



VERROTEC

Konstruktiver Glasbau | Fassadenbau | Stahlbau

Objet: **Rapport d'essai**

Projet: Essais statiques et dynamiques de systèmes de garde-corps

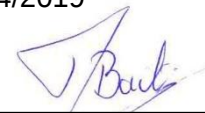
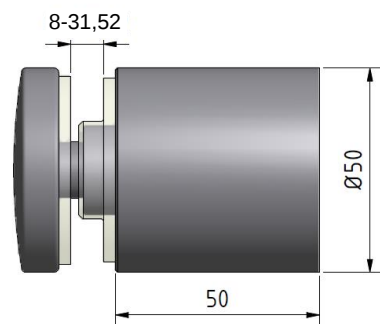
No. Projet: VT 19-0884

Rapport: VT 19-0884 - 01

Intitulé: Validation des systèmes de garde-corps avec adaptateurs à verre
« MOD 0749 »

Mandant: Q-Railing Europe GmbH & Co.KG
Marie-Curie-Straße 8-14
46446 Emmerich am Rhein

Date: 29/04/2019


Dipl.-Ing. Martin Baitinger
Marius Goos B.Eng.

Sommaire

1. Généralités	3
2. Normes et règles.....	3
3. Equipement	4
4. Description des systèmes testés.....	6
4.1 Général.....	6
4.2 Fixation.....	8
4.3 Vitrages	9
5. Essais effectués.....	10
5.1 Essai statique horizontal vers l'extérieur	11
5.2 Essai statique horizontal vers l'intérieur	12
5.3 Essai dynamique de choc de sécurité.....	13
6. Contrôle qualité des échantillons de vitrage	14
7. Résultats	16
8. Conclusion	16
Annexe A Fiches d'identification des vitrages	17

Indice	Modification	Date
-	-	29/04/2019



1. Généralités

La société VERROTEC GmbH située à Mayence (Allemagne) a été mandatée par l'entreprise Q-Railing Europe GmbH & Co.KG située à 46446 Emmerich am Rhein pour réaliser les essais selon le Cahier 3034_V2 « Garde-corps non traditionnels en produits verriers encastrés en pied » de garde-corps type « MOD0749 ». Ces garde-corps doivent remplir les exigences des essais statiques horizontaux et dynamiques de choc.

2. Normes et règles

- [1] Cahier 3034_V2 (octobre 2018) : Garde-corps non traditionnels en produits verriers encastrés en pied
- [2] NF DTU 39 (juillet 2017) : Travaux de bâtiment – Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 1-1 : cahier des clauses techniques
- [3] NF P01-012 (juillet 1988) : Dimensions des garde-corps – Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier (indice de classement : P01-012)
- [4] NF P01-013 (août 1988) : Essais des garde-corps – Méthodes et critères (Indice de classement : P01-013)
- [5] NF EN 1991-1-1:2003-03-01 + A1:2009-03-01 : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : Actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments ; (Indice de classement : P06-111-1 ; NF P06-111-2)
- [6] NF EN 1991-1-1/NA:2004-06-05 + A1:2011-07-01 + A1 :2009-03-25 : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : Actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments – Annexe nationale à la NF EN 1991-1-1 (Indice de classement : NF P06-111-2/NA + NF P06-111-2/NA/A1)



3. Equipement

Les charges statiques sont appliquées à l'aide d'un vérin à 1 m par rapport au sol fini. La charge appliquée est contrôlée et enregistrée avec un capteur de force calibré monté sur le vérin.

Les déplacements sont mesurés par des capteurs de déplacement analogiques avec une horloge de mesure.

Les contraintes superficielles de trempe du verre sont mesurées par SCALP.

Scattered Light Polariscope SCALP 05

SCALP utilise la méthode de la lumière dispersée pour déterminer au travers de l'épaisseur, la distribution des contraintes (contraintes résiduelles et sous chargement) dans les vitrages plats recuits, durcis et trempés.

SCALP émet un faisceau laser polarisé de 5mW qui traverse de façon oblique le panneau de verre (cf. Image 1). Afin d'éviter la réfraction de la lumière, un prisme en verre est utilisé ainsi qu'une couche liquide d'immersion située entre le panneau en verre et le prisme.

