

Sur le procédé

VERTIFLORE

Famille de produit/Procédé : Bardage rapporté végétalisé

Titulaire(s) : Société TRACER

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° 2.2 - Produits et procédés de bardage rapporté, vêtage et vêtire

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 2.2/15-1693_V1. Cette 2ème révision intègre la mise à jour du PV de réaction au feu	SCHNEIDER Cédric	FAYARD Stéphane

Descripteur :

VERTIFLORE est un procédé de bardage rapporté à base de bacs végétalisés de plantes vivantes et mis en œuvre par accrochage sur un réseau horizontal de lisses en acier. Ces lisses sont fixées sur une ossature oméga verticale en acier galvanisé solidarisée à la structure porteuse par pattes-équerres réglables ou fixées directement sur le support.

Une lame d'air ventilée est ménagée entre la face interne des bacs végétalisés et le nu extérieur du mur porteur ou de l'isolant thermique éventuel.

- Les ouvrages visés sont décrits au §1.1.2.
- Supports : Béton, maçonnerie enduite
- Contribution à l'étanchéité cf. § 1.2.1.7
- Vent : cf. § 2.3.1
- Contrôle de fabrication : cf. 2.8
- Sismique : cf. § 1.2.1.4 et tableau 1

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	6
1.2.3.	Fabrication et contrôles (cf. § 2.8)	6
1.2.4.	Impacts environnementaux.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	7
2.	Dossier Technique	8
2.1.	Mode de commercialisation.....	8
2.1.1.	Distribution.....	8
2.2.	Description	8
2.2.1.	Consoles et ossature verticale	8
2.2.2.	Lisses de support.....	8
2.2.3.	Fixations lisse - oméga.....	9
2.2.4.	Isolant.....	9
2.2.5.	Bacs VERTIFLORE	9
2.3.	Dispositions de conception.....	10
2.3.1.	Dimensionnement.....	10
2.3.2.	Fixations	11
2.3.3.	Ossature métallique.....	11
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	11
2.4.1.	Principes généraux de pose.....	11
2.4.2.	Ventilation de la lame d'air	12
2.4.3.	Récupération des eaux de ruissellement.....	12
2.4.4.	Points singuliers.....	12
2.5.	Maintenance et entretien.....	12
2.5.1.	Maintenance du système VERTIFLORE	12
2.5.2.	Entretien de la végétation et d'irrigation.....	12
2.5.3.	Remplacement d'un bac VERTIFLORE	13
2.6.	Traitement en fin de vie.....	13
2.7.	Assistante technique	13
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	14
2.8.1.	Fabrication.....	14
2.8.2.	Contrôles de fabrication	14
2.9.	Mention des justificatifs	14
2.9.1.	Résultats expérimentaux	14
2.9.2.	Références chantiers	14
	Tableaux du Dossier Technique.....	15
	Schémas du Dossier Technique.....	16
	Annexe A.....	31
	Pose du procédé de bardage rapporté VERTIFLORE sur Ossature Métallique en zones sismiques	31
	A1 Domaine d'emploi.....	31
	A2 Assistance technique	31
	A3 Prescriptions.....	31

Tableaux de l'Annexe A.....	33
Figures de l'Annexe A	34

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 02 novembre 2022, 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

L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1.2. Ouvrages visés

Ce procédé est utilisable sur parois planes et verticales, neuves ou préexistantes, en maçonnerie d'éléments enduits (conforme au NF DTU 20.1) ou en béton (conforme au NF DTU 23.1), situées en étage et à rez-de-chaussée.

La hauteur des ouvrages à réaliser est limitée à 28 m.

Exposition au vent correspondant à une dépression admissible sous vent normal selon les Règles NV65 modifiées de 1780 Pa.

Le procédé de bardage rapporté VERTIFLORE peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments définis au § 1.2.1.4 du Dossier Technique selon les dispositions particulières décrites en Annexe A.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Le bardage rapporté ne participe pas aux fonctions de transmission des charges, de contreventement et de résistance aux chocs de sécurité. Elles incombent à l'ouvrage qui le supporte.

La stabilité du bardage rapporté sur cet ouvrage est convenablement assurée dans le domaine d'emploi proposé.

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

Le respect de la Réglementation incendie en vigueur est à vérifier au cas par cas selon le bâtiment visé.

Pour les Etablissements Recevant du Public, pour répondre au §5.3 de l'Instruction Technique 249 et pour les bâtiments d'habitation, pour répondre à l'article 14 de l'arrêté du 31 janvier 1986, le Procès-verbal n° EFR-14-LP 000463 donne les conditions de mise en œuvre à respecter.

Les vérifications à effectuer (notamment quant à la règle dite du "C + D", y compris pour les bâtiments en service) doivent prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- La réaction au feu du parement : selon les dispositions du rapport n°DO-21-3040\A-R1 du Crepim du 09/07/2021 cité au § 2.9 du DT.
- la masse combustible du bac VERTIFLORE est à évaluer au cas par cas. Dans tous les cas, la valeur sera supérieure à 130 MJ/m².

1.2.1.3. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

1.2.1.4. Pose en zones sismiques

Le procédé de bardage rapporté VERTIFLORE peut être mis en œuvre en zones sismiques et bâtiments définis au § 2 du Dossier Technique selon les dispositions particulières décrites en Annexe A.

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✖	✖	✖	✖
2	✖	✖	X	X
3	✖	X ^①	X	X
4	✖	X ^①	X	X
✖	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté.			
X	Pose autorisée sur parois planes et verticales en béton selon les dispositions décrites dans l'Annexe A.			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions telles que définies au chapitre I " Domaine d'application " du Guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8 Zones 3-4, édition 2021.			

Tableau 1 – Pose du procédé VERTIFLORE en zones sismiques

1.2.1.5. Isolation thermique

Le respect de la Règlementation Thermique en vigueur est à vérifier au cas par cas selon le bâtiment visé.

1.2.1.6. Eléments de calcul thermique

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'une paroi intégrant un système d'isolation par l'extérieur à base de bardage ventilé se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \sum_i \frac{\psi_i}{E_i} + n \cdot \chi_j$$

Avec :

U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, en $W/(m^2.K)$.

ψ_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i , en $W/(m.K)$, (ossatures).

E_i est l'entraxe du pont thermique linéique i , en m.

n est le nombre de ponts thermiques ponctuels par m^2 de paroi.

χ_j est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j , en W/K (pattes-équerrés).

Les coefficients ψ et χ doivent être déterminés par simulation numérique conformément à la méthode donnée dans les règles Th-Bât, fascicule Ponts thermiques.

En absence de valeurs calculées numériquement, des valeurs par défaut sont fournies sur le site rt-batiment.fr dans le paragraphe mur du dossier d'application du fascicule parois opaques.

Au droit des points singuliers, il convient de tenir compte, en outre, des déperditions par les profilés d'habillage.

1.2.1.7. Etanchéité

A l'air : elle incombe à la paroi support,

A l'eau : elle est assurée de façon satisfaisante compte tenu du domaine d'emploi accepté.

1.2.2. Durabilité

La durabilité du gros-œuvre est améliorée par la mise en œuvre de ce bardage rapporté, notamment en cas d'isolation thermique associée.

1.2.3. Fabrication et contrôles (cf. § 2.8)

Comprenant l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.2.4. Impacts environnementaux

1.2.4.1. Données environnementales

Le procédé VERTIFLORE 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.

1.2.4.2. 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 respect du classement de réaction au feu induit des dispositions techniques et architecturales à respecter, pour satisfaire la Réglementation incendie en vigueur, qui ne sont pas illustrées dans les détails du Dossier Technique.

Ces dispositions ne se substituent pas à celles qui sont visées par le Groupe Spécialisé dans le présent Avis Technique pour les aspects qui ne relèvent pas de la sécurité incendie.

Pour la sécurité incendie, il y a lieu de se reporter aux dispositions détaillées du Procès Verbal n° EFR-14-LP 000463 (cf §1.2.1.2).

Il est rappelé qu'un entretien en conformité avec la description qui en est faite dans le Dossier Technique est nécessaire pour garantir les performances du système et la bonne conservation des végétaux.

La Société TRACER URBAN NATURE est tenue de proposer un contrat d'entretien et de maintenance au maître d'ouvrage.

Les DPM doivent prévoir un point d'eau et les récupérations d'eau en pied de façade.

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

Titulaire(s) :

Société : TRACER URBAN NATURE

14 rue de Romelet

21600 Longvic

Tél. : 03 80 60 91 81

Email :

Internet : <http://www.tracer.fr/>

Distributeur(s) : Société TRACER URBAN NATURE

14 rue de Romelet

21600 Longvic

FR - 21850 Saint-Apolinaire

Tél. : 03 80 60 91 81

Email :

Internet : <http://www.tracer.fr/>

2.1.1. Distribution

La Société TRACER URBAN NATURE peut poser par elle-même ; dans le cas où elle ne pose pas elle-même, elle distribue et livre les éléments (les omégas, les lisses de support, les bacs VERTIFLORE) du système VERTIFLORE à des entreprises de pose.

Les composants des ossatures primaires, les matériaux isolants, les vis de fixations, les chevilles et les profilés d'habillages complémentaires sont directement approvisionnés par le poseur en conformité avec la description qui en est faite dans le Dossier Technique.

2.2. Description

Le procédé VERTIFLORE est un système complet de bardage comprenant :

- les lisses de support ;
- les bacs VERTIFLORE ;
- un système d'irrigation ;
- des pièces de fermetures et de finitions périphériques ;
- une isolation thermique complémentaire.

2.2.1. Consoles et ossature verticale

L'ossature métallique devra être conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V2.

L'ossature est considérée en atmosphère extérieure directe.

Elle est constituée de :

- Consoles constituées de :
 - Platines acier galvanisé Z 350 minimum, 250 x 200 mm d'épaisseur 12 mm fixées par 4 chevilles.
 - Tube acier 120 x 80 mm, d'épaisseur 5 mm et de longueur 190 mm.
- Ossature verticale : profilés Oméga en acier S220GD d'épaisseur 2,5 mm recevant un traitement anticorrosion avec le revêtement Magnélis® 310.

Les montants verticaux sont des omégas en acier S220 GD de géométrie suivante :

- Aile latérale : 20 mm
- Aile centrale : 90 mm
- Profondeur : 60 mm
- Epaisseur : 2,5 mm

2.2.2. Lisses de support

Les lisses sont en acier S220GD d'épaisseur 2,5 mm et reçoivent un traitement anticorrosion avec le revêtement Magnélis® 310.

La longueur maximale des lisses est de 2,5 m.

Les lisses sont préperçées de manière à permettre leur fixation mécanique au support ou aux omégas.

On distingue 3 types de lisses :

- Les lisses courantes assurent le support des bacs par emboîtement simple.
- Les lisses d'extrémités hautes de géométrie identiques aux lisses courantes sont justifiées séparément. En zones sismiques, une platine filante serre le bac sur la lisse pour l'empêcher de se soulever.
- Les lisses d'extrémités basses sont inversées par rapport aux lisses courantes et assurent la stabilisation des bacs par serrage à l'aide d'une platine empêchant le décollement des bacs de pied.

Les platines sont des plats métalliques filants de dimension adaptée aux bacs (longueur), en acier S220 GD.

Leur mise en œuvre se fait mécaniquement, les lisses et platines étant préperçées à cette intention. Un élément de calage intermédiaire ponctuel métallique assure le réglage plan des bacs de pied.

2.2.3. Fixations lisse - oméga

Les vis autoperçues en Inox HILTI de référence S-MD 03 S6,3 x 25 mm peuvent être utilisées.

D'autres vis de caractéristiques géométriques et mécaniques au moins égales ou supérieures peuvent être utilisées dont les valeurs de résistance sont les suivantes, pour une épaisseur de tôle de 2,5 mm :

Pk de traction = 4 kN

Pk de cisaillement = 6,9 kN

2.2.4. Isolant

Isolant, certifié ACERMI, conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V2. L'isolant pouvant être utilisé avec le système Vertiflore est l'isolant Rockfaçade de la Société Rockwool.

2.2.5. Bacs VERTIFLORE

Les bacs VERTIFLORE sont des éléments de revêtement de façade façonnés en usine selon calepinage et livrés sur chantier prêt à être posés sur les lisses de support.

- Dimensions d'un bac : 975 x 420 mm (LxH)
- Masse d'un bac non saturé en eau : 26 kg soit 65 kg/ m²
- Masse d'un bac saturé en eau : 42 kg soit 105 kg/ m²

Ils sont composés de l'assemblage des éléments suivants.

2.2.5.1. Panière

La panière est un treillis métallique parallélépipédique. La panière possède 5 faces composées en tout de 7 fils horizontaux et 10 fils verticaux de 4,5 mm de diamètre dont 8 forment des crochets en partie supérieure de la panière.

Le treillis métallique est revêtu du produit Crupal®Premium de classe A selon la norme NF EN 10244-2.

2.2.5.2. Enveloppe - natte de fond

Le substrat est enfermé dans une enveloppe constituée de fibres en polyester imputrescibles et thermoliées Contraphon FR S 170. Cette enveloppe forme une natte hydratante qui a pour fonction de :

- maintenir le substrat dans la cage métallique ;
- limiter l'évaporation de l'eau contenue dans le substrat ;
- maintenir l'humidité dans la cage (l'eau arrive au contact des fibres qui la conduisent par gravité dans les bacs Vertiflore inférieurs et ainsi de suite) ;
- contrôler et maintenir le développement racinaire dans le substrat ;
- assurer un tampon thermique contre le froid ou le chaud.
- L'enveloppe est divisée en deux éléments :
- un élément garnissant la face avant et les côtés de la panière (à l'exception de la face supérieure), nommé natte de fond ;
- un élément garnissant la face supérieure, nommé natte de couverture.
- La natte de fond doit dépasser de 5 cm de chaque côté des faces qu'elles recouvrent afin d'assurer un parfait recouvrement.

