

Avis Technique 3/08-554

Mur de façade industrielle

Panneaux BILAME ISOLEX

Titulaire : Société Seveton S.A.
Meersbloem Leupegem 58
BE-9700 Oudenaarde

Tél.: 00 32 55 232 560
Fax. 00 32 55 232 570
Internet : www.seveton.be
E-mail : info@seveton.be

Usines : Seveton S.A.
Meersbloem Leupegem 58
BE-9700 Oudenaarde

Naessens Construct S.A.
Kouter 3
BE-9790 Wortegem – Petegem

Tripan S.A.
Pannenhuisstraat 44
BE-3560 Dilsen

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

Groupe Spécialisé n° 3

Structures, planchers et autres composants structuraux

Vu pour enregistrement le 26 août 2008



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n°3 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné 5 février 2008, le procédé de façade en panneaux en béton armé BILAMME ISOLEX présenté par la Société SEVETON S.A. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est délivré conformément aux "Directives UEAtc pour l'Agrément des procédés de construction par grands panneaux lourds préfabriqués". Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de mur de façade pour bâtiments de type industriel mettant en œuvre des panneaux de façade autoporteurs en béton armé, plein ou de type sandwich à voile extérieur librement dilatable, retenus par des fixations mécaniques à la structure porteuse. Ces panneaux autoporteurs, de longueur maximale 13 m, de hauteur maximale 4 m, peuvent être superposés.

Le panneau courant a une épaisseur de 14 (panneau plein uniquement), 20 ou 25 cm (voile extérieur de 6 cm, isolant thermique d'épaisseur de 3 à 10 cm, voile intérieur de 9 à 14 cm).

La liaison des deux voiles est assurée par des ancrs et des épingles.

La liaison du panneau à l'ossature s'effectue soit par des rails de fixation en acier galvanisé ou en acier inoxydable, soit par des équerres de fixation en acier galvanisé.

Les menuiseries extérieures, équipées ou non d'appuis de baie métalliques, sont rapportées en œuvre.

Etanchéité des joints horizontaux par système à recouvrement.

Etanchéité des joints verticaux par dispositif à chambre de décompression ménagée dans le voile extérieur.

Etanchéité à l'air des joints verticaux et horizontaux par cordon préformé, dans l'épaisseur du voile intérieur.

Revêtements

- Extérieur : parements extérieurs lisses ou constitués de gravillons lavés
- Intérieur : finitions classiques sur béton.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Bardages de gymnases, de bâtiments à usage industriel, commercial, agricoles ou d'entrepôts, y compris en fermeture de locaux annexes à ces ouvrages tels que des bureaux, des vestiaires,... (utilisation en logements exclue).

Les panneaux sont généralement aveugles ; ils peuvent être également munis d'ouvertures (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

Les panneaux ne sont pas destinés à être utilisés en mur de sous-sol.

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 panneaux ne participent pas à la stabilité du bâtiment (contreventement, fonction porteuse,...). La stabilité propre du voile de béton extérieur librement dilatable des panneaux sandwichs peut être normalement assurée moyennant l'application des prescriptions techniques visant les dispositifs de liaison associés à ces panneaux.

Construction en zone sismique

L'utilisation en zone sismique n'est pas visée.

Sécurité au feu

Le parement en béton bénéficie conventionnellement du classement de réaction au feu MO.

Pour les panneaux avec isolant, le présent Avis ne peut donner de prescription, une étude au feu étant en cours au moment de la formulation de l'Avis.

La convenance des bâtiments du point de vue de la sécurité au feu est à examiner cas par cas.

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

Elle peut être normalement assurée moyennant les précautions propres à la manutention et à l'échafaudage d'éléments lourds de grandes

dimensions. Il est noté que les acrotères constitués par un prolongement des panneaux ne sont pas prévus pour assurer l'appui des dispositifs supportant des charges telles que les nacelles d'entretien (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

Isolation thermique

Pour les bâtiments industriels pour lesquels une isolation minimale est exigée par les règles Th-U (bâtiment chauffé dont la température en service dépasse +12°C, seuls les panneaux incorporant un isolant de 5 cm d'épaisseur minimum permettent de satisfaire à cette exigence.

A défaut d'une certification de type ACERMI sur les isolants, les performances thermiques des panneaux doivent être calculées en majorant de 15 % les valeurs déclarées de la conductivité thermique de ces isolants.

Le maintien des performances thermiques suppose l'utilisation d'isolants dont les performances ne sont pas dégradées de manière significative par l'humidification possible au niveau des joints.

Isolation acoustique

En ce qui concerne l'isolement contre les bruits de l'espace extérieur, en l'absence de mesure expérimentale, il est estimé sur la base de l'application de la loi de masse appliquée sur le voile intérieur seul que la constitution des murs de ce procédé peut permettre d'obtenir la valeur d'isolement minimale de la réglementation fixée à 30 dB.

Etanchéité des murs extérieurs

L'étanchéité est organisée sur la base des principes du DTU 22.1 et peut être considérée comme normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, avec cependant des risques d'humidification localisée de la paroi intérieure des panneaux isolants.

2.2.2 Durabilité – Entretien

La garniture extérieure des joints est constituée d'un mastic élastomère à bas module présentant une bonne déformabilité. Une telle caractéristique est indispensable compte tenu de l'amplitude des variations dimensionnelles des joints verticaux entre panneaux et des joints entre menuiseries et béton extérieur par suite du choix du voile intérieur pour recevoir la fixation.

Les acrotères constitués par un prolongement des panneaux du dernier niveau doivent comporter des armatures de sections conformes à celles prévues dans les Prescriptions Techniques des panneaux sandwichs à voile extérieur librement dilatable (cf. Cahier du C.S.T.B. n° 2159, livraison 279, référence 2).

Au total la durabilité d'ensemble des murs de façade de ce procédé peut être considérée comme équivalente à celle de murs traditionnels en béton.

Elle requiert :

- l'exécution des travaux normaux d'entretien des façades en béton ;
- la réfection, selon une périodicité de 10 à 15 ans, des garnitures de mastic extérieures.

2.2.3 Fabrication

Effectuée en usine, par le titulaire de l'Avis, elle nécessite, outre les précautions usuelles propres à la fabrication des panneaux sandwichs à voile extérieur librement dilatable, la réalisation d'un auto-contrôle régulier.

2.2.4 Mise en œuvre

Effectuée par le titulaire de l'Avis, elle nécessite :

- la prise en compte, à tous les stades de l'exécution et par l'ensemble des intervenants, des conséquences de la libre dilatation du voile extérieur des panneaux ;
- une précision particulière pour l'interposition des cales en polyéthylène de manière sensiblement centrée par rapport à l'axe du voile porteur, afin de ménager, du côté de l'isolant, un espace suffisant pour faire filer en continuité le cordon d'étanchéité.
- des précautions pour la manutention des panneaux de grande dimension.

En cas de livraison des panneaux sans pose, il est prévu une assistance technique du titulaire de l'Avis à l'entreprise de pose au montage.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions techniques communes aux procédés comportant des façades en panneaux sandwichs à voile extérieur librement dilatable

(cf. Cahier du C.S.T.B. n° 2159, livraison 279, références 0 et 2).

2.32 Prescriptions techniques particulières au procédé BILAMME ISOLEX

CONDITIONS DE CONCEPTION

- Les murs de façade réalisés selon ce procédé ne doivent pas être pris en compte dans les vérifications de calculs de stabilité et de contreventement des structures qu'ils enveloppent. En particulier, dans le cas où les panneaux habillent une ossature, celle-ci doit être dûment contreventée.
- D'une façon systématique les panneaux non percés d'ouvertures doivent disposer d'une section minimale d'armatures égales à 0,2 % de la section de béton pour les panneaux de longueur maximum de 6 mètres, et 0,25 % au-delà de 6 mètres.
- Le calcul des armatures des deux voiles pleins constituant le procédé doit s'effectuer de la façon suivante :
 - le voile porteur est soumis à une flexion composée sous l'action simultanée des charges permanentes et de l'action du vent,
 - l'action du vent est décomposée au prorata des inerties des voiles.
- Pour les panneaux percés d'ouvertures, les conditions suivantes doivent être respectées en plus de celles précitées pour les panneaux pleins :
 - les dimensions maximales (largeur par hauteur) des ouvertures par panneau sont :
 - soit de deux ouvertures de 1,20 m x 1,20 m,
 - soit d'une ouverture de 2,40 m x 2,10 m
 - les trumeaux, les linteaux et les allèges bordant les ouvertures doivent avoir une largeur et une hauteur d'un mètre au minimum,
 - les armatures de renforts à disposer autour de la trémie doivent correspondre en section à celle des armatures sectionnées,
 - la longueur minimale d'ancrage des armatures de renforts doit être égale à 50 Ø,
- En dehors des cas prévus ci-avant, une étude particulière est à prévoir. Cette dernière devra prendre en compte les phénomènes de flambement et de voilement associé notamment en cas d'empilage de panneaux percés d'ouvertures de dimensions supérieures à celles visées ci-avant.
- Les organes de suspension doivent être dimensionnés, pour chaque type de panneau par le Bureau d'Etudes du fournisseur (Fixinox) sur la base des valeurs limites d'utilisation qu'il préconise, et sous sa responsabilité. S'il est utilisé d'autres dispositifs de liaison entre voiles de panneaux sandwichs à voile extérieur librement dilatable, ces systèmes doivent être dimensionnés conformément aux Avis Techniques dont ils relèvent.

L'organisation des panneaux doit être conçue de telle sorte que chacun des voiles extérieurs en béton soit librement dilatable grâce notamment à l'absence de tout contact rigide avec un autre voile, une façade perpendiculaire ou un autre corps de bâtiment.

Dans chaque cas d'application (fonction des charges de vent, des dimensions, des petites ouvertures,...), le choix de la dimension des pièces de liaison (ancres et épingles), leur position dans le panneau et l'organisation des aciers de renfort, doivent être déterminés par le bureau d'études techniques, en fonction des efforts à équilibrer.

Lorsque les panneaux doivent être manutentionnés dans une position différente de celle qu'ils auront en œuvre, le dimensionnement des ancrages doit être justifié dans l'hypothèse de fonctionnement la plus défavorable.

- Les inserts métalliques (rails) destinés à assurer l'ancrage des bouillons galvanisés ou des plaques crantées doivent suivre exactement les préconisations des fournisseurs.
- Les boulons insérés dans les rails doivent avoir un diamètre minimal de 12 mm.
- Lorsqu'il est fait appel à une cheville métallique pour liaisonner les panneaux à l'ossature, celle-ci doit être marquée CE sur la base d'un Agrément Technique Européen (ATE) délivré suivant les parties 1 à 5 du Guide d'ATE 001. La mise en œuvre doit être conforme aux dispositions décrites ou prescrites dans ces documents,

CONDITIONS DE FABRICATION

- Dans les cas où la condition d'enrobage minimal extérieur de 2,5 cm des barres d'ancrage des dispositifs de liaison ne peut pas être respectée, ces barres doivent être soit en acier inoxydable soit en acier ordinaire muni d'un revêtement assurant sa protection contre la cor-

rosion et évitant aussi le contact galvanique avec l'acier inoxydable des ancrs (résine époxy par exemple).

- Afin de respecter les conditions d'ancrage du système de liaison entre voiles, la résistance caractéristique à la compression du béton des panneaux doit être de classe C 30/37 pour le voile extérieur.
- Les armatures constituant les panneaux doivent être certifiées NF-AFCAB.
- Le processus de fabrication des panneaux doit comporter un contrôle sur :
 - la bonne orientation des dispositifs principaux de liaison entre voiles de béton avant bétonnage,
 - la bonne implantation vis à vis des bords du panneau des inserts métalliques assurant l'ancrage des équerres galvanisées notamment,
 - le respect des conditions d'enrobage des armatures non protégées contre la corrosion,
 - les résistances caractéristiques à la compression du béton constituant les deux voiles (cf. ci-avant),
 - les dimensions du panneau.

CONDITIONS DE STOCKAGE ET DE TRANSPORT

Dans les panneaux de façade comportant une ou plusieurs baies, il est rappelé que l'on doit mettre en œuvre, au moins pour les opérations de manutention, des tirants ou entretoises de rigidité suffisante pour équilibrer, sans déformation sensible, les moments susceptibles d'être engendrés dans le plan du panneau par les efforts concentrés au droit des points de levage.

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

- Les menuiseries doivent être conçues pour permettre la mise en place, dans le joint entre dormant et panneaux en béton, d'une garniture extérieure d'étanchéité à l'eau (mastic sur fond de joint) et d'une garniture intérieure d'étanchéité à l'air.
- Pour constituer la garniture extérieure des joints de panneaux, on doit choisir un mastic élastomère à bas module.
- Les garnitures de mastic des joints entre panneaux doivent être mises en place entre des lèvres de joints dépoussiérées, non mouillées et traitées, si nécessaire, avec un primaire prescrit par le fournisseur de mastic.
- Dans le cas de parement en gravillons lavés, le fournisseur des panneaux doit mettre à la disposition de l'entreprise de montage, sur sa demande, un produit de ragréage ayant une granulométrie, un aspect et une coloration identiques à ceux des panneaux livrés.
- Le rejingot incorporé en tête de voile de béton extérieur doit être en une seule pièce sur toute la longueur du panneau.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine proposé est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 28 février 2010

Pour le Groupe Spécialisé n°3
Le Président
J.P. BRIN

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé, qui appartient à la famille des murs de façade autopor-teurs en panneaux sandwichs à voile extérieur librement dilatable, est destiné à la réalisation de bardages de bâtiments de type industriel à ossature résistante, tels que mentionnés dans le domaine d'emploi accepté (cf. § 2.1 de l'Avis). L'adaptation du principe de constitution des panneaux à la réalisation de bâtiments d'habitation ou d'usages équivalents ne pourrait être évaluée que sur la base d'un dossier spécifique.

Le système métallique de liaison entre voiles de panneaux sandwichs utilisé dans ce procédé n'a pas fait l'objet d'une évaluation dans le cadre de la procédure de l'Avis Technique. C'est pourquoi le présent Avis ne vise que l'incorporation aux panneaux des composants de ce système mentionnés dans le Dossier Technique, pour lesquels l'Avis impose d'ailleurs des règles spécifiques de dimensionnement.

A l'occasion de la présente révision, le Groupe a souligné que l'application de la Nouvelle Réglementation Thermique RT 2005 conduit à choisir les panneaux incorporant au moins 5 cm d'isolant polyuréthane ou polyisocyanuréthane dans les bâtiments industriels pour lesquels les Règles Th-U imposent de respecter une valeur maximale pour le coefficient de transmission thermique U_p des murs (0,45).

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°3
E. DAVID

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le procédé est destiné à la réalisation de murs extérieurs et intérieurs pour bâtiments industriels et agricoles, salles de sports, bâtiments commerciaux, bureaux,... par moyen des panneaux préfabriqués en béton.

Les panneaux sont autoportants et sont divisés en deux types :

- type sandwich lourd à voile extérieur librement dilatable
- type béton plein

La face extérieure des éléments est de type béton lisse ou béton désactivé.

Les panneaux sont mis en œuvre par juxtaposition et superposition sur plusieurs niveaux. Ils sont fixés à la structure principale du bâtiment au moyen de liaisons mécaniques.

2. Matériaux

2.1 Béton

- Béton désactivé pour couche extérieure de la façade (parement) : sable de mer (lavé), gravillons colorés au choix (4/8, 8/12, 12/16) et ciment (typique CEM I 52,5 N)
- Béton gris : sable béton, granulats calcaires (4/7 et 7/14), ciment (typique CEM I 52,5 R CE HES), classe de résistance à la compression C30/37.
- Fluidifiant
- Désactivant
- Huile de démoulage

2.2 Acier d'armature

- Aciers d'armature à haute adhérence Fe E 500
- Treillis soudés Fe E 500

Aciers certifiés NF AFCAB.

2.3 Accessoires de levage, de fixation et de liaison entre les voiles d'un panneau

- Liaison entre les voiles : dans le cas de panneaux avec noyau isolant, la liaison entre la couche extérieure et la couche intérieure des panneaux se fait à l'aide d'un système d'ancrage en inox S240 (système Fixinox ou équivalent) : ancrs de support (ancres cylindrique ou plaques de liaison) et ancrs de torsion (couples d'épingles) en acier inoxydable (figure en annexe).

De plus, des épingles de liaison en acier inoxydable assurent la liaison entre les couches à travers le noyau isolant et servent à supporter les charges normales exercées par le vent, l'adhérence au coffrage, etc (figure en annexe).