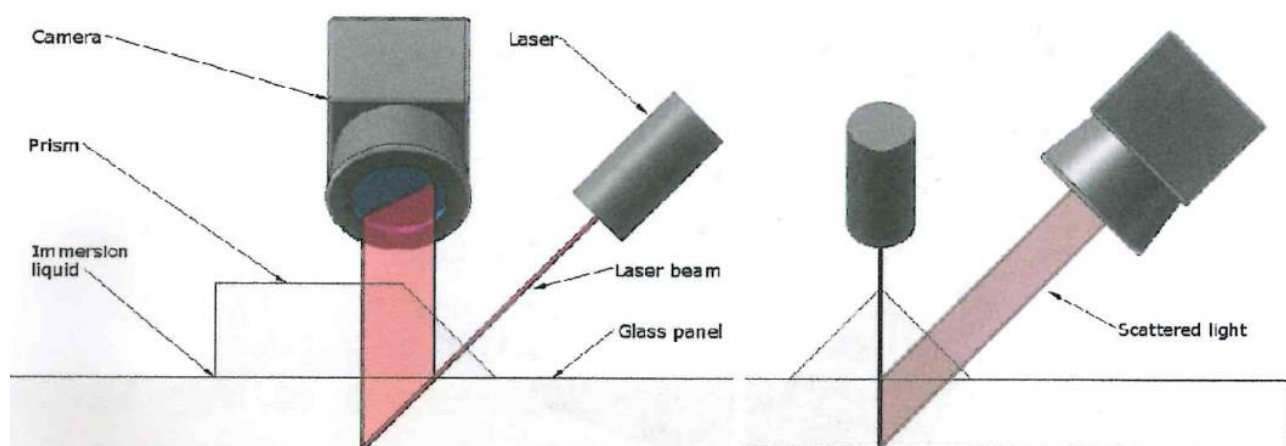


Image 1 Schéma des mesures optiques SCALP

Les contraintes dans le verre le rendent biréfringent en raison de l'effet photoélastique. Les propriétés de biréfringence dépendent de la répartition des contraintes et de la constante photoélastique du matériau.

Pendant la mesure, la polarisation du faisceau laser est modulée par le modulateur interne de l'appareil afin d'augmenter la précision, et de façon optique par les contraintes dans le verre, qui causent la biréfringence de celui-ci.

La lumière laser modulée se disperse sur les particules de verre (diffusion élastique de Rayleigh) et l'intensité de la lumière dispersée dépend de l'état de polarisation du faisceau laser.

Pendant la mesure, SCALP enregistre les variations d'intensité de la lumière dispersée le long du faisceau laser. A partir de ces informations, le logiciel SCALP calcule le retard optique absolu en chaque point le long du faisceau laser. Les contraintes sont calculées depuis le gradient de retard optique.



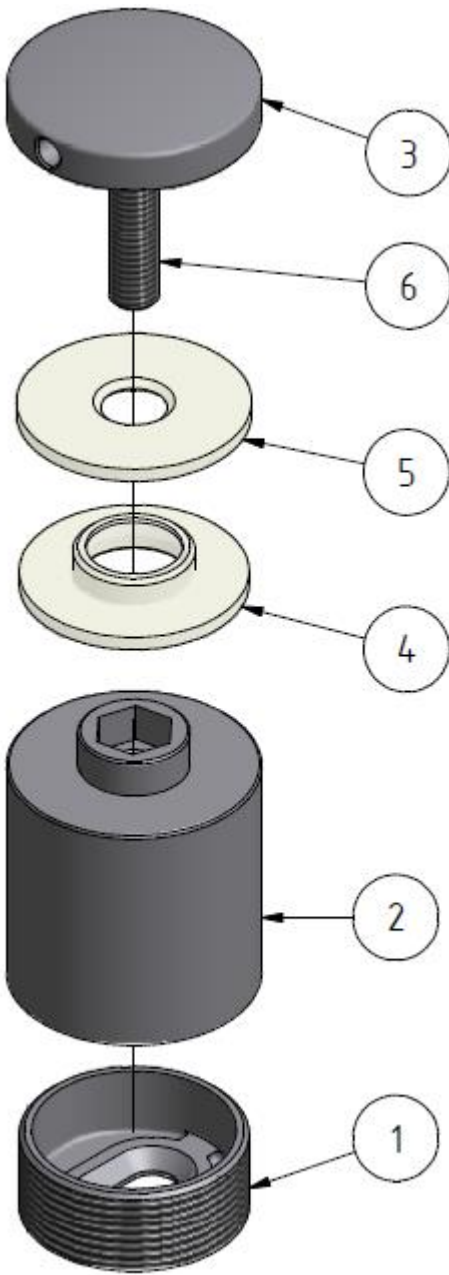
Image 2 Polariscope de dispersion lumineuse SCALP-05

4. Description des systèmes testés

4.1 Général

Le système de garde-corps se compose de vitrages feuilletés tenus ponctuellement en pied par des adaptateurs à verre « MOD 0749 ». Ces adaptateurs sont eux-mêmes fixés dans le béton par des chevilles également de l'entreprise Q-Railing « QS-520 » et « QS-521 ».

Tableau 1 Éléments de l'adaptateur à verre

Dessin éclaté	Éléments
	1 Raccordement mural pour adaptateur en verre 2 Partie de l'adaptateur à raccorder au gros-œuvre 3 Capot de l'adaptateur à verre 4 Joint en élastomère pour verre 5 Joint en élastomère pour verre 6 Vis M10x60-A4 DIN 916/ISO 4029 53 +/- 1

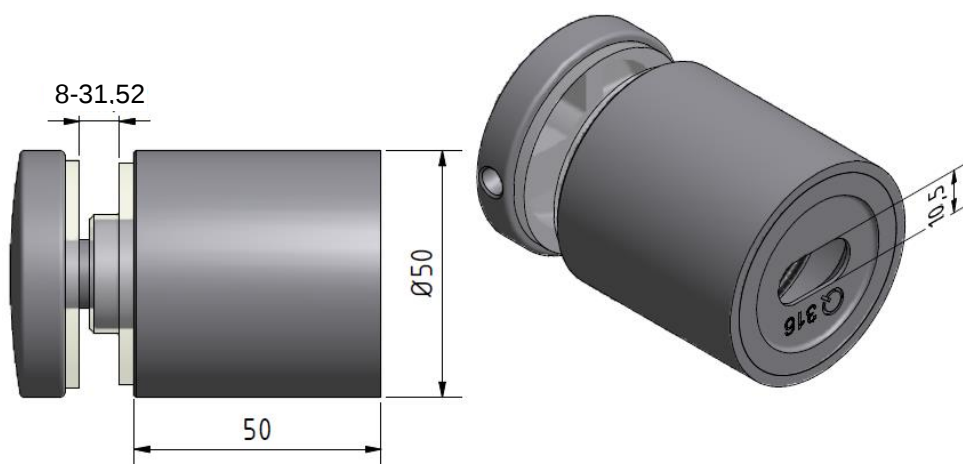


Image 3 Représentation l'adaptateur à verre avec indication des dimensions

Le système est conçu pour un montage en nez de dalle.