2.2.5.3. Grille synthétique intérieure

Elle est constituée d'une grille en matière synthétique SAMEX intégrée à plat dans la panière contre sa face supérieure intérieure. La grille assure le maintien du substrat dans le bac (conjointement avec l'enveloppe).

2.2.5.4. Substrat

Il constitue un support de culture, c'est-à-dire une terre artificielle qui permet l'épanouissement du système racinaire à travers quatre fonctions complémentaires :

- la formation d'un tampon thermique (contre le froid essentiellement) ;

- la formation d'un tampon hydrique ;
- la fertilité, avec une CEC (capacité d'échange cationique) de 200 mequiv/100g grâce à l'apport d'un complexe colloïdal ;
- le développement d'une activité microbienne grâce à l'apport des bactéries du composte.

2.2.5.5. Grille de fermeture

La grille de fermeture est un treillis métallique plan. La grille de fermeture est composée de 3 fils horizontaux et 10 fils verticaux de 4,5 mm de diamètre. Les fils verticaux de la grille de fermeture sont plus longs et forment des piquets qui s'imbriquent dans la panier inférieure.

La grille est revêtue du produit Crapal®Premium de classe A selon la norme NF EN 10244-2.

2.2.5.6. Ligatures

Les grilles de fermetures sont ligaturées sur les paniers par le biais de fils en CL 50 Inox 304. Elles sont au nombre de 12 par panier.

2.2.5.7. Système d'irrigation

Le système d'arrosage requis pour le système VERTIFLORE est indépendant des bacs. Il permet l'entretien et le remplacement des éléments sans avoir à démonter les éléments ni toucher aux végétaux.

Il est composé d'un réseau primaire d'alimentation et d'un réseau secondaire de diffusion de l'eau assemblés en boucles.

Les produits utilisés, notamment pour la constitution des fluides d'arrosage, sont entièrement compatibles avec les matériaux du système VERTIFLORE.

L'installation doit répondre aux exigences :

- Contre les risques de gel, protection par clapets automatiques de vidange ;
- Pour les zones tempérées, les réseaux seront composés de boucles uniformes ;
- Pour les zones exposées, les boucles et les horloges seront adaptées particulièrement aux conditions de vent et d'exposition directe au soleil ;
- Les eaux de cuve doivent être filtrées à 100 microns par filtres inox tangentiels ou filtre de type ARKAL à 10 bars avec disques rainurés.

2.2.5.8. Plantes

Les végétaux mis en place dans les murs végétaux pour le système VERTIFLORE sont :

- Des vivaces de la famille des Euphorbia, geranium, pervanche, embryophytes, Saxifragaceae, alchemilie, carex, campulula, erigeron, liriopie, caryophyllacées, alzoaceae, arabis, nepetoideae, heder, heuchera, fragaria.
- Des couvre-sol à faibles développement et plutôt rampant de type Locniera, planaginacées, cotoneaster.

2.2.5.8.1. Réseau primaire

Il est composé d'unités formant un maillage horizontal et vertical de tuyaux polyéthylène de diamètre 20 à 32 mm faisant l'objet d'un marquage CE, destiné à alimenter les tuyaux du réseau secondaire.

Le diamètre de ce réseau est défini par la Société TRACER URBAN NATURE par rapport aux débits exigés.

Le réseau primaire est indépendant des bacs et solidaire de l'ossature verticale (maintenus mécaniquement par des attaches type fixation de gaines électrique). L'alimentation doit être réalisée en pied de façade.

2.2.5.8.2. Réseau secondaire

Chaque ligne de bac VERTIFLORE est alimentée par un système de goutte à goutte type NETAFIM à partir de tuyaux horizontaux de diamètre 8 ou 16 mm raccordés aux canalisations verticales du réseau d'alimentation principal.

Le tuyau est en PE avec gouteur intégré tous les 15 cm et présente un débit de 1,9 litres par minute.

Ces tuyaux avec leurs gouteurs sont positionnés au-dessus des bacs et maintenus par des brides de serrage en matière synthétique, type TWIST LOCK de ETIGO.

Le maillage de l'arrosage permet un équilibrage de l'eau pour la totalité du mur, une réduction des temps d'arrosage et donc une régulation de la consommation d'eau.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Dimensionnement

La dépression de vent du site est à comparer avec les performances au vent admissible au vent normal selon les règles NV65 modifiées indiquées au §1.1.2.

L'ossature métallique doit faire l'objet d'une note de calcul pour chaque chantier, selon les *Cahiers du CSTB 3194_V2*.

Concernant la tenue au vent, les valeurs admissibles sous vent normal annoncées vis-à-vis des effets de la dépression tiennent compte d'un coefficient de sécurité pris égal à 3,5 sur la valeur de ruine, laquelle s'est traduite en essai par l'échappement d'un élément.

2.3.2. Fixations

Les fixations à la structure porteuse doivent être choisies compte tenu des conditions d'exposition au vent et de leur valeur de résistance de calcul à l'arrachement dans le support considéré.

Dans le cas de supports en béton plein de granulats courants ou maçonneries, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera calculée selon l'ETE selon les ETAG 001, 020 ou 029 (ou DEE correspondant).

Dans le cas de supports dont les caractéristiques sont inconnues, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera vérifiée par une reconnaissance préalable, conformément au document « Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique de bardage rapporté » (*Cahier du CSTB 1661-V2*).

2.3.3. Ossature métallique

L'ossature sera de conception bridée, conforme aux prescriptions du document « Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature métallique et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » (*Cahier du CSTB 3194_V2*), renforcées par celles ci-après :

- La coplanéité des montants devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- La résistance admissible des consoles aux charges verticales à prendre en compte doit être celle correspondant à une déformation sous charge égale à 1 mm.
- L'entraxe des montants est au maximum de 1250 mm.

Dans le cas de la mise en œuvre des lisses directement sur le support, celle-ci sera fixée par au moins 3 chevilles.

L'ossature devra faire l'objet, pour chaque chantier, d'une note de calcul établie par l'entreprise de pose assistée, si nécessaire, par le titulaire la Société TRACER URBAN NATURE.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Principes généraux de pose

Les éléments constituant le système VERTIFLORE et plus particulièrement les bacs sont à stocker à l'abri des intempéries sous une bâche pour éviter toutes détériorations et accumulation d'eau dans les bacs.

Ce bardage rapporté se pose moyennant une reconnaissance préalable du support, un calepinage des éléments et profilés complémentaires et le respect des conditions de pose.

2.4.1.1. Ordre général

- Report du tracé de mise en œuvre sur le support primaire, incluant le jeu entre panrière ;
- Pose des consoles et de l'ossature verticale ;
- Pose des lisses ;
- Installation et raccordement du réseau primaire d'alimentation en eau ;
- Montage des bacs sur les lisses :
 - Les bacs s'emboîtent de bas en haut,
 - La reprise des jeux fonctionnels s'effectue au niveau de l'appui supérieur,
 - Stabilisation des bacs en pied par l'intermédiaire d'une platine filante anti-décollement.
- Installation du réseau secondaire de diffusion de l'eau, fixation par attache en polyamide ;
- Le cas échéant, montage des pièces de fermeture et/ou de finition périphérique ;
- Plantation des végétaux dans les bacs.

Au pied du mur, lorsque le sol est imperméable à l'eau, il est conseillé d'installer un caniveau pour récupérer les eaux de surplus d'arrosage et les eaux pluviales et les évacuer dans le réseau prévu à cet effet.

Les informations concernant le débit d'eau de surplus d'arrosage et des eaux pluviales seront fournies au maître d'ouvrage afin de mettre en place les dispositions adaptées pour la récupération de ces eaux.

2.4.1.2. Contrôles de pose

L'autocontrôle lors des opérations de pose concerne les points suivants :

- Contrôle préalable du support lors de leur réception,
- Contrôle des éléments du système à leur réception et déballage,
- Contrôle assidu de l'adéquation entre plan de pose, dimensionnement et la mise en œuvre,
- Contrôle de la stabilité,
- Contrôle de la géométrie,
- Contrôle du fonctionnement du système d'irrigation.

2.4.2. Ventilation de la lame d'air

Indépendamment de la communication avec l'extérieur au niveau des joints entre plaques ou des bavettes intermédiaires, la ventilation de la lame d'air est assurée par des ouvertures en pied et en sommet d'ouvrage ménagées à cet effet et de section suffisante, à savoir au moins égale à :

- 50 cm²/m pour hauteur d'ouvrage inférieure à 3 m ;
- 65 cm²/m pour hauteur d'ouvrage de 3 m à 6 m ;
- 80 cm²/m pour hauteur d'ouvrage de 6 m à 10 m ;
- 100 cm²/m pour hauteur d'ouvrage de 10 m à 18 m.

En départ de bardage, l'ouverture est protégée par un profilé à âme perforée constituant une barrière anti-rongeur. En partie haute, l'ouverture est protégée par une avancée (exemple : couvertine d'acrotère) (cf. fig. 20 et 20bis).

2.4.3. Récupération des eaux de ruissellement

- Au-dessus de chaque ouverture :

Une couvertine en aluminium sera posée au-dessus de chaque ouverture pour canaliser l'eau en extrémités.

- En pied de façade :

Sur les sols imperméables à l'eau un caniveau est mis en place pour diriger l'eau d'écoulement de surplus d'arrosage avec un système de récupération des eaux usées.

2.4.4. Points singuliers

Les figures 10 à 21 présentent une série de solutions pour le traitement des points singuliers.

Le compartimentage de la lame d'air en angle de façades adjacentes et sur toute la hauteur du bardage sera réalisé en tôle d'aluminium ou acier galvanisé au moins Z 275.

2.5. Maintenance et entretien

2.5.1. Maintenance du système VERTIFLORE

La Société TRACER URBAN NATURE est tenue de proposer un contrat de maintenance au maître d'ouvrage. Cette maintenance prévue tous les 3 ans prévoit :

- Le contrôle des éléments porteurs et des bacs (contrôle visuel des soudures, vérification de l'absence de rouille et de fissures);
 - Le contrôle du serrage des boulons ;
 - Le contrôle de la fixation des bacs ;
 - Le contrôle de l'état des enveloppes et des gaines ;
 - Le contrôle du débit d'arrosage.

2.5.2. Entretien de la végétation et d'irrigation

Il est conseillé à la Maîtrise d'Ouvrage de missionner une société de jardinage afin d'assurer la pérennité du revêtement végétalisé. La Société TRACER URBAN NATURE propose un contrat d'entretien. Les interventions sont réalisées par des jardiniers.

Dans tous les cas une intervention dite lourde se fera à l'aide de nacelle ou échafaudage 2 à 4 passages par an pour effectuer la taille, le désherbage, le remplacement des végétaux si nécessaire.

2.5.2.1. Préconisations d'entretien

L'entretien du système VERTIFLORE se décompose en trois actions :

Entretien de la végétation

Celui-ci comprend :

- Le contrôle du système d'arrosage et le réglage de l'arrosage en fonction de la saison ;
- La surveillance de l'aspect végétatif des plantes si besoin des traitements phytosanitaires seront appliqués en privilégiant une lutte biologique ;
- Désherbage ;
- Suivi de la fertilisation si besoin ;
- Interventions sur la végétation. Les entretiens suivants seront effectués :
 - La taille : pour des raisons esthétiques, il est souhaitable d'effectuer une taille après chaque fleuraison. Un autre passage peut être effectué fin février début mars si l'hiver a été rigoureux afin de tailler les feuilles abîmées par le gel,
 - Le désherbage,
 - Le remplacement des végétaux ayant dépéris ou ayant un développement chétif dans la limite de 5 % des plantes. La meilleure période pour le remplacement des végétaux est le printemps, à partir de mi-mars début avril,

- Procédure : couper la plante au niveau du système racinaire, refaire un trou et y introduire la nouvelle plante. La plantation en période de gel est à éviter, cela risque de compromettre la reprise de la plante.

Dans ce cas de tassement du substrat, un complément de substrat dans le panier vertiflore en utilisant une pelle et en versant le substrat entre les panières dans l'espace de 3 cm est réalisé.

Entretien du système d'irrigation

Le système d'irrigation peut être géré soit :

- à distance,
- physiquement en intervenant sur la façade.

Celui-ci comprend :

- La vérification du système d'arrosage, y-compris maintien des tuyaux,
- Le nettoyage des filtres,
- Le contrôle des débits,
- La vérification des raccords (coude té ...).

Entretien régulier

Nettoyage des caniveaux éventuels et tôles de finitions.

2.5.2.2. Principe et recommandations d'arrosage

L'arrosage du mur VERTIFLORE doit pouvoir fonctionner toute l'année.

Les recommandations sur les temps d'arrosage et leur périodicité sont à adapter en fonction du climat de l'année et de l'exposition du mur.

Il ne faut pas forcément se caler par rapport aux saisons calendaires.

2.5.3. Remplacement d'un bac VERTIFLORE

Remarques préalables :

- Les bacs et le système d'arrosage peuvent être démontés et changés indépendamment.
- Le support de culture est accessible par la grille de fermeture sans toucher à la partie aérienne du végétal.

2.5.3.1. Remplacement d'un bac

Les bacs se déposent de façon individuelle selon les étapes suivantes :

- Décalage du réseau secondaire d'irrigation vers les lisses ;
- Si besoin, soulever le bac supérieur pour accroître le jeu permettant la dépose ;
- Soulever le bac vers le haut pour dégager les crochets hauts du bac ;
- Basculer le bac vers l'avant ;
- Porter le bac pour le dégager de son emplacement.