- Rails de fixation à la structure (type Fixinox ou similaire). Les rails sont profilés à froid et ont subi un traitement anti-corrosion: acier galvanisé à chaud (ou acier inox A4 dans le cas d'utilisation en ambiance agressive). Les rails sont fabriqués avec des pattes d'ancrage dans les mêmes matériaux.

Les différents modes de fixation à la structure principale sont donnés en § 8.2.

- Ancres de levage (type Frimeda, Philipp ou équivalent) : chaque panneau comporte au moins deux crochets de manutention qui sont incorporés dans le panneau.
- Equerres de fixation en acier galvanisé, épaisseur 10 mm, largeur 65 mm, longueur 130 mm
- Visserie et boulonnerie, boulons à tête marteau, le tout galvanisé à chaud pour fixation à l'aide des rails de fixation et à l'aide des equerres de fixation (figure en annexe).

2.4 Isolants

Dans le cas des panneaux isolés sans pont thermique, plusieurs types d'isolants sont incorporés: Polystyrène (PS), Polyuréthane (PUR), Polyisocyanurate (PIR) ou autres.

Leur épaisseur peut varier de 3 à 10 cm. A partir de 7 cm, deux plaques d'isolants sont superposées (3+4=7, 4+4=8, 4+5=9, 5+5=10).

2.5 Joints

L'étanchéité entre panneaux est assurée par :

- Des joints en mastic souple (Sikaflex ou équivalent) sur un fond de joint, pour les joints horizontaux et verticaux du côté extérieur des panneaux. Afin d'obtenir une bonne adhérence des joints, tous les panneaux ont des chanfreins lisses.
- Dans les joints verticaux, il y a une chambre de décompression comme indiqué dans les dessins en annexe.
- Panneaux sans ou avec noyau isolant :

Les panneaux ont – dans le cas nécessaire – en rive supérieure un tenon et en rive inférieure une mortaise. En rive latérale les panneaux sont plans ou prévus d'une rainure pour la chambre de décompression.

2.6 Etanchéité

On considère qu'en partie courante des panneaux, l'étanchéité à l'eau est assurée.

Concernant les joints, l'étanchéité à l'eau classique pour les façades industrielle en béton se fait à simple garniture extérieure de mastic. Il n'y a aucune différence dans ce cas avec des façades traditionnelles (DTU 20.1)

Pour les façades ou parties de façades des bâtiments d'usage courant (bureaux, salles de cours,...), une seconde garniture d'étanchéité à l'eau du côté intérieure de la paroi est appliquée. La destination du bâtiment est à préciser par le maître d'ouvrage. Dans les cas non précisés, cette solution de double garniture d'étanchéité à l'eau est appliquée systématiquement.

Dans les joints verticaux, les chambres de décompression servent de gouttière. Dans les cas où cette évacuation verticale de l'eau est gênée (fenêtres, longrines, ...) une bavette horizontale guide l'eau vers l'extérieure de la façade.

2.7 Calage

Chaque panneau doit obligatoirement être mis sur des cales d'appui en poly-éthylène, épaisseur 5 mm ou dans un bain de mortier. Ces cales sont mises sur la partie intérieure des panneaux au moment de l'empilage et assurent une descente verticale du poids des éléments.

3. Eléments

L'avis technique concerne les éléments suivants:

- Panneaux en béton plein.
- avec une face lisse.
- avec une face en béton désactivé.

Dimensions maximales :

- épaisseur de 14 à 25 cm
- hauteur : 4 m
- longueur : 13 m.
- Panneaux avec noyau isolant (panneaux "sandwich").

Les panneaux comprennent de l'extérieur vers l'intérieur :

- Un voile de béton extérieur, armé d'un treillis soudé.
- Un isolant thermique, composition à déterminer par le client ou les normes en vigueur
- Un voile intérieur, armé d'un treillis et armature additionnelle en fonction des calculs, finition frôlée.

Dimensions maximales :

- épaisseur de 20 à 25 cm
- hauteur : 4 m
- longueur : 7,5 m.

Le voile extérieur est relié au voile intérieur par un système d'ancrages pour panneaux sandwich. Ce système permet la dilatation libre de la paroi extérieure du panneau. Par panneau une ou plusieurs ancrs portantes, une ou plusieurs ancrs de torsion et d'épingles de liaison sont incorporées (voir figures en annexe). Le nombre d'ancres par panneau et leur espacement maximal est déterminé par le fournisseur du système. Les ancrs sont reliées aux treillis. Puisque le système d'ancrage est appliqué à travers la couche d'isolation, les ponts thermiques sont négligeables.

Le voile extérieur peut être en

- béton lisse

- béton désactivé.

Remarque

Tous les panneaux peuvent être fabriqués avec des ouvertures et des découpes. La composition est la même que celle des panneaux mentionnés ci-dessus. Autour des découpes et ouvertures, une armature supplémentaire est incorporée dans les panneaux. Cette armature est dimensionnée par le bureau d'étude.

4. Fabrication

4.1 Process de fabrication

Les panneaux sont préfabriqués dans les usines du group Naessens: la S.A. Seveton, la S.A. Naessens Construct et Tripan. Le déroulement des opérations est identique dans chaque usine. Les panneaux sont coulés sur des tables métalliques horizontales.

Le process de fabrication dépend du type d'élément.

4.11 Panneaux en béton plein avec une face en béton désactivé.

- Après nettoyage des tables, les règles métalliques de coffrage sont mises en place et fixées. Un coffrage en bois est utilisé pour la réalisation d'ouvertures et découpes.
- Application d'un désactivant sur la table et d'huile de démoulage sur les coffrages.
- Mise en place des treillis sur des écarteurs (3 cm minimum). Les crochets de manutention sont liés aux treillis. Une armature additionnelle peut être ajoutée en fonction des calculs et des efforts de suspension et de vent et selon les normes en vigueur.
- Une première couche de béton de 4 à 5 cm, contenant des gravillons colorés, est coulée sur la table. Le compactage du béton se fait à l'aide de moteurs vibrants.
- Coulage de la deuxième couche de béton directement après le coulage de la première couche (frais sur frais).
- Finition de la surface avec règle vibrante et instruments de taloche.
- Insertion dans le béton frais des éléments métalliques pour la fixation à la structure des panneaux.
- Le lendemain, les panneaux sont décoffrés généralement après 18 heures de maturation sur les tables. Si nécessaire les tables sont chauffées (environ 21°C) pendant la maturation. Le décoffrage se fait à l'aide de ponts roulants et des points de levage qui sont incorporés dans les panneaux. Les panneaux sont redressés et mis de chant.
- Avant stockage, les panneaux passent dans une cabine de lavage à haute pression afin d'obtenir l'aspect de gravillons lavés.

4.12 Panneaux en béton plein avec face lisse.

Le process de fabrication est quasi identique au process pour les panneaux en béton plein avec une face en béton désactivé. Les différences sont les suivantes:

- Application d'huile de démoulage sur les coffrages et la table.
- Les panneaux sont coulés en une seule phase (sans gravillons colorés)
- Les panneaux ne passent pas dans une cabine de lavage à haute pression.

Les panneaux disposent d'une face lisse et d'une face frôlée mécaniquement. La face coulée sur le fond de la moule est lisse et sert dans la plupart des bâtiments comme face extérieure.

4.13 Panneaux avec noyau isolant et une face en béton désactivé.

- Après nettoyage des tables, les règles métalliques de coffrage sont mises en place et fixées. Un coffrage en bois est utilisé pour la réalisation d'ouvertures et découpes.
- Application d'un désactivant sur la table et d'huile de démoulage sur les coffrages.
- Mise en place d'un treillis sur des écarteurs. Les ancrs portantes et les ancrs de torsion sont positionnées selon le plan et fixées sur le treillis.
- Une première couche de béton avec une épaisseur égale à l'épaisseur du voile extérieur, contenant des gravillons colorés, est coulée sur la table. Le compactage du béton se fait à l'aide de moteurs vibrants.
- La couche d'isolant est directement mis en place sur le béton frais. L'isolant est découpé au droit des ouvertures et découpes. Les étriers de liaison sont appliqués à travers l'isolant dans le béton frais de la première couche.

- Mise en place des treillis du voile intérieur. Une armature additionnelle peut être ajoutée en fonction des calculs et des efforts de suspension et de vent et selon les normes en vigueur.

- Mise en place et fixation des points de levage sur le treillis.
- Mise en place de l'armature du voile intérieur.
- Coulage de la deuxième couche de béton (sans gravillons colorés)
- Finition de la surface avec règle vibrante et instruments de taloche.
- Insertion dans le béton frais des éléments métalliques pour la fixation à la structure des panneaux.
- Le lendemain, les panneaux sont décoffrés généralement après 18 heures de maturation sur les tables. Si nécessaire les tables sont chauffées (environ 21°C) pendant la maturation. Le décoffrage se fait à l'aide de ponts roulants et des points de levage qui sont incorporés dans les panneaux. Les panneaux sont redressés et mis de chant.
- Avant stockage les panneaux passent dans une cabine de lavage à haute pression afin d'obtenir l'aspect de gravillons lavés.

4.14 Panneaux avec noyau isolant et une face en béton lisse.

Le process de fabrication est quasi identique au process pour les panneaux avec noyau isolant et une face en béton désactivé.

Les différences sont les suivantes:

- Application d'huile de démoulage sur les coffrages et la table.
- La première couche de béton ne contient pas de gravillons colorés.
- Les panneaux ne passent pas dans une cabine de lavage à haute pression.

4.2 Marquage

Tous les éléments sont marqués avec un label contenant les données suivantes:

- Date de production
- Poids de l'élément
- Numéro de la table de production
- Numéro de l'élément
- Nom du client ou du projet
- Numéro et code du dossier de commande
- Nom de l'usine de production

4.3 Contrôle de fabrication

Les autocontrôles suivants sont effectués pendant le process de fabrication:

- Autocontrôle journalier du béton sur le facteur eau/ciment (maximum 0,5), et essais de compression sur éprouvettes après 18 heures et après 28 jours.
- Contrôle par institut indépendant KIWA (Pays-Bas) de notre système d'autocontrôle sur le béton, contrôle sur l'origine et la qualité des composants et sur les résultats de calibrage des installations de production. (4 fois par an)
- Calibrage des installations de dosage et de pesage pour granulats, ciment, eau et adjuvants. (2 fois par an)
- Vérification dimensionnelle des coffrages avant et après le coulage par contrôleur interne. Approbation de coulage est exprimée par signature sur la fiche de contrôle du dessin de fabrication. Les tolérances de production sont les suivants :
- Longueur – Hauteur:
 $\pm (5 + 0,6 D)$ avec un maximum de 10 mm
 D = dimension de base en m
- Epaisseur: ± 5 mm
 Rectitude des arêtes pour dimensions:
 Supérieures ou égales à 1 m : 4mm/m
 Inférieur à 1 m : 4 mm
- Orthogénisme (différence des diagonales) :
 $\pm (6 + 0,8 D)$ avec un maximum de 15 mm
 D = dimension de base de la diagonale en m
- Planéité :
 faces en contact avec le coffrage: ± 4 mm (sur une ligne droite de 1 m)
 faces visibles lors de la coulée: ± 10 mm
- Gauchissement:
 $2D$ mais $8 \leq \text{écart} \leq 14$ mm
 - Dimensions et position des ouvertures: ± 8 mm
- Contrôle du positionnement des armatures et de l'épaisseur des différentes couches de béton pendant le coulage.

- Vérification des dimensions après démoulage.

5. Jointoiment des panneaux

Les joints horizontaux sont déterminés par la conception du système tenon-mortaise.

Pour les joints verticaux : la largeur nominale L_j des joints est la distance prévue à la conception entre les panneaux. Cette largeur est dans la plupart des cas égale à 20 mm. Un contrôle de cette largeur est fait conformément à la norme NF P85-210-1 (DTU 44.1).

Comme titre d'exemple un contrôle de la largeur nominale des joints de 20 mm entre panneaux épaisseur 14 cm avec une longueur de 6000 mm est inclus.

5.1 Paramètres susceptibles d'influencer la largeur des joints

5.11 Type de joint

Les joints sont des joints à surfaces parallèles et du type joint à un étage (joints dont l'étanchéité est assurée par un produit de calfeutrement agissant à lui seul).

5.12 Le choix du mastic

Un mastic élastique est utilisé (type SIKAFLEX ou équivalent)

Le mastic doit avoir une certification de conformité (Marque SNJF "Façade")

Classe minimale des mastics: 25 E

Pourcentage de mouvement maximal $D_j \leq 25 \%$

Suivant le tableau 2 du DTU 44.1 la largeur initiale L_0 du joint – c'est à dire, la distance entre les deux surfaces de contact au moment de la mise en oeuvre du mastic, doit être comprise entre 8 et 40 mm: $8 \text{ mm} \leq L_0 \leq 40 \text{ mm}$.

La profondeur de calfeutrement p doit être égale à: $p = L_0/2$ avec un minimum de 8 mm.

5.13 Tolérances de fabrication et de pose des éléments

Lors du montage des éléments en béton sur une façade, souvent les axes des poteaux ne correspondent pas exact à l'axe du joint vertical entre les éléments. C'est à dire que, le monteur, en tenant compte de l'écartement éventuel de l'axe du poteau et des écarts dimensionnels en longueur des éléments de façade, garde à respecter la largeur minimale des joints. Dans le cas où la longueur des éléments est trop grande et où il n'est pas possible de respecter la largeur minimale des joints, une remise aux dimensions par tronçonnage est nécessaire (sur chantier). Dans le cas où la largeur du joint serait trop grande, elle doit être ramenée à la bonne dimension en reconstituant les parties du support avec un matériau compatible avec le support. Comme ça le monteur respecte une largeur minimale du joint égale à la largeur nominale et une largeur maximale du joint égale à la largeur nominale + 10 mm: $\Delta L_{j, \text{pose}, \text{min}} = 0 \text{ mm}$ et $\Delta L_{j, \text{pose}, \text{max}} = + 5 \text{ mm}$.

De la tolérance maximale de fabrication $\leq 10 \text{ mm}$, cumulée avec une tolérance de pose de 5 mm, en résulte $\Delta L_{j, \text{pose-fabr}, \text{max}} = + 15 \text{ mm}$

5.14 Mouvements réversibles

Comme mouvements réversibles, on peut citer :

- Les mouvements thermiques :

$$\Delta L_{e, \text{therm}} = \alpha \cdot (T_h - T_b) \cdot L_e$$

avec

$\Delta L_{e, \text{therm}}$: l'amplitude de mouvement du joint

α : coefficient de dilatation thermique linéique de l'élément = $10 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

T_h : la température la plus haute de l'élément

T_b : la température la plus basse de l'élément

L_e : la longueur déformable de l'élément.

- Les mouvements dans le plan des panneaux dus à l'action du vent sont négligeables.

5.15 Mouvements irréversibles

- Retrait :

Le retrait doit être subdivisé en trois stades suivant l'état d'avancement des travaux du chantier

- Retrait des éléments avant leur mise en oeuvre.
- Retrait entre la pose des éléments et le rejointoiment; ce retrait doit être pris en considération pour le calcul de la largeur initiale des joints

- Retrait après rejointoiment : ce retrait doit être pris en considération dans le calcul des mouvements du joint en service.

La déformation relative de retrait qui se développe dans un intervalle de temps (t_0, t) peut être calculé par:

$$\varepsilon_r(t_0 - t) = \varepsilon_r \cdot [r(t) - r(t_0)]$$

avec

ε_r = la déformation finale de retrait (BAEL § A.2.1,22)

$$r(t) = \frac{t}{t + 9 \cdot r_m}$$

t = temps, exprimé en jours

r_m = le rayon moyen de la pièce exprimé en cm = $A_c / 0.5 \cdot u$

A_c = section en béton (cm^2)

u = contour (cm)

- Fluage

Le mouvement de fluage du béton est causé par une charge de compression. Car il n'y a pas de charge de compression dans l'axe longitudinale des éléments, on n'a pas de déformations de fluage.

5.2 Contrôle de la largeur nominale du joint

Suivant le tableau 2 du DTU 44.1 la largeur initiale L_0 du joint – c'est à dire, la distance entre les deux surfaces de contact au moment de la mise en oeuvre du mastic, doit être comprise entre 8 et 40 mm: $8 \text{ mm} \leq L_0 \leq 40 \text{ mm}$.

En application de ces règles, avec la tolérance de fabrication $\leq 10 \text{ mm}$ et une tolérance de pose de 5 mm, le poseur doit respecter dans le réglage des façades des joints entre 20 et 35 mm.

Dans tous les cas, la largeur nominale des joint = 20 mm.

