

Avis Technique 16/05-491

*Briques monolithes de
hauteur d'étage*

BME - BMI

Titulaire : TERREAL
47 rue Louis Blanc
F-92400 COURBEVOIE
Tél. : 01 49 97 20 30
Fax : 01 49 97 20 56
Internet : www.terreal.com

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

Groupe Spécialisé n° 16
Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 26 juillet 2006



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-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° 16 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 6 juin 2005, le procédé spécial de maçonnerie utilisant les "Briques monolithes de hauteur d'étage BME - BMI" présenté par la Société TERREAL. Il a formulé sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis Technique annule et remplace l'Avis n° 16/99-374. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications bénéficiant d'un Certificat CSTBat délivré par le CSTB, attaché à l'Avis Technique. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Mur porteur réalisé en briques de terre cuite de hauteur d'étage isolées (B.M.I. mur double paroi à isolation intégrée) ou non (B.M.E. 20). Les briques sont emboîtées à sec ou liaisonnées par clavetage vertical en mortier selon l'exposition.

Les revêtements appliqués en oeuvre sur les parements en terre cuite sont:

- côté intérieur
 - enduit traditionnel en plâtre (DTU 25.1)
 - plaque de plâtre (DTU 25.41)
 - enduit mince de ragréage,
 - complexes d'isolation thermique pour les briques
 - B.M.E. 20 apparentes avec joints clavetés
- côté extérieur
 - enduit traditionnel (DTU 26.1)
 - enduit d'imperméabilisation de façade à base de liant hydraulique ayant fait l'objet d'un Avis Technique,
 - plaquettes de terre cuite collées,
 - revêtement plastique épais TRAMI 50000 (WEBER et BROUTIN),
 - tout système d'isolation thermique rapporté par l'extérieur ayant fait l'objet d'un Avis Technique concluant favorablement sur l'emploi sur support en terre cuite pour les briques BME 20 sous réserve de l'accord préalable du titulaire de l'Avis Technique du système correspondant.

1.2 Identification des produits

Les briques B.M.I. ou B.M.E. portent la marque commerciale, la date de fabrication et le logo de la marque CSTBat suivi du numéro de certificat. Le marquage est réalisé en relief et en continu (à rouleau) sur les briques. Il est identique à celui réalisé sur les briques monolithes acoustiques bénéficiant de l'Avis Technique n° 16/05-492.

Traitement des joints verticaux entre briques	Constitution de la paroi	Situation d'exposition à la pluie admise, telle que définie par le DTU 20.1 Partie 3 : Guide	Domaine d'emploi visé
Joints non remplis de mortier	murs simples	a-b-c (zone d et front de mer exclus)	murs autres que façades d'habitation et refends
	isolation thermique rapportée par l'extérieur	murs de type XI à XIV	Construction R + 1 Habitation de la 1ère et 2ème familles,
	isolation thermique rapportée par l'intérieur	a-b-c et d sauf front de mer	bâtiments agricoles, industriels, scolaires, bureaux, salles polyvalentes, ...
Joints remplis de mortier	murs simples	a-b-c et d sauf front de mer	refends et murs extérieurs autre que façades d'habitation
	isolation thermique rapportée par l'extérieur	murs de type XI à XIV	habitation de la 2è et 3è familles
	isolation thermique rapportée par l'intérieur	a-b-c et d front de mer inclus	murs de contreventement

Murs en briques BMI

Traitement des joints verticaux entre les briques	Domaine d'emploi visé	Situation d'exposition à la pluie admise, telle que définie par le DTU 20.1 Partie 3 - Guide
Joints non remplis de mortier	construction R + 1 habitations de la 1ère, 2ème familles, bâtiments agricoles, industriels, scolaires, bureaux, salles polyvalentes	a, b, c et d sauf front de mer
Joints intérieurs remplis de mortier	habitation de la 2ème et 3ème familles, murs de contreventement	a, b, c et d front de mer inclus
Joints verticaux étanchés par cordon de mastic (panneaux préassemblés en usine)	construction R + 1 habitations de la 1ère, 2ème familles, bâtiments agricoles, industriels, scolaires, bureaux, salles polyvalentes	a, b, c et d sauf front de mer

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé dans les limites résultant de la prise en compte des prescriptions du paragraphe 2.3.1 ci-après, concernant la charge verticale admissible sur les murs et l'application du procédé en zones sismiques.

Les conditions d'exposition sont définies dans les tableaux ci-après :

Murs en brique BME

2.2 Appréciation sur le procédé

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

STABILITE

Compte tenu du mode de rupture fragile du matériau "terre cuite", la capacité portante des briques de hauteur d'étage est limitée par la rupture de ce type qui se produit systématiquement au point d'application et de concentration des charges en sous-faces des chaînages des planchers; de ce fait, les phénomènes de perte de stabilité (flambement) n'interviennent pas si, par ailleurs, la stabilité d'ensemble du bâtiment est assurée.

UTILISATION EN ZONES SISMIQUES

L'utilisation du procédé est acceptée en zones sismiques dans les conditions précisées dans le paragraphe 2.3.1 (Cahier des Prescriptions Techniques).

SECURITE INCENDIE

Le matériau terre cuite étant incombustible et l'isolant en polystyrène dans le cas des briques isolées B.M.I. étant bien protégé, le procédé ne pose pas de problème particulier.

Le procès verbal de classement RS 06-019 du 31 janvier 2006, établi sur la base du rapport d'essai RS05-130 réalisé dans le laboratoire du CSTB, conclut à un classement REI 60. Ce dernier ne vaut que pour des murs de 2,60 m de hauteur maximale, revêtus côté intérieur par un enduit plâtre de 5 mm d'épaisseur au minimum.

ISOLATION THERMIQUE

Le procédé permet pour sa part de satisfaire à la réglementation. La vérification cas par cas est à effectuer selon les Règles "Th-U" en prenant un coefficient de transmission surfacique en partie courante de 0.40 W/(m.K) (pour les murs en briques isolées B.M.I.).

RISQUES DE CONDENSATION SUPERFICIELLE

Le procédé permet généralement la suppression des ponts thermiques et donc l'élimination des risques de condensation.

En cas d'utilisation en zones sismiques des murs en briques isolées (B.M.I.) les chaînages imposés par les règles parasismiques peuvent constituer un pont thermique, sans pour autant présenter des risques importants de condensation superficielle.

ETANCHEITE DES MURS

L'étanchéité à l'eau et à l'air des murs en briques monolithes repose sur l'étanchéité des joints. Le procédé comporte plusieurs modes de réalisation des joints adaptées aux conditions d'exposition de la façade ou à la technique de mise en oeuvre des éléments.

Les nombreuses constructions réalisées à ce jour ne mettent pas en évidence de défaillance d'étanchéité de ces joints et le procédé donne satisfaction de ce point de vue.

ISOLEMENT ACOUSTIQUE

Le procédé peut permettre de satisfaire à la réglementation relative à l'isolement contre les bruits de l'espace aérien dans les zones où l'isolement requis est de 30 ou 35 dB. Pour les autres zones, une étude particulière doit être entreprise cas par cas.

CONFORT D'ETE.

Pour la détermination des classes d'inertie thermique des logements, qui constituent un facteur important du confort d'été, pris en compte par ailleurs dans le calcul des besoins de chauffage des logements, on se référera aux règles Th-I. Les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois revêtues d'un isolant intérieur (BME isolée par l'intérieur) ou comportant un isolant médian (BMI). Dans ce dernier cas, la masse surfacique de paroi à prendre en compte dans les calculs d'inertie thermique est de 115 kg/m².

FINITION - ASPECT

Les finitions sont celles classiques des murs en terre cuite enduits.

La face extérieure des briques présente un peignage venu du filage.

RISQUES D'ACCIDENTS LORS DE LA MISE EN OEUVRE

Les opérations de mise en oeuvre spécifiques au procédé, manutention par grue et étaieage en cours de montage, sont couramment utilisées sur chantier et ne présentent pas de risques particuliers.

2.2.2 Durabilité - Entretien

Les matériaux constitutifs des murs : briques en terre cuite et isolant ne posent pas de problème de durabilité intrinsèque. L'isolant thermi-

que en polystyrène se trouve, de par sa position, convenablement protégé des chocs et des agents de vieillissement.

Par ailleurs, pour les murs en briques isolées B.M.I., le mode de fabrication et les contrôles effectués permettent d'écartier le risque de défaillance généralisée du collage de la paroi extérieure.

2.2.3 Fabrication et Mise en Oeuvre.

Les briques monolithes sont fabriquées suivant le principe des produits en terre cuite mais dans des séchoirs et fours spéciaux.

En fin de cuisson, une chaîne spéciale permet de réaliser les briques monolithes isolées par séparation des deux éléments en terre cuite, introduction et collage du polystyrène.

La fabrication des briques monolithes fait l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB dans le cadre de la certification CSTBat. Les produits bénéficiant d'une telle certification sont repérables par la présence du logo de la marque CSTBat suivi du numéro de marquage apposé sur 5% au moins de la production.

La mise en oeuvre des briques monolithes nécessite obligatoirement l'utilisation d'un engin de levage et demande une attention particulière pour le réglage des éléments (planéité du mur), ainsi que l'étaieage des éléments en cours de montage.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Prescriptions de Conception

- Les dimensions en plan horizontal des constructions en briques monolithes doivent représenter un multiple du module de base de 30 cm. La pose des éléments se fait d'après un plan de calepinage établi par le tenant du système ou par un bureau d'études.
- La résistance à la compression des briques est limitée par leur résistance à l'écrasement au niveau de l'application de la charge (face inférieure du chaînage des planchers) : la charge admissible sur un mur en briques monolithes est limitée à 150 kN/m, quelle que soit l'épaisseur de la paroi porteuse.

