profilé en aluminium externe peut être utilisé pour un montage latéral ou apparent. Dans ce premier profilé sera placé et fixé le profilé en aluminium interne et traversant. En bas, on place un profilé U EPDM traversant dans lequel est posé le verre. En haut, deux profilés ronds EPDM traversants garantissent le positionnement et l'orientation du verre. Les joints autour des verres sont remplis de masse d'étanchéité, resp. de silicone comme protection contre les intempéries.

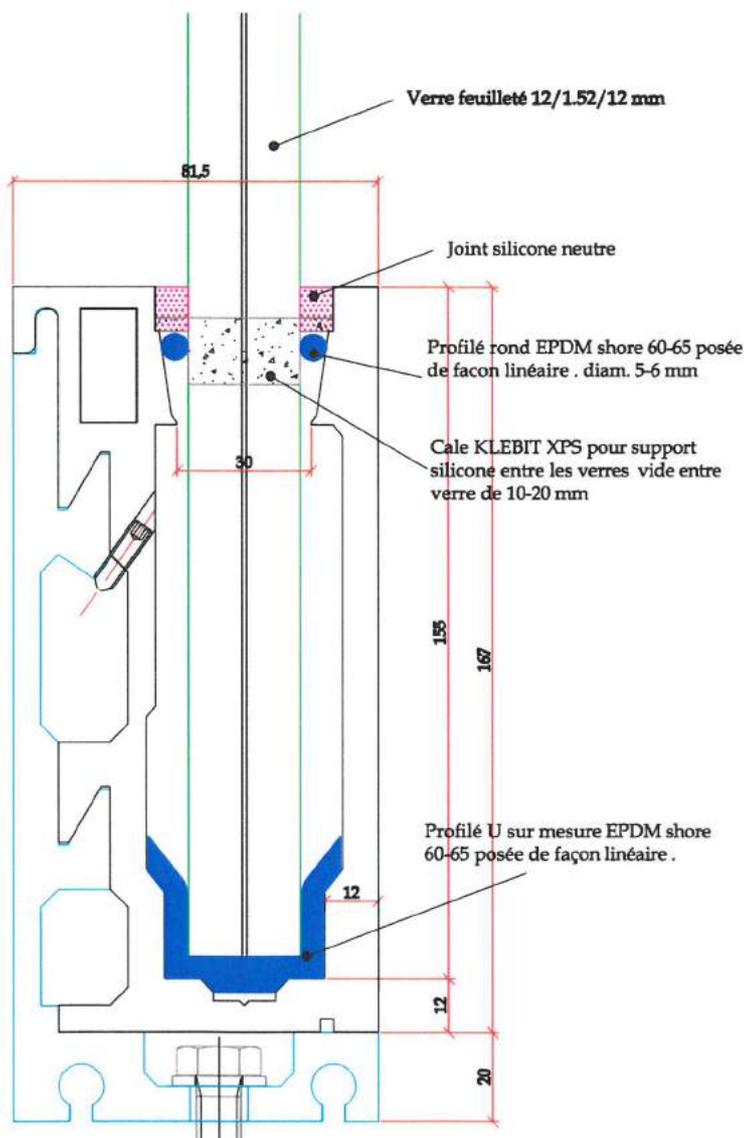


Illustration 1: détail de la base du système de garde-corps

4. Rapports techniques et physiques

4.1 Verre feuilleté de sécurité (VFS) à l'extérieur

Le verre feuilleté de sécurité est un assemblage d'au moins deux plaques de verre et d'une couche intermédiaire (par ex. film PVB). Ces films sont entreposés au sec et retravaillés. Lors du processus de fabrication, les films PVB sont déposés entre deux verres, puis, sous l'action de la pression et de la température, l'air présent dans l'assemblage verre/film s'échappe. L'unité de VFS est ensuite terminée et bien transparente.

Les unités de VFS sont souvent utilisées à l'extérieur et sans protection de bordure (par ex. pour des garde-corps métal-verre) ; le film sur les bords du verre est ainsi exposé aux conditions climatiques. Pendant une longue période, de l'humidité peut alors pénétrer dans le film et il finira par gonfler et se décoller. Un tel processus apparaît bientôt sous la forme de traînées blanchâtres ou de filaments transparents mais visibles. Ces changements peuvent parfois apparaître ; ils font partie du produit et de son utilisation à l'extérieur.