2.5.3.2. Intervention sur un bac

- Placer le bac Vertiflore sur deux tréteaux, les plantes face au sol ;
- Enlever les ligatures à l'aide d'une meuleuse ou coupe boulon ;
- Déposer la grille de fermeture ;
- Enlever la natte de couverture ;
- Accès au substrat et système racinaire.

2.6. Traitement en fin de vie

Pas d'information apportée.

2.7. Assistante technique

La Société TRACER URBAN NATURE peut poser elle-même. Compte tenu de la technicité des murs végétalisés VERTIFLORE, la pose ne pourra être confiée qu'à des entreprises spécialisées ayant reçu une formation théorique et pratique dispensée par la Société TRACER URBAN NATURE, complétée par des mises à jour annuelles.

Cette formation porte sur la réalisation et le contrôle de chacune des étapes de la pose du système : pose des bacs VERTIFLORE, mise en œuvre du système d'arrosage et de la fertilisation. Elle est suivie d'une formation sur chantier qui reprend les travaux énoncés ci-dessus.

Cette formation est validée par une attestation nominative.

La Société TRACER URBAN NATURE dispose d'un service technique qui peut apporter, à la demande du poseur, une assistance technique tant au niveau de l'étude d'un projet qu'au stade de son exécution.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Fabrication

Les bacs VERTIFLORE sont entièrement assemblés à l'usine de Zone Cap Nord Dijon (21850 Saint Apollinaire).

2.8.2. Contrôles de fabrication

Les autocontrôles et les contrôles sont définis dans le manuel d'assurance qualité de l'usine et ils portent notamment sur :

Contrôles des matières premières

TRACER URBAN NATURE assure les approvisionnements des différentes matières premières en fonction de ses prévisions et des contraintes liées aux commandes.

Les éléments expédiés par les fournisseurs sont conditionnés et dûment étiquetés à fin d'identification.

TRACER URBAN NATURE vérifie la conformité des étiquettes portées sur les emballages et le bulletin de livraison.

Les éléments sont ensuite stockés dans l'attente d'être mis en œuvre.

Contrôles en cours de fabrication

Sur tous les éléments produits :

- Contrôle visuel

A chaque démarrage par demi-journée :

- Contrôle des dimensions des bacs en plan et en épaisseur, y compris planéité et équerrage,
- Contrôle des dimensions du système porteur, y compris planéité,
- Contrôle du positionnement des assemblages,
- Contrôle de grammage des enveloppes,
- Contrôle de qualité de mélange du substrat,
- Contrôle du bon remplissage des bacs.

Contrôles sur produit fini

Contrôle de la conformité aux dispositions de la feuille de production.

Traçabilité des éléments produits

Les éléments finis sont organisés par palette.

Par souci de traçabilité, TRACER URBAN NATURE appose :

- une étiquette sur la palette sanglée,
- une étiquette pour la logistique qui sera récupérée pour être jointe au bon de livraison,
- une étiquette qui sera collée sur la feuille de production et qui servira à la facturation.
- Les étiquettes portent des renseignements relatifs aux types et nombres d'éléments, leurs dimensions, le destinataire, le nom du chantier.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Essai LEPIR2 à EFECTIS : PV n° EFR-14-LP-000463 du 5 août 2014 :
- Valable pour les plantes de type vivaces et graminées à feuillage persistant.
- Rapport n°DO-21-3040\A-R1 du Crepim du 09/07/2021, Classement B-s2,d1 selon les dispositions suivantes :
 - Support : plaque de plâtre cartonnée 13 mm et tous les substrats d'utilisation finale classés A1 et A2-s1,d0 de densité supérieure à 525 kg/m³
 - Fixation : Chaque échantillon est maintenu mécaniquement via des lisses mécaniques vissées sur support. Les échantillons sont parés d'une grille métallique (diamètre 1 mm / maille 3 mm)
 - Masse combustible mobilisable de 345 MJ/m² maximum
 - Isolant classé A1

Essais réalisés au CSTB

- Essais de résistance aux effets du vent : rapport n° CLC 15-26056841 du 12 octobre 2015.
- Essais de sollicitations sismiques suivant le Cahier du CSTB n° 3725 : rapport n° EEM 13-26045764 du 25 juillet 2013.
- Essais de chargements des lisses : rapport n° CLC 15-26058362 du 12 octobre 2015.

2.9.2. Références chantiers

Depuis 2006, les réalisations avec le système VERTIFLORE représentent environ 30 000 m² en France.

Depuis 2015 (obtention de l'Avis Technique) plus de 34 000 m² de pose du procédé Vertiflore ont été posés.

Tableaux du Dossier Technique

Saisons	Préconisations
Hiver	L'arrosage doit être mis hors gel quand : $T^{\circ} \leq 0^{\circ}\text{C}$
	Attention : sur une longue période gel / dégel, il faut assurer un arrosage manuel si le support de culture est trop déshydraté. Lors de cette opération, le noyage du mur est requis ainsi que la purge de l'installation hydraulique (cette opération peut être faite plusieurs fois par an).
	En période de gel/dégel, ne pas laisser le mur sans apport d'eau plus de 15 jours.
Printemps	Lors de la mise en route de l'arrosage, le mur doit être noyé.
	Tous les 2 jours Temps d'arrosage : 5 à 10 minutes Progressivement, se rapprocher des temps d'arrosage d'été.
Eté	La périodicité des arrosages peut augmenter jusqu'à 1 fois par jour Temps d'arrosage : 5 minutes
	En période de très forte chaleur et pour les murs exposés sud, un arrosage est requis à 5h00 et 20h00. Temps d'arrosage : 5 minutes
Automne	La période des arrosages diminue pour arriver un arrosage tous les 2 jours. Temps d'arrosage : 5 à 10 minutes

Tableau 2 – Préconisations d'entretien en fonction des saisons

ATMOSPHERES EXTERIEURES								
Rurale non polluée	Urbaine et Industrielle		Marine				Spéciale	
	Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (< 3 km) ¹	Mixte	Forts U.V	Particulière
■	■	○	■	■	○	○	—	○
<ul style="list-style-type: none"> ■ Revêtements adaptés à l'exposition. ○ Revêtement dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques doivent être arrêtées après consultation d'accord du fabricant. — Revêtement non adapté. <p>(1) A l'exclusion du front de mer pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord du fabricant.</p>								

Tableau 3 – Domaine d'emploi des revêtements Crapa®Premium et Magnélis® 310

Schémas du Dossier Technique

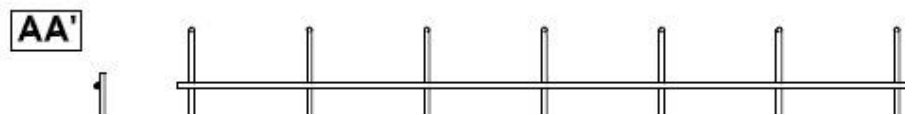
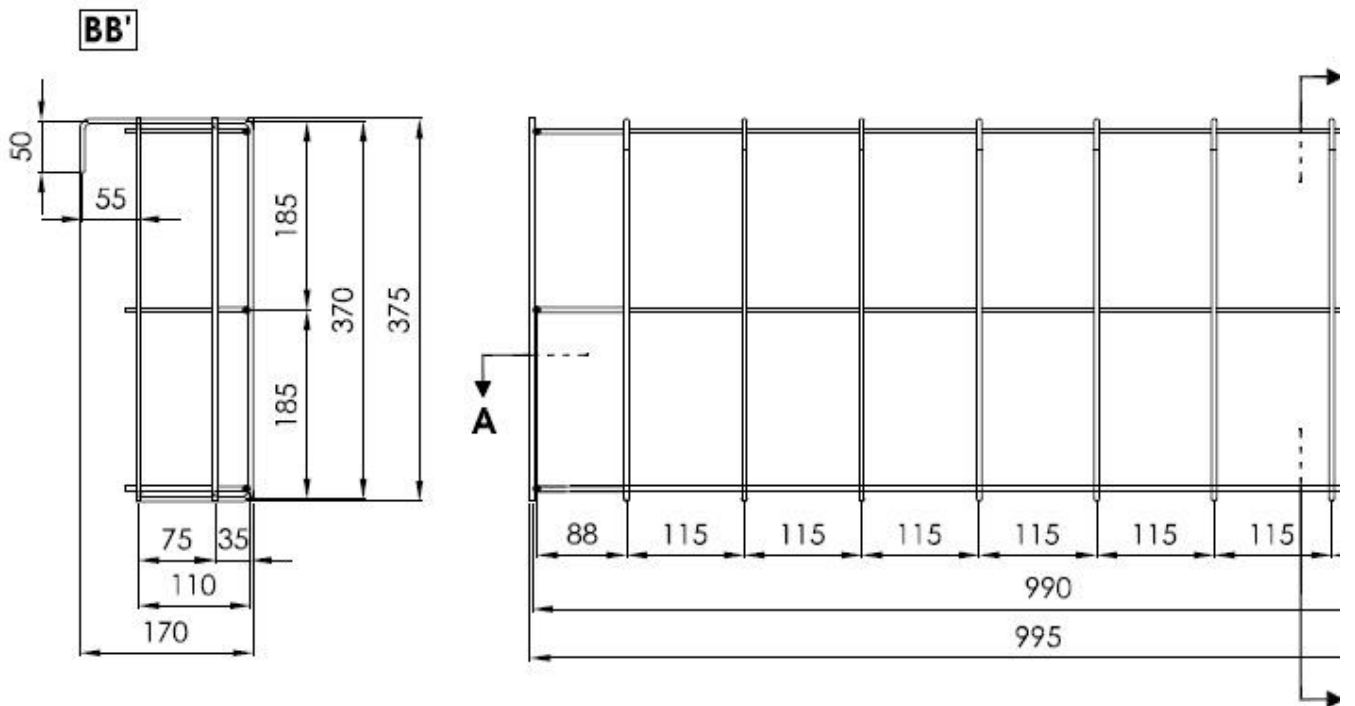


