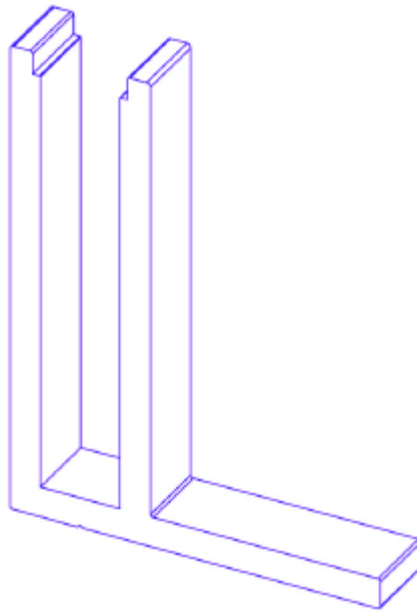


RAPPORT PRELIMINAIRE

FONSEGRIVE

DEVELOPPEMENT D'UN PROFIL DE BALUSTRADE



Projet 12-132 : Fonsegrive
Auteur du rapport : Laurent Félix

RECAPITULATION

1.	Données du mandat	3
2.	Description - résumé de la mission	4
3.	Conseils et dimensionnements	5
3.1.	Description succincte	5
3.2.	Domaine d'utilisation	5
3.3.	Matériaux	5
3.3.1.	Profil aluminium de base	5
3.3.2.	Verres des garde-corps	6
3.3.3.	Calage et joint	6
3.4.	Normes	6
3.4.1.	Extrait la norme SIA 261 (tableau 22)	6
3.4.2.	Extrait des directives SIGaB	7
3.5.	Contrôle de la déformation de la balustrade en verre	9
3.5.1.	Fixation dans le béton	10
4.	Conclusions	11

PLANS - DETAILS - PHOTOS

Plan de matrice transmis par Fonsegrive GmbH.....	5
Tableau 22 - SIA 261.....	7
Figure type SIGaB 04-/2007.....	8
Contrainte admissible selon les combinaisons de verres.....	9
Schéma des déformations.....	9
Schéma des forces sur le profil aluminium.....	10
Positionnement des trous de fixations.....	10

1. Données du mandat

Mandat de conseil pour la réalisation de profils de balustrades en verres

Mandant

Fonsegrive GmbH
Sägeweg 15
CH - 4304 Giebenach
Tel: +41 (0)61 816 20 00
Fax: +41 (0)61 816 20 01
info@fonsegrive.ch
www.fonsegrive.ch

Mandataire

Monsieur Laurent Félix
Ingénieur civil ETS
BIFF SA
Bureau d'Ingénieurs Fenêtres & Façades SA
William-Fraisse 3
1006 LAUSANNE
T 021 601 83 23 - F 021 601 83 24 - E lf@ing-facade.ch

Confirmation du mandat

Le mandat a été confirmé en date du 11 décembre 2012 par paiement d'un acompte

2. Description - résumé de la mission

- Définition de vos objectifs (pour un projet, pour un marché, types de bâtiment, type de produits (haut de gamme/lowcost), niveau de prix, délai, etc...) NON
- Inventaires des systèmes similaires / apparentés déjà existants NON
- **Conseils sur la manière de réaliser un nouveau système dans vos objectifs OUI**

Environ une dizaine d'heures avec un petit rapport de synthèse : coût environ HT 2'000.00

L'étude peut être détaillée :

- Développement d'un nouveau système
- **Dimensionnement statique et résistance des matériaux (verre, profils, fixations, etc...) OUI**
- **Dessins de matrices EVENTUELLEMENT**
- Demande d'offres à des fournisseurs NON
- Suivi de la fabrication d'un prototype NON
- **Organisation d'un test/essai en vue d'une labellisation par marché EVENTUELLEMENT**

3. Conseils et dimensionnements

3.1. Description succincte

Garde-corps en verre tenu en pied par un profil continu en aluminium éloxé ou thrmopoudré, avec ou sans main-courante, développé par la société Fonsegrive SA

3.2. Domaine d'utilisation

Garde-corps et rampe d'escalier pour bâtiments d'usage courant, à usage privé ou pouvant recevoir du public (logement, enseignement, bureaux, hôpitaux,) et pour les abords de bâtiments mis en œuvre tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

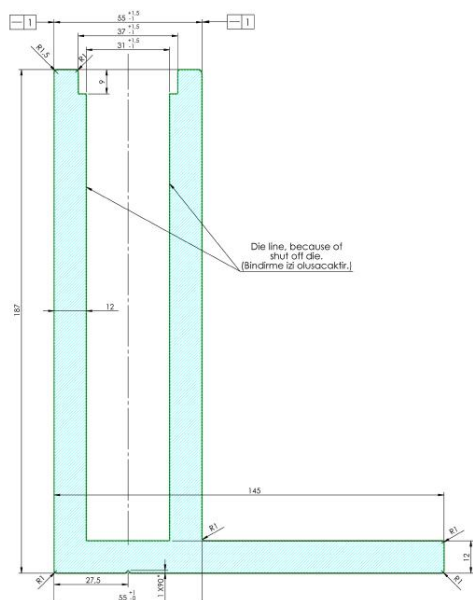
L'utilisation de garde-corps dans les tribunes de stade n'est pas visée dans des zones accessibles à des personnes présentant peu de motivation à en prendre soin.

