

Avis Technique 16/13-671_V3

Annule et remplace l'Avis Technique 16/13-671_V2

Habillage de façade
Facade cladding

GIREC V – MATIV®

Titulaire : Société Delmar Betsinor
57, rue du Lieutenant Giard
FR-62710 Courrieres

Tél. : 03.21.13.75.57
Fax : 03.21.13.78.98
E-mail : accueil@betsinor.fr
Internet : www.betsinor.com

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Publié le 17 juillet 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

Le Groupe Spécialisé n° 16 « Produits et procédés spéciaux de maçonnerie » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné le 29 mai 2018 le procédé d'habillage de façade GIREC V – MATIV® exploité par la société DELMAR BETSINOR. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 16/13-671_V2. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le procédé GIREC V est un procédé de mur d'habillage de structure constitué par la juxtaposition de panneaux-coques en mortier renforcé de fibres de verre, constitués d'un voile mince raidi par des nervures creuses ou pleines.

Le procédé MATIV est un procédé complémentaire consistant en la réalisation par injection sous vide d'éléments en mortier renforcé de fibres de verre, présentant la même qualité de surface sur toutes les faces. Il est destiné à la réalisation d'éléments, pour lesquels toutes les faces présentent la même cristallisation.

Chaque panneau est porté par la structure au moyen de liaisons ponctuelles permettant sa libre dilatation.

1.2 Identification des produits

Les panneaux GIREC V et MATIV® portent une marque distinctive rappelant l'usine productrice.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Habillage de structure de bâtiments courants : habitations, bureaux, établissements scolaires, hospitaliers, industriels et ERP.

Les chevilles de fixation doivent faire l'objet d'un Agrément Technique Européen pour l'usage qui en est fait dans le cadre de ce procédé.

L'utilisation du procédé en fermeture de bâtiment n'est pas visée.

Le procédé est destiné à être mis œuvre sur un support béton armé ou maçonnerie.

Le procédé GIREC V - MATIV permet de réaliser des murs de type XIII au sens du Cahier du CSTB 1833.

L'utilisation pour des bâtiments soumis à exigences parasismiques est admise pour :

- Les bâtiments de catégorie d'importance I à IV en zones de sismicité 1 et 2,
- Les bâtiments de catégorie d'importance I à III en zone de sismicité 3.

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

Les murs de façade réalisés selon ce procédé ne participent pas à la structure résistante des bâtiments, leur stabilité propre peut être normalement assurée par les dispositions de liaison prévues pour les panneaux moyennant le dimensionnement de ces derniers à partir des contraintes admissibles propres à chacune des compositions de C.C.V. définies dans le paragraphe Prescriptions Techniques.

L'utilisation en zones sismiques est admise dans les conditions de conception et de mise en œuvre des fixations décrites au §2.32 Prescriptions Techniques.

Résistance aux chocs

La capacité des panneaux, en fonction de leur situation, à résister aux chocs extérieurs de sécurité ou de conservation des performances devra être testée pour chaque configuration, conformément à la norme P 08-302, suivant la classe d'exposition visée.

Sécurité en cas d'incendie

Pour les ouvrages soumis aux prescriptions de l'Instruction Technique n°249 relative aux façades, visées en annexe de l'arrêté du 24 mai 2010, les dispositions suivantes s'appliquent au procédé :

- §5.1.4 relatif aux systèmes d'isolation ne comportant pas de lame d'air ;
- §5.2 relatif aux systèmes d'isolation comportant une lame d'air et des isolants au moins classés A2-s3, d0 ou de moins de 100 mm ;
- §5.3 dans les autres cas.

En qualité de revêtement de façade, les panneaux de CCV sans enduit, ni peinture d'aucune sorte et qui comportent une incorporation de polymère dans la limite des compositions décrites dans le Dossier Technique établi par le demandeur (DTED), disposent d'un classement de réaction au feu A1 (cf. partie B résultats expérimentaux du DTED).

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Elle peut être normalement assurée, étant noté que les éléments de ce procédé ne sont pas exposés à des circulations d'entretien et que l'appui de nacelles d'entretien est exclu par ailleurs (cf. § Prescriptions Techniques).

Isolation thermique

Un complexe isolant peut être intercalé entre les panneaux et leur support. Cette insertion suppose que la fonction pare-pluie soit assurée soit par traitement des joints, soit par l'adjonction d'une pare-pluie continu. Moyennant, le cas échéant, une adaptation de l'épaisseur de cette ou de ces couches, elle permet de satisfaire aux exigences de la réglementation visant les ouvrages ; la vérification est à effectuer selon les "Règles Th-U".

Isolement acoustique

L'isolement acoustique dépend essentiellement de la masse de la paroi supportant les panneaux et de la couche d'isolant qui la complète.

Étanchéité

Les éléments d'habillage n'ont pas de fonction d'étanchéité.

Toutefois le traitement des joints peut être réalisé conformément au DTU 22.1 (cf. § Prescriptions Techniques). La peau en mortier renforcé de fibres présente en elle-même une étanchéité à l'eau convenable lorsque, comme il est prévu, elle est correctement compactée et si son épaisseur est en tous points au moins égale à 15mm.

Risques de condensation superficielle

En habillage de façade, avec interposition d'un isolant entre la paroi support et les panneaux, ce procédé permet de réduire les ponts thermiques aux seules fixations ponctuelles des panneaux.

Finitions-Aspect

Les divers traitements que peut recevoir le parement extérieur sont définis dans le DTED.

Dans le cas de mortier teinté dans la masse, on doit s'attendre, surtout si la teinte est assez vive, à observer des nuances dans la teinte du parement. Les teintes sombres doivent être évitées.

Données environnementales

Le procédé GIREC V – MATIV® ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie 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 procédé GIREC V – MATIV® dispose d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). 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.

Durabilité - Entretien

Les panneaux de base de ce procédé sont constitués d'une plaque nervurée en mortier armé de fibre de verre :

- Réalisée par projection simultanée,
- Réalisée par coulé vibré,
- Réalisée par injection sous vide.

Les formulations de CCV associées à chaque mode de fabrication sont détaillées en Annexe du DTED.

Les caractéristiques des formulations testées, montrent que par suite d'une perte sensible de la résistance à la traction des fibres sous l'action des alcalis du ciment, la résistance du mortier armé diminue avec le temps et tend à se stabiliser à long terme à un niveau que les essais de vieillissement accéléré ont permis d'évaluer; la déformabilité du mortier armé chute de façon sensible de même que la résistance aux chocs : le comportement du matériau initialement de type ductile tend à devenir de type fragile.

C'est pourquoi les valeurs des contraintes admissibles retenues sont très inférieures aux résistances mesurées à 28 jours et sont égales à la moitié des contraintes à rupture observées à long terme.

La résistance des panneaux, vis-à-vis de la fissuration notamment, dépend dans tous les cas du soin apporté à leur fabrication qui, assez délicate, fait appel à des méthodes spécifiques et nécessite un auto-contrôle suivi (cf. § Prescriptions Techniques).

La valeur assez élevée du retrait du mortier entre l'état initial et l'état sec impose la réalisation de liaisons déformables entre les panneaux en CCV et la structure ; le choix d'une teinte claire pour le parement extérieur est recommandé.

Ces panneaux de façade subissent des variations thermo-hygro-métriques importantes. Ils sont sujets à des déformations associées qui induisent de fortes variations d'ouvertures des joints vis à vis desquelles les joints à glissières et languettes ont un comportement prévisible meilleur que les joints à garniture extérieure de mastic, même lorsque le mastic est choisi très déformable, comme il est nécessaire.

Moyennant ces précautions, on estime que l'on peut réaliser des panneaux de qualité satisfaisante et la durabilité d'ensemble des murs de façade comportant de tels panneaux peut être considérée comme équivalente à celle de façades légères traditionnelles ; elle requiert la réfection, selon une périodicité de 10 à 15 ans, des garnitures de mastic extérieures.

2.22 Fabrication

Effectuée dans l'usine de DELMAR BETSINOR à Courrières (62), elle requiert une main-d'œuvre dotée d'une formation spécifique, et nécessite l'exécution d'un auto-contrôle régulier des diverses phases du processus de fabrication et des produits finis (cf. § Prescriptions Techniques). Par suite de la multiplicité des opérations à enchaîner dans un délai mesuré (toute interruption prolongée dans le processus de réalisation d'un panneau est susceptible d'affecter sérieusement la résistance de ce panneau) la qualité des panneaux repose, plus que dans d'autres techniques de préfabrication, sur le soin des opérateurs et sur l'efficacité de l'autocontrôle.

L'autocontrôle exercé dans l'usine du Titulaire fait l'objet d'un suivi extérieur assuré par le CSTB.

Les modalités du suivi sont les suivantes :

- Visite d'usine 1 fois par an ;
- Vérification des contrôles décrits au § 7.5 du DTED.

Mise à disposition par le titulaire de l'annexe du rapport de visite mentionnant quelle(s) formulation(s) parmi celles décrites au § 3.1 du DTED ont fait l'objet d'une vérification. En cas de non-conformité relevée lors d'une visite, la fréquence sera augmentée à deux visites pour l'année qui suit.

La conformité des productions du centre de fabrication des panneaux aux données du présent Avis est enregistrée dans les registres de fabrication de l'usine.

2.23 Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises de construction auxquelles le fabricant livre les panneaux, elle nécessite des précautions particulières en raison notamment de la légèreté des panneaux (sensibles au vent lors de leur pose à la grue) et de leur relative sensibilité aux chocs de poinçonnement (cf. § « Prescriptions Techniques » du présent Avis).

Le titulaire de l'Avis fournira aux entreprises un Cahier des Charges de montage et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions Techniques communes aux procédés de murs de façade

(Cf. cahier du CSTB n°2159, livraison 279, référence 0).

2.32 Prescriptions Techniques particulières au procédé GIREC V

2.321 Conditions de conception

- Le dimensionnement des panneaux et l'organisation de leurs liaisons à la structure doivent être effectués par un bureau d'études, conformément aux hypothèses définies dans le DTED et aux prescriptions ci-après ;

- La vérification de la tenue des fixations sous l'action du vent est déterminée à l'ELU ;
- En tenant compte de la résistance ultime indiquée en Annexe du Dossier Technique établi par le demandeur ; calculé conformément au § D7.3 de l'Annexe D de la NF EN 1990, avec le coefficient $\eta_d = 0,75$ (coefficient permettant de tenir compte des incertitudes liées aux essais) ;
- En considérant :
 - Une fixation sur deux dans le cas général, ou,
 - Les 4 fixations dans le cas d'un assemblage après réglage du panneau, permettant un défaut d'alignement des fixations de 1mm (cf. Annexe 1 du DTED).
- En prenant en compte un diagramme d'interaction traction/cisaillement linéaire pour les inserts ponctuels dans le cas où ils reprennent des efforts verticaux de poids propre.

Les efforts verticaux sont repris exclusivement par les inserts de type « rainure » ou « cols de cygne ».

Le dimensionnement des panneaux et coques est réalisé sous combinaison d'action à l'ELS, en tenant compte des contraintes admissibles suivantes :

Contraintes admissibles (MPa)	CCV PROJETE	CCV COULÉ VIBRÉ	MATIV®
Flexion (LDPlong terme/2 (en MPa))	4,45	3,05	5
Traction simple	2,22	1,5	2,5
Cisaillement	1	1	1
Compression simple	12	12	12
Module d'élasticité de calcul en traction par flexion (en MPa)	20750	12750	18250

Les parties métalliques des systèmes de fixations sont dimensionnés conformément à la NF EN 1993-1.

L'épaisseur nominale du tympan des panneaux en mortier renforcé de fibres ne doit pas être inférieure à 10mm (hors gel-coat).

Le dimensionnement des parties de panneaux réalisées en prémélange "coulé-vibré" doit prendre en compte le fait que la résistance de ce type de mélange est inférieure à celle des parties réalisées en mélange projeté : le raccordement entre surfaces constituées de mélanges de chacun des deux types doit être dimensionné en conséquence.

Les panneaux de ce procédé ne doivent pas être pris en compte dans les vérifications de calcul de stabilité et de contreventement des structures qu'ils habitent.

Les dispositifs de liaison des panneaux doivent trouver un ancrage par leur forme dans une zone renforcée des parois en mortier de fibres.

Les chevilles métalliques de fixation des panneaux aux ouvrages support en béton doivent faire l'objet d'une Evaluation Technique Européenne et être mises en œuvre conformément aux dispositions décrites ou prescrites dans ce document.

L'organisation des liaisons des coques en C.C.V. sur la structure support doit respecter le principe de libre dilatation des coques à partir d'un pôle de dilatation.

L'application d'une charge ponctuelle de 150daN sur les parties de l'élément susceptibles de pouvoir être utilisées comme appui, doit être vérifiée. La contrainte de traction par flexion maximale admise dans ce cas est la valeur minimale entre la MDR à 28 jours et la MDR à long terme, indiquées dans le Tableau 1, en annexe du DTED, suivant la formulation et la technique employées.

La protection contre la corrosion de l'ensemble des pièces des dispositifs de liaison doit être déterminée par le Bureau d'Etudes chargé de l'étude de dimensionnement des produits et des dispositifs de liaisons, sur la base des critères suivants :

- Dans le cas où les joints sont organisés pour assurer une fonction pare-pluie conformément aux dispositions du DTU 22.1 et sauf en cas d'atmosphère corrosive (bord de mer par exemple), la protection des pièces peut se limiter à une galvanisation à chaud de 40 micromètres selon la norme NF EN 1461.
- Dans tous les autres cas et notamment lorsque les joints sont ouverts, les pièces de liaison doivent être en acier inoxydable (aciers austénitiques résistants à la corrosion conformément à la norme NF EN 10088-1).

L'application de finitions sur les éléments ne doit être entreprise qu'avec l'accord préalable du fabricant des produits correspondants.

2.322 Prescriptions parasismiques

Dans le cas d'ouvrages soumis à exigences parasismiques, les prescriptions complémentaires suivantes s'appliquent :

- Panneaux d'épaisseur minimale 12mm (hors gel-coat), de surface maximale de 9m², d'un élanement maximal de 3, d'une masse ≤600kg et de largeur de joint minimale de 20mm.
- Coefficient d'accélération maximal de référence au niveau du sol de 1.1m/s²
- Les fixations des panneaux doivent être conçues suivant les schémas de principe donnés aux figures 27 à 30 du DTED.
- Le coefficient de comportement q_d des panneaux est pris égal à 2, (conformément au § 4.3.5 de la NF EN 1998-1).

Les chevilles utilisées pour la fixation dans les ouvrages support en béton doivent avoir fait l'objet d'un Evaluation Technique européenne établie selon le guide 001 de l'EOTA, et être qualifiées en catégorie de performances sismiques C2 dans le cadre d'ouvrage soumis à exigence parasismique.

2.323 Conditions de fabrication

Les contrôles sur les mélanges et les contrôles sur les éprouvettes durcies doivent être consignés sur un cahier de contrôle.

Les contrôles sur panneaux en cours de fabrication doivent être consignés sur des fiches de contrôle établies pour chaque panneau suivant le modèle fourni par le titulaire de l'Avis Technique.

(L'épaisseur nominale minimale des parois en mortier de fibres est de 10mm hors gel-coat.

La fabrication d'un panneau doit être réalisée en processus continu, sans interruption.

Le « soudage » des surfaces en mélanges de natures différentes et/ou réalisées avec un faible décalage de temps doit faire l'objet d'un soin particulier visant à assurer l'interpénétration des fibres de l'une et de l'autre surface.

Le durcissement des panneaux à parement en gravillons lavés doit s'effectuer en empêchant leur déformation par bombardement.

Les contrôles suivants doivent être effectués :

- Essai d'étalement du mortier (slump test) : 1 fois par jour et par composition (cf. NF EN 1170-1),
- Les appareils de projection (débit du mortier, débit de la fibre de verre) : 1 fois par jour, et à chaque arrêt de machine,
- La teneur en fibres mesurée sur le CCV frais doit être contrôlée, pour chaque opérateur de projection, au moins une fois par semaine (cf. NF EN 1170-3 pour le projeté, NF EN 1170-2 pour l'ensemble des procédés, cf. §7.3 du DTED).

Les contrôles suivants doivent être exécutés sur les produits finis :

- Épaisseur nominale de CCV :
 - 6 mesures par panneau,
 - - 2 / + 4 mm sur les valeurs moyennes en partie courante,
 - Moyenne des résultats par panneau ≥ 10mm,
- Contrôle de la résistance en traction par flexion :
 - Essais à 7 jours : 1 fois par semaine (cf. NF EN 1170-4). La résistance moyenne doit être au moins égale à la valeur indiquée en Annexe du DTED ;
 - Essais à 7 jours puis 28 jours : 2 fois par an minimum (cf. NF EN 1170-5). La résistance moyenne doit être au moins égale à la valeur indiquée en Annexe du DTED.
- Contrôle visuel sur chaque panneau,
- Contrôle, au moins une fois par semaine, de l'absorption d'eau par immersion et de la masse volumique sèche (cf. NF EN 1170-6) : valeur indiquée dans le DTED (en %)+/- 3,
- Contrôle, au moins une fois par semaine de la masse volumique sèche (cf. NF EN 1170-6) : valeur indiquée dans le DTED +300/-200kg/m³,
- Contrôle, sur un panneau sur trente, pris au hasard, en trois points choisis arbitrairement ainsi qu'au droit des dièdres (angles et changements de nus), de :
 - La résistance au poinçonnement des parois en mortier de fibres (le poinçon cylindrique de 4 mm de diamètre du Perfotest ne doit pas provoquer la perforation de la peau),
Ou,
 - La résistance aux chocs de corps dur : le choc de 10 Joules réalisé avec une bille en acier de diamètre 63,5 mm, de masse 1 Kg +/- 10 g, avec une hauteur de chute de 1,02 m, conformément au § 4.3 de la NF EN P08-301 ne doit pas provoquer de fissuration).
- Essais de flèche sur panneaux âgés de 3 semaines au moins :
 - Pour le procédé GIREC V : mesure sur au moins un panneau sur cent, de la flèche prise, après 1 h de chargement, par le panneau fixé en position verticale ou horizontale avec les mêmes liaisons qu'en œuvre et soumis à une charge répartie égale à la charge de calcul puis au double de cette charge : la flèche dans le second cas ne doit pas excéder 2,2 fois la flèche dans le premier cas. Si le résultat n'est pas satisfaisant, on effectue les mêmes mesures

sur un autre panneau de la série ; si le résultat n'est toujours pas satisfaisant, il est fait un tri sur l'ensemble de la série,

- Pour le procédé MATIV : mesure de la flèche sur au moins deux éléments avant la pose des premiers éléments puis sur au moins un panneau sur cent, suivant les mêmes critères que ci-dessus,
- L'ensemble des résultats ainsi que les dispositions prises en cas de résultat non satisfaisant doivent être consignés sur un cahier ou sur des fiches de contrôle.

2.324 Conditions de stockage et de transport

Le calage des panneaux lors du stockage et du transport doit être organisé de façon à éliminer les risques de déformation par fluage (de flexion notamment). Par ailleurs les zones de calage et les dimensions des cales doivent être déterminées pour exclure tout risque de poinçonnement des parois en mortier de fibres.

2.325 Conditions de mise en œuvre

Le fabricant des panneaux doit fournir, avec ces derniers, les accessoires de liaison à la structure et éventuellement d'étanchéité des joints.

Les vis ou écrous des dispositifs de liaison des panneaux doivent être arrêtés par un système de frein adapté au type de liaison prévu.

Le titulaire doit fournir à l'entreprise de pose l'indication des couples de serrage minimaux des boulons permettant de garantir le non glissement des dispositifs de fixation sous l'effet des efforts de cisaillement horizontal.

Dans le cas où la fixation comporte un trou oblong, après réglage de la fixation, son centrage doit être vérifié et un système de blocage doit être prévu.

La mise en place des panneaux à la grue doit s'effectuer en tenant compte de la sensibilité des panneaux au vent (due à leur légèreté).

L'introduction de levier sous un panneau pour le déplacer ne doit être effectuée qu'au droit des zones prévues pour l'appui du panneau.

Le mortier de calfeutrement des engravures dans lesquelles sont disposés les dispositifs de fixation des panneaux doit être exempt d'agent agressif vis-à-vis de l'acier, et notamment de chlorure.

Le fournisseur des panneaux doit être en mesure de faire procéder sur chantier, à la demande de l'entreprise de montage, aux ragréages légers nécessités par le traitement d'épaufrures éventuelles (fourniture de mortier armé de fibres, du type prémélangé).

La résistance de calcul $R_{d, insert}$ (en kN) des inserts de levage (câblette de levage et sangle de manutention) sont calculées à partir des résistances caractéristiques à l'arrachement indiquées en Annexe du DTED, par application d'un coefficient de sécurité égale à 3.

L'angle de levage entre l'élingue et l'horizontal est de 90°.

La vérification des inserts de levage est donnée par la relation suivante :

$$\frac{R_{k,insert}}{3} \geq \frac{P \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$$

$R_{k,insert}$ = résistance caractéristique à l'arrachement des inserts de levage (en kN), donnée dans le Tableau 3 en annexe du DTED.

P = poids propre du panneau [kN]

n_b = nombre de points de levage effectifs

γ_{ed} = coefficient d'effet dynamique dû au levage =1,15

γ_{pp} = coefficient d'incertitude sur poids propre =1,05

La manutention en usine par ces inserts de levage est exclue du présent Avis Technique.

Le levage à plat des panneaux est exclu du présent Avis Technique.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé (cf. §2.1) est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 juin 2019.

Pour le Groupe Spécialisé n° 16
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Conformément à la jurisprudence du Groupe en la matière, en l'absence d'étanchéité à l'air (et donc d'étanchéité à l'eau) à l'avant des dispositifs de liaison des panneaux à la structure, il a été prescrit le choix d'un acier inoxydable austénitique pour la constitution des liaisons.