Figure 1 - Panière

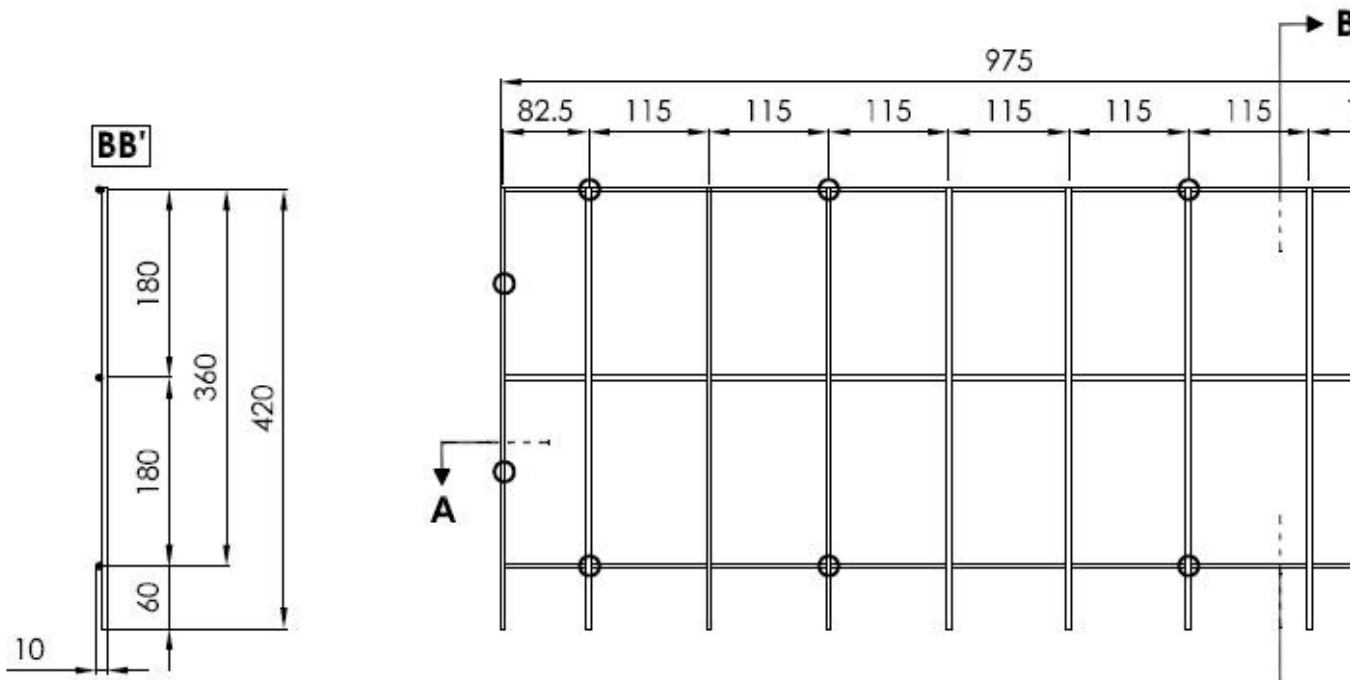


Figure 2 - Grille de fermeture

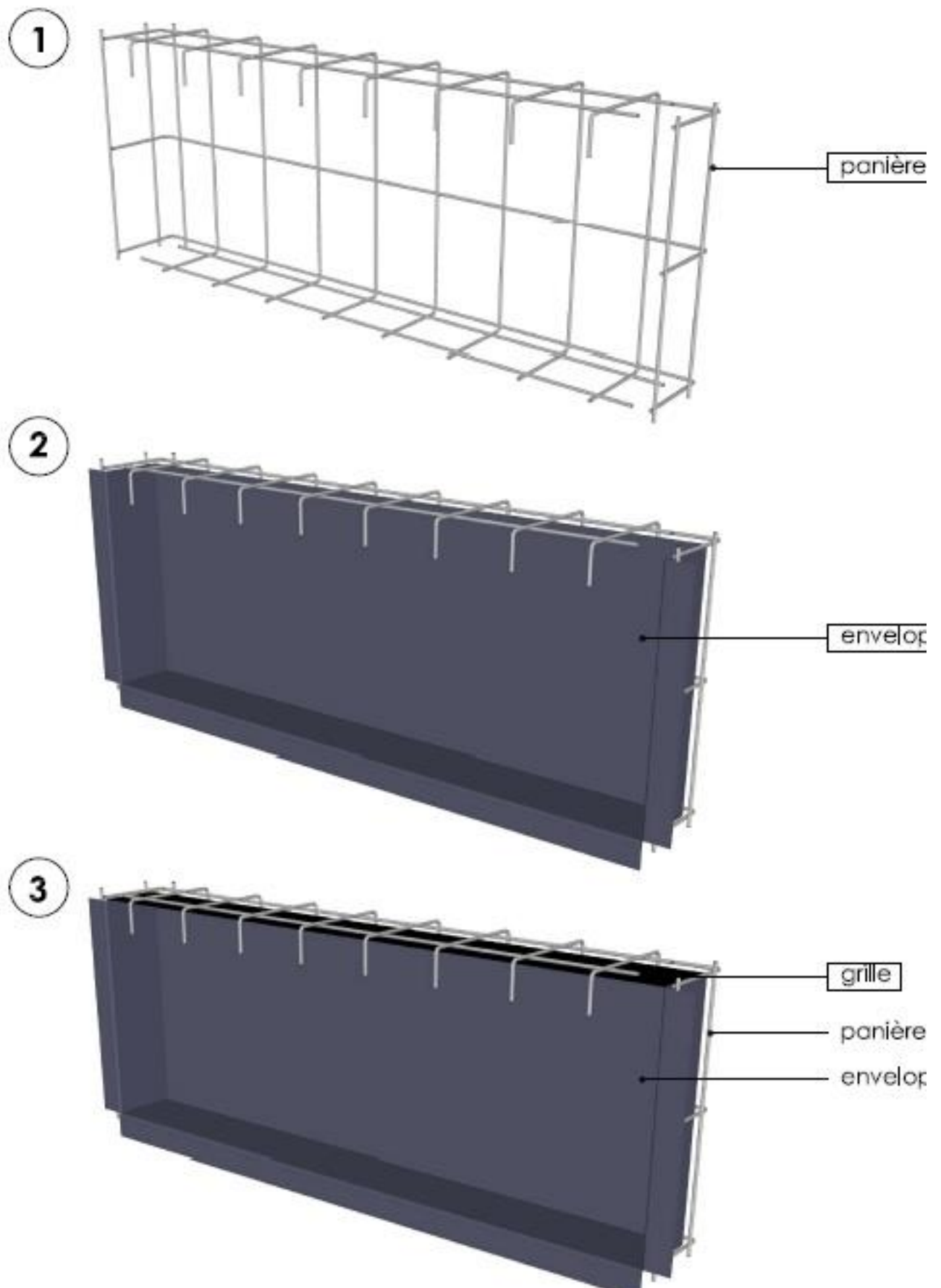


Figure 3 – Assemblage d'un bac VERTIFLORE

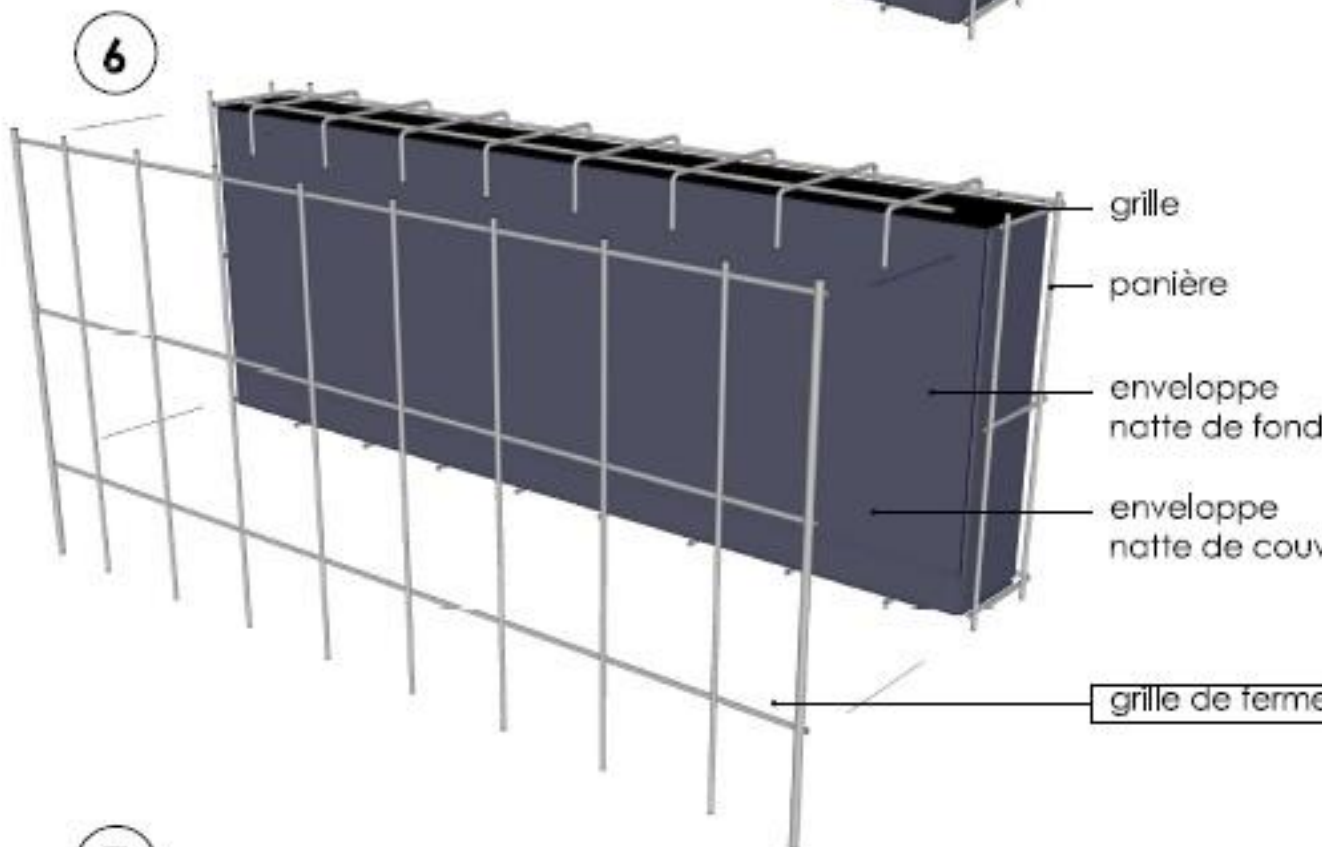
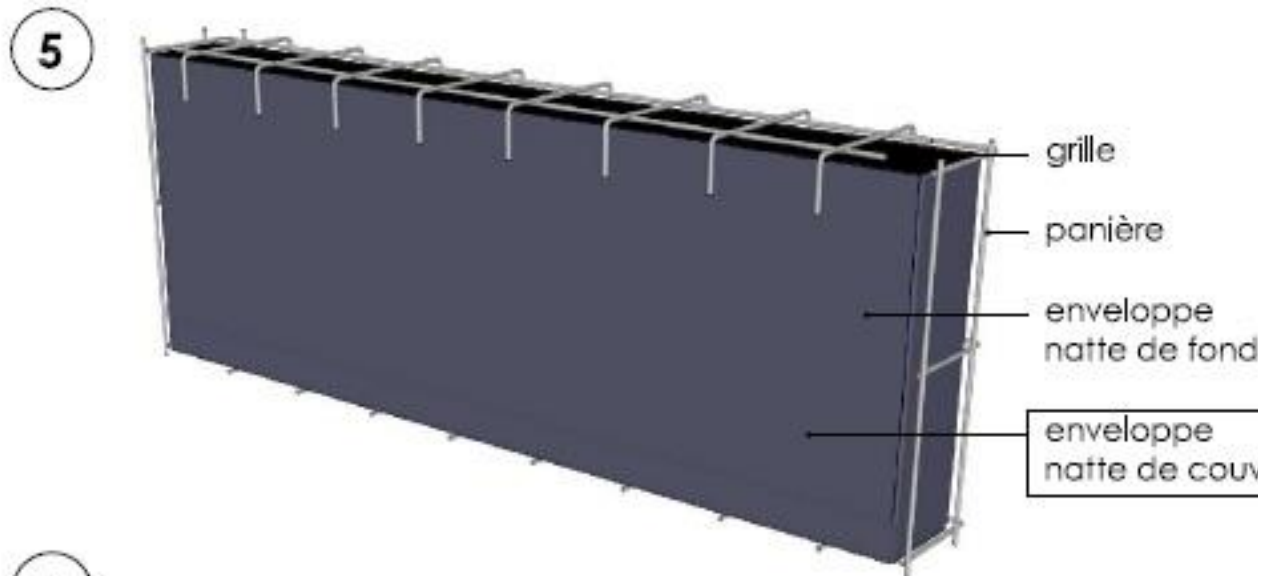