Les adaptateurs à verre utilisés sont en acier inoxydable 304 ou 316.

Le système couvre des garde-corps plans avec une hauteur maximale de 1010 mm par rapport au niveau du sol fini. La largeur du système peut varier de 1000 mm à 1600 mm. Le système est représenté sur l'Image 4 et l'Image 5.

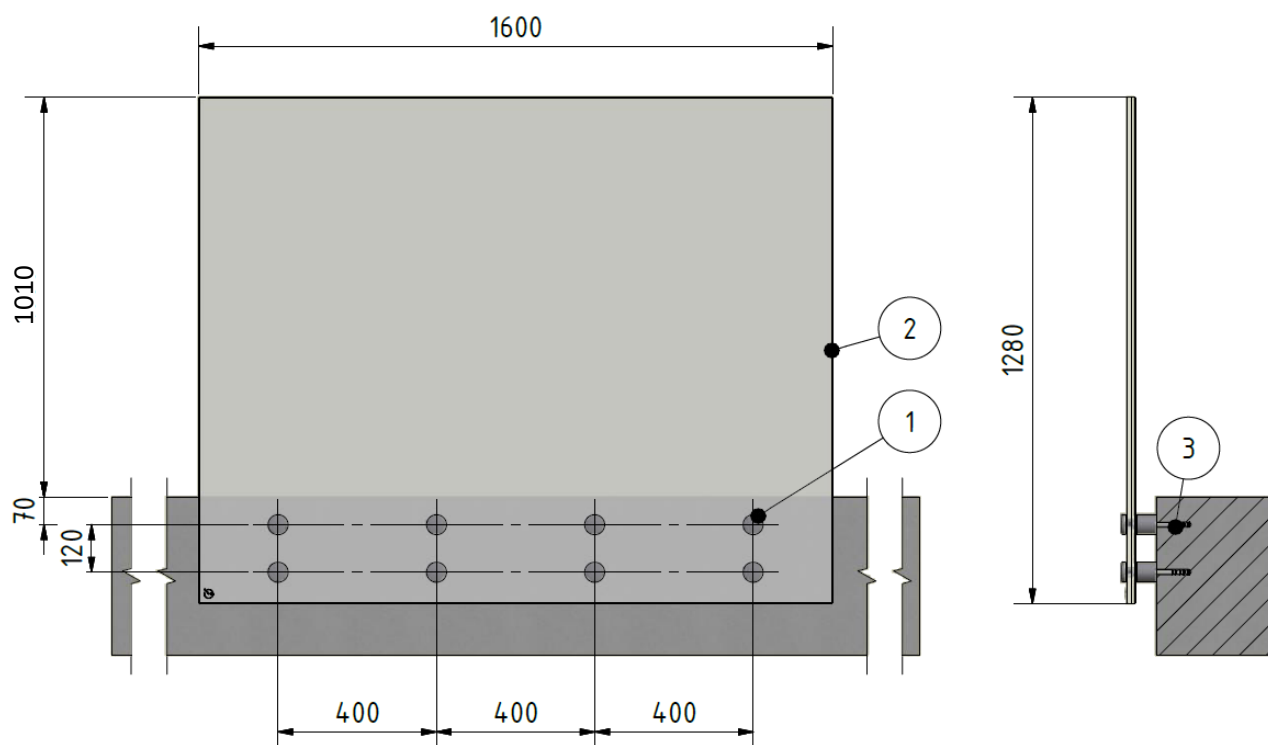


Image 4 Vue de face (à gauche) et coupe transversale (à droite) du garde-corps avec mention des dimensions des vitrages

