

Avis Technique 2/09-1388

Annule et remplace l'Avis Technique 2/06-1197

Ouvrages en verre
Glass structures
Glasbauteile

Garde corps

BALUSTRA P

Titulaire : AGC France SAS
114 Bureaux de la Colline
FR-92213 Saint-Cloud Cedex

Tél. : 01 57 58 30 31
Fax : 01 57 58 31 63
E-mail : sales.france@eu.agc-flatglass.com
Internet : <http://www.yourglass.com>

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 2

Constructions, Façades et Cloisons Légères

Vu pour enregistrement le 28 janvier 2010



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 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 2 «Constructions, Façades et Cloisons Légères» de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné le 10 novembre 2009 le procédé BALUSTRA P présenté par la société AGC France SAS. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Garde-corps en verre tenu en pied par des pièces ponctuelles en acier, sans potelet, avec ou sans main courante.

1.2 Identification

Les vitrages sont marqués STRUCTAFLEX, complété d'un code correspondant à l'usine de fabrication (A, I, V ou S), 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 de garde-corps BALUSTRA P 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.

2.2 Appréciation sur le procédé

Stabilité

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

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.

2.3 Durabilité - Entretien

- Les matériaux employés permettent de compter sur une durabilité satisfaisante des garde-corps.
- Les pièces métalliques sont en acier inoxydable.
- Le système permet la dépose et le remplacement isolément d'un vitrage de garde-corps accidenté.

2.4 Fabrication

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

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

2.5 Mise en œuvre

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

2.6 Cahier des Prescriptions Techniques

2.61 Conditions de conception

Les DPM (Dossiers Particuliers du Marché) devront préciser le référentiel applicable relatif aux charges d'exploitation selon les normes mentionnées au tableau 2 du Dossier Technique.

AGC France doit apporter son assistance technique pour le dimensionnement.

- Le dimensionnement des vitrages doit être réalisé conformément au tableau du Dossier Technique.
- Le positionnement des trous et le choix de leur entraxe doit respecter la distance minimale des trous par rapport aux bords.
- Les pièces métalliques de fixation sont fournies par AGC France SAS.
- L'entreprise doit respecter les règles de l'art pour ce qui est des fixations au gros-œuvre.

- Les chevilles assurant la fixation des pièces sur le plancher support, doivent faire l'objet du marquage CE.

- 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.

2.62 Conditions concernant la fabrication

- Les garde-corps doivent être mis en œuvre sur un support plan de 200 mm de hauteur minimum.
- La fixation des pièces 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.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé BALUSTRA P, dans le domaine d'emploi accepté, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 novembre 2012.

Pour le Groupe Spécialisé n° 2
Le Président
M. KRIMM

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- Il s'agit de la première révision.
- Les documents particuliers du marché (DPM) devront préciser le référentiel applicable (NF P06-001 ou Eurocode 1). La résistance du procédé selon ces deux référentiels est donnée au tableau 2 du Dossier Technique.
- Le Groupe Spécialisé tient à préciser que l'utilisation de ce procédé dans les tribunes de stade 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 résistante 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 possible 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.
- Il est rappelé que les chevilles de fixation doivent faire l'objet d'un marquage CE et être justifiée au cas par cas, selon les modalités définies dans les Agréments Techniques Européens.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2
M. COSSAVELLA

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Description succincte

Garde-corps en verre tenu en pied par des pièces ponctuelles en acier sans potelet, avec ou sans main courante.

2. Matériaux

2.1 Produits verriers

Vitrages feuilletés STRATOBEL (intercalaire PVB clair ou coloré) 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.

Tous les vitrages sont plans, trempés, avec traitement HST selon la norme NF EN 14179.

Composition 12.12/4 ou 15.15/4 avec PVB constitués de verres clairs ou colorés, avec ou sans couche pyrolytique (en face 1 ou 4 ou encore 1 et 4), selon la disponibilité des produits.

2.2 Pièces de maintien

- Corps fixe (repère 1) en acier inoxydable 1.4404 X2CrNiMo17.12.2 (316L) ou 1.4301 X5CrNi18.10 (304) selon la norme NF EN 10088-2, de diamètre extérieur 65 mm avec taraudage intérieur.
- Corps intermédiaire (repère 2) en acier inoxydable 1.4404 X2CrNiMo17.12.2 (316L) ou 1.4301 X5CrNi18.10 (304) selon la norme NF EN 10088-2, comportant une entretoise de longueur variable.
- Bagues de protection (repère 6) en PEHD de diamètre extérieur 22 mm, longueur 24 ou 30 mm selon épaisseur du verre.
- Bagues de centrage (repère 5) en PEHD de diamètre extérieur 25.8 mm, longueur 24 ou 30 mm selon épaisseur du verre.
- Rondelles polychloroprène 60 DIDD (repère 4), d'épaisseur 5 mm.
- Vis de serrage (repère 3) M12, en acier inoxydable 1.4404 X2CrNiMo17.12.2 (316L) ou 1.4301 X5CrNi18.10 (304) selon la norme NF EN 10088-2, diamètre de la tête de 65 mm.

2.3 Calage

- Assuré par l'entretoise acier et deux bagues de diamètre 24.5 mm, en PEHD, de longueur 24 ou 30 mm selon épaisseur du verre. Elles sont placées dans les trous hauts les plus proches des bords verticaux.

2.4 Autres matériaux (optionnels)

- Mastic d'étanchéité, à disposer verticalement entre deux éléments verriers, à base de silicone bénéficiant du label SNJF et pour lequel la compatibilité avec l'intercalaire PVB aura été vérifiée.
- Main courante : lisse et dispositif de fixation sur le vitrage non fournis par AGC France.

3. Eléments

3.1 Principe de maintien

Le garde-corps en verre est encastré en pied par deux rangées de pièces ponctuelles.

Les vitrages comportent généralement à 70 mm et à 190 mm de la rive inférieure des trous cylindriques \varnothing 30 mm (+0.5/-0) à bords chanfreinés avec un entraxe horizontal de 200 à 400 mm. Les trous hauts les plus proches des bords verticaux ont un diamètre 27 mm.

La distance maximale entre un trou de fixation et le bord verticale est :

- soit de 100 mm avec vitrage 12.12,
- soit de 200 mm avec 15.15.

Les vitrages sont façonnés JPP.

Ils sont maintenus par serrage entre le corps intermédiaire et la vis. Le serrage est effectué par une clé à ergots, le couple est limité du fait de la présence d'une entretoise. Des garnitures en polychloroprène sont interposées entre le corps fixes ou de serrage et le verre. Une bague en PEHD évite le contact entre douille métallique et vitrage.

En variante, les entraxes verticaux sont, à la demande et sous réserve des caractéristiques des chevilles utilisées, possibles de 120 mm minimum à 200 mm maximum.

Ces dispositions s'appliquent aussi dans le cas d'un garde-corps en rampant.

3.2 Serrage du vitrage

Un serrage homogène en fonction de l'épaisseur des vitrages est assuré par les caractéristiques de l'entretoise de longueur variable et de la vis de serrage.

Tableau 1 – Serrage du vitrage

Composition vitrage	Épaisseur en mm	Longueur totale d'entretoise
12.12/4	25,5 ± 0.6	24
15.15/4	31.5 ± 1.0	30

3.3 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 le principe de calage par entretoise et bagues permet d'immobiliser le vitrage. Par ailleurs, les dispositions sont identiques à celles des garde-corps horizontaux.

3.4 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. 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 10). 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 conformé de manière à protéger l'intercalaire de l'humidité.
- Dans le cas de vitrages de hauteur de protection supérieure à 1 m, ou lorsque c'est nécessaire, une barre d'appui en console peut être fixée sur le vitrage par vissage au travers de trous \varnothing 14 mm ou \varnothing 16 mm espacés d'environ 500 mm.

3.5 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 2 ci-après, en référence à la norme NF P 06-001 ou à l'Eurocode 1.

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 normal P_n (kN/m²) vérifie la relation suivante :

$$P_n > 2 Q/H^2, \text{ cas où } a=1\text{m.}$$

Où Q en kN/m est la charge d'exploitation définie dans la norme NF P 01-013, appliquée à 1m de hauteur= a .

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 a supérieure à 1 m, l'épaisseur du verre serait à multiplier par un coefficient égal à a en m.

Si $P_n \leq 2Qa/H^2$, pas de vérification particulière.

Tableau 2 – Largeurs minimales (m) au regard de la déformation, de la résistance aux chocs et de la résistance sous charge horizontale

Usages	NFP 06-001	Catégories selon NF EN 1991-1 et 1991-2, et NF P06-111-2/A1	Vitrage clair Largeur minimale (m)
1,0 kN/m 12.12 15.15	ERP	C1 à C4 D	1,10
			0,90
1,70 kN/m 12.12 15.15	Tribune de stade	—————	Impossible
			0,90

4. Fabrication - Contrôles

4.1 Fabrication des vitrages

Les vitrages trempés sont fabriqués par les filiales architecturales d'AGC France SAS :

- AGC IVB – MERY/SEINE (10),
- AGC AIV – FOUGERES (35),
- AGC USE – SAINT PRIEST (69),
- AGC Siglaver – NIORT (79).