4.2 Résistance résiduelle

Le SIGAB recommande de réaliser des garde-corps avec du VFS en verre Float à chaque fois que c'est possible. Un VFS en verre Float cassé présente la résistance résiduelle la plus élevée en raison des gros morceaux de verre cassés et de leur adhérence par la couche intermédiaire de PVB. Un VFS en verre durci (VD), qui est également utilisé lors de certaines exigences ou plutôt de situations, a, contrairement au Float, une résistance résiduelle un peu inférieure en cas de casse. A l'état cassé, un VFS en verre de sécurité trempé (VT) n'a aucune résistance résiduelle.

5. Actions

L'utilisation des espaces est toujours d'un grand intérêt pour connaître les résistances à la poussée et les charges dues au vent possibles et permettre un montage adapté des garde-corps. Les actions ci-dessous ont été appliquées pour le dimensionnement des verres de garde-corps tout-verre.

5.1 Poids propre

Le poids propre est calculé selon chaque épaisseur de verre utilisée et est intégré au dimensionnement.

5.2 Résistance à la poussée

Pour déterminer cette action horizontale, on applique une charge linéaire en fonction de l'utilisation des espaces et selon la norme SIA 261 „Actions sur les structures porteuses“:

- SIA 261-catégories A, B, D, ainsi que E, F, G (locaux habitables, commerciaux et administratifs, ainsi qu'entrepôts, locaux de fabrication, garages et surfaces accessibles aux véhicules) et passerelles de service non accessibles au public: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}$
- SIA-261-catégorie C (surfaces de rassemblement): $q_k = 1,6 \text{ kN/m}$

5.3 Vent

Les charges du vent sur les surfaces sont déterminées par la norme SIA 261 „Actions sur les structures porteuses“ et ajoutées au dimensionnement. Dans cette statique, les assemblages en verre dimensionnés ont été calculés sur la base ci-dessous du document SIGAB 004 „Le verre et la sécurité – Sécurité des personnes – Garde-corps en verre“:

Charge du vent caractéristique $q_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Si une charge de vent plus importante devait être présente pour un bâtiment, le garde-corps devra alors être dimensionné par une statique distincte.

5.4 Combinaison de cas de charge

Seules des combinaisons de cas de charge avec poids propre selon le document SIGAB 004 „Le verre et la sécurité – Sécurité des personnes – Garde-corps en verre“ sont prises en considération pour le dimensionnement des assemblages de cette statique.

5.5 Action composite VFS

Un module de cisaillement a été utilisé pour les dimensionnements ci-dessous avec la couche intermédiaire:

- PVB standard: $G = 0,4 \text{ N/mm}^2$ (module $E = 1,2 \text{ N/mm}^2$)
- PVB: Saflex DG 41: $G = 3,7 \text{ N/mm}^2$ (module $E = 11 \text{ N/mm}^2$)

En présence d'occlusions plus importantes que celles existant avec du VFS conventionnel en verre Float clair, le garde-corps devra être dimensionné par une statique distincte.

6. Calcul du verre

6.1 Résistance à la poussée $q_k = 0,8 \text{ kN/m}$

6.1.1 Garde-corps en verre sur la surface praticable

Assemblage: VFS de 2 x Float 12 mm avec PVB standard

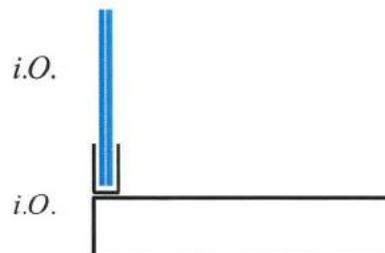
Dimensions (B x H): $1300 \text{ mm}^3 \times 968 \text{ mm}$

Aptitude à l'emploi:

$$f_{\text{vorh.}} = 14,1 \text{ mm}$$

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 13,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 22,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG, Float, zul.}}$$