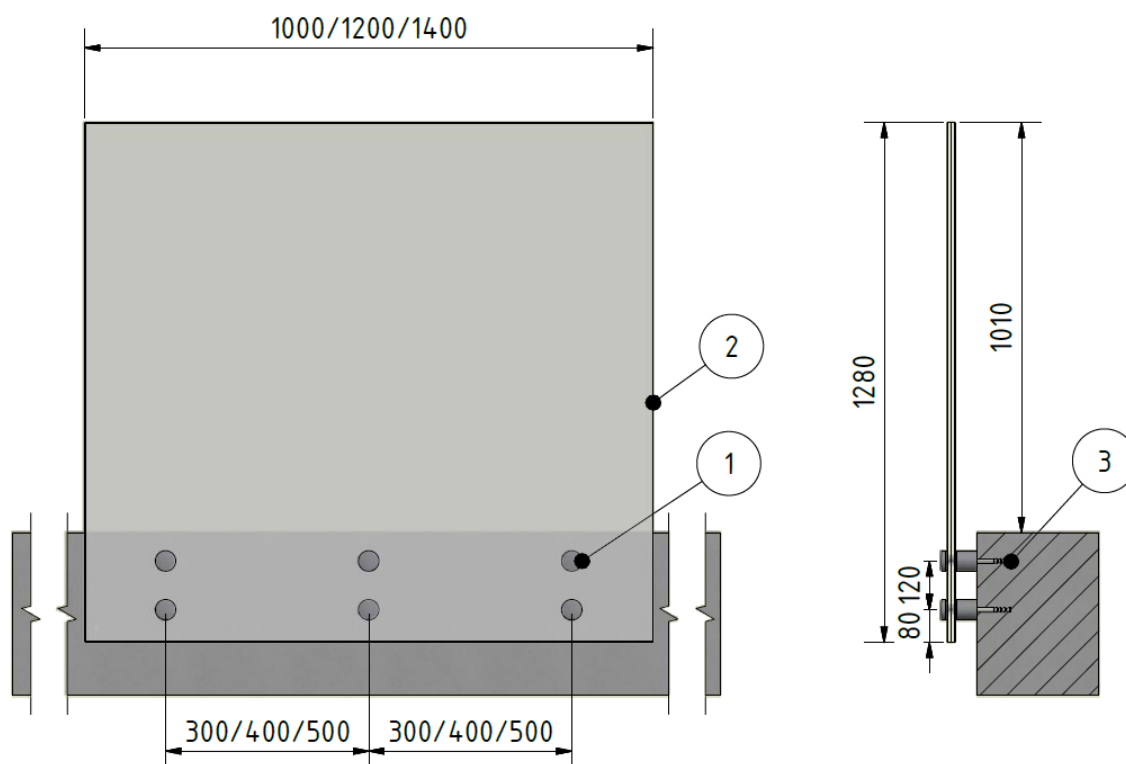


Image 5 Vue de face (à gauche) et coupe transversale (à droite) du garde-corps avec mention des dimensions des vitrages

4.2 Fixation

Les adaptateurs à verre sont fixés à l'aide de inserts chevilles chimiques (M10x84 mm). Le manchon est fixé dans le sol du bâtiment et l'adaptateur à verre y est fixé à l'aide d'une vis M10x30 mm.

L'utilisation des chevilles d'autres fournisseurs est permise, si les résistances des chevilles sont comparables.

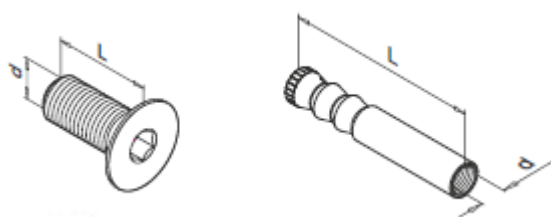


Image 6 M12x35 (no. de produit QS-520 ou QS-520).

4.3 Vitrages

Les vitrages du garde-corps sont des vitrages feuilletés 1515.4 en verre trempé. Les compositions sont effectuées avec 1,52 mm d'intercalaire PVB.

Les vitrages plans sont fabriqués et marqués CE selon la norme européenne EN ISO 12543 pour des vitrages feuilletés de sécurité.

Les vitrages sont encastrés en pied sur une hauteur de 200 mm par deux fixations ponctuelles superposées dans la direction de la hauteur du vitrage et répétées trois ou quatre fois selon la largeur du vitrage. Les fixations sont espacées de 120 mm verticalement et au plus de 500 mm horizontalement, comme montrées sur l'Image 7.

Les trous dans les vitrages pour le passage des fixations ont un diamètre de 26 mm.

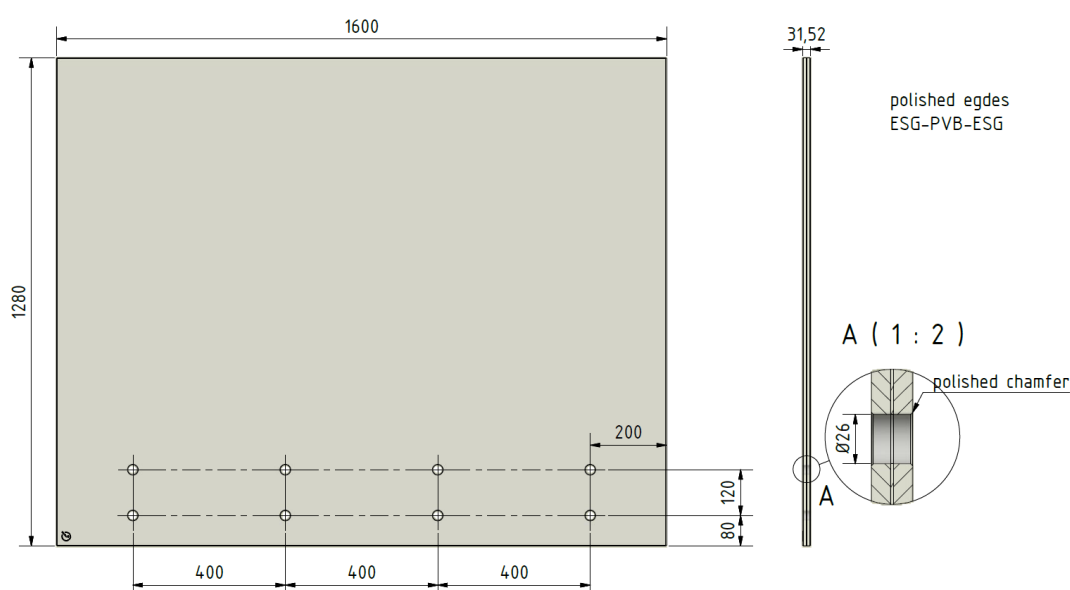


Image 7 Position des fixations sur le vitrage : pour une largeur de vitrage maximale de 1600 mm