La fabrication comporte les étapes suivantes :

- Découpe aux dimensions.
- Façonnage JPP.
- Percement tous les 200 à 400 mm (trous cylindriques Ø 30 mm à bords chanfreinés) et à 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.
- Les verres sont marqués «STRUCTAFLEX + site» par sérigraphie émail dans un angle.
- Traitement Heat Soak selon EN 14179.
- Repérage d'angle à chaque étape pour faciliter l'assemblage par PVB et l'appairage des volumes.
- Tolérances :

- Dimensions : $\begin{matrix} +0 \\ -2 \end{matrix}$ 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 : ≤ 2 mm/m,
- flèche : ≤ 1 mm/m
- planéité : ≤ 1 mm/m.

Les vitrages feuilletés PVB sont assemblés par AGC IVB, AGC VSE ou AGC Siglaver (normes NF EN ISO 12543 1-6 et EN 14449)

Le nombre de films intercalaires est de 4 (PVB).

- Tolérances d'assemblage :
 - alignement des bords ≤ 1 mm,
 - coaxialité des trous ≤ 1 mm

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 9bis).

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 2, 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.

4.2 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 HST.
 - Contrôles de planéité.
 - Contrôle d'alignement des bords et des trous.

4.3 Fabrication des pièces

Les pièces sont spécifiques au procédé, elles sont fabriquées par deux fournisseurs référencés par AGC.

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

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

Ces éléments sont fournis par AGC France.

5. Mise en oeuvre

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

5.1 Fixation des corps fixes 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.

Dans les cas courant, la rive basse du vitrage doit être au maximum à 260mm (70+120+70 selon figure 1) du niveau du sol fini, et dans tous les cas la rangée inférieure de percement dans le verre doit être au maximum à 190 mm (70+120) du niveau du sol fini, ou 70 + entraxe en variante.

Les corps fixes sont vissés par boulon M12 dans le support. Dans tous les cas, un calage est prévu entre le corps fixe et le gros-œuvre support.

- Cas de supports acier ou rails d'ancrage scellés dans le béton
Les rails d'ancrage et leurs pattes d'ancrage sont pré-scellés dans le béton conformément aux préconisations du fabricant.

Dans ce cas, une plaque ponctuelle en acier d'épaisseur supérieure à 12 mm peut être interposée pour permettre l'intégration d'un boulon.

Les supports métalliques comportent des trous oblongs pour le réglage des garde-corps. Il appartient à l'entreprise de vérifier la non déformation de ce support sous les sollicitations prévues.

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.

- Cas d'une fixation par cheville dans le béton

Le corps fixe est solidarisé 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.

5.2 Mise en oeuvre des garde-corps

- Alignement horizontal et vertical des corps fixes (fil à plomb visuel, optique ou règle).
- Positionnement des corps intermédiaires et serrage à la clé.
- Mise en place des rondelles chloroprène intérieures, puis des bagues en respectant pour les deux positions extrêmes les diamètres prévus.
- Montage de la rondelle chloroprène sur les vis de serrage.
- Mise en place des vitrages. Le jeu entre vitrages adjacents doit être au minimum de celui défini au tableau 3 ci-après.

Tableau 3 – Jeu minimum entre vitrages adjacents

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

- Positionnement des vis de serrage.
- Serrage des vis.
- Indéssérabilité des fixations par colle de type Loctite.

- Finitions dont notamment la mise en œuvre d'un cordon de mastic d'étanchéité et mise en place de la main courante le cas échéant.

6. Entretien - Maintenance

- En cas de rupture de l'un des composants verriers : remplacement immédiat du garde-corps endommagé. Des mesures conservatrices sont à prévoir dans l'intervalle.
- Entretien régulier des garnitures d'étanchéité.
- Nettoyage régulier des vitrages.

B. Résultats expérimentaux

- Essai de résistance d'un élément du garde-corps selon le *Cahier du CSTB 3034* – Rapport d'essai n° CL05-108*mod01.

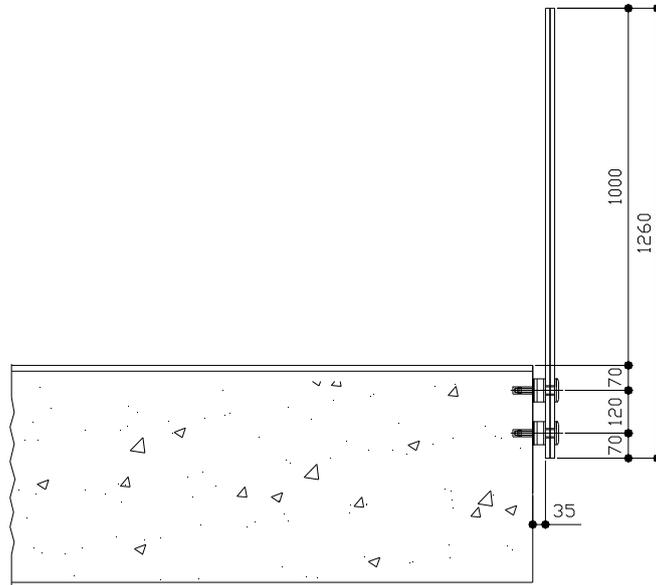
- Essai de résistance d'un élément du garde-corps selon le *Cahier du CSTB 3034* – Rapport d'essai n° CL06-024.

- Essai de résistance d'un élément du garde-corps selon le *Cahier du CSTB 3034* – Rapport d'essai n° CL06-26000400.

C. Références

300 m² de surface ont été réalisés en 2007-2008 avec ce procédé.