La largeur initiale du joint est déterminée par la largeur nominale, les tolérances de fabrication et de pose et le retrait qui se produit entre la pose des éléments et le jointoiment. Par conséquent, les limites pour la largeur initiale du joint donnent des limites pour la largeur nominale du joint.

La largeur initiale minimale et maximale des joints est donc donnée par :

$$L_{0, \text{min}} = L_j + L_{j, \text{min}, \text{pose-fabr}} + (\Delta L_{e, \text{retrait2}} - \Delta L_{e, \text{retrait1}})$$

$$L_{0, \text{max}} = L_j + L_{j, \text{max}, \text{pose-fabr}} + (\Delta L_{e, \text{retrait2}} - \Delta L_{e, \text{retrait1}})$$

On obtient donc les conditions suivantes pour la largeur nominale:

$$L_j \geq 8 - L_{j, \text{min}, \text{pose-fabr}} - (\Delta L_{e, \text{retrait2}} - \Delta L_{e, \text{retrait1}}) \text{ mm}$$

$$L_j \leq 40 - L_{j, \text{max}, \text{pose-fabr}} - (\Delta L_{e, \text{retrait2}} - \Delta L_{e, \text{retrait1}}) \text{ mm}$$

Le pourcentage de mouvement du joint D_j par rapport à la largeur (minimale) initiale doit rester en dessous de 25 %. Par conséquent les mouvements du joint donnent des limites pour la largeur initiale du joint et donc pour la largeur nominale. Le mouvement M_j du joint est déterminé par la différence de la largeur du joint dans les deux cas suivants :

- Situation avec température minimale et presque pas de retrait après le jointoiment: largeur minimale du joint
- Situation avec température maximale et retrait complet après le jointoiment: largeur maximale du joint

On obtient donc un mouvement égale à:

$$M_j = \Delta L_{e, \text{therm}} + \Delta L_{e, \text{retrait3}} - \Delta L_{e, \text{retrait2}}$$

La condition devient donc:

$$D_j = \frac{\Delta L_{e, \text{therm}} + \Delta L_{e, \text{retrait3}} - \Delta L_{e, \text{retrait2}}}{L_{0, \text{min}}} \leq 0.25$$

D'où

$$L_j \geq \frac{\Delta L_{e, \text{therm}} + \Delta L_{e, \text{retrait3}} - \Delta L_{e, \text{retrait2}}}{0.25} - L_{j, \text{min}, \text{pose-fabr}} - \Delta L_{e, \text{retrait2}} + \Delta L_{e, \text{retrait1}}$$

Dans l'exemple d'un panneau de 6 m avec une épaisseur de 14 cm et L_j égale à 20 mm, les 3 conditions suivantes sont remplies :

$$L_j \geq 7,84 \text{ mm}$$

$$L_j \leq 24,84 \text{ mm}$$

$$L_j \geq 18,12 \text{ mm}$$

6. Valeur thermique des panneaux

La valeur thermique des panneaux est calculée selon la méthode générale ci-dessous :

$$U = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d}{\lambda} + R_e}$$

avec

$$R_i = 0.12 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_e = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\lambda_{\text{béton}} = 2.00 \text{ W/mK}$$

La valeur pour λ_{isol} est donnée dans les règles Th-U ou ACERMI certifiée. Elle doit être corrigée pour prendre en compte les aciers de liaison.

On obtient donc :

$$U = \frac{1}{0.12 + \frac{d_{\text{int}}}{2.00} + \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} + \frac{d_{\text{ext}}}{2.00} + 0.04}$$

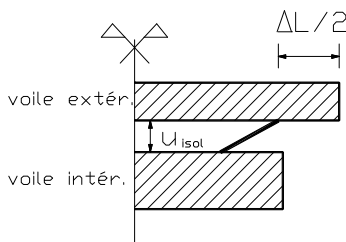
7. Principes de calcul

7.1 Dimensionnement des liaisons

Les justifications de calcul pour dimensionnement et armature des panneaux sont rédigées par le bureau d'étude de la S.A. Willy Naessens sur la base des règles de calcul françaises. Dans ce calcul on tient compte de la phase définitive ainsi que des phases provisoires (fabrication et montage).

L'implantation et le dimensionnement des ancrages sandwich dans les panneaux isolés sont calculées par le bureau d'étude du fournisseur des éléments d'ancrage. Pour ce calcul on tient compte du fait que les déformations de la voile extérieure à cause de la variation de la température ne causent que des déformations élastiques des plaques et épingles d'ancrages. Comme ça, toutes les déformations de la voile extérieure sont réversibles et ne causent pas de dommage. Pour une différence ΔT par rapport à la température de référence de 20 °C (température de coulage) d'un panneau avec une longueur L et une isolant avec une épaisseur égale à u_{isol} , on obtient une déformation des ancrages égale à :

$$\varepsilon_{\text{ancr}} = \frac{\sqrt{u_{\text{isol}}^2 + \left(10^{-5} \cdot \Delta T \cdot \frac{L}{2}\right)^2} - u_{\text{isol}}}{u_{\text{isol}}}$$



La déformation élastique des ancrages est au maximum égale à (avec une valeur $f_{yd} = 240 \text{ N/mm}^2$ et $E = 200000 \text{ N/mm}^2$) :

$$\varepsilon_{\text{ancr,max}} = 0.0012 = \frac{240}{200000}$$

7.2 Dimensionnement des panneaux

Les calculs de l'épaisseur et de l'armature de renforcement des éléments sont effectués suivant les Règles BAEL 91 ou EUROCODE 2.

Pour la superposition des éléments, des cales en poly-éthylène sur les extrémités des éléments transmettent les efforts du poids propre des panneaux directement aux fondations.

De cette manière, un joint apparaîtra et d'éventuelles inégalités seront neutralisées.

Les plaques de calage en PE ont une section de 50x5 mm (panneaux pleins) ou 75x5mm (panneaux isolés) et une longueur qui est déterminée en fonction du poids total sur l'appui en limitant les contraintes dans le béton à l'appui.

Par exemple :

des éléments de 14 cm d'épaisseur avec une longueur maximale de 6,40 m peuvent être empilés jusqu'à 7 m d'hauteur en posant des plaques de calages 50mm x 5 mm aux extrémités avec une longueur de 150 mm. La contrainte dans le béton à l'appui sera :

$$\sigma_{\text{béton}} = \frac{6,40\text{m} * 7,0\text{m} * 3,50\text{kN} / \text{m}^2}{2 * 150\text{mm} * 50\text{mm}} = 10,45\text{N} / \text{mm}^2$$

Il faut vérifier si cette contrainte dans le béton à l'appui est acceptable suivant les Règles BAEL 91 art. A.8.4.1 « pressions localisées » qui donne une contrainte de compression admissible qui est égale à :

$$\frac{K \cdot 0,85 f_{cj}}{9 \gamma_b} \text{ avec } K = 1 + \left[3 - \frac{4}{3} \left(\frac{a_0}{a} + \frac{b_0}{b} \right) \right] \sqrt{\left(1 - \frac{4a_0}{3a} \right) \left(1 - \frac{4b_0}{3b} \right)} \leq 3,3$$

$$= \frac{1,0 * 0,85 * 30}{1 * 1,5} = 17\text{N} / \text{mm}^2 \text{ (avec } K = 1)$$

En tout cas, nous conseillons de limiter l'hauteur d'empilage jusqu'à une hauteur totale d'empilage de 15 m. Pour des hauteurs d'empilage plus grandes, il faut faire une étude spécifique de l'appui des éléments.

Nous conseillons de respecter les tableaux ci-dessous pour les éléments de façade avec une épaisseur de 14 cm et de 20 cm :

Tableau 1 : Éléments de 14 cm et de 20 cm non-isolés

Largeur calage 5 cm	Éléments d = 14 cm	Éléments d = 20 cm, non-isolés
Longueur des calages	Hauteur d'empilage maxi	Hauteur d'empilage maxi
15 cm	7 m	6 m
2x15 cm	11 m	9 m
3x15 cm	15 m	12 m

(longueur des éléments < 6.40 m)

(pour des longueurs des éléments > 6.40 m, les contraintes sous l'appui des éléments sont à vérifier)

Tableau 2 : Éléments de 20 cm isolés

Largeur calage 7,5 cm	Éléments d = 20 cm, isolés
Longueur des calages	Hauteur d'empilage maximale
15 cm	7 m
2x15 cm	11 m
3x15 cm	15 m

(longueur des éléments < 6.40 m)

(pour des longueurs des éléments > 6.40 m, les contraintes sous l'appui des éléments sont à vérifier)

8. Mise en œuvre

8.1 Empilage des panneaux

Les panneaux sont transportés vers le chantier à l'aide de semi-remorques spéciales. Ils sont placés verticalement (sur le chant) dans les remorques. Sur le chantier, ils sont manipulés à l'aide d'une grue d'un tonnage adapté au poids des éléments.

Tous les types de panneau mentionné ci-dessus sont autoporteurs. Le premier panneau est placé directement sur le support. Il est mis au niveau à l'aide des cales en PE, et sa position est contrôlée. Pour des panneaux avec noyau isolant les cales sont placées au niveau du voile intérieur. Le panneau est fixé mécaniquement à la structure. Le type de fixation est déterminé par le type de structure portante (voir § 8.2).

Les panneaux peuvent être superposés jusqu'à une hauteur totale d'empilage de 15 m. Pour des hauteurs d'empilage plus grandes, il faut faire une étude spécifique de l'appui des éléments. Les cales sont placées de telle manière que le poids des panneaux est guidé en compression vers les supports. Si les cales des différents panneaux, posés l'un sur l'autre, ne peuvent pas être placées sur la même ligne verticale, un calcul spécifique est fait pour le panneau qui prend le poids des autres panneaux.

Afin d'assurer une bonne descente des charges des éléments superposés, deux cales doivent être mises sur les extrémités de la rive supérieure. L'écartement horizontal créé par l'insertion de ces deux cales permet la pose d'un fond de joint après pose.

Après pose, un fond de joint est inséré dans les joints horizontaux et verticaux à l'extérieur des panneaux. Le diamètre des fonds de joint en mousse est déterminé par l'écartement entre les panneaux. Finalement,

ment, le dispositif d'étanchéité est mis en place sur le fond de joint: joint en mastic souple du type Sikaflex ou équivalent sur les joints horizontaux et verticaux à l'extérieur.

8.2 Fixation contre la structure portante

Pour reprendre des efforts du vent ou des excentricités des charges sur les panneaux, les panneaux sont fixés contre la structure portante. Dépendant du type de structure portante on a des différents type de fixations. Ci-dessous on donne quelques exemples des méthodes de fixations.

8.21 Structure en béton

- Fixation invisible

On peut créer une fixation invisible par incorporation d'un rail sur la face du poteau contre le panneau et d'un rail de fixation dans le panneau. Dans le cas d'un panneau avec noyau isolant ce rail est incorporé dans la voile intérieure. Le panneau est fixé contre le poteau par moyen d'une plaque tête de marteau et d'un boulon tête marteau. Un détail d'une fixation invisible pour un panneau plein de 14 cm est donné ci-dessous.

- Fixation visible

On peut créer une fixation visible par incorporation d'un rail sur la face du poteau perpendiculaire sur le panneau et d'un rail de fixation dans le panneau. Dans le cas d'un panneau avec noyau isolant ce rail est incorporé dans la voile intérieure. Le panneau est fixé contre le poteau par moyen d'une plaque tête de marteau et d'un boulon tête marteau. Un détail d'une fixation visible pour un panneau plein de 14 cm est donné ci-dessous.

- Fixation par chevilles

On peut fixer le panneau au poteau par pose d'une cornière de fixation, fixée par chevilles. Deux détails de fixations pour un panneau plein de 14 cm sont donnés ci-dessous. Dans le cas d'un panneau avec noyau isolant, il faut incorporer un rail dans la voile intérieure ou cheviller dans la voile intérieure du panneau.

- Autres fixations

Des autres techniques de fixation sont encore possibles.

8.22 Structure métallique

- Fixation visible

On peut créer une fixation visible par incorporation d'un rail de fixation dans le panneau. Dans le cas d'un panneau avec noyau isolant ce rail est incorporé dans la voile intérieure. Le panneau est fixé contre le poteau par moyen d'un boulon tête marteau et une plaque baïonnette. Un détail d'une fixation visible pour un panneau plein de 14 cm est donné ci-dessous.

- Fixation avec cheville expansive.

On peut fixer le panneau au profil métallique par pose d'une plaque baïonnette au panneau. (Voile intérieur pour des panneaux avec noyau isolant.) Un détail d'une fixation par forage pour un panneau plein de 14 cm est donné ci-dessous.

- Autres fixations

Des autres techniques de fixation sont encore possibles.

8.23 Structure en bois ou autres matériaux

Le principe de fixation est similaire aux fixations pour des structures métalliques ou en béton. Ci-dessous on trouve un exemple pour la fixation d'un panneau en béton plein contre un poteau en bois.

Des autres techniques de fixation sont encore possibles.

B. Résultats expérimentaux

Pour mémoire

C. Références

Jusqu'en 2007, plus de 600000 m² de panneaux ont été posés en France.

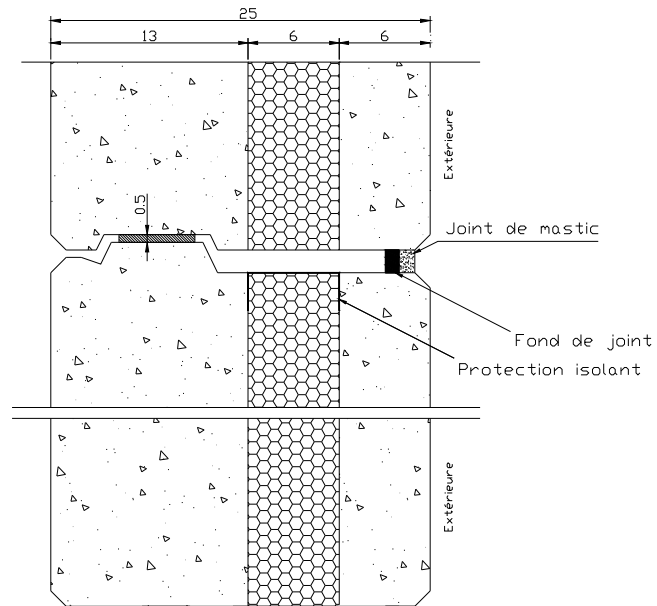
Tableaux et figures du Dossier Technique

Figure 1 –

Bavette étanchéité

joint horizontal
partie courante

(vue latérale)



Jonction entre joints

(vue latérale)

