

Sur le procédé

CROSILUX 2.0 LIGHT

Famille de produit/Procédé : Garde-corps en verre

Titulaire(s) : **Société CROSO FRANCE SAS**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 2.1 - Produits et procédés de façade légère

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Il s'agit de la première révision de l'Avis Technique.</p> <p>Les modifications apportées sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout des vitrages feuilletés 88.3 et 1010.3 avec intercalaire EVA et 88.2 et 1010.4 avec intercalaire PVB. • Ajout de la mise en œuvre en applique intérieure. • Ajout de la référence CN1900360 de joint extérieur. • Mise à jour des dispositions sur les vitrages feuilletés avec intercalaire DG41. • Suppression des vitrages feuilletés 88.2 avec intercalaire SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 pour une mise en œuvre sur dalle pour un usage public. 	BOULLON Tamara	VALEM Frédéric

Descripteur :

Garde-corps en verre plan encastré en pied par un profilé en aluminium de façon continue sans potelet, avec ou sans main courante de confort. La fixation se fait en nez de dalle ou sur dalle.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.1.1.	Zone géographique.....	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	4
1.2.2.	Durabilité.....	4
1.2.3.	Impacts environnementaux.....	4
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation.....	6
2.1.1.	Coordonnées.....	6
2.1.2.	Identification.....	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	6
2.3.	Dispositions de conception.....	8
2.3.1.	Principe de prise en feuillure.....	8
2.3.2.	Cas des garde-corps filants.....	8
2.3.3.	Cas des garde-corps rampants.....	8
2.3.4.	Main courante.....	8
2.3.5.	Tôle d'habillage.....	8
2.3.6.	Drainage.....	9
2.3.7.	Dimensions des fixations dans une ossature béton.....	9
2.3.8.	Dimensions des fixations dans une ossature métallique.....	10
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	10
2.4.1.	Généralités.....	10
2.4.2.	Fixation sur ossature béton.....	10
2.4.3.	Fixation sur ossature métallique.....	10
2.4.4.	Mise en œuvre du garde-corps.....	10
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé.....	11
2.5.1.	Maintenance.....	11
2.5.2.	Entretien.....	11
2.6.	Traitement en fin de vie.....	11
2.7.	Assistance technique.....	11
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	11
2.8.1.	Produits verriers.....	11
2.8.2.	Identification.....	11
2.8.3.	Fabrication des vitrages.....	11
2.8.4.	Contrôle de la fabrication des vitrages.....	12
2.8.5.	Profilés aluminium de prise en feuillure.....	12
2.8.6.	Fabrication des cales.....	12
2.9.	Mention des justificatifs.....	13
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	13
2.9.2.	Références chantiers.....	13
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	14

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Cette Avis Technique a été formulé pour les utilisations en France Métropolitaine.

1.1.2. Ouvrages visés

Garde-corps 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.

Le domaine d'emploi des garde-corps est limité à une hauteur de 1,10 m depuis le sol fini et avec l'utilisation des vitrages définis au Tableau 4.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

La stabilité propre des garde-corps est assurée dans la mesure où leur dimensionnement respecte les critères précisés au Dossier Technique.

1.2.1.2. Sécurité des usagers

La sécurité des usagers est assurée dans le domaine d'emploi accepté dans la mesure où le dimensionnement des garde-corps respecte les critères précisés au Dossier Technique conformément au Cahier du CSTB 3034_V3.

1.2.1.3. Stabilité en zone sismique

Le système CROSILUX 2.0 LIGHT peut être mis en œuvre en zones de sismicité 1 à 4 sur des bâtiments de catégories d'importance I à IV, selon les arrêtés des 22 octobre 2010 et ses modificatifs.

Nota : cet Avis ne traite pas des mesures préventives spécifiques qui peuvent être appliquées aux bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La mise en œuvre relève des techniques usuelles.

1.2.2. Durabilité

- Le choix du traitement anticorrosion et du revêtement adapté à l'exposition conformément à la norme NF P 24-351 permet de compter sur un bon comportement des éléments de feuillure en alliage d'aluminium en extérieur. L'épaisseur de la couche d'anodisation est de 10 à 20 µm (10 µm est utilisé uniquement en ambiance intérieure en faible ou moyenne hygrométrie).
- Les matériaux employés et le drainage de la feuillure permettent de compter sur une durabilité satisfaisante des garde-corps. Des dispositions particulières pour le drainage sont à prendre en compte lors de la mise en œuvre du garde-corps (voir § 2.3.6 Drainage).
- Le système permet la dépose et le remplacement isolément d'un vitrage de garde-corps accidenté.

1.2.3. Impacts environnementaux

1.2.3.1. Données environnementales et sanitaires

Le procédé CROSILUX 2.0 LIGHT ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

1.2.3.2. Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le domaine d'emploi des garde-corps est limité à une hauteur de 1,10 m depuis le sol fini et avec l'utilisation des vitrages définis au Tableau 4.

Lorsque les garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT sont mis en œuvre en bord de mer ou en piscine (milieux agressifs), les contacts entre les vis en acier inoxydable et le profilé en aluminium doivent être limités par l'interposition d'une rondelle en EPDM, silicone ou POM.

Le Groupe Spécialisé attire l'attention sur la qualité des supports sur lesquels sont mis en œuvre les garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT, notamment concernant leur planéité. Comme pour tout système de garde-corps en verre encastré en pied, la mise en œuvre directe sur des supports béton impose un calage au mortier sans retrait.

La fabrication des vitrages feuilletés avec un intercalaire SentryGlas® ou SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC doit se faire selon le DTA en cours de validité.

En l'absence de main courante, le blanchiment du chant supérieur du vitrage, dans le cas d'une mise en œuvre en extérieur, ne peut pas être exclu ; ce désordre esthétique ne remet pas en cause la performance du vitrage.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : CROSO France
5 rue Ettore Bugatti
67201 Eckbolsheim - France

Tel : +33 3 88 21 87 98
Email : contact@croso-france.fr
Internet : www.croso-france.com

2.1.2. Identification

Les systèmes de garde-corps sont identifiés par marquage sur le verre de la mention suivante :

- Nom du fabricant de verre,
- Le type d'intercalaire : PVB ou SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC ou SentryGlas® ou EVA,
- Nom du système garde-corps (CROSILUX 2.0 LIGHT),
- Numéro de la norme du produit verrier (NF EN 14179).

Le marquage reste visible après mise en œuvre (voir Figure 4).

2.2. Description

2.2.1. Principe

Garde-corps en verre plan encastré en pied par un profilé en aluminium de façon continue sans potelet, avec ou sans main courante de confort. La fixation se fait en nez de dalle, sur dalle ou en applique intérieure.

Le dispositif de maintien des vitrages est choisi selon le mode de fixation au plancher.

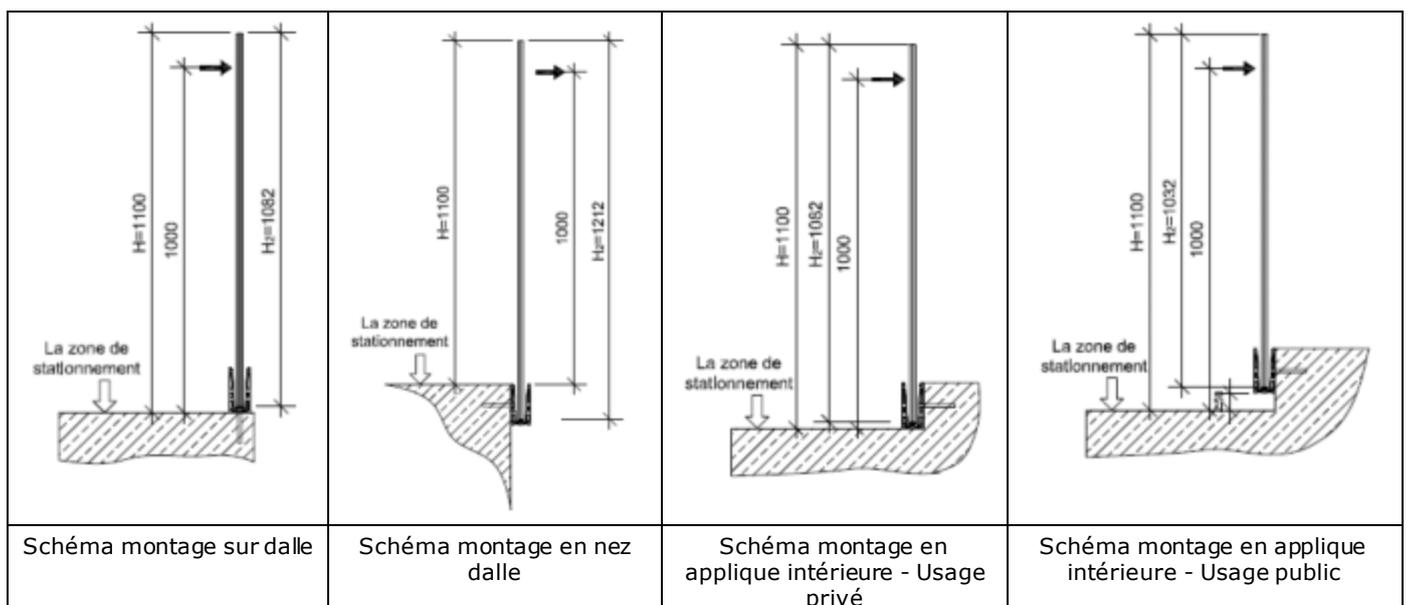


Figure 1 – Typologies de montage

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Produits verriers

Le système CROSILUX 2.0 LIGHT est composé de vitrages feuilletés conforme aux normes NF EN ISO 12543 et NF EN 14449 et classé 1C1 suivant la norme NF EN 12600.

Les vitrages feuilletés des systèmes CROSILUX 2.0 LIGHT sont plans et composés de verre trempé HST suivant la norme NF EN 14179. L'intercalaire du vitrage feuilleté est du PVB (épaisseur 0,38 mm par feuille), du SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC (épaisseur 0,38 mm par feuille uniquement en intérieur), de l'EVA (épaisseur 0,40 mm par feuille) ou du SentryGlas® (épaisseur 0,89 mm par feuille).