L'utilisation en pare vent, ou protection de passage est possible.

3.3. Matériaux

3.3.1. Profil aluminium de base

- Profil aluminium AlSiMg0.5, en forme de double L fixé sur la dalle en béton.
- Tampons de fixation posés à minimum 70 mm du bord de dalle.



Plan de matrice transmis par Fonsegrive GmbH

3.3.2. Verres des garde-corps

Tous les verres doivent être prévus, trempés, avec traitement HST et feuilletés avec du PVB (PolyVinyle de Butyral) ou avec du SentryGlas.

Les verres possibles sont :

- 2 x 8 mm calage 2 x 6.5 mm
- 2 x 10 mm calage 2 x 4.5 mm
- **2 x 12 mm calage 2 x 2.5 mm**

3.3.3. Calage et joint

- Cales d'assise d'épaisseur minimum 5 mm de longueur 150 mm et de largeur 25 à 30 mm selon l'épaisseur du vitrage.
- Cales latérales d'épaisseur minimum 2.5 mm de longueur 150 mm de part et d'autre du vitrage avec 1 face adhésive.
- Joint de scellement de 5 x 5 mm de part et d'autre du vitrage à exécuter avec une température > 5°.

3.4. Normes

Le dimensionnement des garde-corps respecte les critères précisés dans les normes SIA 358 et 261 avec une charge horizontale de 0.8 kN/m² ainsi que la directive du SIGaB 12/2007 'Le verre et la sécurité'.

3.4.1. Extrait la norme SIA 261 (tableau 22)

13.1 Généralités

13.1.1 Comme garde-corps pour les personnes, on distingue dans cette norme les barrières et les parapets.

13.1.2 Comme garde-corps pour les véhicules, on distingue dans cette norme les glissières de sécurité les parapets et les autres dispositifs analogues.

13.1.3 Les dispositions suivantes s'appliquent aux forces provoquées par des personnes sur les garde-corps en cas d'utilisation normale. Ces forces sont à considérer comme des actions variables et à prendre en compte comme des forces statiques horizontales uniformément réparties. On admettra qu'elles agissent à la hauteur de la main courante de la barrière ou à la hauteur du couronnement du parapet (toutefois à une hauteur maximale de 1,20 m).

13.1.4 Les forces engendrées par des véhicules sur les garde-corps seront considérées comme des actions accidentelles et traitées séparément selon le chiffre 14.

13.2 Valeurs caractéristiques

13.2.1 Les forces provoquées par des personnes sur les garde-corps à l'intérieur des bâtiments dépendent des catégories de surfaces utiles décrites au chiffre 8. Leurs valeurs caractéristiques q_k sont indiquées dans le tableau 22.

13.2.2 Les forces provoquées par des personnes sur les garde-corps des ponts et des passerelles de service sont indépendantes du type d'ouvrage. Leurs valeurs caractéristiques q_k sont indiquées dans le tableau 22.

13.2.3 Le risque causé par une foule dense de personnes sur des surfaces permettant un rassemblement et sur des ponts sera pris en compte selon les spécificités du projet. La valeur q_k sera fixée en conséquence et indiquée dans la base du projet.

Tableau 22: Valeurs caractéristiques des forces horizontales agissant sur les garde-corps pour les personnes

Type de construction	Utilisation		q_k [kN/m]
Bâtiment	Catégorie	Genre de surface utile	
	A, B, D	Locaux habitables, commerciaux et administratifs	0,8
	C	Salles de réunion	1,6 ¹⁾
	E, F, G	Entrepôts, locaux de fabrication, garages et surfaces accessibles aux véhicules	0,8 ²⁾
Ponts	tous les genres de trafic		1,6 ^{1) 3)}
Passerelles de service	non accessibles au public		0,4
¹⁾ q_k doit au moins être augmenté à 3,0 kN/m lorsqu'un rassemblement de personnes est possible. ²⁾ Pour des utilisations particulières des entrepôts et des locaux de fabrication, q_k sera fixé selon les spécificités du projet. ³⁾ q_k peut être réduit d'au maximum 50% lorsqu'un rassemblement de personnes est impossible.			