A l'occasion de ce modificatif, les éléments suivants ont été révisés :

- Mise à jour des formulations des CCV mis en œuvre par projection et coulé-vibré ;
- Intégration des valeurs d'arrachement des inserts de fixation et de levage.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n° 16

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination et principe

Le procédé GIREC V met en œuvre des panneaux-coques en mortier renforcé de fibres de verre, matériau de la famille des composites ciment-verres (CCV). Les coques sont constituées d'un voile mince raidi par des nervures creuses ou pleines. Elles ont une face lisse et une face brute. Chaque panneau est porté par la structure du bâtiment au moyen de liaisons souples permettant sa libre dilatation, sans interférence avec les panneaux voisins.

En réhabilitation, associés ou non à un isolant, les panneaux de façade constituent le parement extérieur des façades.

En complément du procédé GIREC V, le procédé MATIV® est destiné à la réalisation d'éléments, pour lesquels toutes les faces présentent la même cristallisation. Il met en œuvre des éléments en CCV mis en place par injection sous vide.

Les dimensions visées sont indiquées aux § 4.6.

L'épaisseur minimale des panneaux et coques est de 10 mm (hors finition et gel-coat).

Aspect extérieur : parement gris, blanc ou teinté, lisse ou moulé sur matrice à micro-relief ou sablé ou peint, gravillons lavés, microbéton (désactivé ou sablé), béton retableable, méthacrylate.

2. Domaine d'emploi revendiqué

Habillage de structure de bâtiments courants : habitations, bureaux, établissements scolaires, hospitaliers, industriels et ERP.

Les chevilles de fixation doivent faire l'objet d'un Agrément Technique Européen pour l'usage qui en est fait dans le cadre de ce procédé.

L'utilisation du procédé en fermeture de bâtiment n'est pas visée.

Le procédé est destiné à être mis œuvre sur un support béton armé ou maçonnerie.

Le procédé GIREC V - MATIV permet de réaliser des murs de type XIII au sens du Cahier du CSTB 1833.

L'utilisation pour des bâtiments soumis à exigences parasismiques est admise pour :

- Les bâtiments de catégorie d'importance I à IV en zones de sismicité 1 et 2 ;
- Les bâtiments de catégorie d'importance I à III en zone de sismicité 3.

3. Matériaux

3.1 Composite ciment-verre

Mortier armé de fibres de verre dont les compositions-types et les caractéristiques sont données dans les tableaux 1 et 2 en annexe de ce Dossier Technique.

Trois types de formulations sont visés :

- Formulation pour les éléments réalisés par projection simultanée ;
- Formulation pour les éléments coulé-vibrés ;
- Formulation pour les éléments injectés.

3.2 Autres matériaux

Attaches mécaniques insérées dans le panneau :

- Douilles à œillet munie d'une câblette ;
- Douilles à œillet renforcée ;
- Douilles à tête plate ;
- Inserts métalliques :
 - ISA,
 - ISB,
 - ISD,
 - Jussieu.
- Profils CCV réalisés en cours de fabrication.

Suivant le degré de protection anticorrosion nécessaire, ces pièces sont soit revêtues d'une galvanisation à chaud 40µm (ou zinguée pour la visserie), soit en acier inoxydable de nuance 304L ou 316L.

Le choix de la protection anticorrosion figure dans le tableau 5 en Annexe de ce Dossier Technique.

3.21 Fixation au support

- Chevilles métalliques à expansion ou chevilles à scellement chimique (ETAG n°001) ;
- Boulons et rondelles, tiges filetées diamètre 8 minimum ;
- Consoles, platines, équerres métalliques.

Cales de réglage PVC ou métalliques d'épaisseur variable de 2 à 7mm. Suivant le degré de protection anticorrosion nécessaire, ces pièces sont soit revêtues d'une galvanisation à chaud 40µm (ou zinguée pour la visserie), soit en acier inoxydable de nuance 304L ou 316L. Le choix de la protection anticorrosion figure dans le tableau 3 en Annexe de ce Dossier Technique.

3.22 Appareils d'appui

- Plaquettes EPDM, dureté shore 50 ;
- Feuilles EPDM, dureté shore 50 ;
- Profilés EPDM, dureté shore 50.

3.23 Joints

3.231 Traitement des joints horizontaux

- Recouvrement en tête de panneau (principe talon – batée) ;
- Profilés en PVC ;
- Mastic élastomère 1ère ou 2ème catégorie ;
- Cordon de mousse de polyéthylène à cellules fermées type TRAMICORD ;
- Cordon Couvraneuf Jointofeu.

3.232 Traitement des joints verticaux

- Profilés en PVC ;
- Mastic élastomère 1ère ou 2ème catégorie ;
- Profilés spéciaux en caoutchouc type GIREC V, Compriband ;
- Cordon de mousse de polyéthylène à cellules fermées type TRAMICORD.

3.233 Traitement des joints en zone sismique

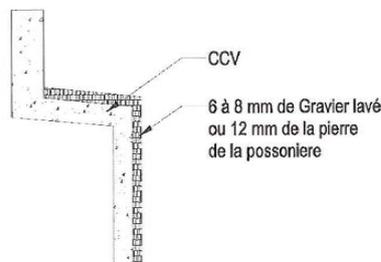
La largeur minimale des joints horizontaux est de 20mm.

Le système de calfeutrement des joints devra permettre le libre déplacement des panneaux (profilés PVC).

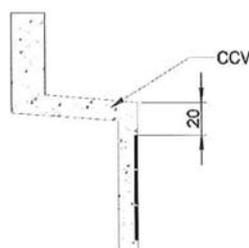
3.24 Revêtements

- Lasure, peinture ou minéralisant à pouvoir hydrofuge, oléofuge, antitaches, antigraffiti voir photocatalytiques. Enduit de parement plastique mince,
- Revêtement résine (PERLOR ou similaire) ;
- Méthacrylate ;
- Gravillons lavés : le béton de gravillons, disposé en fond de moule sur une épaisseur de 6 à 8 mm, a la composition suivante pour 100kg :
 - Ciment blanc : 21kg,
 - Sable 0/3 : 27kg,
 - Gravier 4/8 : 44kg,
 - Eau : 8kg.
- Béton retableable (la Pierre de la POSSONIERE) constitué de calcaire concassé additionné de silice : l'application s'effectue frais sur frais, c'est-à-dire projection de CCV sur l'enduit retableable frais.

Dans le cas de revêtement disposé en fond de moule, la mise en œuvre exige que l'application sur les retours forme un ensemble monolithique.



Dans le cas où la géométrie ne le permettrait pas, la tranche du matériau autre que le CCV doit être protégée des infiltrations en cas de microfissures par une bavette.



Les plans d'exécution donnent la spécification précise et complète de tous les matériaux mis en œuvre.

4. Eléments

4.1 Plaque

Les éléments sont constitués d'une plaque mince, en C.C.V. projeté, coulé ou injecté, épousant la forme d'un moule et raidie ou non par des nervures qui permettent d'augmenter la portée en reprenant les charges appliquées à la plaque et en les transmettant aux points d'appui.

Quels que soient les efforts, l'épaisseur minimale des plaques est de 10mm (hors gel-coat).

4.2 Nervures

Les nervures intérieures ou extérieures sont en C.C.V. projeté ou coulé. Elles peuvent être pleines ou creuses :

- Pleines, elles peuvent consister en un épaissement local de la plaque, en un retour de plaque le long des rives, en une lame intérieure projetée sur une jouée mobile ou préfabriquée,
- Creuses, elles sont obtenues par projection de mortier de fibres de verre sur un prisme préformé en nergalto ou en polystyrène expansé ou mousse synthétique dont elles épousent la forme ; elles peuvent être intérieures. La nervuration peut aussi résulter de la forme même du panneau. Ces différentes formes peuvent coexister sur un même panneau.

4.3 Joints

Plusieurs solutions peuvent être adoptées :

- Les panneaux sont placés bord à bord sans recouvrement et sans dispositif d'étanchéité en réservant la largeur de joint minimum compatible avec les variations linéaires et les tolérances,
- Les rives latérales des panneaux sont munies d'une languette pare-pluie en caoutchouc incorporée à la fabrication ; le joint horizontal est à recouvrement classique ; au croisement des joints, le rejingot reçoit une bande de caoutchouc auto-collante,
- On peut également utiliser les profilés classiques en préfabrication par panneaux :
 - a) Les rives latérales des panneaux comportent un dispositif de glissière et languette noyé à la fabrication et une clef est introduite en œuvre entre les 2 panneaux ; le joint horizontal est à recouvrement classique. Si les glissières peuvent être décalées, il n'est pas nécessaire de coller une bavette d'étanchéité à cheval sur joint ;
 - b) Les rives des panneaux comportent une cannelure et le traitement des joints verticaux est réalisée par mastic élastomère 1ère catégorie, sur fond de joint mousse, le joint horizontal est à recouvrement classique de rejingot et retombée. Au croisement des joints, on colle une feuille de caoutchouc 150 x 120 x 2 sur le rejingot, à cheval sur le joint.

Dans tous les cas, horizontalement le joint coupe-feu est réalisé au niveau de la rive de plancher au moyen de laine de roche comprimée entre le plancher et la partie supérieure du panneau.

4.4 Fixation

4.4.1 Attaches

Les attaches visées en association avec les éléments projetés sont les suivantes :

- Douille munie de câblettes (cf. Figure 1 et 2) :
 - Diamètre de la douille : 10-12mm ;
 - Diamètre de la câblette : 4-6mm ;
 - Profondeur d'ancrage de la douille : minimum 80mm ;
 - Longueur de scellement de la câblette : minimum 75cm.
- Rainures (cf. Figures 5 et 6) ;
- Chapelle (cf. Figure 17) ;
- Insert ISD (cf. Figure 15) ;
- Insert col de cygne (cf. Figure 9 et 10) ;
- Fixation SF1/S32 – M10 HEX (cf. Figure 19) ;
- Fixation SF1/S58 – M12 HEX (cf. Figure 21) ;
- Fixation SM1/B38 – M10*40 (cf. Figure 23).

Les attaches visées en association avec les éléments coulés vibrés ou injectés sont les suivantes :

- Insert ISA (cf. Figure 12 et 11) ;
- Insert ISB (cf. Figure 14 et 13) ;
- Douille œillet renforcée (cf. Figure 3) ;
- Vis M10 + feuille inox (cf. Figure 8 et 7) ;
- Douille à tête plate Pathi \varnothing 8mm et \varnothing 10mm (cf. Figure 4) ;
- Insert SF1/S32 – M10 HEX (cf. Figure 18) ;
- Insert SF1/S58 – M12 HEX (cf. Figure 20) ;
- Insert SM1/B38 – M10*40 (cf. Figure 22) ;
- Insert « Jussieu » (cf. Figure 16).

4.4.2 Principe de conception du système de fixation

Les attaches sont conçues pour permettre, sans créer de contraintes excessives dans le panneau :

- La transmission des efforts du panneau à la structure porteuse,
- Les variations linéaires et angulaires du panneau sous les changements de température et d'humidité,
- Les légers mouvements normaux de la structure,
- L'acceptation des tolérances d'exécution du panneau et de la structure.

Il y a généralement 4 attaches par panneau (une attache peut être commune à 2 panneaux), les 2 attaches inférieures recevant à la fois les efforts verticaux (poids propre) et horizontaux (vents, poussées, excentrement), les 2 attaches supérieures ne recevant que les efforts horizontaux ou vice et versa (reprise des efforts verticaux par les attaches supérieures). Les attaches peuvent être fixées sur les éléments horizontaux de la structure : planchers, poutres, lisses, c'est le cas le plus fréquent, ou sur les éléments verticaux : murs, poteaux.

Les attaches sont en acier protégé contre la corrosion, sur la base des critères suivants :

- Dans le cas où les joints sont organisés pour être étanches à l'eau conformément aux dispositions du DTU 22.1 et sauf en cas d'atmosphère corrosive (bord de mer par exemple), la protection des pièces peut se limiter à une galvanisation à chaud de 40 micromètres,
- Dans tous les autres cas et notamment lorsque les joints sont ouverts, les pièces de liaison doivent être en acier inoxydable.

Les mouvements, après blocage des articulations de réglage, sont rendus possibles dans le plan du panneau par des trous ovalisés, des plaquettes en néoprène, des manchons en caoutchouc ou par déformation élastique des attaches mais les mouvements perpendiculairement au plan du panneau ne sont pas permis. Pour éviter tout desserrement en œuvre, sous l'effet des vibrations par exemple, les vis et les écrous des dispositifs de liaison sont arrêtés par des systèmes de freins (ronnelles Grover, écrous Nylstop, Loctite,...).

Les résistances ultimes à l'arrachement des attaches sont indiquées dans le tableau 3 en Annexe de ce Dossier Technique.

4.4.3 Conception du système d'attache en zones sismiques

Le principe de fixation et les types d'attaches visés en zones sismique sont décrits aux Figure 27 à 29.

4.5 Dispositifs de levage

Pour les panneaux réalisés par projection simultanée, les inserts de levage sont :

- Câblettes de diamètre 4 et 6 mm, formées en boucle pour les panneaux projetés. Ces boucles épanouies aux extrémités et noyées

dans le béton de fibres épaissi à 3cm minimum sur au moins 75cm de longueur.

Pour les panneaux réalisés en coulé-vibré et par injection sous vide (procédé MATIV), les inserts de levage sont :

- Sangles de manutention ;
- Insert SF1/S32 – M10 HEX (cf. Figure 18) ;
- Insert SF1/S58 – M12 HEX (cf. Figure 20) ;
- Insert SM1/B38 – M10*40 (cf. Figure 22).

Les résistances à l'arrachement des inserts sont indiquées au tableau 4 en Annexe de ce Dossier Technique.

La vérification des inserts de levage est donnée par la relation suivante :

$$\frac{R_{k,insert}}{3} \geq \frac{P\gamma_{ed}\gamma_{pp}}{n_n}$$

$R_{k,insert}$ = résistance caractéristique à l'arrachement des inserts de levage (en kN), donnée dans le Tableau 4 en annexe de ce Dossier Technique.

P = poids propre du panneau [kN]

n_b = nombre de points de levage effectifs

γ_{ed} = coefficient d'effet dynamique dû au levage = 1.15

γ_{pp} = coefficient d'incertitude sur poids propre = 1.05

4.6 Dimensions standards

4.6.1 Dimensions en zones non sismiques

Eléments CCV projeté

- Surface maximale : 18m² ;
- Longueur maximale : 6,5m ;
- Elancement maximal selon surface développée : 6.

Eléments CCV coulé vibré

- Surface maximale : 4,3m² ;
- Longueur maximale : 4m ;
- Elancement maximal selon surface développée : 4.

Eléments CCV injecté

- Surface maximale : 7m² ;
- Longueur maximale : 5m ;
- Elancement maximal selon surface développée : 6.

4.6.2 Dimensions en zones sismiques

- Panneaux d'épaisseur minimale 12mm (hors gel-coat),
- Poids maximal : 600kg,
- Surface maximale 9m²,
- Élancement maximal de 3,
- Largeur de joint minimale entre panneaux de 20mm.

5. Fabrication

La fabrication est réalisée dans l'usine de DELMAR BETSINOR à Courrières (62).

La fabrication a lieu dans un atelier dont les caractéristiques sont les suivantes :

5.1 Atelier

Local fermé, couvert, dont une partie au moins est réservée à la fabrication exclusive du béton de fibres de verre, groupant l'ensemble des espaces et matériels nécessaires à la fabrication.

5.2 Equipement en matériel

- Stockage des matières premières :
 - Stockage des ciments et sables en silo ou en sacs en local fermé,
 - Stockage des autres constituants en locaux fermés et chauffés pour les polymères.
- Dosage des constituants :
 - Distribution par vis sans fin et pesage sur bascules automatiques programmables ou utilisation des sacs prépesés et contrôlés,
 - Balance de précision et récipients gradués pour le dosage des adjuvants,
 - Dosage en eau par pesage ou compteur (précision 0,1 litre).
- Malaxage :
 - Malaxage à hélice à axe vertical, rotation 50 à 150 t/m, capacité 60 à 170 l.
- Trémies et pompes :

- Trémies transfert, trémies d'attente et pompes électriques réglables pour la projection du mortier et de la fibre.

• Pistolets de projection, roulage :

- Soit à double tête marque Power-Spray, soit à tête concentrique pour la projection simultanée du mortier et de la fibre coupée par le pistolet,
- Rouleaux ébuleurs de dimensions et formes variées en plastique cranté.

• Tables de projection :

- Montées sur rails ou chemins à galets ou déplacées au pont roulant, elles circulent devant les postes de coffrage, projection, matura-tion, démoulage, nettoyage...

• Ponts roulants :

- Ponts roulants de 2 à 10 t. pour le démoulage et la manutention des panneaux vers les aires de séchages, de finition et de stock-age,
- Monorails pour manutention des moules

• Durcissement et mûrissement en atelier :

- Aérothermes électriques ou à fuel avec bâches isolantes et circulation d'eau pour maintenir une atmosphère humide durant le mû-rissement.

• Aire de finition et de stockage :

- Chevalets pour finition,
- Stockage, à plat, sur chant ou en rateliers suivant la forme des panneaux,
- Grue à tour pour reprise et chargement en camion.

• Laboratoire avec équipement pour :

- Mesure d'affaissement du mortier frais
- Balance de pesée essais sur produits frais, produits finis et éprouvettes C.C.V.
- Étuve thermo régulée
- Bain thermostaté
- Extratomètre

De plus, dans le cas du procédé MATIV®, s'ajoutent les équipements suivants :

- Une centrale de vide
- Une dégazeuse
- Un dispositif de remplissage des moules garantissant une parfaite étanchéité

5.3 Moules

Les moules sont de type horizontal ou cintrés. Ils peuvent être bascu-lants et vibrants si nécessaire. Suivant l'emploi, ils peuvent être entiè-rement métalliques, entièrement bois ou mixtes. Les jouées peuvent être fixes, articulées ou démontables.

La face coffrante toujours étanche et très soignée peut être en acier, en contreplaqué baké-lisé, en polyester, en Formica ou en peaux syn-thétiques diverses.

Les tolérances imposées aux fabricants de moules sont les suivantes :

- Longueur, largeur + ou - 3mm
- Épaisseur - 0, + 2mm
- Différence de longueur des diagonales + ou - 4mm
- Rectitudes des jouées + ou - 3mm
- Planéité du fond de moule, écart inférieur à 2mm sous une règle de 2m.

5.4 Mode de fabrication

Projection simultanée

Le moule étant préparé et comprenant éventuellement les menuise-ries, la projection s'effectue au moyen du pistolet par passes de 2 à 3 mm d'épaisseur sur le fond et sur les jouées.

- Projection d'une première passe sans fibre (gel-coat), puis projec-tion d'une couche de fibres et roulage,
- Projection de 2, 3 ou 4 passes de mélange mortier + fibres suivant l'épaisseur à réaliser avec roulage après chaque passe d'abord sur le fond, puis sur les rives. Le roulage a pour but d'éliminer les bulles d'air, d'enrober parfaitement les fibres de mortier et de comprimer le mélange.

Le contrôle des épaisseurs se fait par pige calibrée après chaque passe roulée :

- à l'emplacement des nervures creuses, projection d'un gel-coat, mise en place des prismes de polystyrène, puis projection et roulage de la nervure comme ci-dessus en insistant sur les liaisons plaque-nervure,

- Mise en place des inserts aux emplacements prévus dans le moule et enrobage soit par mélange projeté et roulé, soit par mélange coulé et comprimé,
- Lorsqu'il n'est pas possible de remplir parfaitement certaines petites moulures ou cavités par projection, celles-ci sont remplies manuellement de prémélange comprimé à la main,
- Contrôles et finitions, lissage de rives, etc...
- Mise sous bâche en polyane pour conservation de l'humidité et, si nécessaire pour le démoulage du lendemain, traitement thermique par aérothermes durant 8 à 14 h. à une température de 35°C maximum,
- Démoulage le lendemain, après durcissement, au moyen du pont roulant et des cablottes de levage avec palonnier répartiteur si nécessaire, et mise en observation pendant 48 heures minimum à l'intérieur de l'atelier en atmosphère humide en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter les déformations par fluage ou par séchage différentiel.

Pendant ce temps, ont lieu le marquage, les vérifications d'aspect, l'ébavurage, le dégagement des inserts, les rectifications éventuelles des arêtes ou des manques de matière.

- Transport sur l'aire de stockage en passant éventuellement par le poste de finition de surface.

Mise en stock en favorisant au mieux une ventilation naturelle égale sur toutes les faces.

Toutes les précautions sont prises au stockage et au chargement sur camion pour éviter les chocs, les déformations, les frottements d'une pièce sur l'autre, les taches dues aux supports et espaceurs.

- Le transport au lieu de mise en œuvre se fait par camion à plat et sur palettes si les dimensions des panneaux le permettent sinon verticalement sur chevalets.

Un délai de 2 semaines au moins est à observer entre la date de fabrication et la date de transport.

Dans le cas de revêtement en gravillons lavés, le béton de gravillons est d'abord mis en place sur le fond de moule préalablement revêtu d'un désactivant ; l'épaisseur propre du béton de gravillons est de 6 à 8mm.

En ce qui concerne le revêtement issu de la technique « Pierre de la POSSONIERE », le béton retaillable est mis en œuvre dans des moules en atelier et fabriqués à une côte supérieure à la côte finie. Après décoffrage, les blocs sont taillés avec les outils traditionnels du tailleur de pierre. L'épaisseur maximale du béton retaillable en revêtement varie de 25 à 30 mm.

La projection du CCV en épaisseur minimale nominale de 10 mm hors gel-coat, intervient selon le processus décrit ci-avant, une demi-heure à une heure après vibration du mortier de gravillons ou du béton retaillable.

Coulée vibrée

Le moule étant préparé et comprenant éventuellement les inserts, le mélange est mis en place avant ou au cours de la vibration.

Injection sous vide procédé MATIV

La matrice cimentaire est préalablement dégazée de l'air inclus lors du malaxage par l'intermédiaire d'une dégazeuse avant d'être injectée dans un moule dans lequel le vide est créé.

L'injection de la matrice cimentaire dans le moule s'opère en mettant à la fois la cuve de dégazage sous pression et en maintenant le vide dans le moule. Le procédé MATIV consiste à effectuer une post compression en fin d'injection

6. Mise en œuvre

Le déchargement sur le lieu de mise en œuvre est assuré par le poseur, ainsi que toutes les opérations de mise en œuvre décrites ci-après.