6.1.2 Garde-corps en-dessous de la surface praticable

Assemblage: VFS de 2 x Float 12 mm avec PVB standard

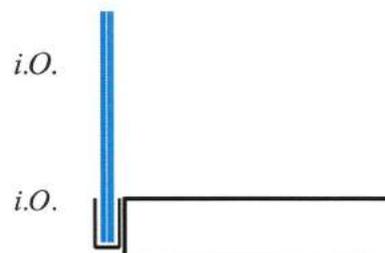
Dimensions (B x H): $1600 \text{ mm}^3 \times 1155 \text{ mm}$

Aptitude à l'emploi:

$$f_{\text{vorh.}} = 22,3 \text{ mm}$$

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 16,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 22,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG, Float, zul.}}$$



³ Il est aussi possible d'utiliser d'autres largeurs de verre. Les actions de résistance à la poussée et de résistance du verre agissent linéairement en rapport avec la largeur du verre (lors de charges dues au vent plus importantes que celles admises au point 5.3, le garde-corps doit être dimensionné par une statique distincte).

6.2 Résistance à la poussée $q_k = 1,6 \text{ kN/m}$

6.2.1 Garde-corps en verre sur la surface praticable – var. 1

Assemblage: VFS de 2 x Float 15 mm avec PVB standard
Dimensions (l × H): 1300 mm⁴ × 968 mm

Aptitude à l'emploi:

L'aptitude à l'emploi pour cette situation est donnée (VFS-Float avec PVB et épaisseurs du verre supérieures à 2 × 12 mm) *i.O.*

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 17,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 22,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG, Float, zul.}} \quad \text{i.O.}$$



6.2.2 Garde-corps en verre sur la surface praticable – var. 2

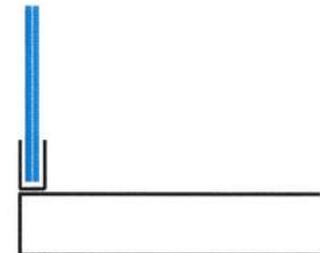
Assemblage: VFS de 3 x Float 12 mm avec PVB standard
Dimensions (l × H): 1300 mm⁴ × 968 mm

Aptitude à l'emploi:

L'aptitude à l'emploi pour cette situation est donnée (VFS-Float avec PVB et épaisseurs du verre supérieures à 2 × 12 mm) *i.O.*

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 17,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 22,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG, Float, zul.}} \quad \text{i.O.}$$



6.2.3 Garde-corps en verre sur la surface praticable – var. 3

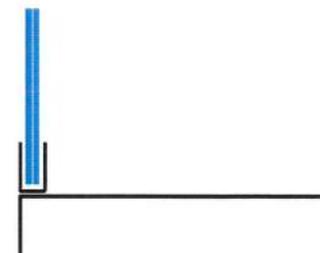
Assemblage: VFS de 2 x verre durci (VD) 12 mm avec PVB: Saflex DG 41
Dimensions (l × H): 1300 mm³ × 968 mm

Aptitude à l'emploi:

L'aptitude à l'emploi pour cette situation est donnée (VFS-VD avec PVB et épaisseurs du verre supérieures à 2 × 12 mm) *i.O.*

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 21,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 29,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG, TVG, zul.}} \quad \text{i.O.}$$



⁴ Il est aussi possible d'utiliser d'autres largeurs de verre. Les actions de résistance à la poussée et de résistance du verre agissent linéairement en rapport avec la largeur du verre (lors de charges dues au vent plus importantes que celles admises au point 5.3, le garde-corps doit être dimensionné par une statique distincte).

6.2.4 Garde-corps en verre en-dessous de la surface praticable – var. 1

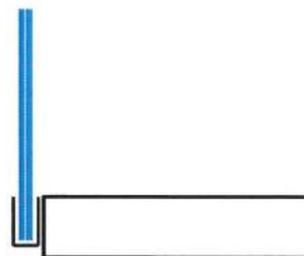
Assemblage: VFS de 2 x Float 15 mm avec PVB standard
Dimensions (l × H): 1600 mm⁵ × 1155 mm

Aptitude à l'emploi:

L'aptitude à l'emploi pour cette situation est donnée (VFS-Float avec PVB et épaisseurs du verre supérieures à 2 × 12 mm) i.O.