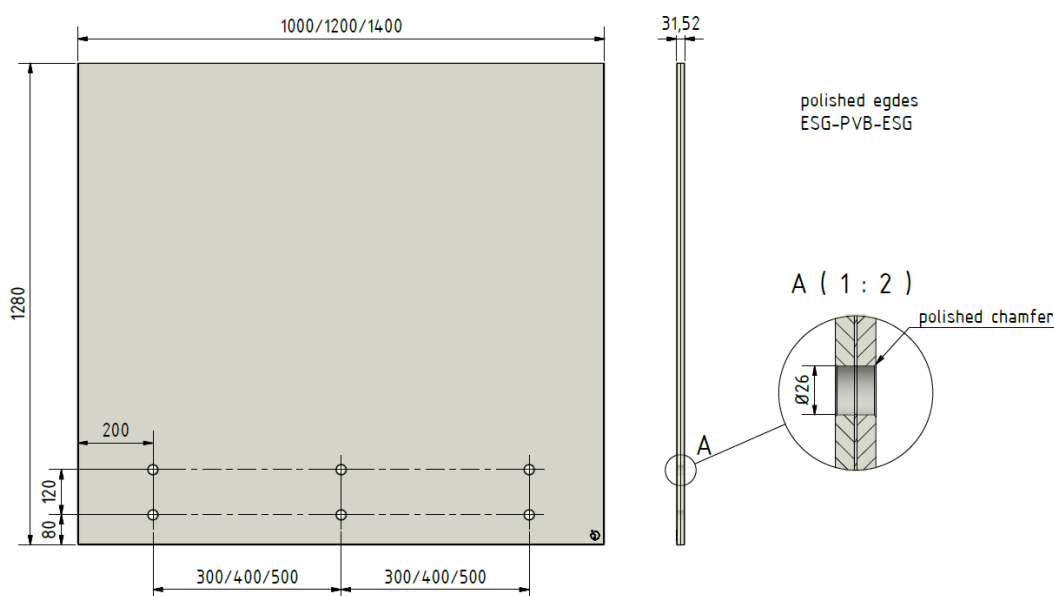


Image 8 Position des fixations sur le vitrage : pour une largeur de vitrage 1400 mm

5. Essais effectués

Les essais horizontaux statiques et dynamiques sont effectués sur des échantillons mises en place avec le système « MOD 0749 ».

Le système « MOD 0749 » ont été vérifiés sur des vitrages de différentes dimensions – cf. Tableau 2 et Tableau 3.

Tableau 2 Liste des essais statiques effectués sur le système « MOD 0749 »

Système	Eprouv.	Charge d'exploitation	Ep. Vitrage	Intercalaire	Largeur (verre)	Nb. d'attaches
MOD 0749	1	1,0 kN/m	1515.4 trempé	PVB	1400 mm	6
	2	1,0 kN/m	1515.4 trempé	PVB	1600 mm	8

Tableau 3 Liste des essais dynamiques effectués sur le système « MOD 0749 »

Système	Eprouv.	Energie	Ep. Vitrage	Intercalaire	Largeur (verre)	Nb. d'attaches
MOD 0749	1	700 J / 900 J	1515.4 trempé	PVB	1400 mm	6
	2	700 J / 900 J	1515.4 trempé	PVB	1600 mm	8



5.1 Essai statique horizontal vers l'extérieur

La charge d'exploitation est appliquée sur le garde-corps à 1000 mm au-dessus de la zone de stationnement. Il s'agit des charges d'exploitation selon la norme NF P06-111-2-A1 (voir [6]).

Un préchargement est effectué ; l'effort correspondant à la charge d'exploitation testée est appliqué pendant trois minutes. Après le déchargement, le comparateur est remis à zéro et le décalage correspondant est noté.

Le chargement souhaité est ensuite appliqué et maintenu constant pendant trois minutes. Le déplacement maximal est mesuré. Il doit être inférieur à 35 mm. Après déchargement du système, la déformation résiduelle est relevée après 15 minutes et doit être inférieure à 3 mm.

Pendant la dernière phase de l'essai une charge de sécurité de trois fois la charge d'exploitation est appliquée au système de garde-corps qui ne doit pas entraîner la ruine du système.



Image 9 Montage d'un essai statique sur garde-corps avec vérin et capteur de force : vue de côté (à gauche) et vérification de la hauteur d'application des charges ponctuelles (à droite)



Image 10 Montage d'un essai statique sur garde-corps avec vérin et capteur de force : vue de face

5.2 Essai statique horizontal vers l'intérieur

La charge d'exploitation est appliquée sur le garde-corps à 1000 mm au-dessus de la zone de stationnement. La transmission des efforts est similaire à celle décrite au paragraphe 5.1.

Un préchargement à 0,2 kN est effectué et maintenu pendant 3 minutes. Après le déchargement le comparateur est remis à zéro et le décalage correspondant est noté.

Un chargement de 0,4 kN est ensuite appliqué et maintenu constant pendant une minute. Le déplacement maximal est mesuré. Après déchargement du système, la déformation résiduelle est relevée après 15 minutes et doit être inférieure à 2 mm.



