

# Avis Technique 2.1/12-1499\_V2

Annule et remplace l'Avis Technique 2.1/12-1499\_V1

*Garde-corps en verre*  
*Structural Glass railing*

---

## BALUSTRA L

---

**Titulaire :** AGC Glass France SAS  
100 rue Léon Gambetta  
FR-59168 Boussois  
Tél. : 01 57 58 30 31  
E-mail : france@eu.agc.com  
Internet : <http://www.agc-yourglass.com>

### Groupe Spécialisé n° 2.1

Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich

Publié le 9 octobre 2018



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques  
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

---

Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : [www.ccfat.fr](http://www.ccfat.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 2.1 "Produits et procédés de façade légère et panneau sandwich" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 3 avril 2018, le procédé de garde-corps BALUSTRA L présenté par la Société AGC France SAS. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique qui annule et remplace l'Avis Technique 2.1/12-1499\_V1. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France métropolitaine.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Garde-corps en verre encastré en pied par des platines en acier de façon continue, sans potelet, avec ou sans main courante.

### 1.2 Identification

Les vitrages sont marqués STRUCTAFLEX ou STRUCTAFLEX STRONG ou STRUCTAFLEX SG selon l'intercalaire, complété d'un code correspondant à l'usine de fabrication (I547 ou Vertal), le marquage reste visible après mise en œuvre.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

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 du garde-corps BALUSTRA L 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 jusqu'à une hauteur de 1,80 mètres. Pour l'utilisation en pare-vent avec une hauteur supérieure à 1,80 m, des essais complémentaires conformément au CPT 3034 doivent être réalisés.

L'assemblage du composant GLASSILED en BALUSTRA L est réservé à des usages en intérieur de bâtiment, ou des situations dans lesquelles la température aura été évaluée préalablement (ombre permanente, exposition nord, etc.).

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

##### Stabilité

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

##### Stabilité en zone sismique

Le système BALUSTRA L 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 19 juillet 2011.

##### 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*.

##### Sécurité des intervenants

La mise en œuvre relève des techniques usuelles.

##### Données environnementales

Le procédé BALUSTRA P ne dispose d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

##### 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.

### 2.2.2 Durabilité – Entretien

- Sur les vitrages feuilletés avec intercalaires PVB, de légères variations de teintes sont susceptibles de se produire à long terme. Le risque de délaminage des composants verriers apparaît par ailleurs faible dans la mesure où les contrôles réalisés donnent des résultats satisfaisants et où les prescriptions de mise en œuvre sont respectées (critère de variation lumineuse après 2000 heures d'exposition UV selon la norme NF EN ISO 12543-2 limité à 3% et non 10%, contrôles sur échantillons en cours de fabrication par essais dans l'eau bouillante et en étuve avec comme critères l'absence de défaut à plus de 5 mm des bords et non 15 mm, serrage limité à 15 N.m).
- Le choix du traitement anti-corrosion 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 acier.
- Les matériaux employés et le drainage de la feuillure permettent de compter sur une durabilité satisfaisante des garde-corps.
- Le système permet la dépose et le remplacement isolément d'un vitrage de garde-corps accidenté.

### 2.2.3 Fabrication et contrôle

Les dispositions adoptées par la Société AGC Glass France SAS pour la fabrication des vitrages STRUCTAFLEX pour BALUSTRA L permettent de compter sur une constance de qualité suffisante.

Les centres de fabrication de verre feuilleté SentryGlas® doivent être audités conformément à l'Avis Technique en cours de validité de l'intercalaire SentryGlas®.

Les tolérances d'usinage des pièces métalliques sont conformes aux dispositions courantes.

### 2.2.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises spécialisées avec l'assistance technique d'AGC Glass France SAS.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.3.1 Conditions de conception

Les DPM devront préciser le référentiel applicable relatif aux charges d'exploitation selon les normes mentionnées au tableau 3 du Dossier Technique.

AGC France doit apporter son assistance technique pour le dimensionnement.

- Le dimensionnement des vitrages doit être réalisé conformément au 3 du Dossier Technique.
- Le positionnement des trous et le choix de leur entraxe doit respecter la distance minimale des trous par rapport aux bords.
- La fourniture des éléments métalliques de prise en feuillure est laissée à l'initiative de l'entreprise de pose qui doit respecter l'ensemble des prescriptions du présent Avis Technique (notamment pour le dimensionnement des fixations au gros-œuvre).
- Les chevilles métalliques assurant la fixation des plaques sur le plancher support, qui trouvent ici un emploi dans lequel leur ruine pourrait mettre en danger la vie humaine, doivent donc faire l'objet d'un ATE pour des supports bétons fissurés, ou d'un Avis Technique et doivent être utilisées conformément à ce document.
- Le jeu minimum entre vitrages dépend de la flexibilité de l'ossature porteuse. Un jeu de 10 mm permet de s'affranchir de justification complémentaire par calcul.
- Pour les garde-corps dont la hauteur est supérieure à 1,00 mètre et utilisés en extérieur, une vérification du comportement au vent sera à fournir conformément au *Cahier du CSTB 3034*.

### 2.3.2 Conditions concernant la fabrication

- Les garde-corps doivent être mis en œuvre sur un support plan de 180 mm de hauteur minimum.
- La fixation des plaques sur le gros-œuvre doit respecter les prescriptions relatives aux dispositifs de fixation employés (chevilles, boulons ...).
- Les dispositions de fixation et de calage sur le gros-œuvre doivent permettre le réglage en altimétrie et en verticalité des garde-corps.

## 2.33 Conditions concernant la mise en œuvre

Les dispositions de fixation et de calage sur le gros œuvre doivent permettre le réglage en altimétrie et en verticalité des garde-corps. La planéité des supports devra être vérifiée lors de la mise en œuvre des garde-corps. Les dispositions de calage doivent être conformes au paragraphe 5.5 du DTED.

### Conclusions

#### Appréciation globale

L'utilisation du procédé Balustra L, dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1), est appréciée favorablement.

#### Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 juillet 2025.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 2.1  
Le Président*

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les principales modifications de cette cinquième révision portent sur :

- La suppression de l'intercalaire EVA ;
- L'ajout des intercalaires PVB STRONG et SentryGlas® ;
- Le changement des fournisseurs des accessoires ;
- L'ajout de précision sur les marquages STRUCTAFLEX.

Le Groupe Spécialisé tient à préciser que l'utilisation de ce procédé dans les tribunes de stades n'est pas visée dans les zones accessibles à des personnes présentant peu de motivation à en prendre soin. Ceci ne résulte pas de la capacité de résistance de ce type de garde-corps dont les essais ont montré qu'elle était satisfaisante, mais plutôt des risques pour la sécurité des personnes en cas de dégradation volontaire (acte de vandalisme).

Du fait de la grande variété de mains courantes, celles-ci ne font pas partie intégrante de cet Avis Technique. Les entreprises devront veiller à utiliser des matériaux (en particulier des mastics) compatibles avec les intercalaires des vitrages.

Les essais de qualification ont été réalisés avec des vitrages feuilletés intégrant un intercalaire PVB standard, l'utilisation des vitrages STRUCTAFLEX STRONG est donc possible en extérieur.

Le domaine d'emploi des garde-corps BALUSTRA L est limité à une hauteur de 1,80 m. Cette restriction résulte de l'absence de justification par essais sur des garde-corps de hauteur supérieure à 1,80 m.

Le dimensionnement des vitrages feuilletés avec intercalaire PVB STRONG sera fait en considérant un PVB classique, et celui des vitrages feuilletés avec intercalaire SentryGlas® suivant l'Avis Technique en cours de validité.

Un dimensionnement au vent du système garde-corps devra être réalisé si la pression au vent du chantier dépasse la pression maximale déclarée dans le tableau 3.

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.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2.1*

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Description succincte

Garde-corps en verre encastré en pied par des platines en acier de façon continue sans potelet, avec ou sans main courante.

### 2. Domaine d'emploi

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 du garde-corps BALUSTRA L 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 jusqu'à une hauteur de 1,80 mètres. Pour l'utilisation en pare-vent avec une hauteur supérieure à 1,80 m, des essais complémentaires conformément au CPT 3034 doivent être réalisés.

L'assemblage du composant GLASSILED en BALUSTRA L ou l'utilisation de l'intercalaire STRONG est réservé à des usages en intérieur de bâtiment, ou des situations dans lesquelles la température aura été évaluée préalablement (ombre permanente, exposition nord, etc.).

### 3. Matériaux

#### 3.1 Produits verriers

Vitrages feuilletés STRATOBEL (intercalaire PVB ou STRONG ou SentryGlas®), conformes aux normes NF EN ISO 12543 et NF EN 14449 et classés 1B1 suivant la norme NF EN 12600 et P1A suivant la norme NF EN 356.

Note : STRONG est la dénomination commerciale AGC du PVB de référence DG41.XC de la société EASTMAN.

Tous les vitrages sont plans, trempés, conformes à la norme NF EN 14179.

Composition 8.8/4, 10.10/4, 12.12/4 ou 15.15/4 (ou 15.15/6) avec PVB constitués de verres clairs ou colorés, avec ou sans couche pyrolytique ou sérigraphie (émail en face 1 ou 4 ou encore 1 et 4).

Composition 8.8 à 15.15 avec 0,89 mm ou 1,52 mm de film SentryGlas®

- Possibilité d'un montage avec feuilleté GLASSILED. GLASSILED est une gamme de feuilletés dans lesquels sont intégrés des diodes électroluminescentes RGB ou monochrome. Les leds sont alimentées par une couche conductrice invisible.

- Le composant GLASSILED 6 mm est ajouté avec un intercalaire PVB après fabrication du vitrage Balustra complètement assemblé. L'assemblage est conforme à la norme NF EN ISO 12543.

- Le composant avec leds se trouvera soit du côté usager, soit du côté vide, selon l'effet désiré.

Une étude technique au cas par cas doit être réalisée pour la disposition des leds, leur alimentation, etc. La température en fonctionnement doit être limitée à 35°C, et à 50°C lorsque les leds sont éteintes.

#### 3.2 Dispositif de maintien

- Plats (repères 1 et 5) en acier A60 selon la norme EN 10025 ou S235 selon la norme EN 10326 ou acier inoxydable 1.4404 X2CrNiMo17.12.2 (316L) ou 1.4301 X5CrNi18.10 (304) selon la norme NF EN 10088-2 d'épaisseur 12 mm pour la plaque et pour la contreplaque.

- Les plats en acier sont traités conformément à la norme NF P 24-351.

- Méplat (repère 2) en acier A60 selon la norme EN 10025 ou en acier inoxydable 1.4404 X2CrNiMo17.12.2 (316L) ou 1.4301 X5CrNi18.10 (304) selon la norme NF EN 10088-2, de hauteur 25 mm et d'épaisseur variable. Des tronçons de 150 mm espacés de 150 mm peuvent être utilisés.

- Entretoise (repère 3) en acier inoxydable de diamètre extérieur 18 mm avec manchon (repère 4) en nylon ou polyamide POM de diamètre extérieur 22 mm.

- Visserie en acier inoxydable immobilisée au frein filet Ergo 4101 DOS système STOP FILET FORT ou similaire.