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 21,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 22,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG,Float,zul.}} \quad \text{i.O.}$$



6.2.5 Garde-corps en verre en-dessous de la surface praticable – var. 2

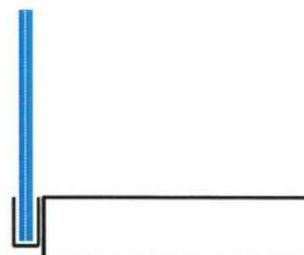
Assemblage: VFS de 3 x Float 12 mm avec PVB standard
Dimensions (l × H): 1600 mm⁵ × 1155 mm

Aptitude à l'emploi:

L'aptitude à l'emploi pour cette situation est donnée (VFS-Float avec PVB et épaisseurs du verre supérieures à 2 × 12 mm) i.O.

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 21,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 22,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG,Float,zul.}} \quad \text{i.O.}$$



6.2.6 Garde-corps en verre en-dessous de la surface praticable – var. 3

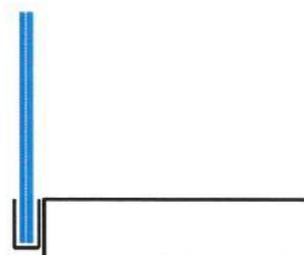
Assemblage: VFS de 2 x verre durci (VD) 12 mm avec PVB: Saflex DG 41
Dimensions (l × H): 1600 mm⁴ × 1155 mm

Aptitude à l'emploi:

L'aptitude à l'emploi pour cette situation est donnée (VFS-VD avec PVB et épaisseurs du verre supérieures à 2 × 12 mm) i.O.

Sécurité structurale:

$$\sigma_{\text{vorh.}} = 26,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 29,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{\text{VSG,TVG,zul.}} \quad \text{i.O.}$$



⁵ Il est aussi possible d'utiliser d'autres largeurs de verre. Les actions de résistance à la poussée et de résistance du verre agissent linéairement en rapport avec la largeur du verre (lors de charges dues au vent plus importantes que celles admises au point 5.3, le garde-corps doit être dimensionné par une statique distincte).

7. Spécifications pour le profilé inférieur

Les profilés inférieurs doivent être dimensionné, planifié et exécuté sur place avec l'ancrage spécifique au projet en rapport avec les actions, les matériaux et la situation réelle:

- Les épaisseurs de la paroi et les dimensions du profilé inférieur, resp. de la construction inférieure doivent être dimensionnées spécifiquement au projet avec l'ancrage.
- Les charges et les éléments résultants des actions doivent pouvoir être distribués dans la sous-couche au moyen d'un ancrage éprouvé. Selon le matériau et ses propriétés d'autres mesures s'avèrent nécessaires (par ex. la différenciation entre une sous-couche fissurée et non-fissurée pour le béton).
- Les bords de verre des garde-corps avec une résistance à la poussée élevée doivent impérativement être protégés des actions mécaniques au moyen de profilés de protection des arêtes (déterminer la compatibilité de la colle avec la couche intermédiaire du VFS).

8. Constatations et recommandations

Les assemblages de verre calculés dans cette statique répondent satisfait à la sécurité structurale et à l'aptitude à l'emploi relatives aux actions de charges appliquées et peuvent être réalisés ainsi.

Lors de la planification et la pose de garde-corps tout-verre il faut en outre tenir compte des points suivants:

- Vérification de l'utilisation resp. contrôle des actions
- Dilatation resp. contact métal-verre
- Compatibilité
- Evacuation des eaux
- Fixation

L'utilisation des espaces est toujours d'un grand intérêt pour connaître les sollicitations (résistances à la poussée et charges du vent) et permettre un montage adapté des garde-corps. Si celle-ci ne devait pas être connue lors de la planification d'un garde-corps, il faut se renseigner auprès du client, du planificateur ou de l'architecte.

Note pour l'application sur des toits plats ou des terrasses: une étanchéité selon la norme SIA 271 ne peut pas être obtenue avec de telles constructions de garde-corps. Les pénétrations de toiture doivent être effectuées selon la fiche technique „Garde-corps sur toits plats“ de l'association Enveloppe des édifices suisse.

Nous restons volontiers à votre disposition pour toute demande de précision ou d'analyse complémentaire.

SIGAB



Reto Meili
Technischer Glasbauexperte
Dipl. Metallbauingenieur FH/SIA