Tableaux et figures du Dossier Technique



COUPE AA

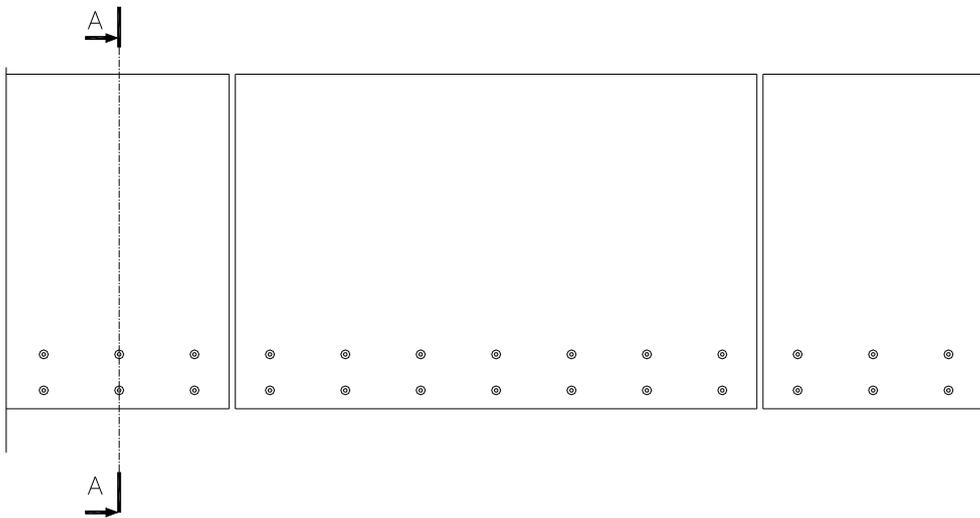


Figure 1 – Vue d'ensemble

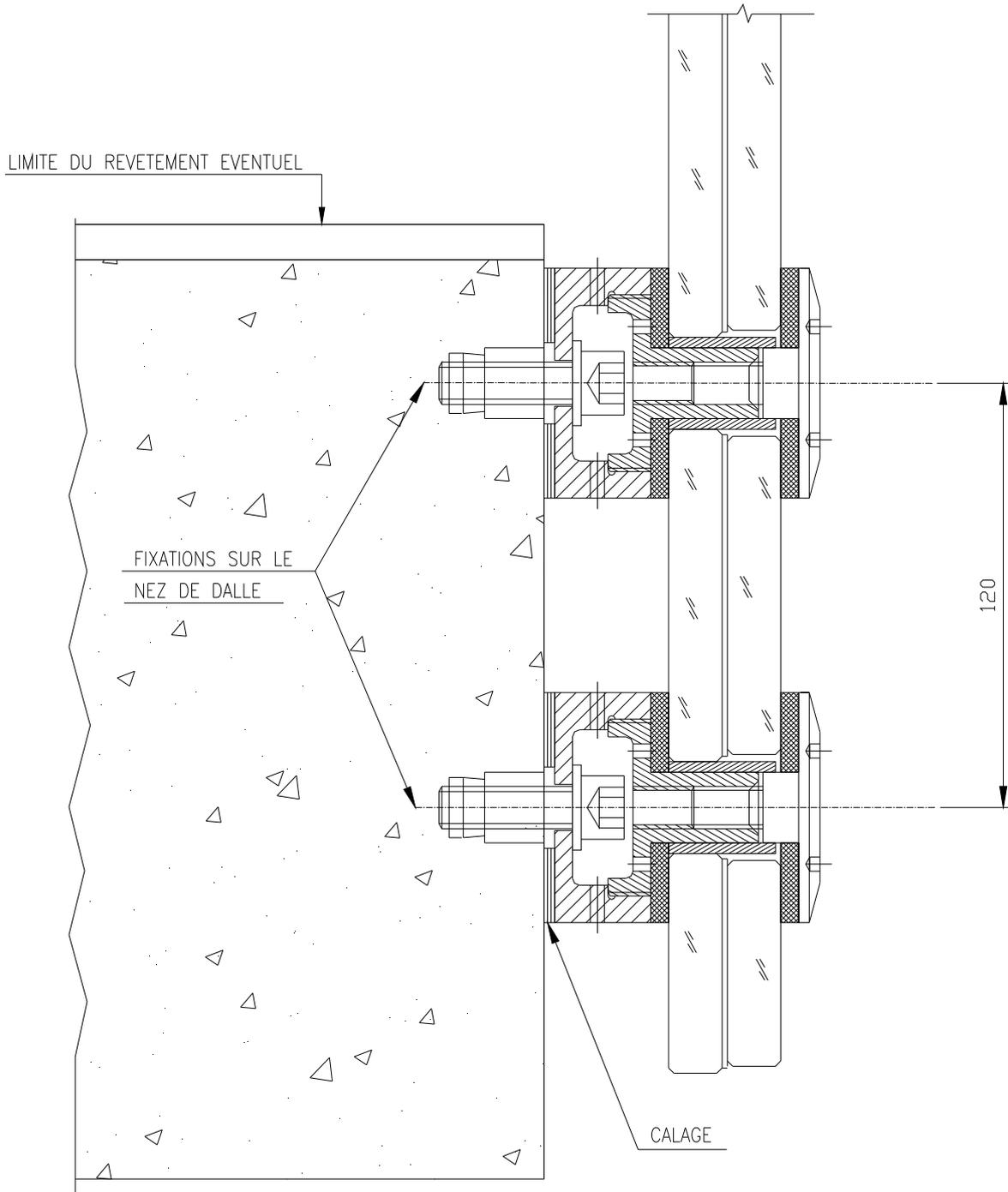
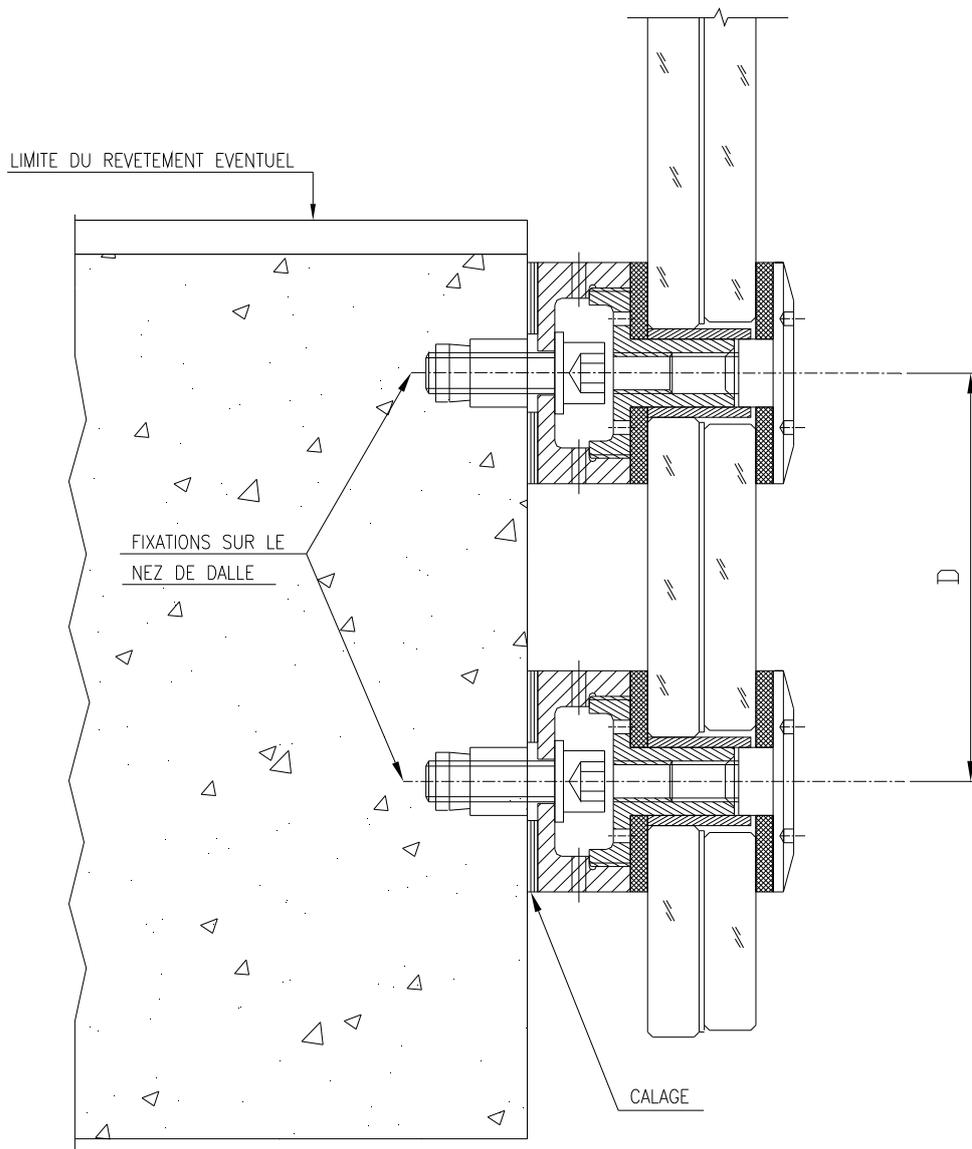


Figure 2 – Fixation sur béton



Dmin = 120 mm
ou suivant cheville

Dmax = 200 mm

Figure 2bis - Fixation sur béton (variante)