UTILISATION EN ZONES SISMIQUES

L'utilisation du procédé est limitée aux zones de sismicité Ia ou Ib moyennant le respect des prescriptions constructives des "Règles de construction parasismique" notamment concernant les chaînages qui doivent régner sur toute l'épaisseur des murs à double paroi tels que les murs extérieurs en briques isolées. Cette disposition a également pour fonction d'empêcher la chute des parements extérieurs, les ancrages métalliques ponctuels généralement prévus étant inadaptes pour les zones sismiques.

Pour les bâtiments situés en zone de sismicité II et comportant plus d'un étage sur rez-de-chaussée, il est nécessaire d'associer les murs en briques monolithes à un système de contreventement réalisé en refends traditionnels capables à eux seuls d'assurer la stabilité du bâtiment et justifié par une étude d'ingénierie parasismique.

Les détails de dispositions de ferrailage, en cas d'emploi du procédé en zones sismiques, donnés dans le Dossier Technique établi par le demandeur ne peuvent avoir qu'un caractère informatif et pour les zones de sismicité Ia ou Ib seulement. Ils doivent être adaptés et complétés cas par cas.

2.3.2 Prescriptions de Fabrication

2.3.2.1 Éléments de terre cuite

- Les briques monolithes et éléments spéciaux associés doivent être conformes aux dessins et indications du Dossier Technique
- La qualité des éléments de terre cuite doit être établie par un autocontrôle vérifié par le CTTB et le CSTB dans le cadre de la procédure de certification CSTBat précitée, les spécifications retenues sont :
 - absorption d'eau : < 5 ; fréquence 1 brique/semaine ;
 - dilatation conventionnelle à l'autoclave ; 1,0 mm/m ; fréquence : 1 brique /semaine ;
 - gélivité : pas d'altération visible (7 tronçons/trimestre, prélèvement échelonné lors des essais hebdomadaires) ;
 - résistance à la compression rapportée à la section brute mesurée sur un tronçon de 30 cm de hauteur et 60 cm de longueur : 100 bars ;
 - tolérances dimensionnelles (3 briques/semaine) :
 - hauteur : ± 1 cm ;
 - largeur : + 0,2 - 0,4 cm ;
 - flèche maximale sur la longueur mesurée à 2 cm des extrémités (3 briques/semaine) : 0,5 cm ;

- équerrage : sur une extrémité de 60 cm (3 briques/semaine) : 0,7 cm.

Les BMI doivent en plus faire l'objet du contrôle suivant :

- résistance au cisaillement mesurée sur tronçon de 30 cm de hauteur et 60 cm de longueur : ≥ 800 daN (4 tronçons/semaine),
- fissures longitudinales (déchirures d'about) :
 - longueur : inférieure à 7 cm,
 - largeur : inférieure à 2 mm ;
- fissures transversales :
 - longueur : inférieure au tiers de la largeur de la brique,
 - largeur : inférieure à 1 mm ;
- la face extérieure ou intérieure ne doit pas comporter au chargement des défauts d'aspect ou épaufrures dont l'ampleur soit supérieure aux valeurs admissibles ci-après :
 - sur l'extrémité : 4 cm dans le sens de la hauteur, 8 cm dans le sens de la largeur,
 - sur l'arête verticale : 4 cm dans le sens de la largeur, 15 cm dans le sens de la hauteur.

Les spécifications des produits doivent présenter des garanties au moins égales à celles définies par la norme NF P 13-301.

2.322 Plaques isolantes

A chaque livraison de plaques isolantes, un contrôle doit être effectué portant sur la présence du marquage ACERMI, les dimensions, la planéité et l'équerrage des plaques.

Largeur : + 0, - 2 mm

2.323 Colle

Contrôle de la colle

Le fabricant transmet pour chaque lot de fabrication:

- le temps ouvert;
- le temps de durcissement (vitesse de prise);
- la viscosité.

La Société TERREAL procède aussi à des essais de réception sur certaines livraisons de colle.

2.33 Prescriptions de mise en oeuvre

Les briques présentant des cassures autres que des épaufrures localisées ne doivent pas être mises en oeuvre.

Cette mise en oeuvre doit être exécutée conformément aux indications du Dossier Technique, notamment en ce qui concerne:

- la mise en place et le réglage des briques; l'ouverture du joint doit être réduite au minimum;
- l'étalement des éléments en cours de montage;
- les modalités et délais d'exécution des différents revêtements applicables sur ce support.

Le coulage des liaisons verticales intérieures entre brique, au mortier de ciment, est obligatoire dans les cas suivants :

- pièces d'angles et jambages d'ouverture,
- situation de la construction en zone front de mer au sens du DTU 20.1,

- participation des briques au contreventement de la construction,
- murs mitoyens,
- habitations de la deuxième famille,
- habitations de la troisième famille.

Conclusions

Appréciation globale

Pour les fabrications bénéficiant d'un certificat CSTBat, l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi proposé est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 juin 2011

*Pour le Groupe Spécialisé n°
Le Président
E.DURAND*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé (pour mémoire)

Le procédé, qui n'a pas subi de modification depuis le dernier examen, a été principalement utilisé pour la réalisation de maisons individuelles dans la moitié sud du territoire.

Par ailleurs, le suivi en usine dont bénéficie la fabrication de ces briques monolithes n'a pas révélé de problème particulier concernant la qualité de ces produits.

L'essai de résistance au feu réalisé en 2005 dans le laboratoire du CSTB a permis la délivrance d'un procès verbal de classement REI de 60 minutes, dans les conditions rappelées dans le présent Avis.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°
16
M. CHENAF*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

Le procédé de mur en briques monolithes constitué par des briques de terre cuite de hauteur d'étage isolées ou non, est destiné à la réalisation de murs de constructions de plusieurs niveaux (habitations de la 1ère, 2ème et 3ème famille) de bâtiments industriels, agricoles, sportifs, scolaires, salles polyvalentes, etc.

1. Matériaux et éléments constitutifs

1.1 Briques de terre cuite

1.1.1 Brique monolithe isolée (B.M.I.)

De 30 cm d'épaisseur, largeur 60 cm (éléments courants), 30 cm (éléments d'appoint), poids 200 kg/m².

Elle est composée de l'extérieur vers l'intérieur par :

- une brique de 10 cm d'épaisseur à 2 rangées d'alvéoles (poids 85 kg/m²);
- une plaque d'isolant en mousse de polystyrène extrudé de 5 cm d'épaisseur, avec ou sans peau de surface ; qualification ACERMI, certificat 92/C/13/279/1 ;
- une brique intérieure porteuse de 15 cm d'épaisseur à 3 rangées verticales d'alvéoles (poids 115 kg/m²) ;
- les deux panneaux de briques sont assemblés par collage au panneau isolant au moyen de colles polyuréthane mono-composant ; dénomination utilisée actuellement : MATICEM NL 50 de la Société CECA (ex ROUSSELOT), livrées en fût de 200 litres de produit prêt à l'emploi ;
 - aspect : pâte brunâtre visqueuse inodore ;
 - viscosité Brookfields : 25 000 à 35 000 mPas ;
 - extrait sec : > 98 % ;
 - densité : 1,25 ;
 - produit thixotrope applicable en cordon sur des supports verticaux.
- autre colle proposée en variante :
 - dénomination : ISOL-EMFI, de la Société EMFI, livrée en bidon métallique de 250 kg de produit prêt à l'emploi ;
 - couleur : beige
 - densité à 20°C : 1,65 à 1,75
 - extrait sec : > 98 %

Outre la brique de partie courante, la fabrication comporte les éléments spéciaux suivants : 1/2 brique, angle saillant, angle rentrant, linteau, jambages pour tableaux, appui et rehausse.

L'isolation thermique de ces éléments est apportée par des bandes d'isolant introduites dans les alvéoles.

1.1.2 Brique monolithe non isolée (B.M.E. épaisseur 20 cm)

A 4 rangées d'alvéoles, (BM 20) largeur 60 cm (élément courant), 30 cm (élément d'appoint), poids 145 kg/m², destinée à être complétée par une isolation rapportée soit à l'intérieur, soit à l'extérieur. Cette fabrication comporte de plus les éléments d'angle saillant ou rentrant, les éléments linteaux, tableaux, appui et rehausse pour la réalisation des baies.

1.1.3 Caractéristiques des briques de hauteur d'étage

- Qualité de terre cuite du produit conforme aux spécifications de la norme NF P 13-301 (briques creuses de terre cuite).
- Hauteur maximale des éléments 2,80 m. Les allèges et les pointes des pignons sont obtenues à partir des briques monolithes par découpe à la demande.
- Les parois extérieures des briques ont une épaisseur de 12 mm.

- Profils des extrémités, droit en pied de brique ; en tête, deux profils sont proposés:
 - à feuillure pour contenir le béton de chaînage d'un plancher de 20 cm de hauteur,
 - à coupe droite avec réservation d'une gorge pour le coulage d'un chaînage en tête de mur (section 9 x 11 cm).

Dans le cas de briques isolées, l'isolation du chaînage est prévue.

- Profils des chants : les tranches latérales sont profilées à gorges et nervures pour permettre l'emboîtement à sec des briques en cours de pose.
- La face extérieure présente une surface peignée pour accrochage des enduits extérieurs ; la face intérieure est lisse pour permettre une finition par enduit mince, les bords verticaux étant légèrement chanfreinés pour le raccord d'enduit.

1.1.4 Fabrication et contrôles

- Fabrication des briques en usine suivant le principe des produits en terre cuite extrudés mais avec des séchoirs et fours spéciaux. On additionne au mélange de terre du carbonate de chaux afin d'obtenir une plus grande stabilité dimensionnelle en cours de cuisson.
- Intégration de l'isolant dans les briques courantes, les deux panneaux (intérieur et extérieur) issus de la même brique sont séparés après cuisson pour la mise en place entre eux de l'isolant qui les reliera par collage.