Si la mise en œuvre n'est pas immédiate, le stockage des panneaux est assuré dans les mêmes conditions que sur l'aire de stockage de l'atelier.

Suivant les moyens du chantier et les dimensions des panneaux, le montage peut se faire à l'aide de la grue de chantier, d'une grue mobile légère, d'un treuil sur terrasse, d'un chariot élévateur ou à la main.

Le personnel travaille de l'extérieur et suivant les dimensions des panneaux, soit sur un échafaudage de pied, soit sur un échafaudage volant, soit sur une nacelle mobile, en respectant les règles de sécurité inhérentes à ces types d'échafaudage.

6.1 Bâtiments à façade accessible de l'intérieur

Préalablement à la pose des panneaux, on colle sur la rive des planchers des bandes de laine de roche semi-rigide type ROCLAINE de 30mm d'épaisseur. On utilise les supports constitués d'un plat sur lequel est soudé un goujon.

Les panneaux du 1^{er} rang peuvent se poser de 2 manières :

1ère manière

Les attaches sont fixées à l'ossature (béton, bois, acier) au moyen de rails, chevilles à expansion, chevilles chimiques ou boulons, et pré-églées en alignement, écartement, altitude au moyen des trous oblongs et de cales (jeu de + ou - 15mm). Les panneaux sont alors amenés au-dessus des goujons et descendus à leur emplacement définitif. Ils sont maintenus en tête provisoirement par une cablette en attente.

2ème manière

Les panneaux sont posés sur des cales, étais ou échafaudages provisoires, maintenus en tête et en pied par des cablottes en attente et réglés. Les goujons sont alors introduits dans les alvéoles des panneaux et fixés à l'ossature comme ci-dessus.

Les panneaux de 1^{er} rang étant ainsi posés et réglés, les goujons du 2^{ème} niveau sont introduits dans les alvéoles et fixés à l'ossature comme ci-dessus. Ils sont alors prêts à recevoir les panneaux de 2^{ème} rang et ainsi de suite.

Joint vertical

S'ils sont du type à languettes en caoutchouc, il suffit de s'assurer que les languettes sont correctement positionnées en passant une lame dans le joint.

S'ils sont du type à glissières on introduit à chaque niveau la languette en PVC dans les glissières. S'ils sont du type à garniture de mastic, celle-ci est extrudée contre un fond de joint.

Joint horizontal

L'espace entre panneau et rive de plancher est naturellement fermé par la bande de laine de roche comprimée servant de joint coupe-feu. Au croisement des joints verticaux et horizontaux, on colle en tête de rejingot la bande de rejet dans les cas prévus au paragraphe 3.3. Le mur est généralement complété par une cloison adaptée aux murs de type III selon le DTU 20.1.

6.2 Bâtiments à façade inaccessible de l'intérieur

On utilise des équerres réglables permettant un réglage dans les 3 directions de + ou - 15mm. Le montage s'effectue suivant le même processus que ci-dessus. Ce cas de mise en œuvre est celui qu'on rencontre en particulier en réhabilitation où les panneaux en béton de fibres de verres peuvent revêtir entièrement ou partiellement des pignons, trumeaux et allèges, la jonction entre matériaux différents ainsi que les encadrements de baies étant faits par un spécialiste au moyen de profilés en aluminium ou PVC venant en recouvrement des panneaux avec joint d'étanchéité. Les panneaux de béton de fibres de verre se trouvent dans la même situation que les façades traditionnelles en pierre mince agrafée.

7. Calculs et dimensionnements

7.1 Hypothèses de calcul

Le dimensionnement des panneaux et coques est réalisé par le bureau d'étude de DELMAR BETSINOR.

Le dimensionnement de la tenue des fixations est réalisé par DELMAR BETSINOR.

Les calculs des coques et attaches sont conduits suivant les règles et hypothèse de la résistance des matériaux pour un matériau élastique homogène.

Le dimensionnement des éléments est réalisé sous combinaison d'action à l'ELS, en tenant compte d'une contrainte admissible égale $LDP_{(long\ terme)}/2$ (indiquée en Annexe du Dossier Technique établi par le demandeur).

La vérification de la tenue des fixations dans l'élément est réalisée conformément au § 7.2 ci-après.

Les efforts appliqués sont :

- Le poids propre calculé pour une masse volumique du béton de fibres théorique moyenne selon tableau 1 joint,
- La pression du vent et le poids de la neige calculés conformément à l'Eurocode 1 « actions sur les structures »,
- Les surcharges indiquées par les pièces du marché,
- Les efforts engendrés par le démoulage et la manutention.

Les flèches de calcul admissibles sont limitées au 1/360e de la portée. Les flèches sous charges de courte durée sont calculées avec la valeur du Module de Young indiqué au paragraphe « Prescriptions Techniques » de la partie Avis. Les flèches sous charges de longue durée (porte-à-faux et surcharges permanentes) sont calculées avec un module de 5000MPa.

Les variations dimensionnelles extrêmes dues à la composition la plus défavorable de la fraction de retrait irréversible et des variations de température et d'humidité par rapport à la situation au moment de la

pose, sont prises égales à + 1,5mm/m et - 2,0mm/m pour le calcul de la largeur des joints entre panneaux et la liberté de jeu des attaches.

7.2 Tolérances et état de surface

Les tolérances sur les dimensions et sur l'état de surface des panneaux au moment de la livraison sont celles qui sont indiquées dans le DTU 22.1, chapitre V.

La tolérance sur l'alignement des 4 fixations dans le panneau est prise égale à 1mm.

Le contrôle des épaisseurs est réalisé en cours de fabrication, après chaque passe et à l'aide d'une pige calibrée (§ 5.4 du Dossier Technique).

L'épaisseur nominale minimale des panneaux est de 10mm (hors gel-coat).

Les tolérances relatives aux longueurs, hauteurs, épaisseurs et diagonales sont définies dans la norme NF EN 14992 – classe A :

Classe (NF EN 14992)	Ecart admis				
	Dimensions de base				
	0 – 0,5m	0,5 – 3m	> 3m – 6m	> 6m – 10m	> 10m
Classe A	± 3mm ⁽¹⁾	± 5mm ⁽¹⁾	± 6mm	± 8mm	± 10mm
⁽¹⁾ + 2mm dans le cas de plaques de parement de petites dimensions					

Les tolérances relatives à l'orthogonalité, la rectitude des arêtes sont données dans le tableau ci-après :

Classe	A
Orthogonalité : limite de la différence entre diagonales :	
Pour les dimensions jusqu'à 6m	1,5mm/m
Pour la partie au-delà de 6m	0,75mm/m
Tolérance maximale admise quelle que soit la dimension	12mm
Rectitude des arêtes (des éléments et des ouvertures)	≤ 4mm

Réservations (baies et autres ouvertures) :

Sauf précisions particulières indiquées sur les plans de fabrication, la tolérance relative à la position des ouvertures est de ± 5mm par rapport à la cote théorique.

7.3 Définition des contrôles exercés au cours et à l'issue de la fabrication

Il existe dans chaque atelier une procédure de contrôle écrite définissant les contrôles à effectuer et les responsables de chaque contrôle. Une série de fiches à remplir par les responsables matérialise les résultats des contrôles et les réglages effectués.

Les contrôles portent notamment sur :

- La qualité des approvisionnements, lors de leur fourniture,
- les moules avant-première utilisation,
- L'état des moules avant chaque projection, présence et implantation des inserts et réservations,
- La consommation journalière des matériaux comparée à la consommation théorique,
- Les épaisseurs de projection, les enrobages d'inserts, le roulage : sur chaque panneau,
- Au démoulage, état de surface, conformité aux plans : sur chaque panneau,
- Avant livraison, contrôle des produits finis, parements, couleur, ragréages : sur chaque panneau,
- Épaisseur nominale de CCV :
 - 6 mesures par panneau,
 - - 2 / + 4 mm sur les valeurs en partie courante,
 - Épaisseur nominale ≥ 10mm (hors gel-coat).
- Essai d'étalement du mortier (slump test) :
 - 1 fois par jour et par composition (cf. NF EN 1170-1),
 - Projeté : entre 60 et 130 mm,
 - Coulé-vibré et MATIV : entre 170mm et 215mm.
- Contrôle de la teneur en fibre du CCV :
 - Réglages des débits de projection (cf. NF EN 1170-3) : au minimum 1 fois par jour. Valeur de calcul égale à la valeur indiquée au tableau 2 en annexe du dossier technique (soit 5% de fibre pour la projection avec tolérance 0 à +1%) ;

- Méthode dite de « séparation par lavage » (cf. NF EN 1170-2 annexe B) : au minimum 1 fois par semaine. Ecart entre valeurs des teneurs en fibres obtenues pour chacun des trois tamis : ≤1,5% pour la projection et ≤1% pour le coulé-vibré et MATIV.
- Contrôle, au moins une fois par semaine, de l'absorption d'eau par immersion : valeur indiquée dans ce Dossier Technique (en %) +/- 3,
- Contrôle, au moins une fois par semaine de la masse volumique sèche (cf. NF EN 1170-6) : valeur indiquée dans le dossier technique établi par le demandeur +300/-200 kg/m³,
- Contrôle de la résistance en traction par flexion :
 - Essais à 7 jours : 1 fois par semaine (cf. NF EN 1170-4) : valeur moyenne au moins égale à celle indiquée en annexe du Dossier Technique établi par le demandeur ;
 - Essais à 7 jours puis 28 jours : 2 fois par an minimum (cf. NF EN 1170-5) : valeur moyenne au moins égale à celle indiquée en annexe du Dossier Technique établi par le demandeur.
- Contrôle, sur un panneau sur trente, pris au hasard, en trois points choisis arbitrairement ainsi qu'au droit des dièdres (angles et changements de nus) :
 - Résistance au poinçonnement des parois en mortier de fibres : le poinçon cylindrique de 4 mm de diamètre du Perfotest ne doit pas provoquer la perforation de la peau, Ou,
 - Résistance aux chocs de corps dur : le choc de 10 Joules réalisé avec une bille en acier de diamètre 63,5mm, de masse 1kg +/- 10g, avec une hauteur de chute de 1,02m, conformément au § 4.3 de la NF EN P08-301 ne doit pas provoquer de fissuration.

Mesure sur au moins un panneau sur cent, de la flèche prise, après 1 h de chargement, par le panneau fixé en position verticale ou horizontale avec les mêmes liaisons qu'en œuvre et soumis à une charge répartie égale à la charge de calcul puis au double de cette charge : la flèche dans le second cas ne doit pas excéder 2,2 fois la flèche dans le premier cas. Si le résultat n'est pas satisfaisant, on effectue les mêmes mesures sur un autre panneau de la série ; si le résultat n'est toujours pas satisfaisant, il est fait un tri sur l'ensemble de la série.

7.4 Cahier des charges de pose

Il est fourni aux entreprises de montage une série des plans de montage et des fiches de fabrication avec spécification des accessoires, en même temps qu'une notice de pose précisant notamment :

- Les conditions de transport,
- Les précautions à prendre au déchargement et au stockage,
- Les tolérances admissibles du gros-œuvre, conformes aux DTU concernés,
- Le mode de fixation des attaches,
- La procédure de montage et de réglage,
- Les joints d'étanchéité éventuels,
- Les barrières coupe-feu éventuelles,
- Les jonctions éventuelles avec les menuiseries, les cloisons de doublage,
- Les conditions particulières à chaque cas.

La mise en œuvre des éléments de déroule généralement dans l'ordre suivant :

- Implantation des fixations ;
- Mise en place des néoprènes ;
- Poste de l'isolant (si besoin) ;
- Manutention des panneaux ;
- Traitement des joints ;
- Finitions.

Les éventuelles conditions particulières, spécifiques à chaque cas, seront mentionnées dans le Plan d'Assurance Qualité.

7.5 Aspect extérieur

- Sans traitement de surface, le parement extérieur du panneau peut être soit parfaitement lisse, soit légèrement granité (peau d'orange) soit rustique, strié, décoré au moyen de peaux de coffrage en élastomère ;
- La couleur peut être grise, blanche (ciment blanc) colorée teintes pastel, ocres, jaunes, roses au moyen de sables ou colorée au moyen de pigments chimiques ;
- La surface peut être traitée par sablage sur parement spécial en microbéton, par désactivation et lavage de mortier de gravillons colorés déposés en fond de moule, par revêtement résine ;
- Le parement peut être revêtu d'une peinture, d'un minéralisant ou d'une lasure à pouvoir hydrofuge, oléofuge, antitaches, antigraffiti, photocatalytique ou de carrelages minces incorporés en fond de moule.

7.6 Conditions d'exploitation du procédé

Les panneaux sont fabriqués par le titulaire de l'Avis.

La vérification du calcul thermique selon les Règles Th-U n'est pas effectuée par le titulaire de l'Avis.

La mise en œuvre est effectuée soit par le titulaire de l'Avis, soit par des entreprises agréées par le titulaire de l'Avis qui leur fournit un cahier des charges de montage et met à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel.

Le dimensionnement des panneaux ainsi que l'organisation de la liaison avec la structure sont réalisés conformément au présent dossier, par le Bureau d'Etude intégré au titulaire ou par un autre Bureau d'Etude.

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais MRF 15 26062964/A – CSTB – 11 aout 2016 – CCV mis en œuvre par projection simultanée.
- Rapport d'essais MRF 15 26062964/B – CSTB – 11 aout 2016 – CCV mis en œuvre par coulé vibré.
- Rapport d'essais CSTB n° EEM 08.26011634A, concernant le composite ciment-verre mis en œuvre par injection sous vide associé à la fibre Cemfil 5340, 8 décembre 2008.
- Essais réaction au feu n° RA 99-650 B attestant un classement M1 pour le composite DELMAR BETSINOR CCV revêtu d'une résine en méthacrylate.
- Rapport d'essais n° SM/98-0022 sur la résistance au gel du composite DELMAR BETSINOR CCV revêtu du béton retailable « la Pierre de la POSSONIERE ».
- Rapport d'essais n° GM/970072 sur la durabilité d'un traitement de surface du CCV par pulvérisation de méthacrylate.
- Rapport d'essais CSTB n°EEM 08.26017320, concernant les essais sismiques sur une façade composée de panneaux en CCV, 30 janvier 2009 : Configurations testés : panneaux de dimensions 3,2 x 0,9 m.
- Rapport étude de comportement au séisme des panneaux en CCV - CSTB - 08 avril 2015 : CSTB-DSSF/EA2R N° 26054941 .
- Etude du CSTB sur le « Comportement au séisme des panneaux en CCV montés sur le projet du lycée Sidoine à Clermont Ferrand » en date du 12/05/2015.
- PV de classement de réaction au feu RA12-0093 du 26 mars 2012 : classement MO.
- PV de classement réaction au feu RA17-0327 : classement A1.
- Rapport d'essai de résistance à l'arrachement des fixations dans le CCV projeté pour les fixations :
 - Douille Ø12 + câbles Ø 6mm (rapport DELMAR BETSINOR n° 20160524.1 du 3 mai 2016) ;
 - Douille Ø10 + câbles Ø 4mm (rapport DELMAR BETSINOR n° R20161010.1 du 10 octobre 2016) ;
 - Insert ISD (rapport DELMAR BETSINOR n° R20160818.2 du 18 aout 2016) ;
 - Chapelle (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161010.2 du 10 octobre 2016) ;
 - Rainure (rapport DELMAR BETSINOR n° R20160524.2 du 24 mai 2016) ;
 - Col de cygne (rapport DELMAR BETSINOR n° R20160524.3 du 24 octobre 2016) ;
 - SF1/S32 - M10 HEX (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161012.2 du 12 octobre 2016) ;
 - SM1/B38 -M10*40 (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161012.3 du 12 octobre 2016) ;
 - SF1/S58 M12 HEX (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161012.1 du 12 octobre).
- Rapport d'essai de résistance à l'arrachement des fixations dans le CCV coulé pour les fixations :
 - insert ISA (rapport DELMAR BETSINOR n°R20160524.5 du24 mai 2016) ;
 - insert ISB (rapport DELMAR BETSINOR n° R20160524.6 du 24 mai 2016) ;

- Vis M10 + feuille inox (rapport DELMAR BETSINOR n° R20160524.3 du24 mai 2016) ;
- Douille Ø12 + barre Ø 9 mm de longueur 10 cm (rapport DELMAR BETSINOR n° R20160524.7 du 24 mai 2016) ;
- Douille Ø10 tête plate Pathi (phi 10) (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161010.4 du 10 octobre 2016) ;
- Douille Ø10 tête plate Pathi (phi 8) (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161010.5 du 10 octobre 2016) ;
- SF1/S32 M10 HEX (rapport DELMAR BETSINOR 20161011.1 du 11 octobre 2016) ;
- SM1/B38 M10*40 (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161011.2 du 11 octobre 2016) ;
- SF1/S58 M12 HEX (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161011.3 du 11 octobre 2016) ;
- Insert "Jussieu" (rapport DELMAR BETSINOR n° 20161011.6 du 11 octobre 2016).

C. Références d'emploi

Depuis 2010, environ 20000m² de panneaux de façade en CCV ont été mis en œuvre par an.

Parmi les principales réalisations, on peut citer :

Pour les parements en béton retailable :

- Saint Maure de Touraine - Collège : 250m² ;
- La Madeleine - Hôtel : 150m².

Pour les éléments CCV projetés ou coulés vibrés :

- Mantes La Ville - Parc de stationnement aérien ;
- Lille - station - 2500m² de panneaux ;
- Paris - Station de métro de la Gare de Lyon - 3000m² ;
- Paris 8° - Siège social de LVMH Avenue Montaigne Rue Jean Goujon - 2800m² de panneaux ;
- Poitiers – Centre commercial Auchan – 4500m² fixation sur ossature métallique ;
- Plessis Belleville - Centre commercial Leclerc – 4600m² de panneaux fixés sur ossature métallique ;
- Chilly Mazarin - Sanofi - 6500m² ;
- Monaco - Le Larvotto- 3000m² ;
- Marseille - Habillages de trémies d'accès de tunnel - 4500m² de résilles acoustiques ;
- Boulogne Billancourt - EHPAD - 770m² de panneaux avec incorporation de tôle en aluminium ;
- Asnières - Collège A. Renoir - 4400m² de panneaux dont 770m² sur ossature bois ;
- Nancy - Le CHU - 970m² de panneaux en pose verticale et horizontale ;
- Lomme - Restaurant Salad & Co - 420m² de panneaux teinte soutenue ;
- Paris - Rue Alexandre Dumas - panneaux de grandes dimensions ;
- Chatellerault - Groupe Scolaire (2013) – 950 ml de lames brise soleil verticales coulées ;
- Anzin - Serre Numérique (2014) - 3551m² ;
- Aurillac - Complexe cinématographique (2014) – 2800m² ;
- Pierrefitte - Médiathèque (2014) – 1200m² ;
- Zurich - Centre de maintenance de la CFF (2014) – 5700m² ;
- Montmorency - EPHAD Simone Veil (2015) – 1855m² ;
- Bruxelles - Toison d'or (2015) – 5500 m² d'éléments plans et 3D.

Pour les éléments CCV MATIV® :

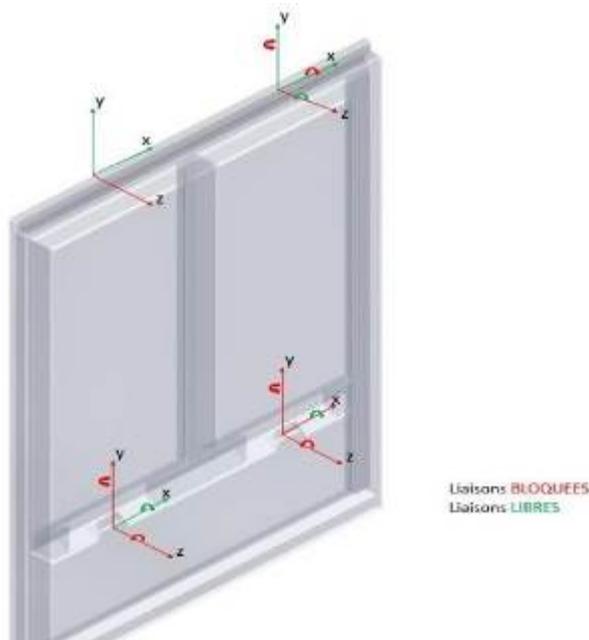
- Reims - Parking EFFIA (2007), 13 000ml de brise soleil horizontaux ;
- Saint Denis - Le Spallis (2008), 7 300ml de brise soleil verticaux ;
- Dijon - Parking EFFIA (2009), 2 500ml de brise soleil horizontaux ;
- Grasse - Le pole intermodale (2011) – 4200ml de lames horizontales

Annexe 1 : Principe de montage et de serrage des fixations

Présentation du schéma statique :

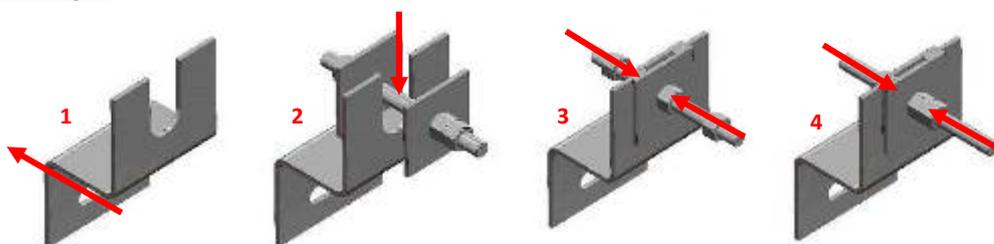
Il y a généralement 4 attaches par panneau :

- Les 2 attaches inférieures recevant à la fois les efforts verticaux ; (Poids propre) et horizontaux (vents, poussées, excentrement)
- Les 2 attaches supérieures ne recevant que les efforts horizontaux.



Remarque : La configuration inverse est également possible (Reprise des efforts horizontaux par les attaches supérieures)

Principe de montage :



De façon générale, les mouvements après blocage des articulations de réglage, sont rendus possibles dans le plan du panneau par des trous ovalisés. Les mouvements perpendiculaires au plan du panneau ne sont pas permis.

Pour éviter tout desserrement en œuvre, sous l'effet des vibrations par exemple, les vis et les écrous des dispositifs de liaison sont arrêtés par des systèmes de freins (rondelles éventails, écrou contre écrou ...)