#### 3.3 Calage

- Cales d'assise (repère 6) d'épaisseur 5 mm conformes au DTU 39 de dureté 60 Shore A, de longueur 150 mm et de largeur 20, 25 ou 30 mm selon l'épaisseur du vitrage.

- Cales latérales d'épaisseur 6 ± 0,5 mm en polychloroprène de dureté 60 ± 5 Shore A de largeur 25 et 85 mm avec une face adhésive.

#### 3.4 Autres matériaux

- Mastic d'étanchéité à base de silicone bénéficiant du label SNJF et pour lequel la compatibilité avec l'intercalaire et le polychloroprène aura été vérifiée.

- Main courante : lisse et dispositif de fixation sur le vitrage non fournis par AGC Glass France SAS.

## 4. Eléments

### 4.1 Principe de prise en feuillure

Le garde-corps en verre est encastré en pied par un système de plaque et contre-plaque boulonnées.

La feuillure d'accueil du produit verrier est constituée par assemblage de deux plaques en acier, de 12 mm d'épaisseur, 180 mm de hauteur et de longueur L au moins égale à la longueur minimale des vitrages.

L'espacement entre ces deux plaques est réalisé par un méplat de 25 mm de hauteur, d'épaisseur «e» adaptée à celle du vitrage (voir tableau 2 du Dossier Technique) et de longueur L1.

La contreplaque (repère 5) est percée à 12,5 mm minimum du chant inférieur et selon des entraxes de 200 à 300 mm, de trous cylindro-coniques permettant le passage de vis TF M12.

La plaque est percée de trous Ø 12 mm, fraisés sur la face extérieure et implantés à 45 mm des chants supérieurs selon des entraxes de 200 à 300 mm disposés en quinconce par rapport aux percements d'assemblage inférieurs précédemment décrits.

La plaque primaire reçoit au droit de chacun de ces percements une douille taraudée M12, de diamètre extérieur Ø 18 mm et de longueur L2 adaptée à l'épaisseur du vitrage (voir tableau 2 du Dossier Technique). Cette douille en acier inoxydable 1.4404 X2CrNiMo17.12.2 (316L) est soudée sur la plaque primaire (repère 3 de la figure 4 - variante 1).

En variante la plaque peut recevoir une entretoise, la fixation dans ces conditions est réalisée dans la plaque primaire taraudée (repère 3 de la figure 4 - variante 2).

Le méplat comporte des trous de drainage Ø 8 mm à raison de 2 trous par mètre.

Les vitrages comportent à 105 mm de la rive inférieure des trous cylindriques Ø 30 mm (+0.5/-0) à bords chanfreinés avec un entraxe de 200 à 300 mm correspondant à l'entraxe des trous dans la plaque et la contre plaque.

Les vitrages sont façonnés JPI ou JPP avec coins mouchés.

Ils sont maintenus par serrage entre la plaque et la contre plaque à l'aide de vis M12 à tête fraisée. Le couple de serrage est de 15 N.m. Des garnitures en polychloroprène sont interposées entre les plaques métalliques et le verre. Un manchon en nylon ou polyamide ou POM évite le contact entre douille métallique et vitrage.

Les vitrages sont calés à 150 mm des bords (les cales étant collées sur le méplat intercalaire dans le cas d'un garde-corps en rampant).

Un cordon de mastic est conformé en solin en pied de part et d'autre du vitrage.

### 4.2 Serrage du vitrage

Afin d'assurer un serrage homogène en fonction de l'épaisseur des vitrages, les éléments interposés doivent avoir les caractéristiques suivantes (cf. tableau 2 du Dossier Technique).

### 4.3 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.

En rampant l'entretoise permet d'immobiliser le vitrage dans sa feuillure avec un diamètre extérieur de 28 mm dans l'un des trous. Par ailleurs, la constitution de la feuillure est identique à celle des garde-corps horizontaux.

#### 4.4 Main courante

- Une main courante peut être mise en place sur le chant supérieur du vitrage, solidarisée ou non au gros-œuvre à ses extrémités.

Cette lisse est placée sur le vitrage avec interposition d'un cordon de mastic.

Lorsque l'épaisseur du vitrage est supérieure à la largeur de la rainure que peuvent comporter les lisses disponibles sur le marché, un décalage des bords, égal à 15 mm maximum, peut être prévu pour que la main courante ne concerne qu'une seule feuille de verre (cf. figure 5). Dans ce cas, la plus petite hauteur correspond à la hauteur de protection requise.

- La rive haute du vitrage peut comporter des encoches pour la fixation de la main courante (cf. figure 11). Dans ce cas, la hauteur du vitrage doit être supérieure de 15 mm par rapport à la hauteur requise.
- En pose à l'extérieur, une main courante est systématiquement mise en œuvre sur le chant supérieur du vitrage, le mastic étant conforme de manière à protéger l'intercalaire de l'humidité. Avec l'intercalaire STRONG, la protection du chant supérieur du vitrage est facultative.
- Dans le cas de vitrages de hauteur supérieure à 1 m, une barre d'appui en console peut être fixée sur le vitrage par vissage au travers de trous  $\varnothing$  16 à 20 mm espacés d'environ 500 mm.

#### 4.5 Dimensionnement

La largeur minimale des produits verriers (correspondant à la distance entre les chants verticaux pour les vitrages non rectangulaires) est donnée dans le tableau 3 ci-après.

Dans le cas des vitrages devant de plus résister à une pression de vent, une vérification expérimentale selon le *Cahier du CSTB 3034* est nécessaire si la pression de vent Eurocode Pn (kN/m<sup>2</sup>) vérifie la relation suivante :

$$P_n > 2 Q/H^2 (= 2Qh/H^2, \text{ avec } h = 1 \text{ m}).$$

Où

Q en kN/m est la charge d'exploitation définie dans l'Eurocode, appliquée à 1m de hauteur.

H est la hauteur en m de l'élément de garde-corps

Dans le cas où la charge d'exploitation serait appliquée à une hauteur H supérieure à 1 m, l'épaisseur du verre serait à multiplier par un coefficient égal à H en m.

## 5. Fabrication

### 5.1 Fabrication des vitrages

Les vitrages sont fabriqués par les filiales Architecturales de AGC France SAS :

- AGC IVB - Mery/Seine (10),
- AGC VSE - Saint Priest (69).

La fabrication comporte les étapes suivantes :

- Découpe aux dimensions.
- Façonnage JPI ou JPP et coins mouchés.
- Percement tous les 200 à 300 mm (trous cylindriques à bords chanfreinés) et à :
  - 50 mm minimum des bords verticaux pour les épaisseurs 8 et 10 mm,
  - ou
  - 60 mm minimum des bords verticaux pour les épaisseurs 12 et 15 mm.
- Trempe à plat avec contrainte résiduelle minimale après traitement Heat Soak : 120 MPa tant pour les verres trempés d'épaisseur 8 à 15 mm clairs que pour les vitrages sérigraphiés totalement ou partiellement.

Les verres sont marqués «STRUCTAFLEX + site de fabrication + film» par sérigraphie email dans un angle.

- Traitement Heat Soak selon EN 14179.
- Repérage d'angle à chaque étape pour faciliter l'assemblage et l'appairage des volumes.
- Tolérances :

$$- \text{Dimensions} : \begin{matrix} +0 \\ -2 \end{matrix} \text{ mm},$$

- diamètre des trous :  $\begin{matrix} +0,5 \\ -0 \end{matrix}$  mm
- entraxe des trous :  $\pm 0,5$  mm
- position des trous :  $\pm 0,5$  mm
- défauts d'équerrage :  $\leq 2$  mm/m,
- flèche :  $\leq 1$  mm/m
- planéité :  $\leq 1$  mm/m.

- L'intercalaire est généralement au nombre de 4 pour l'intercalaire PVB ou STRONG ou d'une épaisseur de 0,89 ou 1,52 mm pour l'intercalaire SentryGlas®. Pour certaines fabrications de feuilleté 15.15, Le nombre peut être porté à 6.

- Tolérances d'assemblage :
  - alignement des bords  $\leq 1$  mm,
  - coaxialité des trous  $\leq 1$  mm.

L'assemblage du composant GLASSILED est réalisé par AGC MIRODAN INDUSTRIE, en Belgique. Il est appliqué en usine un cordon de silicone (DC 791) sur le chant inférieur du feuilleté pour protéger le câble.

Lorsque les vitrages Balustra traversent une poutre en béton ou autre élément de structure, un joint entre vitrages doit coïncider avec cet élément (cf. figure 14).

Une encoche de dimension maximale 350 x 350 mm environ peut être réalisée dans l'angle inférieur d'un vitrage. Pour vérifier l'épaisseur suivant le tableau 3, la largeur minimale à prendre en compte est celle du vitrage avec encoche déduite. Un espace de 10 mm au moins doit être prévu entre le chant du verre et la surface de la poutre (cf. tableau 3 du Dossier Technique).

### 5.2 Contrôles de la fabrication des vitrages

Ils sont effectués conformément au cahier des charges AGC et aux normes européennes définies au paragraphe 2. Matériaux.

Ils comprennent notamment les contrôles :

- Sur matière première.
- En cours de fabrication :
  - Qualité et dimensions des verres composants.
  - Positionnement des percements.
  - Diamètre des trous.
  - Contrôle du four de trempe et de l'étuve Heat Soak.
- Sur produits finis :
  - Contrôle des contraintes de compression superficielle après traitement THS.
  - Contrôles de planéité.
  - Contrôle d'alignement des bords et des trous.

### 5.3 Fabrication des accessoires spécifiques au procédé

Les entretoises en inox sont fabriquées par SADEV.

Les tolérances dimensionnelles sont  $\begin{matrix} -0 \\ +0,1 \end{matrix}$  mm.

Les cales latérales en polychloroprène sont fabriquées par :

- ILLBRUCK Joints Systèmes.
- PIQUES.

Tolérances sur l'épaisseur des cales en polychloroprène :  $\pm 0,5$  mm.

Les manchons sont fabriqués par Illbruck ou PIQUES.

Ces éléments sont fournis par AGC GLASS France SAS.

### 5.4 Eléments métalliques de prise en feuillure

Les plaques, contre-plaques et méplats sont fabriqués par les entreprises spécialisées réalisant les garde-corps.

La fabrication comporte les étapes suivantes :

- Détermination du rythme de perçage des constituants.
  - Fourniture du plat acier ou inox, découpe et perçage des plaques, fraisage.
- Les tolérances dimensionnelles doivent respecter le critère de  $\pm 0,5$  mm.
- Les trous sont percés simultanément dans les 3 pièces à assembler.
- Traitement de surface des plats en acier.
  - Montage des vis et entretoise, blocage par soudage ponctuel.
  - Montage des manchons plastiques.

### 5.5 Contrôle des supports

- Support béton :

Un support en béton doit offrir une surface plane de hauteur 180 mm au moins. Il ne doit pas présenter d'irrégularités de planéité supérieures à 10 mm mesurées sous une règle de 2 m conformément au NF DTU 21 (NF P 18-201).

A défaut, sur support béton, le coulage d'une chape doit être effectué.

- Support métallique :

Un support métallique doit répondre aux règles de l'art pour la fixation des garde-corps, soit DTU 32.1 et 32.2.