Description du collage

- Les produits sont placés sur chant sur une chaîne automatique.
- La partie intérieure (produit épaisseur 15 cm) est couchée à plat et passe sous une tête d'encollage à buses multiples.
- Cette tête est alimentée par une machine à dosage automatique à pompe pneumatique.
- 5 cordons de colle sont extrudés au droit des amorces de rupture (environ 250 g/m² par face).
- Un panneau isolant de la dimension des briques (2 600 ou 2 800 x 600 x 50 mm) passe à plat sous une tête d'encollage et reçoit sur sa face supérieure 5 cordons de colle.
- Le panneau est posé automatiquement sur la brique précitée, sa sous-face reposant sur les cordons de colle ;
- La brique extérieure est déposée sur les cordons de colle de l'isolant et forme la B.M.I.
- Les briques sont cerclées dès le commencement du séchage de la colle et rectifiées de longueur en bout de chaîne.
- Intégration de l'isolant dans les accessoires (en usine) pour les angles, jambages, linteaux, appuis : des bandes d'isolant découpées à la demande et préencollées sont introduites dans les tubulures. Un tri est effectué avant le conditionnement.

De façon à assurer la continuité de l'isolant, une languette PSE est collée au droit du jambage qui jouxtera la brique à emboîtement femelle. Les jambages étant filés en doubles éléments lors de la fabrication, un liteau de calage assure le maintien de l'isolant jusqu'à séparation des produits sur chantier.

Les produits finis sont stockés sur palettes cerclées.

Contrôle de fabrication

Outre les essais classiques sur les produits de terre cuite (dilatation conventionnelle à l'humidité, gélivité, absorption d'eau, résistance à la compression et cisaillement d'une brique isolée), les éléments sont l'objet de contrôles portant sur les dimensions, la planéité, les défauts d'aspect.

Les contrôles, notamment pour les défauts d'aspect, s'effectuent sans distinctions de briques qu'elles soient destinées à être enduites ou laissées apparentes.

1.1.5 Stockage

Après contrôle, les produits conformes aux spécifications sont stockés sur parc, sans précision quant à la finition en oeuvre.

1.16 Transport, livraison

Avant chargement, un contrôle d'aspect est effectué en présence du transporteur, celui-ci reconnaissant la conformité des produits qu'il prend en charge.

Le transporteur doit vérifier si son chargement présente des risques de casse et faire modifier la disposition des produits si nécessaire.

Les produits rendus sont réceptionnés sur camion par le client en présence du transporteur.

1.2 Revêtements extérieurs

- Enduit traditionnel bâtard conforme au DTU 26.1
- Enduit d'imperméabilisation de façades à base de liant hydraulique ayant fait l'objet d'un Avis Technique.
- Plaquette de terre cuite (masse surfacique : 30 kg/m²) collée à l'aide de mortier-collé adapté au collage de carreaux céramiques en extérieur ayant fait l'objet d'un Avis Technique.
- Revêtement plastiques épais TRAMI 5000, de la Société WEBER et BROUTIN.
- Pour les briques de 20 et 30 cm et dans le cas d'une isolation rapportée par l'extérieur, par tout système d'isolation thermique des façades ayant fait l'objet d'un Avis Technique concluant favorablement sur l'emploi sur support en maçonnerie de terre cuite.

1.3 Revêtements intérieurs

- Enduit traditionnel au plâtre conforme au DTU 25.1
- Plaques de parement en plâtre collées, conformément au DTU 25.41
- Enduit mince de ragréage mis en oeuvre conformément à la notice du fabricant
- Brique laissée brute avec joint vertical garni
- Pour les briques de 20 et 30 cm et dans le cas d'une isolation rapportée côté intérieur, complexes d'isolation thermique isolant/plaque de plâtre ayant fait l'objet d'un Avis Technique.

1.4 Baies et ouvertures

Outre les éléments spéciaux, isolés ou non (jambages, linteaux, appuis) permettant de réaliser les baies et ouvertures, on peut utiliser :

- des blocs-portes et blocs-fenêtres en tôle d'acier galvanisée en continu (procédé Sendzimir, classe II) NF EN 10 142, indice de classement A 36-321, 400 g/m² de zinc double face) de largeur modulée à 30 cm, moins 3 cm pour tenir compte des profils et jeux d'emboîtement ;
- un cadre dormant périphérique, profilé comportant une rupture thermique : la largeur du cadre permet l'emboîtement de la brique dans le dormant,
- une pièce d'appui métallique double gorge avec buse d'évacuation,
- un caisson métallique peint, formant linteau, avec logement du béton et coffre pour volet roulant.

La hauteur du bloc est égale à la hauteur de la brique. L'isolation des tableaux et du linteau est prévue, dans le cas d'utilisation avec les briques isolées, par des plaques d'isolant incorporées en usine et par une rupture thermique du cadre dormant; portes, châssis et volets sont ferrés et calés en usine pour éviter toute déformation à la pose et au bétonnage.

- des blocs-baies à encadrements porteurs en béton armé modulé à 30 cm comprenant un appui ou un seuil, deux montants et un linteau.

Les rives des montants comportent une gorge pour effectuer le clavage avec les briques monolithes, La hauteur du bloc est égale à la hauteur de la brique; ces blocs-baies en béton doivent être conformes aux normes et règlements en vigueur ou bénéficier d'un Avis Technique favorable visant leur association avec des murs en maçonnerie.

En variante, peuvent être utilisés pour chacun de ces systèmes, des précadres spécialement adaptés en PVC, polyester, ou béton armé de fibres de verre ayant fait l'objet d'un Avis Technique concluant favorablement sur cet emploi.

1.5 Accessoires

- Etais de montage et tringles de levage,
- Résille ou film plastique,
- Cordon de calfeutrement,
- Ancrage par aciers Ø 6 pour maintien de la planelle

- Mousse de polyuréthane expansive pour scellement et calfeutrement des menuiseries.

2. Mise en oeuvre

2.1 Généralités

La Société TERREAL a mis en place :

- un catalogue des divers composants (briques de hauteur d'étage et béton) fabriqués par ses usines ;
- un monitorat pour former les entreprises à l'utilisation des composants (notice de chantier, ...),
- un logiciel BM pour calepinage et devis permettant d'assister les concepteurs dans leurs projets.
- une fiche technique d'assistance chantier.

CONSISTANCE DES ETUDES

Phase 1 (sur avant-projet)

Vérification de faisabilité, modification de l'esquisse et estimation rapide.

Phase 2 (sur projet accepté)

- Redéfinition des façades avec :
 - Nouvelles dimensions des trumeaux et ouvertures,
 - Positionnement des ouvertures,
 - Positionnement des refends.
- Réalisation des plans de pose
 - Plan de coupe au niveau des ouvertures avec matérialisation des divers éléments ;
 - Plan et élévation des pointes de pignons avec numérotation de pièces ;
 - Cotation normale et cotation cumulée pour l'implantation des éléments sur chantier.
- Quantitatif : nomenclature des briques et de leurs accessoires
- Devis chiffré.

2.2 Mise en place des éléments

A partir des fondations, les soubassements sont bâtis traditionnellement. Les planchers sont traditionnels pour la brique monolithe de 20.; avec chaînage isolé pour la brique monolithe isolée de 30 cm. La surface de ces ouvrages est dressée lors de son exécution.

Pour la réalisation des murs, les opérations sont les suivantes: pose verticale des briques et blocs-portes à l'avancement à l'aide d'une grue automotrice ou d'une sapine, conformément à la notice remise par le fabricant qui précise, par ailleurs, les dispositions devant être prises pour assurer la stabilité des éléments en phase provisoire.

Les briques sont emboîtées jointives sur toute leur hauteur.

- Sur les briques de 20 cm d'épaisseur, l'emboîtement des chants est simple.
- Sur les briques de 30 : emboîtement des briques extérieures, emboîtement du panneau isolant entre 2 parois briques, emboîtement des briques intérieures (triple emboîtement).

Les éléments sont implantés de façon à assurer un débord extérieur des briques par rapport au soubassement correspondant à une partie de la rangée d'alvéoles extérieures.

Les briques sont maintenues en tête par des étais;

- coulage par la tête des tubulures (exceptée la rangée de tubulures côté extérieur) d'un mortier plastique, destiné à l'assise et au scellement du pied de la brique sur le soubassement ;
- bourrage au mortier des dessous des appuis métalliques ou béton ;
- coulage des liaisons verticales intérieures entre les briques au mortier de ciment (mortier plastique coulé après humidification de la brique si nécessaire) ;
- mise en place du ferrailage et bétonnage des linteaux coulés en oeuvre :
 - dans les éléments monolithes spéciaux pour linteaux, prenant appui sur jambages en briques monolithes ou jambages en béton coulé dans les tableaux du cadre,
 - dans les coffres isolés des blocs-portes métalliques, (dans les blocs-portes à encadrement béton, le linteau est incorporé dans l'ensemble de la pièce) ;
- les linteaux intérieurs sont coulés en béton de gravillon en même temps que le plancher haut.

2.21 Coulage des joints

Le coulage des liaisons verticales intérieures entre briques à l'aide de mortier de ciment (mortier plastique coulé après humidification de la brique, si nécessaire) est obligatoire dans les cas suivants :

- pièces d'angles et jambages d'ouverture ;
- situation de la construction en zone front de mer au sens du DTU 20.1 ;
- participation des briques au contreventement de la construction ;
- murs mitoyens ;
- habitations de la deuxième famille > R + 1 et de la troisième famille à moins d'une utilisation en panneaux préassemblés au sol avec chaînages hauts et bas.

2.22 Ancrage de la Brique extérieure

Pour garantir le maintien de la planelle extérieure des briques BMI dans le cas d'immeubles à plusieurs niveaux, prévoir des ancrages en tête de briques réalisés par des aciers $\varnothing 6$ de liaison.

2.3 Réalisation des baies

2.31 Cas de l'utilisation des éléments spéciaux de terre cuite

Les dormants sont mis en place de manière traditionnelle en utilisant les feuillures spécialement prévues à cet effet (prédécoupe en usine) avec clavetage des liaisons verticales; Les feuillures sont rectifiées avec une disqueuse si nécessaire, les découpes à la martelette pouvant être irrégulières et donc susceptibles d'entraîner des problèmes de calfeutrement.