Les bords des vitrages sont façonnés JPI.

Composition	Montage	Profil	Type de main courante
88.2 PVB 88.3 EVA 88.2 SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC 8.8+0.89 SentryGlas® 1010.3 EVA 1010.4 PVB 1010.4 SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC	Sur dalle	CN 260041x	Sans ou avec main courante le long du bord supérieur
8.8+0.89 SentryGlas®	Sur dalle	CN 260041x	-
88.2 PVB 88.2 SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC 88.3 EVA 88.4 PVB 8.8+0.89 SentryGlas® 1010.3 EVA 1010.4 PVB 1010.4 SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC	Nez de dalle	CN 260045x	Sans ou avec main courante le long du bord supérieur
8.8+0.89 SentryGlas®	Nez de dalle	CN 260045x	-
88.2 PVB 88.3 EVA	En applique intérieure	CN 260045x	Sans ou avec main courante le long du bord supérieur

Tableau 1 – Caractéristiques des produits verriers

Les systèmes garde-corps sont identifiés par marquage sur le verre de la mention suivante :

- Nom du fabricant de verre,
- Le type d'intercalaire : PVB ou SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC ou SentryGlas ou EVA,
- Nom du système garde-corps (CROSILUX 2.0 LIGHT),
- Numéro de la norme du produit verrier (NF EN 14179).

Le marquage reste visible après mise en œuvre (voir Figure 4).

2.2.2.2. Dispositifs de maintien

Les profilés de maintien sont en aluminium EN AW-6063 T66 selon EN 573. Le traitement anticorrosion des profilés est conforme à la norme NF P 24-351 (par exemple le label Qualanod). Les profilés aluminium peuvent être anodisés selon cette norme avec une épaisseur de couche de 10 à 20 µm (10 µm est utilisé uniquement en ambiance intérieure en faible ou moyenne hygrométrie). La longueur maximale de fabrication est de 6 000 mm. Ces profilés sont adaptés spécialement pour l'utilisation dans le système « CROSILUX 2.0 LIGHT ».

2.2.2.2.1. Pose sur dalle (voir Figure 5)

Le profilé de maintien sur dalle CROSILUX 2.0 LIGHT (CN 2600410 en alu brut destiné à être traité /CN 2600415 anodisé aspect inox /CN 2600416 anodisé E6/EV1) est prépercé de trous ø 17 mm sur son fond pour permettre le passage de la cheville/vis à béton de fixation au béton. L'entraxe de ces fixations est indiqué au Tableau 3.1. La distance au bord de 62.5 mm et la distance entre le percement et l'arête du béton doit être au minimum de 80 mm.

Dans le cas où le profilé de maintien (CN2600410, CN2600415 et CN2600416) est fixé sur une structure métallique, des trous de diamètre Ø 17 mm sont pré-percés sur le fond du profilé pour permettre la fixation de la vis M12 dans le support métallique. L'entraxe de ces fixations est indiqué au Tableau 3.1. La distance au bord de 62.5 mm (voir Figure 8).

2.2.2.2.2. Pose en nez de dalle (voir Figure 6) et en applique intérieure (voir Figure 7)

Le profilé de maintien sur nez de dalle CROSILUX 2.0 LIGHT (CN 2600450 en alu brut destiné à être traité /CN 2600455 anodisé aspect inox /CN 2600456 anodisé E6/EV1) est prépercé de trous ø 30 mm côté extérieur pour permettre le passage de la cheville de fixation au béton. Côté support le profil est prépercé de trous ø 17 mm pour accueillir la vis de fixation. Ces trous ont un entraxe de 125 mm et une distance au bord de 62,5 mm (voir Tableau 3.2). La distance entre le percement et l'arête supérieure du béton doit être au minimum de 60 mm. Ce profilé peut être protégé par une tôle d'habillage (CN 2600250 en alu brut destiné à être traité, CN 2600255 anodisé aspect inox, CN 2600256 anodisé E6/EV1) en aluminium qui est clippée dans la rainure supérieure et vissée sur la rainure inférieure (voir Figure 18 et Figure 19).

Dans le cas où le profilé de maintien (CN2600450, CN2600455, CN2600456) est fixé sur une structure métallique, des trous ø 17 mm sont pré-percés sur le côté intérieur du profilé pour permettre la fixation de la vis M12 dans le support métallique. Ces trous ont un entraxe de 125 mm et une distance au bord de 62.5 mm (voir Figure 8).

2.2.2.3. Calage des vitrages

Le système de calage du garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT est composé des composants suivants :

- Cales d'assise en matière POM (CN 1900159 pour une composition 88.2, 88.3 et 88.4, CN 1900160 pour une composition 1010.3 et 1010.4) en forme de L ont une largeur de 50 mm (voir Figure 11). L'intervalle entre les cales est de 250 mm.
- Cales de serrage en matière POM (CN 1900179 pour une composition 88.2, 88.3 et 88.4, CN 1900180 pour une composition 1010.4) ont une largeur de 100 mm (voir Figure 12). L'intervalle entre les cales est de 250 mm.
- Bande EPDM continue de dureté 80 Shore et de hauteur 20 mm est placée entre le profilé aluminium et le vitrage (CN 1900214 pour une composition 88.2, 88.3 et 88.4, CN 1900215 pour une composition 1010.3 et 1010.4) (voir Figure 13).

2.2.2.4. Garniture d'étanchéité

Profilé d'étanchéité extérieur en EPDM de dureté 80 Shore (CN 1900361, CN 1900360) (voir Figure 9).

Profilé intérieur d'étanchéité en EPDM de dureté 60 Shore (CN 1900369, CN 1900370) (voir Figure 10).

2.2.2.5. Fixations

Les chevilles sont en acier électrozingué en intérieur et en acier inox A2 en extérieur. Le couple de serrage pour l'installation est de 60 dNm.

Les fixations sont sous ATE/ETE, par exemple FISCHER FH II 15SK sous ETA-07/0025 - FISCHER FBS II 10x95 40/30/10 SK sous ETA-20/0134 avec rondelle conique inox 316, ou équivalent. Le dimensionnement sera fait conformément aux § 2.3.7 ou § 2.3.8 du Dossier Technique.

Le profilé de maintien peut également être fixé à une construction métallique. La fixation se fait par l'intermédiaire de boulons M12 en acier inoxydable A2/A4-70.

2.2.2.6. Mains courantes

Les mains courantes peuvent être mise en place le long du bord supérieur du vitrage. Elles peuvent être en acier inoxydable A4 (en extérieur ou intérieur) ou en bois (en intérieur) et sont fournies par la Société CROSO France (voir Figure 17).

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Principe de prise en feuillure

Le garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT en verre est encastré en pied dans le profilé U en aluminium de support sur une hauteur de 112 mm. Les profilés de support sont installés avec une longueur maximale de 3 000 mm et fixés sur dalle, en nez de dalle ou en applique intérieure.

La feuillure d'accueil du produit verrier est constituée du profilé aluminium avec des cales d'assises support en POM. Le vitrage est pincé par la cale de serrage POM, la bande EPDM continue et les garnitures d'étanchéité filantes, ce qui assure sa verticalité.

2.3.2. Cas des garde-corps filants

Dans le cas des garde-corps filants, la largeur du joint entre deux vitrages adjacents est comprise entre 8 et 30 mm.

Ce joint peut être garni d'un cordon de mastic silicone SNJF 1ère catégorie si la largeur nominale est inférieure ou égale à 15 mm.

Les profilés de support d'une longueur maximale de 3 000 mm peuvent être prolongés au choix avec des joints maximaux de 40 mm.

2.3.3. Cas des garde-corps rampants

Le système CROSILUX 2.0 LIGHT est possible et adapté pour des gardes corps rampants avec une inclinaison maximale de 40°. La méthodologie de pose ainsi que les types de vitrages restent identiques au montage horizontal. Le calage est complété par une cale en polyamide sur le bord le plus bas du vitrage afin d'éviter le glissement. Elle est vissée dans la gorge du profilé. Chaque vitrage doit être calé individuellement par une cale polyamide pour éviter le glissement. Les vitrages utilisés sont similaires à ceux utilisés en configuration horizontale (voir Figure 16).

2.3.4. Main courante

Une main courante le long du bord supérieur du vitrage est mise en place sur le chant supérieur du verre, solidarisée ou non au gros œuvre en extrémité. La main courante est placée sur le vitrage avec l'interposition d'une bande EPDM et prend la fonction de protection du bord supérieur du vitrage pour une pose à l'air libre. La main courante protège l'intercalaire contre l'humidité.

2.3.5. Tôle d'habillage

La tôle d'habillage est un profil avec une fonction esthétique. Elle est prévue pour le montage en nez de dalle.

Des tôles d'habillage en aluminium (CN 2600250 en alu brut destiné à être traité, CN 2600255 anodisé aspect inox, CN 2600256 anodisé E6/EV1 pour un montage en nez de dalle ou en applique intérieure) peuvent être installées sur le profilé support.

Pour le montage en nez de dalle les tôles d'habillage sont pré-percées avec trous M4. Ensuite, les tôles sont clippées et vissées. Des habillages standards peuvent être fournis par l'entreprise CROSO France (voir Figure 19).

2.3.6. Drainage

Lors de la pose des garde-corps en extérieur, les profilés d'étanchéité supérieure empêchent l'infiltration d'eau. Les profilés doivent contenir des trous de drainage séparés avec un entraxe de 250 mm en partie verticale ou horizontale. Ces trous ont une diamètre de 8 mm (voir Figure 20). Le perçage se réalise en atelier ou bien sur site avec l'aide de gabarits, mis à disposition par CROSO France, sur demande.

2.3.7. Dimensions des fixations dans une ossature béton

Les fixations sont dimensionnées soit par la Société CROSO France, soit par le fournisseur de chevilles. Le dimensionnement des fixations doit être réalisé avec au minimum trois fixations et on vérifie la fixation centrale. Les fixations sont à dimensionner à l'ELU, en fonction des efforts qui leurs sont appliqués.