Figure 3bis - Assemblage d'un bac VERTIFLORE

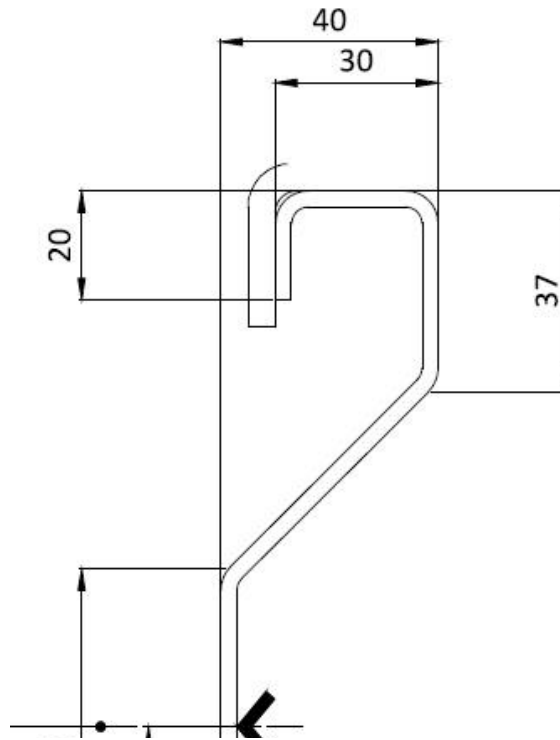


Figure 4 – Lisse de support des bacs VERTIFLORE

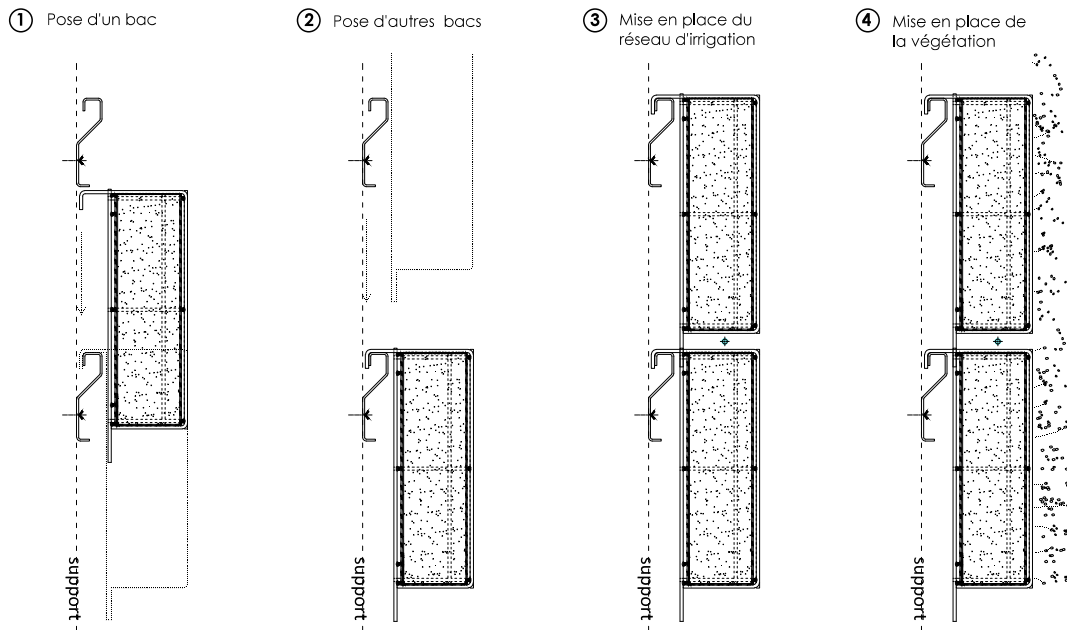


Figure 5 – Montage des bacs VERTIFLORE

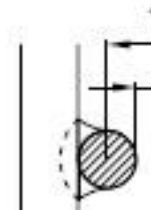


Figure 5bis – Jeu entre panières

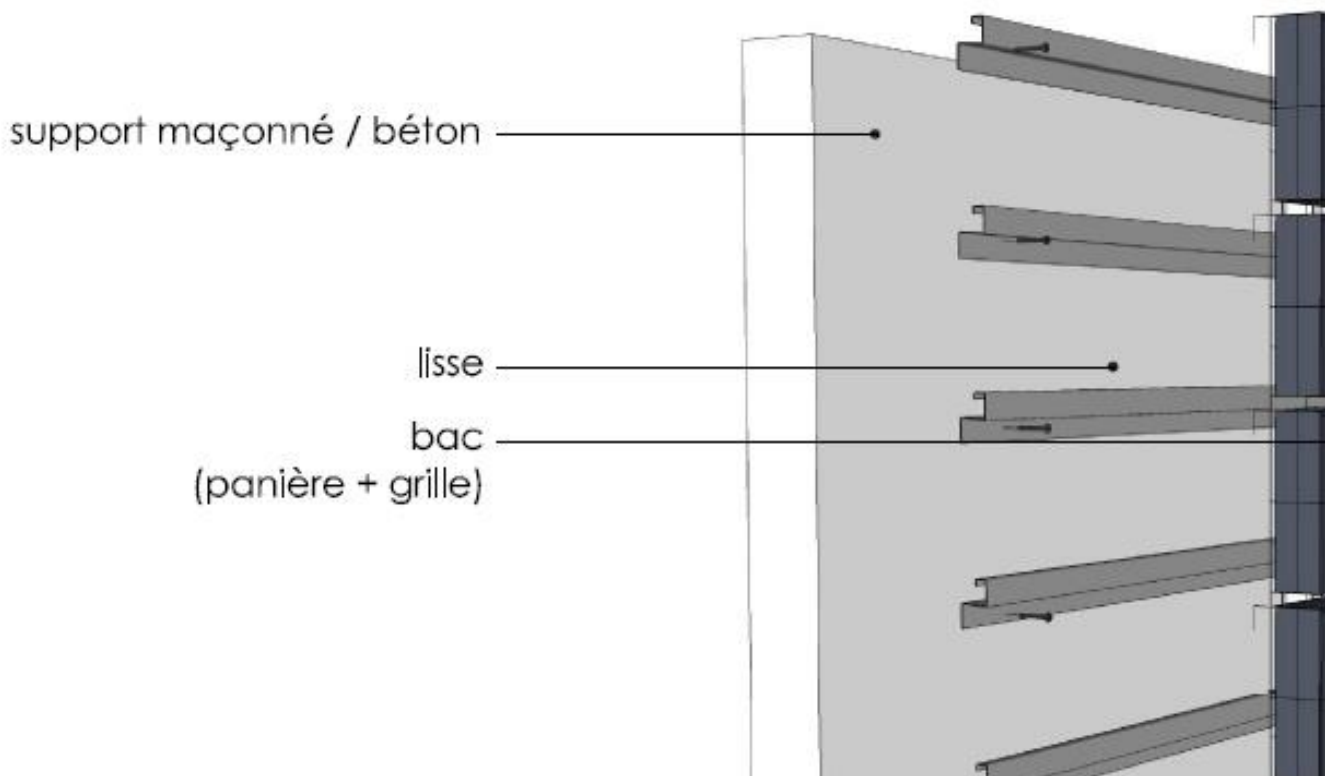


Figure 6 – Schéma de principe – Fixation directe au support

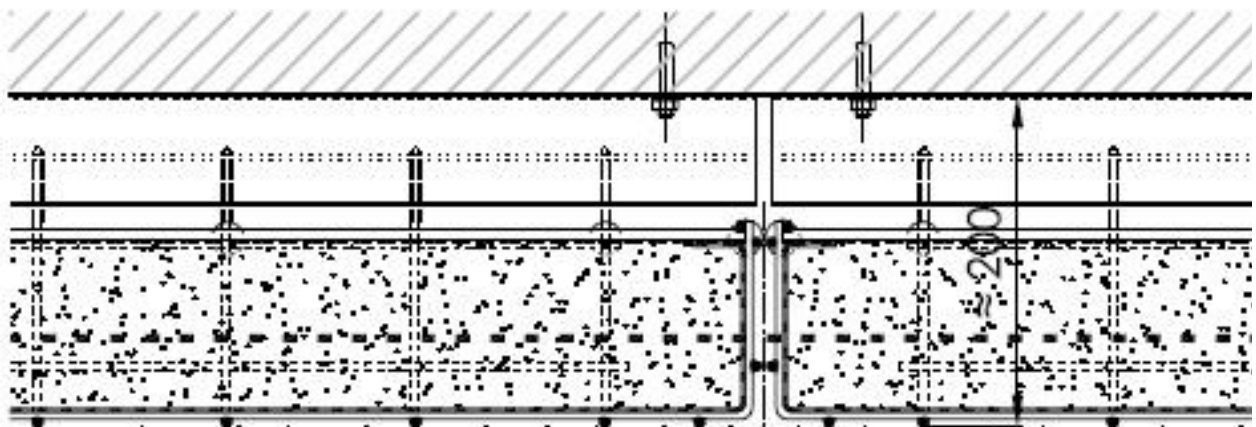


Figure 7 – Joint vertical - Fixation directe au support

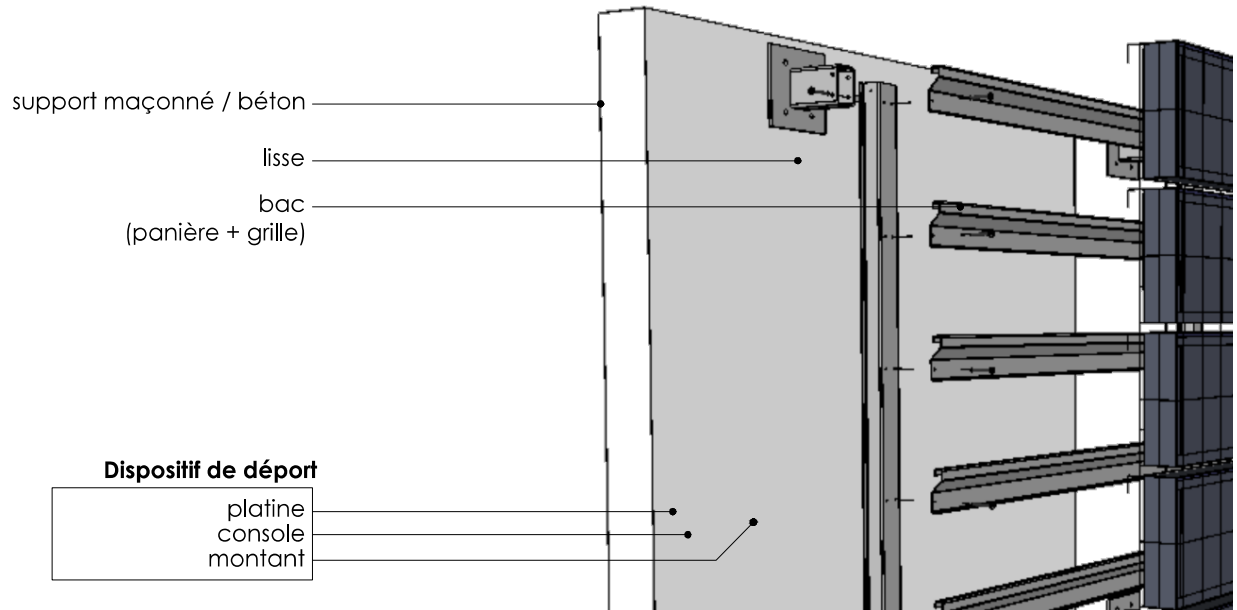


Figure 8 - Schéma de principe - Fixation au support par consoles

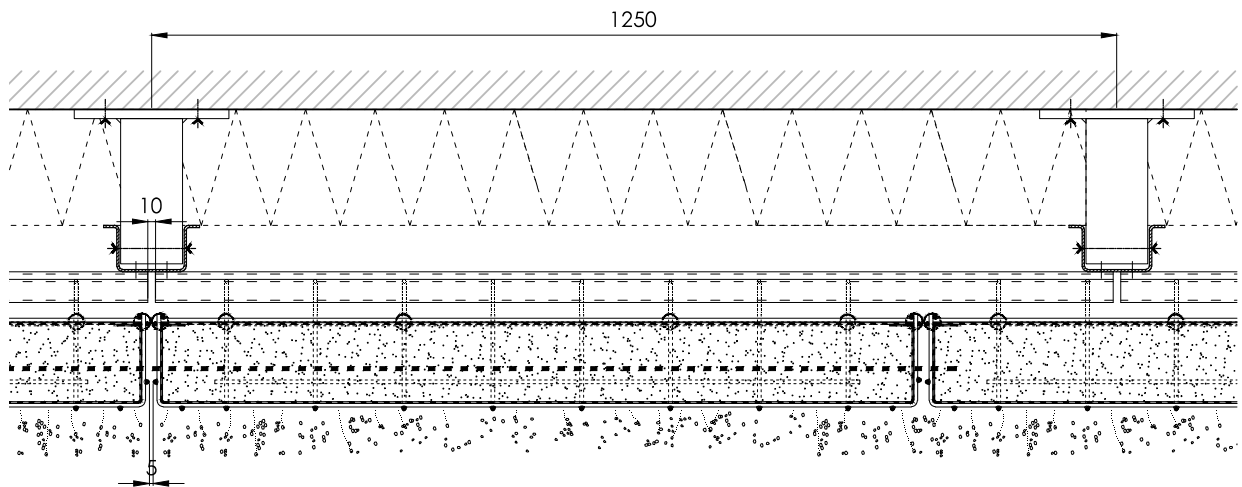


Figure 9 - Joint vertical - Fixation au support par consoles