Les scellements peuvent se réaliser:

- au mortier de ciment,
- avec des mousses de polyuréthane expansives agréées par le fabricant,

Les calfeutrements peuvent s'exécuter:

- au mortier
- avec un cordon de mastic,
- avec les mousses de polyuréthane expansives précitées.

Les appuis sont posés à bain soufflant de mortier, les extrémités contre les jambages étant bourrés de mortier, le joint jointoyé et étanché avec un cordon de mastic.

Un étalement latéral entre les jambages (point bas et haut) doit être assuré. Il est ensuite procédé à un coulage de mortier assurant le clavetage vertical dans la gorge formée par le jambage de la brique adjacente.

2.32 Cas de l'utilisation des cadres métalliques

Les allèges sont obligatoirement en briques monolithes sauf dans le cas des blocs porte-fenêtre.

Les cadres métalliques sont étayés, après mise en place d'un lit de mortier sur le précadre, on dispose l'élément linteau en terre cuite.

Le calfeutrement entre le linteau et le cadre est réalisé de façon classique afin d'obtenir une étanchéité à l'eau.

2.33 Cas de l'utilisation des cadres en béton

Le dormant est fixé dans le cadre béton par les procédés habituels en la matière.

Les joints verticaux entre jambages en béton et briques monolithes sont traités de la même manière que les autres joints verticaux.

2.4 Raccord avec le reste du gros-oeuvre

2.41 Chaînages horizontaux

Pour éviter la pénétration de mortier ou de béton dans les alvéoles des briques, on déroule sur la tête du mur une résille ou à défaut, un film plastique léger perforé.

2.42 Séparation du logement

- Refend : après ouverture d'une alvéole de la rive de la brique du mur, la brique refend est appliquée contre la façade . On remplit alors les alvéoles de la brique des murs et la rainure de la brique refend avec le mortier plastique utilisé pour les joints verticaux. Les refends peuvent aussi être réalisés en maçonnerie traditionnelle.
- Pavillons en bandes : joint de dilatation par un double mur monté sur soubassement distinct (coupure sur toute la hauteur de la construc-

tion, y compris les fondations et les combles alors constitués de deux murs en maçonnerie).

- Murs mitoyens: la paroi de séparation des deux logements est constituée par un mur en briques de 20 cm , clavetées et remplies de sable stabilisé ou d'argile, pour obtenir une masse de 425 kg/m^2 .

2.43 Pignons

Ils sont réalisés:

- en maçonnerie traditionnelle enduite,
- en briques monolithes découpées en usine selon les pentes du catalogue

Mise en oeuvre des pignons B.M.

Dans le chaînage de la tête du mur B M ou du plancher, et dans la deuxième rangée des tubulures extérieures sont scellés des aciers de diamètre 8 HA, de hauteur 0,60 m avec un espacement maximal de 1,20 m

- La résille utilisée pour le chaînage est rabattue sur les tubulures de la tête de brique.
- Les éléments de pignons sont posés verticaux à l'avancement, en commençant par le plus haut, les aciers en attente étant introduits dans les tubulures correspondantes.
- Après réglage et maintien on coule par la tête des tubulures (à l'exception de la rangée extérieure) un mortier plastique destiné au scellement du pied de la brique, au blocage des aciers dans les tubulures, au remplissage des joints verticaux intérieurs entre briques.

2.44 B.M. Superposées

Dans le cas d'une paroi de hauteur supérieure à celle des éléments courants (2,60 m) les B.M. tronquées de hauteur désirée sont fixées sur la tête des précédentes suivant les règles de pointes de pignons. Dans le cas de hauteurs rapportées supérieures à 1,40 m, l'espacement des aciers de couture ne sera pas supérieur à 0,90 m, la stabilité de la paroi sera à vérifier en fonction de la charge et pourront être prévus des raidisseurs verticaux BA coulés directement dans la brique ou en saillie.

2.45 Toiture

Dans le cas de B.M.I. des dispositions doivent être prises pour éviter la mise en charge excessive de la brique extérieure (mortier d'assise coulé en pied de celle-ci).

- Charpente avec fermettes : un contreventement horizontal assurant une triangulation au niveau des entrants doit être assuré
- Pannes : elles peuvent reposer dans une engravure ou dans des sabots chevillés dans les parois de la brique.

2.5 Revêtements intérieurs

La mise en oeuvre doit être conforme aux spécifications des documents de référence désignés en 1.3.

2.6 Revêtements extérieurs

2.61 Enduits hydrauliques

a) enduit traditionnel

On réalise dans un premier temps une couche d'accrochage (gobetis) dosée à 600 kg/m^3 , appliquée sur toute la surface peignée de la brique ; les joints verticaux sont aussi remplis avec les gobetis.

Après séchage du gobetis, on réalise les 2 couches d'un mortier bâtard traditionnel dosé et mis en oeuvre conformément aux indications du DTU 26.1.

b) enduit non traditionnel

Enduit d'imperméabilisation à base de liant hydraulique mis en oeuvre conformément au certificat du produit. Lors de l'exécution de la première couche, les joints verticaux extérieurs sont bourrés avec le mortier d'enduit.

2.62 Plaquettes de terre cuites

Les plaquettes décoratives sont collées directement sur la brique monolithe avec une colle spécialement adaptée (paragraphe 1.2) conformément aux indications de l'Avis Technique qui la concerne.

2.63 Revêtement plastique épais TRAMI 50000 de la Société Weber et Broutin

Les joints entre briques sont calfeutrés 8 jours avant l'application de l'enduit à l'aide d'un cordon du même enduit.

Après application d'une couche de régulateur de fond (220 g/m²), pour obtenir une teinte unie, on réalise l'enduit soit par enduction au rouleau, soit par projection suivie d'un lissage (quantité : 3 à 3,5 kg/m² d'enduit prêt à l'emploi).

Temps de séchage de la couche de régulateur : 4 h minimum.

Temps hors d'eau de l'enduit : 4 heures.

Durcissement total : 2 à 3 semaines.

B Résultats expérimentaux

Une étude effectuée sur des briques similaires et des panneaux préfabriqués de murs réalisés à partir de ces briques (Cahier du CSTB 1287, décembre 1974), fournit notamment des éléments sur les résistances mécaniques et le comportement sous charge des produits.

1. Caractéristiques physiques et mécaniques des briques

- Résistance à la compression sur brique monolithe de 15 cm d'épaisseur, hauteur 30 cm, largeur 60 cm ;
 - R moyenne : 130 bars
 - R mini : 110 bars (BME)
- Dilatation conventionnelle à l'humidité (mm/m) :
 - moyenne : 0,6
 - maxi : 0,9
 - mini : 0,4
- Vieillessement par cycle de gel et dégel : pas d'altération sur les produits
- Coefficient d'absorption d'eau :
 - moyenne : 1,6,
 - maxi : 2,6,
 - mini : 0,8
- Résistance du collage entre la brique et l'isolant : cisaillement d'un élément de brique monolithe de 30 x 60 = résistance moyenne : 800 daN.

2. Compte-rendu 20-475 du CSTB

Essais de compression sur briques monolithes (BME et BMI)

Toutes les briques se sont rompues par défaillance localisée de la brique juste en dessous du chaînage supérieur.

Mur n°	Briques	Chargement		Charges ultimes (bars)
1	porteuse 15 cm	□	centré	46
2	porteuse 15 cm	□	centré	64
3	porteuse 15 cm	□	centré	50
4	porteuse 15 cm	□	centré	59
5	porteuse 15 cm	□	excentré 1 cm	56
6	porteuse 15 cm	□	excentré 1 cm	81
7	porteuse 15 cm	□	excentré 2,5 cm	51
8	porteuse 15 cm	□	excentré 2,5 cm	53
9	porteuse 15 cm	□	excentré 3,5 cm	50
10	entière 30 cm	□	excentré 2,5 cm	36
11	entière 30 cm	□	excentré 2,5 cm	39

Caractéristiques mécaniques du tesson

Résistance à la compression : valeur moyenne 174 bars.

3. Résistance au feu

Rapport d'essai CSTB RS05-130

Procès Verbal de classement RS06-019: REI 60 du 31 janvier 2006

4. Essais de pluie artificielle sur mur en B.M.I.

- Panneau de 5 m de long (8 briques) monté à joints secs, sans débords en exposition ouest.
- 4 briques sont enduites avec un enduit d'imperméabilisation à base de liants hydrauliques (Monocalite de 15 à 20 mm d'épaisseur).
- Arrosage selon méthode hollandaise : 600 l/h à une pression de 0,6 bar pendant 24 heures.

Aucune trace d'humidité n'est apparue sur la face interne des produits (enduits ou non), même après 5 jours d'essais.

Un essai identique a été réalisé sur un mur BM 20 et a donné les mêmes résultats.

5. Rappel des essais réalisés dans le cadre des Avis Techniques précédents

5.1 Essais sur les cloisons H.E de 7 cm d'épaisseur (CR CSTB 14702)

Modalités : annexe au Guide cloisons et contre-murs en plâtre : sur maquette avec huisserie et retour, montée au plâtre, revêtue d'un enduit mince sur la face avant, joints ragrésés sur la face arrière.

- Chocs de corps durs côté enduit :
 - empreinte (mm) : 12,5 ± 1,5
 - dureté Shore : C73 + 10 - 8
- Chocs de corps mous :
 - pas de fissuration aux niveaux d'énergie 120 et 240 joules,
 - première fissuration à 1000 Joules,
 - déformation instantanée maximale enregistrée à 120 joules dans le sens du choc 1 mm au centre du panneau, 1,5 mm à 15 cm de l'huissierie.
- Battements de porte : RAS après 10 chocs.
- Fixation excentrée (essai de console) : fixation par chevilles MOLLY 8 : RAS après 24 h sous 100 kg. Rupture de la brique à 120 kg.