Les DPM (Dossiers Particuliers du Marché) devront préciser les charges d'exploitation selon les normes mentionnées au Tableau 3 du § 2.10.

Les fixations sont à dimensionner selon les règles de calcul en vigueur en fonction des efforts qui leurs sont appliqués et qui sont calculés sur le projet ou bien qui peuvent être déterminés par la méthode simplifiée du CSTB ci-dessous.

L'effort de traction non pondéré dans la cheville à prendre en compte est l'effort maximal obtenu par les formules :

$$Q = k_1 \times k_2 \times \frac{P_0 \times L \times H}{n \times h}$$

Et

$$Q' = k_1 \times k_2 \times \frac{P'_0}{n} \times \left(\frac{H'}{h'} + \frac{1}{3} \right)$$

Avec :

n : le nombre de fixations actives (en traction sous l'action ou le cisaillement sous l'action des charges d'exploitation

P0 : la charge d'exploitation par mètre linéaire, charge appliquée de l'intérieur vers l'extérieur, (non pondérée) en daN/m

P'0 : la charge d'exploitation de 40 daN, charge appliquée de l'extérieur vers l'intérieur, (non pondérée)

L : la largeur du garde-corps, en m

H : la hauteur du point d'application de la charge au point bas de la platine de fixation, en m

H' : la hauteur du point d'application de la charge au-dessus de la dalle béton, en m

h : la distance de la fixation au point bas de la platine de fixation, en m

h' : la distance de la fixation au-dessus de la dalle, en m

k1 : coefficient de répartition fonction un nombre de fixations

k2 : coefficient de majoration ($k_2 = 8/7$) lié à la zone en compression sur le gros œuvre.

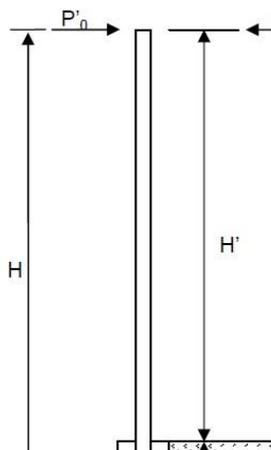


Figure 2 – cas de fixation sur une seule rangée en nez de dalle

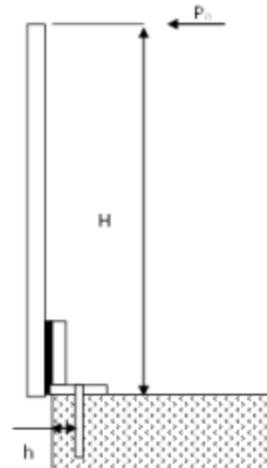


Figure 3 – cas de fixation sur une seule rangée sur dalle

n	k ₁
2	1
3	1,25
4	1,10
5	1,15
>5	1,15

Tableau 2 – coefficient de répartition, k₁

2.3.8. Dimensions des fixations dans une ossature métallique

Les fixations du profilé sur support acier sont réalisées par des vis M12 et des écrous côté extérieur du profil. Le support métallique doit posséder des trous oblong de tolérance +/- 0,5 mm (voir Figure 8) afin d'absorber les dilatations éventuelles. Lorsque le garde-corps est mis en œuvre en extérieur, les vis utilisées devront être en INOX A4.

Les vis sont dimensionnées soit par la Société CROSO France soit par le fournisseur de chevilles.

Le dimensionnement des fixations est à effectuer selon le § 2.4.2 à l'exception de la valeur k_2 qu'il faudra prendre en fonction du cas de figure :

1. L'ossature métallique est raidie, le facteur k_2 pour la prise en compte de la zone de compression se calcule à partir de la résistance de l'aluminium.

Le facteur est calculé sous un angle de propagation de la charge de 45° pour le profil le plus étroit (cas de figure plus défavorable).

$k_2 = h/(h-x/2)$ étant h la demi-largeur du profil et x la surface d'appui du profil.

Forfaitairement il est considéré que $k_2 = 1.05$ pour les profils sur dalle et $k_2 = 1$ pour les profils en nez de dalle.

2. L'ossature en acier n'est pas raidie, la zone de compression est considérée comme triangulaire en raison de la rigidité moindre et le facteur k_2 est fixé à 3/2.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Généralités

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises spécialisées et effectuée selon les indications de la notice de montage fournie par la Société CROSO France.

Les garde-corps doivent être mis en œuvre sur un support vertical plan de 130 mm de hauteur minimum pour un montage latéral (montage en nez de dalle ou en applique intérieure) et sur un support horizontal plan de 110 mm minimum pour un montage au sol (montage sur dalle).

La fixation des profilés aluminium sur le gros-œuvre doit respecter les prescriptions relatives aux dispositifs de fixation employés. Du fait d'une fixation du profil réalisée à l'aide des chevilles à tête fraisée ne laissant pas de jeu, lors de la mise en œuvre il est nécessaire de pointer le premier et le dernier trou du profil pour ensuite de percer et de mettre en place les deux chevilles sans le serrer complètement. Le profil sert ensuite de gabarit pour percer les autres trous de fixation en respectant les entraxes.

L'entreprise doit respecter les règles de l'art pour ce qui est des fixations au gros-œuvre.

2.4.2. Fixation sur ossature béton

Le support d'appui des profilés aluminium doit présenter une exécution soignée et des irrégularités de planéité inférieures à 10 mm mesurées sous une règle de 2 m conformément au NF DTU 21 (NF P 18-201). Les défauts du support ne doivent pas dépasser les capacités de réglage du système.

Si les irrégularités du support béton nécessitent de réaliser un calage, ceci ne devra pas dépasser les 10 mm, les cales ponctuelles seront en matière non déformable et le calage sera complété par une finition au mortier sans retrait. Autrement, une chape devra être coulée afin de rattraper les irrégularités.

Dans tous les cas, le profil ne devra pas être déformé lors du serrage.

La fixation du profilé de support sur le gros-œuvre est réalisée par cheville haute performance FISCHER FH II 15SK, vis à béton FISCHER FBS II 10SK ou équivalent en fonction du montage. L'ossature primaire est en béton armé. Le dimensionnement des fixations est à effectuer selon les prescriptions de la norme NF EN 1992-4 « Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 4 : Conception et calcul des éléments de fixation pour béton ». Dans aucun cas la fixation au gros œuvre doit entraîner une déformation du profil. Toutes les exigences du présent document doivent être respectées.

2.4.3. Fixation sur ossature métallique

La planéité des supports doit respecter la NF DTU 32.1 (NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4).

La fixation des profilés aluminium sur le gros-œuvre doit respecter les prescriptions relatives aux dispositifs de fixation employés.

La fixation du profilé peut aussi se faire sur une construction métallique par vissage avec des vis M12 en acier inoxydable A2-/A4-70. L'ossature primaire est en métal et présentera de perçages des trous oblongs $\varnothing 14 \times 28$ mm correspondants au $\varnothing 14$ mm du profil de maintien. Le dimensionnement des fixations est à effectuer selon les prescriptions de la norme NF EN 1993-1-1 « Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments »

Le support métallique doit présenter une rectitude avec une tolérance fonctionnelle de $\pm L/1000$ (L étant la longueur de la poutre). La classe d'exécution de l'ossature doit être au minimum EXC2.

Dans aucun cas la fixation au gros œuvre doit entraîner une déformation du profil.

Le pontage du profilé sur deux éléments d'ossature (poutres H, autres) est à proscrire.

Toutes les exigences du présent document doivent être respectées.

2.4.4. Mise en œuvre du garde-corps

Les profilés CROSILUX 2.0 LIGHT sont fixés au gros œuvre (béton) par l'intermédiaire de fixations. Les profilés 2.0 LIGHT peuvent aussi être fixés au gros œuvre (métallique) par l'intermédiaire de vis M12.

Les profilés sont pré-percés selon les entraxes définis en fonction de l'application et du système prévu (voir Tableau 3.1 et Tableau 3.2).

CROSILUX 2.0 LIGHT (voir Figure 14)

1. Le profilé de maintien pré-percé de trous est positionné et fixé sur le gros œuvre.
2. Les cales d'assises en POM sont placées au fond du profilé de maintien et la bande EPDM continue d'étanchéité supérieure est fixée au profilé du côté extérieur.
3. Le vitrage est ensuite glissé dans la feuillure, suivi des cales de serrages en POM de largeur 100 mm placées entre les cales d'assise.
4. La bande EPDM continue est mise en place entre le vitrage et le profilé de maintien. Le profilé en aluminium prévoit des rainures pour reprendre la bande EPDM.
5. Enfin, la bande EPDM continue d'étanchéité intérieure est glissée entre le vitrage et le profilé.

Cette méthode de montage permet une intervention d'un seul côté du garde-corps.

Le profilé de maintien peut être recouvert d'une tôle d'habillage. Dans le cas d'un montage en nez de dalle, la tôle est d'abord clippée dans la rainure supérieure du profilé de maintien. Ensuite, elle est appuyée contre le profilé de maintien et vissée dans le fond de gorge inférieure avec une vis M4 de réglage. La méthode de montage est identique pour toutes les tôles d'habillage.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

2.5.1. Maintenance

En cas de rupture de l'un des composants verriers, l'élément est à remplacer immédiatement. Des mesures conservatoires sont à prévoir dans l'intervalle, telle que la protection de la zone sinistrée en déterminant un périmètre inaccessible en attendant le remplacement.

2.5.2. Entretien

Les vitrages et les profilés aluminium doivent être régulièrement nettoyés à l'aide d'une eau savonneuse et rincés.

2.6. Traitement en fin de vie

Pas d'information apportée.

2.7. Assistance technique

La Société CROSO France doit apporter son assistance technique pour les points suivants :

- Le choix des éléments métalliques doit être réalisé conformément au paragraphe § 2.2.2.2 du Dossier Technique établi par le Demandeur.
- Le choix des composants du système garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT ;
- Le choix des fixations assurant la fixation des profils sur le support béton qui doivent faire l'objet du marquage CE réalisé selon le DEE 330232-01-0601 "Ancrages mécaniques dans le béton".
- Le choix des fixations assurant la fixation des profils sur support métallique conformément le NF DTU 32.1 « Charpente et ossatures en acier ».