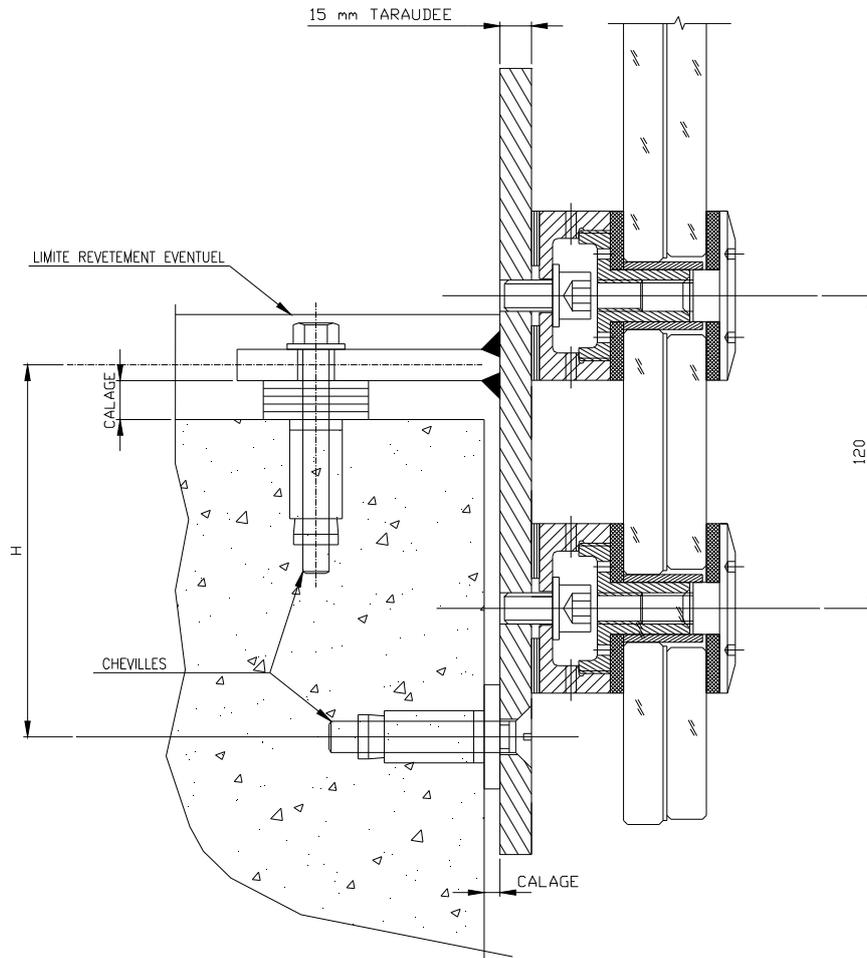


Figure 3 – Fixation sur plat acier

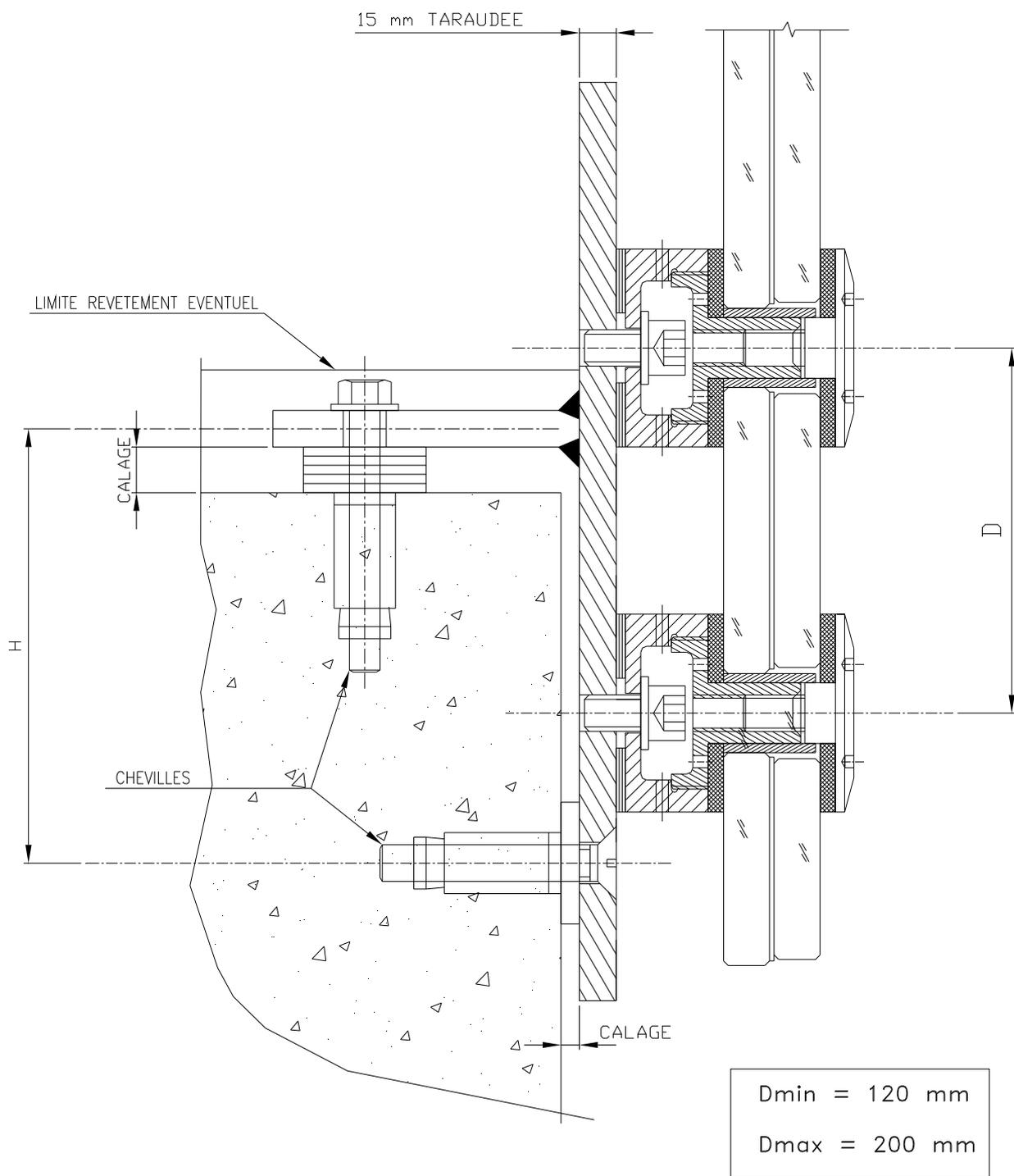
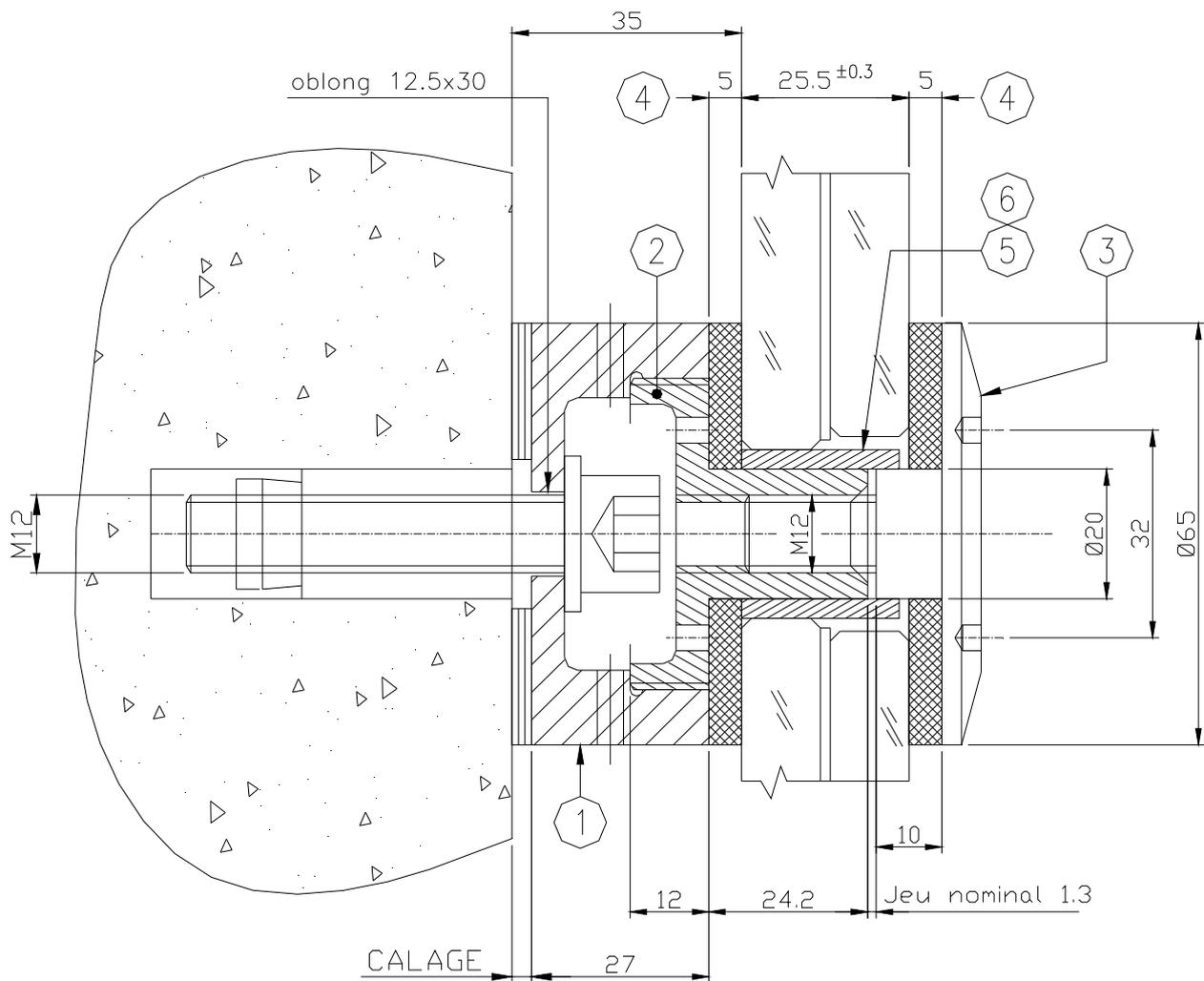