5.2 Essais de chocs durs effectués sur brique revêtue d'enduit TRAMI 50000

Pas de désordre apparent jusqu'à 15 joules (hauteur de chute : 1,50 m).

C - Références

Les briques monolithes sont fabriquées industriellement dans l'usine de Lasbordes (Aude) depuis septembre 1983.

Plus de 1900 pavillons ou logements ont été réalisés à ce jour, dont environ 500 depuis la formulation de l'Avis Technique n° 16/93-264.

a) situation en zone "front de mer"

- Les jardins de la mer à Barcarès Village (66), 35 logements R + 1 (100 m de la mer); 1984 - 1985.
- ASPTT à Port-Bacaré (66), bâtiments sportifs (300 m de la mer), 1984 - 1985.
- Camping du Bois Fleuri à Argelès (66), 200 bungalows (1 km de la mer) 1985.
- Résidence les Angéliques à Port-Vendres (66) 24 logements immeuble R + 3 (façade à 300 m de la mer) 1986.

b) finition des façades avec des plaquettes posées directement au mortier-colle sur la brique

- BORE PETIT à Esclaquens, juillet 1982.
- "Les Multiples" à Castanet, immeuble 30 logements R + 3, juin 1984.
- LEP de Lavelanet, août 1986.

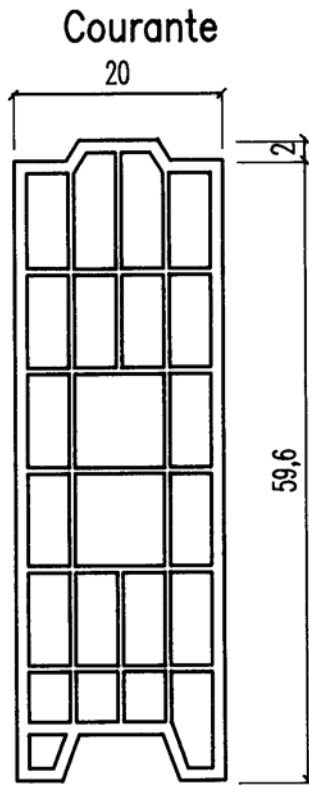
c) finition des façades avec un enduit monocouche hydraulique et pointes de pignons en B.M

- Immeuble R + 3, 30 logements, rue Marny à Toulouse, 1985.
- Immeuble R + 4, 50 logements à Castelnaudary 1985.
- 28 pavillons, résidences les Amandiers à Avignon (84), 1984.

- 35 pavillons, Belvèze du Razès (11), 1985.
- 38 logements R + 2, Lézignan (11), 1984.
- 30 pavillons diffus ARICI à Marmande (47), 1984 - 1985 - 1986.
- Immeuble R + 3, 24 logements à Carpentras (84), 1984.
- Logements, groupes scolaires, pavillons construits dans départements suivants : 11, 34 par OPTIBRIC à Clapiers, 1984 - 1985 - 1986.
- Hôtel CLIMAT R + 3, Agen (47) - 1991
- Gendarmerie à St Laurent de la Salanque (66) - 1991.
- d) construction dans les zones de sismicité "non nulle ou négligeable suivant Règles PS 83"*
- Groupe scolaire de Velleron (84) proximité de Cavaillon, bureau d'études ingénierie à Cavaillon (84) - 1984.

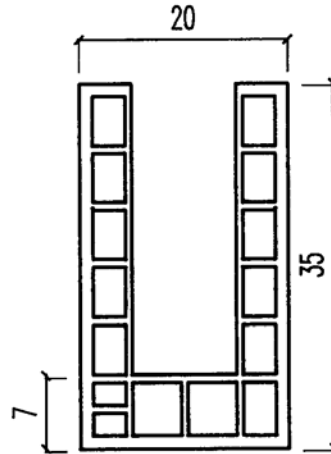
Tableaux et figures du Dossier Technique

BRIQUES DE BASES

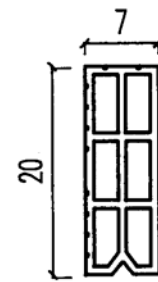


INT.

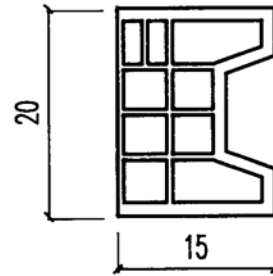
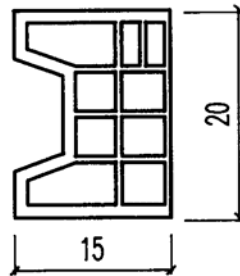
Linteau