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Produits verriers

CROSO France identifie et valide les entreprises fabriquant les vitrages des systèmes CROSILUX 2.0 LIGHT conformément au § 2.2.2.1. Les entreprises figurent sur une liste détaillée dans le Tableau 5.

Les entreprises fabriquant les vitrages doivent respecter les exigences spécifiées dans l'avis technique.

2.8.2. Identification

Les verres sont estampillés en fonction de leur origine par une estampille indélébile comportant le sigle du fabricant de verre, le système pour lequel le verre est produit et la norme que le verre respecte. Le modèle de marquage est présenté en Figure 4.

2.8.3. Fabrication des vitrages

La fabrication comporte les étapes suivantes :

- Découpe aux dimensions.
- Façonnage JPP.
- Tolérances d'assemblage (vitrages plans) :
 - alignement des bords ± 1 mm.

- Trempe à plat avec contrainte résiduelle minimale après traitement Heat Soak selon la norme NF EN 14179. Pour les verres des vitrages feuilletés avec intercalaire EVA la valeur de contrainte résiduelle minimale doit être égale ou supérieure à 100 MPa et pour les vitrages feuilletés avec d'autres intercalaires 120 MPa.
 - Contrôle de contrainte de rupture par essai de flexion suivant EN 1088.
 - Contrôle de contrainte de surface par mesure optique.
- Les verres sont marqués « fabricant de verre + CROSILUX 2.0 LIGHT + NF EN 14179 » par sérigraphie émail dans un angle.
- Repérage d'angle à chaque étape pour faciliter l'assemblage et l'appairage des volumes.
- Tolérances :
 - dimensions : +0/-2 mm,
 - défauts d'équerrage : ± 2 mm/m,
 - flèche : ± 1 mm/m,
 - planéité : ± 1 mm/m.

Le vitrage feuilleté est soumis aux exigences de la norme NF EN 14449 et est soumis au marquage CE.

Le centre de fabrication des vitrages feuilleté SentryGlas® doit être audité conformément au DTA en cours de validité de l'intercalaire SentryGlas®

Les centres audités sont dans la liste : <https://www.batipedia.com/document/attachment/fisJLySXkjJtLPpSDbwpJCffh-ttbnL5DvEDnTZ8SBXwp7RtKyNK8ek4ZKztHZJy.pdf>

2.8.4. Contrôle de la fabrication des vitrages

Les contrôles de fabrication minimum des vitrages sont effectués par le fabricant, conformément aux normes européennes définies au paragraphe 3.1 :

- Sur la matière première : aspect visuel du Float.
- En cours de fabrication :
 - qualité et dimensions des verres composants,
 - contrôle du four de trempe selon les spécifications de la norme NF EN 14179.
- Sur produits finis :
 - contrôle de planéité,
 - contrôle d'alignement des bords
 - contrôle des contraintes de compression superficielles ou contrôle de la résistance mécanique caractéristique selon la norme NF EN 1288.

Les résultats sont enregistrés et évalués. Les informations suivantes sont à intégrer dans les enregistrements :

- Définition du produit et des matériaux de base et leur composition
- Type de contrôle
- Date de production et contrôle du produit et des matériaux de base et leur composition
- Résultat des contrôles et mesures et, si nécessaire, comparaison avec les exigences
- Signature du responsable de la production.

Les tolérances et les exigences de qualité à respecter sont décrites dans les normes NF EN 14179-1 pour les vitrages trempés HST et NF EN ISO 12543-5 pour les vitrages feuilletés.

Pour les vitrages feuilletés avec intercalaire SentryGlas®, il est également nécessaire de respecter les tolérances et les exigences de qualité décrites dans le DTA en cours de validité de ceci.

Pour les vitrages feuilletés avec intercalaire Saflex™ Structural DG41 XC, il est également nécessaire de respecter les tolérances et les exigences de qualité décrites dans DTA en cours de validité de ceci.

2.8.5. Profilés aluminium de prise en feuillure

Les profilés en EN-AW-6063 T66 sont fournis par la Société CROSO France et fabriqués en respectant les tolérances définies dans la norme européenne NF EN 12020-2. Ces profilés sont fabriqués pour l'application spécifique aux garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT.

2.8.6. Fabrication des cales

Les cales en POM sont fabriquées par la Société LANGER. Les cales sont marquées lors du moulage avec les identifications suivantes :

- Produit pour lequel elles sont destinées : système garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT.
- Epaisseur du vitrage pour lequel elles sont produites : 8.8+0.89, 88.2, 88.3, 88.4, 1010.3, 1010.4.
- Référence de la cale.
- Sens de la cale : indication par une flèche ou par écriture du côté.
- Date de production.
- Lors de la réception des cales par CROSO, le service réception contrôle sur un échantillon de pièces l'aspect visuel des cales, la géométrie, leurs dimensions caractéristiques et leur marquage.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Les essais de résistance au choc des éléments du garde-corps et les essais statiques selon Cahier 3034_V2 du CSTB ont été effectués sur les systèmes « CROSILUX 2.0 LIGHT ».

- Rapport d'essai statique du système de garde-corps n°VT 17-0689-01b du 15 janvier 2019 réalisé par VERROTEC GmbH.
- Rapport d'essai statique du système de garde-corps n°VT 17-0689-02 du 15 janvier 2019 réalisé par VERROTEC GmbH.
- Rapport d'essai dynamique du système de garde-corps n°VT 15-0514-02 du 14 mai 2018 réalisé par VERROTEC GmbH.

Les essais de résistance au choc des éléments du garde-corps et les essais statiques selon Cahier 3034_V3 du CSTB ont été effectués sur les systèmes « CROSILUX 2.0 LIGHT ».

- Rapport d'essai de résistance aux charges statiques et dynamiques du système de garde-corps n°VT 22-1301-02 du 06/06/2023 réalisé par VERROTEC GmbH.

2.9.2. Références chantiers

Le procédé CROSILUX 2.0 LIGHT a fait l'objet de 7 393 ml depuis 2019 en France.

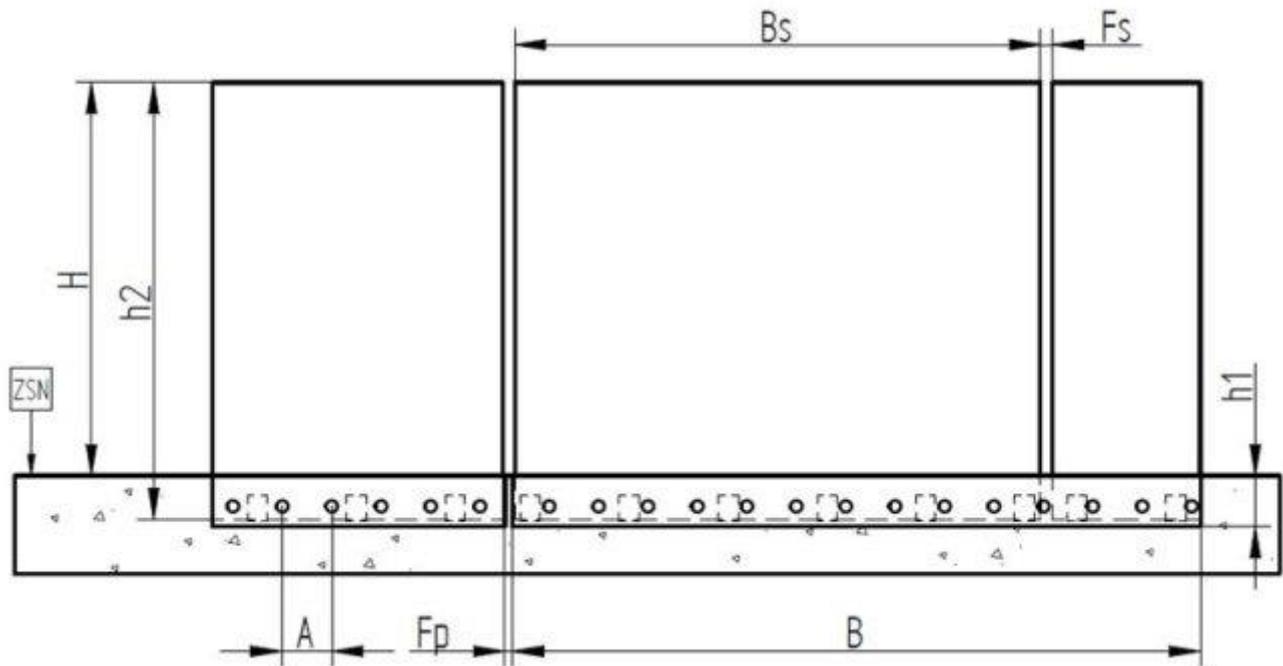
2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Charges normales	Composition	Catégories selon NF EN 1991-1 et 1991-2, et PR NF P 06-111-2/A1	Nombre de cales par ml	Entraxe max des fixations (mm)	Largeur minimale (mm)
Montage au sol (sur dalle)					
0,6 kN/m ($P_n = 1\,212$ Pa)	88.2 PVB 88.3 EVA	A, B	5 (avec min. de 3)	375	500
	88.2 DG41*			375	
	8.8+0.89 SG			375	
	1010.4 PVB 1010.3 EVA			375	
1,0 kN/m ($P_n = 2\,018$ Pa)	88.2 DG41*	C1 à C4 D	5 (avec min. de 3)	375	500
	8.8+0.89 SG			250	
	1010.4 PVB 1010.3 EVA			375	
3,0 kN/m	_____	C5	_____	_____	_____
*Uniquement pour utilisation intérieur.					
<p>A : habitations, zones résidentielles</p> <p>B : bureaux</p> <p>C1 : espaces équipés de tables (par ex. : écoles, café, salles de réception,</p> <p>C2 : espaces équipés de sièges fixes (par ex. : théâtre, salle de conférences, salle de réunion);</p> <p>C3 : espaces ne présentant pas d'obstacle à la circulation des personnes (par ex. : salle d'exposition, gares, hôtel) ;</p> <p>C4 : espaces permettant des activités physiques (par ex : salle de gymnastique, scènes) ;</p> <p>C5 : espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes (par ex. : salle de concert, salle de sport, tribunes, quai de gare...)</p> <p>D : commerces</p>					
<p>Nota : pour les garde-corps extérieurs soumis à des charges de vent, il est nécessaire de vérifier l'équation suivante $W_{50}(ELS) * C_{p,net} \leq W_{max}(ELS)$ avec $W_{max}(ELS) = P_n$ (valeur P_n ci-dessus) et en tenant compte du $C_{p,net}$ calculé suivant l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA).</p> <p>P_n : pression correspondante à la charge normale.</p> <p>W_{50} : pression dynamique de pointe calculée avec une vitesse de référence du vent correspondant à une probabilité annuelle de dépassement égale à 0,02 (événement de période de retour égale à 50 ans).</p> <p>$C_{p,net}$: coefficient de pression nette.</p>					