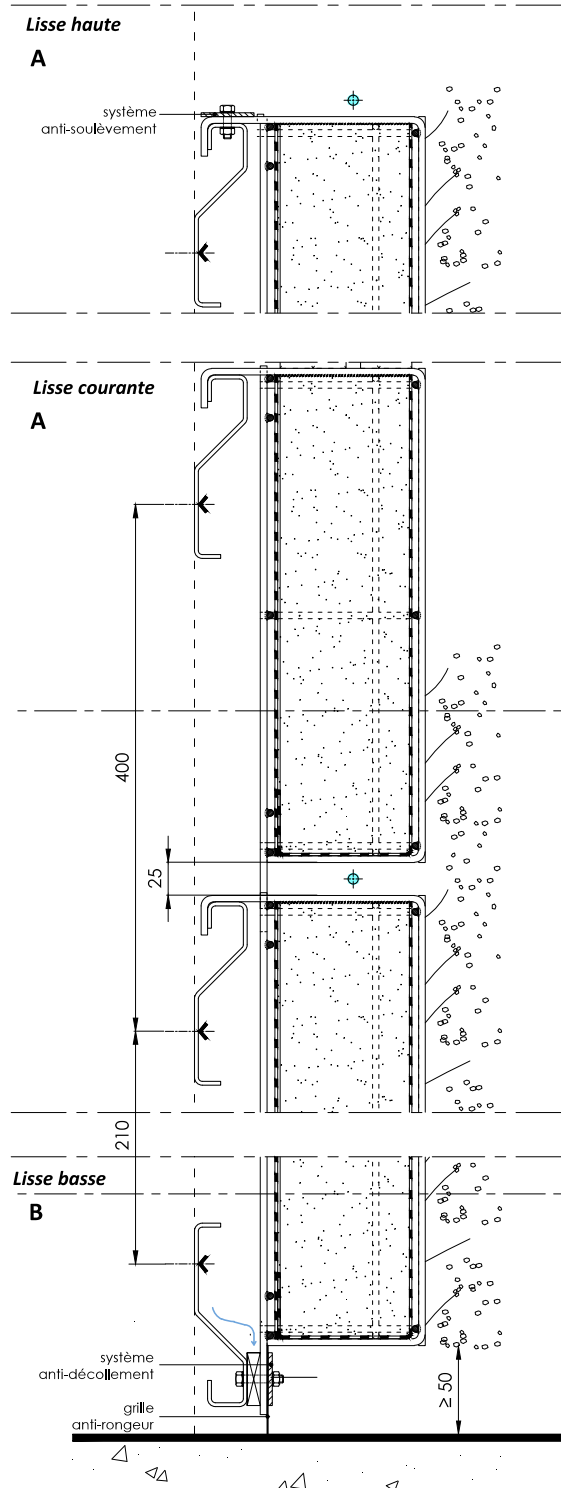


Figure 10 – Lisse en partie courante, en extrémité haute et basse

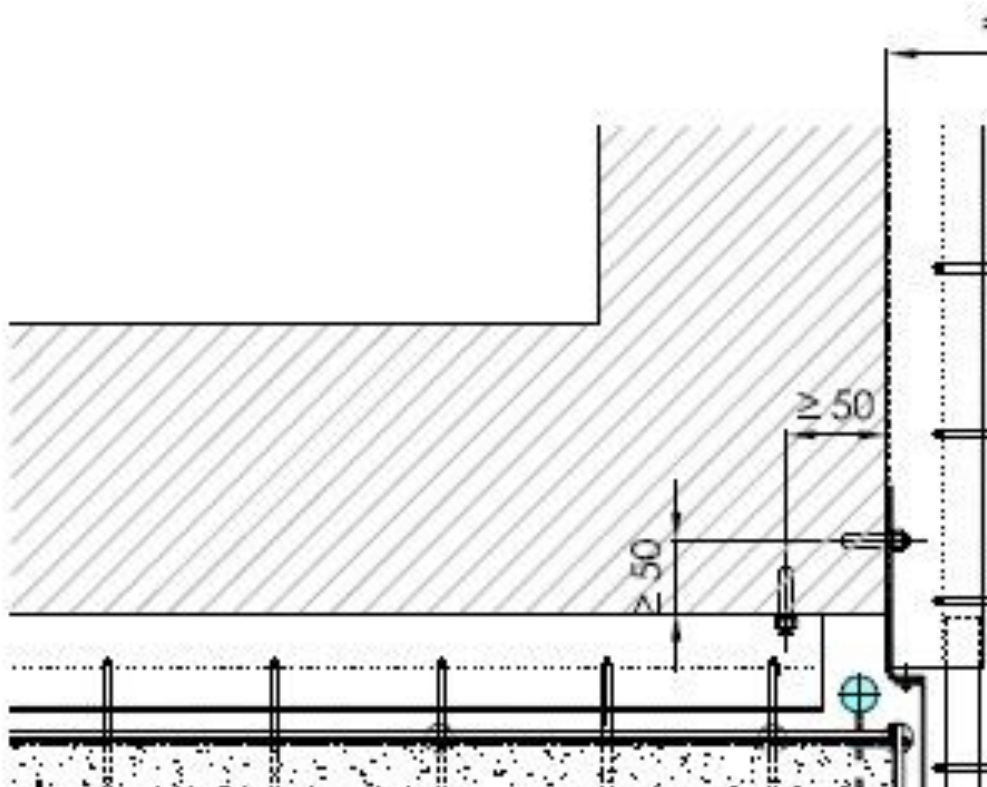


Figure 11 – Angle sortant – Fixation directe au support

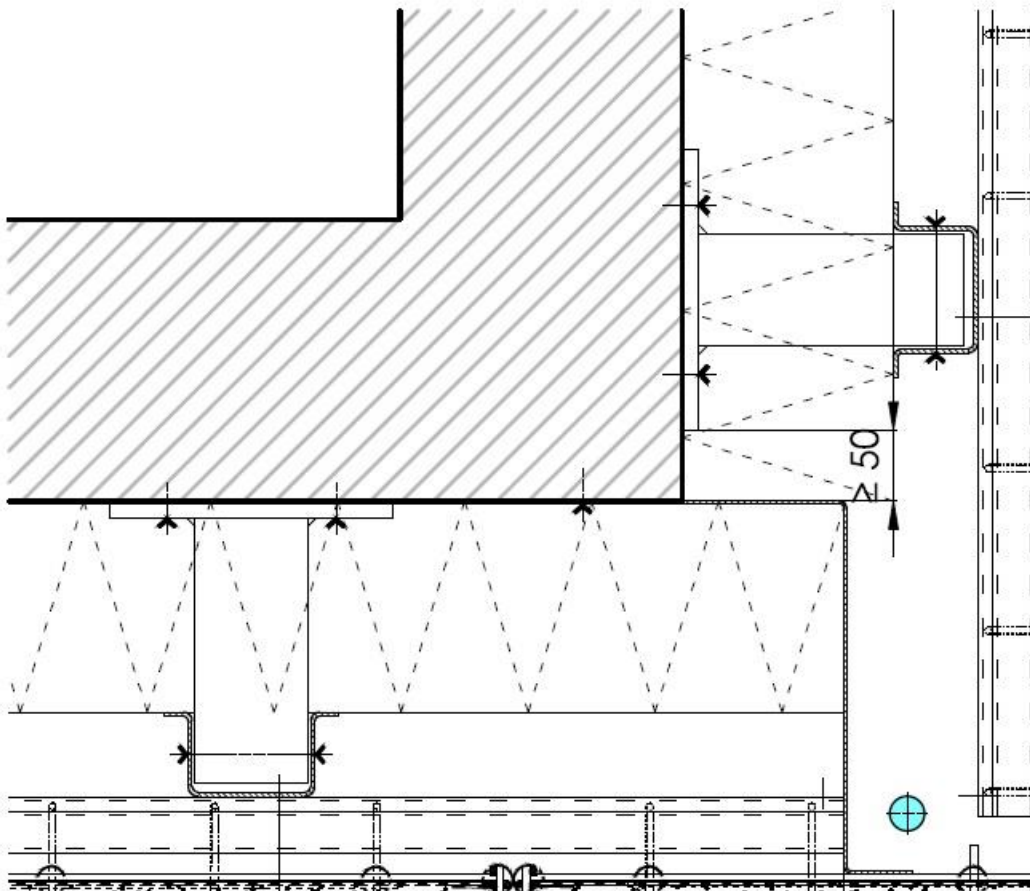


Figure 12 – Angle sortant – Fixation au support par consoles

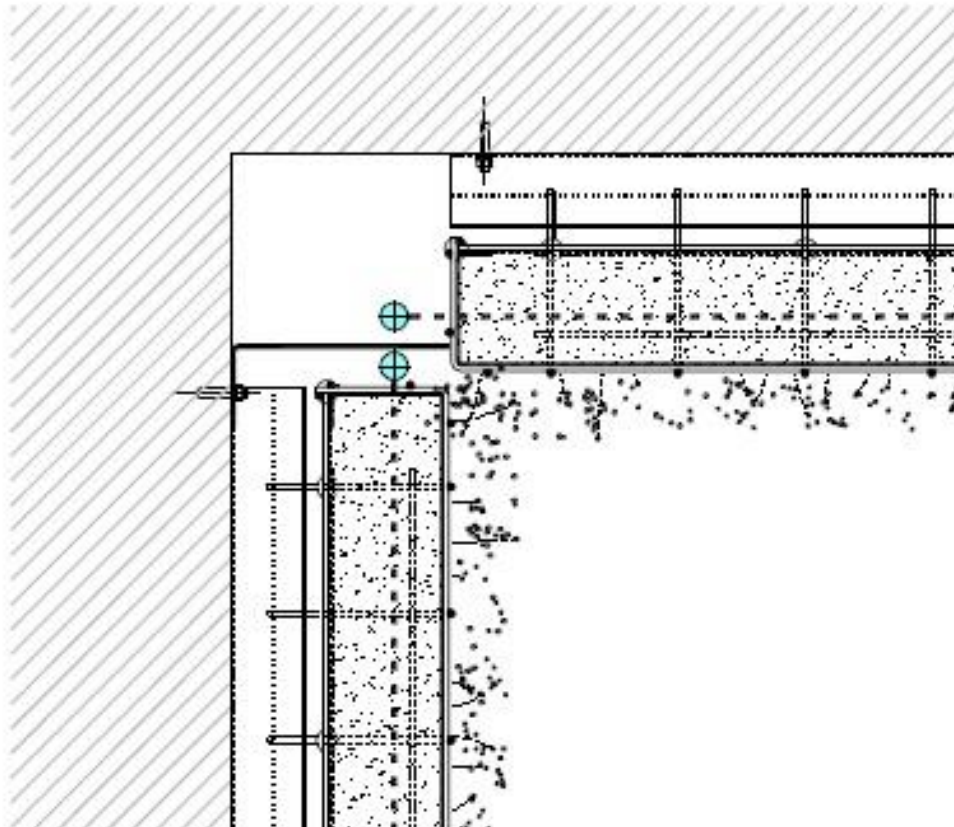


Figure 13 – Angle rentrant – Fixation directe au support

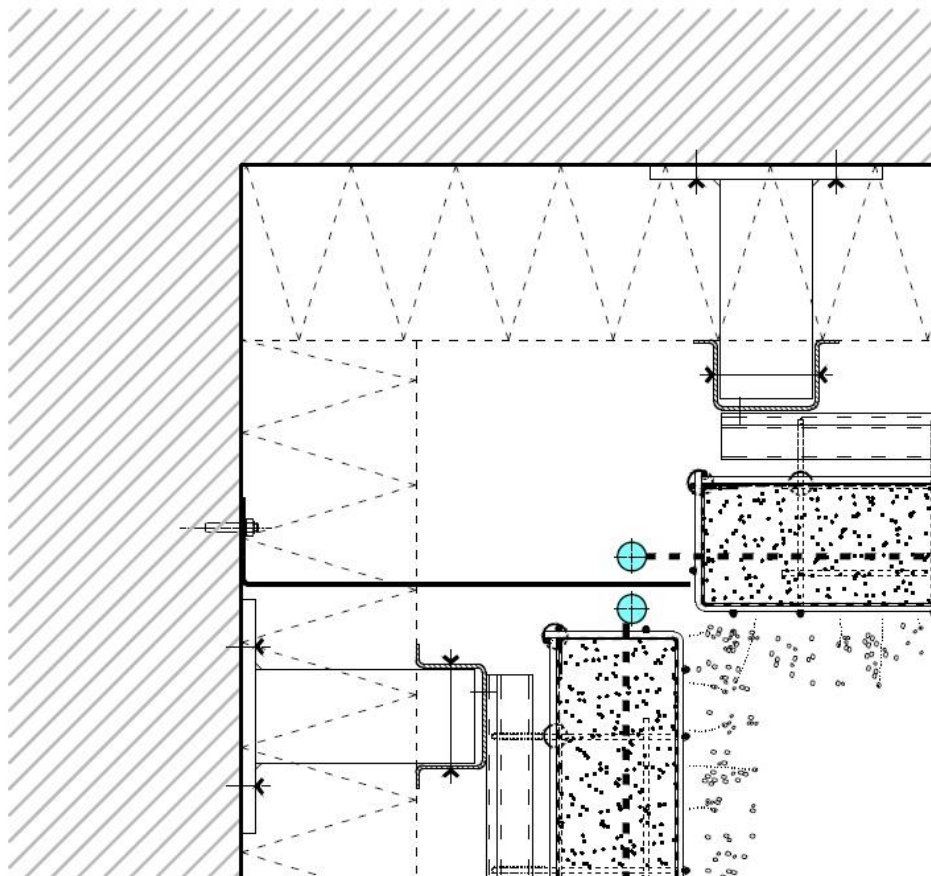


Figure 14 – Angle rentrant – Fixation au support par consoles

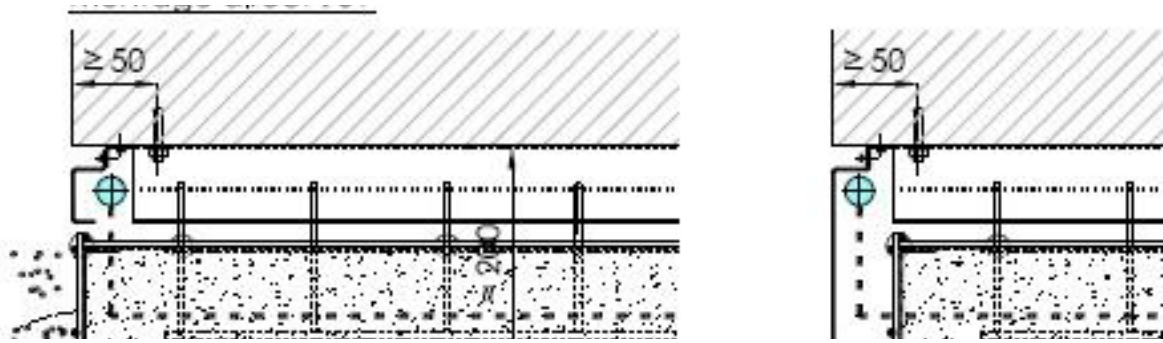


Figure 15 – Arrêt latéral – Fixation directe au support

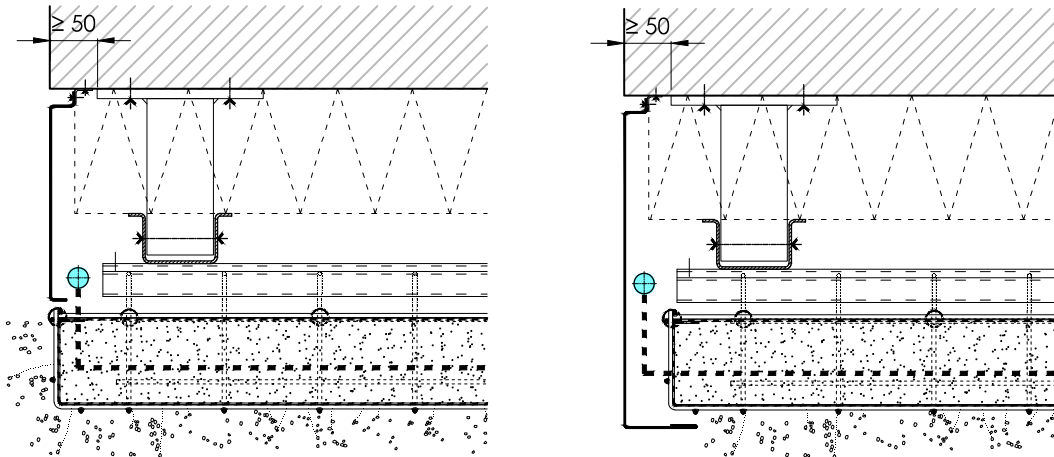


Figure 16 – Arrêt latéral – Fixation au support par consoles