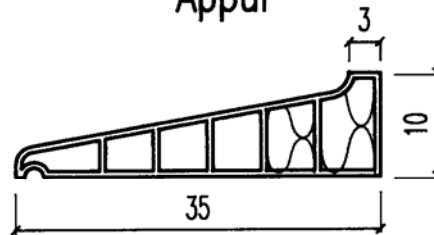
Rehausse



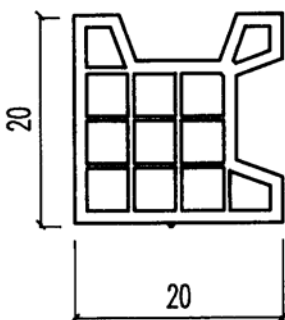
Tableaux de baie Extérieur



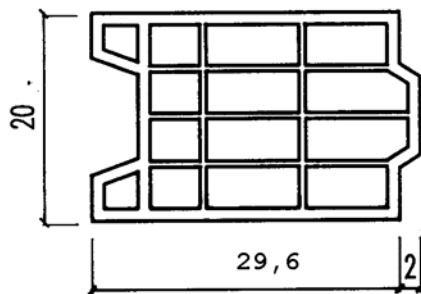
Appui



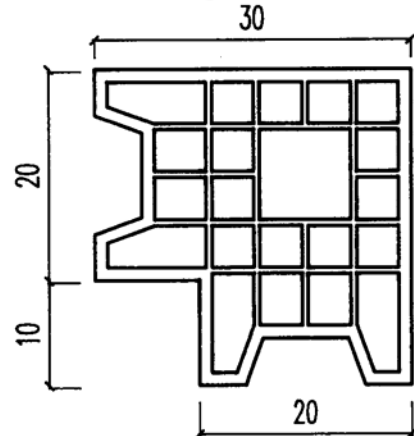
Angle rentrant



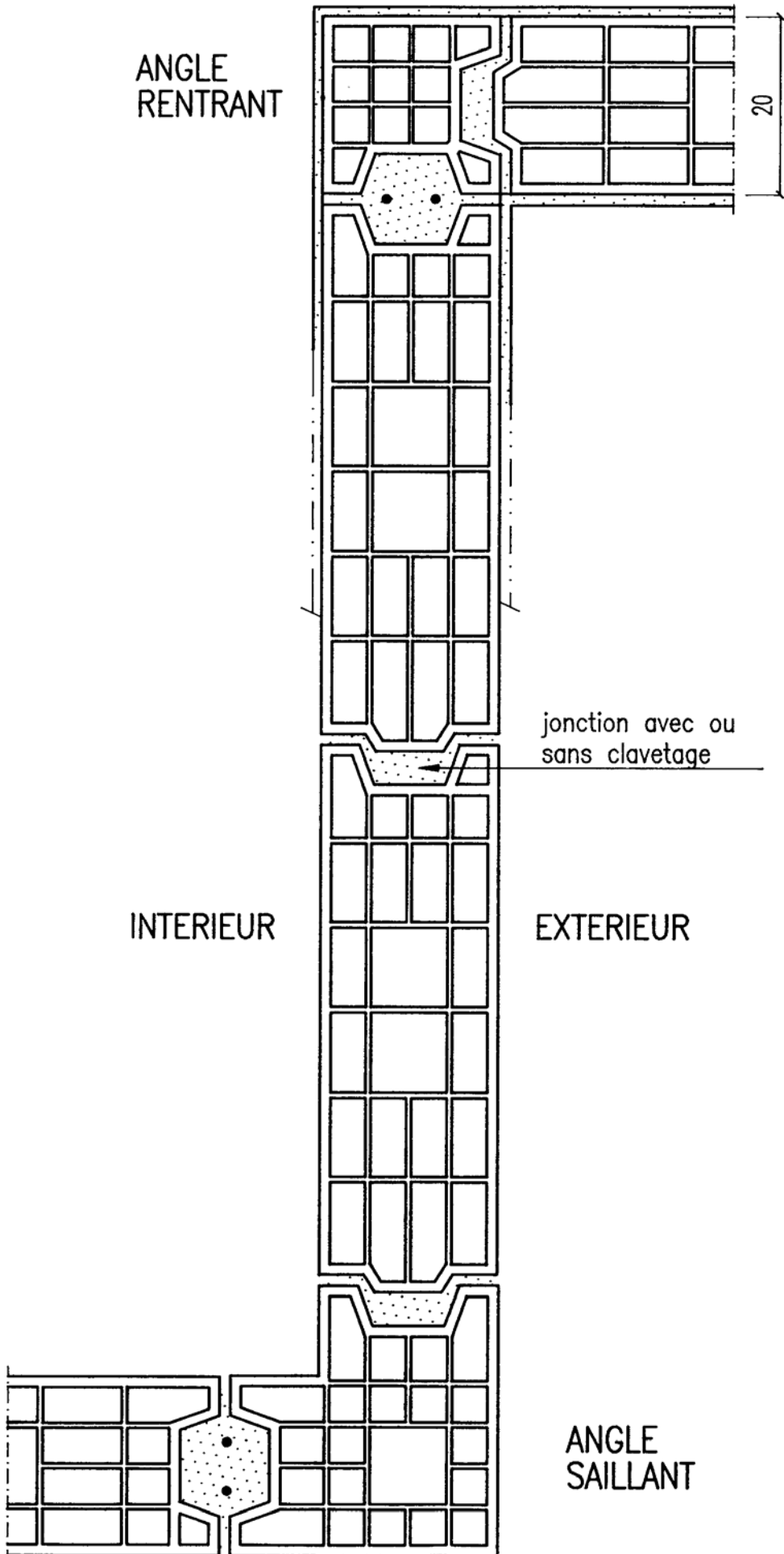
1/2 brique



Angle saillant

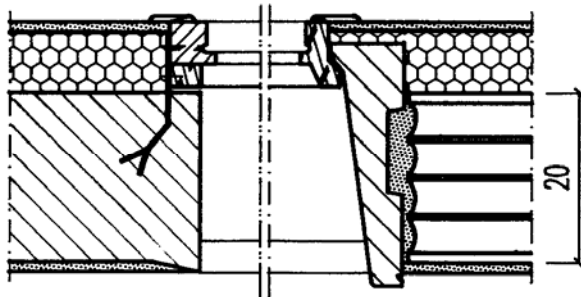


MUR BME – COUPE HORIZONTALE

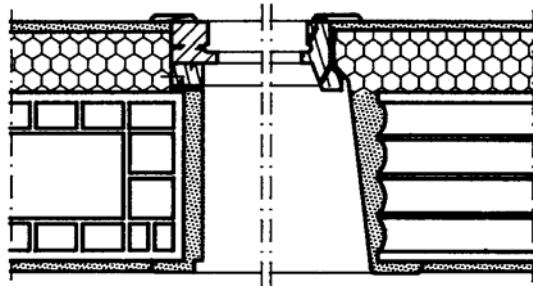


MENUISERIES – ELEMENTS BME

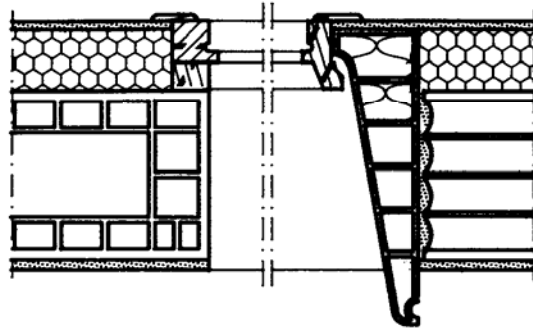
Précadre béton



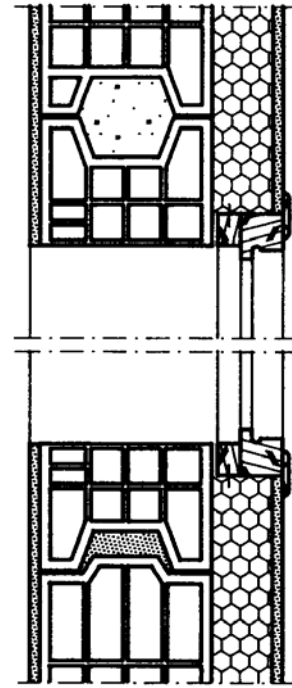
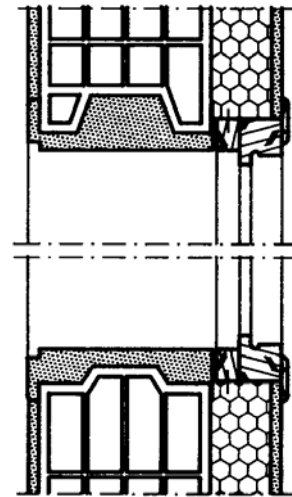
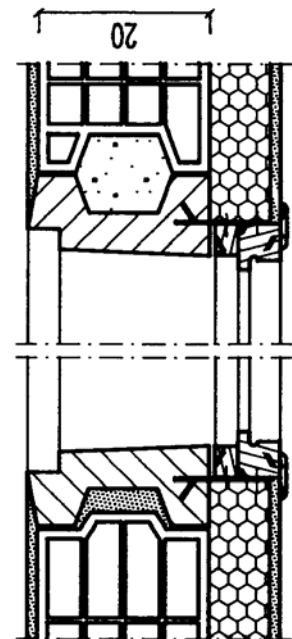
Précadre métallique



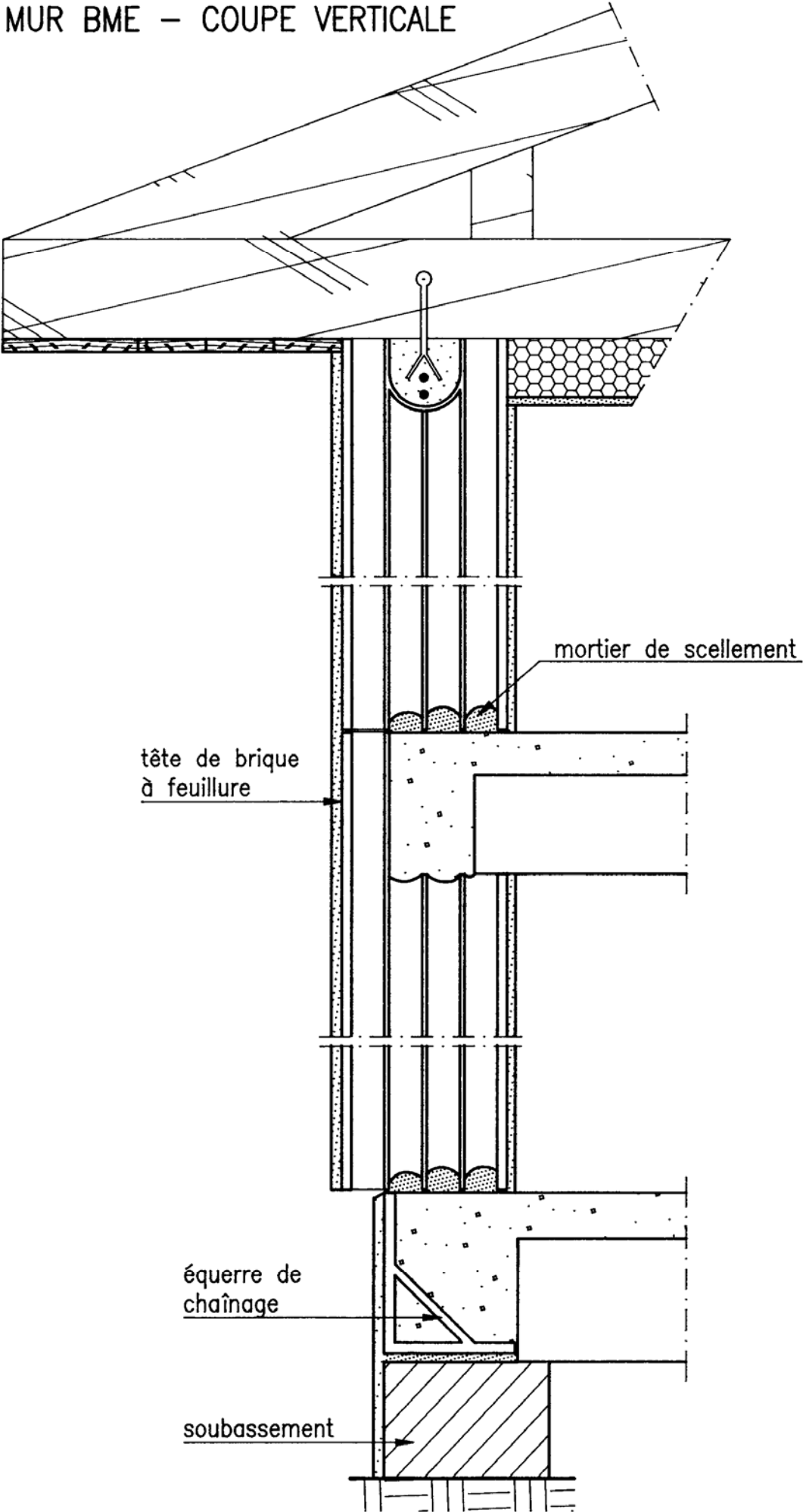
Éléments de terre cuite



Extérieur

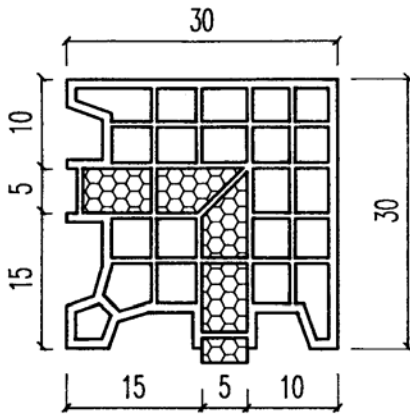


MUR BME – COUPE VERTICALE

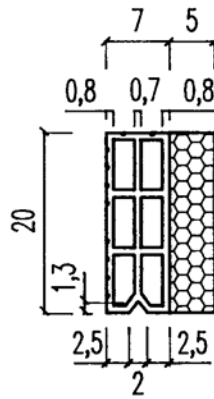


BRIQUES DE BASE B.M.I.
(isolant intégré)