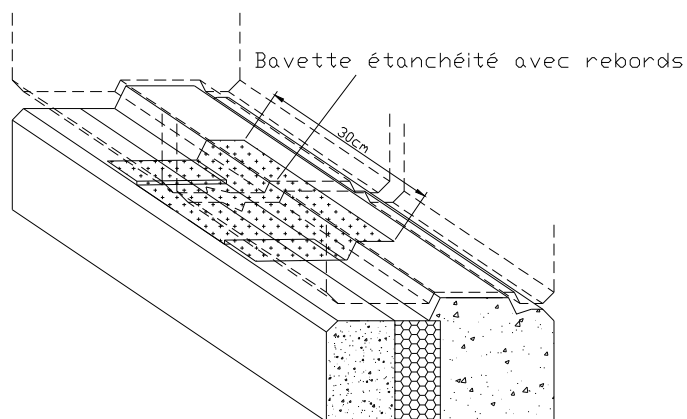


Figure 2

Chambre décompression

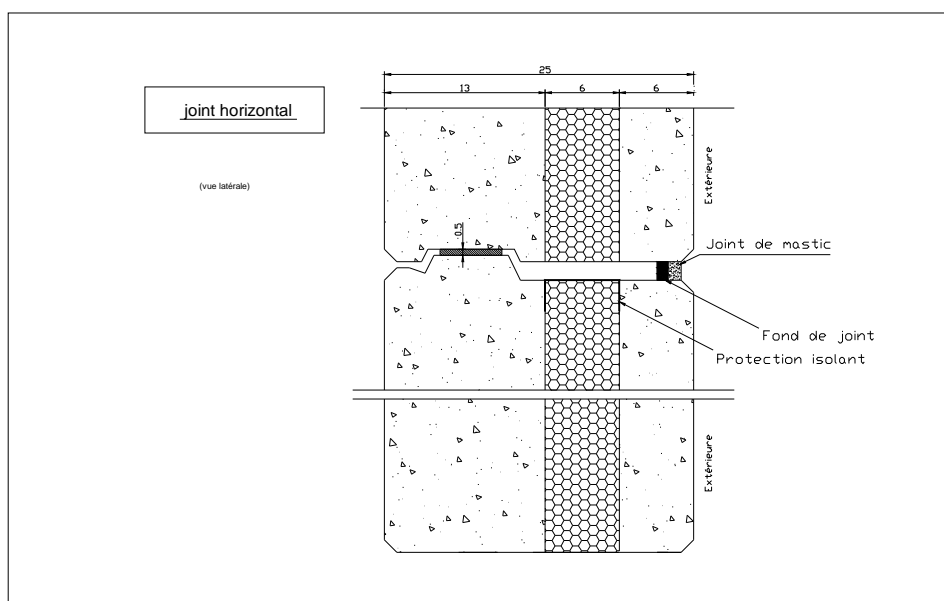
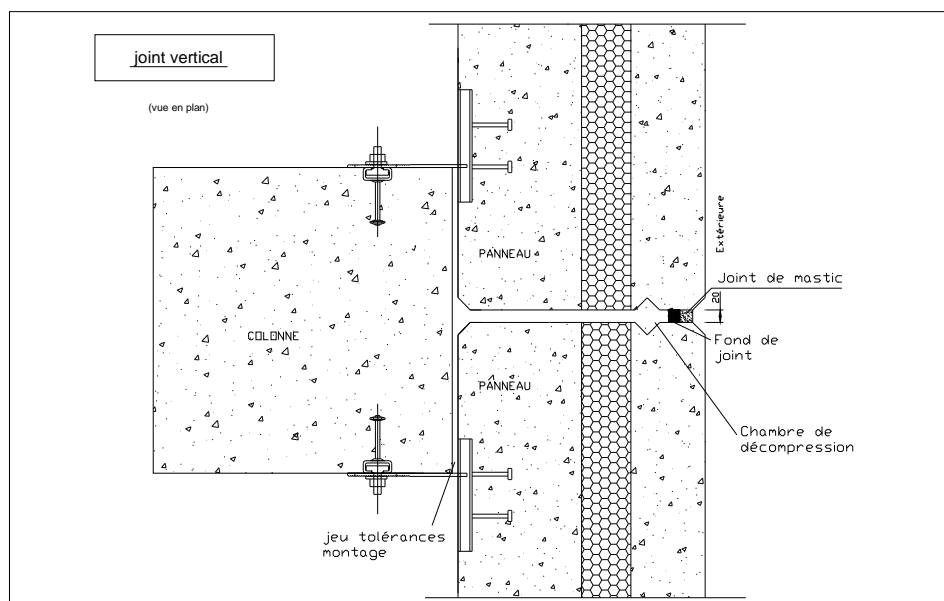


Figure 3

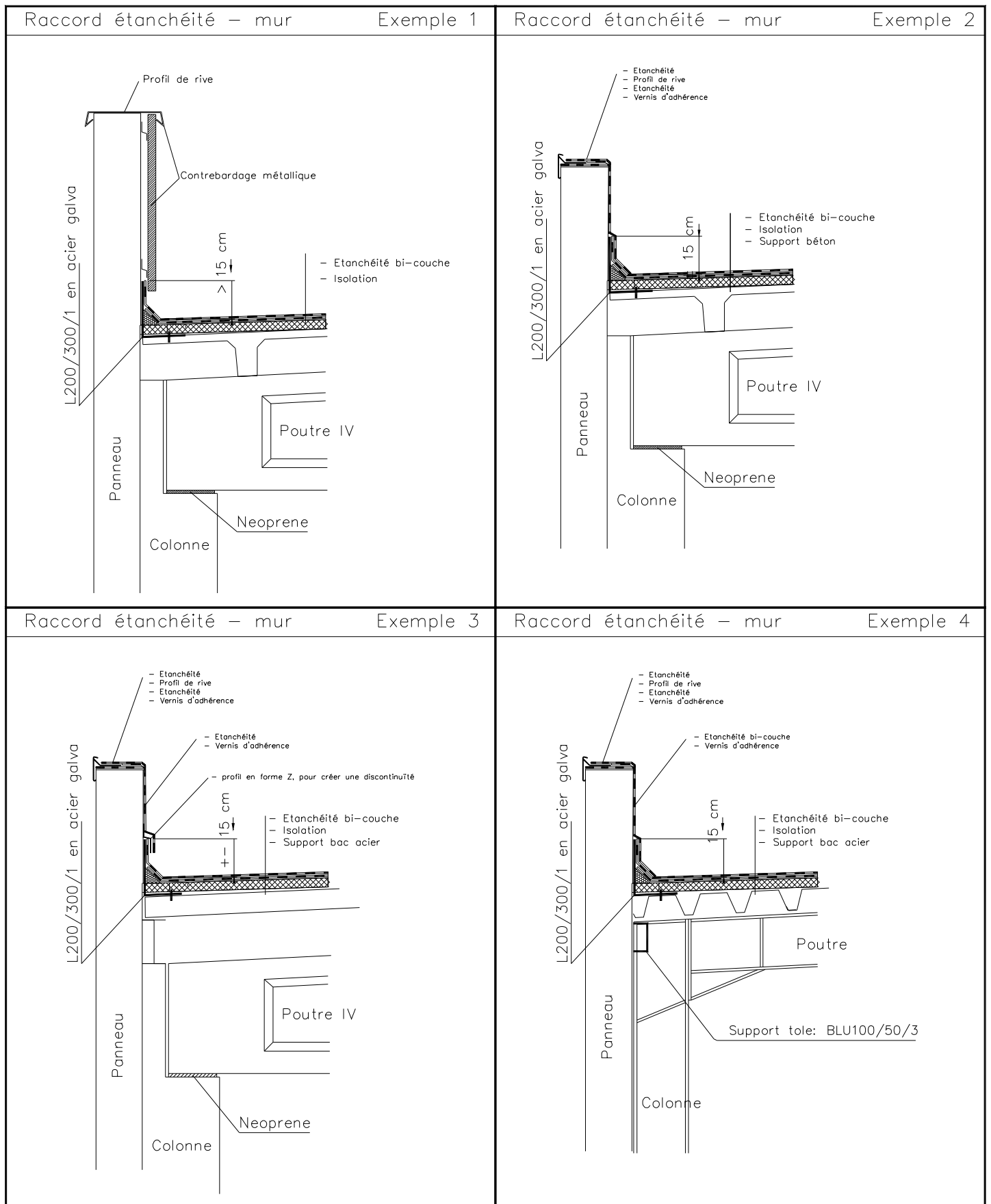


Figure 4

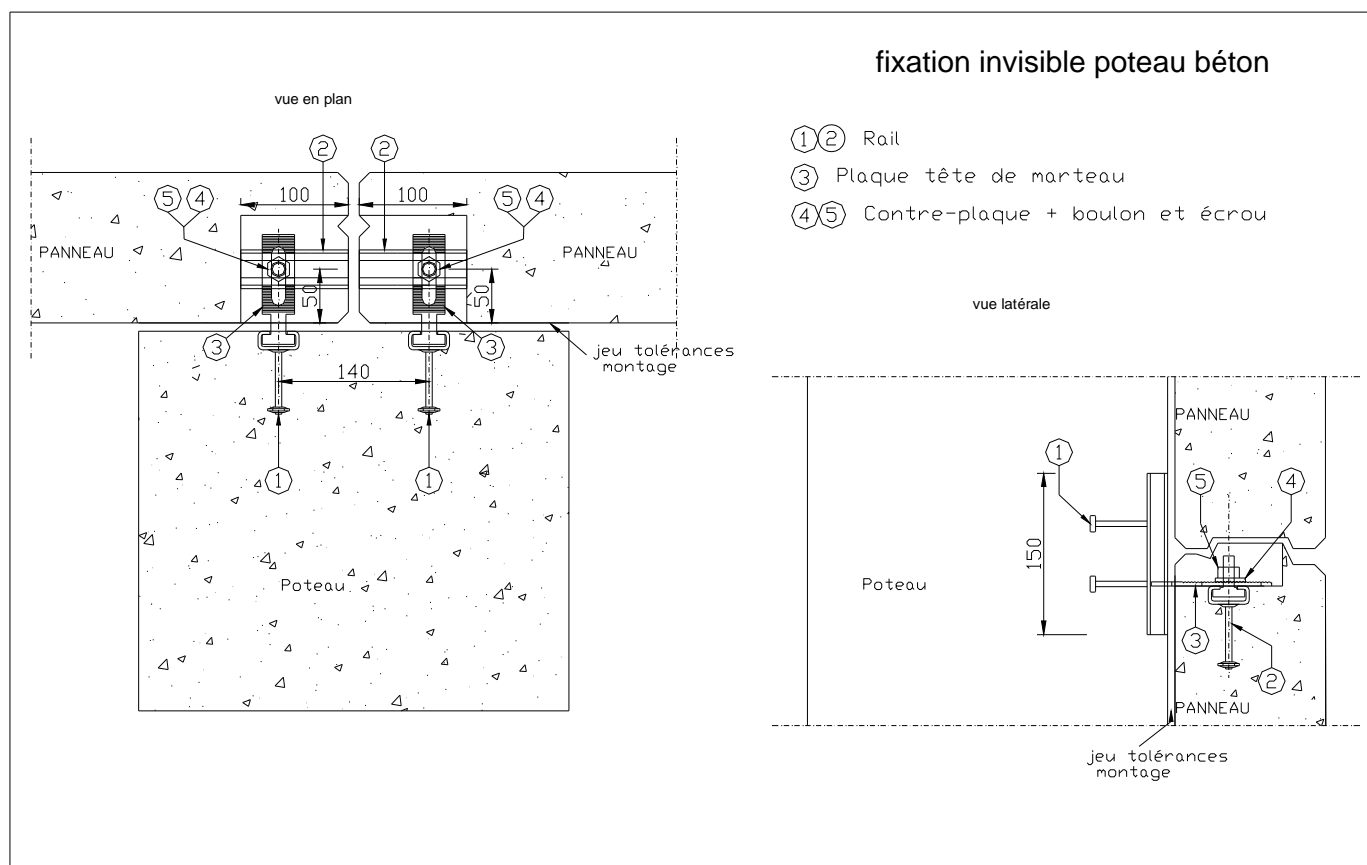
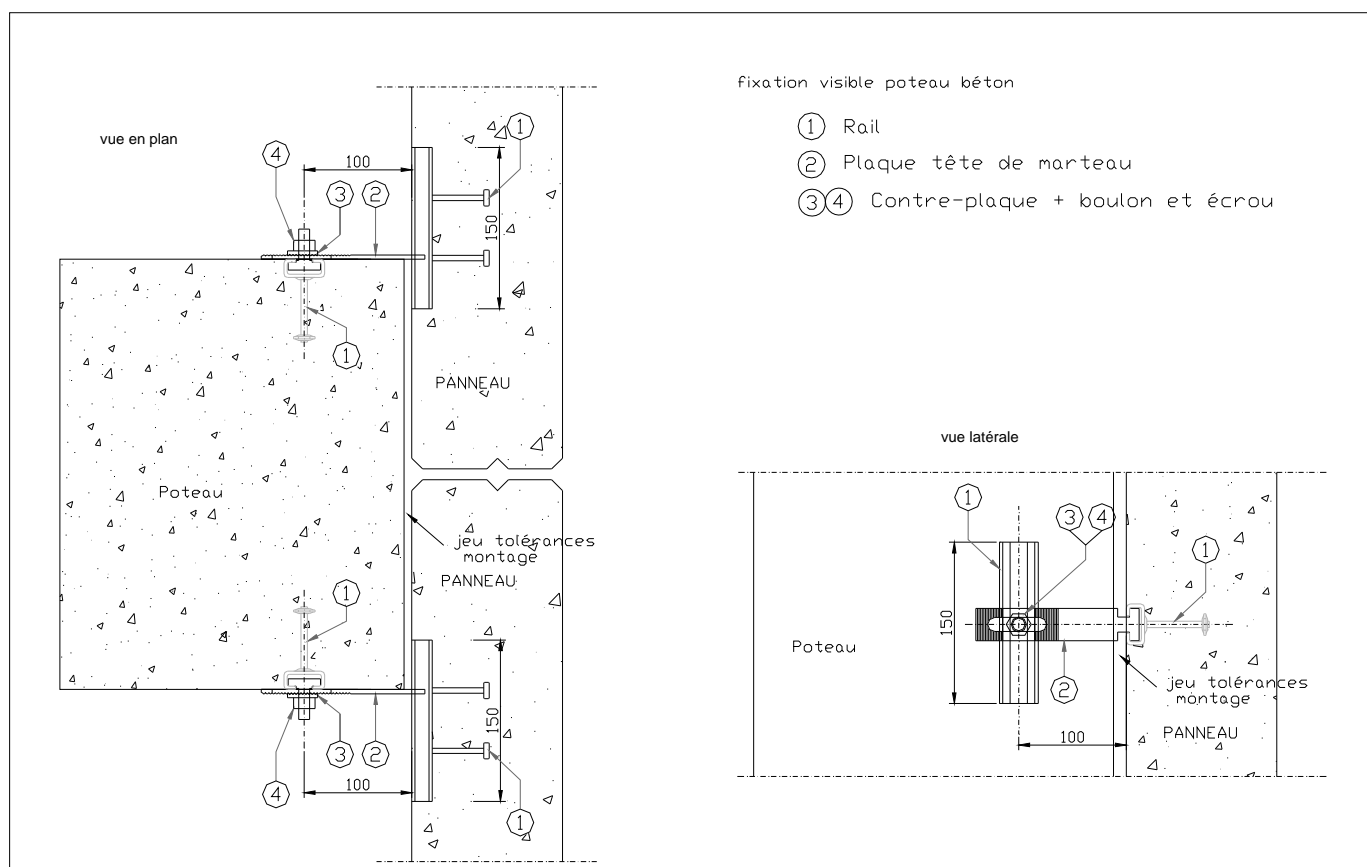