Tableau 3.1 – Largeurs minimales (mm) au regard de la déformation, de la résistance aux chocs et de la résistance sous charge horizontale – CROSILUX 2.0 LIGHT – Montage au sol

Charges normales	Composition	Catégories selon NF EN 1991-1 et 1991-2, et PR NF P 06-111-2/A1	Nombre de cales par ml	Entraxe max des fixations (mm)	Largeur minimale (mm)
Montage latéral (nez de dalle)					
0,6 kN/m ($P_n = 1\ 212\ Pa$)	88.2 PVB 88.3 EVA	A, B	5 (avec min. de 3)	375	500
	88.4 PVB			375	
	88.2 DG41*			375	
	8.8+0.89 SG			375	
	1010.4 PVB 1010.3 EVA			375	
	1010.4 DG41			375	
1,0 kN/m ($P_n = 2018\ Pa$)	8.8+0.89 SG	C1 à C4 D	5 (avec min. de 3)	250	500
	1010.4 PVB 1010.3 EVA			375	
	1010.4 DG41			375	
3,0 kN/m	_____	C5	_____	_____	_____
Montage latéral (en applique intérieure)					
0,6 kN/m ($P_n = 1\ 212\ Pa$)	88.2 PVB 88.3 EVA	A, B	5 (avec min. de 3)	375	500
1,0 kN/m ($P_n = 2018\ Pa$)	88.2 PVB 88.3 EVA	C1 à C4 D	5 (avec min. de 3)	375	500
*Uniquement pour utilisation en intérieur.					
A : habitations, zones résidentielles					
B : bureaux					
C1 : espaces équipés de tables (par ex. : écoles, café, salles de réception,					
C2 : espaces équipés de sièges fixes (par ex. : théâtre, salle de conférences, salle de réunion);					
C3 : espaces ne présentant pas d'obstacle à la circulation des personnes (par ex. : salle d'exposition, gares, hôtel) ;					
C4 : espaces permettant des activités physiques (par ex : salle de gymnastique, scènes) ;					
C5 : espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes (par ex. : salle de concert, salle de sport, tribunes, quai de gare...)					
D : commerces					
Nota : pour les garde-corps extérieurs soumis à des charges de vent, il est nécessaire de vérifier l'équation suivante $W_{50}(ELS) * C_{p,net} \leq W_{max}(ELS)$ avec $W_{max}(ELS) = P_n$ (valeur P_n ci-dessus) et en tenant compte du $C_{p,net}$ calculé suivant l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA).					
P_n : pression correspondante à la charge normale.					
W_{50} : pression dynamique de pointe calculée avec une vitesse de référence du vent correspondant à une probabilité annuelle de dépassement égale à 0,02 (événement de période de retour égale à 50 ans).					
$C_{p,net}$: coefficient de pression nette.					

Tableau 3.2 – Largeurs minimales (mm) au regard de la déformation, de la résistance aux chocs et de la résistance sous charge horizontale – CROSILUX 2.0 LIGHT – Montage latéral



Caractéristique		Valeurs (mm) pour le système sur dalle	Valeurs (mm) pour le système en nez de dalle	Valeurs (mm) pour le système en applique intérieure public	Valeurs (mm) pour le système en applique intérieure privé
Hauteur maximale du système par rapport au sol fini	H	1 100	1 100	1 100	1 100
Hauteur maximale du vitrage	h ₂	1 082	1 212	1 032	1 082
Hauteur du profilé aluminium (feuillure + joint)	h ₁	130	130	130	130
Distance maximale entre deux fixations	A	375 / 250	375 / 250	375	375
Longueur maximale du profilé aluminium	B	3 000	3 000	3 000	3 000
Joint minimal entre deux vitrages	F _s	8	8	8	8
Joint maximal entre deux vitrages	F _s	30	30	30	30
Joint maximal entre deux profilés aluminium	F _p	40	40	40	40

Tableau 4 – Caractéristiques des garde-corps filants CROSILUX 2.0 LIGHT

Transformateurs	Adresse	Découpe du verre plan	Façonnage des bords	Trempe HST	Feuilletage	Intercalaire(s)
Polartherm Flachglas GmbH	Eichenallee 2 D-01558 GROSSENHAIN Allemagne	X	X	X	X	PVB
Semcoglas GmbH	Langebrügger Strasse10 D-26655 WESTERSTEDE Allemagne	X	X	X	X	PVB
IM COMP	Luje Bezeredija 47 - HR 40000 Cakovec Croatie	X	X	X	X	PVB SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC
Glass Solutions (et réseau Saint-Gobain)	18 Avenue d'Alsace FR-92400 COURBEVOIE France	X	X	X	X	PVB
AGC IVB	Zone Industrielle, Route d'Arcis 10170 Méry-sur-Seine France	X	X	X	X	PVB SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC
RIOU GLASS (et réseau)	423 rue Alfred Luard – Bâtiment E FR-14600 HONFLEUR France	X	X	X	X	PVB SAFLEX™ STRUCTURAL DG41 XC
MACOCCO	81,rue I. & F.Joliot Curie ,B.P. 105 - 93172 Bagnolet Cedex , France	X	X	X	X	PVB
Arino Duglass	Pol. Ind. Royales Bajos s/n, 50171 La Puebla de Alfindén , Saragosse, Espagne	X	X	X	X	PVB / Sentryglas
PIETTA GLASS WORKING	Str. Berevoiesti 77/79 1064 Valeni de Munte – Roumanie	X	X	X	X	PVB / EVA / Sentryglas
VIT FRANCE	233 route de Guichard - 71600 HAUTEFOND	X	X	X	X	EVA
MIROITERIE RIGHETTI	225 Rue Edouard Michelin - 54710 FLEVILLE DEVANT NANCY	X	X	X	X	EVA

Nota 1 : Les fabricants des vitrages feuilletés avec de l'intercalaire SentryGlas© devront figurer dans « Liste des usines de fabrication de vitrages feuilletés avec intercalaires SentryGlas© »
(<https://www.batipedia.com/document/attachment/fisJLySXkijtLPpSDbwpJCffh-ttbnL5DvEDnTZ8SBXwp7RtKyNK8ek4ZKztHZJy.pdf>)

Tableau 5 – Liste des fournisseurs de verre des produits CROSILUX 2.0 LIGHT

Système	Accessoires	Dimensions hxlxL (mm)	Type de montage		Référence	Epaisseur verre
			Sur dalle	Nez de dalle / applique intérieure		
88.4 PVB 88.2 PVB 88.3 EVA 88.2 DG41 8.8+0.89 SentryGlas®	Cale d'assise	66 x 38 x 50	x	x	CN1900159	16,76 – 17,52 mm
	Cale de serrage	13 x 9 x 101	x	x	CN1900179	16,76 – 17,52 mm
	Bande continue	20 x 13 x 6000	x	x	CN1900214	16,76 – 17,52 mm
	Joint extérieur	23 x 16 x 6000	-	x	CN1900360	16,76 – 17,52 mm
		21 x 16 x 6000	x	-	CN1900361	16,76 – 17,52 mm
	Joint intérieur	18 x 18 x 6000	x	x	CN1900369	16,76 – 17,52 mm
1010.4 PVB 1010.4 DG41 1010.3 EVA	Cale d'assise	66 x 38 x 50	x	x	CN1900160	21,52 mm
	Cale de serrage	12 x 5 x 100	x	x	CN1900180	21,52 mm
	Bande continue	20 x 9 x 6000	x		CN1900215	21,52 mm
	Joint extérieur	23 x 16 x 6000	-	x	CN1900360	21,52 mm
		21 x 16 x 6000	x	-	CN1900361	21,52 mm
	Joint intérieur	18 x 14 x 6000	x	x	CN1900370	21,52 mm