Tableau 22 - SIA 261

3.4.2. Extrait des directives SIGaB

Sollicitations

Pour les catégories A, B, D (surfaces habitables, de bureaux et de vente) les tables se basent sur une charge linéaire de 0,8 KN/m pour déterminer les valeurs.

La catégorie C (surfaces de rassemblement ; qui incluent aussi les écoles, les salles de sport et les salles polyvalentes) se base sur une charge linéaire de 1,6 KN/m. Les tables ne peuvent pas être appliquées pour cette sollicitation. **Les épaisseurs de verre doivent être déterminées séparément.**

S'il faut s'attendre en supplément à des foules de personnes, la valeur doit être augmentée ou moins à 3,0 KN/m conformément à la norme SIA 261. Les tables ne peuvent pas non plus être appliquées pour cette sollicitation. **Les épaisseurs de verre doivent être déterminées séparément.**

Les sollicitations provenant de l'utilisation selon la norme SIA 261, art.]c doivent être définies dans la convention d'utilisation selon la SIA 260, édition 2003 (dénommé dans le passé «Plan d'exploitation et de sécurité» selon la SIA 160). De cette manière, les bases fondamentales sont créées pour réaliser le dimensionnement du verre en fonction de l'utilisation et des caractéristiques des matériaux ainsi que les différentes fixations.

La décision du choix de la catégorie n'est pas du ressort de l'entrepreneur ou du fabricant de verre.

Fonction du garde-corps

Dans les zones intérieures

Avec fonction anti-chutes, hypothèse des charges selon la SIA 261, art. 13 (charge linéaire de 0.8 kN/m) pour les barrières des catégories A, B, et D.

Dans les zones extérieures (façades)

Avec fonction anti-chutes, hypothèse des charges selon SIA 261 et charge due l'action du vent de 1 kN/m².

Contrôle par l'entrepreneur :

Pour les applications dépassant 1 kN/m², la preuve doit être apportée séparément.

Applications : cas du verre uniquement maintenu par le bas sans perçage.

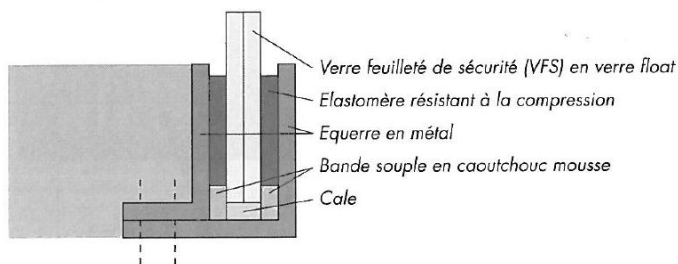


Figure type SIGaB 04-/2007

Il est possible d'utiliser du VFS constitué de 2 verres float sans main courante. Ou du VFS constitué de 2 verres float durci (VD), mais avec une main courante assumant une fonction de reprise de charge.

Le profil de fixation du verre doit être fixé à la sous-construction portante de façon rigide.

Pénétration minimale 150 mm (bord du verre pris dans le profil).

La flexion augmente considérablement en cas d'une réduction jusqu'à 120 mm.

Valeurs techniques pour le verre

Combinaisons de verre		Contrainte admissible	Flexion ¹⁾
VFS – Float/Float	des 4 côtés dans le cadre	22 N/mm ²	l/100
VFS – Float/Float	avec bord libre	18 N/mm ²	l/100 ²⁾
VFS – Float/Imprimé	des 4 côtés dans le cadre	15 N/mm ²	l/100
VFS – Float/Imprimé	avec bord libre	12 N/mm ²	l/100 ²⁾
VFS – VD Float/VD Float	des 4 côtés dans le cadre	30 N/mm ²	l/100
VFS – VD Float/VD Float	avec bord libre	30 N/mm ²	l/100
VFS – VD Float/ VD Imprimé	des 4 côtés dans le cadre	25 N/mm ²	l/100
VFS – VD Float/ VD Imprimé	avec bord libre	20 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/VT Float	des 4 côtés dans le cadre	50 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/VT Float	avec bord libre	50 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/ VT Imprimé	des 4 côtés dans le cadre	35 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/ VT Imprimé	avec bord libre	30 N/mm ²	l/100