- Support bois :

Le support bois doit être conforme au DTU 36.3: La qualité du bois doit répondre aux classes de service et d'emploi suivant la situation intérieure ou extérieure.

En cas de garde-corps cintré, le cintrage du support ne doit pas dépasser 5 mm/m. Le limon doit être vertical avec tolérance 1% et être réalisé suivant le DTU 31.1.

En toiture, il convient de se référer au DTU 43.4.

## 6. Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises spécialisées avec l'assistance technique d'AGC Glass France.

### 6.1 Fixation des plaques sur l'ossature primaire

L'ossature primaire peut être en béton armé, en acier ou en bois. Le dimensionnement des fixations est à effectuer avec les codes de calculs en vigueur.

### 6.2 Cas de supports acier ou rails d'ancrage scellés dans le béton

Les rails d'ancrage et leurs pattes d'ancrage sont pré-scclés dans le béton conformément aux préconisations du fabricant.

Dans ce cas, la plaque en acier a une épaisseur supérieure à 12 mm afin de permettre l'intégration d'un boulon.

### 6.3 Cas d'une fixation par cheville dans le béton

La plaque en acier est solidarisée au gros-œuvre à l'aide de chevilles bénéficiant du marquage CE.

Le dimensionnement des chevilles et leur positionnement dans le gros-œuvre est effectué conformément aux prescriptions définies dans les ATE.

### 6.4 Cas d'une fixation sur support métallique, cornière ou équerre chevillée au gros-œuvre

Ces supports métalliques comportent des trous oblongs pour le réglage des garde-corps.

### 6.5 Dans tous les cas, un calage est prévu entre les plaques en acier et le gros-œuvre support.

Le calage sur gros œuvre est au choix du poseur, conformément aux règles de l'art, en matériau métallique adapté à l'environnement (intérieur ou extérieur).

Le gros-œuvre doit présenter une surface plane de 180 mm de hauteur minimale.

### 6.6 Dimensions des fixations

Les chevilles sont dimensionnées en prenant en compte les efforts non pondérés de traction définis ci-après selon 2 cas (cf. figure 2) :

#### Cas 1 - deux rangées de fixations (cf figure 1 – cas 2)

L'effort de traction non pondérée dans la cheville à prendre en compte est donné par la formule :

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

Avec :

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

P<sub>0</sub> : la charge d'exploitation par mètre linéaire, charge appliquée de l'intérieur vers l'extérieur, (non pondérée) en daN/m

L : la largeur du garde-corps, en m

H : la hauteur du point d'application de la charge à la fixation la plus éloignée, en m

h : la hauteur entre les deux rangées de fixations, en m

k<sub>1</sub> : coefficient de répartition fonction du nombre de fixations.

#### Cas 2 - une seule rangée de fixations (cf figure 1 – cas 2)

L'effort de traction non pondérée 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)

P<sub>0</sub> : la charge d'exploitation par mètre linéaire, charge appliquée de l'intérieur vers l'extérieur, (non pondérée) en daN/m.

P'<sub>0</sub> : 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

k<sub>1</sub> : coefficient de répartition fonction un nombre de fixations

k<sub>2</sub> : coefficient de majoration (k<sub>2</sub> = 8/7) lié à la zone en compression sur le gros œuvre.

Tableau 1 - coefficient de répartition, k<sub>1</sub>

n	k <sub>1</sub>
3	1,25
4	1,10
5	1,15
>5	1,15

- L'implantation des fixations d'extrémité est déterminée suivant les distances au bord à respecter définies dans les règles de charpente métallique pour les plaques acier.

- L'entraxe horizontal maximal entre fixations est de 0,8 m pour tenir compte de la rigidité en torsion de la plaque primaire.

- Sur un tube métallique, horizontal ou en limon, la plaque intérieure peut être soudée ou vissée sur le tube (figure 5).

Sur un support plan, une fixation suivant figure 13 est possible.

### 6.7 Mise en œuvre des garde-corps

- Positionnement des cales d'assise et latérales.

Mise en place des vitrages. Le jeu entre vitrages adjacents doit être au minimum de celui défini au tableau 4 du Dossier Technique.

- Positionnement de la contreplaque.
- Vissage et serrage de la contreplaque et du méplat.
- Vissage et serrage sur le verre au couple de 15 N.m.
- Indesserrabilité des fixations.
- Finitions dont notamment la mise en œuvre d'un cordon de mastic d'étanchéité (notamment entre l'ossature bois et la plaque métallique) et mise en place de la main courante le cas échéant.

## 7. Entretien - Maintenance

- En cas de rupture de l'un des composants verriers : remplacement immédiat du garde-corps endommagé. Des mesures conservatoires sont à prévoir dans l'intervalle.

- Entretien régulier des garnitures d'étanchéité.

## B. Résultats expérimentaux

- Essai de résistance d'un élément du garde-corps selon le *Cahier du CSTB 3034* – Rapport d'essai n° CL99-056.

## **C. Références**

### **C.1 Données environnementales et Sanitaires<sup>1</sup>**

Le procédé BALUSTRA L ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

### **C.2 Autres références**

Le procédé BALUSTRA L a fait l'objet d'environ 15 000 m<sup>2</sup> depuis 2012.

---

<sup>1</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

## Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 2

Composition vitrage	Épaisseur minimale mm	Entretoise inox (mm) L <sub>2</sub>	Méplat (mm) L <sub>1</sub>
8.8	17,1	27,9	29
10.10	21,3	31,9	33
12.12	25,3	35,9	37
15.15	31,8	41,5	43

Tableau 3 – Largeurs minimales (m) au regard de la déformation, de la résistance aux chocs et de la résistance sous charge horizontale

Charges normales	Composition	Catégories selon NF EN 1991-1 et 1991-2, et PR NF P06-111-2/A1	Vitrage clair	Vitrage avec face(s) émaillée(s)
0.6 kN/m P <sub>F</sub> = 1 212 Pa	8.8 10.10 12.12 15.15	A, B	1,30 0,80 0,80 0,50	1,30 0,90 0,90 0,50
1.0 kN/m P <sub>F</sub> = 2 018 Pa	8.8 10.10 12.12 15.15	C1 à C4 D	impossible 0,80 0,80 0,50	impossible 0,90 0,90 0,60
3 kN/m P <sub>F</sub> = 6 065 Pa	-	C5	impossible	impossible

A : habitations, zones résidentielles

B : bureaux

C : lieux de réunion

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  $W_{50}(ELS) \cdot C_{p,net} \leq W_{max}(ELS)$  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).

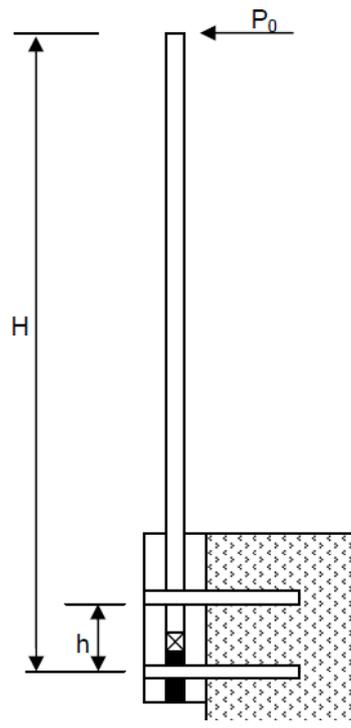
$P_n$  : pression correspondante à la charge de vent ELS (Eurocode).

$W_{50}$  : 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)

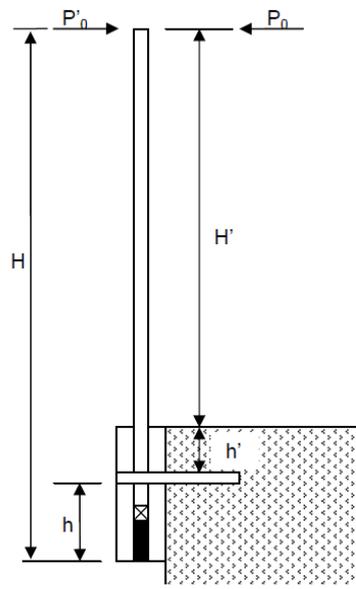
$C_{p,net}$  : coefficient de pression nette

Tableau 4 – Jeu minimum entre vitrages adjacents

Hauteur du garde-corps (m)	Critère de déformation des supports		
	1/200 <sup>ème</sup>	1/300 <sup>ème</sup>	1/500 <sup>ème</sup>
1	10	8	6
1,5	15	11	9