Tableau 6 – Accessoires en fonction des épaisseurs de verre

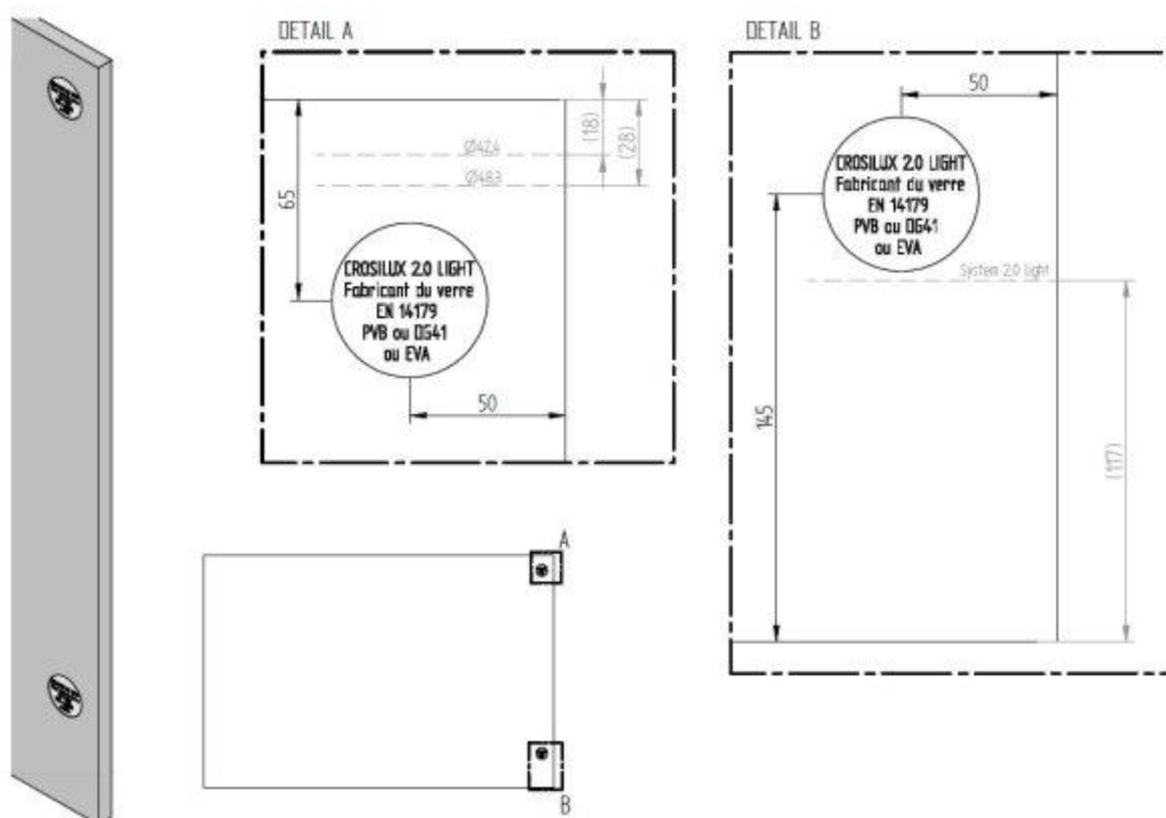


Figure 4 – Placement du marquage des garde-corps CROSILUX 2.0 LIGHT

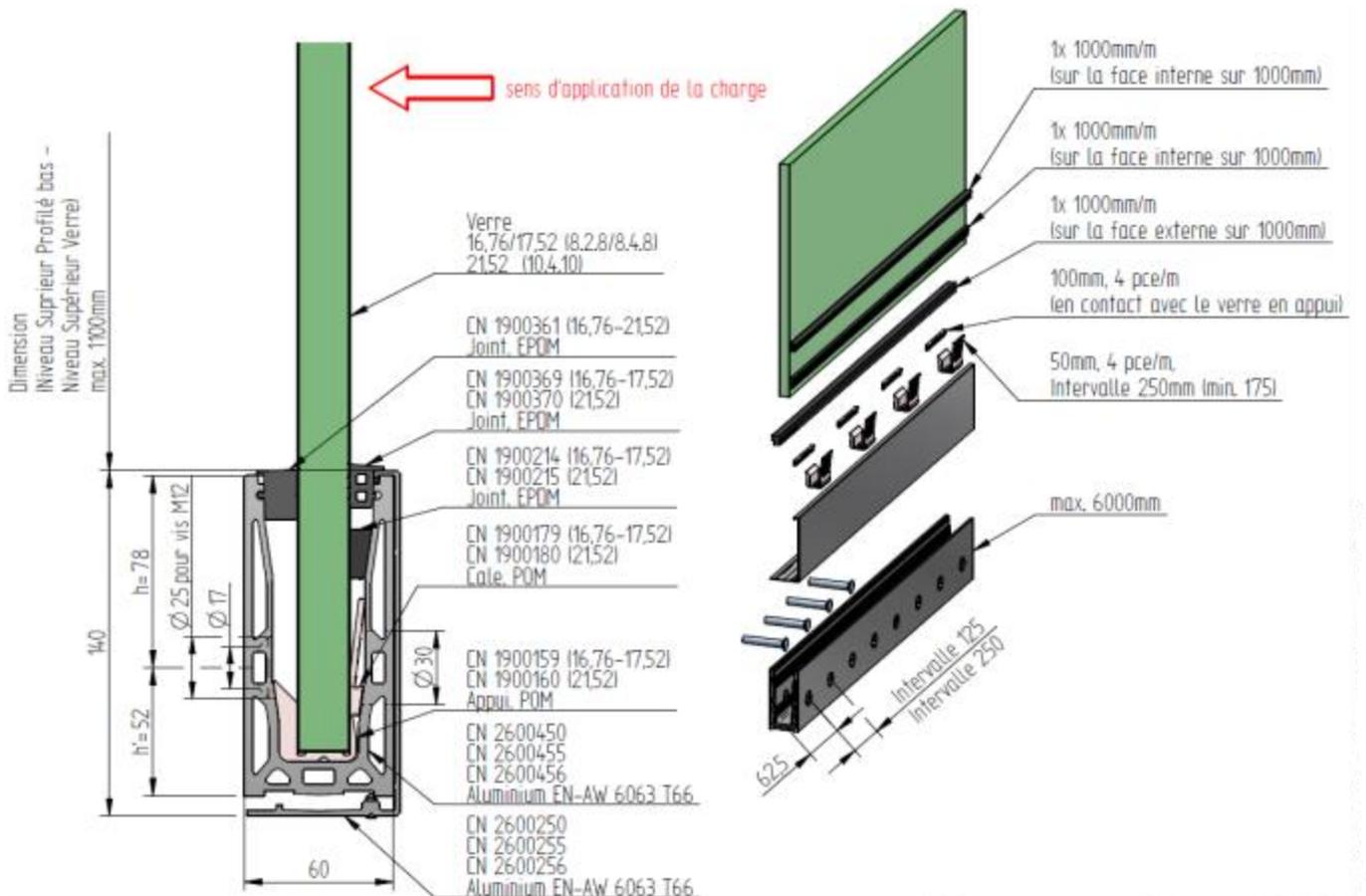


Figure 7 - CROSILUX 2.0 LIGHT - Montage en nez de dalle pose en applique intérieure

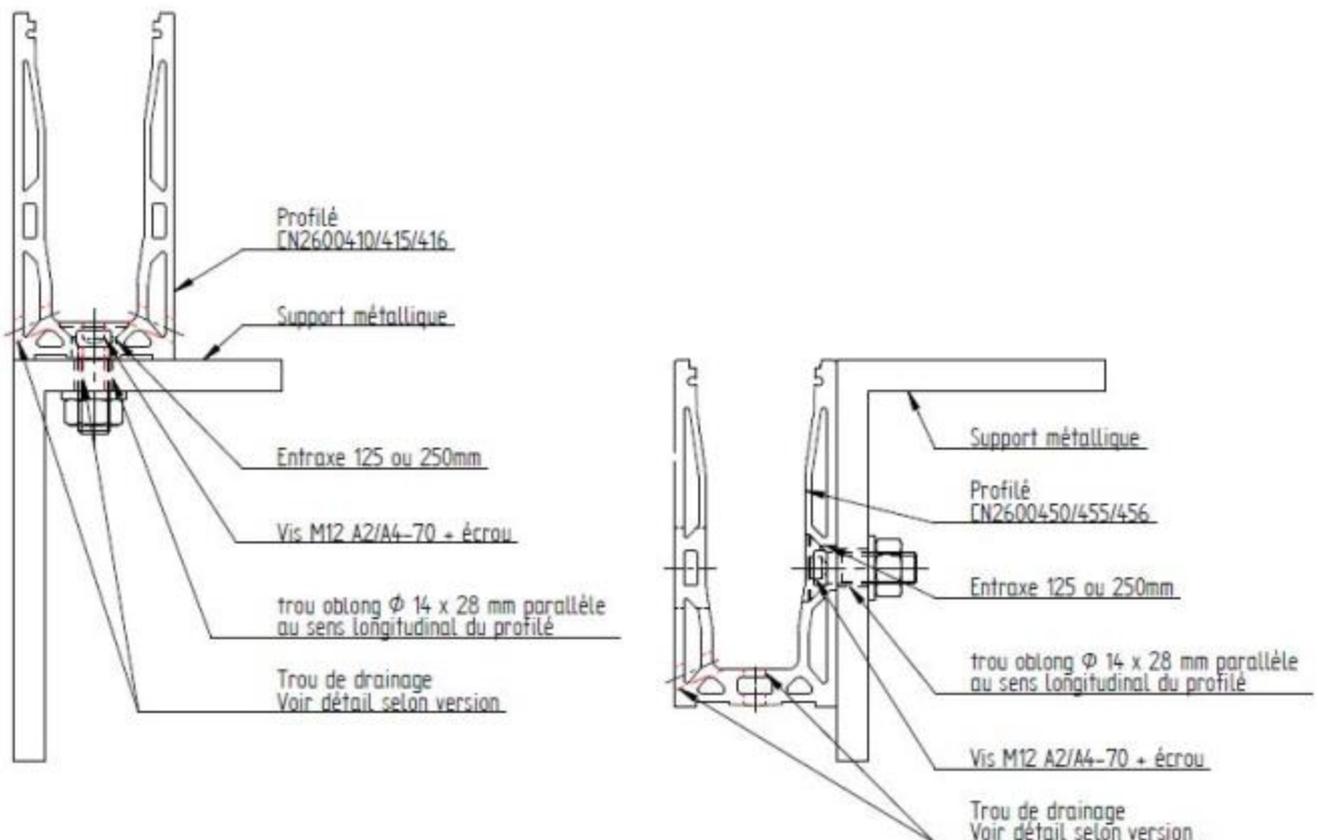


Figure 8 - CROSILUX 2.0 LIGHT - Montage sur profil métallique en intérieur ou en extérieur avec trou oblong