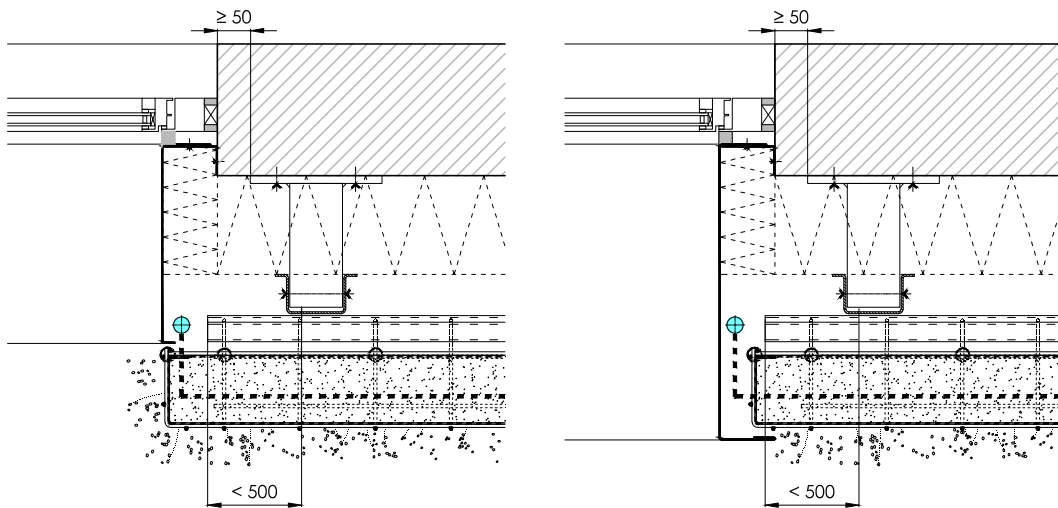


Figure 17 – Jonction avec tableau de baie - Fixation au support par consoles

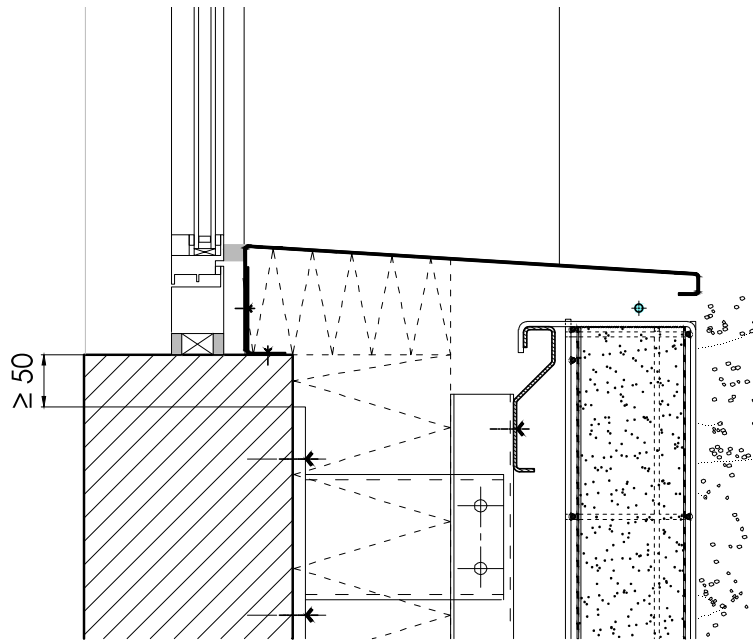


Figure 18 – Jonction avec appui de baie

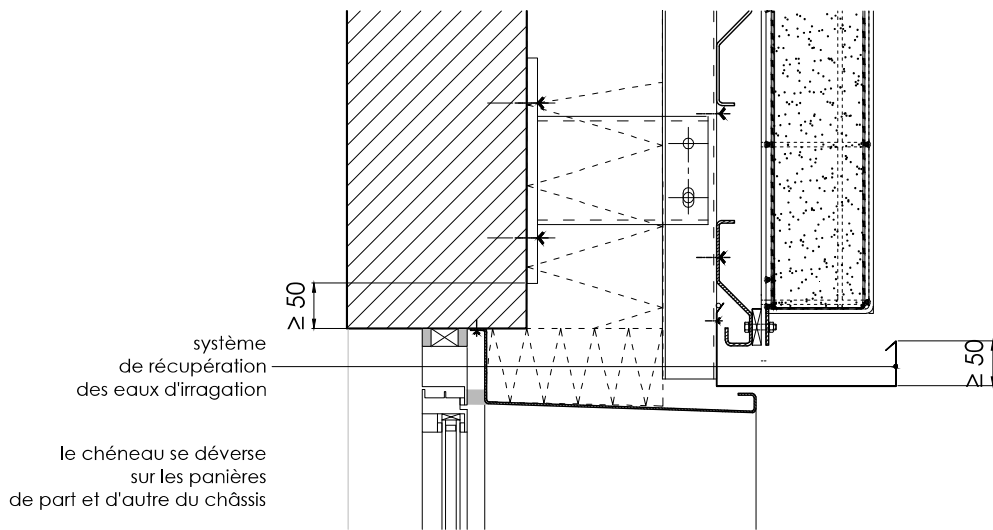


Figure 19 – Jonction avec linteau de baie

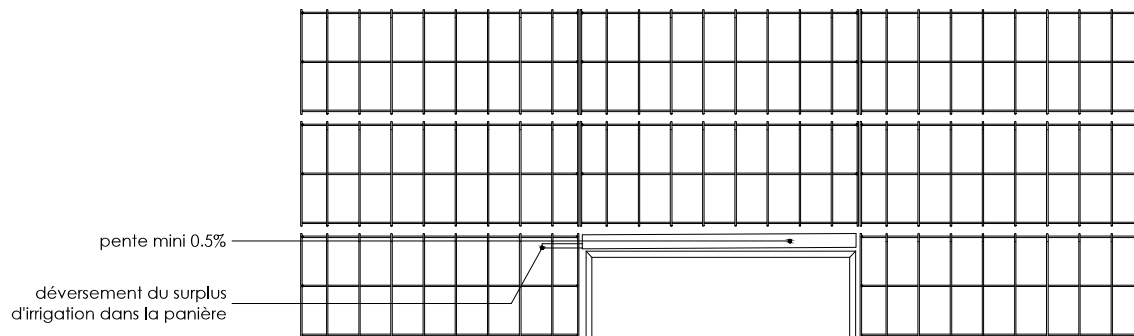


Figure 19bis – évacuation de l'excédent d'eau d'arrosage autour d'une baie

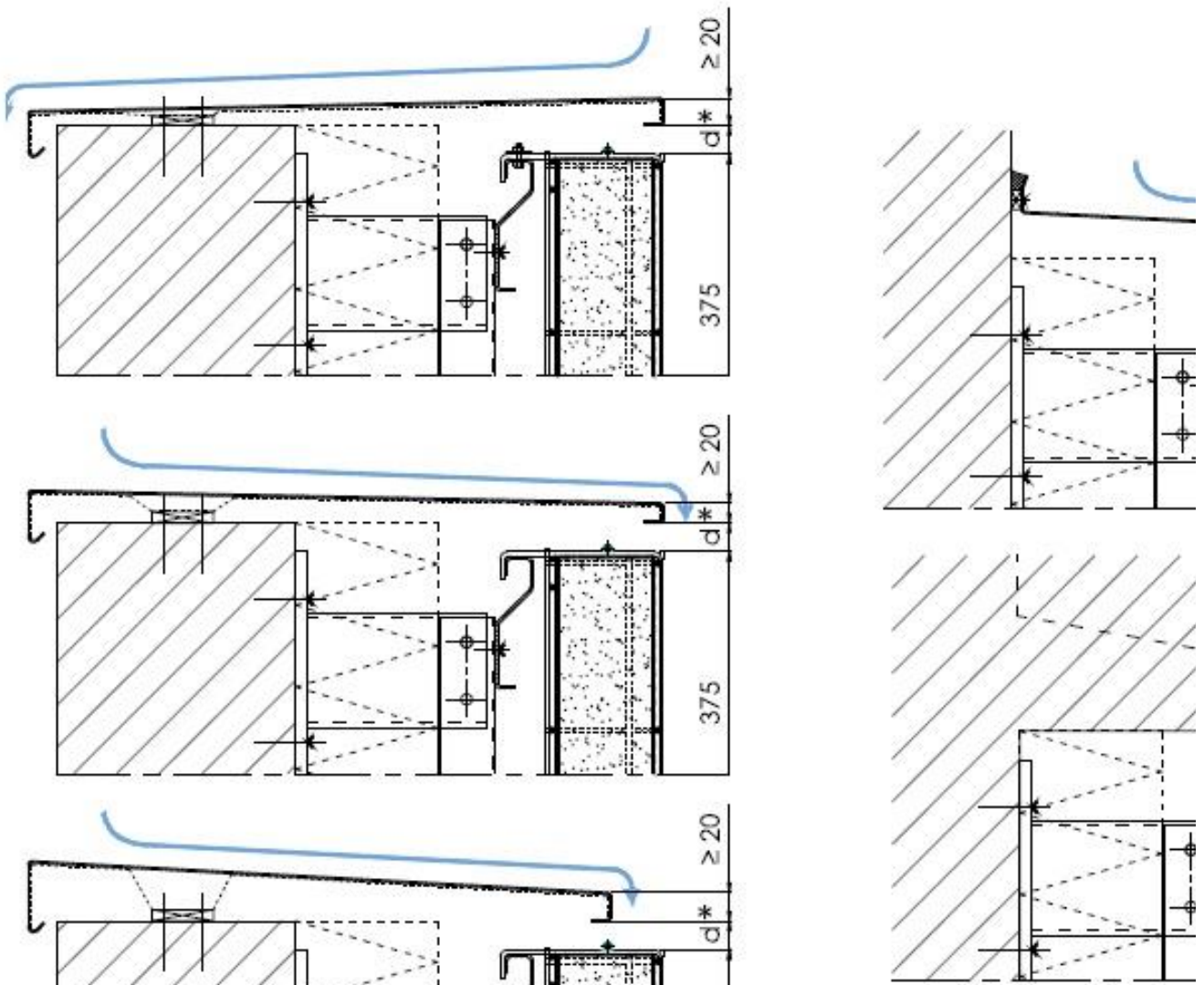


Figure 20 – Acrotère – Fixation par console ou directe au support – Avec isolation extérieure

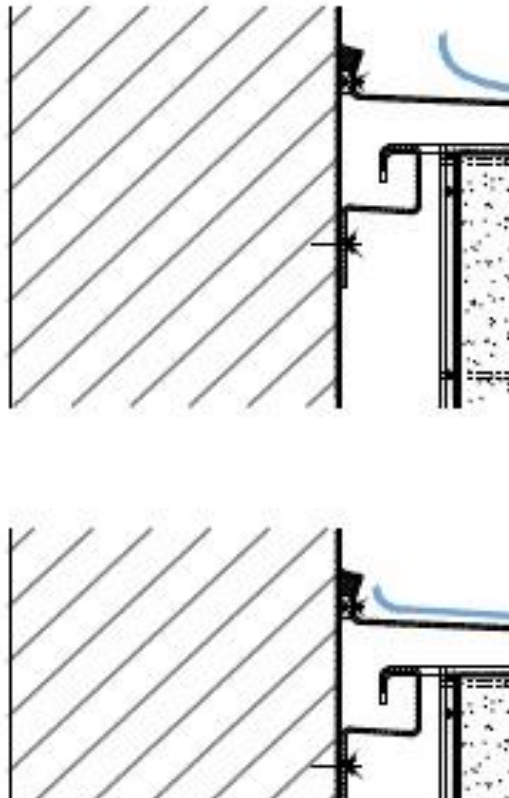


Figure 20bis – Acrotère – Fixation par console ou directe au support – Sans isolation extérieure