Figure 5

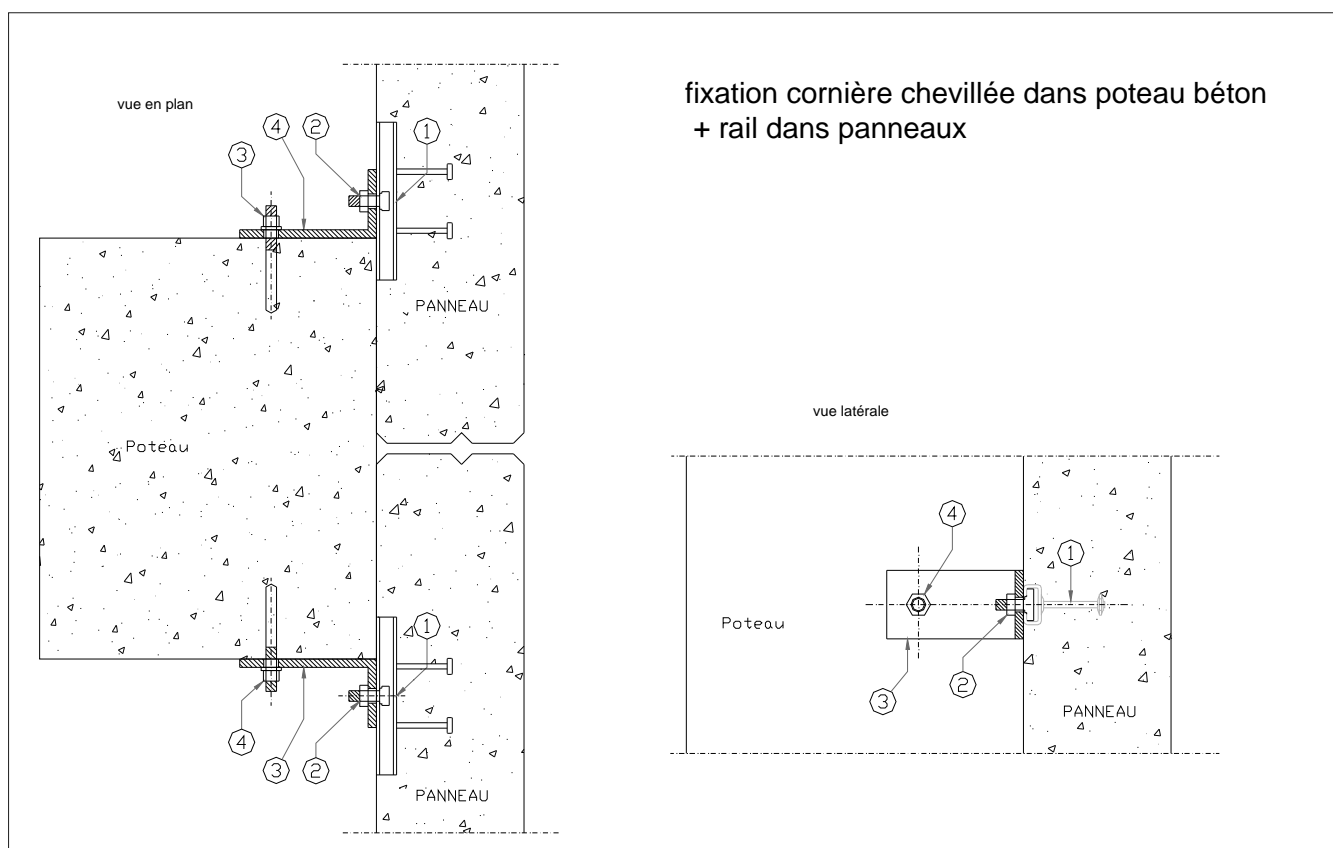
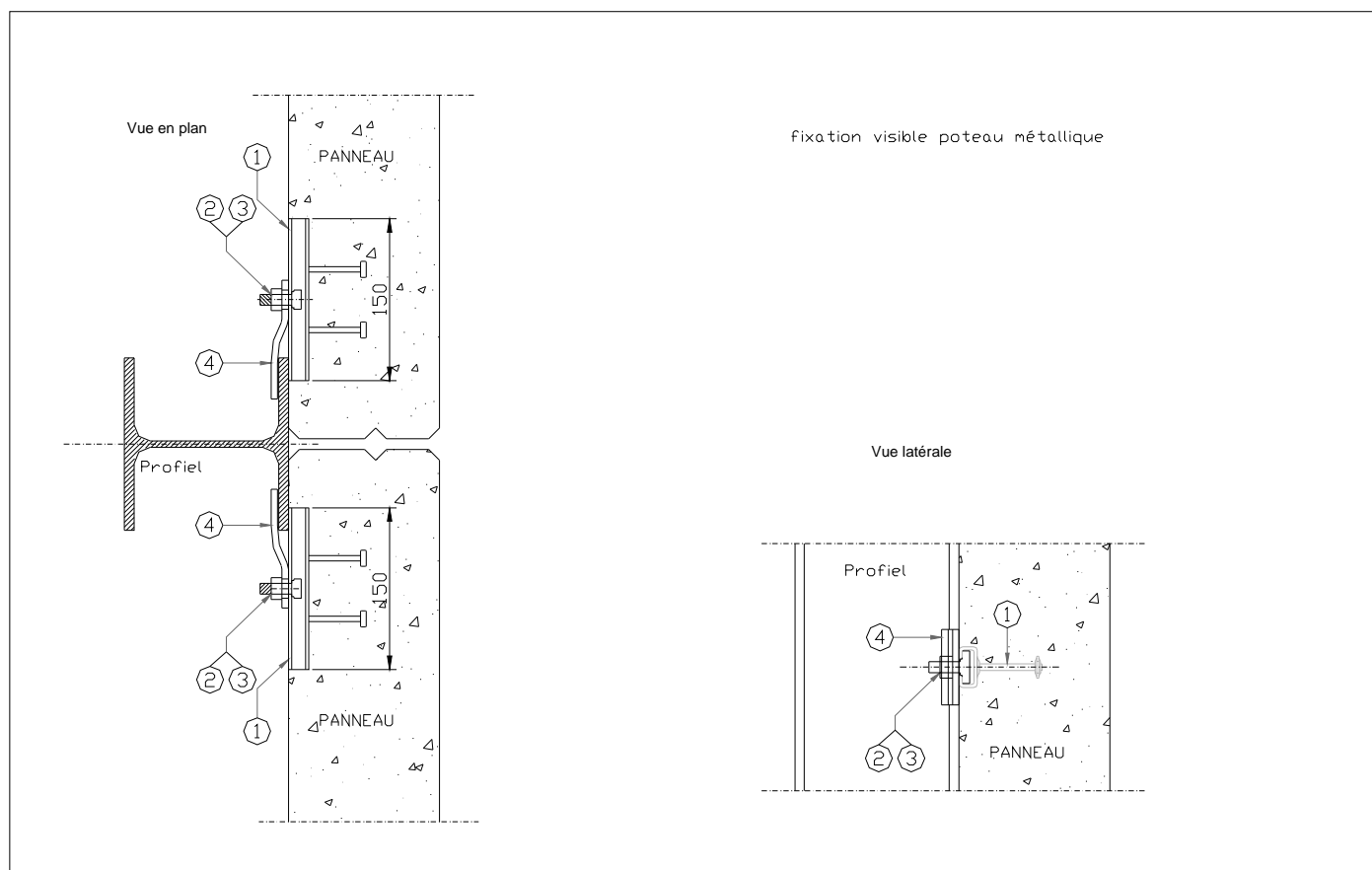


Figure 6

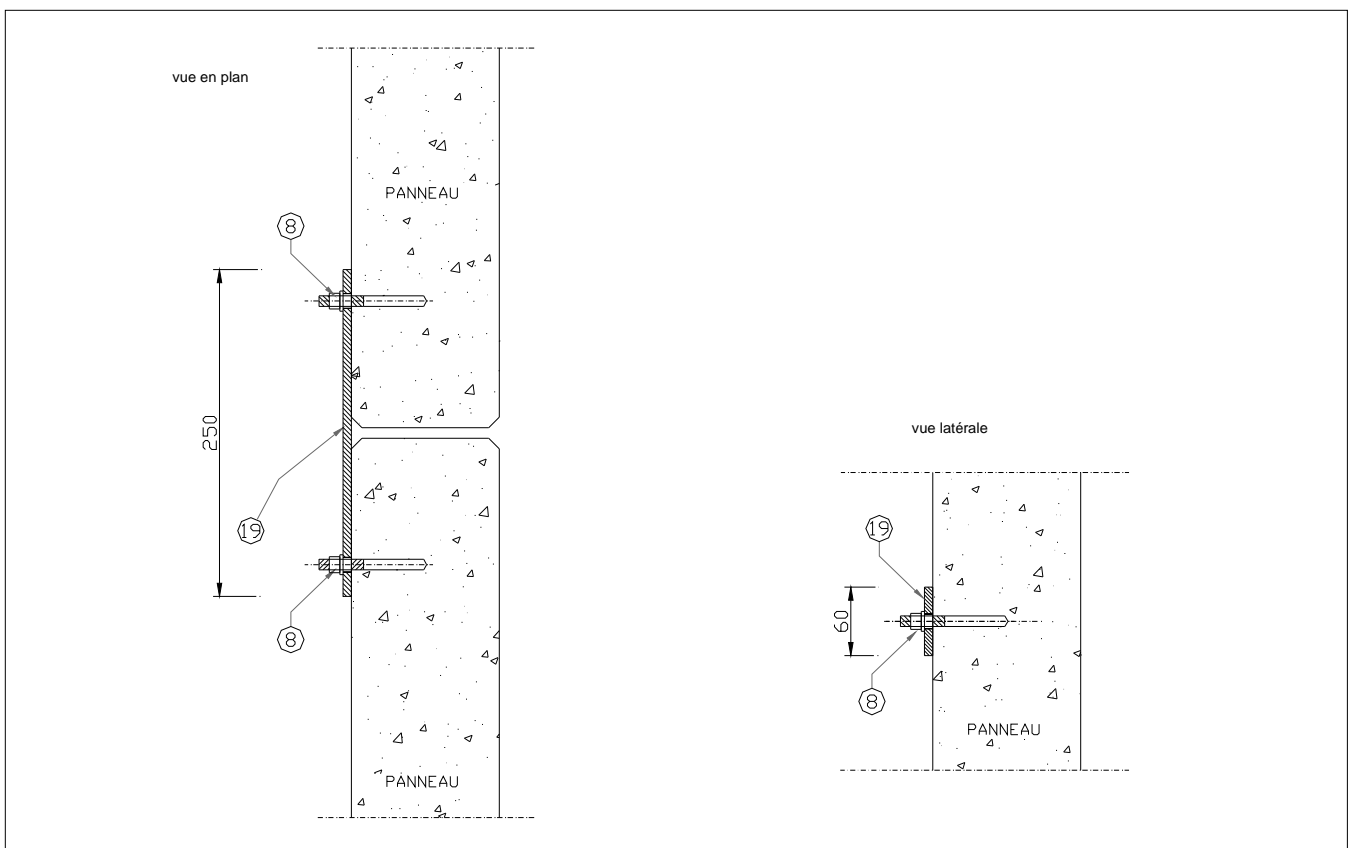
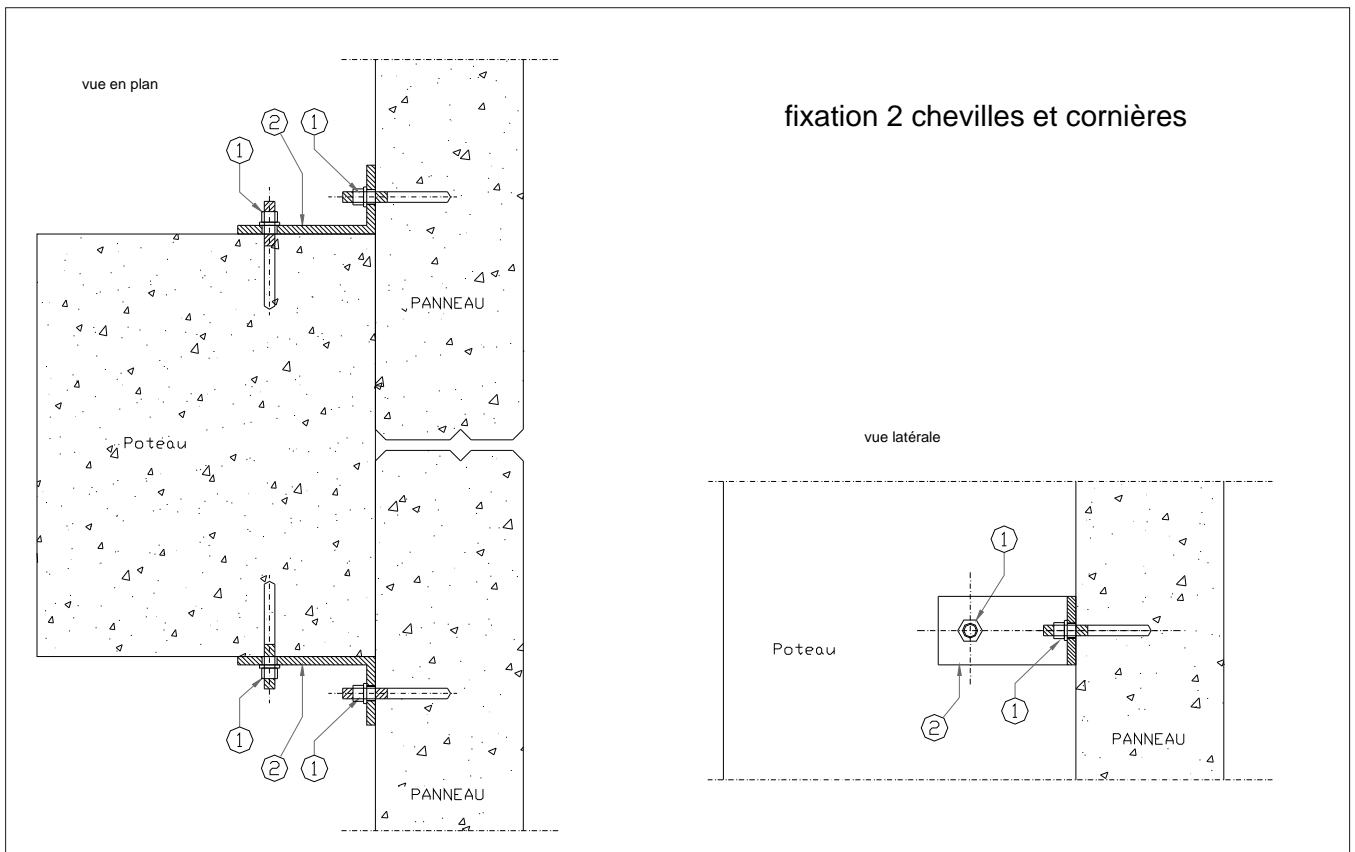


Figure 7

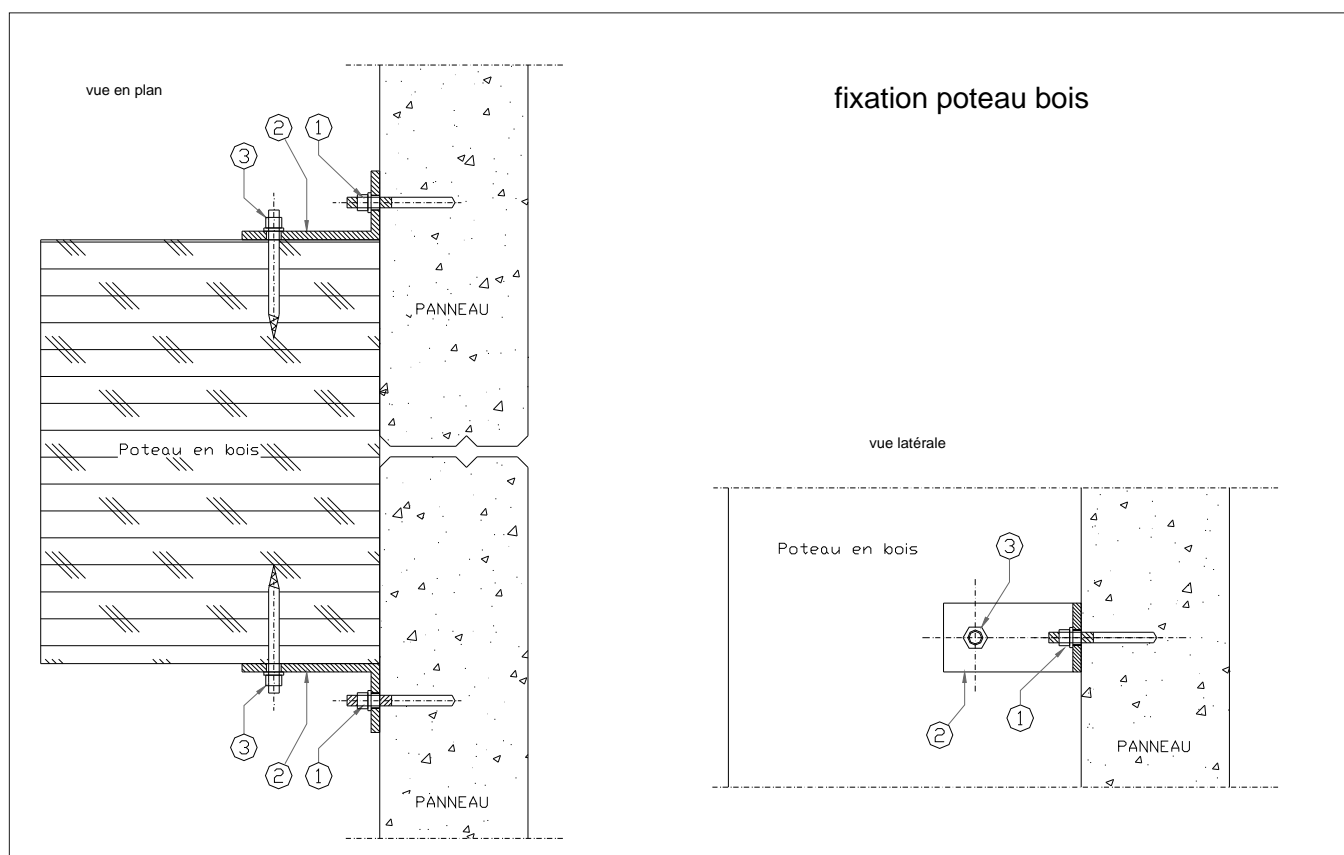
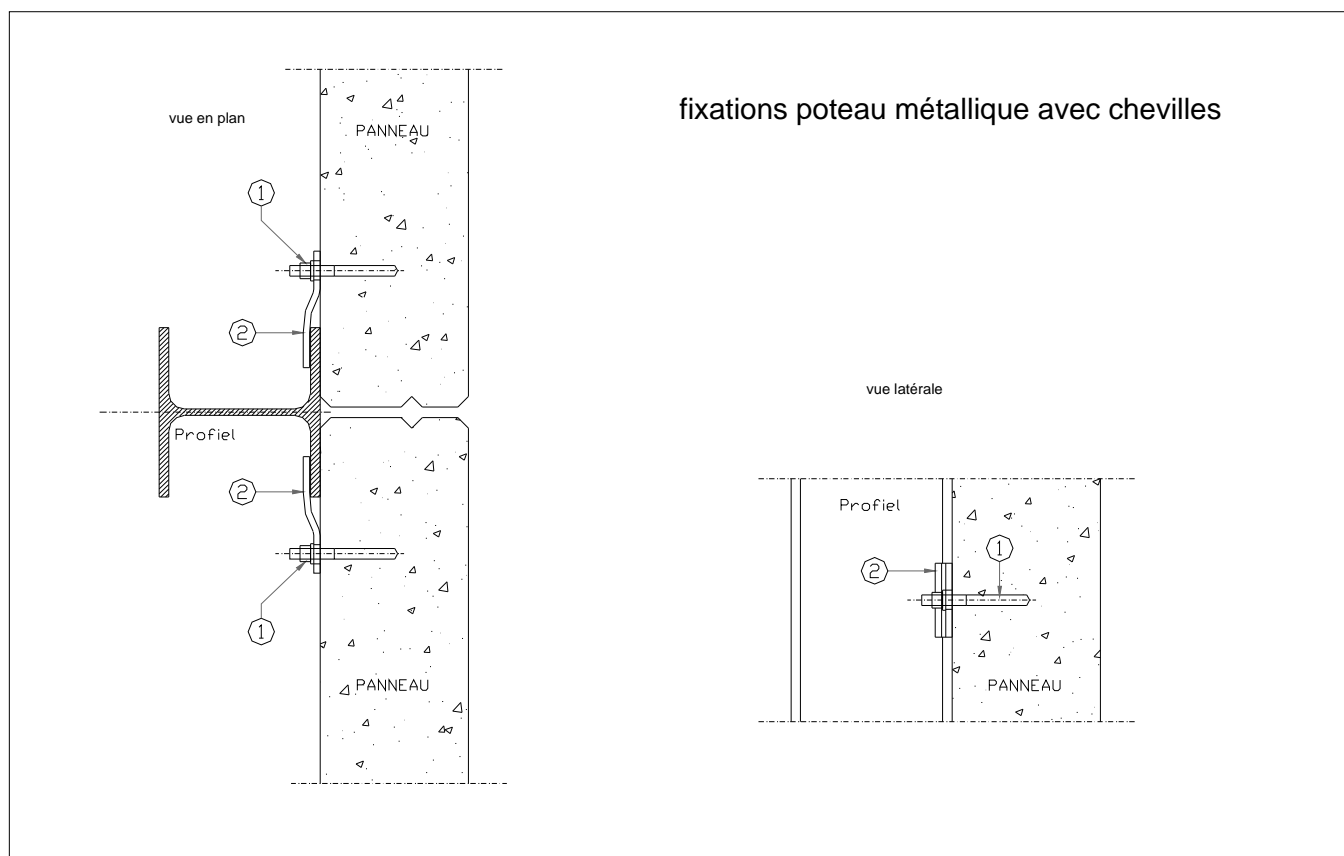