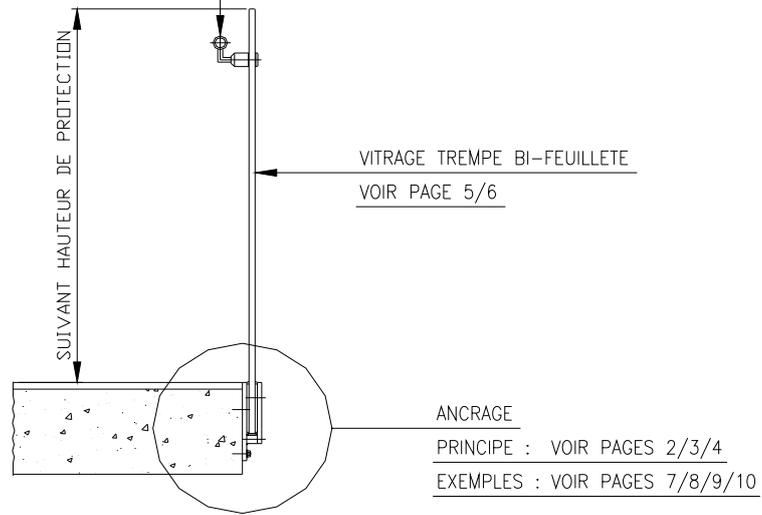
Cas 1



Cas 2

Figure 1 – Dimensionnement des fixations

BARRE D'APPUI EVENTUELLE  
VOIR DETAIL B / PAGE 4



COUPE AA

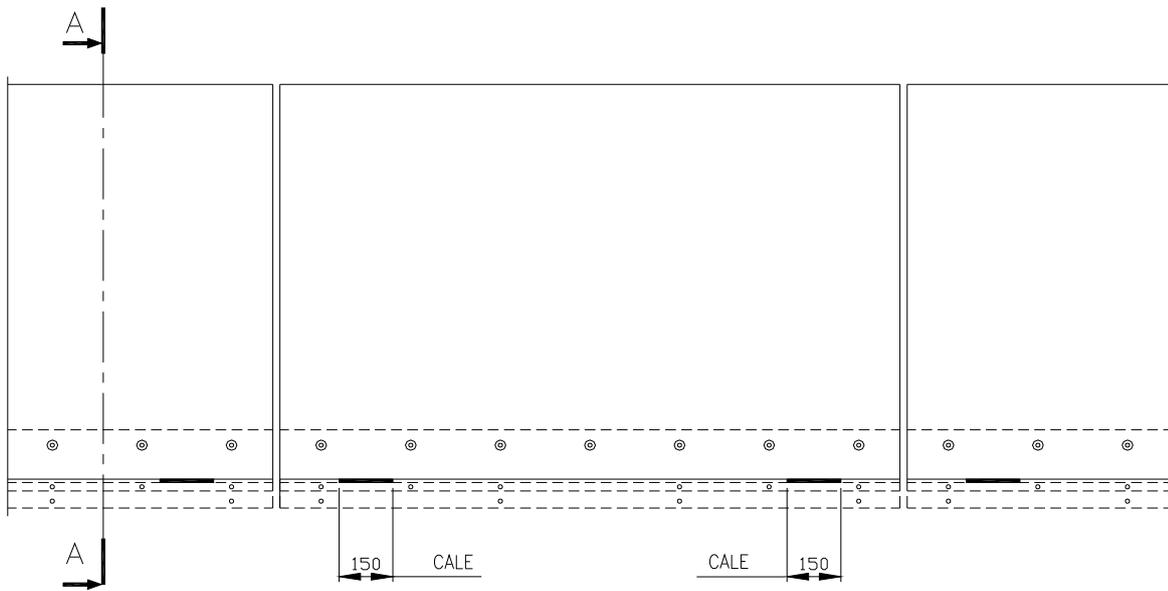
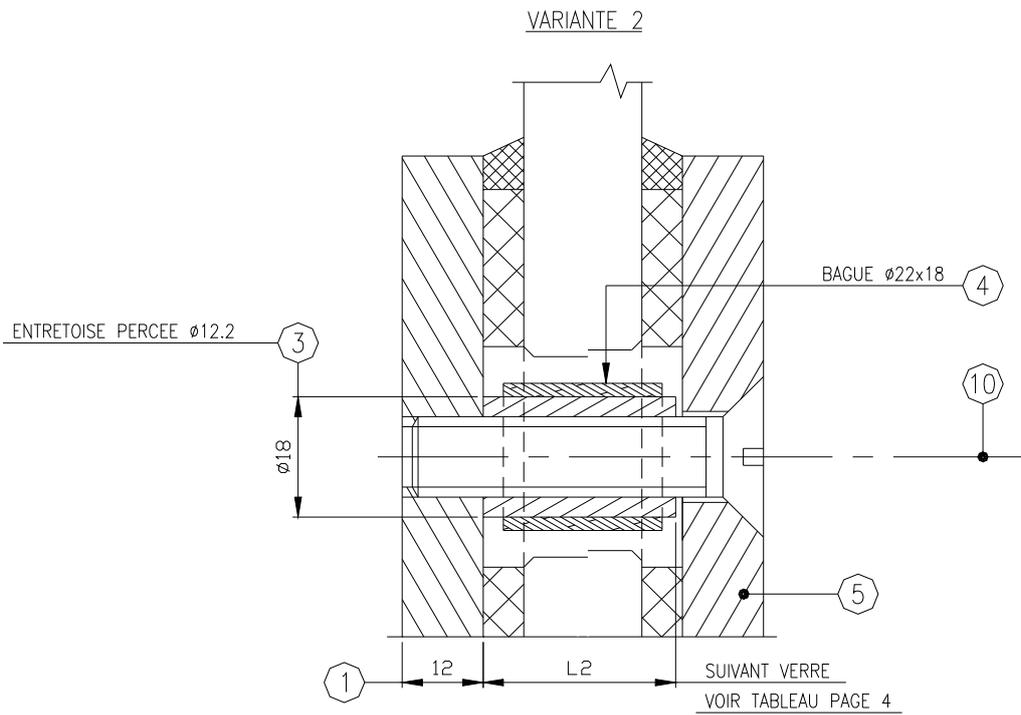
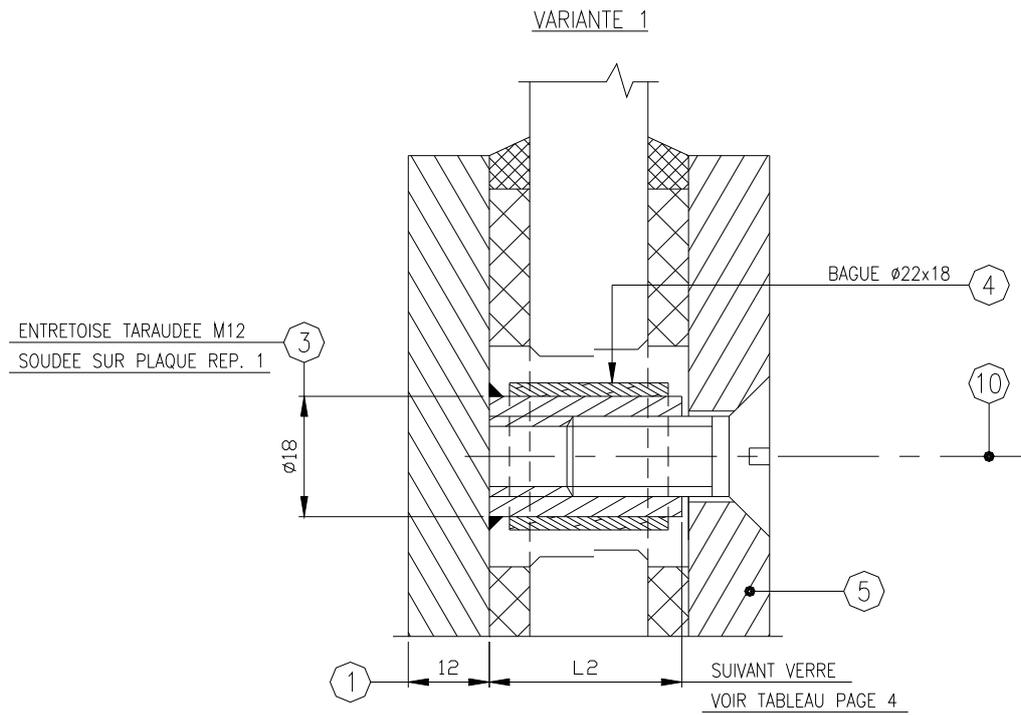
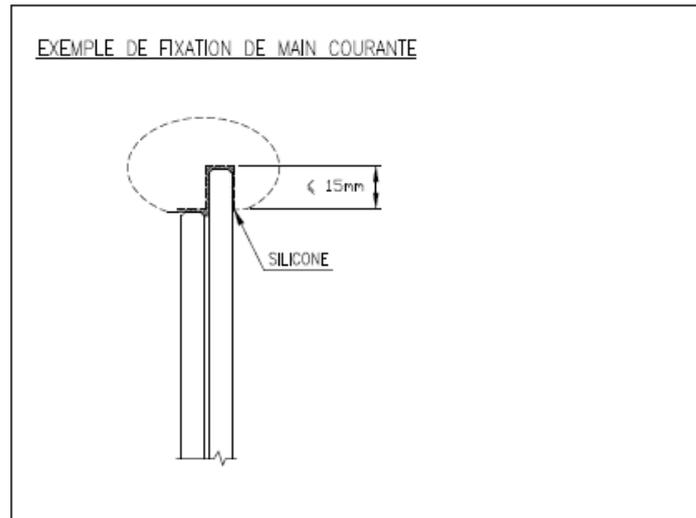
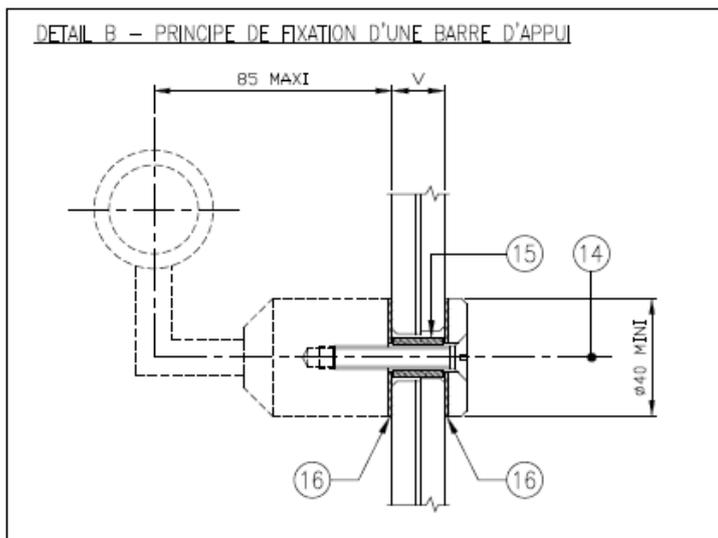


Figure 2 – Vue d'ensemble





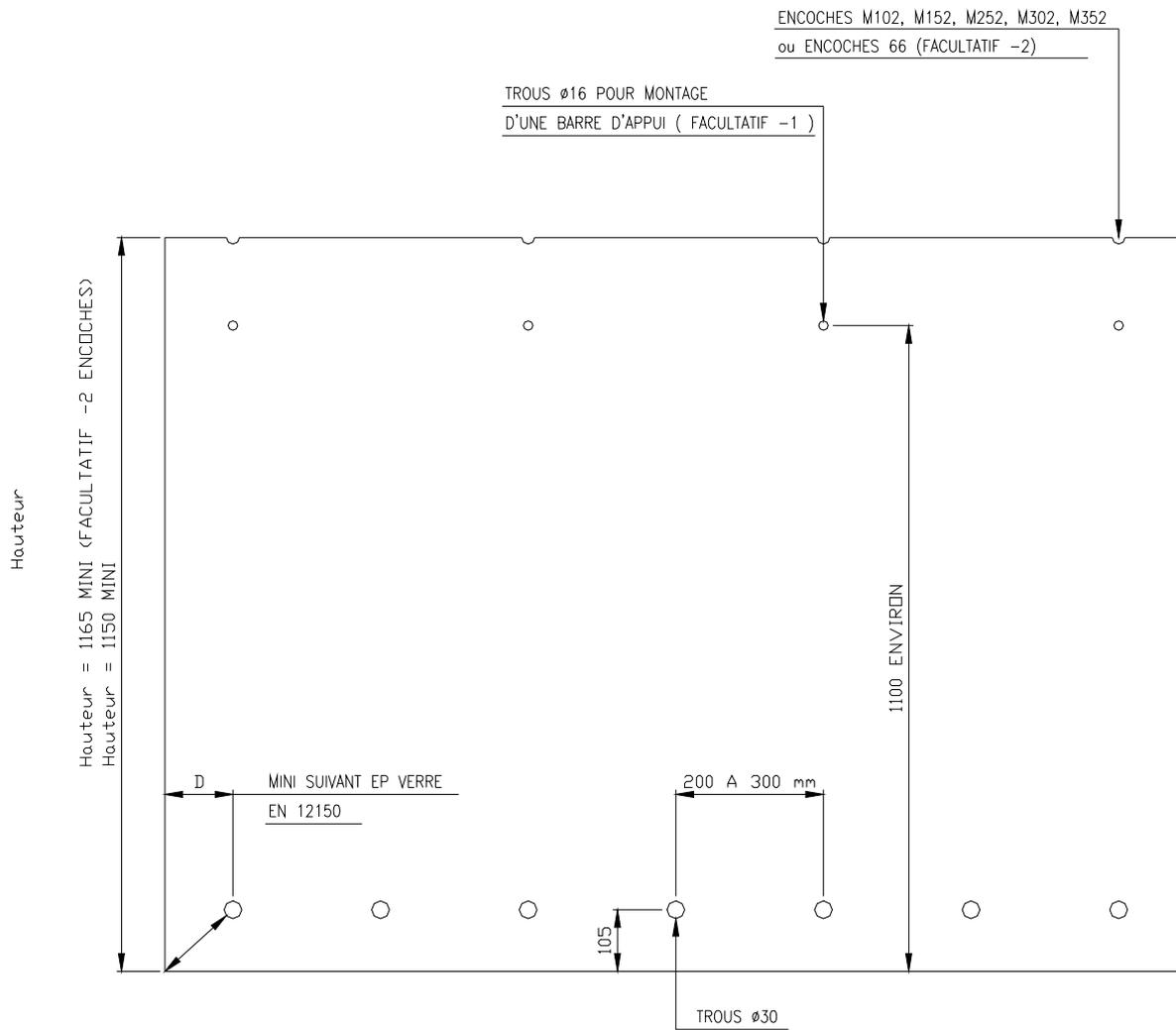
**Figure 4 – Détail de la fixation du vitrage**