Image 11 Montage d'un essai statique sur garde-corps (Essai statique horizontal vers l'intérieur)

5.3 Essai dynamique de choc de sécurité

Les essais consistent à faire impacter un corps sur le vitrage en différents points et avec différentes énergies définis par le cahier 3034_V2 du CSTB.

Le point d'impact 1 se trouve au milieu de la largeur du vitrage à 250 mm de la rive haute du vitrage. Ce point est à tester avec une énergie de 900 J, soit une hauteur de chute de 1800 mm.

Le point d'impact 2 se trouve à 250 mm d'une rive latérale du vitrage et à un tiers de la hauteur du garde-corps par rapport au niveau du sol fini. Ce point est à tester avec une énergie de 700 J, soit une hauteur de chute de 1400 mm.

Tous les impacts sont à réaliser de l'intérieur vers l'extérieur.

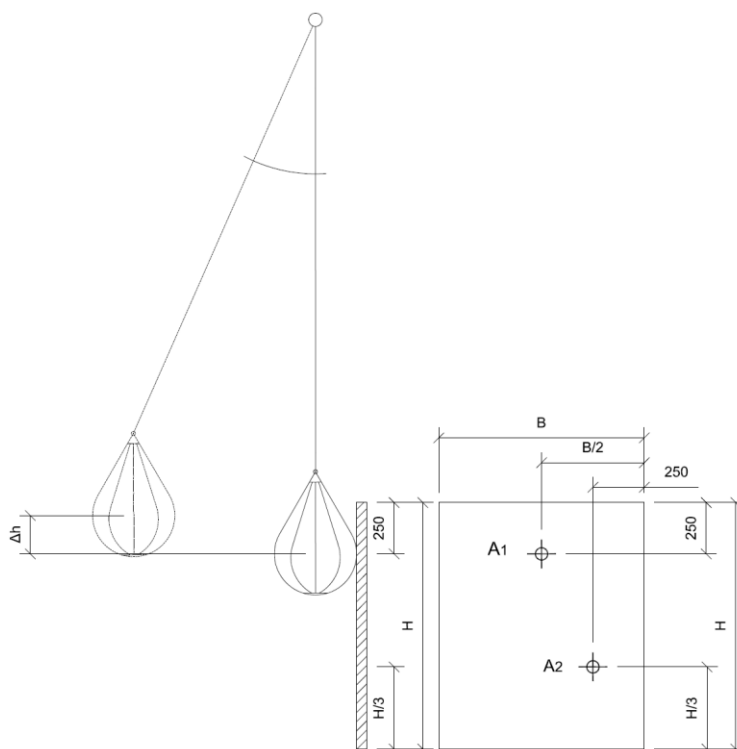
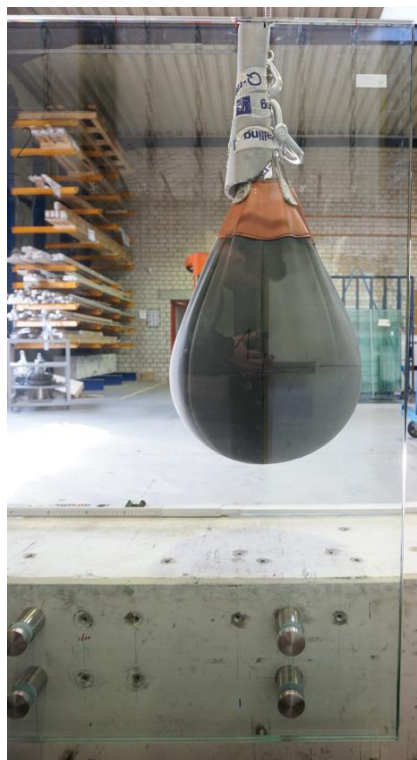


Image 12 Points d'impact réalisés selon le cahier 3034 pour un système large de 1000 mm, à gauche, et exemple de corps mou pour l'essai dynamique, à droite

Lors des essais, le vitrage ne subit en chaque point qu'un seul impact. Il est alors vérifié que le vitrage n'est pas emporté, ne subit pas de dommage ou n'entraîne pas la chute de débris.

6. Contrôle qualité des échantillons de vitrage

Afin de valider la qualité des échantillons pour les essais, les contraintes superficielles de trempe des vitrages doivent être déterminées et évaluées avant les essais. Le fournisseur des vitrages doit fournir les valeurs des contraintes superficielles de trempe d'après la norme NF EN 14179 ou la résistance des vitrages sous flexion testés selon la norme NF EN 1288-3.

Les fiches d'identification des vitrages sont disponibles en Annexe A.

Les contraintes superficielles de trempe sont aussi mesurées par Verrotec avant les essais, lors de la réception des échantillons.

Les contraintes superficielles de trempe sont mesurées à l'aide de l'appareil « Scattered Light Polariscope SCALP 05 ». Les mesures sont effectuées en trois points comme présentés sur l'Image 13 et sur les deux verres constituant le vitrage feuilleté.

Les contraintes superficielles de trempe sont mesurées en trois points du verre (dans le coin, sur le bord, et dans le champ) dans deux directions X et Y. Chaque point est mesuré trois fois, les valeurs données sont les valeurs moyennes par vitrage.