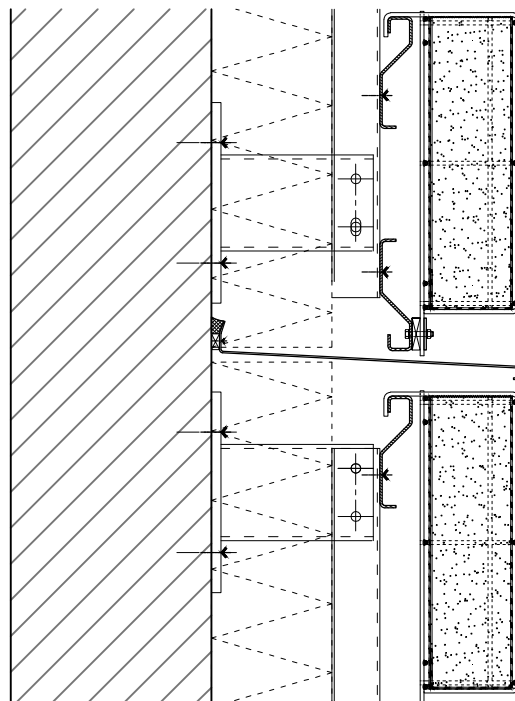


Figure 21 – Fractionnement de la lame d'air

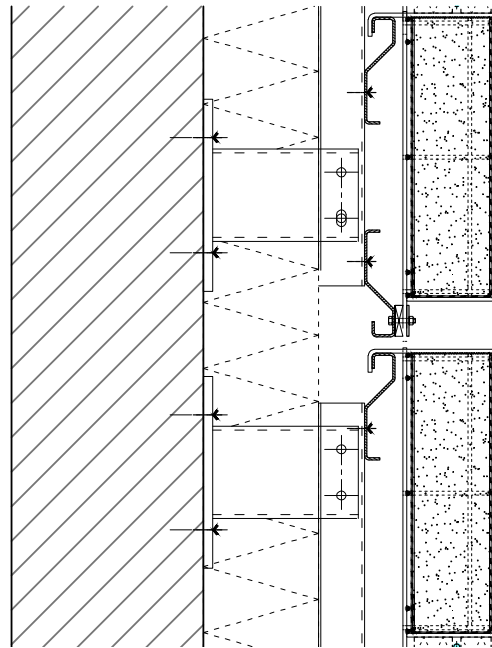
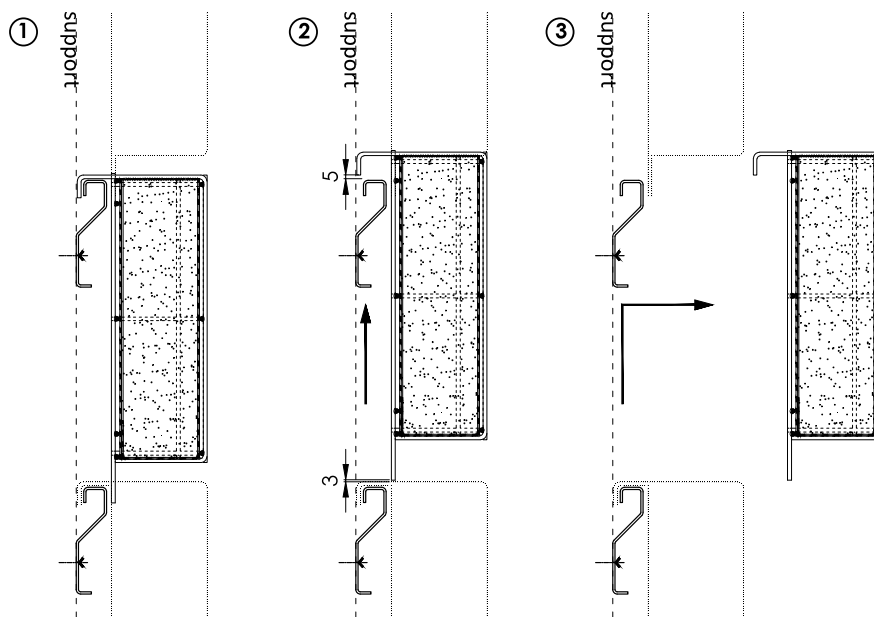
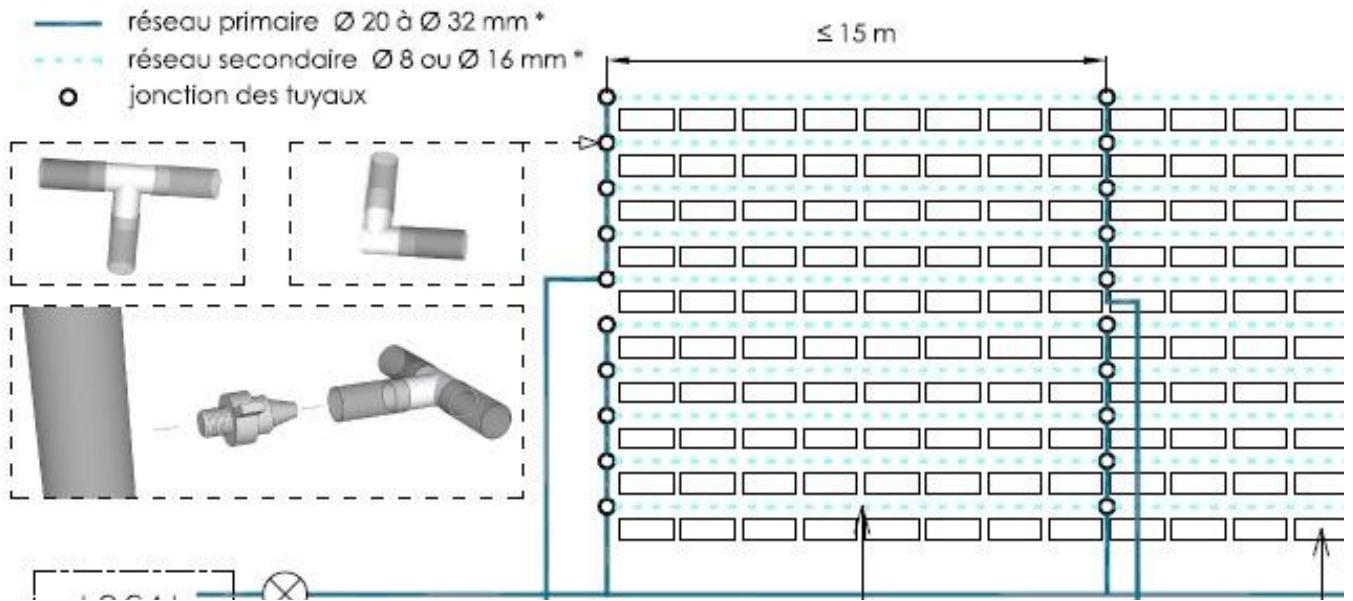


Figure 22 - Fractionnement de l'ossature



Si besoin, soulever le bac supérieur pour accroître le jeu permettant la dépose

Figure 23 - Remplacement d'un bac VERTIFLORE



* La section du réseau d'eau est établie suivant une étude hydrométrique spécifique à chaque projet par la Société TRACER URBAN NATURE

Figure 24 – Principe d'irrigation

Annexe A

Pose du procédé de bardage rapporté VERTIFLORE sur Ossature Métallique en zones sismiques

A1 Domaine d'emploi

Le procédé VERTIFLORE peut être mis en œuvre sur des parois planes verticales, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-dessous (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✖	✖	✖	✖
2	✖	✖	X	X
3	✖	X ^①	X	X
4	✖	X ^①	X	X
✖	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté,			
X	Pose autorisée sur parois planes, verticales en béton, selon les dispositions décrites dans cette Annexe,			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions telles que définies au chapitre I " Domaine d'application " du Guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8 Zones 3-4, édition 2021.			

A2 Assistance technique

La Société TRACER URBAN NATURE peut poser elle-même.

La Société TRACER URBAN NATURE dispose d'un service technique qui peut apporter, à la demande du poseur, ayant suivi une formation, une assistance technique tant au niveau de l'étude d'un projet qu'au stade de son exécution.

A3 Prescriptions

A3.1 Support

Le support devant recevoir le système de bardage rapporté est en béton banché conforme au DTU 23.1 et à l'Eurocode 8-P1

A3.2 Chevilles de fixation au support béton

La fixation au gros-œuvre béton est réalisée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ETE selon ETAG 001 - Parties 2 à 5 (admis comme DEE) avec catégorie de performance C1 évaluée selon l'Annexe E pour toutes les zones de sismicité et toutes les catégories d'importance de bâtiments nécessitant une justification particulière.

Les chevilles en acier zingué peuvent convenir, lorsqu'elles sont protégées par un isolant, pour les emplois en atmosphères extérieures protégées rurales non polluées, urbaines et industrielles normales ou sévères.

Pour les autres atmosphères, les chevilles en acier inoxydable A4 doivent être utilisées.

Ces chevilles métalliques doivent résister à des sollicitations données aux tableaux A1 et A2.

Les chevilles HST-R M12 de la Société HILTI conviennent. Pour les configurations non envisagées dans ces tableaux, les sollicitations peuvent être calculées selon le *Cahier du CSTB 3725* dans la limite du domaine d'emploi accepté.

A3.3 Fixation par console

L'ossature acier est conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V2 et au paragraphe 2.2.3 du Dossier Technique. Elle sera de conception bridée.

L'entraxe des profilés est de 1250 mm maximum.

Les montants sont fractionnés au droit de chaque plancher

A3.3.1 Consoles

Platines acier 250 x 200 mm d'épaisseur 12 mm fixées par 4 chevilles.

Tube acier 120 x 80 mm, d'épaisseur 5 mm et de longueur 190 mm.

A3.3.2 Montants verticaux et lisses

Ils sont identiques à ceux décrits dans le Dossier Technique.

A3.4 Pose directe

Les lisses sont identiques à celles décrites dans le Dossier Technique. Elles sont fixées par au moins 3 chevilles.

A3.5 Bacs VERTIFLORE

La pose des bacs VERTIFLORE est conforme au Dossier Technique.

Tableaux de l'Annexe A

Sollicitations (N)	Zones de sismicité	Plan perpendiculaire à la façade			Plan parallèle à la façade		
		Classes de catégories d'importance des bâtiments			Classes de catégories d'importance des bâtiments		
		II	III	IV	II	III	IV
Traction (N)	2		3150	3250		4750	5050
	3	3300	3400	3550	5350	5850	6400
	4	3550	3750	3900	6550	7300	8050
Cisaillement (V)	2		1050	1050		1150	1200
	3	1050	1050	1050	1200	1300	1350
	4	1050	1050	1050	1350	1500	1600

 **Domaine sans exigence parasismique**

Tableau A1 - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées à la cheville métallique dans le cas d'une pose avec un isolant d'épaisseur 150 mm et des consoles de longueur 190 mm maximum espacés de 1,25 m horizontalement et 2,4 m verticalement.

Sur une platine, l'écartement entre les 4 chevilles est de 140 mm verticalement et 80 mm horizontalement Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1

Sollicitations (N)	Zones de sismicité	Plan perpendiculaire à la façade			Plan parallèle à la façade		
		Classes de catégories d'importance des bâtiments			Classes de catégories d'importance des bâtiments		
		II	III	IV	II	III	IV
Traction (N)	2		208	243		—	—
	3	272	327	381	—	—	—
	4	396	475	554	—	—	—
Cisaillement (V)	2		490	490		532	547
	3	490	490	490	561	589	621
	4	490	490	490	630	683	740

 **Domaine sans exigence parasismique**

 **Valeurs non déterminantes pour les fixations**

Tableau A2 - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées aux chevilles métalliques dans le cas d'un bardage rapporté en pose directe

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1

Figures de l'Annexe A

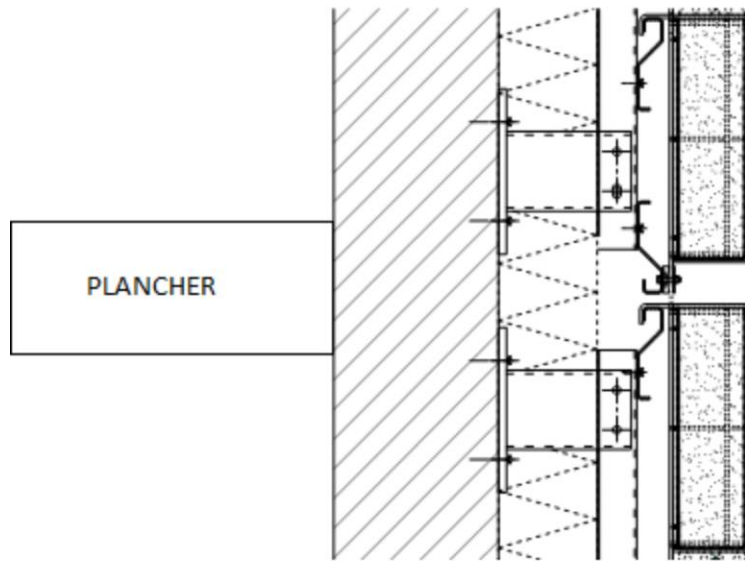


Figure A1 – Fractionnement de l'ossature de droit de chaque plancher

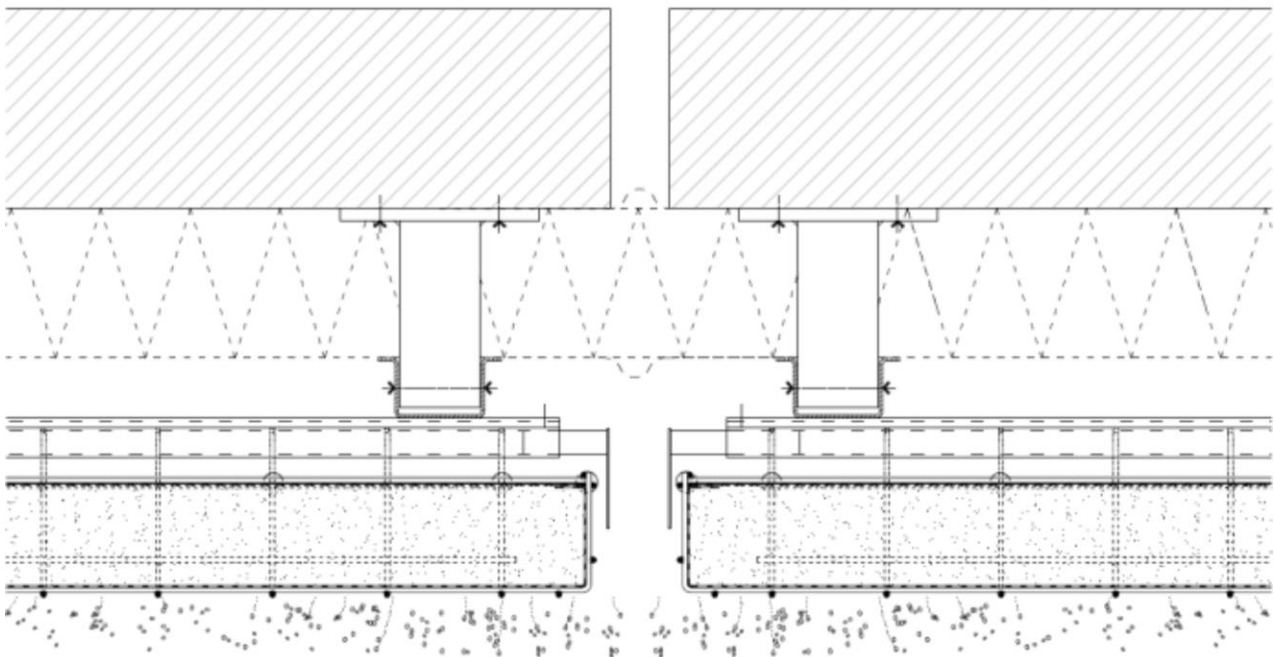


Figure A2 – Joint de dilatation de 12 à 15 cm

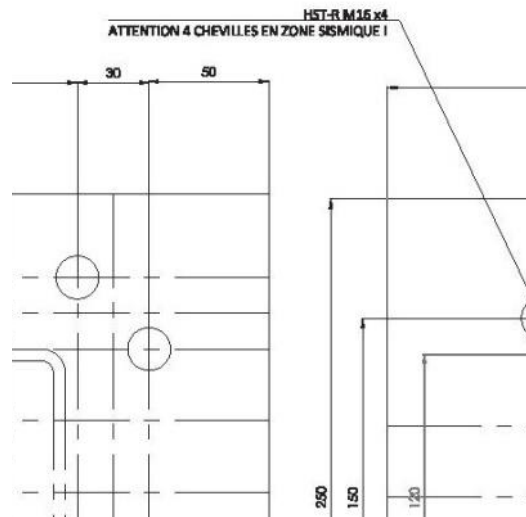


Figure A3 – Platines de fixation