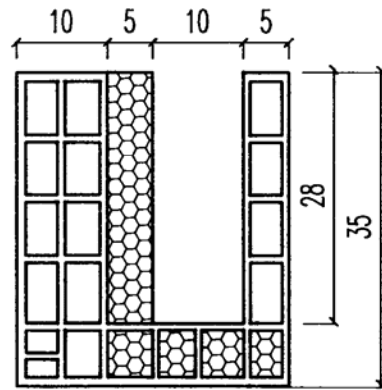
Angle saillant



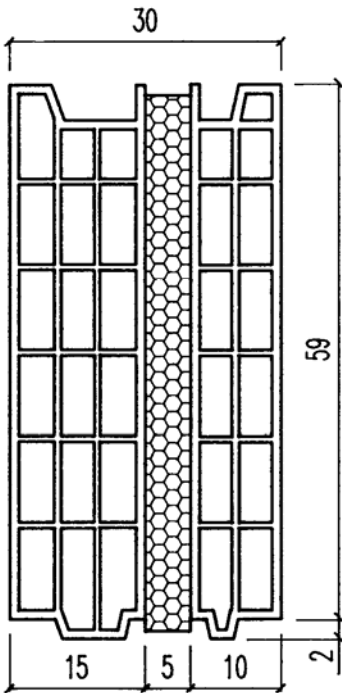
Rehausse



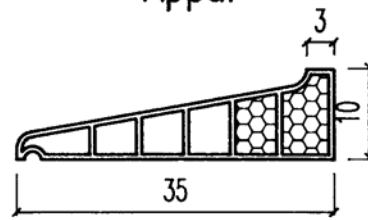
Linéau



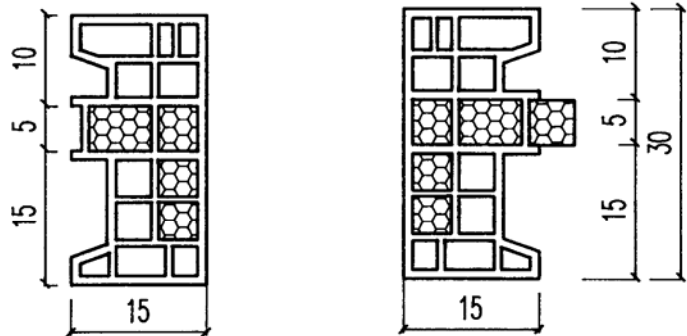
Courante



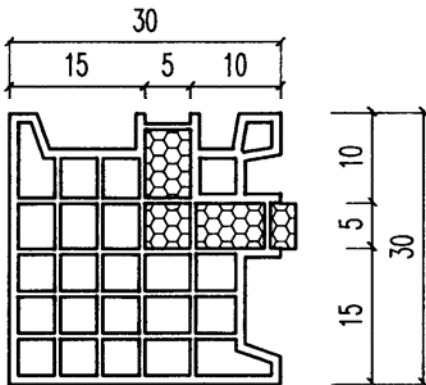
Appui



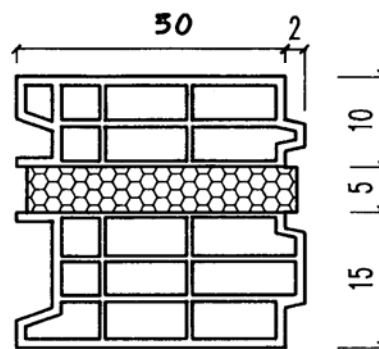
Tableaux de baie
Extérieur



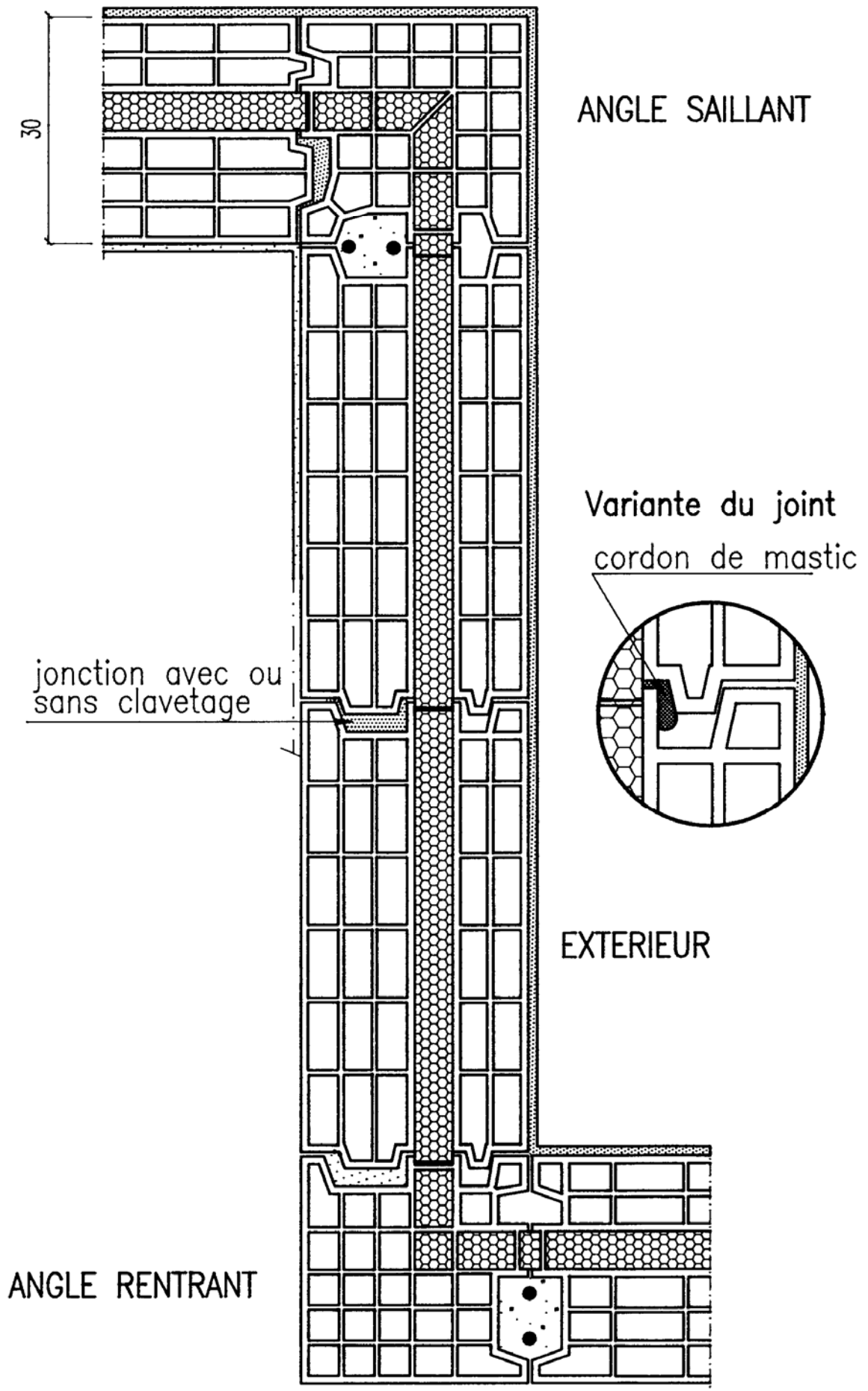
Angle rentrant