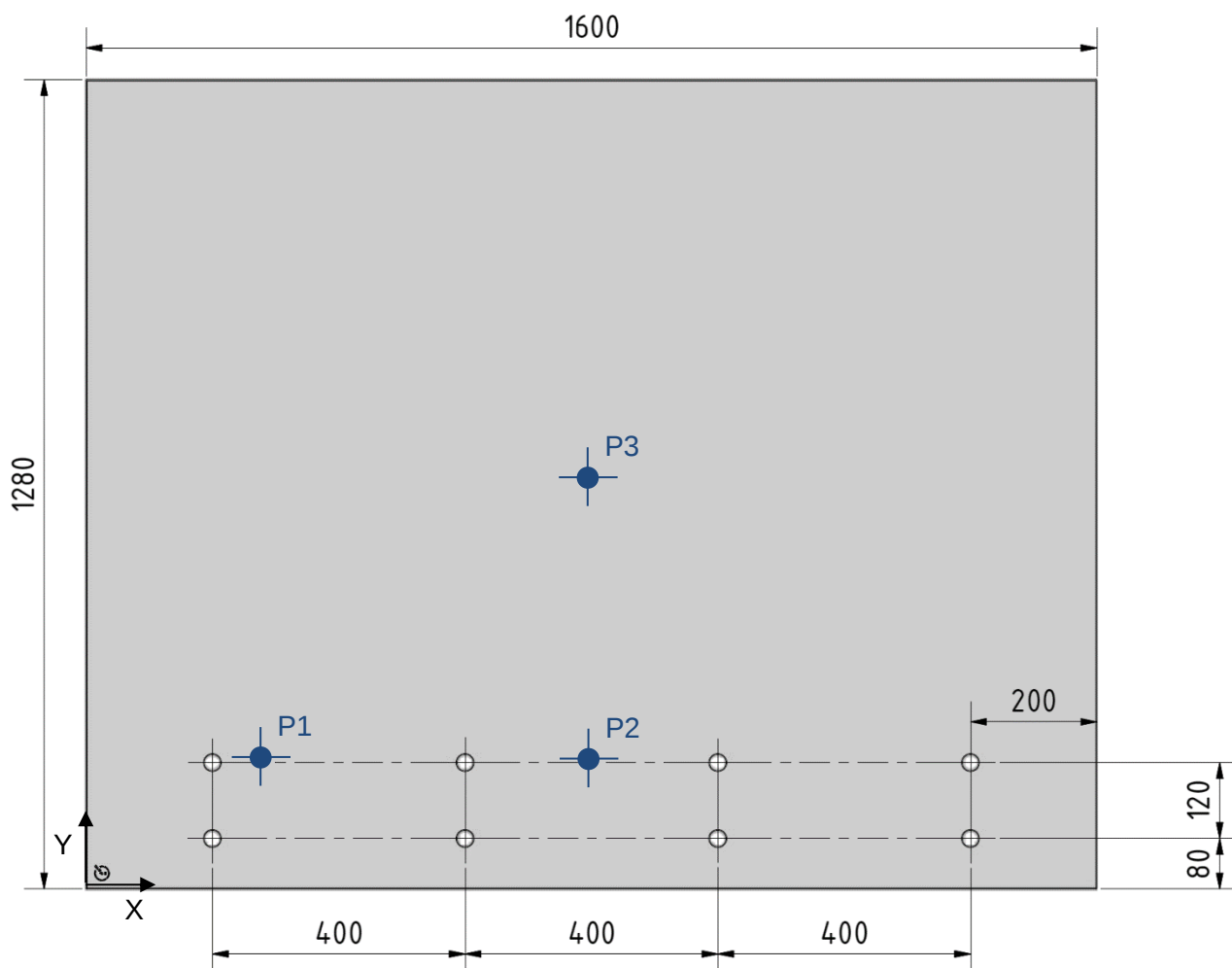


Image 13 Points de mesure

Tableau 4 Contraintes superficielles de trempe, mesurées par SCALP (Moyenne des contraintes résiduelles [MPa])

Echantillon	Dimension B x H	Point	Verre extérieur		Verre intérieur	
			X	Y	X	Y
[-]	[mm]	[-]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	1400 x 1280	P1	-96,1	-93,6	-97,5	-98,2
		P2	-94,2	-93,9	-96,0	-96,0
		P3	-90,2	-87,4	-98,8	-93,9
2	1600 x 1280	P1	-98,9	-96,9	-98,8	-97,6
		P2	-100,5	-96,9	-94,5	-98,6
		P3	-97,9	-99,4	-95,3	-90,6

7. Résultats

Les Tableau 5 et Tableau 6 résument les résultats des essais statiques et dynamiques selon le Cahier 3034_V2.

Tableau 5 Résultats des essais statiques effectués sur le système « MOD0749 »

No.	Ep. Vit	Inter- calaire	Largeur (Verre)	Nb. d'attaches	Charge d'exploitation (extérieur)			Intérieur	Résultat
					1,0 kN/m		3,0 kN/m	0,4 kN	
					Dépl. maximal ≤ 35 mm	Dépl. résiduelle ≤ 3 mm	3x charges ELS	Dépl. résiduelle ≤ 2 mm	
1	1515.4 trempé	PVB	1400	6	11,1	1,2	Pas de ruine	0,9	✓
2	1515.4 trempé	PVB	1600	8	10,5	0,8	Pas de ruine	0,8	✓

Tableau 6 Résultats des essais dynamiques effectués sur le système « MOD0749 »

No.	Ep. Vitrage	Interca- laire	Largeur (Verre)	Nb. d'attaches	Point 1	Point 2
1	1515.4 trempé	PVB	1400	6	✓	✓
2	1515.4 trempé	PVB	1600	8	✓	✓

8. Conclusion

La société VERROTEC GmbH située à Mayence (Allemagne) a été mandatée par l'entreprise Q-Railing Europe GmbH & Co.KG située à 46446 Emmerich am Rhein pour réaliser les essais selon le Cahier 3034_V2 « Garde-corps non traditionnels en produits verriers encastrés en pied » de garde-corps type « MOD0749 ». Ces garde-corps doivent remplir les exigences des essais statiques horizontaux et dynamiques de choc.