1° Implantation de l'attache au support en fonction de l'altimétrie requise afin d'obtenir un réglage optimal.

2° Mise en place du panneau et du dispositif de liaison puis centrage de la fixation.

3° Pré-serrage de la fixation. Selon les configurations, deux méthodes sont rendues possibles :

- Cas point fixe : Serrage de l'écrou à la clef jusqu'au contact de la plaquette ;
- Cas d'un point coulissant : Serrage de l'écrou à la main jusqu'au contact de la plaquette.

4° Serrage du contre-écrou afin d'éviter tout risque de desserrement. A défaut de contre-écrou dans le cas d'un point fixe, le serrage sera maintenu au moyen d'une rondelle éventail disposée entre l'écrou et la plaquette.

Annexe 2 - Tableaux et figures du Dossier Technique

METHODE DE FABRICATION			PROJECTION	COULE VIBRE	MATIV®
Essai de traction par flexion selon NF-EN 1170-5	A 7 jours	LDP	8	5,2	-
		MDR	19	5,2	-
	A 28 jours	LDP	9	6,6	7,7
		MDR	21	6,6	8,2
	A long terme : Après 56 jours d'immersion dans l'eau à 60 °C	LDP	8,9	6,1	10
		MDR	10	6,1	10
	Allongement à la rupture [‰]	A 28 jours	10,6	0,61	2
		A long terme	0,9	0,45	0,5
	Module d'élasticité [MPa]	A 28 jours	19 000	11 000	17 500
		A long terme : Après 56 jours d'immersion dans l'eau à 60 °C	22 500	14 500	19 000
Variation dimensionnelle [mm/m]	De retrait après démoulage	1,22	1,27	0,48	
	Entre états conventionnels extrêmes	1	0,57	0,48	
Dilatation thermique [(m/m)/°C]	10 à 15 x 10 ⁻⁶	10 à 15 x 10 ⁻⁶	10 à 15 x 10 ⁻⁶	10 à 15 x 10 ⁻⁶	
Absorption d'eau [%]	Après 24h	9.4	13,39	2,9	
	Après 7 jours	9.9	13,97	6,6	
Masse volumique [kg/m ³]		1830	1559	1880	

Tableau 1 : caractéristiques mécaniques des CCV projetés, coulés vibrés et injectés

	FORMULATION CCV PROJETÉ		FORMULATION CCV COULÉ VIBRÉ		FORMULATION MATIV®	
Ciment	CEM II/A-LL 42,5N PM CP2	150kg	CEM II/A-LL 42,5N PM CP2	150kg	CEM I 42,5 ou CEM I 52.5	150kg
Sable siliceux	BLANSIL 24t (Sibelco)	150kg	BLANSIL 24t (Sibelco)	150kg	BLANSIL 24 t (Sibelco)	150kg
Addition minérale* (métakaolin)	Grace	21kg	Grace	21kg	Grace	21kg
Fibre de verre AR (Alcali Résistantes)	Cem-FIL® 61 (Owen's Corning) 30mm	19kg (soit 5%)	13 PH -901x(20)/V (NEG) - 13mm	11,4kg (soit 2,9%)	Cemfil 5340 (Owen's Corning)	11,4kg (soit 2,9%)
Polymère (extrait sec)	Primal CM 330 (Brenntag)	15kg (soit 7,5kg en extrait sec)	Primal CM 330 (Brenntag)	15kg (soit 7,5kg en extrait sec)	RH – E 330 EF	14,4
Adjuvant*	-	-	-	-	-	--
Eau Totale	-	42kg	-	55kg	-	57,9kg
Indicateurs	E/C	0,33	E/C	0,42	E/C	0,38
	S/C	1	S/C	1	S/C	1

* confidentiel

Tableau 2 : formulations des CCV projetés, coulés-vibrés et injectés.

Support	PANNEAU CCV PROJETÉ									
Fixations	Douille Ø12 + câblette Ø 6mm	Douille Ø10 + câblette Ø 4mm	Insert ISD	Chapelle	Rainure	Col de cygne	SF1/S32 M10 HEX Projeté	SM1/B38 M10*40 Projeté	SF1/S58 M12 HEX Projeté	
Figure du DTED	1, 2	1, 2, 3	15	17	5, 6	8, 9	19	23	21	
Age du CCV	14 jours									
Dimensions maquette	500 x 500						500 x 500 Epaisseur de 30 mm Enrobage de 10 mm	500 x 500 Epaisseur de 50 mm Enrobage de 20 mm	500 x 500 Epaisseur de 50 mm Enrobage de 20 mm	
Résistance moyenne R_m (kN)	28,9	14,6	16,0	29,9	7,6	10,9	3,6	6,7	4,52	
Ecart type (kN)	2,8	1,7	1,7	2,7	1,1	1,7	0,5	0,5	0,51	
Résistance ultime R_d (kN)*	12,1	5,4	6,2	13,4	2,1	2,3	0,8	3,5	1,7	

Support	PANNEAU CCV COULE									
Fixations	insert ISA	insert ISB	Vis M10 + feuille inox	Douille Ø12 + barre Ø 9 mm de longueur 10cm	Douille Ø10 tête plate pathi (phi 10)	Douille Ø10 tête plate pathi (phi 8)	SF1/S32 M10 HEX	SM1/B38 M10*40	SF1/S58 M12 HEX	Insert "Jussieu"
Figure du DTED	11, 12	13, 14	7, 8	3	4	4	18	22	20	16
Age du CCV	14 jours									
Dimensions maquette (cm)	500 x 500 - épaisseur 5cm		500 x 500 - épaisseur 60mm - enrobage 16mm	500 x 500 - épaisseur 5cm			500 x 500 Epaisseur 30mm Enrobage 10mm	500 x 500 Epaisseur 50mm Enrobage 20mm	500 x 500 Epaisseur 50mm Enrobage 20mm	500 x 500 (épaisseur fond de moule 20mm)
Résistance moyenne (kN)	31,2	18,1	17,3	20,1	6,7	5,6	3,9	9,8	5,8	3,6
Ecart type (kN)	2,0	2,7	1,5	1,5	0,8	0,6	0,4	0,5	1,02	0,4
Résistance ultime (kN)*	16,7	4,7	7,8	10,1	2,3	2,2	1,5	5,6	0,9	1,4

*la résistance ultime de calcul est déterminée conformément à l'annexe D de l'Eurocode 0 en considérant $\eta_d=0,75$

Tableau 3 : résistances ultimes à l'arrachement des fixations dans les panneaux CCV

Support	PANNEAU CCV PROJÉTÉ	
Insert de levage	Câblettes de manutention Ø6	Câblettes de manutention Ø4
Age du CCV	16 heures	
Résistance minimale (kN)	14,56	9,1
Résistance maximale (kN)	16,92	13,0
Résistance moyenne (kN)	15,48	11,0
Ecart type (kN)	1,2	1,0
Résistance caractéristique (kN)	11,64	9,1

Support	PANNEAU CCV COULÉ VIBRÉ				
Insert de levage	Sangle de manutention	Douille Ø12 + barre Ø9 de longueur 10cm	SF1/S32 M10 HEX	SM1/B38 M10*40	SF1/S58 M12 HEX
Age du CCV lors de l'essai	16 heures				
Résistance minimale (kN)	3,0	13,4	2,1	5,4	3,1
Résistance maximale (kN)	4,9	16,5	3,2	7,3	4,6
Résistance moyenne (kN)	3,7	15,1	2,7	6,5	3,9
Ecart type (kN)	0,5	1,0	0,4	0,6	0,4
Résistance caractéristique (kN)	2,6	13,2	2,0	5,5	3,1

*la résistance de calcul est déterminée par application d'un coefficient de sécurité égal à 3 pour le levage, et d'un coefficient de sécurité de 1,15 pour tenir compte de l'effet dynamique dû au levage

Tableau 4 : résistance caractéristique à l'arrachement des inserts de levage

CHOIX DE LA PROTECTION ANTI-CORROSION						
ENVIRONNEMENT / MATIERE	Rurale non polluée	Urbaine ou Industrielle*		Marine		
		Normale	Sévère	10 à 20km	3 à 10km	Bord de Mer <3km
Galvanisation à chaud 40µm (et visserie zinguée)	✓	✓	⊘	✓	⊘	⊘
Acier inoxydable A2 (nuance 304L ou 1.4301)	✓	✓	✓	✓	✓	⊘
Acier inoxydable A4 (nuance 316L ou 1.4401)	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Urbaine ou Industrielle: -Normale

-Sévère

Milieu correspondant à l'extérieure des constructions situées dans des agglomérations et/ou dans un environnement industriel comportant une ou plusieurs usines produisant des gazs et des fumées créant un accroissement sensible de la pollution atmosphérique sans être source de corrosion due à la forte teneur en composés

Milieu correspondant à l'extérieure des constructions situées dans des agglomérations et/ou dans un environnement industriel avec une forte teneur en composés chimiques, source de corrosion (raffineries, usines d'incinération, distilleries, engrais, cimenteries, papeteries, etc...), d'une façon continue ou intermittente

Tableau 5 : Choix de la protection anticorrosion



Figure 1 : Fixation type douille + câblette pour CCV projeté

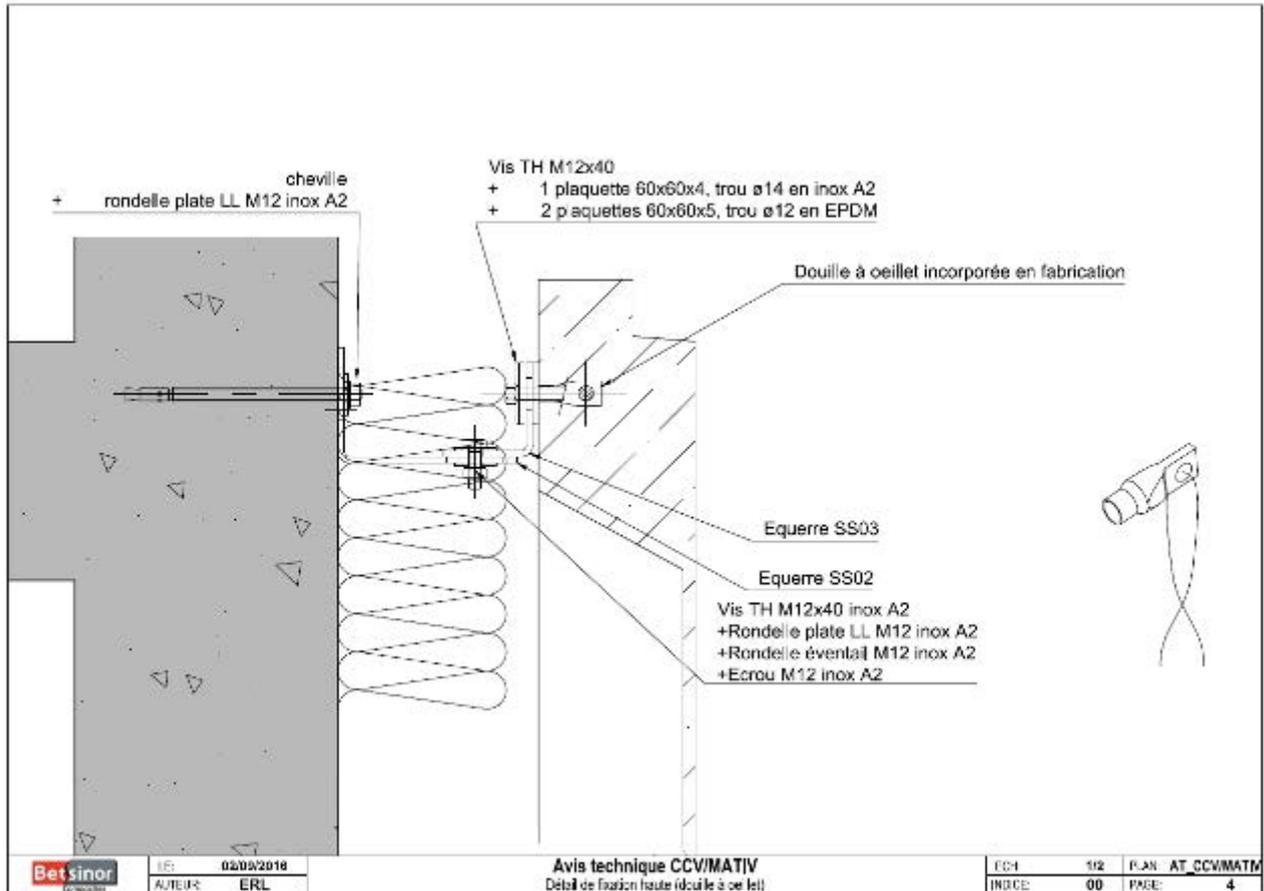


Figure 2 : implantation de l'insert de fixation « Douille + câblettes »

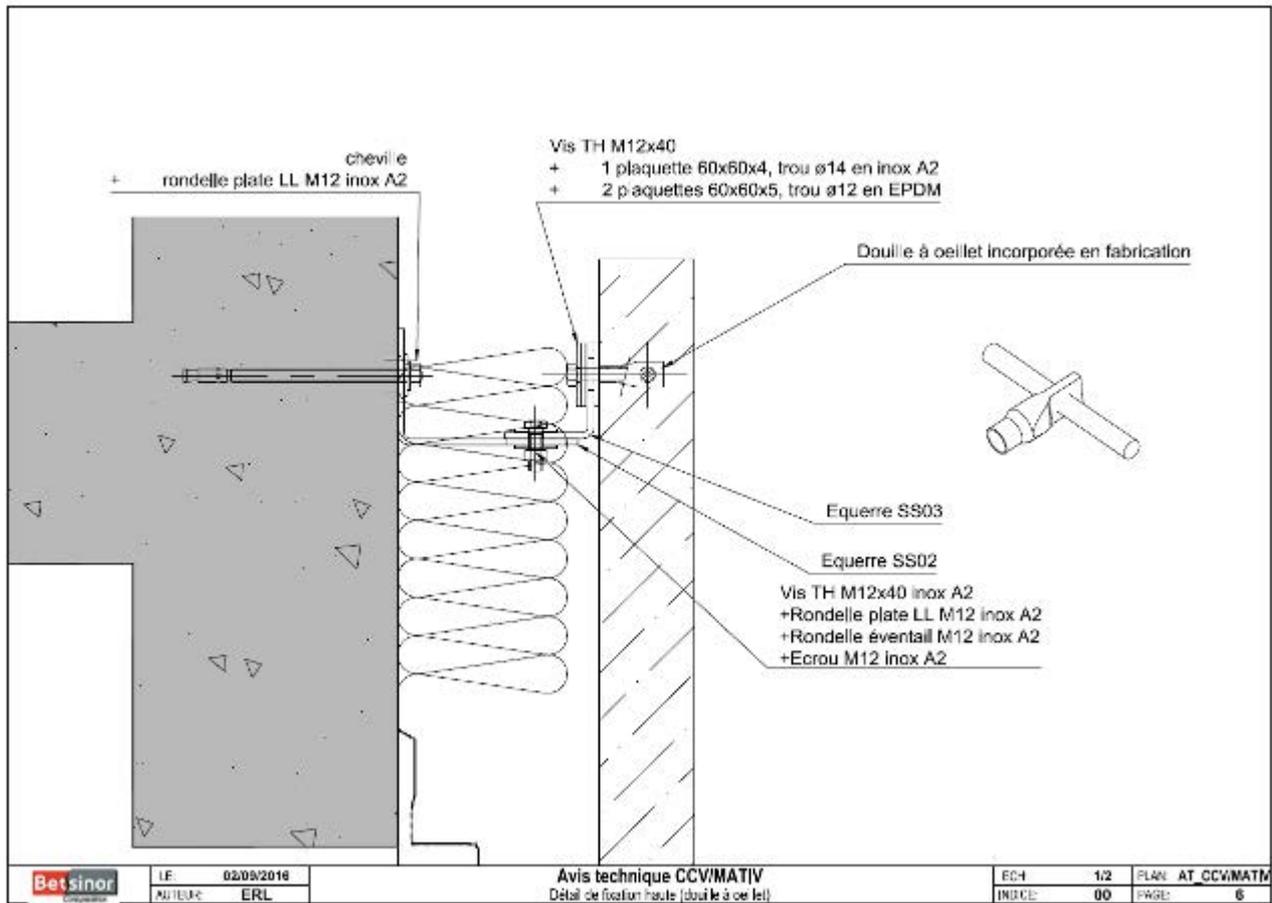


Figure 3 : implantation de l'insert de fixation « douille à œillet + renfort Ø9mm de longueur 10cm »

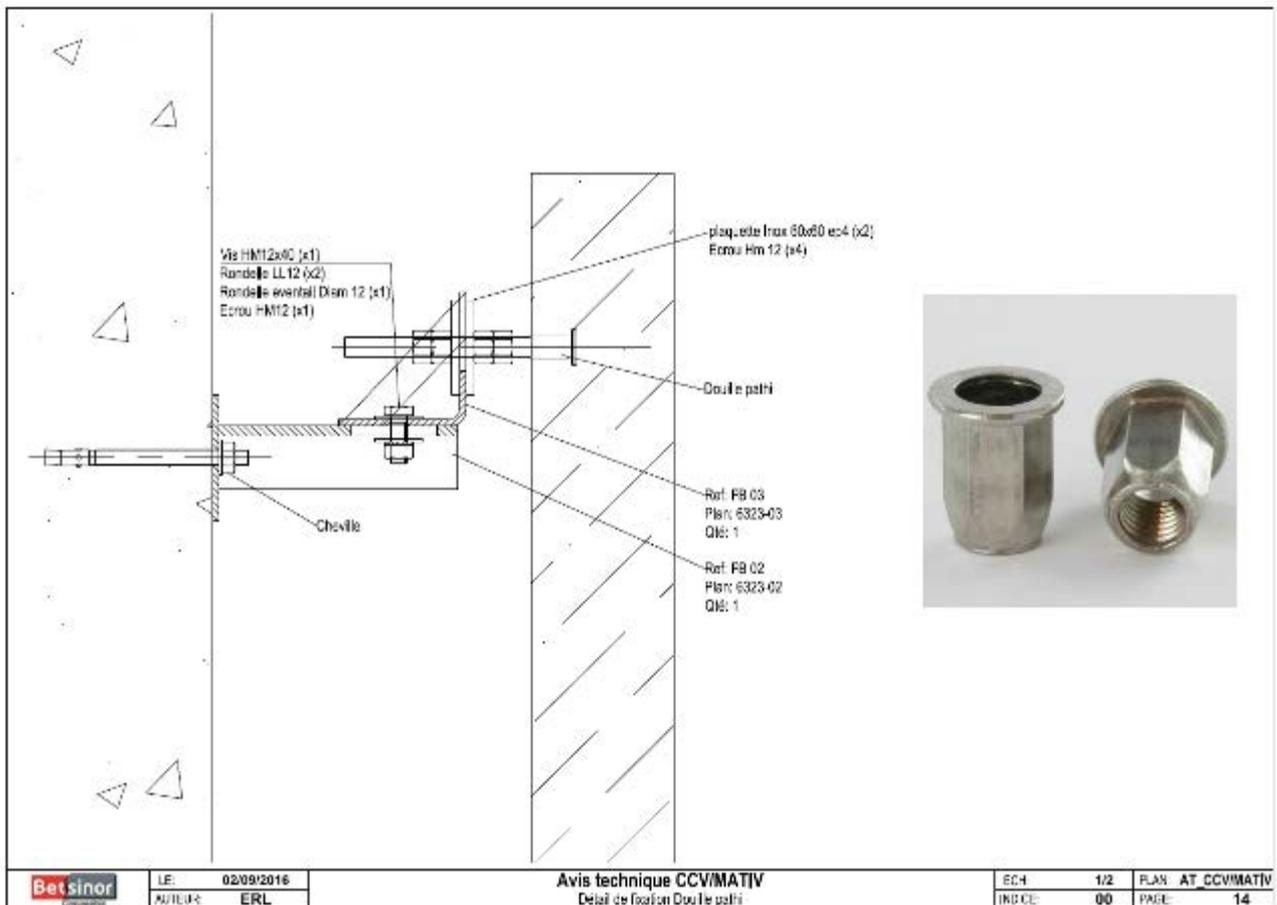


Figure 4 : implantation de l'insert de fixation « Douille pathi »