Figure 8



Figure 9

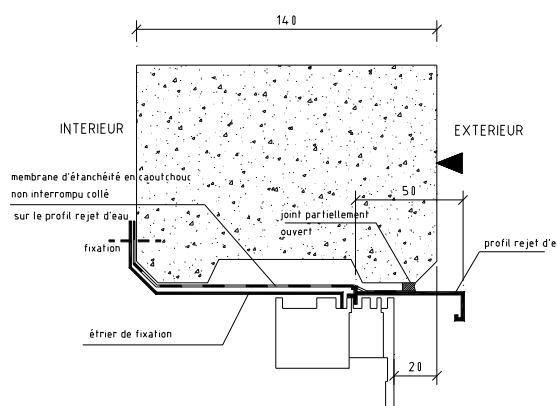
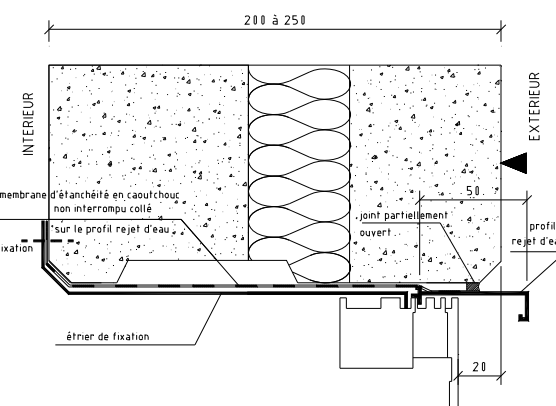
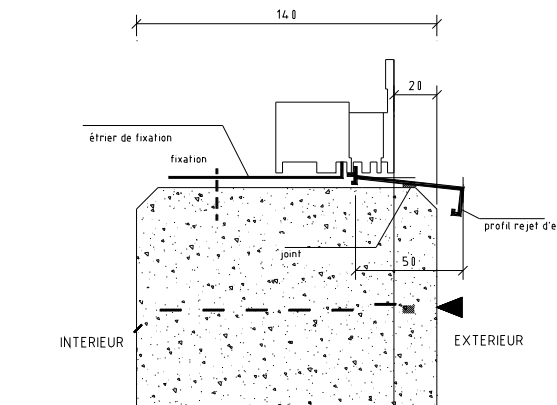
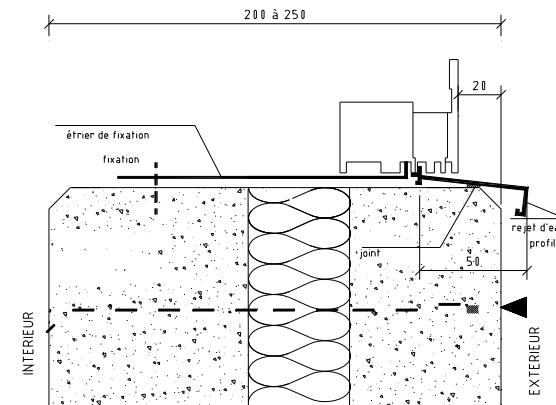
Panneaux pleins	Panneaux isolés
A charge de l'entreprise de menuiserie	A charge de l'entreprise de menuiserie
<p>Partie haute</p> <p><u>Détail raccord chassis avec profil rejet d'eau en cas de chassis à fleur des panneaux</u></p> <p>► = Champs lavé</p>  <p>ATTENTION : ne pas forer dans membrane d'étanchéité !!!</p>	<p>Partie haute</p> <p><u>Détail raccord chassis avec profil rejet d'eau en cas de chassis à fleur des panneaux</u></p> <p>► = Champs lavé</p>  <p>ATTENTION : ne pas forer dans membrane d'étanchéité !!!</p>
<p>Partie appuis de baie</p> <p><u>Détail raccord chassis avec profil rejet d'eau en cas de chassis à fleur des panneaux</u></p> <p>► = Champs lavé</p>  <p>ATTENTION : ne pas forer dans membrane d'étanchéité !!!</p>	<p>Partie appuis de baie</p> <p><u>Détail raccord chassis avec profil rejet d'eau en cas de chassis à fleur des panneaux</u></p> <p>► = Champs lavé</p>  <p>ATTENTION : ne pas forer dans membrane d'étanchéité !!!</p>

Figure 10

Fixation rails 38/17

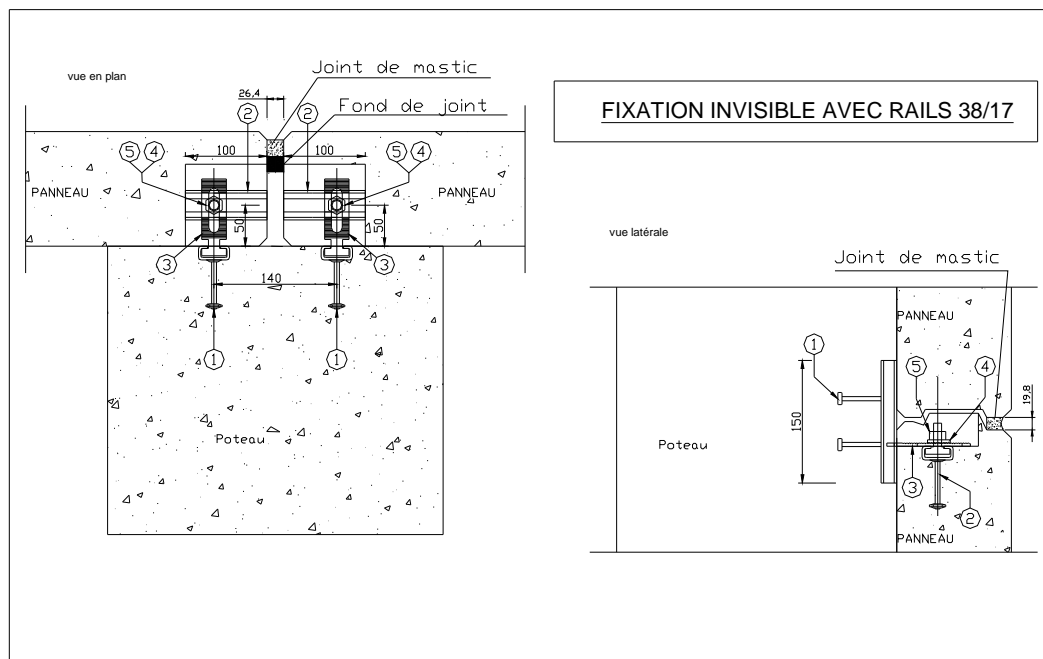
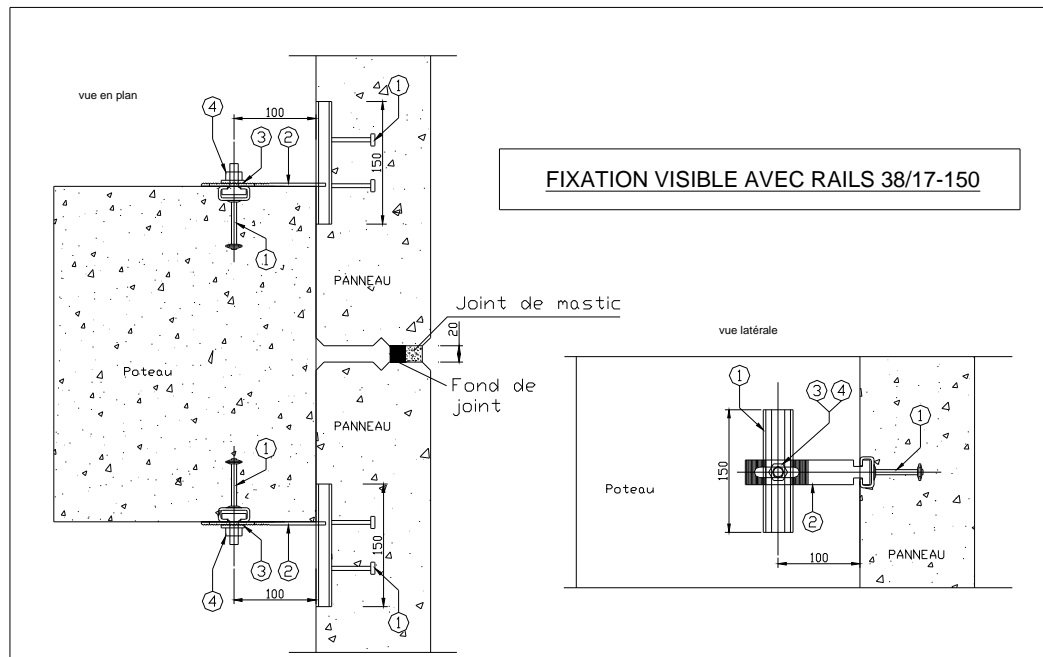


Figure 11

Fixation rails 38/17

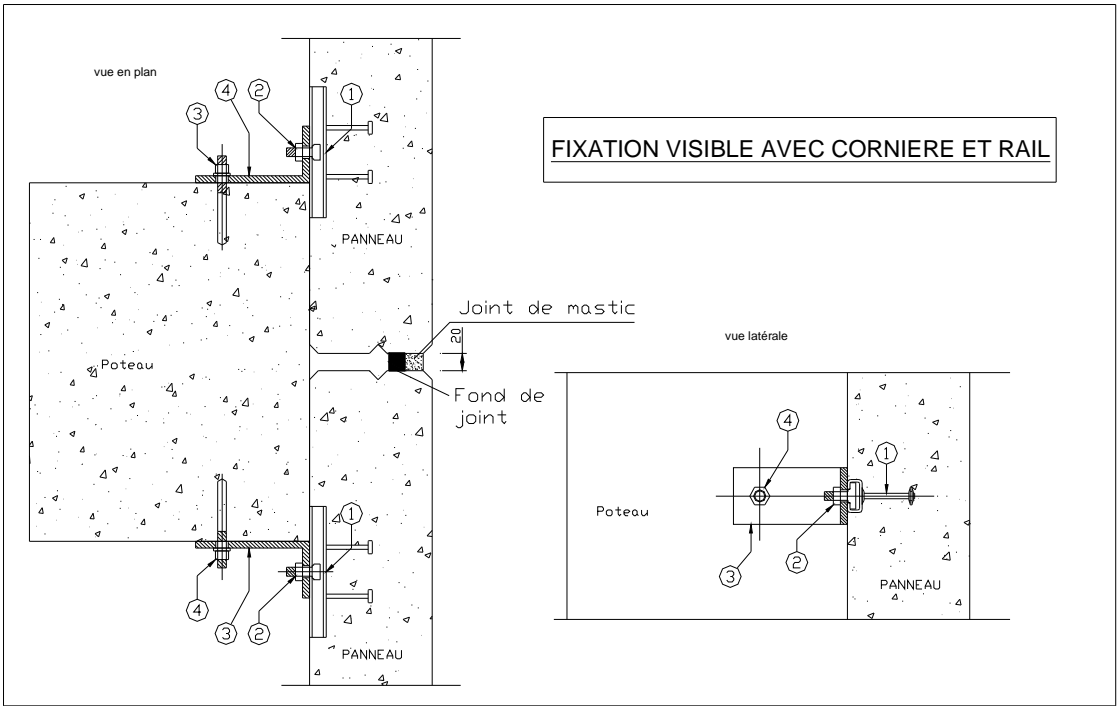
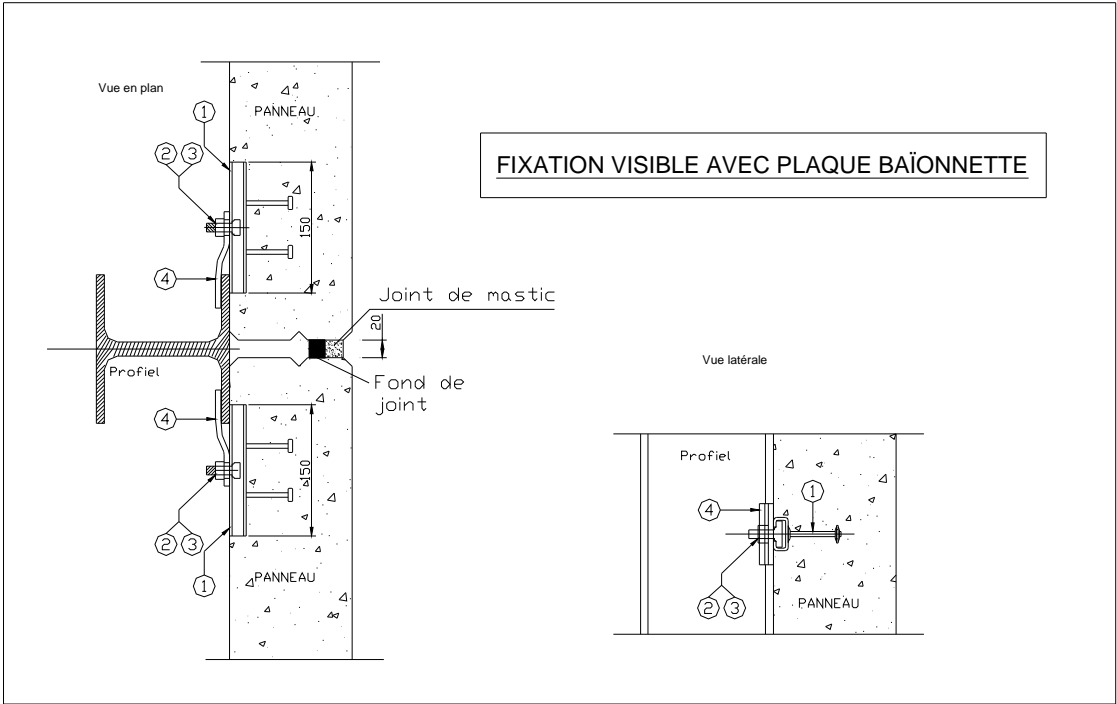
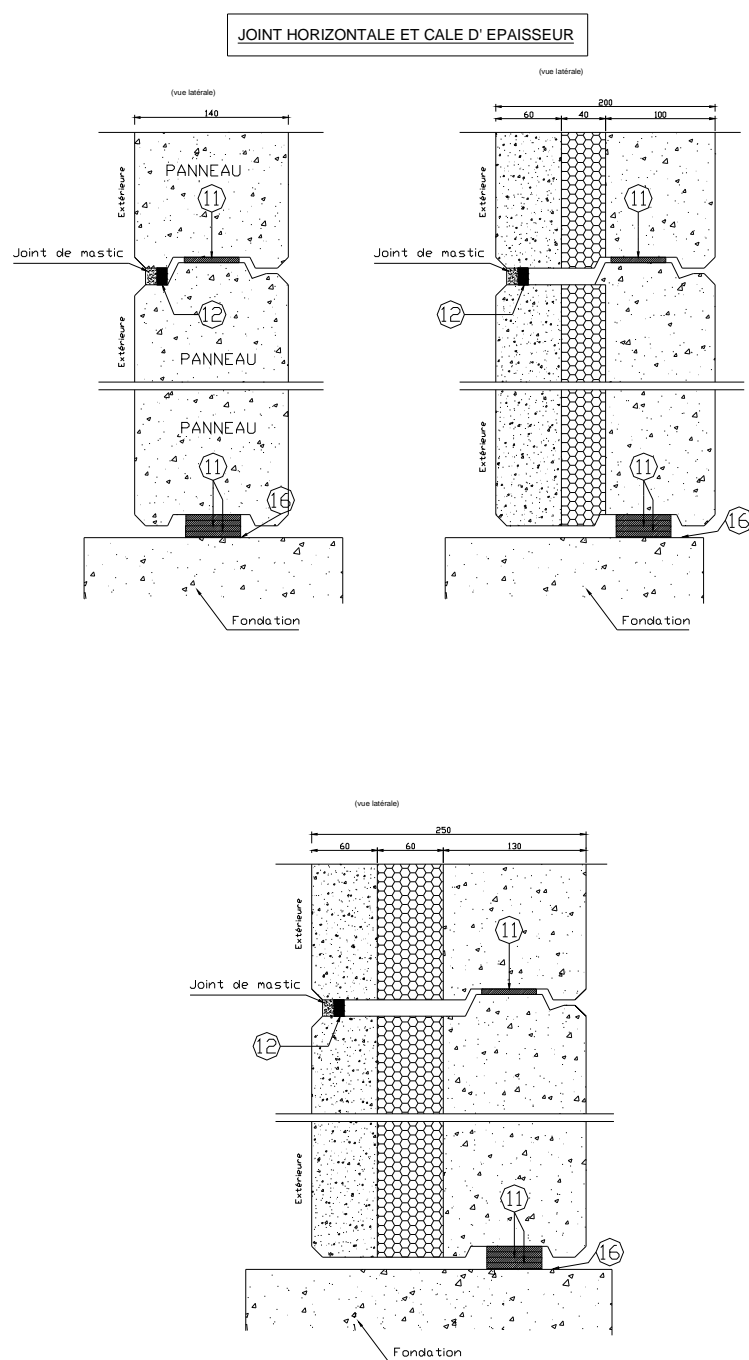