VITRAGE		PLAT REP. 2	ENTRETOISE REP. 3
TYPE	V	L1	L2
8-8/4	17.52	29	28
10-10/4	21.52	33	32
12-12/4	25.52	37	36
15-15/4	31.52	43	42

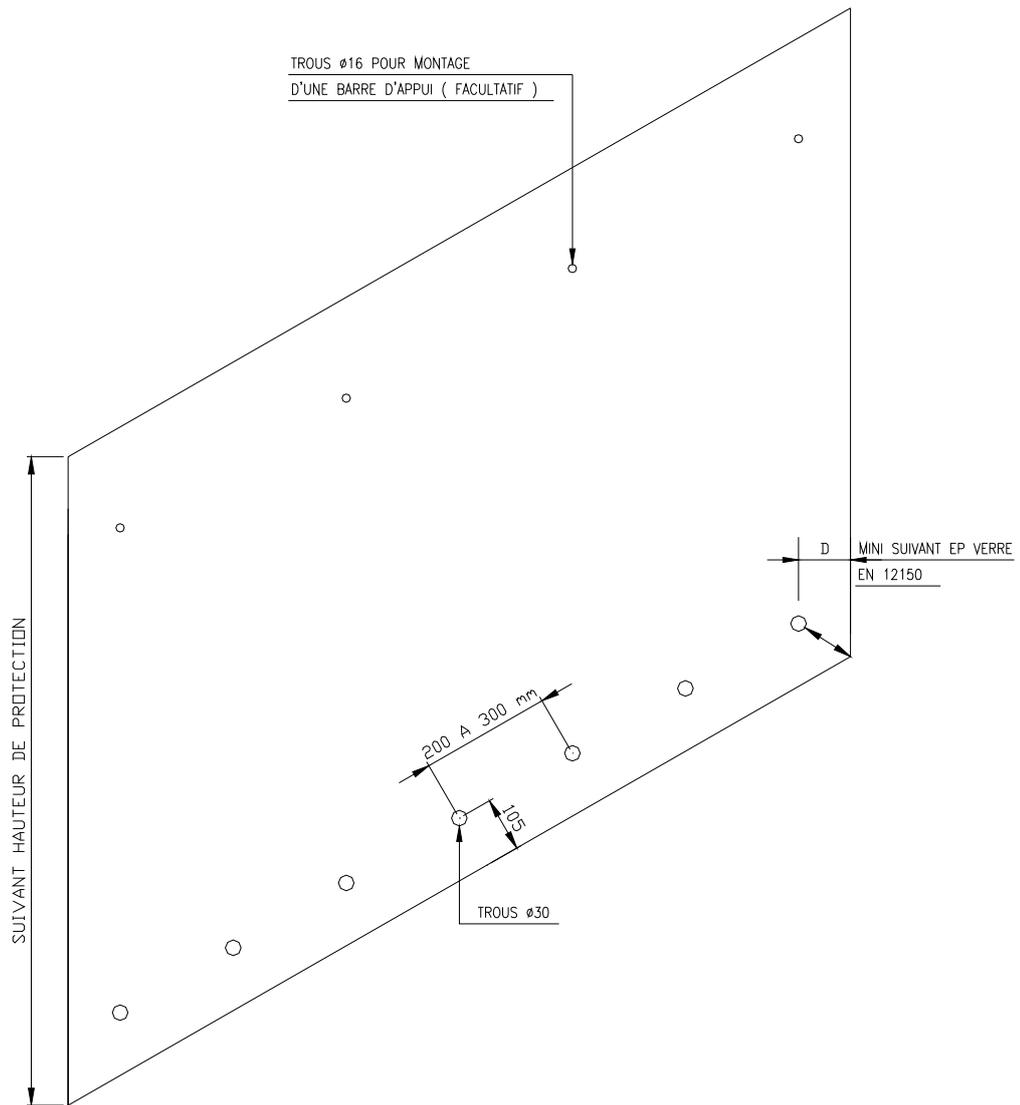
16	RONDELLE DE SERRAGE	NYLON/PE/PRESSPAN	EP 1 mm	
15	BAGUE D'ISOLEMENT	NYLON ou AUTRE	ø13x9	LONGUEUR = V-2
14	VIS F/90	INOX A2	M8	LONGUEUR SUIVANT VERRE
13				
12				
11				
10	VIS F/90	INOX A2	M12	LONGUEUR SUIVANT MONTAGE ET VERRE
9	VIS F/90	INOX A2	M12-35	
8	BANDE DE SERRAGE SUP	NEOPRENE	EP 6 - LARG 25	DURETE 60 ±5 DIDC (SHORE A)
7	BANDE DE SERRAGE INF	NEOPRENE	EP 6 - LARG 85	DURETE 60 ±5 DIDC (SHORE A)
6	CALE D'ASSISE	NEOPRENE	EP 5	LARGEUR = V+5
5	CONTRE PLAQUE	ACIER	EP 12	
4	BAGUE	NYLON	ø22x18	LONGUEUR = L1-5
3	ENTRETOISE	ACIER INOX	SUIVANT VARIANTES	ø18; LONGUEUR = L2 SUIVANT TABLEAU
2	PLAT	ACIER	EP 25	LARGEUR = L1 SUIVANT TABLEAU
1	PLAQUE	ACIER	EP 12	
REPERE	DESIGNATION	MATIERE	DIMENSION	OBSERVATIONS
NOMENCLATURE				