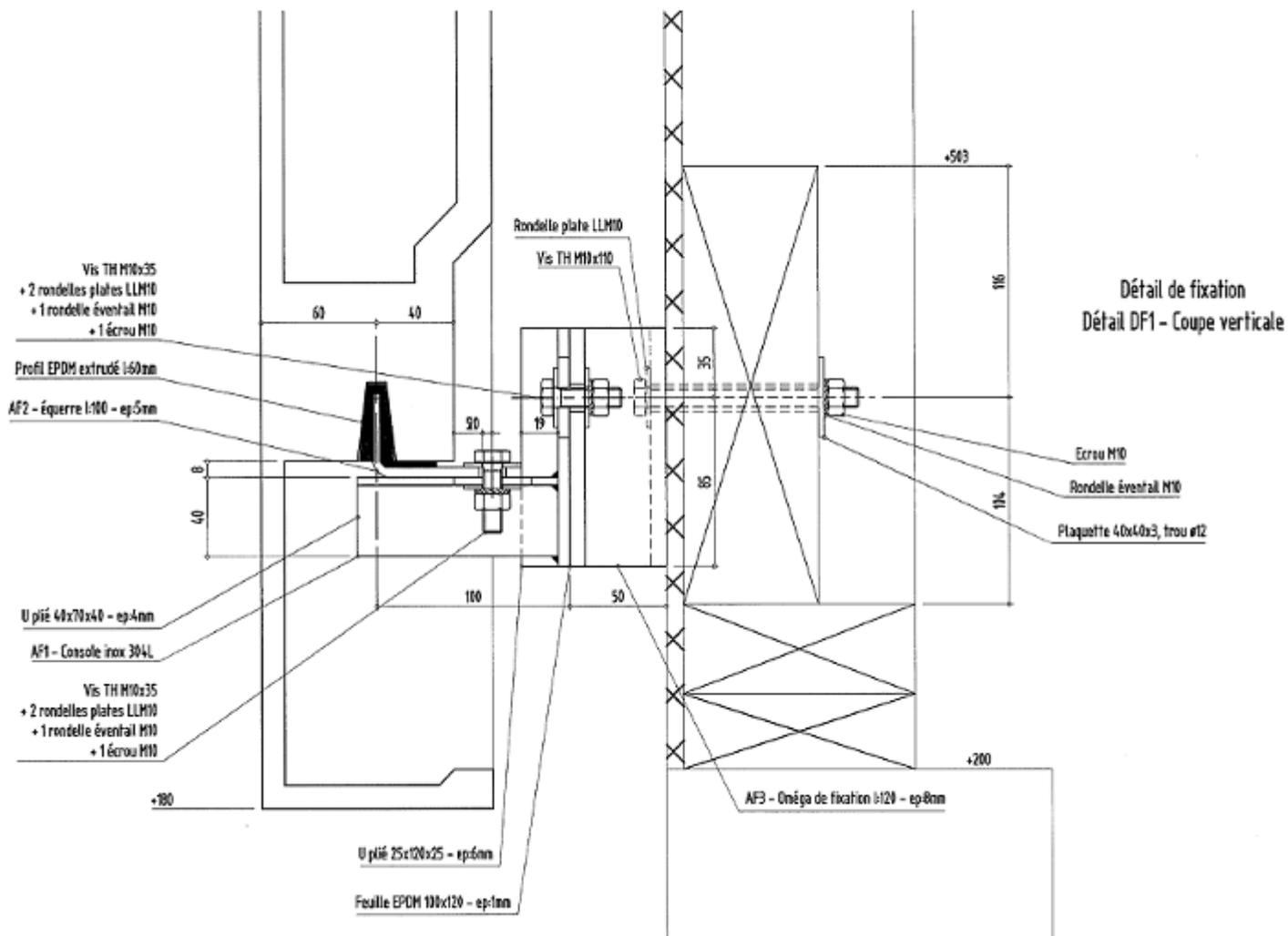


Figure 5 : Insert de fixation par rainure en CCV

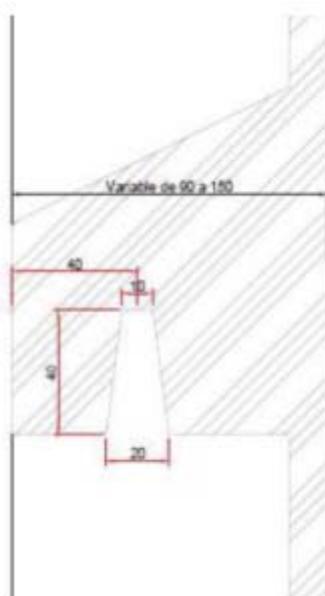


Figure 6 : Dimensions de la rainure CCV

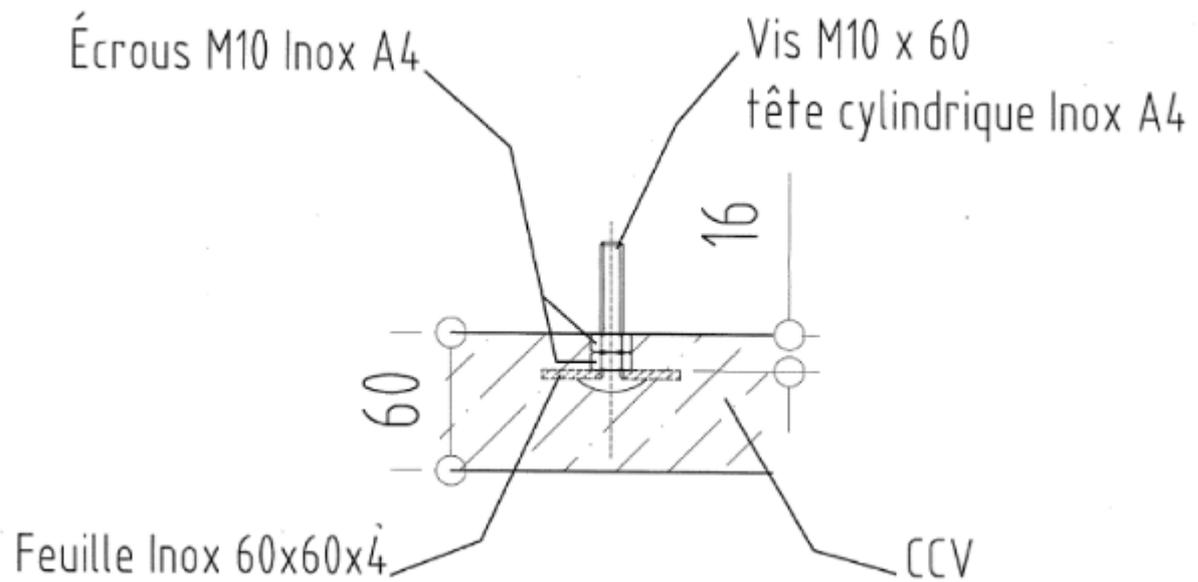


Figure 7 : insert de fixation « vis M10 + feuille inox »

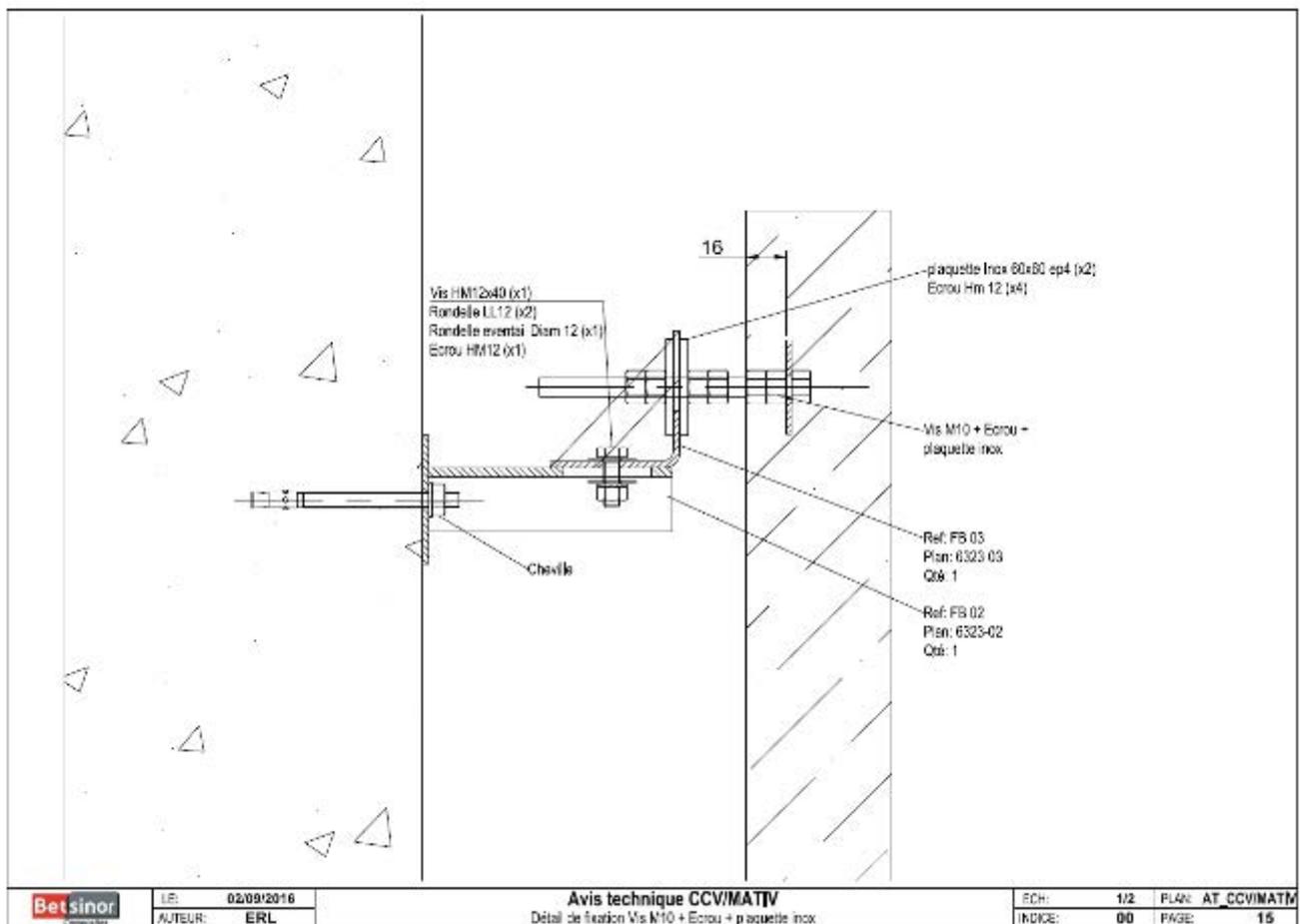


Figure 8 : insert de fixation vis M10 + écrou + plaquette inox



Figure 9 : Insert de fixation « col de cygne »

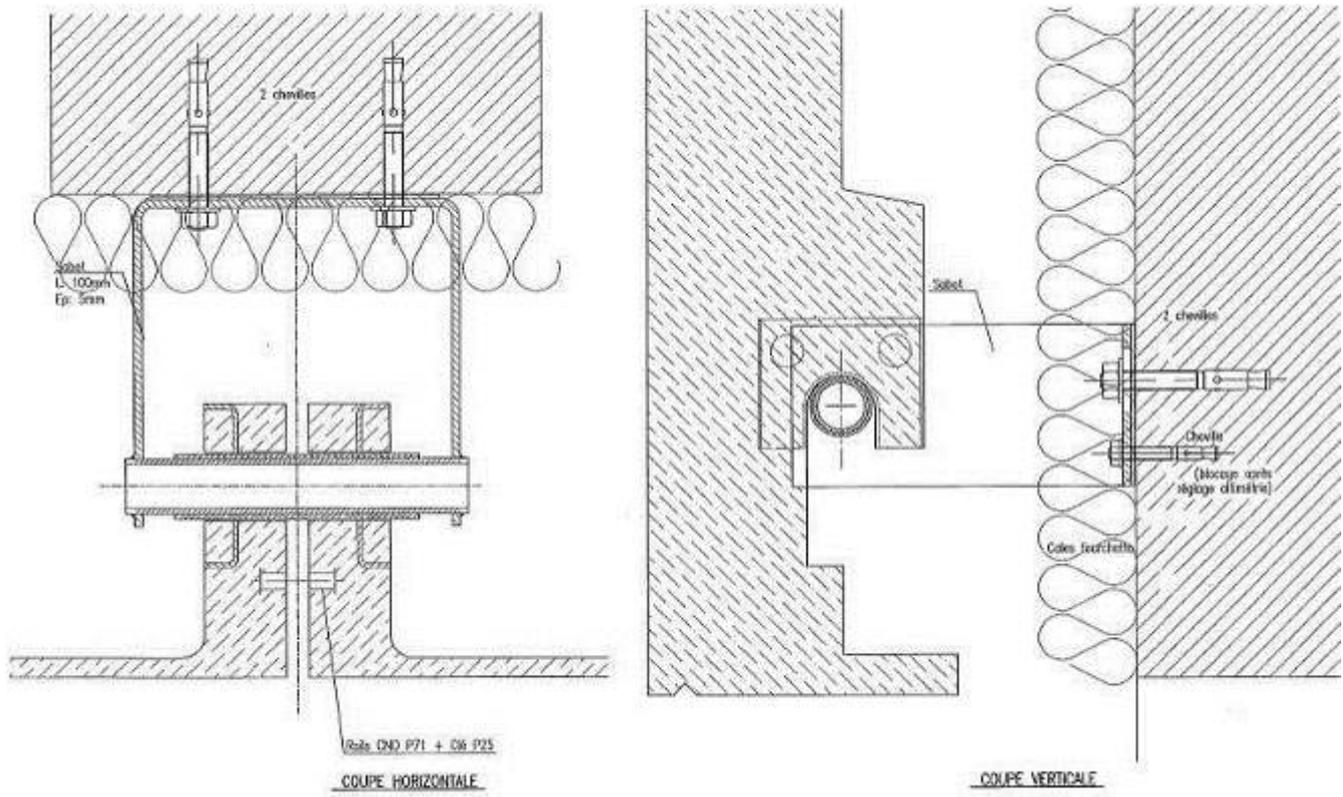


Figure 10 : Insert de fixation « col de cygne »