Le système MOD0749 a été vérifié pour la charge statique d'exploitation de 1,0 kN/m correspondant aux catégories C2 à C4 et D définies dans [6].



Annexe A Fiches d'identification des vitrages



Semcoglas Glastechnik GmbH | Euregiostraße 5 | D-48527 Nordhorn

Semcoglas Glastechnik GmbH
Euregiostraße 5
D-48527 NordhornTelefon +49 59 21 30 80-0
Telefax +49 59 21 30 80-271info-nordhorn@semcoglas.de
www.semcoglas.com

Annexe 1 : Fiche d'identification du vitrage (à remplir par le fabricant)

Fiche d'identification du vitrage à renseigner par le fabricant

•	Nom du produit	Semco Safe
•	Nom du fabricant	Semcoglas Glastechnik GmbH
•	Nom de l'usine d'assemblage en feuilleté	Semcoglas Glastechnik GmbH
•	Dimensions	H: 1400 B1280mm T=31,52mm
•	Verre 1	
	○ Epaisseur	15mm
	○ Traitement thermique	Fully tempered according DIN EN 12150
	○ Façonnage des bords	Polished
	○ Autres (Sérigraphie, couches ...)	
Ou	○ Mesure de contrainte de compression superficielle des vitrages trempés ou durcis suivant la norme NF EN 14179	
	○ Détermination de la contrainte de flexion suivant NF EN 1288-3	min. 120 MPa
•	Verre 2	
	○ Epaisseur	15mm
	○ Traitement thermique	Fully tempered according DIN EN 12150
	○ Façonnage des bords	Polished
	○ Autres (Sérigraphie, couches ...)	
Ou	○ Mesure de contrainte de compression superficielle des vitrages trempés ou durcis suivant la norme NF EN 14179	
	○ Détermination de la contrainte de flexion suivant NF EN 1288-3	min. 120 MPa
•	Intercalaire	
	○ Nom du film	Trosifol Ultraclear (old name BG R20)
	○ Fabricant	Kuraray Europe GmbH
	○ Nature	PVB
	○ Epaisseur	1,52
•	Date et signature du fournisseur du vitrage	25.04.2019

Gräfschatter Volksbank eG
IBAN: DE37 2806 9956 1007 7502 00
BIC: GENODEF1NEVGeschäftsbereich
Dipl.-Ing. Hermann Sprau
Dipl.-Ing. Klaus GötteringsSemcoglas Glastechnik GmbH
HNB 200649
EINR. NR. DE214809048
Steuern-Nr. 55 029/13892



Semcoglas Glasstechnik GmbH | Euregiostraße 5 | D-48527 Nordhorn

Semcoglas Glasstechnik GmbH
Euregiostraße 5
D-48527 Nordhorn

Telefon +49 5921 3080-0
Telefax +49 5921 3080-271

info-nordhorn@semcoglas.de
www.semcoglas.com

Annexe 1 : Fiche d'identification du vitrage (à remplir par le fabricant)

Fiche d'identification du vitrage à renseigner par le fabricant

• Nom du produit		Semco Safe
• Nom du fabricant		Semcoglas Glasstechnik GmbH
• Nom de l'usine d'assemblage en feuilleté		Semcoglas Glasstechnik GmbH
• Dimensions		H: 1600 B1280mm T=31,52mm
• Verre 1		
	○ Epaisseur	15mm
	○ Traitement thermique	Fully tempered according DIN EN 12150
	○ Façonnage des bords	Polished
	○ Autres (Sérigraphie, couches ...)	
Ou	○ Mesure de contrainte de compression superficielle des vitrages trempés ou durcis suivant la norme NF EN 14179	
	○ Détermination de la contrainte de flexion suivant NF EN 1288-3	min. 120 MPa
• Verre 2		
	○ Epaisseur	15mm
	○ Traitement thermique	Fully tempered according DIN EN 12150
	○ Façonnage des bords	Polished
	○ Autres (Sérigraphie, couches ...)	
Ou	○ Mesure de contrainte de compression superficielle des vitrages trempés ou durcis suivant la norme NF EN 14179	
	○ Détermination de la contrainte de flexion suivant NF EN 1288-3	min. 120 MPa
• Intercalaire		
	○ Nom du film	Trosifol Ultraclear (old name BG R20)
	○ Fabricant	Kuraray Europe GmbH
	○ Nature	PVB
	○ Epaisseur	1,52
• Date et signature du fournisseur du vitrage		25.04.2019



Grafischer Volksbank eG
IBAN: DE37 2806 9056 1007 7502 00
BIC: GENODEF1NEV

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Klaus Kötter
Dipl.-Ing. Klaus Kötter
Dipl.-Ing. Klaus Kötter
Dipl.-Ing. Klaus Kötter