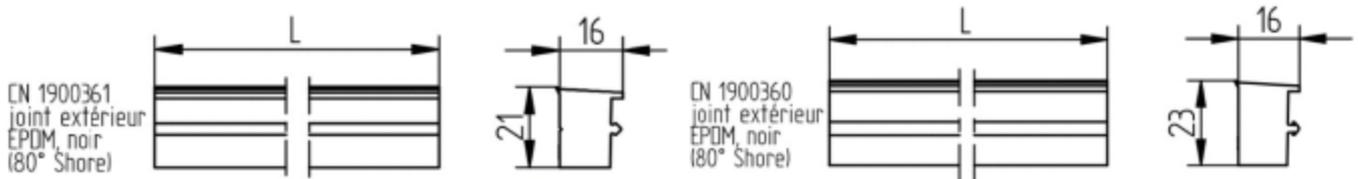


Figure 9 – CROSILUX 2.0 LIGHT – Joint extérieur



Figure 10 – CROSILUX 2.0 LIGHT – Joint intérieur

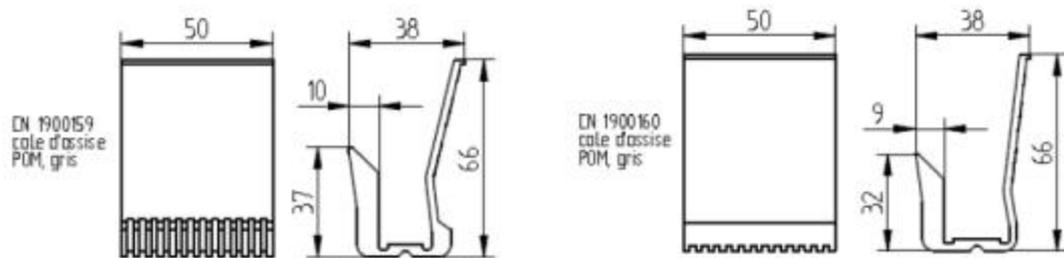


Figure 11 – CROSILUX 2.0 LIGHT – Cale en POM

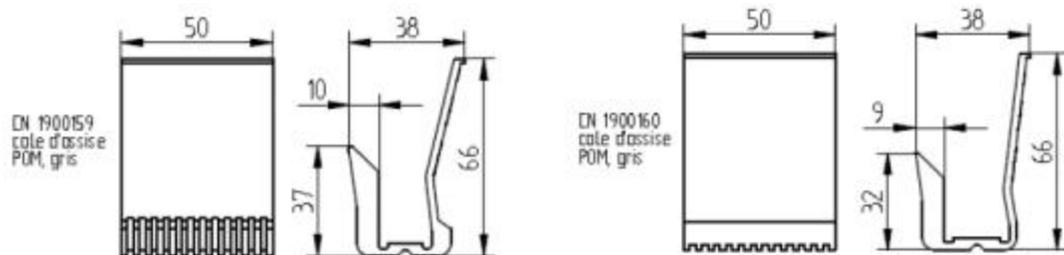


Figure 12 – CROSILUX 2.0 LIGHT – Cale de serrage en POM

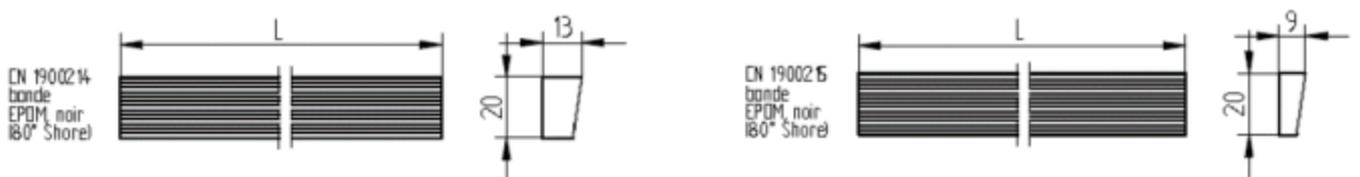


Figure 13 – CROSILUX 2.0 LIGHT – Cale continue en EPDM

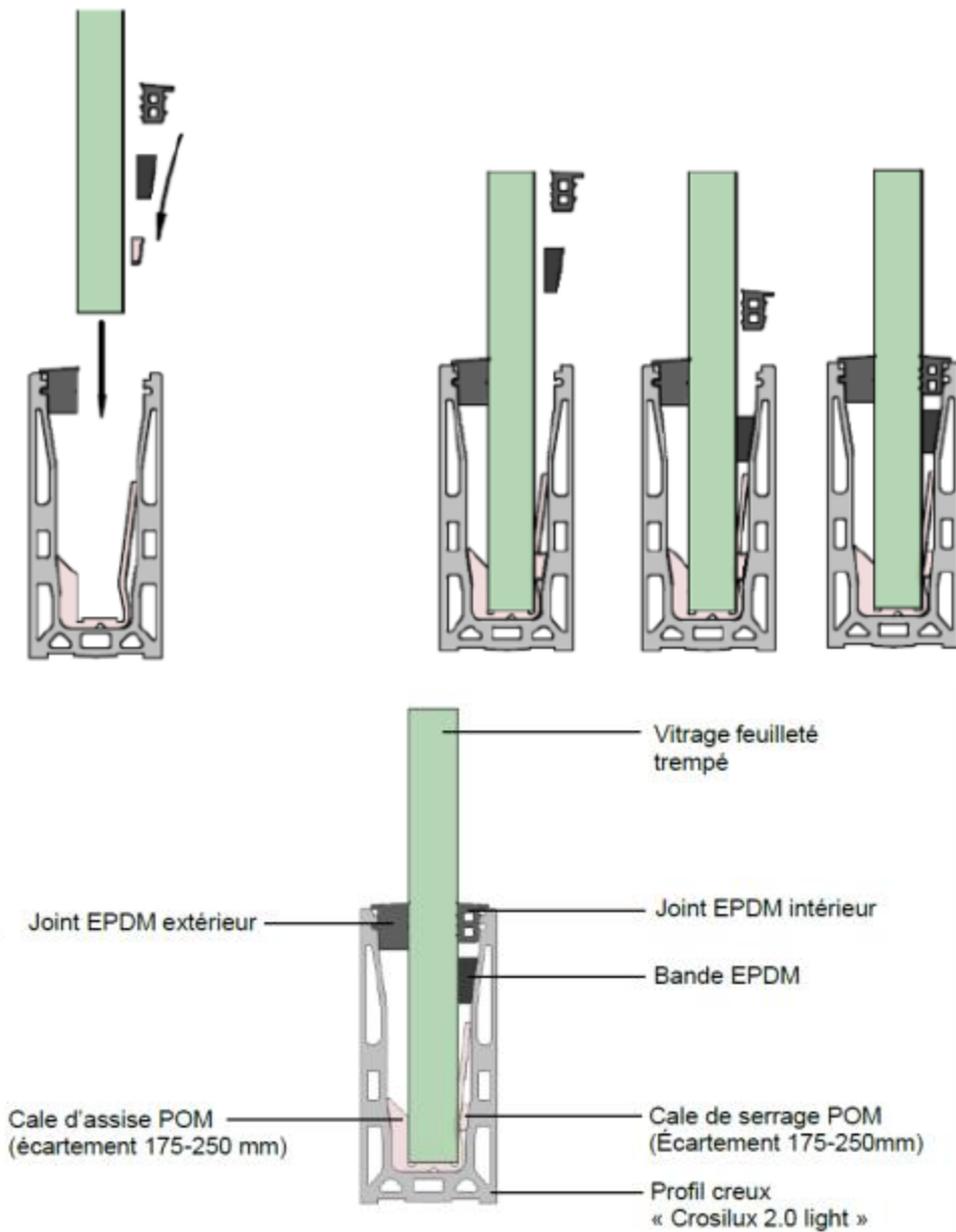


Figure 14 – Mise en œuvre du vitrage dans le profilé de maintien CROSILUX 2.0 LIGHT

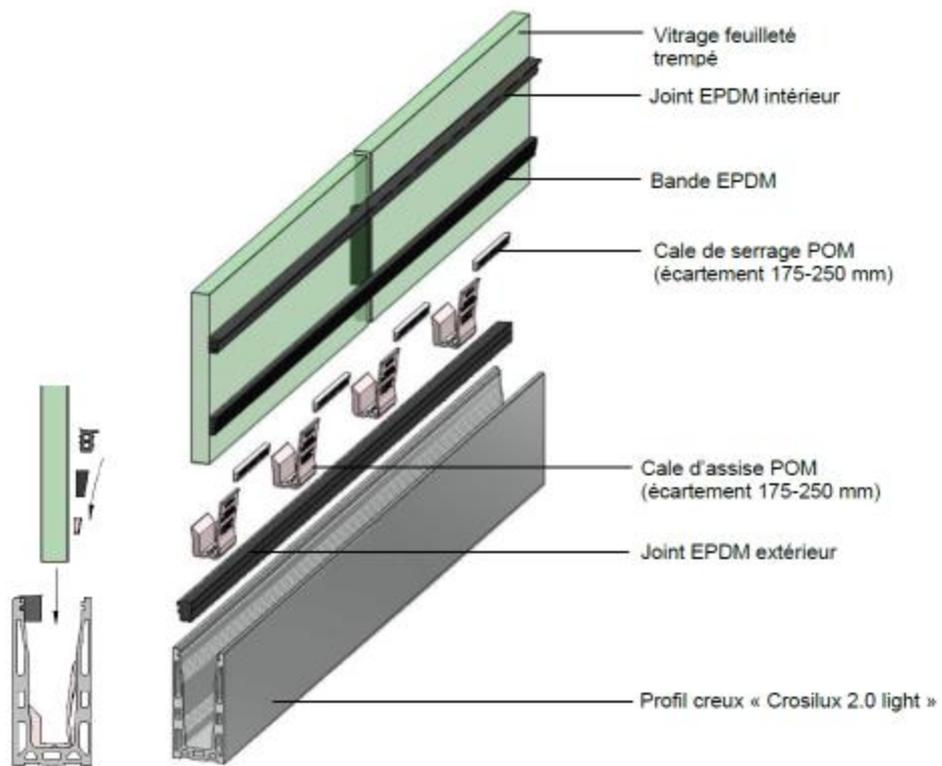


Figure 15 – Disposition des calages du vitrage dans le profilé de support CROSILUX 2.0 LIGHT