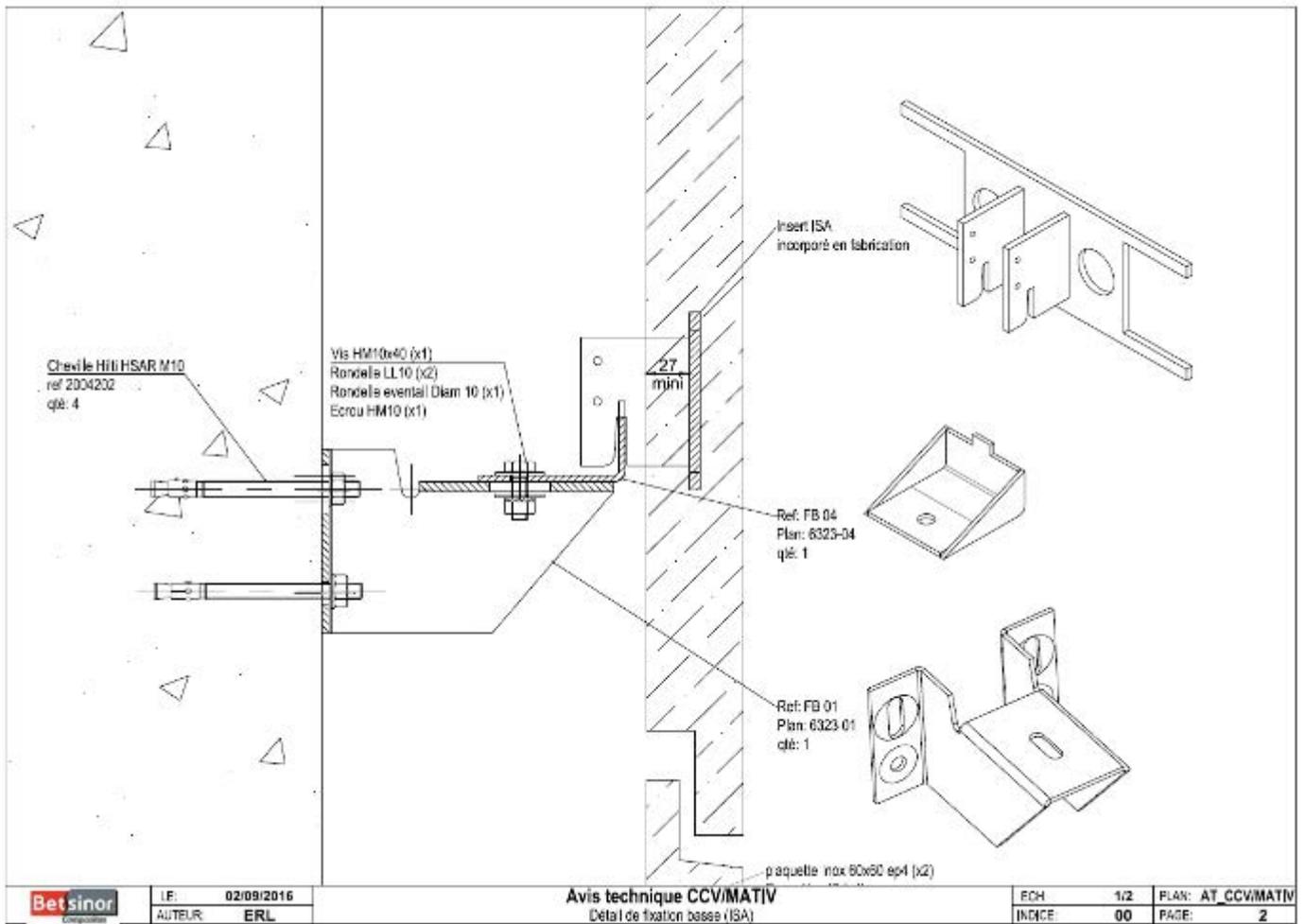


Figure 11 : implantation de l'insert ISA

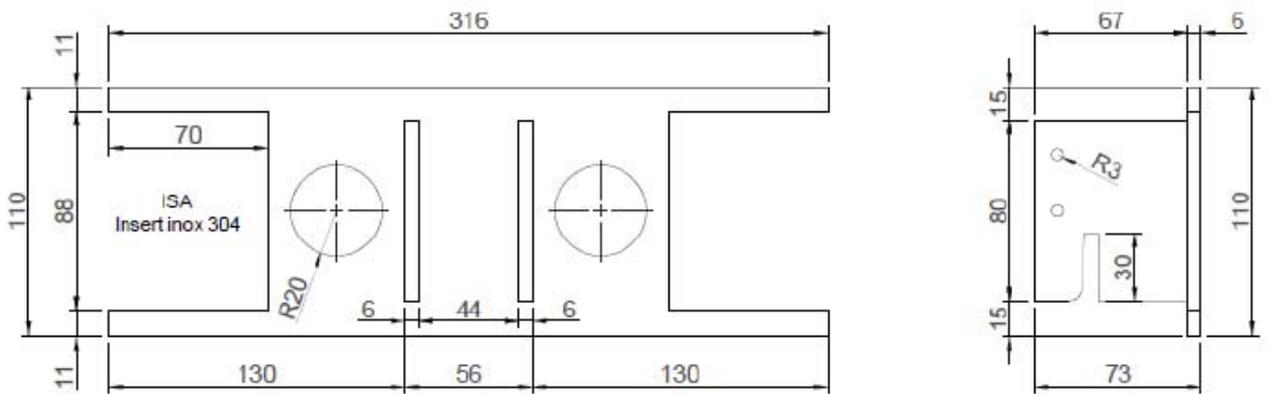


Figure 12 : Insert ISA

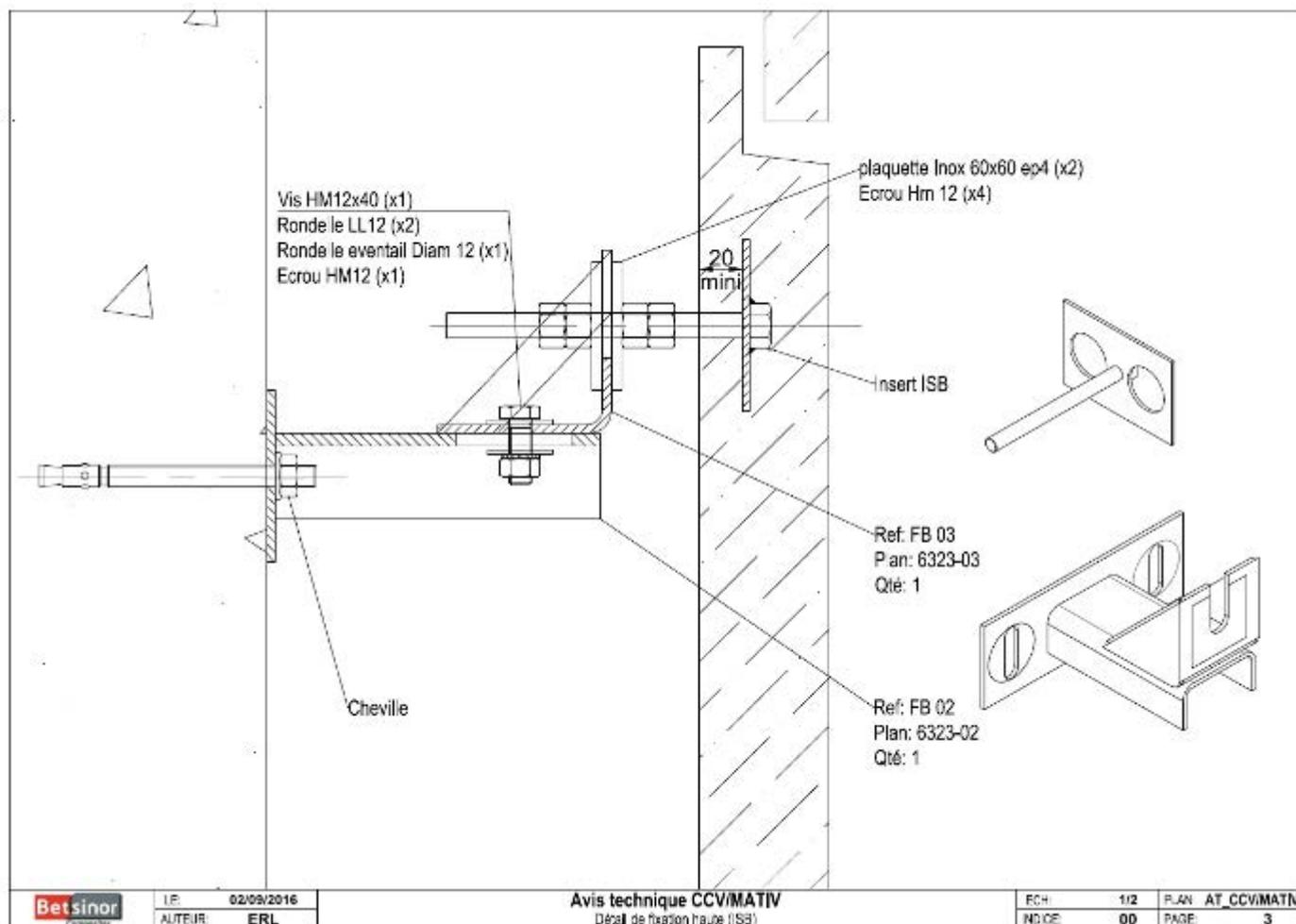


Figure 13 : implantation de l'insert ISB

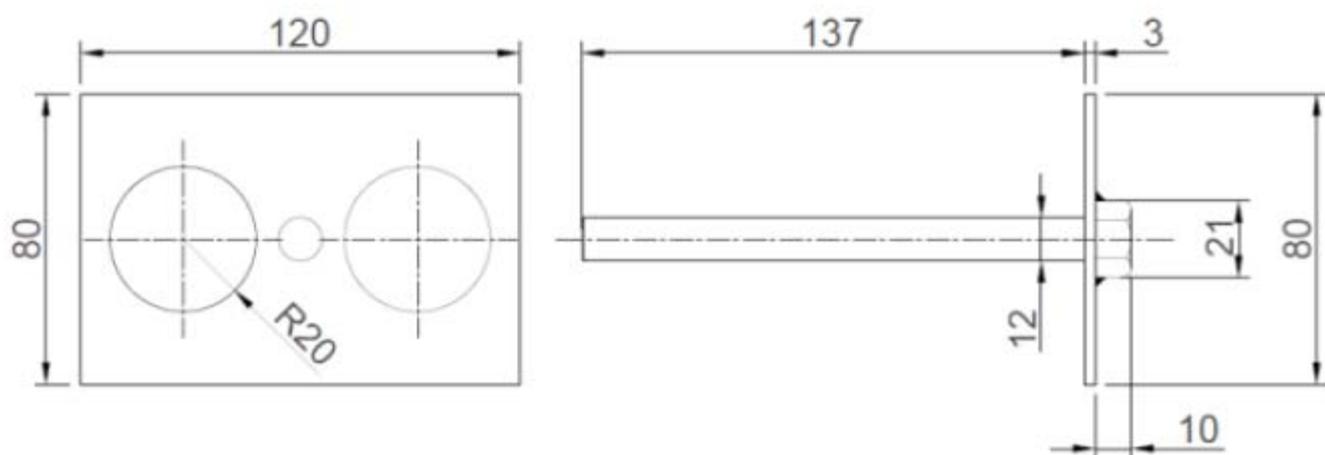


Figure 14 : Insert ISB

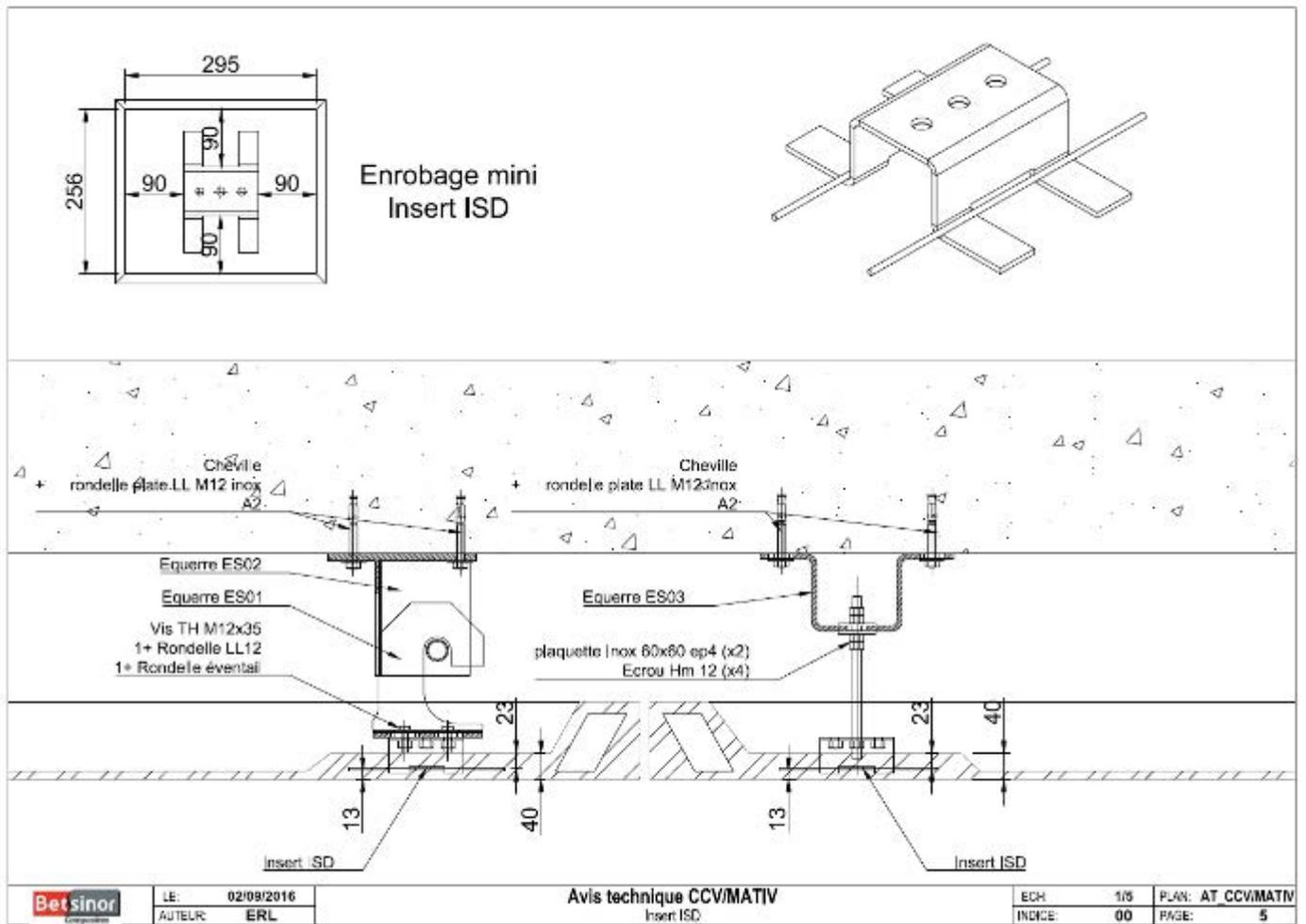


Figure 15 : implantation de l'insert ISD

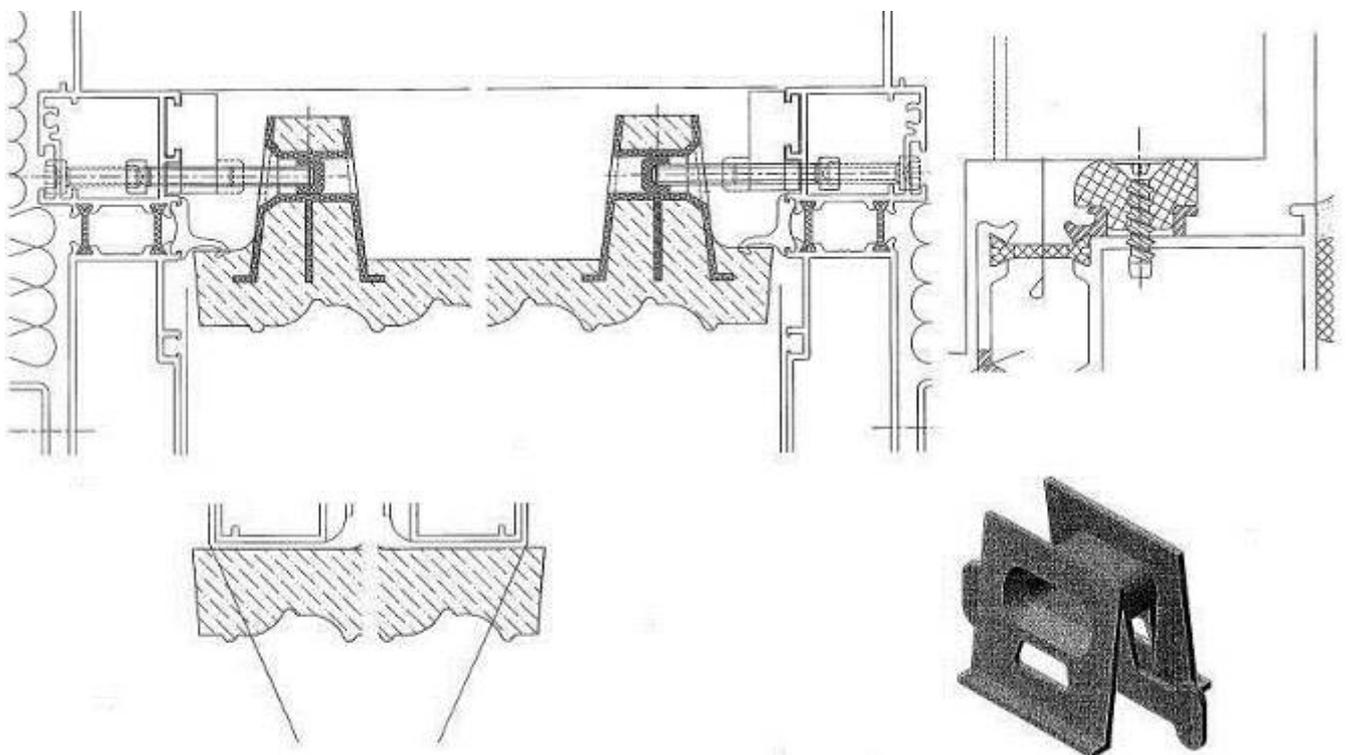


Figure 16 : Insert Jussieu

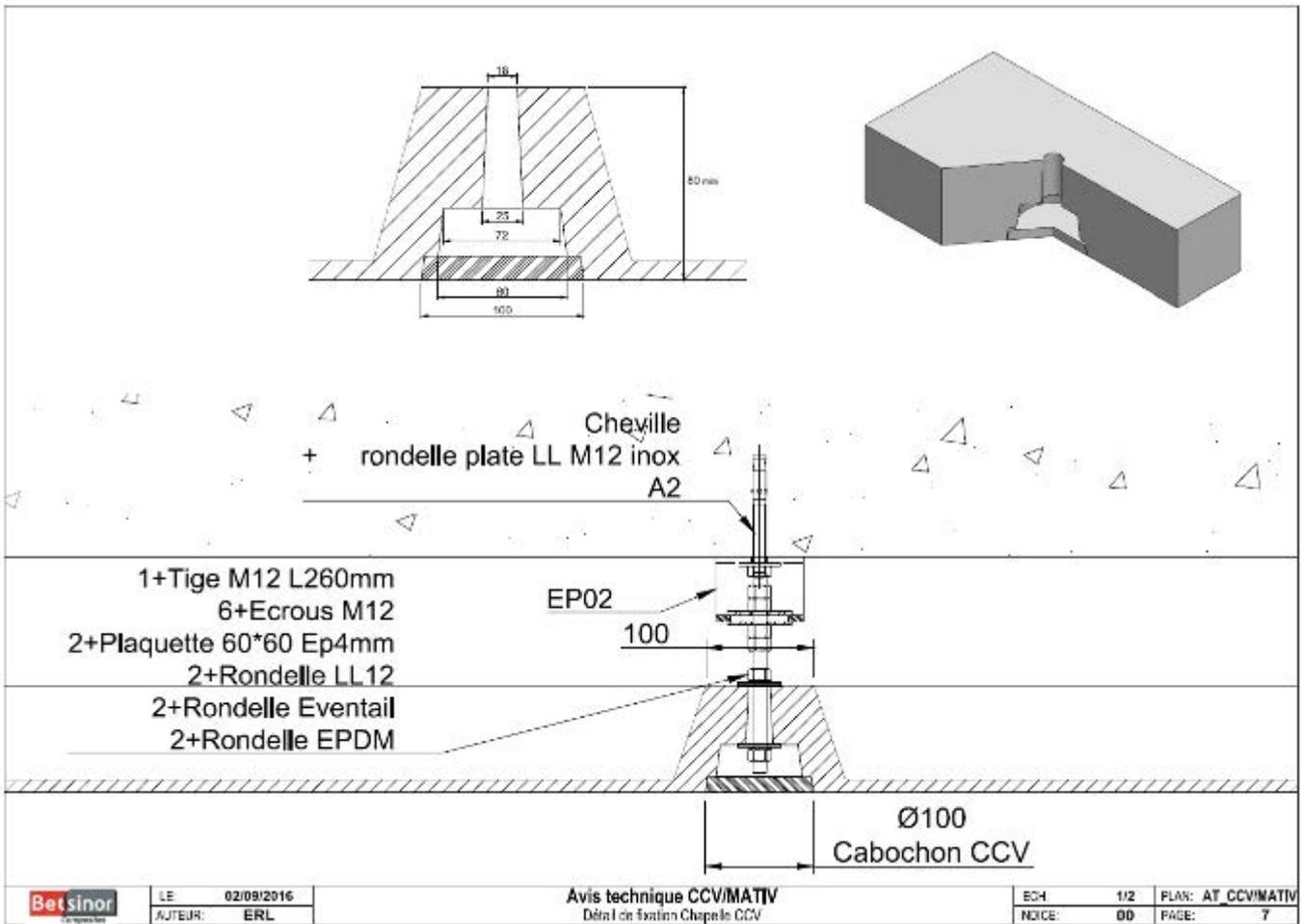


Figure 17 : Insert de fixation « Chapelle CCV »