Figure 12

JOINT HORIZONTALE ET CALE D' EPAISSEUR



Numéro	Description	
11	Cale d' épaisseur en PE	50x150x5
12	Cordon seco Premas	9,5mm / 8m
16	Cale d' épaisseur	40x100x2

Figure 13

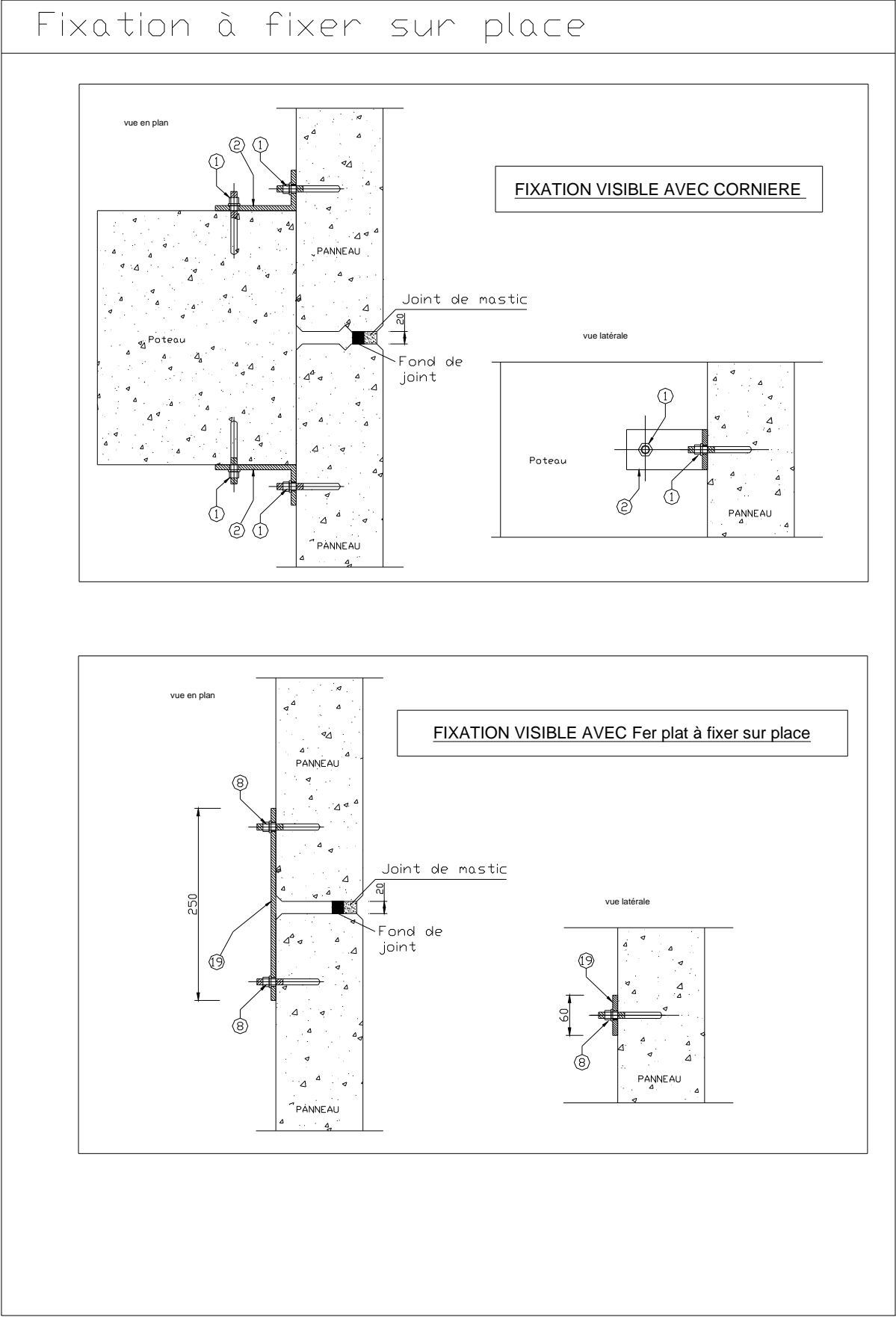


Figure 14

Fixation à fixer sur place

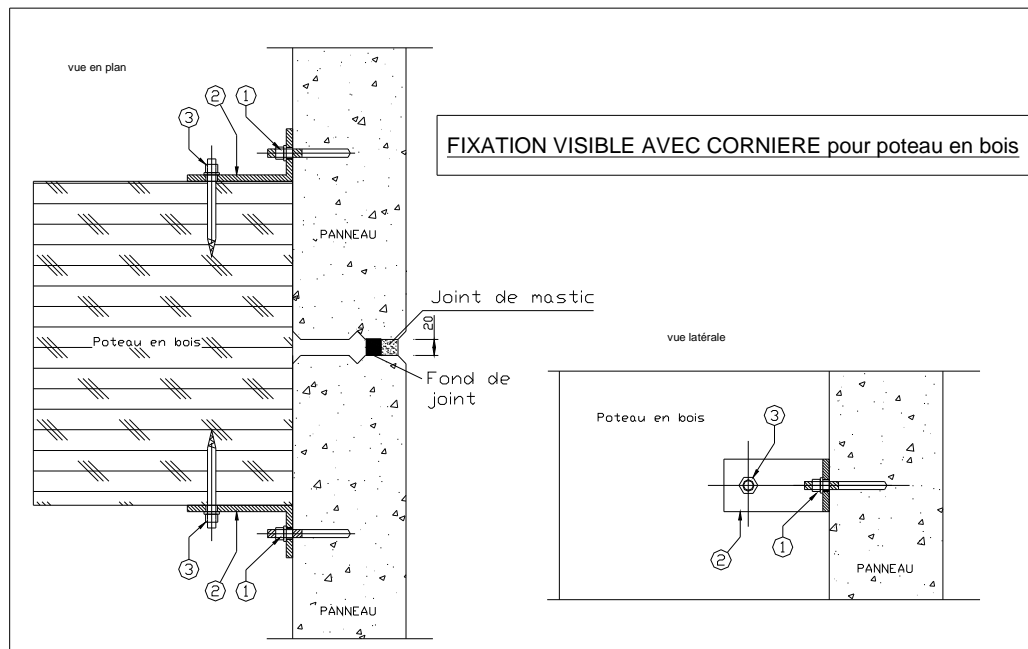
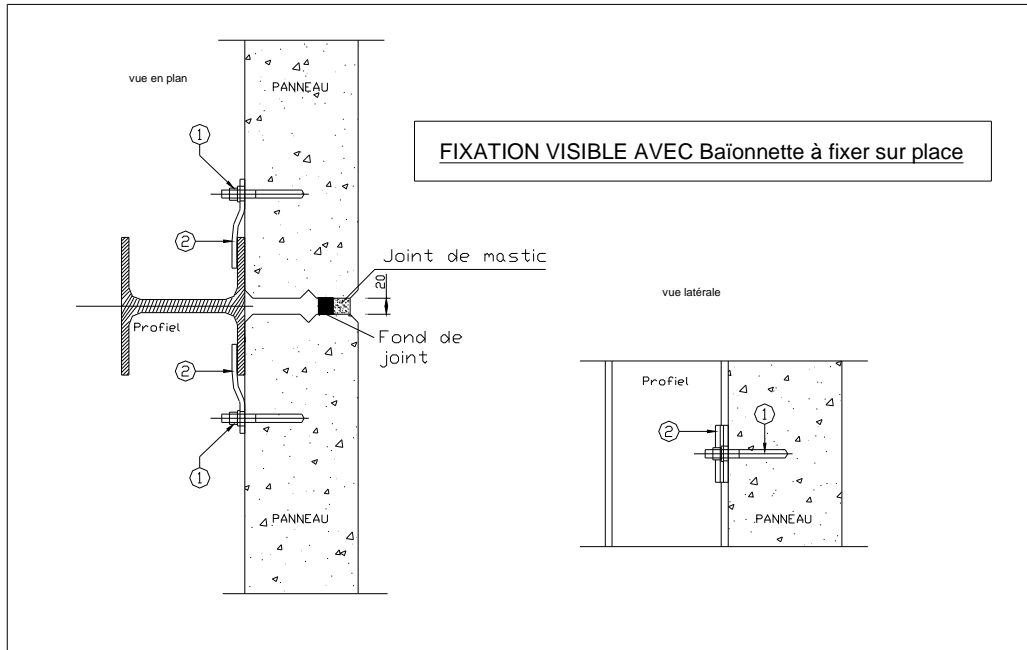
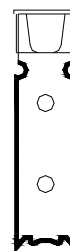
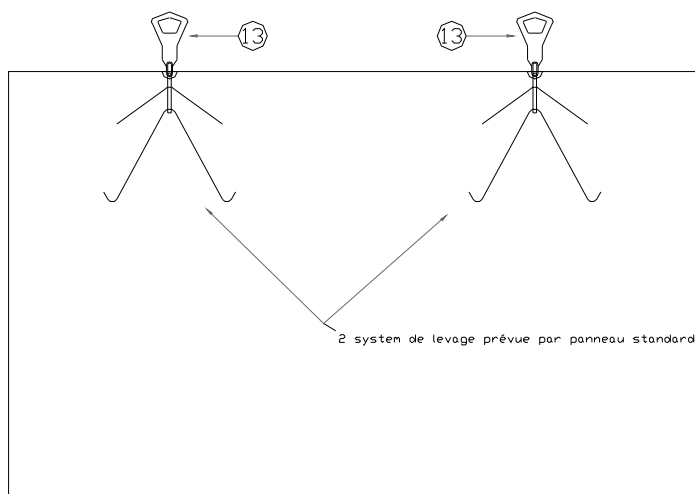


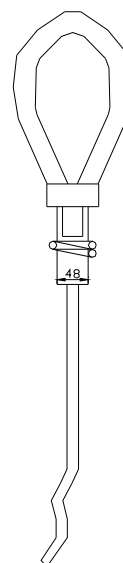
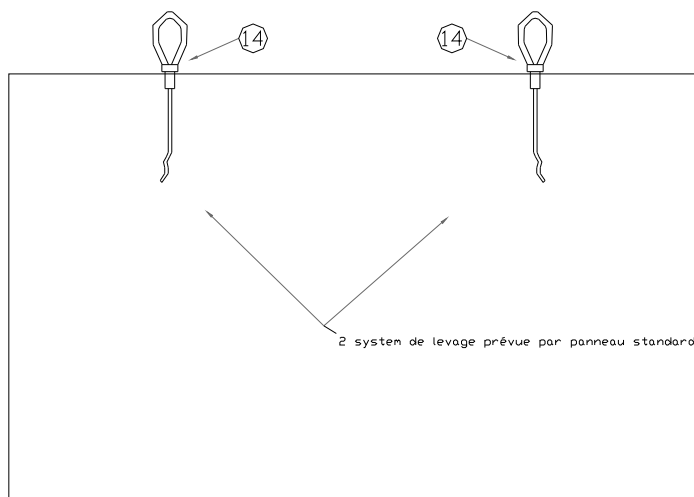
Figure 15

Crochets de manutention

(vue de face Panneaux)



(vue de face Panneaux)



TENON / MORTAISE

The figure illustrates three variations of a tenon and mortise joint, labeled PANNEAU, 200, and 250. Each variation includes a side view (vue latérale) and a top view (vue de dessus) with detailed dimensions.

PANNEAU (140mm wide):

- Side View (vue latérale):** Shows a tenon with a width of 70mm and a height of 10mm. The mortise has a width of 20mm and a depth of 10mm. The total width of the assembly is 140mm.
- Top View (vue de dessus):** Shows the tenon with a width of 70mm and a height of 10mm. The mortise has a width of 20mm and a depth of 10mm. The total width of the assembly is 140mm.

200 (200mm wide):

- Side View (vue latérale):** Shows a tenon with a width of 70mm and a height of 10mm. The mortise has a width of 20mm and a depth of 10mm. The total width of the assembly is 200mm.
- Top View (vue de dessus):** Shows the tenon with a width of 70mm and a height of 10mm. The mortise has a width of 20mm and a depth of 10mm. The total width of the assembly is 200mm.