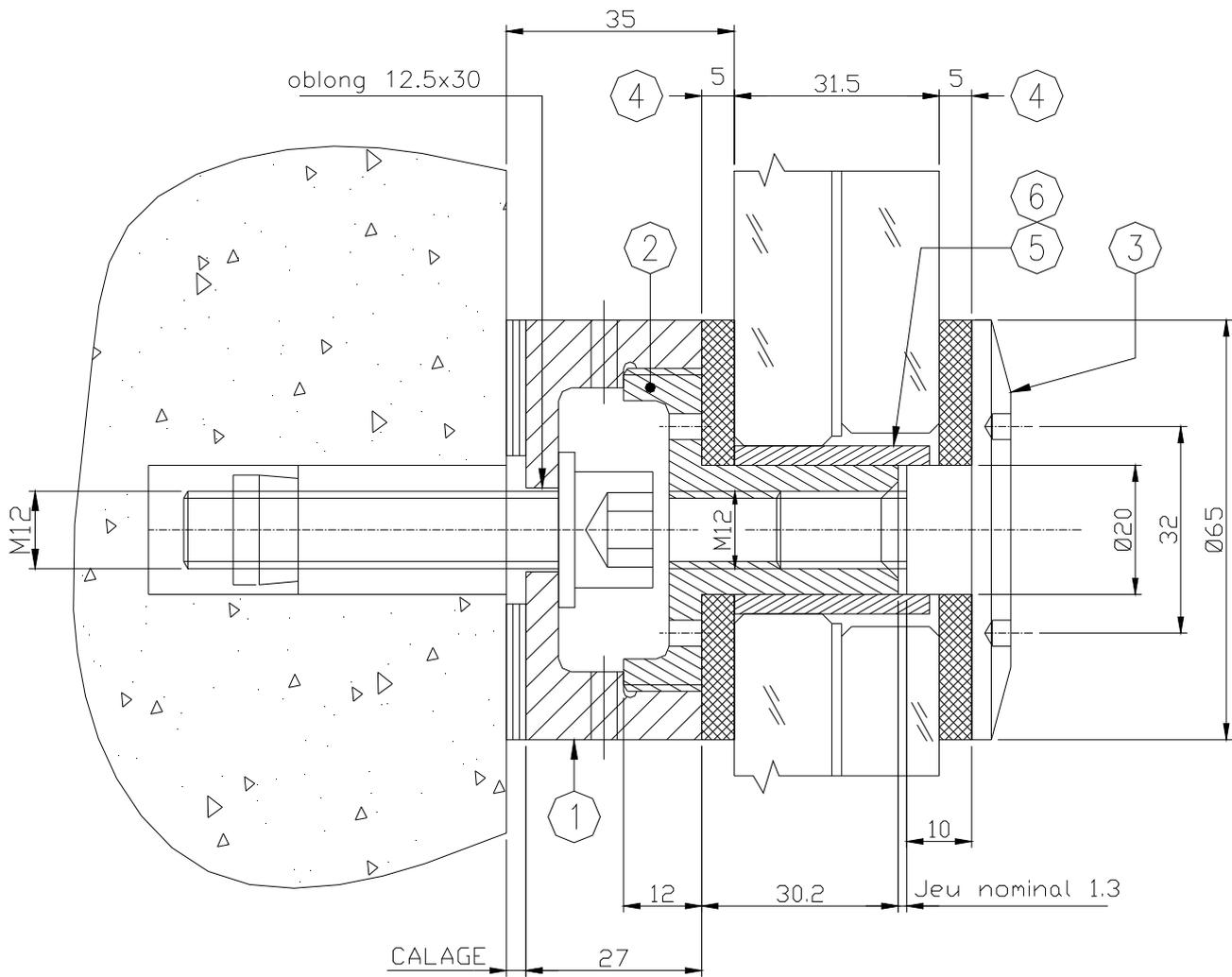
Figure 3bis – Fixation sur plat acier



NOTA : POUR CHAQUE VITRAGE IL FAUT PREVOIR 2 FIXATIONS AVEC BAGUE DE CENTRAGE Rep. 5 ET LES AUTRES AVEC BAGUE Rep. 6

6	1	BAGUE DE PROTECTION	∅22x20 LG 24	PEHD 500	
5	1	BAGUE DE CENTRAGE	∅24.5x20 LG 24	PEHD 500	
4	2	RONDELLE	∅65x20 EP 5	NEOPRENE 60 SHORE	
3	1	VIS DE SERRAGE		X ₂ Cr Ni Mo 17.12.2 (316L)	
2	1	PIECE INTERMEDIAIRE		X ₂ Cr Ni Mo 17.12.2 (316L)	
1	1	CORPS FIXE		X ₂ Cr Ni Mo 17.12.2 (316L)	
REPERE	NOMBRE	DESIGNATION		MATIERE	OBSERVATIONS
NOMENCLATURE POUR 1 FIXATION					

Figure 4 – Plan d'ensemble - Fixation vitrage 12.12.4



NOTA : POUR CHAQUE VITRAGE IL FAUT PREVOIR 2 FIXATIONS AVEC BAGUE DE CENTRAGE Rep. 5 ET LES AUTRES AVEC BAGUE Rep. 6

6	1	BAGUE DE PROTECTION	∅22x20 LG 30	PEHD 500	
5	1	BAGUE DE CENTRAGE	∅24.5x20 LG 30	PEHD 500	
4	2	RONDELLE	∅65x20 EP 5	NEOPRENE 60 SHORE	
3	1	VIS DE SERRAGE		X ₂ Cr Ni Mo 17.12.2 (316L)	
2	1	PIECE INTERMEDIAIRE		X ₂ Cr Ni Mo 17.12.2 (316L)	
1	1	CORPS FIXE		X ₂ Cr Ni Mo 17.12.2 (316L)	
REPERE	NOMBRE	DESIGNATION		MATIERE	OBSERVATIONS
NOMENCLATURE POUR 1 FIXATION					

Figure 5 – Plan d'ensemble - Fixation vitrage 15.15.4

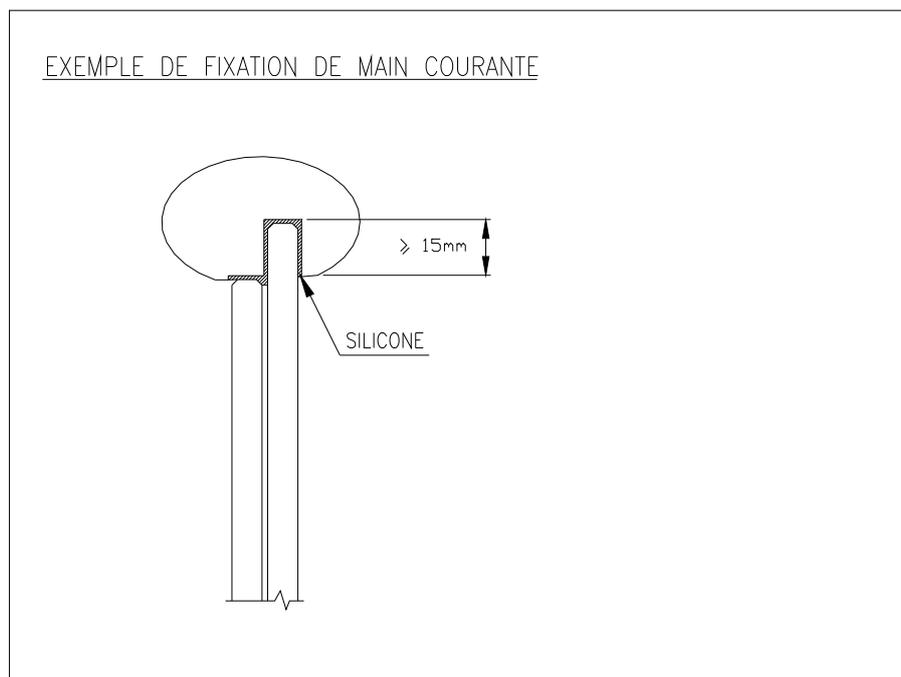
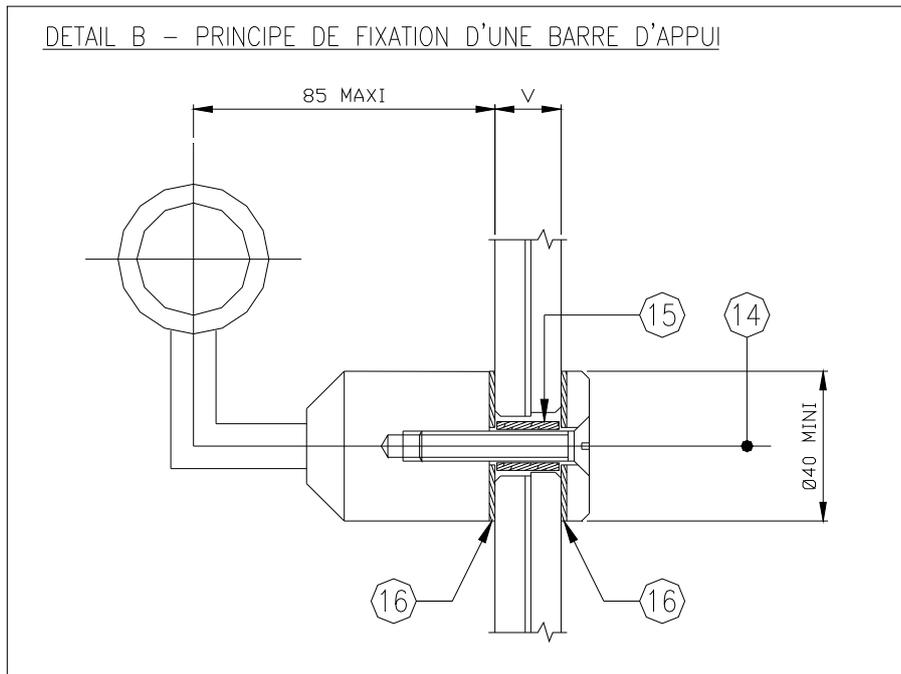