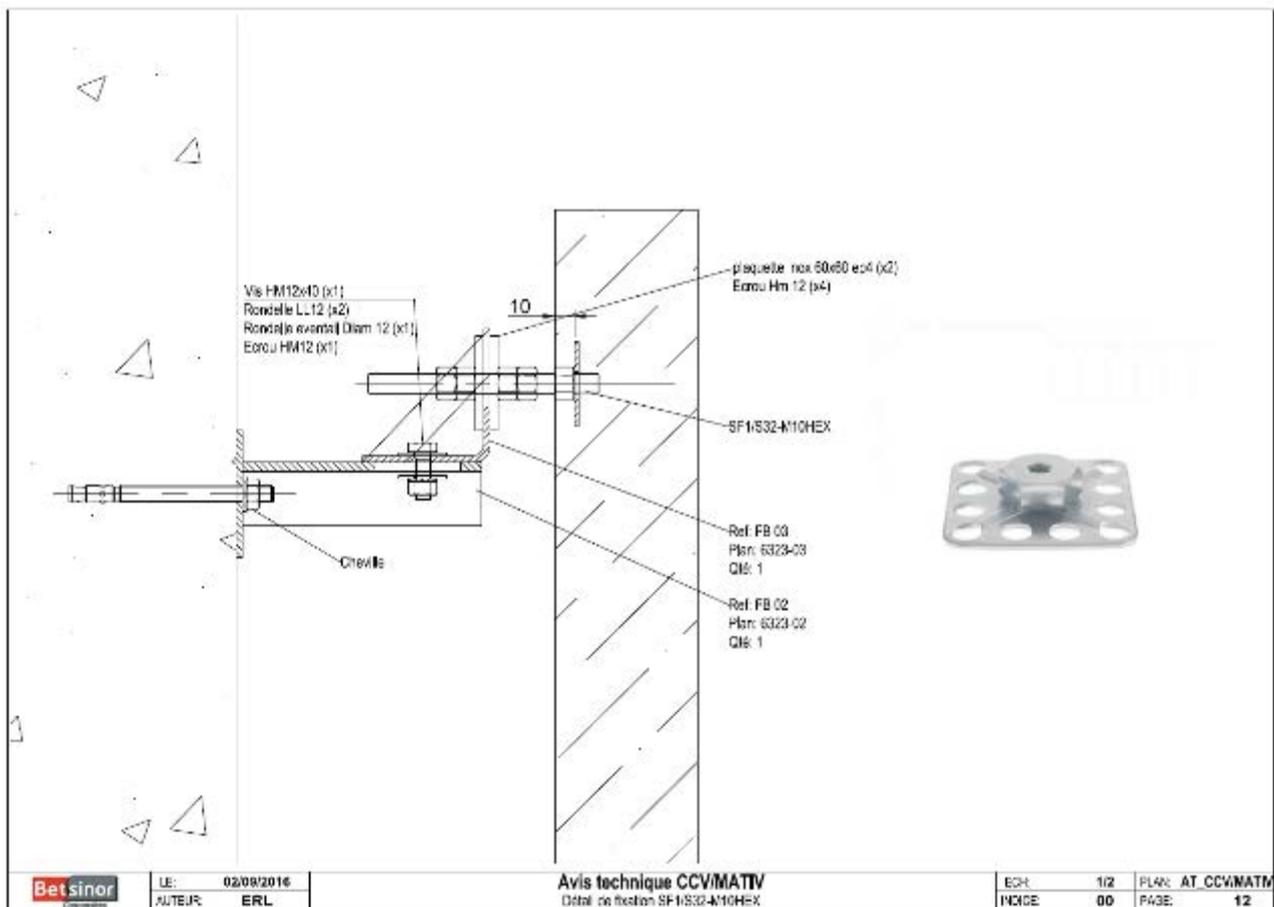


Figure 18 : Insert de fixation SF1/S32 M10 HEX dans CCV coulé

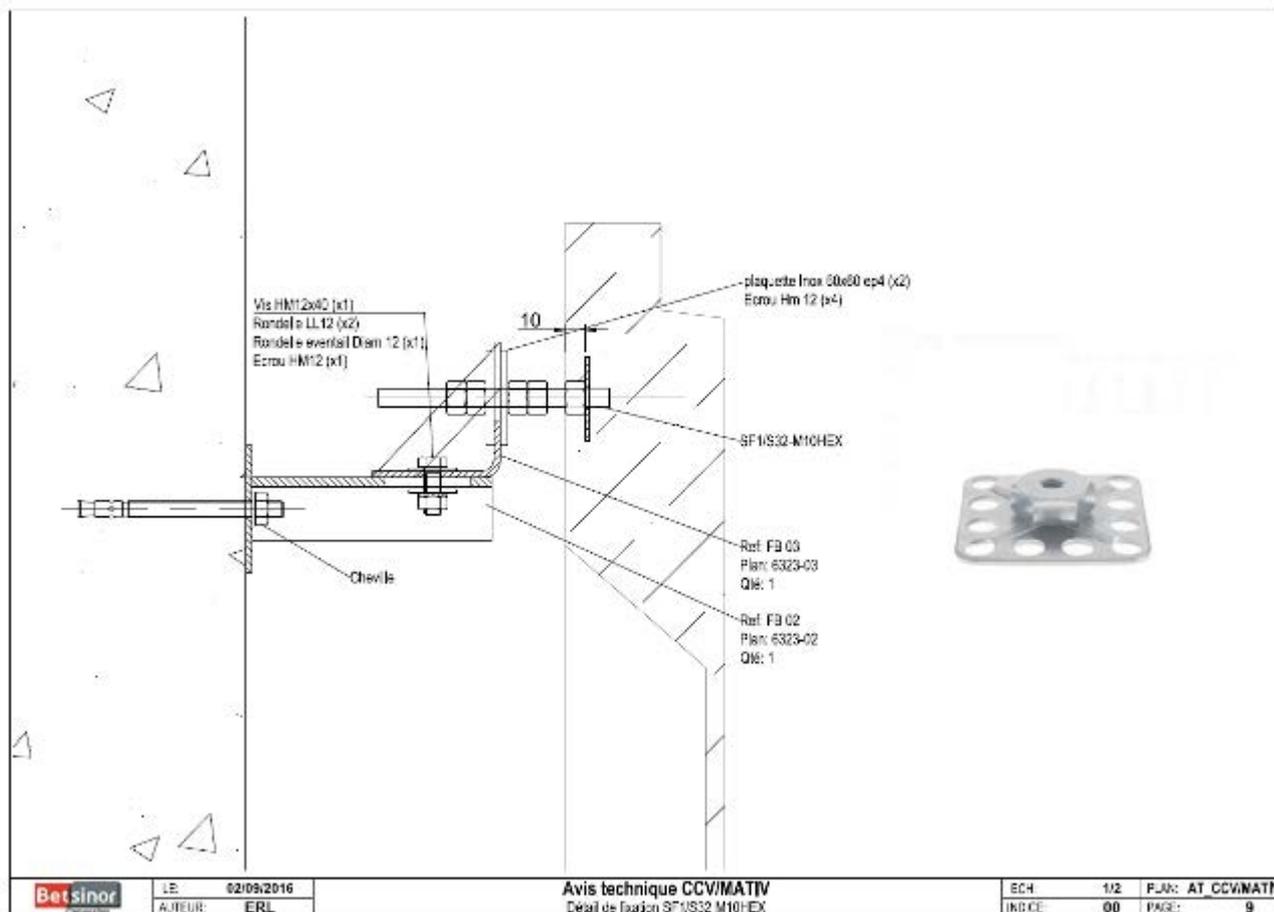


Figure 19 : Insert de fixation SF1/S32 M10 HEX dans CCV projeté

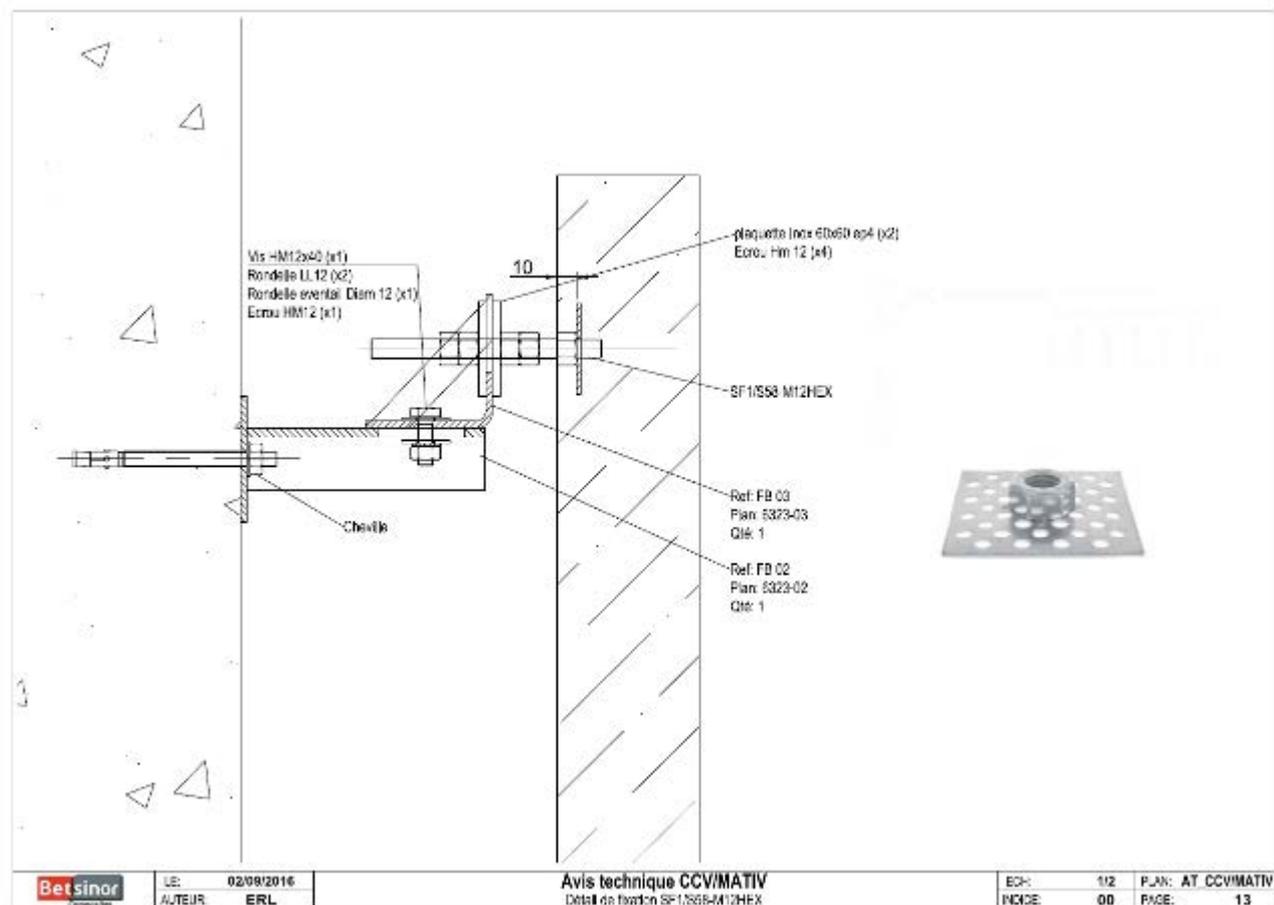


Figure 20 : Insert de fixation SF1/S58 M12 HEX dans CCV coulé

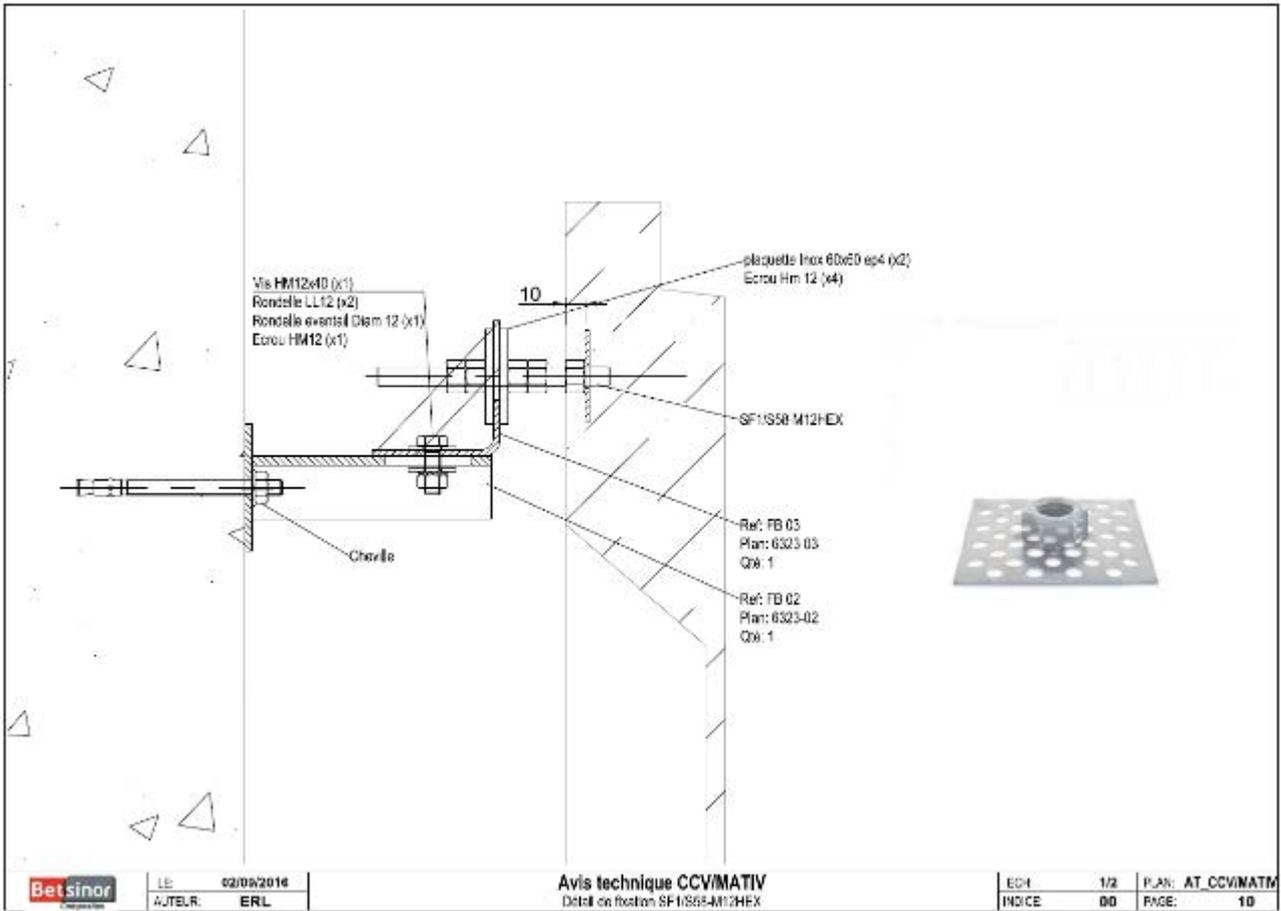


Figure 21 : Insert de fixation SF1/S58 M12 HEX dans CCV projeté

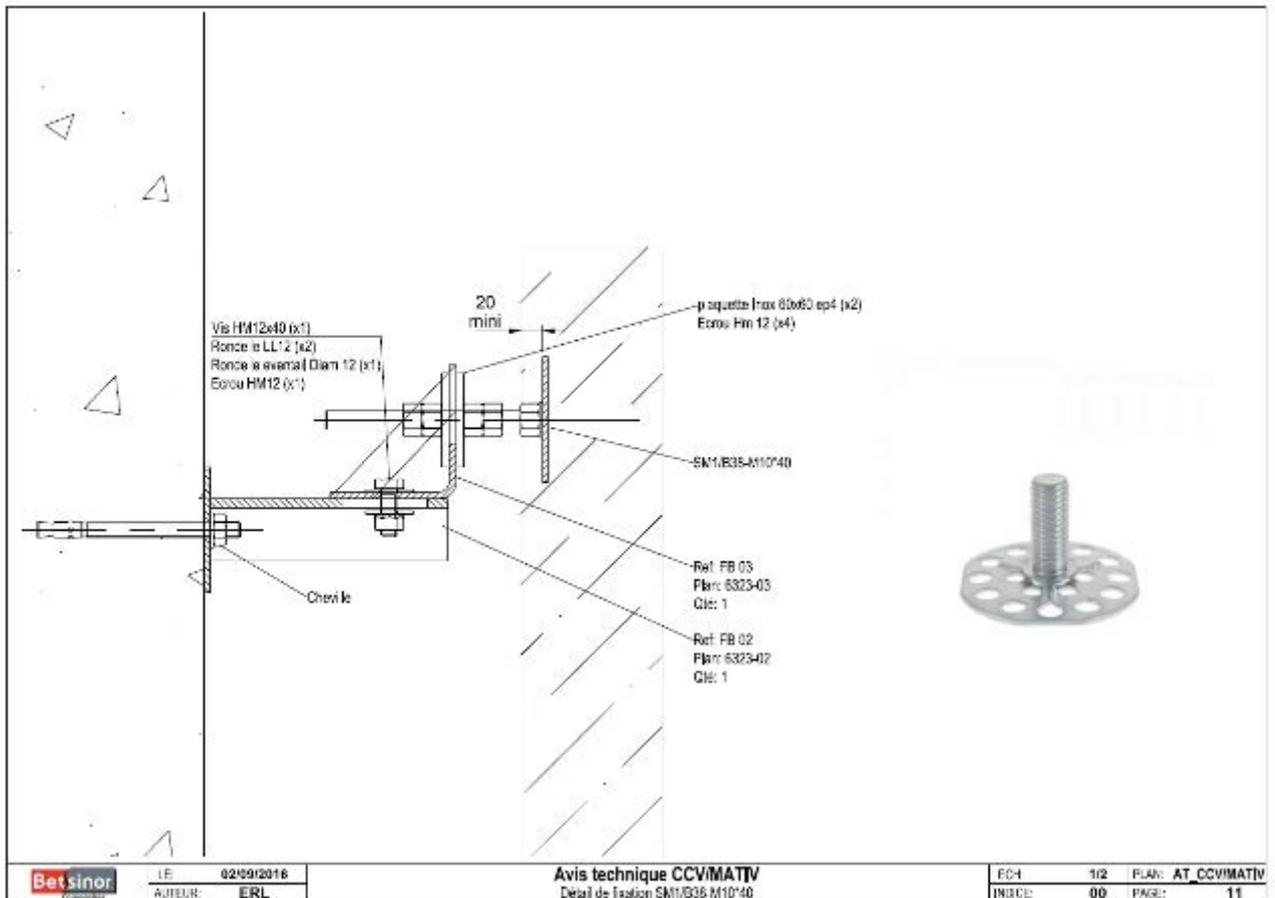


Figure 22 : Insert de fixation SF1/B38 M10 HEX dans CCV coulé

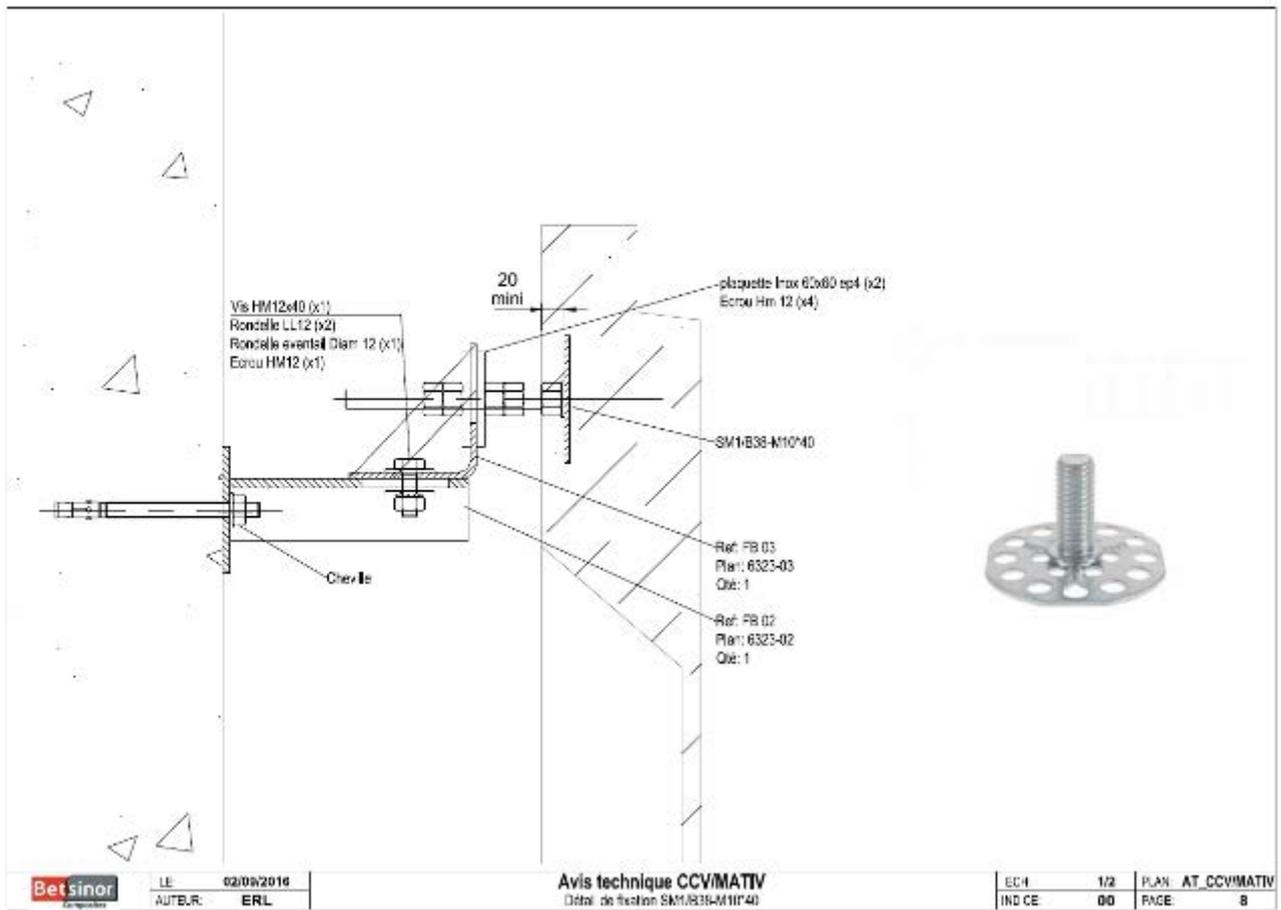


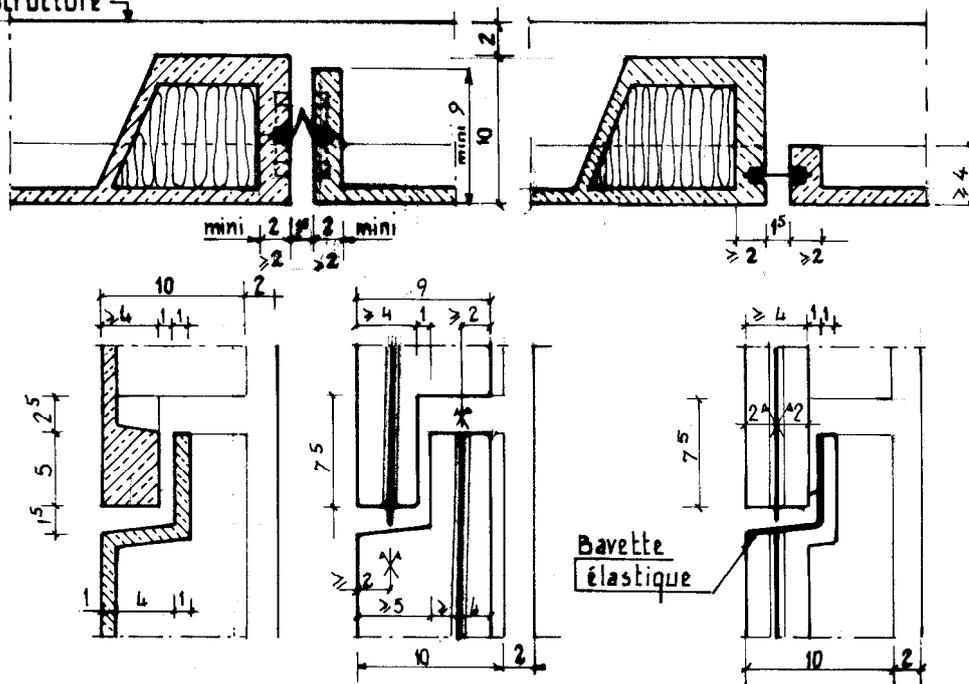
Figure 23: Insert de fixation SF1/B38 M10 HEX dans CCV projeté

VARIANTES DE JOINTS A SIMPLE PARE-PLUIE

a/ Système P 71 CNO

- avec recouvrement de languettes
nu ext^e de structure

- sans recouvrement



b/ Mastic sur fond de joint

nu ext^e de structure

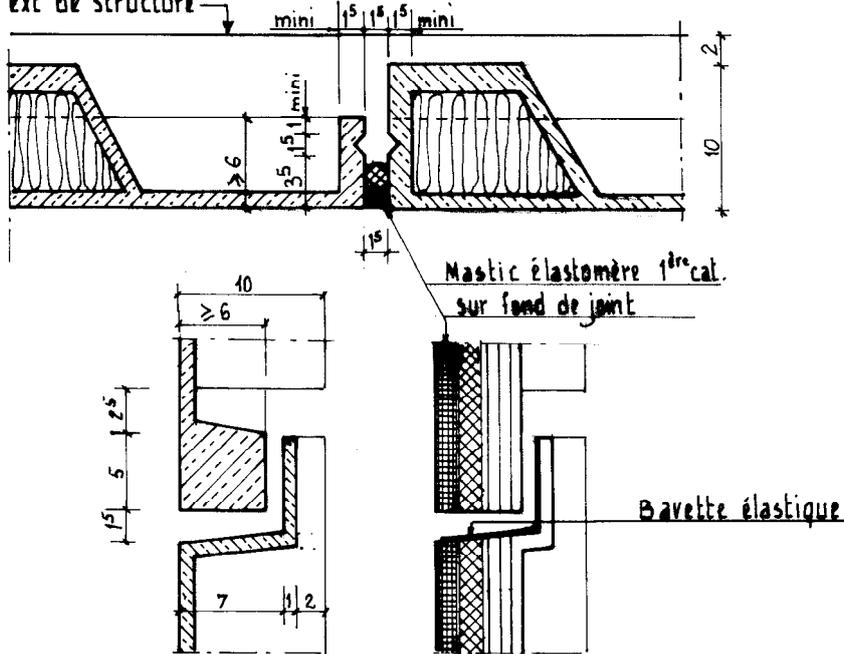


Figure 24 : Traitements de joint (le cas b n'est pas adapté aux zones sismiques)

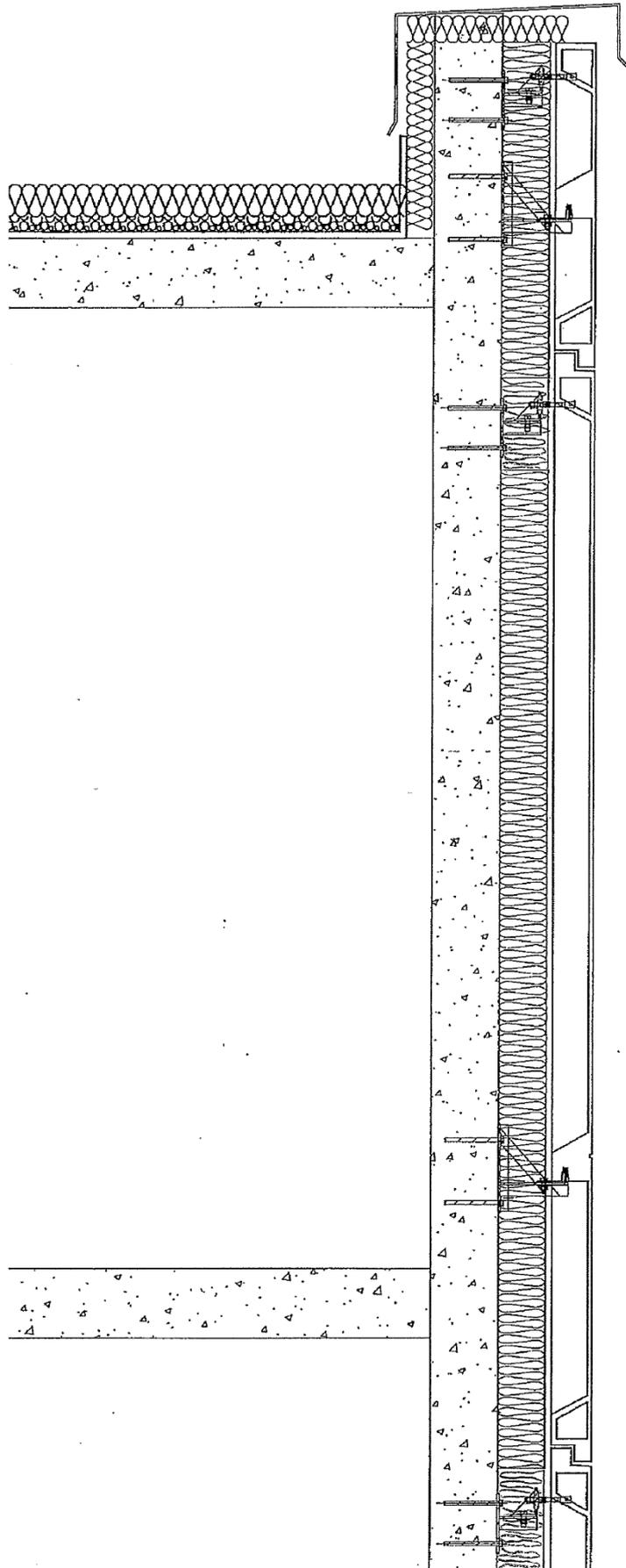


Figure 25 : Pose sur paroi en béton

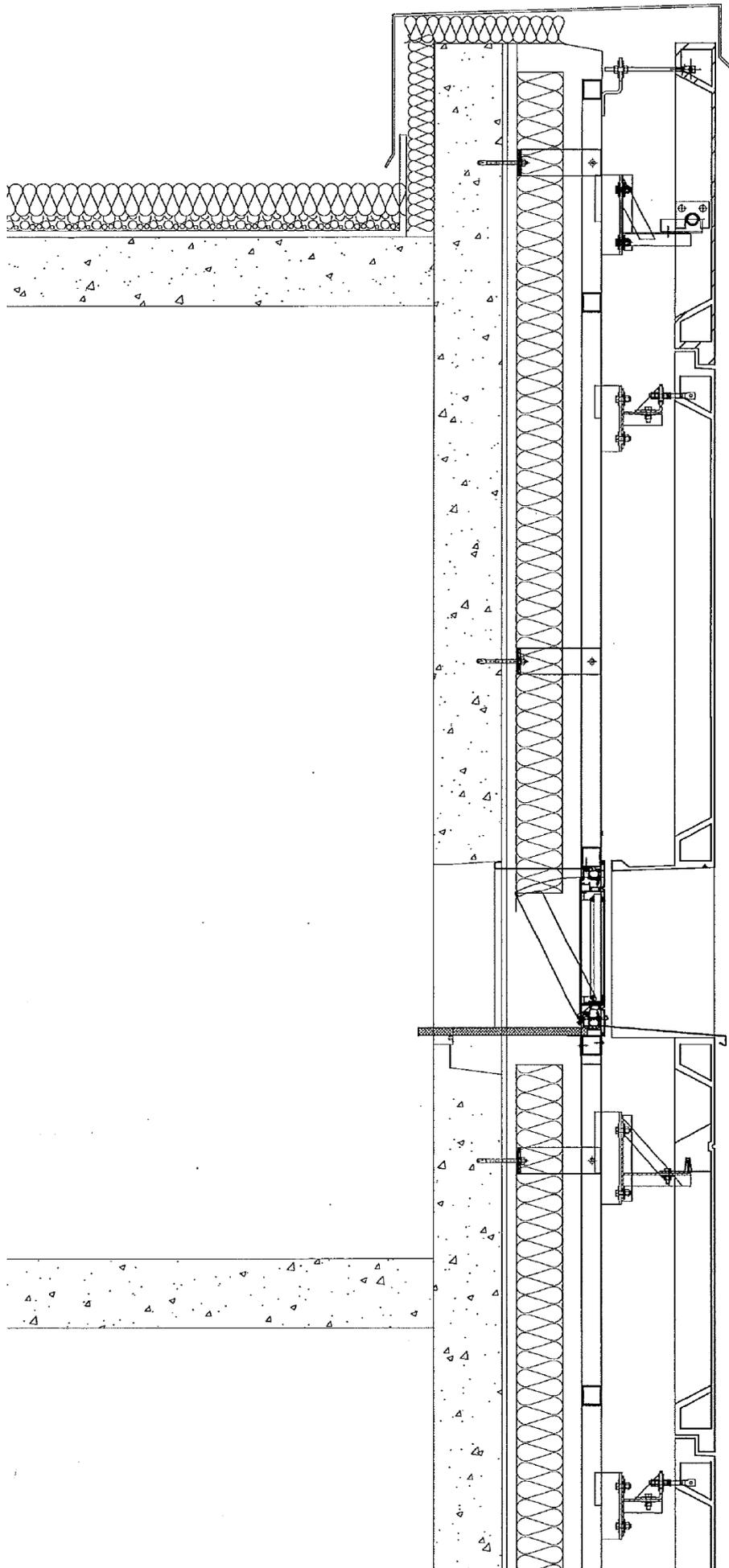


Figure 26 : Pose sur paroi en béton, par l'intermédiaire d'une ossature métallique