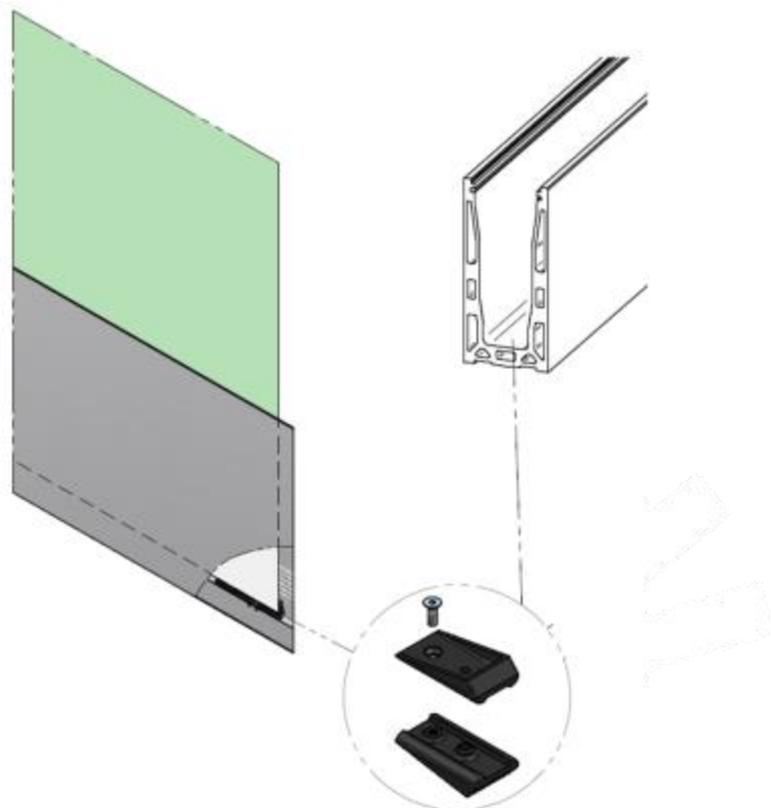


Figure 16 – Pièce anti-glissement pour les garde-corps en rampe d'escalier

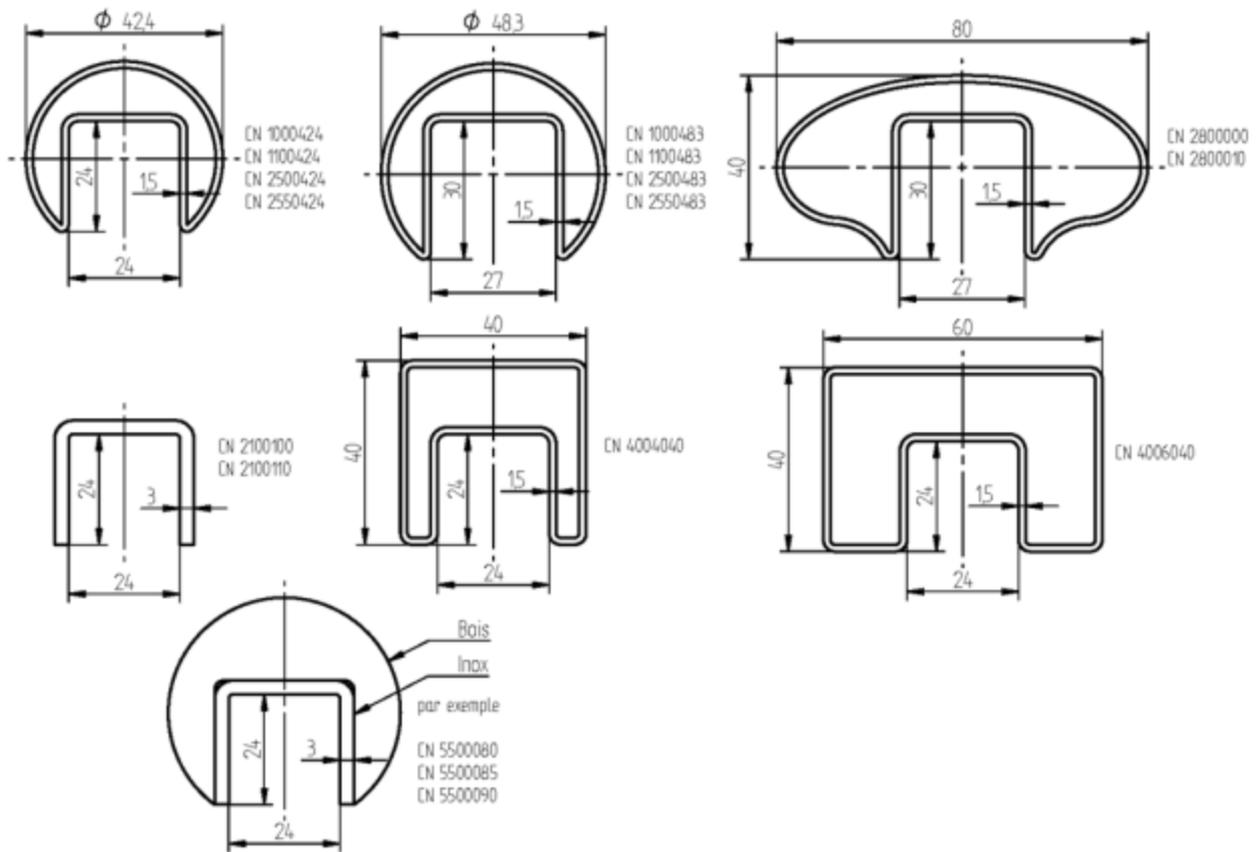


Figure 17 – Solution de profilé pour les mains courantes sur le bord supérieur du vitrage

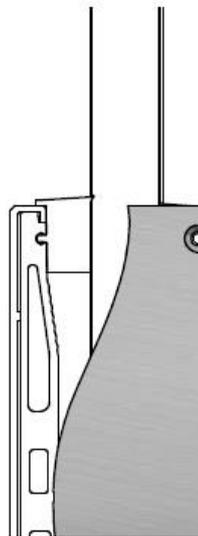


Figure 18 – Fixation de la tôle d'habillage sur le profilé de maintien CROSILUX 2.0 LIGHT en nez de dalle

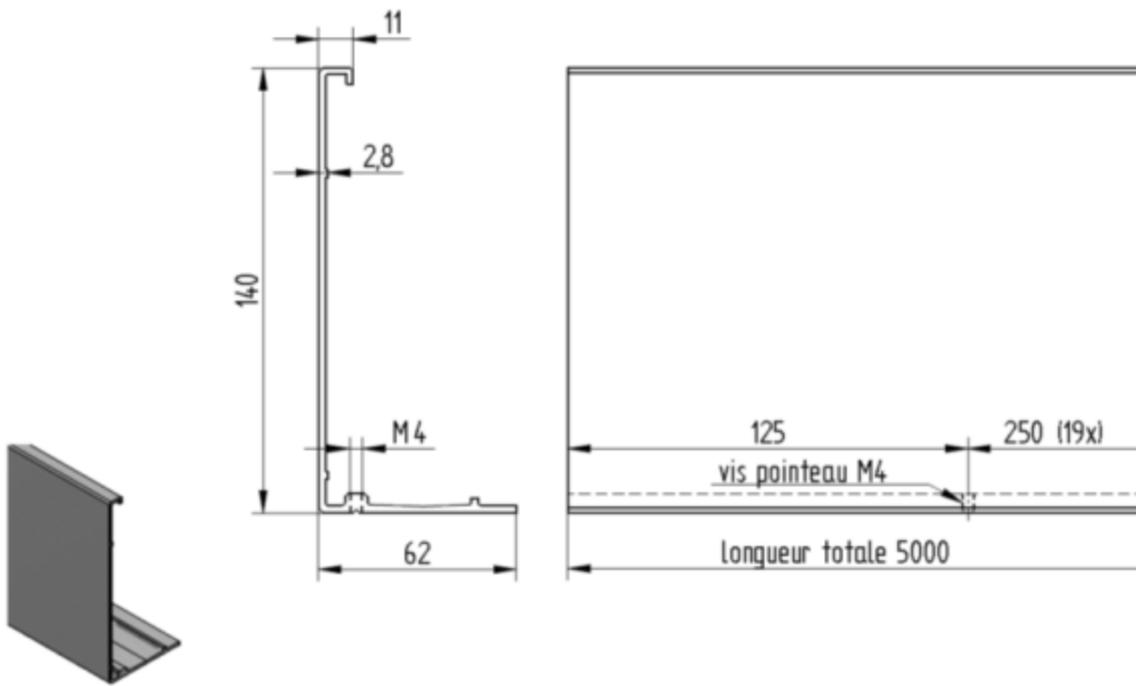


Figure 19 – Profilé de tôle d'habillage pour CROSILUX 2.0 LIGHT

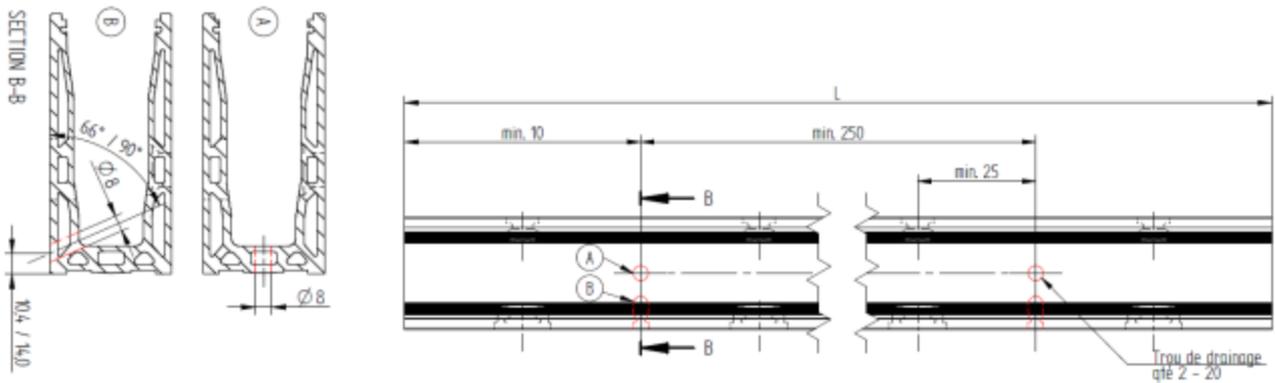


Figure 20 – Détail des trous de drainage dans les profilés métalliques CROSILUX 2.0 LIGHT