Figure 6 – Exemples de Fixation de barre d'appui ou de main courante

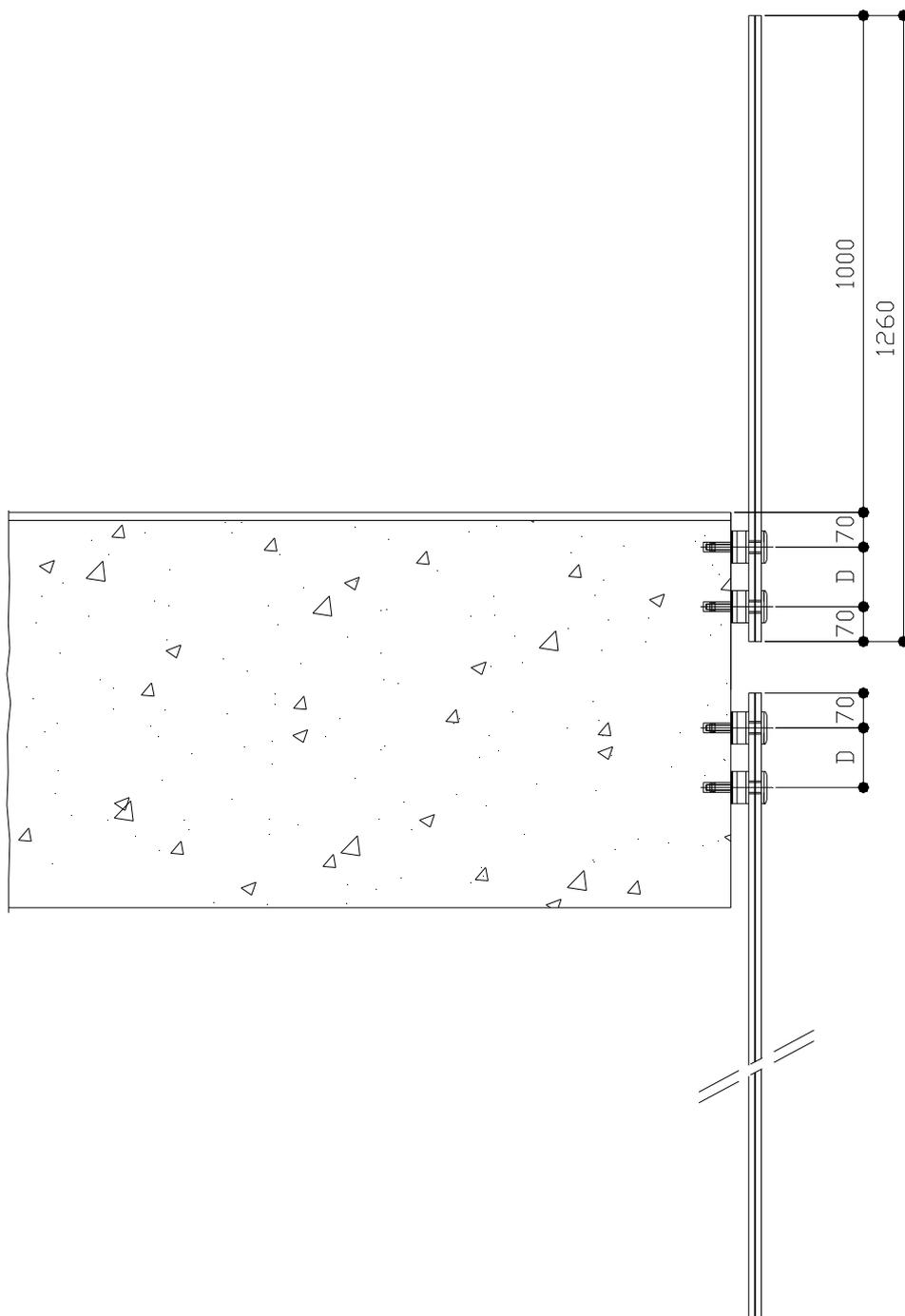


Figure 6bis – Exemple de montage Balustrade suspendue

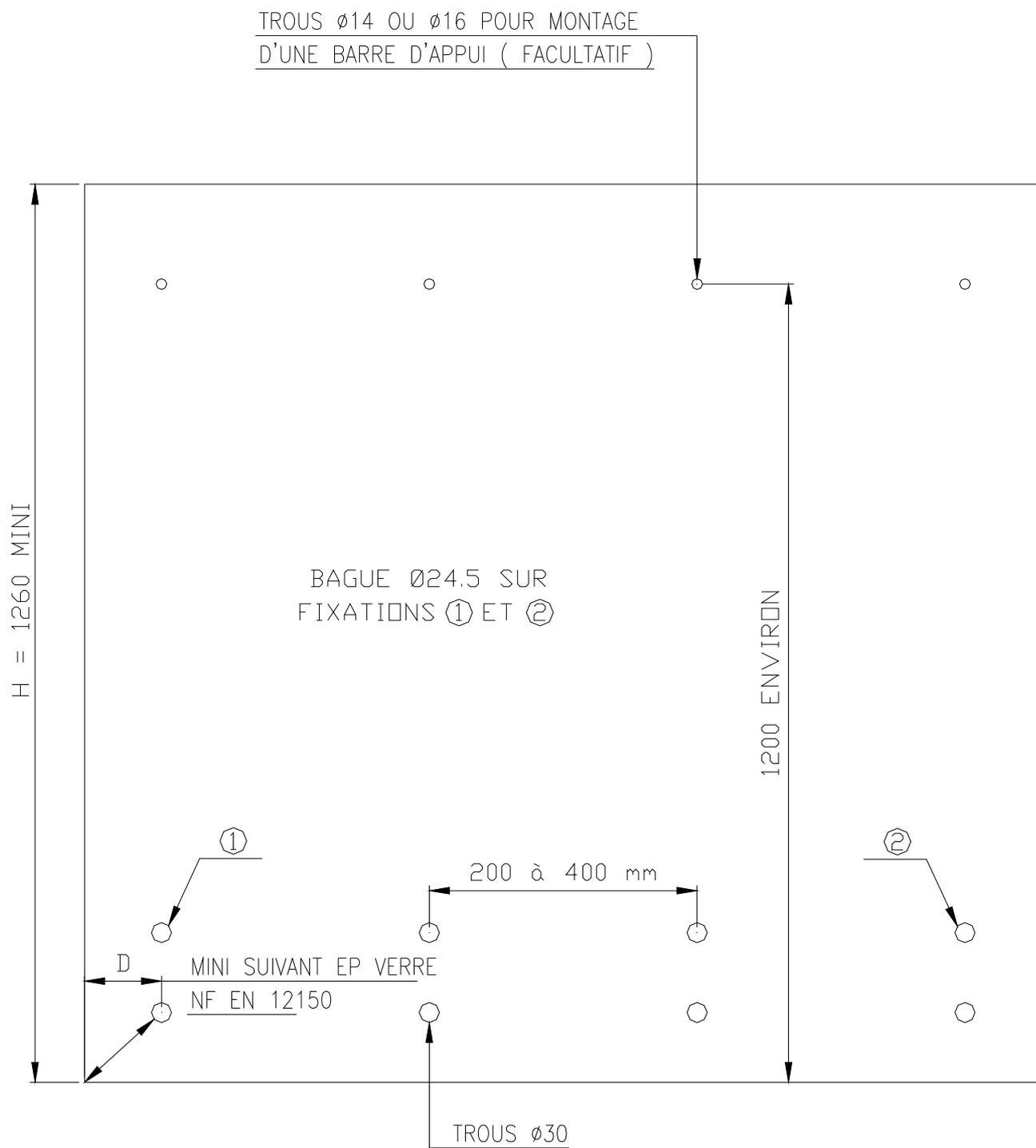


Figure 7 – Vitrage Balustrade P

ENCOCHES M102, 152, 202, 252, M302, M352
ou ENCOCHES 66 (FACULTATIF)