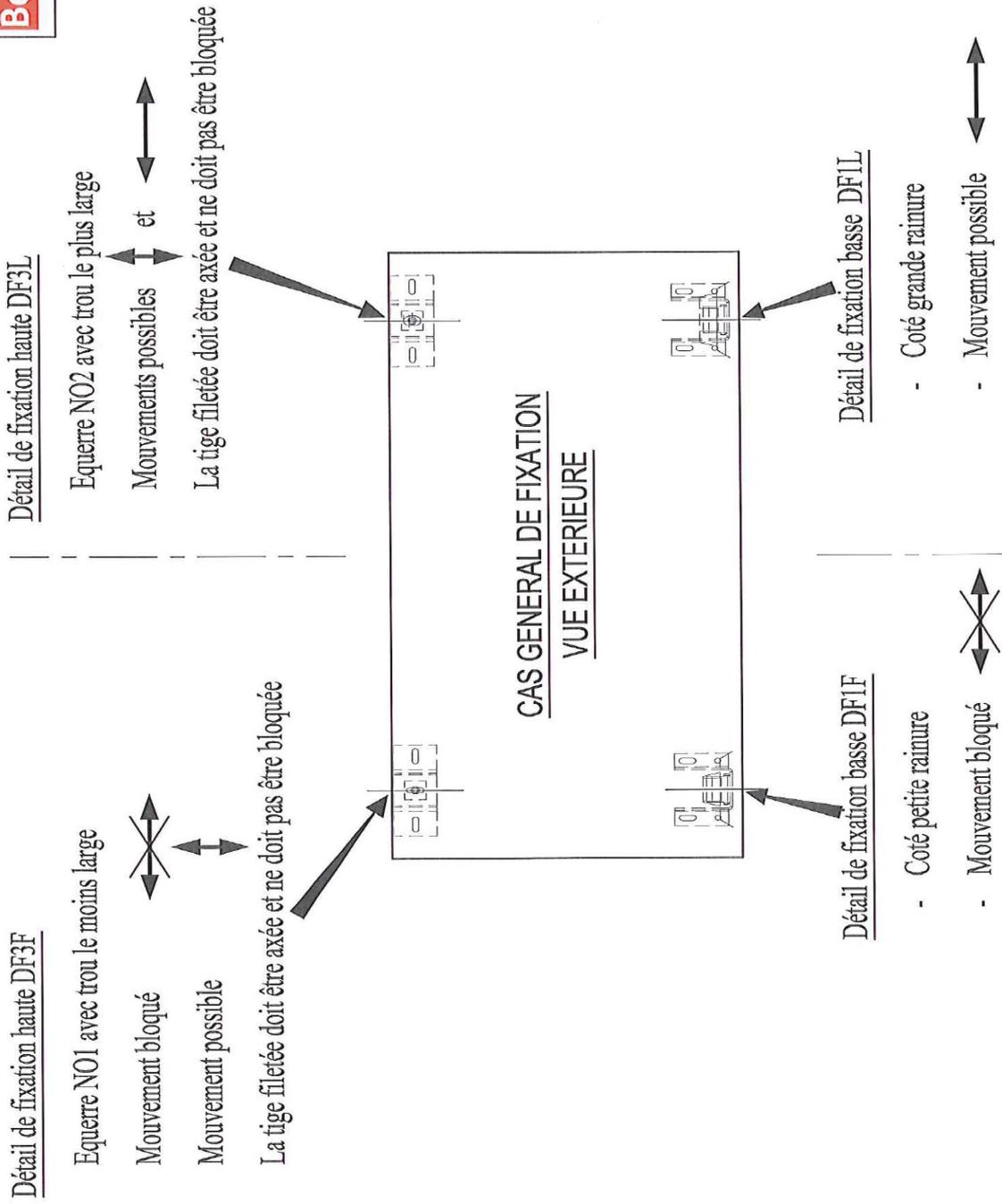


Figure 27 : Principe de fixation type- -Ouvrages soumis à exigences parasismiques

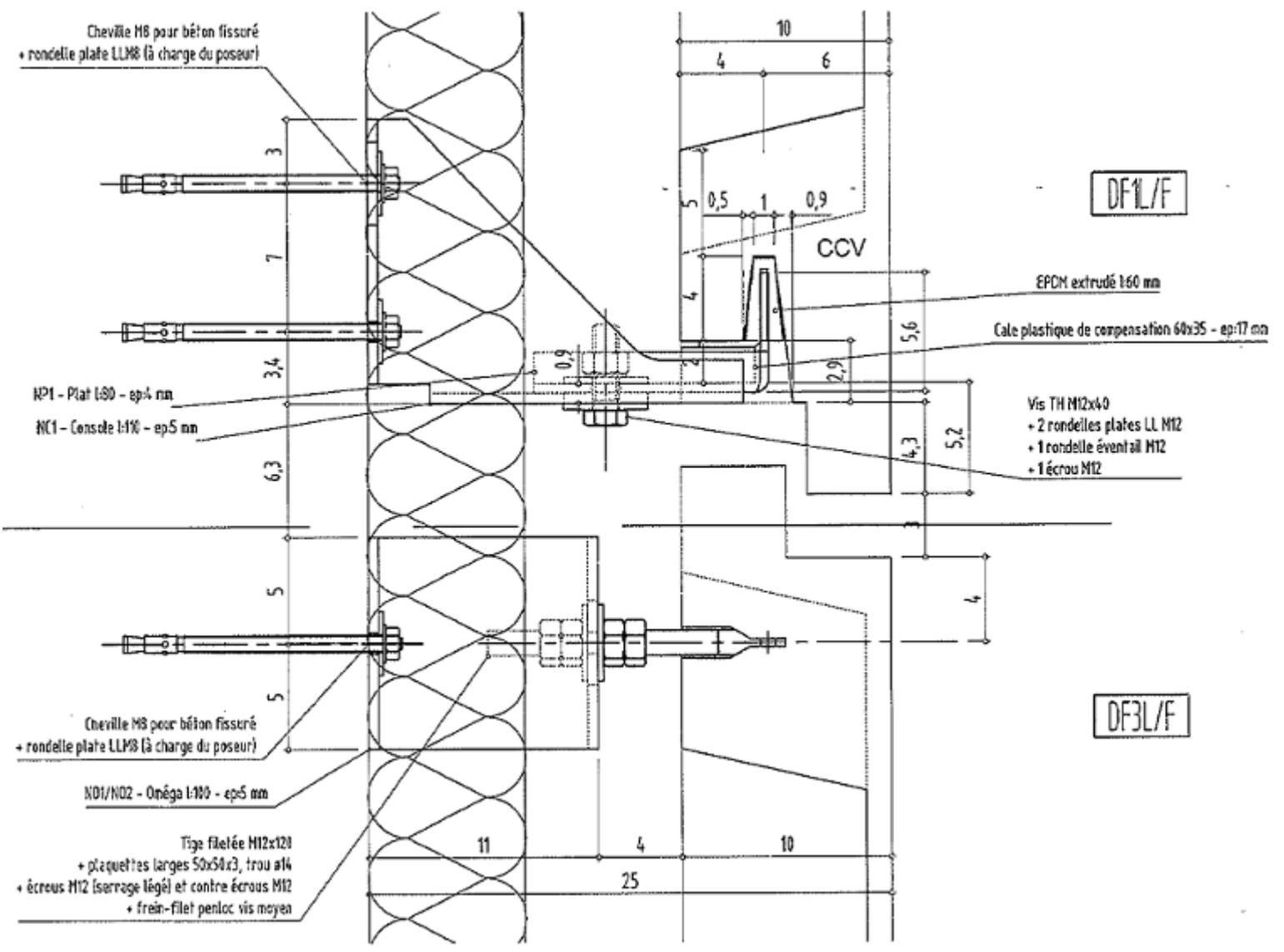
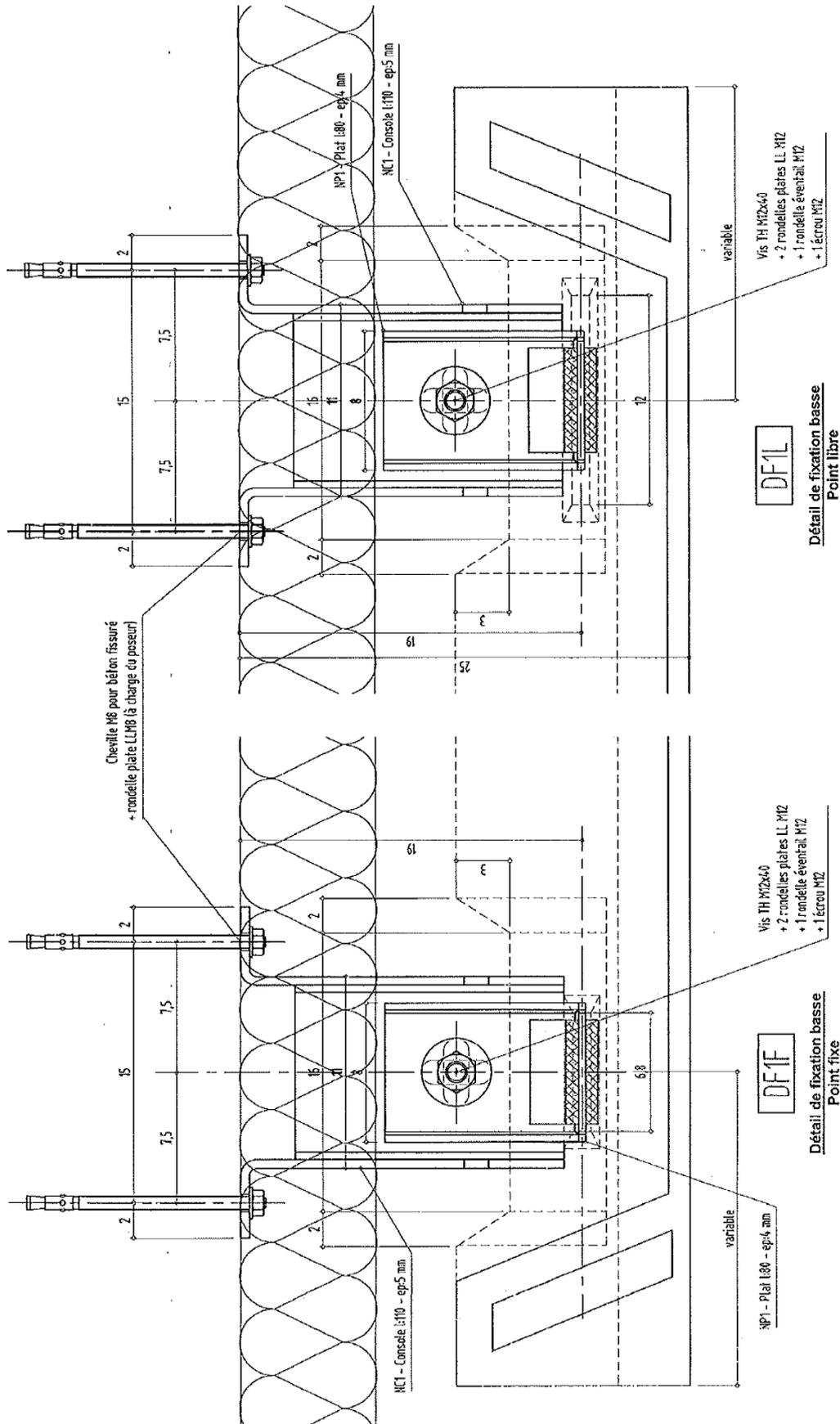


Figure 28 : Détail de fixation type, coupe verticale

Ouvrages soumis à exigences parasismiques

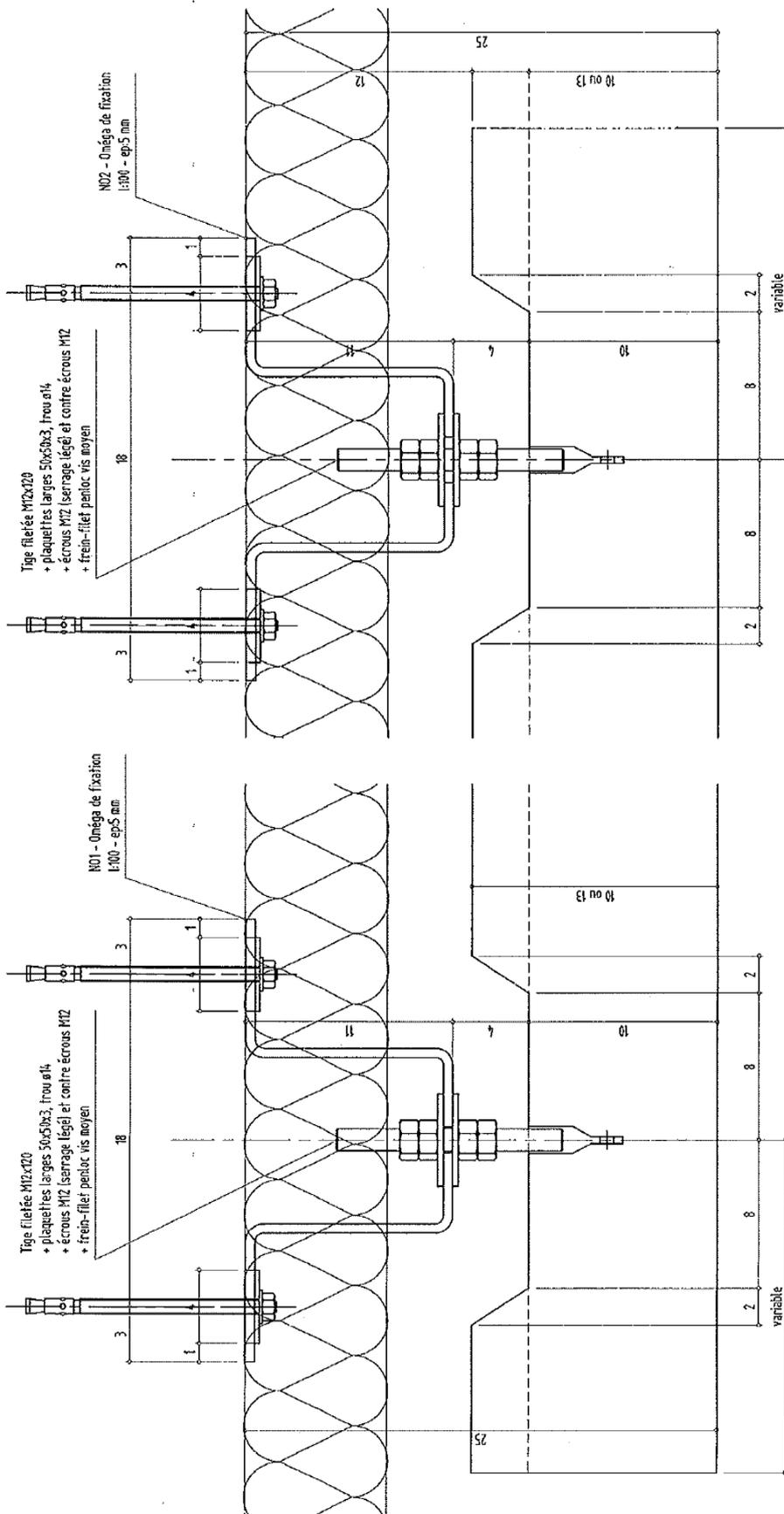


Les ferrures sont en inox 304 et 304L
 La visserie est en inox A2

BETSINOR	Détail de fixation type	PLAN: AT001
	Zone sismique	PAGE: 02
Détails de fixations		ECH: 1/2
DETAIL DF1F/L - Vue en plan		DATE: 27/08/2009
		INDICE:
		DESSINE: LEPLAT

Figure 29 : Détail de fixation type, fixations basses, vue en plan

Ouvrages soumis à exigences parasismiques



Tige filetée M12x120
+ plaquettes larges 50x50x3, trou ø14
+ écrous M12 (serrage léger) et contre écrous M12
+ frein-filet pendac vis moyen

H01 - Omega de fixation
L100 - ep5 mm

H02 - Omega de fixation
L100 - ep5 mm

Figure 30 : Détail de fixation type, fixations hautes, vue en plan
Ouvrages soumis à exigences parasismiques

BETSINOR	PLAN:	AT001
	PAGE:	03
	ECH:	1/2
	DATE:	27/08/2009
	INDICE:	LEPLAT
Détails de fixations		
DETAIL DF3F/L - Vue en plan		

Les ferrures sont en inox 304 et 304L
La visserie est en inox A2

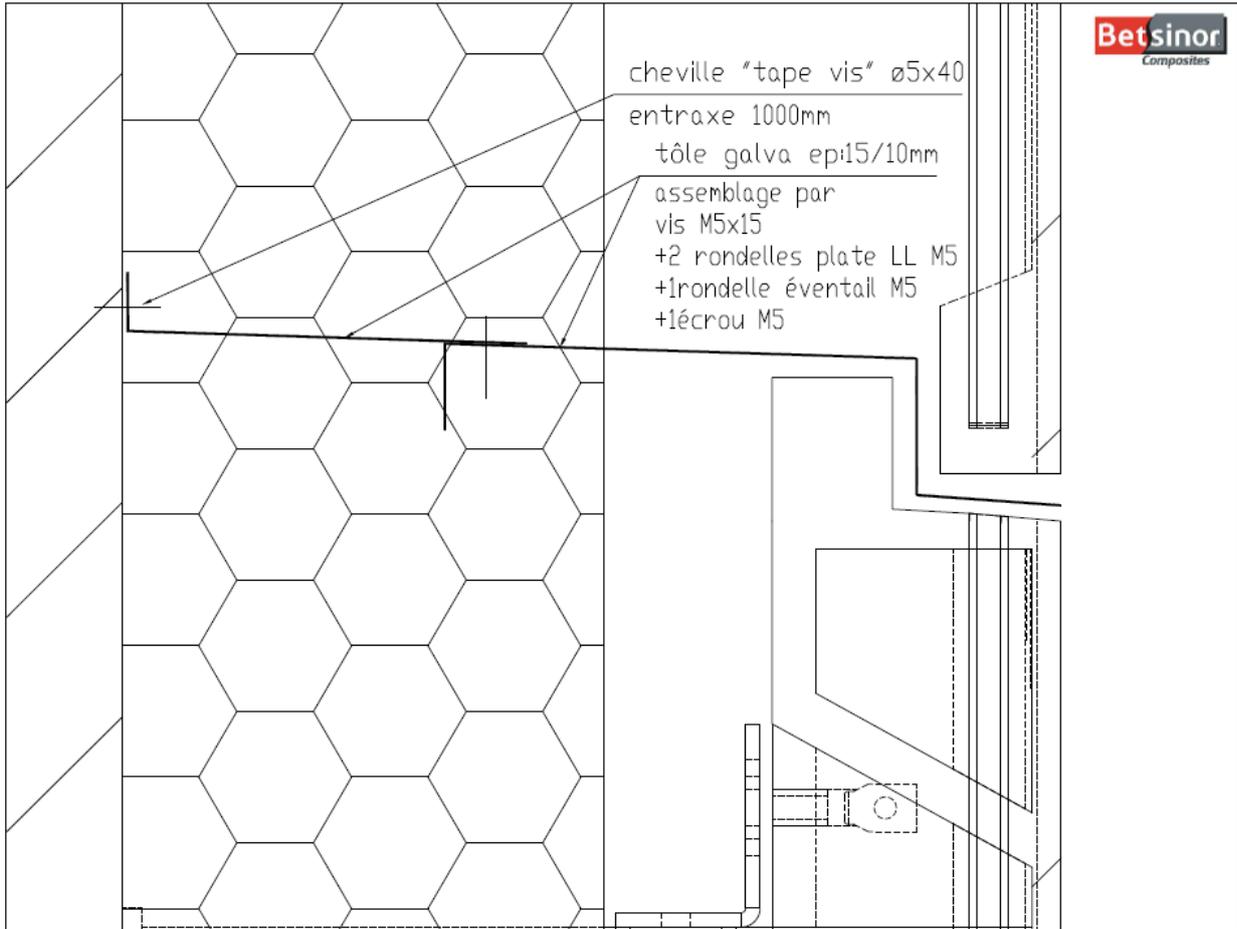


Figure 31 : Dispositif de recouvrement de la lame d'air