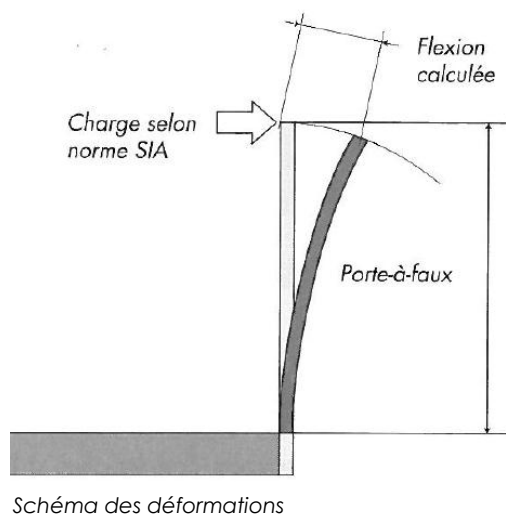
1) La distance entre les points d'appuis est décisive pour la flexion (voir art. 4.3 et 4.5)

2) Tous les bords libres doivent être au moins radés ou polis et les coins doivent être mouchés

Contrainte admissible selon les combinaisons de verres

3.5. Contrôle de la déformation de la balustrade en verre

La directive SIGaB exige de limiter la déformation à L/100, soit pour un garde-corps de 1 m une déformation maximum de 10 mm.



Calcul de la déformation pour un verre de 12 mm feuilleté

$f_c = Pl^3/3EI$

$P = 0.8 \text{ kN/ml}$

$l = 1 \text{ m}$

$E = 7.2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

$I = \text{Inertie} = bh^3/12 = 100 \cdot 1.2^3/12 = 14.4 \text{ cm}^4$

$f_c = Pl^3/3EI = 12.9 \text{ mm} < 20 \text{ mm} = \text{OK}$

L'équerre dessinée avec des parois de 12 mm remplit donc les conditions des normes et directives.

3.5.1. Fixation dans le béton

Le poseur est responsable d'utiliser les bonnes fixations dans le béton pouvant reprendre la réaction selon les charges appliquées sur le verre.

Moment de la balustrade :

$M_b = 1 \text{ m} \cdot 800 = 800 \text{ Nm}$

Effort dans la fixation par ml :

$F = Mb/x = 800 / 0.1 = 8'000 \text{ N/ml} = 8 \text{ KN/ml}$

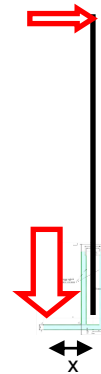
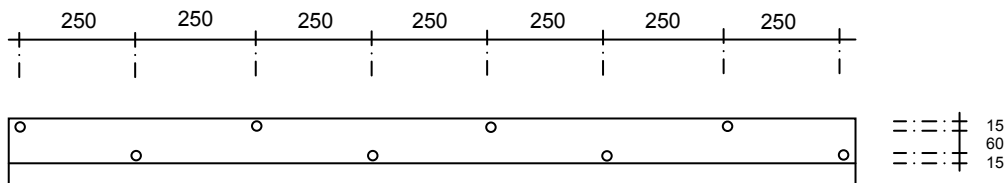


Schéma des forces sur le profil aluminium

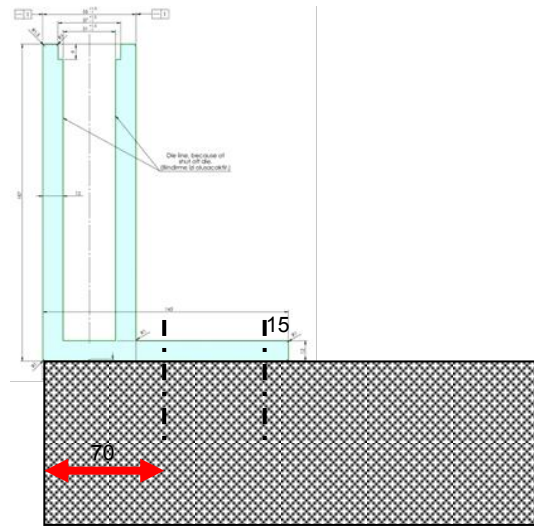
Prévoir des tampons Hilti inox HCR M8-M24 ou équivalent tous les 250 mm, soit 4 pièces/ml, fixés en quinconce.



Positionnement des trous de fixations

Remarque importante :

Les tampons de fixation doivent être posés à minimum **70 mm du bord du béton.**



4. Conclusions

L'expert propose une optimisation du profil afin de gagner du poids et faciliter la mise en œuvre des verres, ainsi qu'un reprofilage de la base pour faciliter la pose de l'équerre de base.

Lausanne, le 14 janvier 2013.

Laurent Félix
 Ingénieur civil ETSL / UTS
 Membre de la chambre d'experts UTS + SISSEXPERS
 BIFF SA Bureau d'Ingénieurs et Façades SA

Annexes : ment.**Bibliographie :**

Normes SIA

Normes SIGaB au sujet des balustrades de balcons et retenues de personnes.