**Figure 5 – Fixation d'une barre d'appui - Nomenclature**



**Figure 6 – Vitrage trempé bi-feuilleté**

**Dans l'un des trous, la bague (4) a un diamètre extérieur de 28 mm afin d'immobiliser le vitrage (cf. § 3.3).**



**Figure 6 bis – Vitrage trempé bi-feuilleté pour rampant**

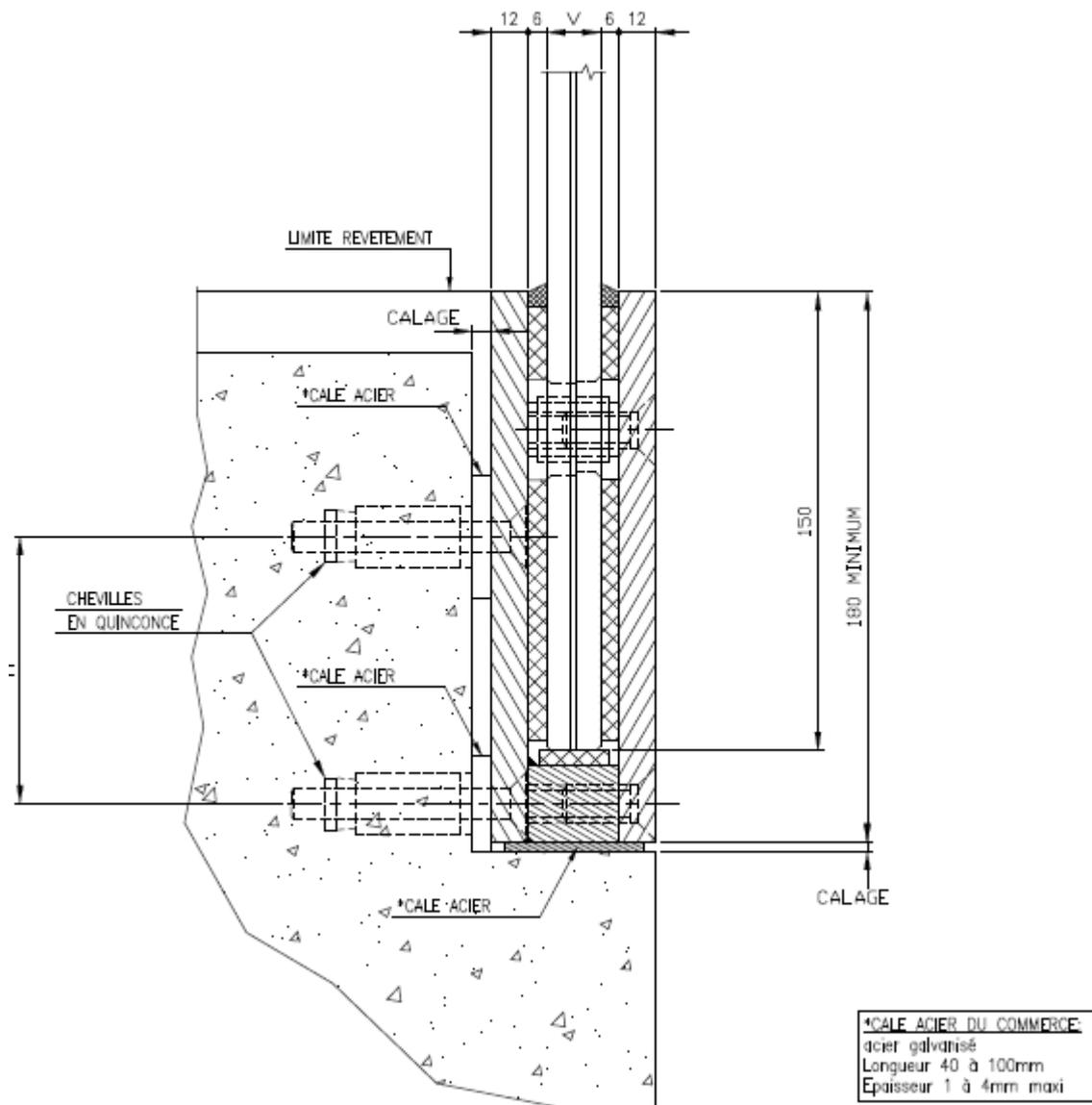


Figure 7 – Ancrage sur gros-œuvre béton

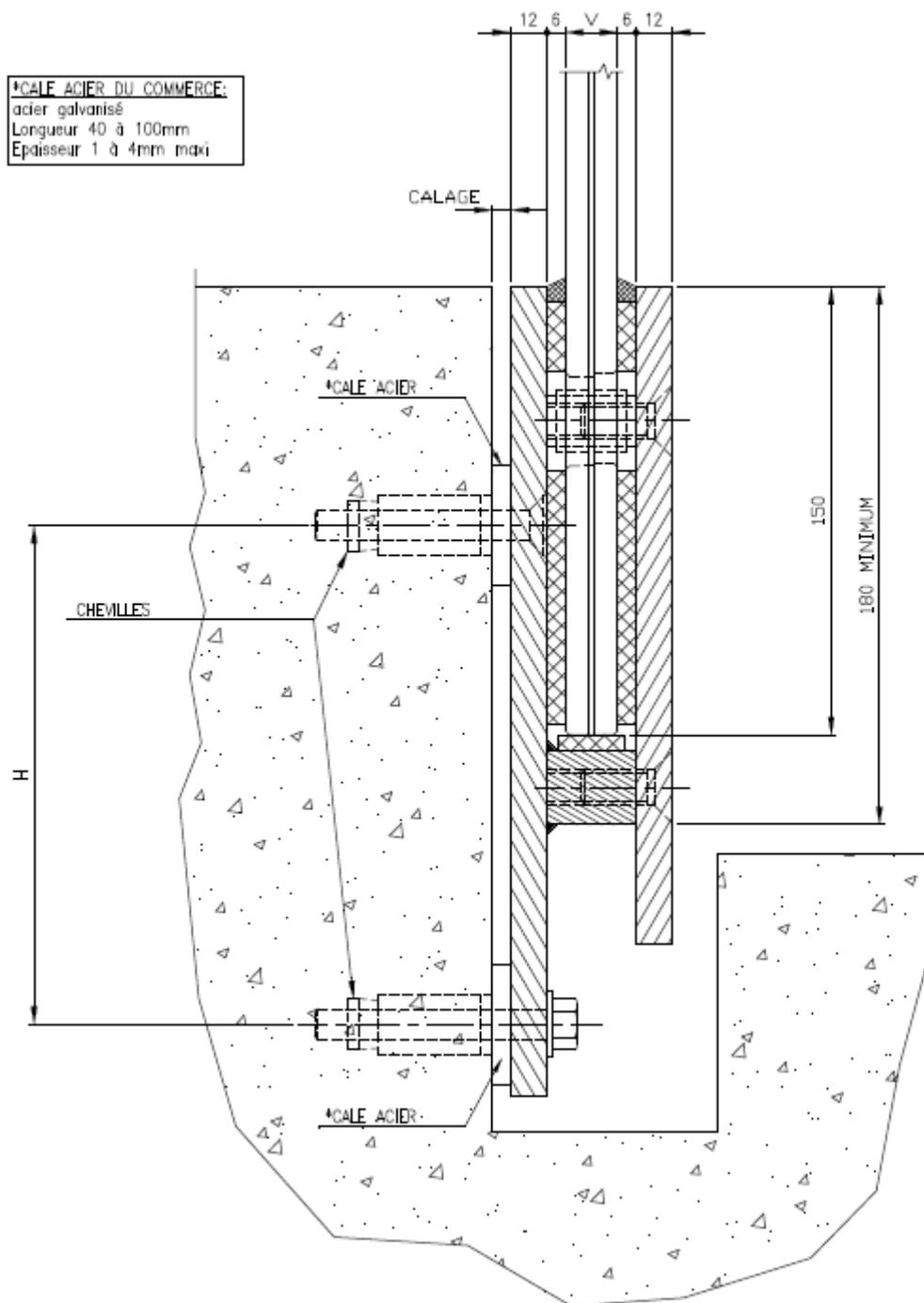


Figure 8 - Ancrage sur gros œuvre béton

\*CALE ACIER DU COMMERCE:  
 acier galvanisé  
 Longueur 40 à 100mm  
 Epaisseur 1 à 4mm maxi

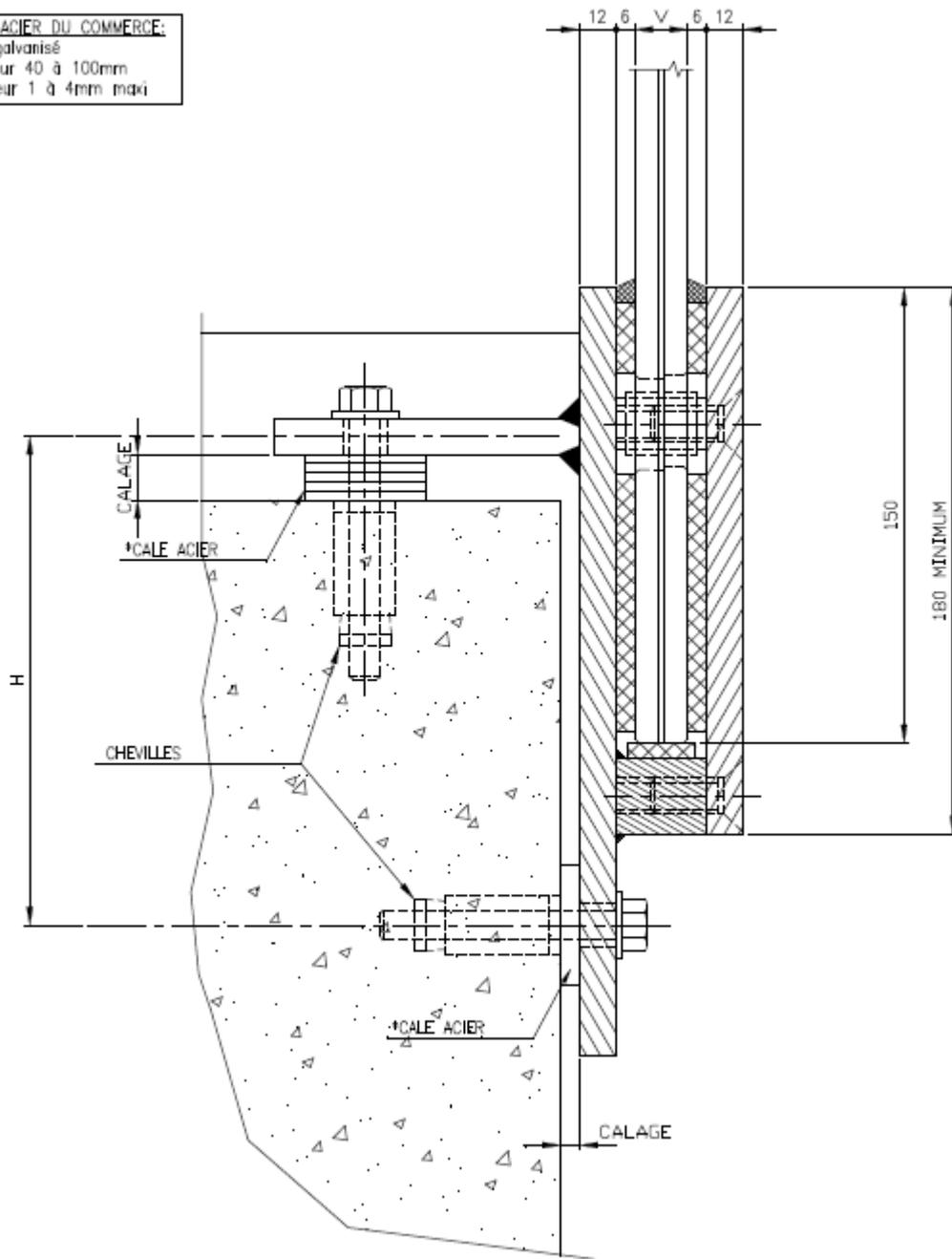


Figure 9 – Fixation par plat acier

\*CALE ACIER DU COMMERCE:  
acier galvanisé  
Longueur 40 à 100mm  
Épaisseur 1 à 4mm maxi

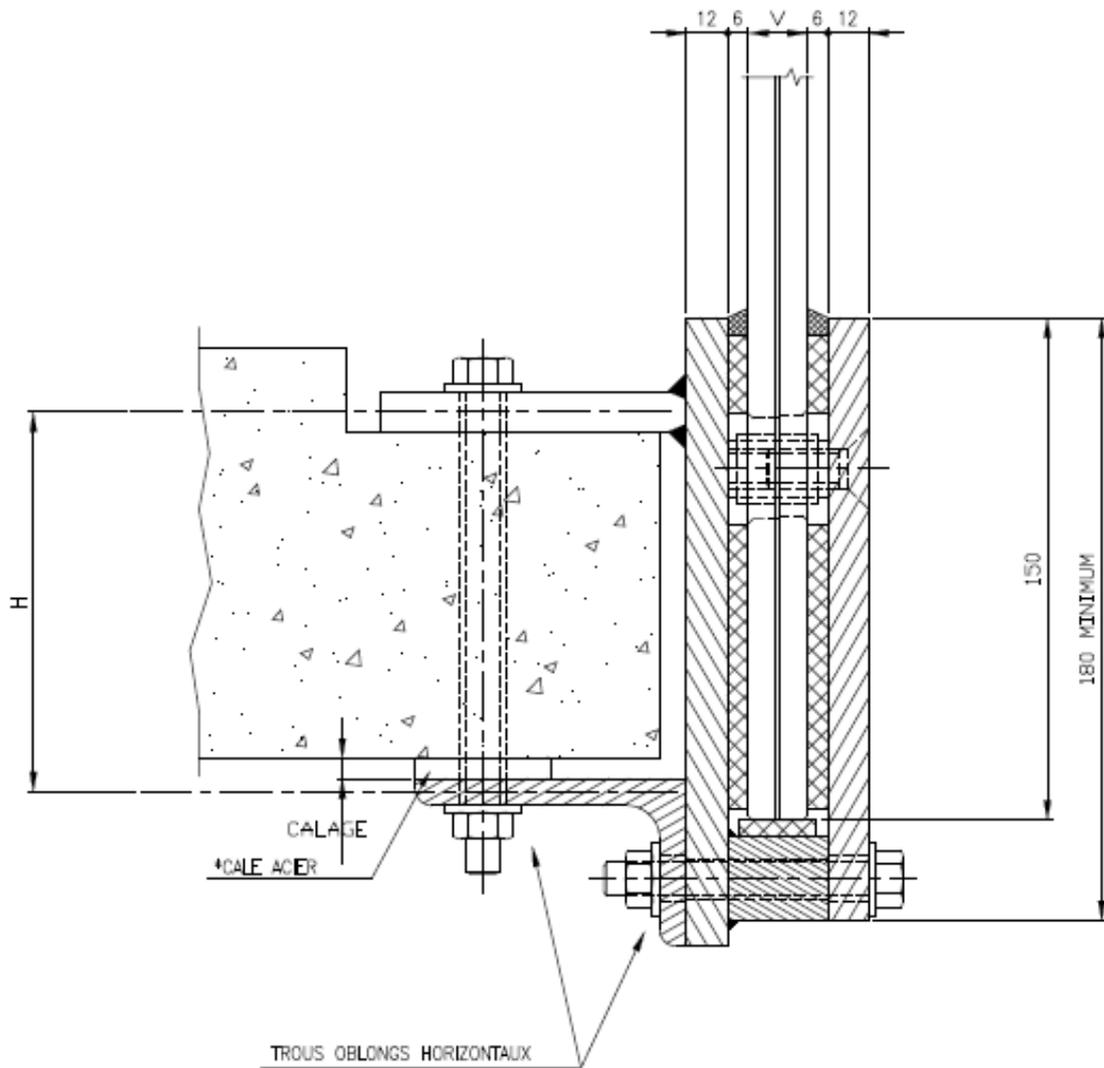
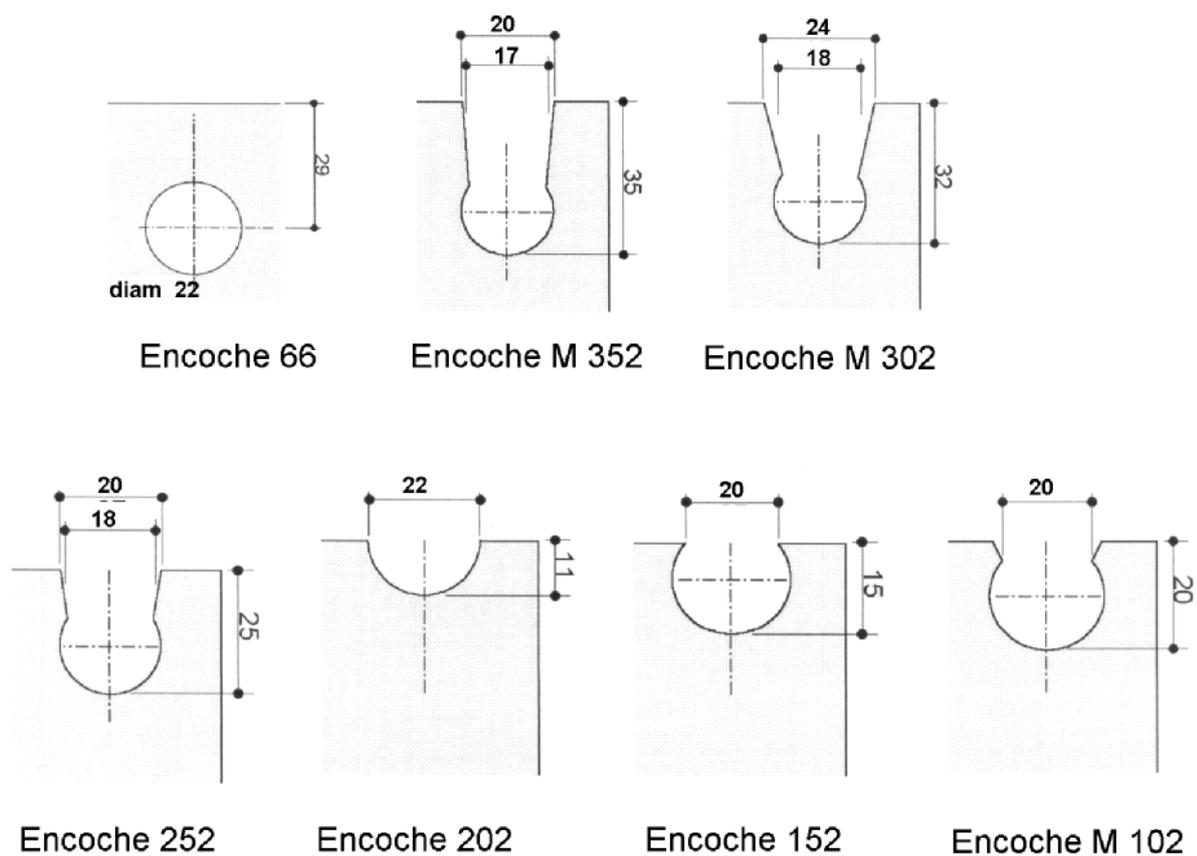