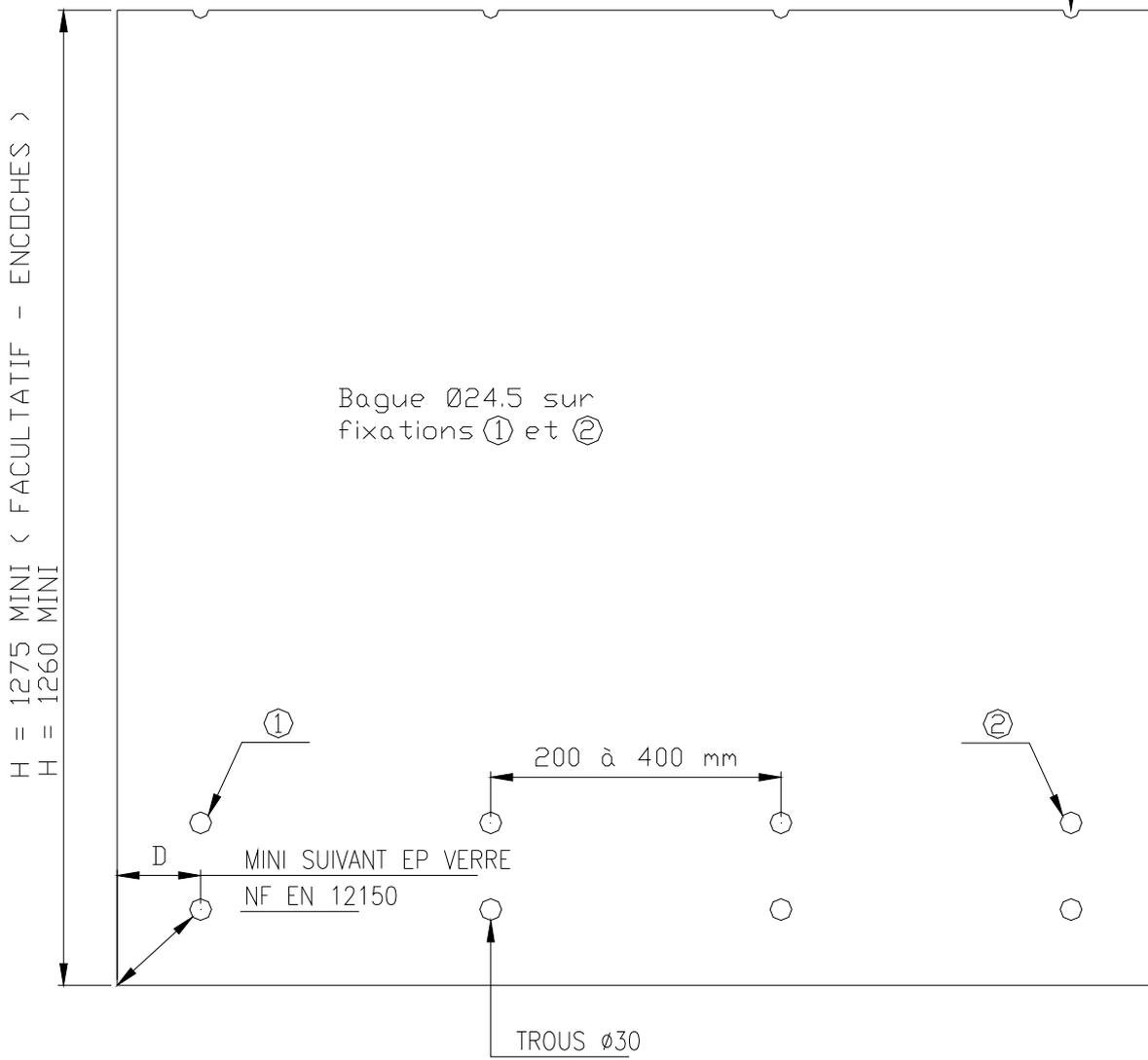


Figure 8 – Vitrage Balustra P

TROUS $\varnothing 14$ OU $\varnothing 16$ POUR MONTAGE
D'UNE BARRE D'APPUI (FACULTATIF)