250 (250mm wide):

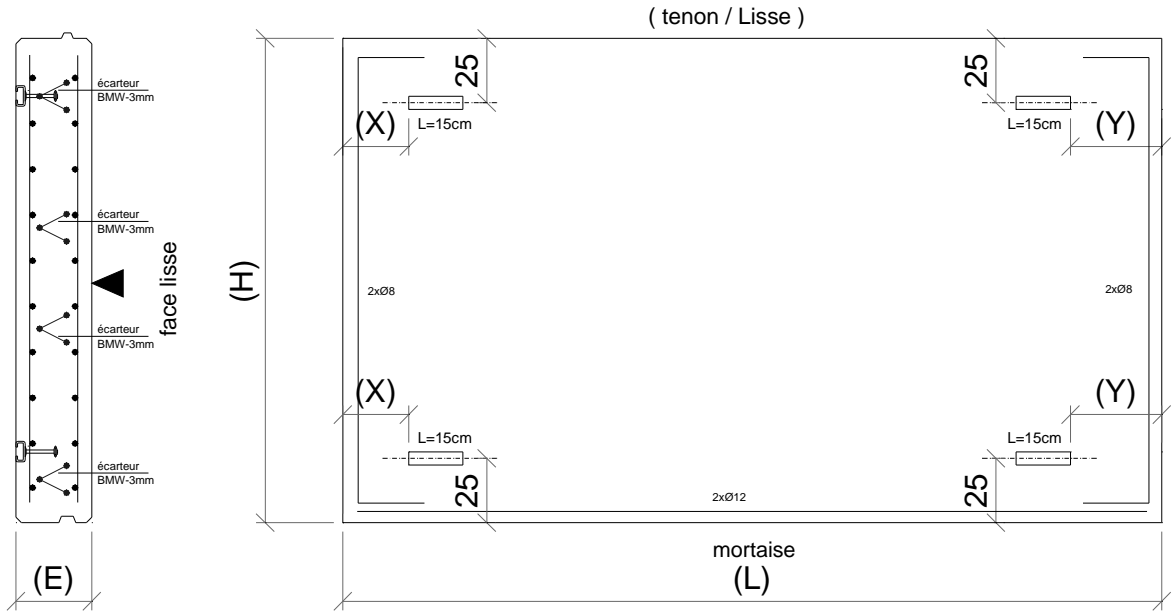
- Side View (vue latérale):** Shows a tenon with a width of 70mm and a height of 10mm. The mortise has a width of 20mm and a depth of 10mm. The total width of the assembly is 250mm.
- Top View (vue de dessus):** Shows the tenon with a width of 70mm and a height of 10mm. The mortise has a width of 20mm and a depth of 10mm. The total width of the assembly is 250mm.

Figure 17

Panneaux en Beton / Silex

Vue côté rugueux /
zicht op ruwe zijde

Galva rail HTA 38/17
L = 15 cm



Note :

- * épaisseur (E) = 14 ou 20 ou 25cm
- * Hauteur Standard (H) = 60/120/160/220/280 ou 300cm

Armature : Qualité Fe E500
2 # 150/150/5/5
4 diam 8
2 diam 12

Béton : C 25/30
Enrobage : 25mm

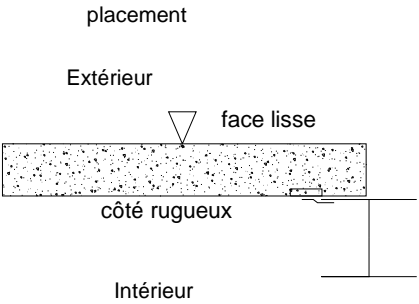
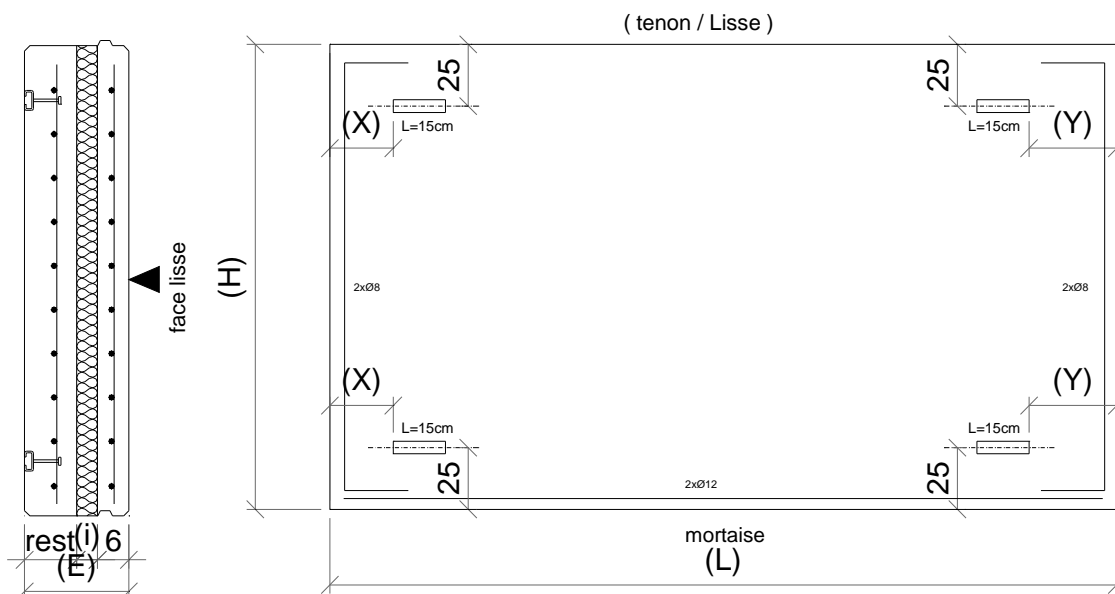


Figure 18

Panneaux en Béton / Silex avec isolation

Vue côté rugueux /
zicht op ruwe zijde

Galva rail HTA 38/17
L = 15 cm



Note :

- * épaisseur (E)= 20 ou 25cm
- * Isolation (i) = 4cm ou 5cm
- * Type Isolation = PS ou PU ou PIR
- * Hauteur Standard (H)= 60/120/160/
220/280 ou 300cm

Armature : Qualité Fe E500

2 # 150/150/5/5

4 diam 8 40 40

2 diam 12

Béton : C 25/30

Enrobage : 25mm

Figure 19

Detail Pied du panneau + étanchéité DPC

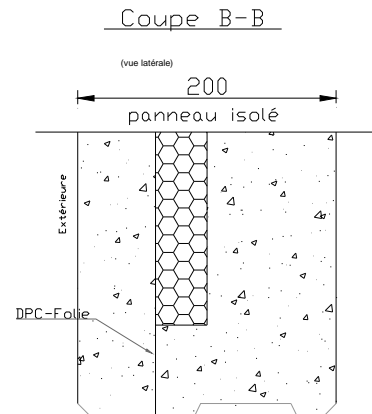
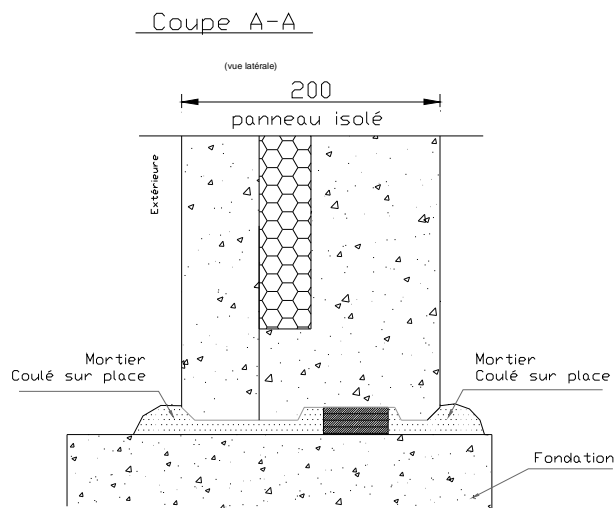
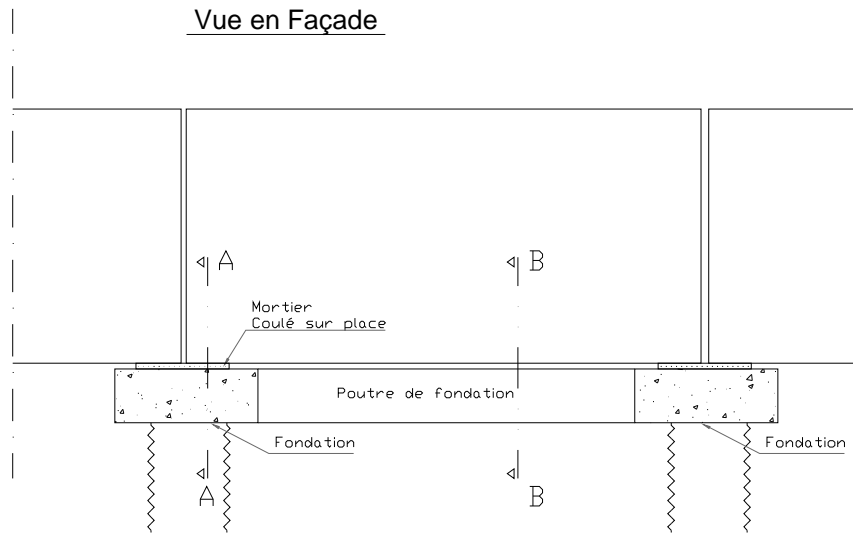
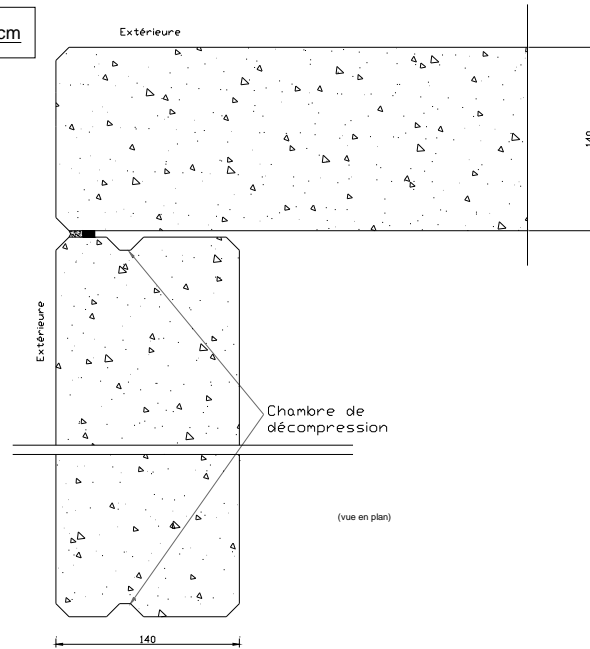


Figure 20

Raccords coin

Raccords coin 14cm



Raccords coin 20cm

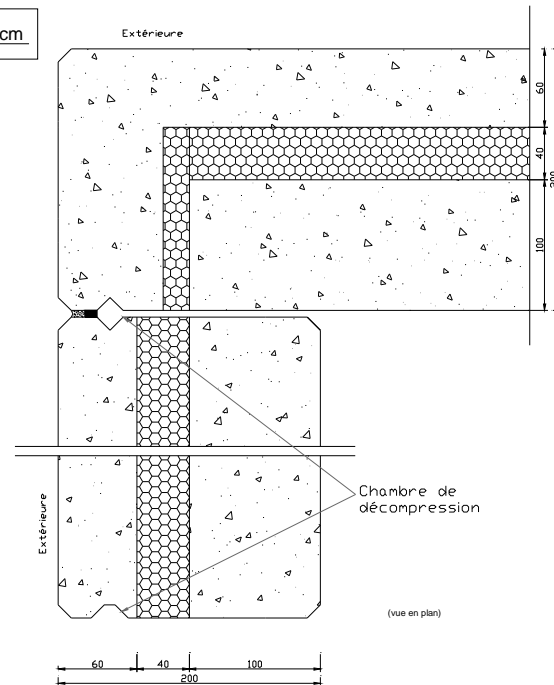
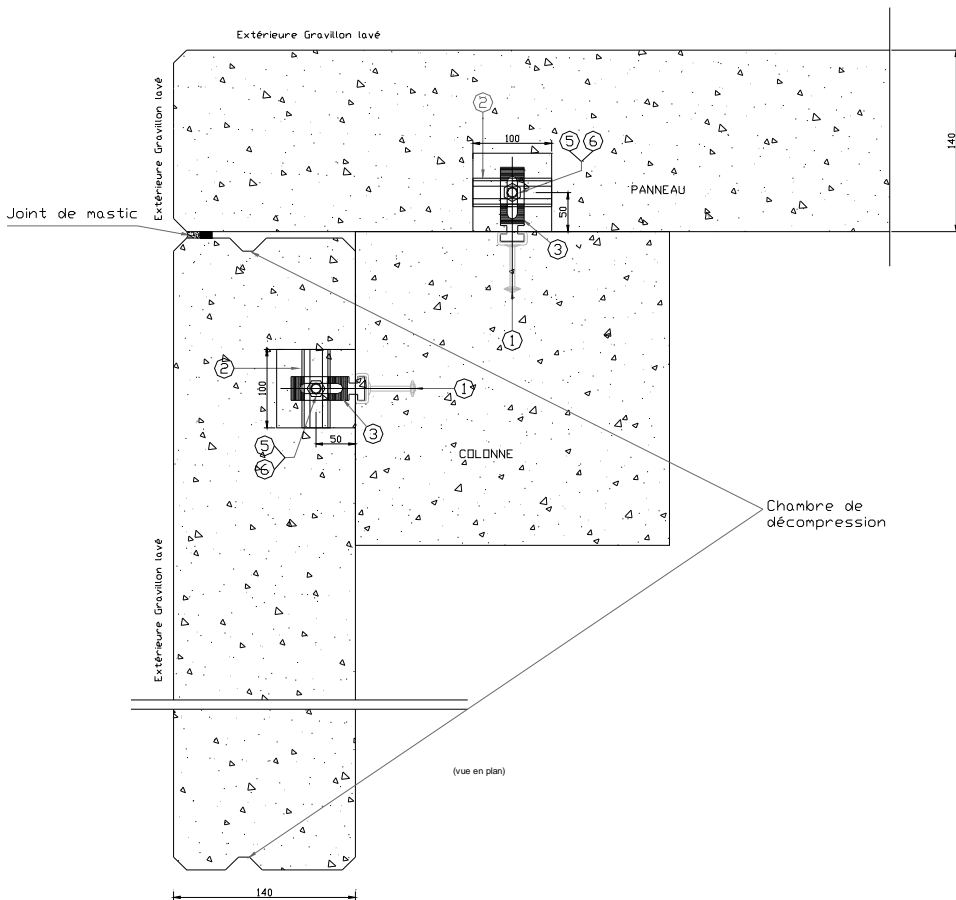


Figure 21

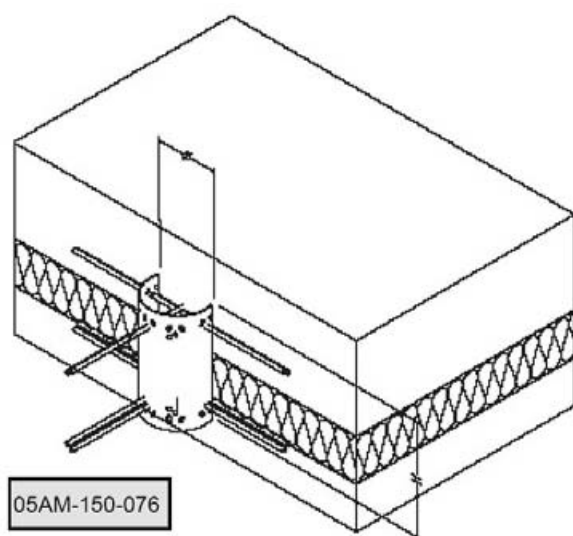
Raccord coin Façade

Raccords coin 14cm

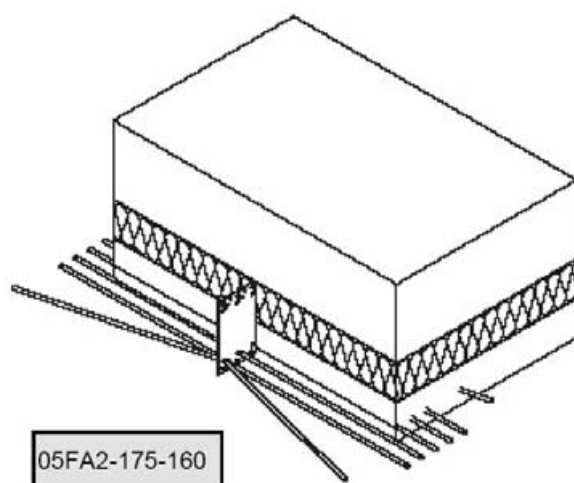


Figures 22 - ANCRÉS

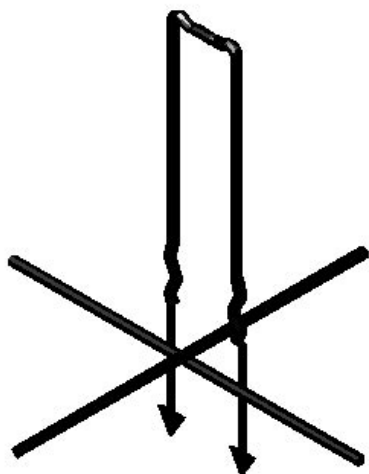
Exemple ancrage cylindrique



Exemple ancrage avec plaques



Epingles



Epingle anti-torsion