Figure 10 – Fixation par plat et cornière acier



*Figure 11 – Détail des encoches en rive haute du vitrage*

*Note : dans ces cas, la hauteur du vitrage doit être supérieure de 15 mm par rapport à la hauteur requise (cf § 3.4 du Dossier Technique).*

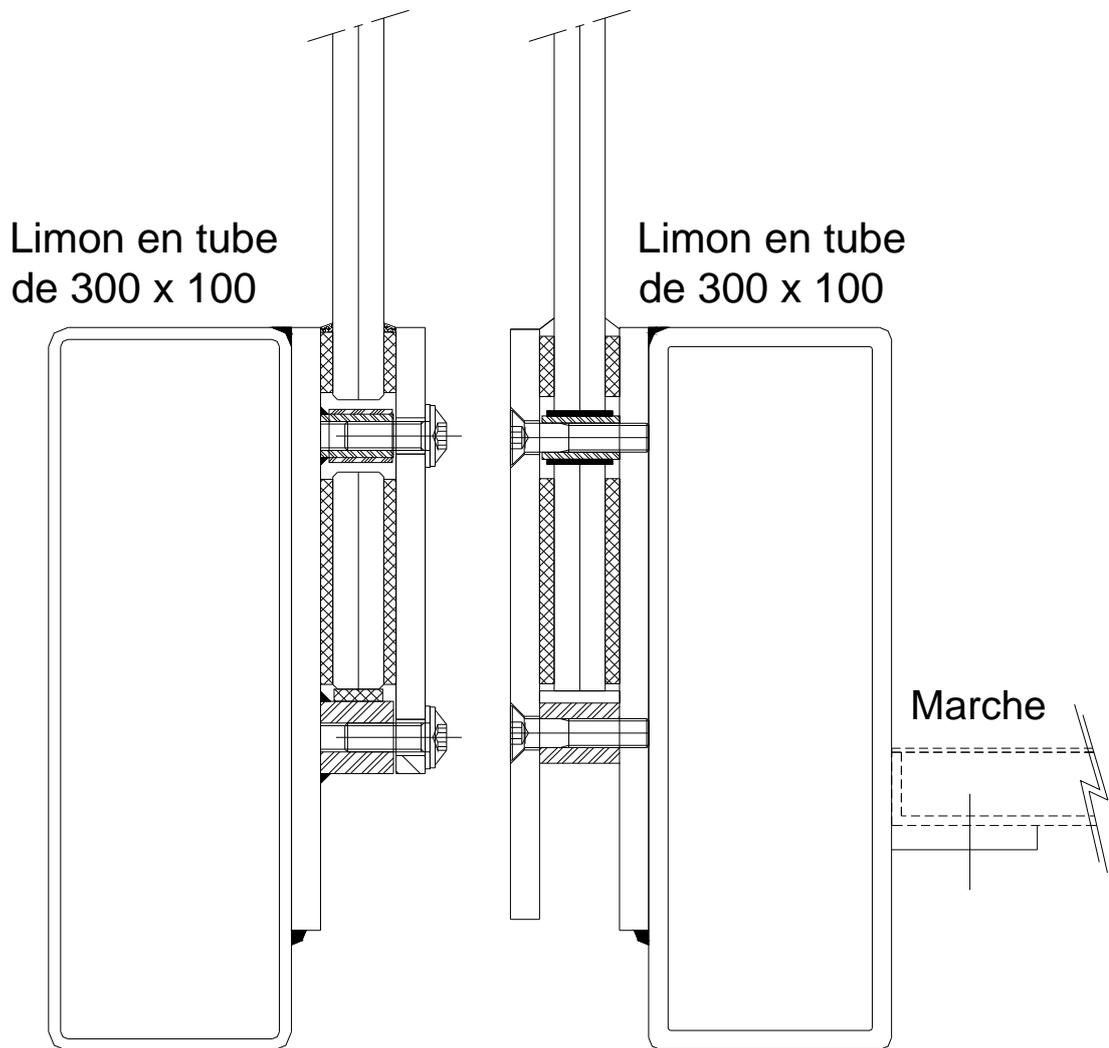
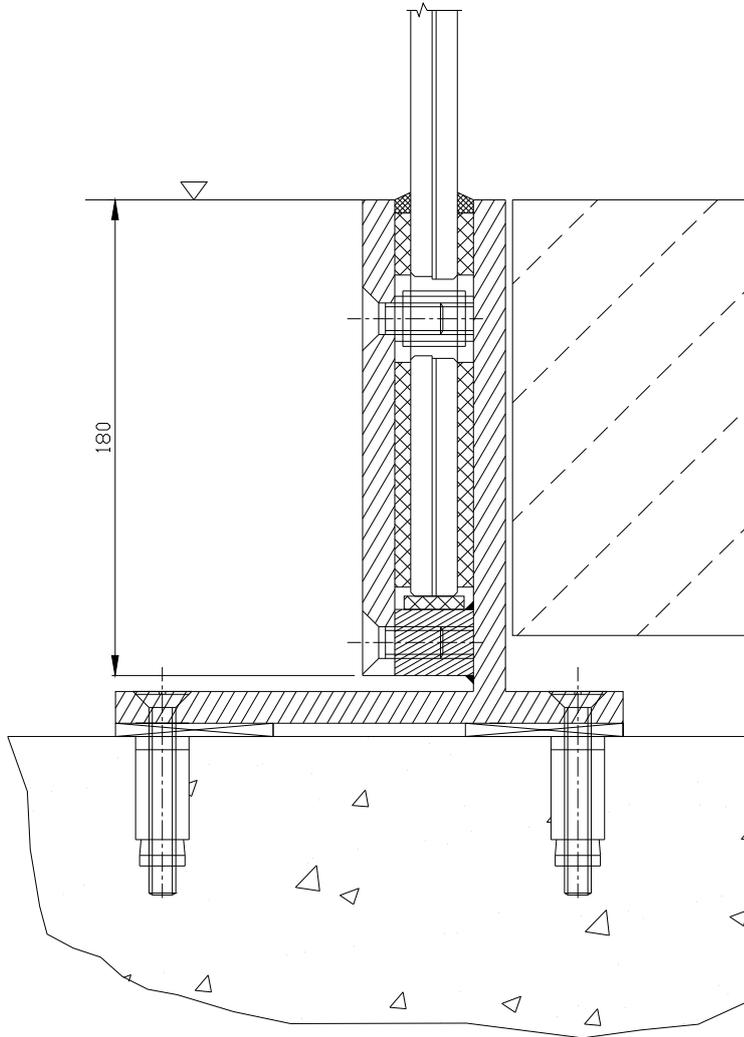