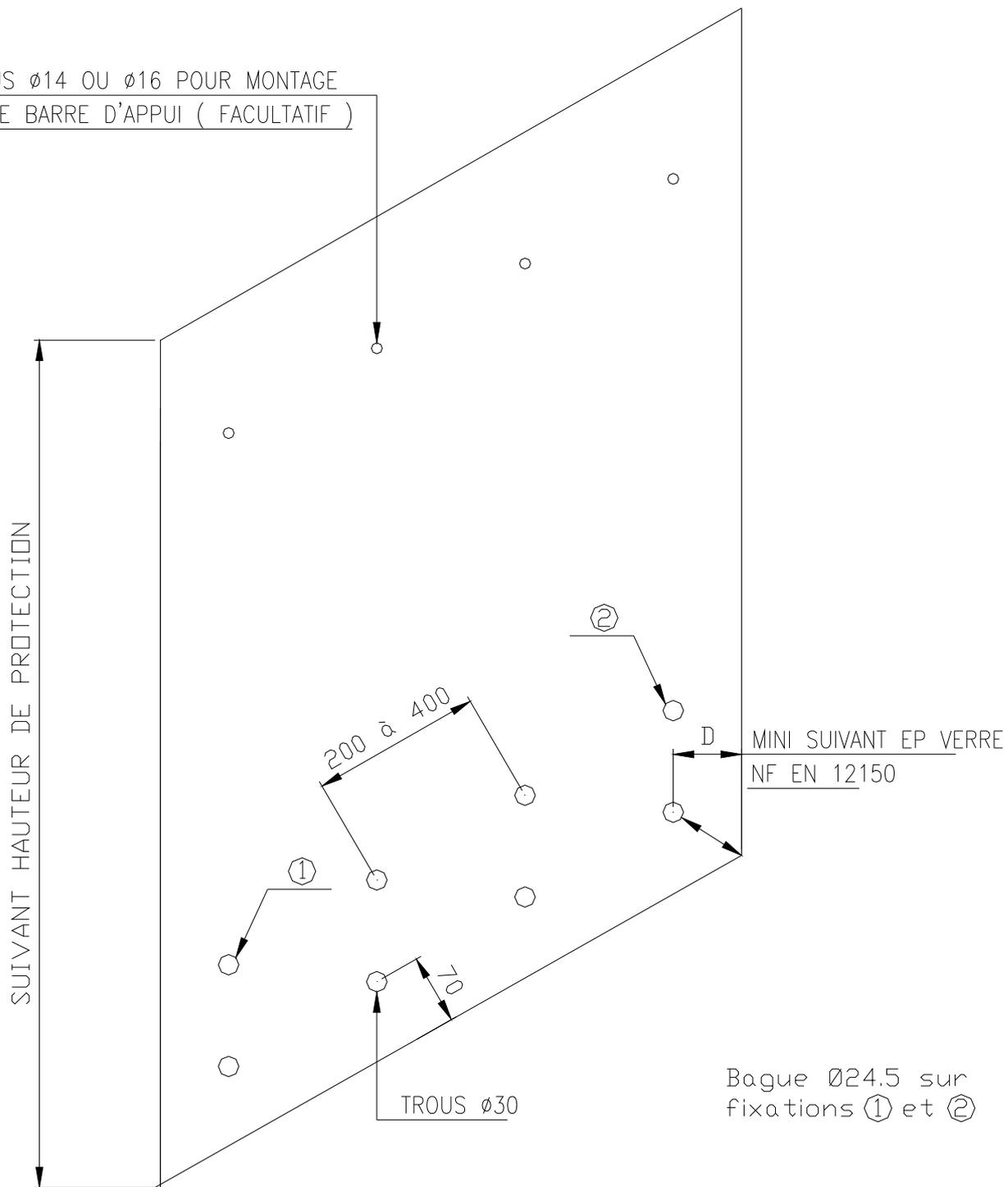


Figure 9 – Vitrage Balustrade P pour rampant

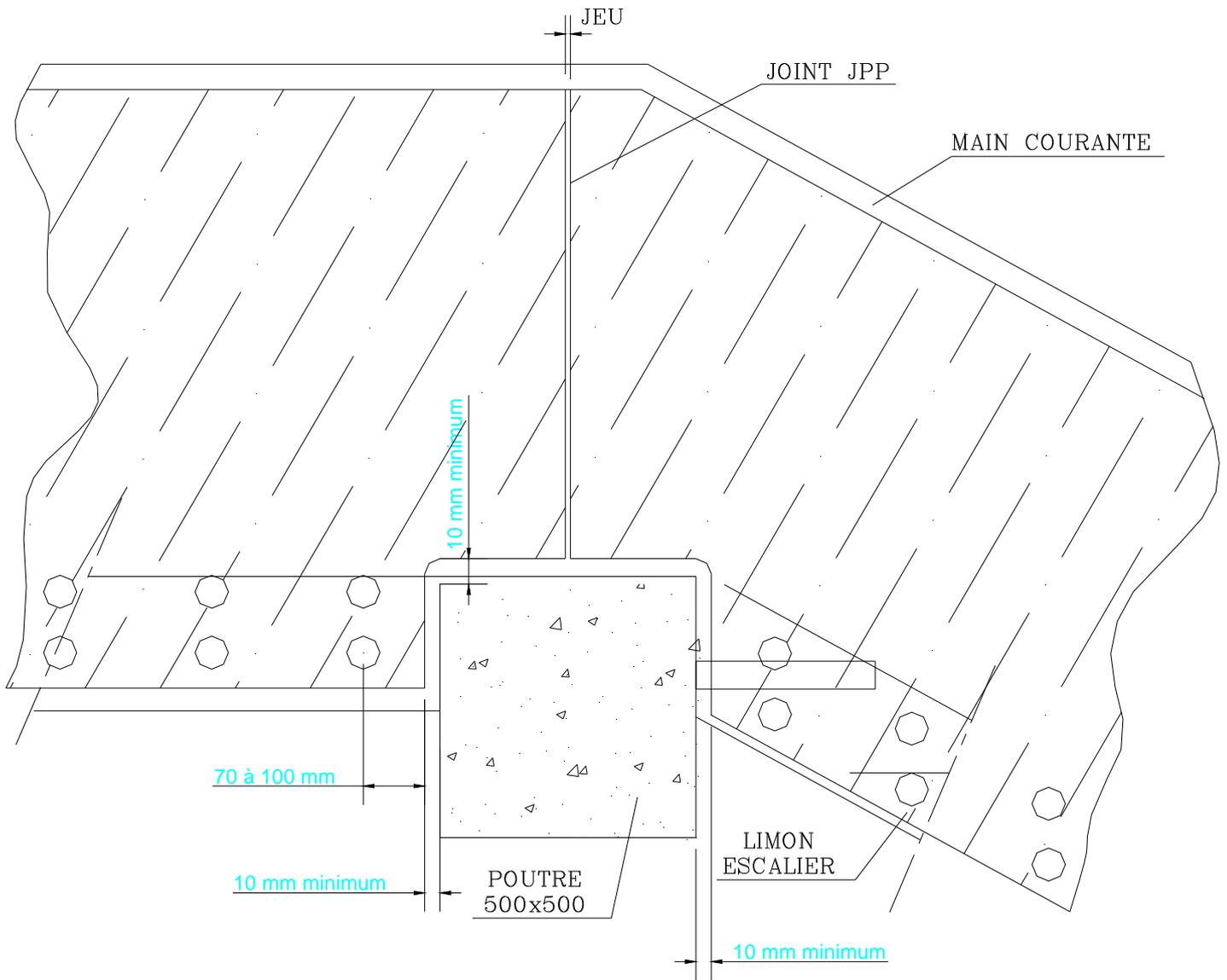


Figure 9bis – Cas d’une encoche (pour passage de poutre)

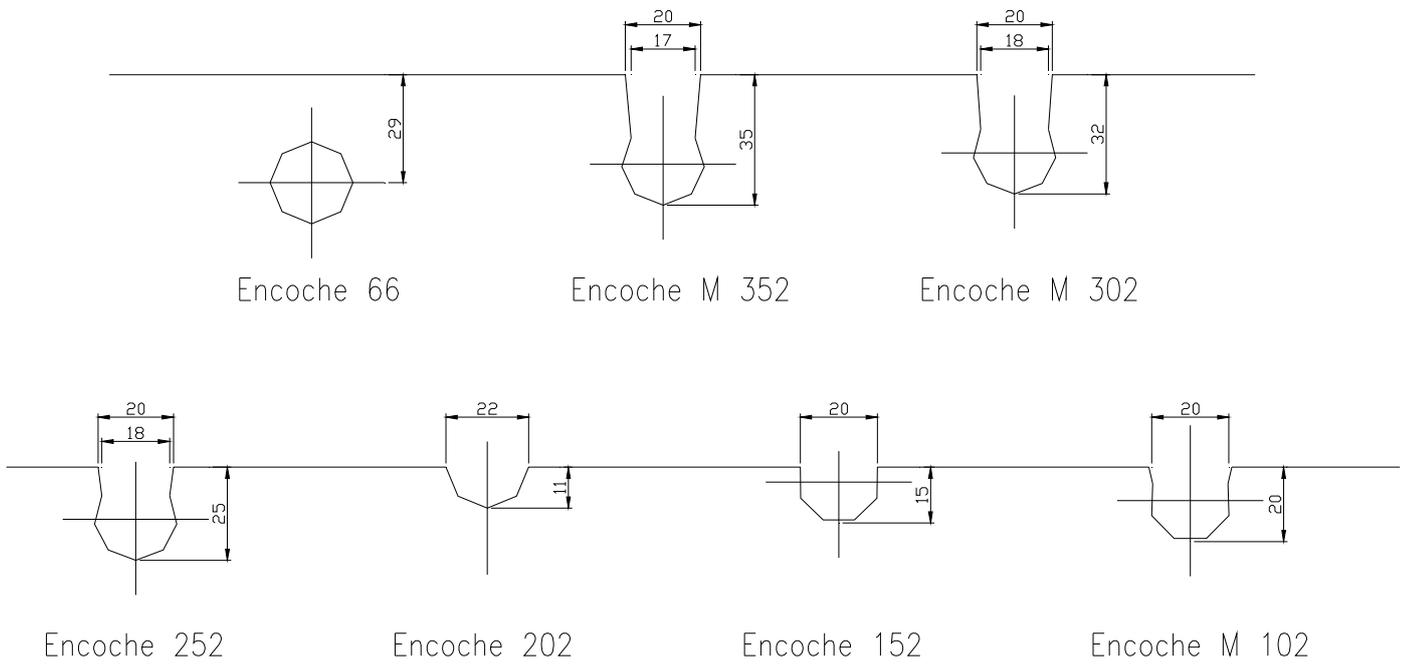
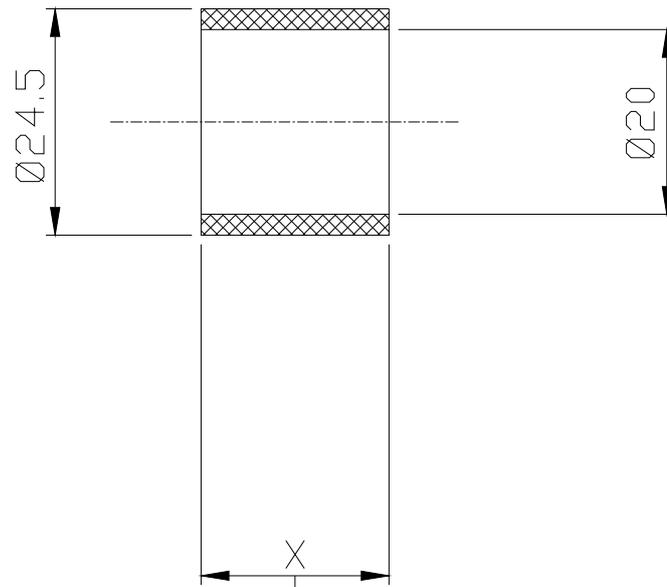


Figure 10 - Encoches



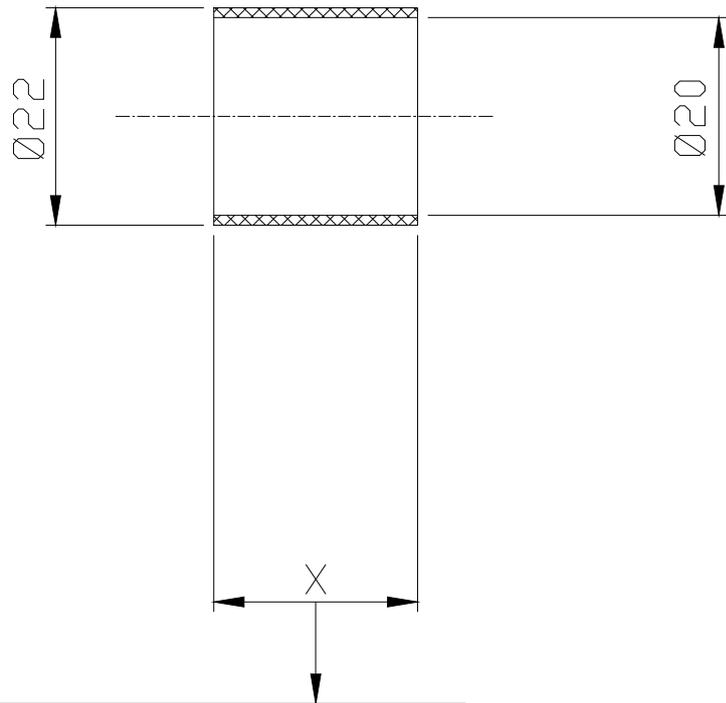
VITRAGE	COTE " X "
12.12.4	24
15.15.4	30



MATIERE : PEHD 500

TOLERANCES GENERALES ± 0.2 SAUF INDICATIONS CONTRAIRES

Figure 11 – Plan de détail – Bague de centrage



VITRAGE	COTE " X "
12.12.4	24
15.15.4	30



MATIERE : PEHD 500

TOLERANCES GENERALES ± 0.2 SAUF INDICATIONS CONTRAIRES

Figure 12 - Plan de détail – Bague de protection