Figure 12 – Fixation sur tube métallique



*Figure 13 – Fixation à la française*

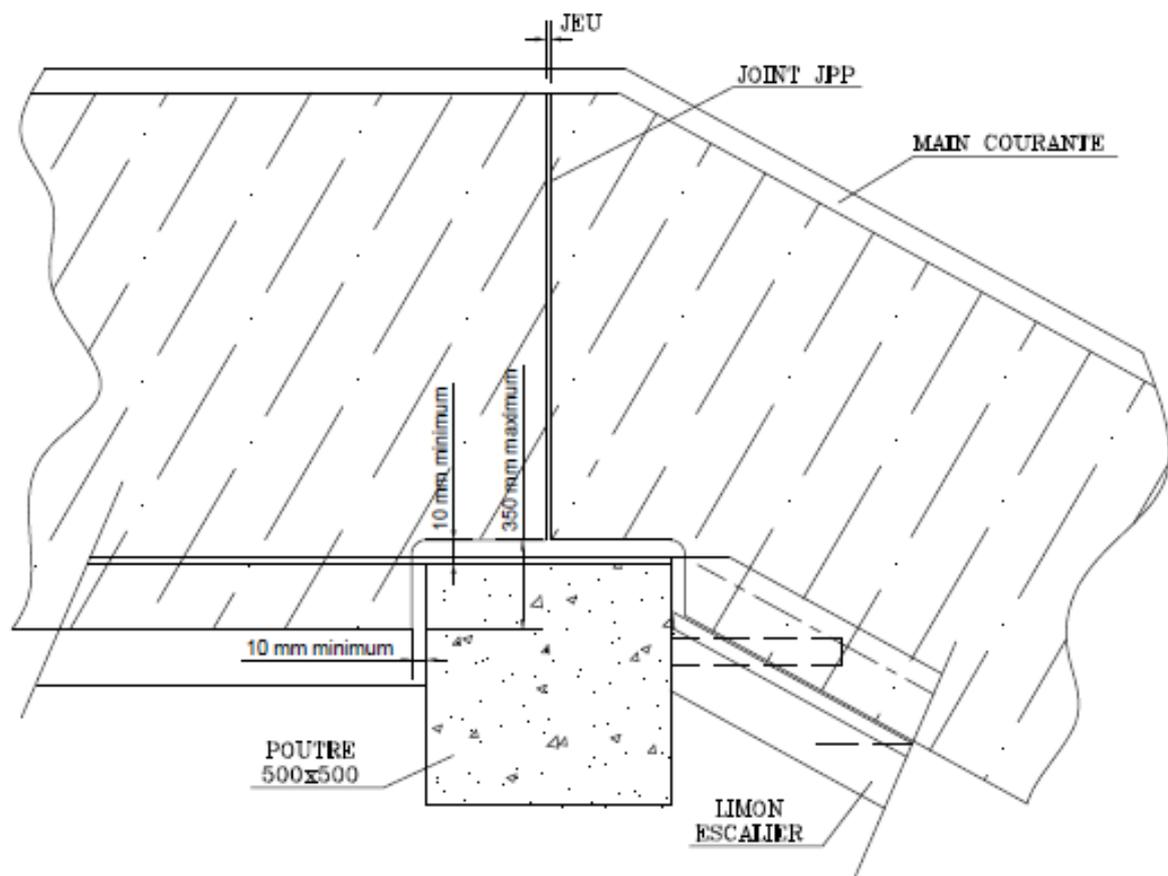


Figure 14 – Cas d'une encoche (pour passage poutre)

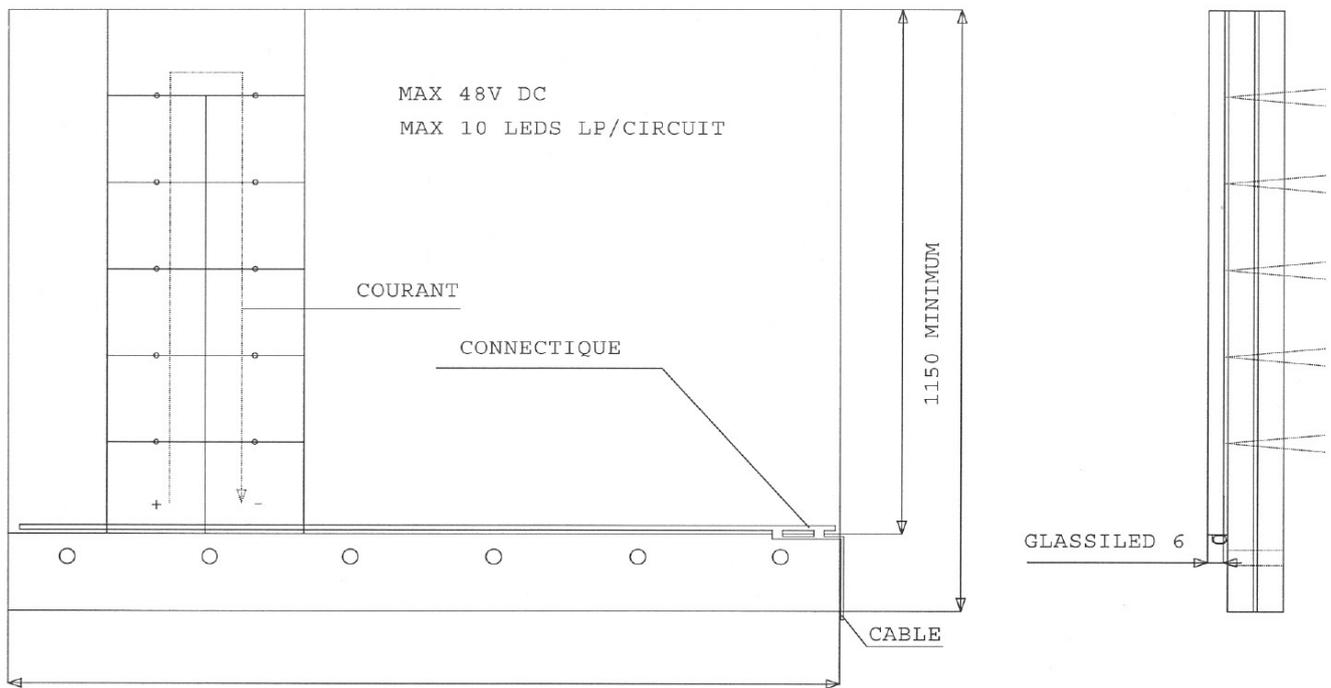
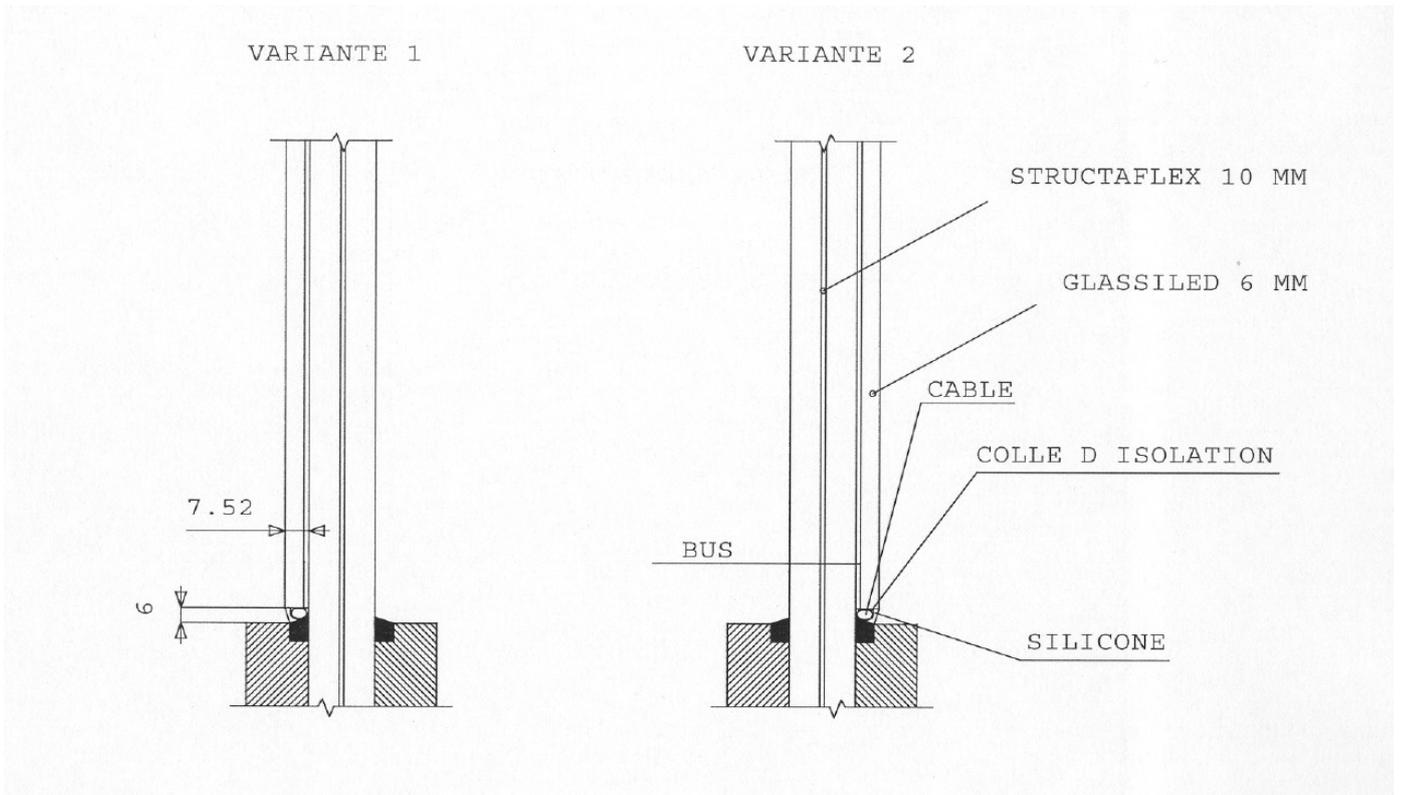


Figure 15 – Balustra L avec Glassiled - Principe



*Figure 16 – Détail câblage Glassiled*

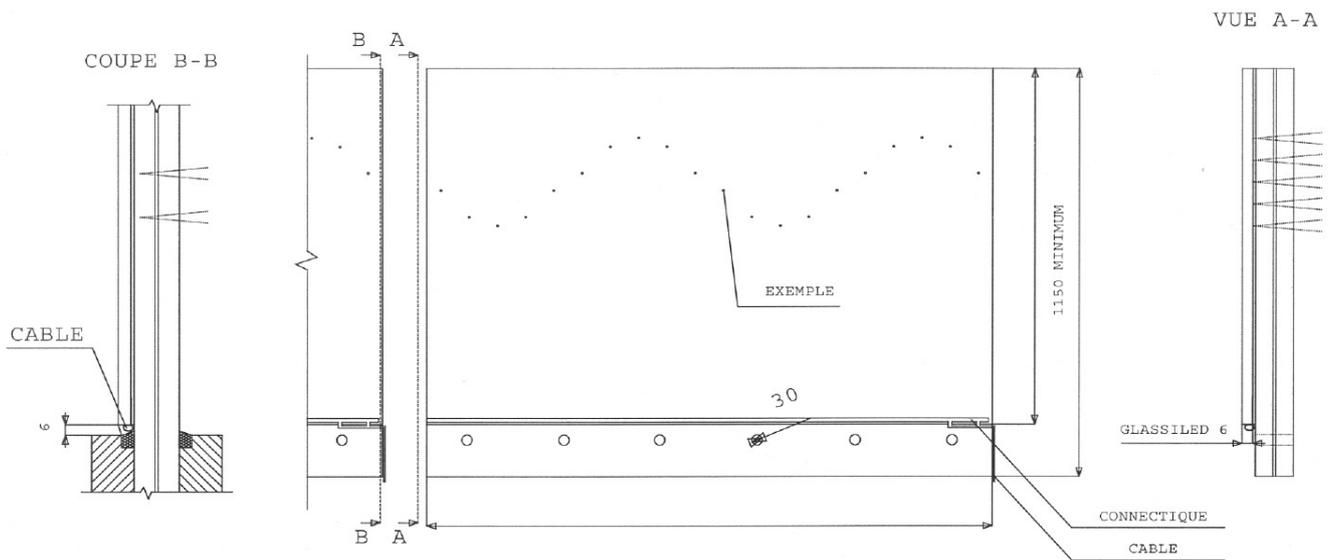


Figure 17 – Verre complet Balustra L Glassiled et câblage



Figure 18 – Exemples de marquage