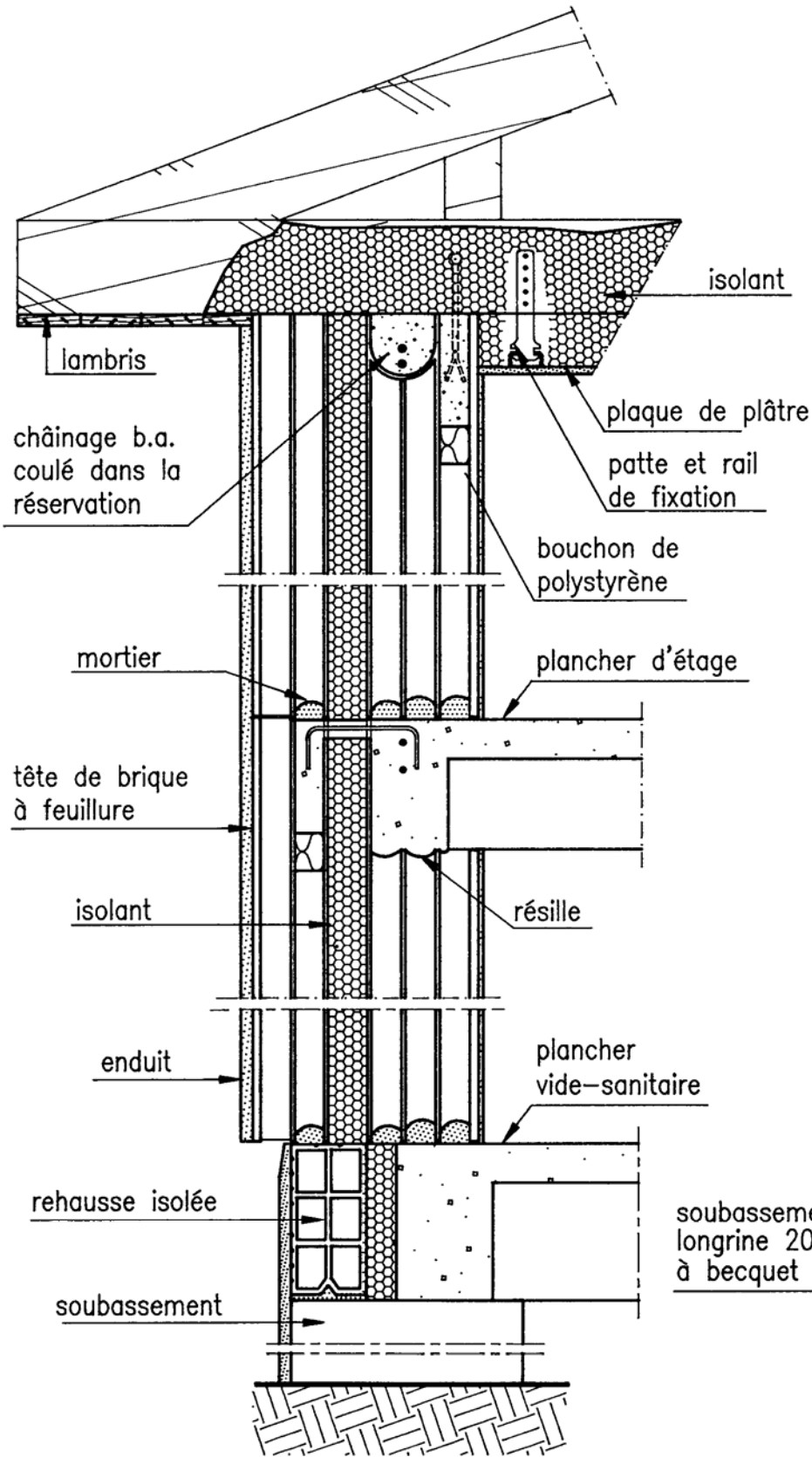
1/2 brique



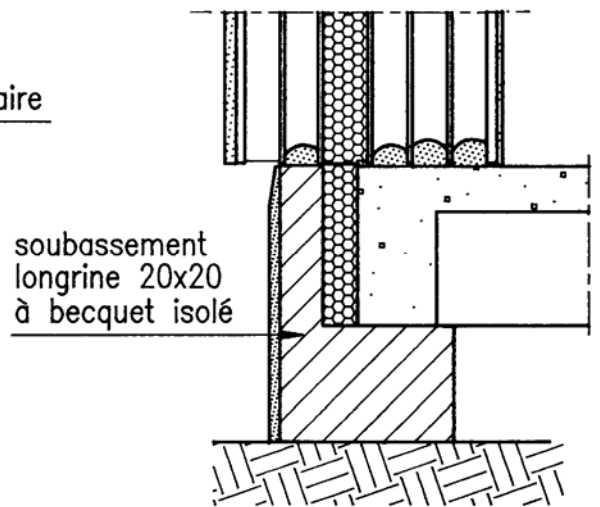
MUR BMI – COUPE HORIZONTALE



CHAINAGES HORIZONTAUX

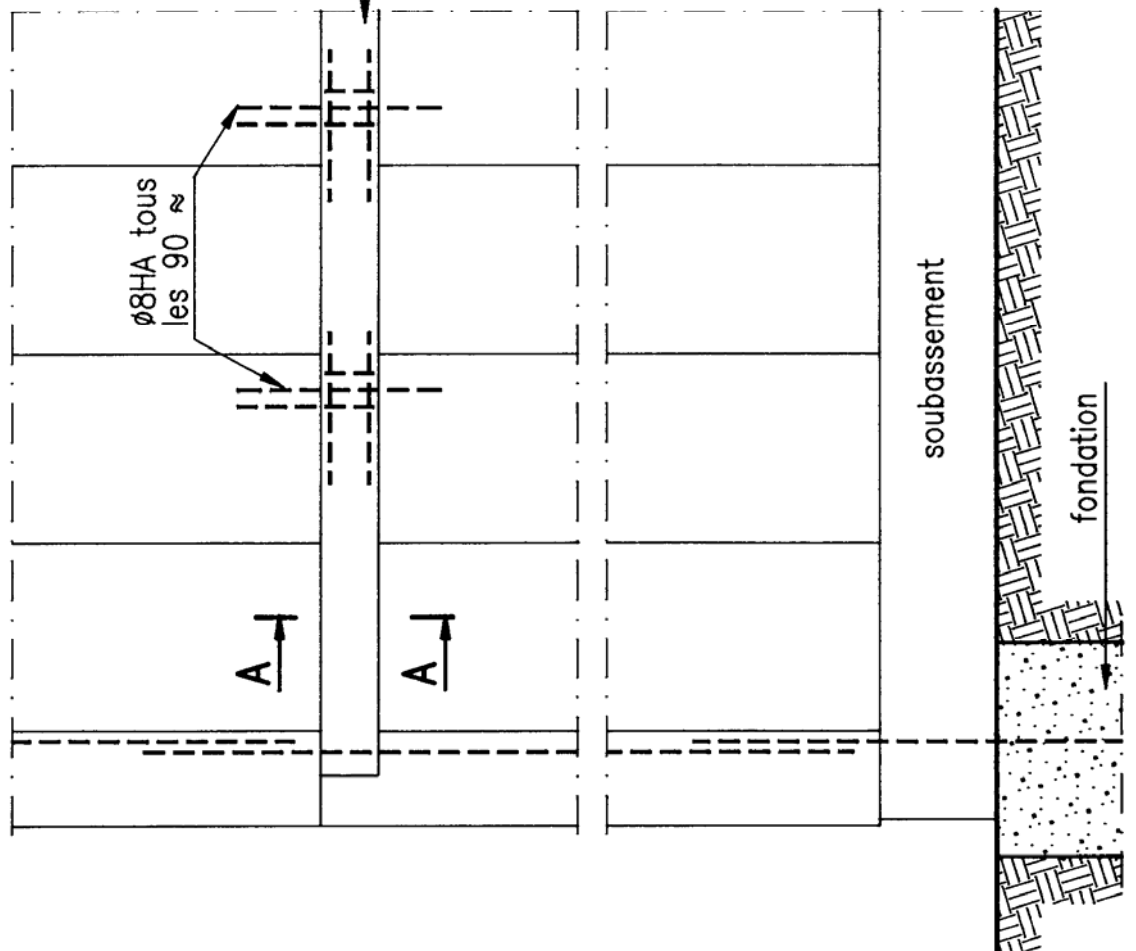


Variante

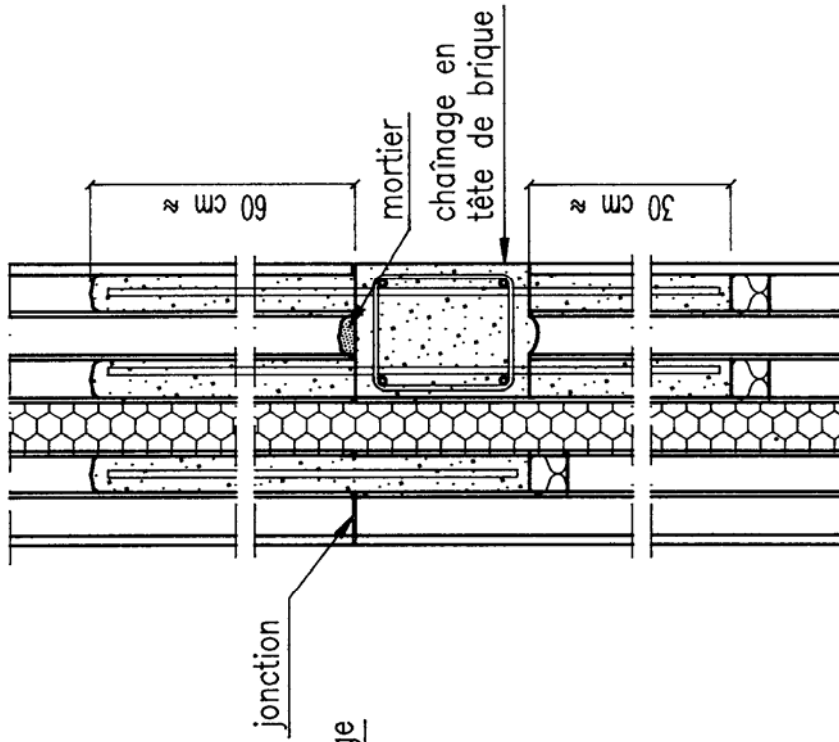


SUPERPOSITION DE BRIQUES MONOLITHES EN ETAGE
 uniquement sur des parties inférieures
 ou égales à 2 hauteurs d'étage

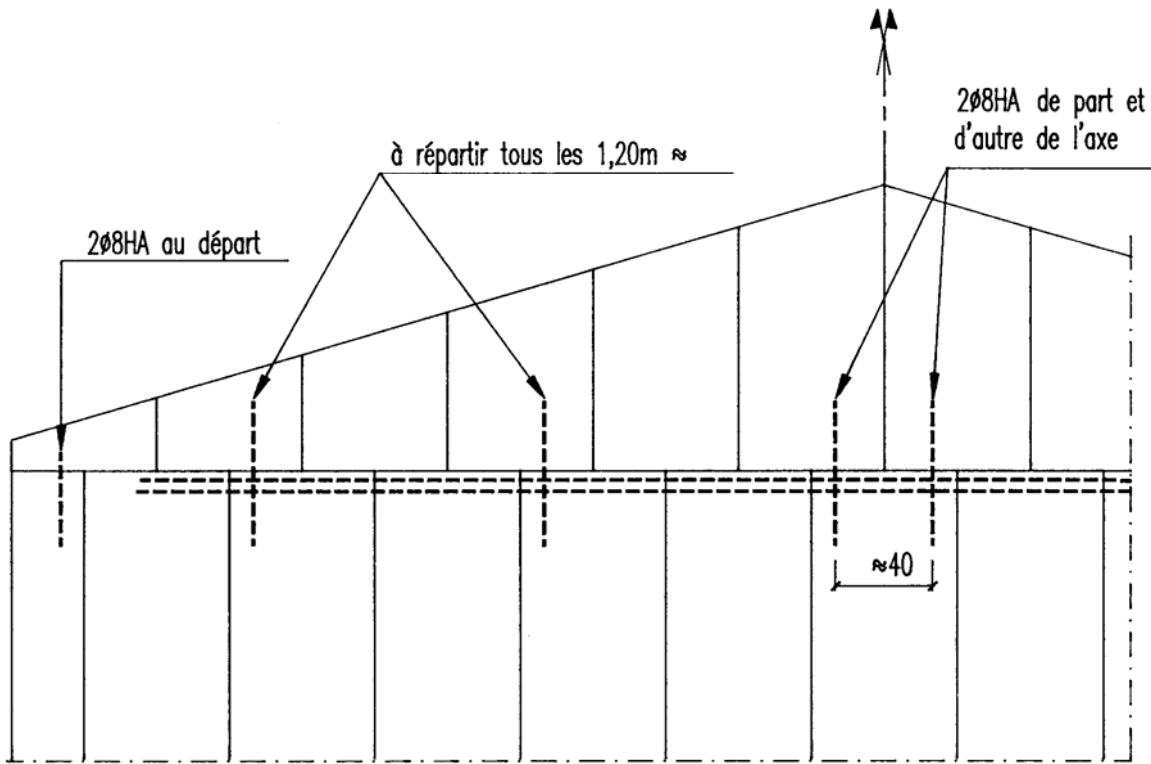
Vue en élévation



Coupe A-A

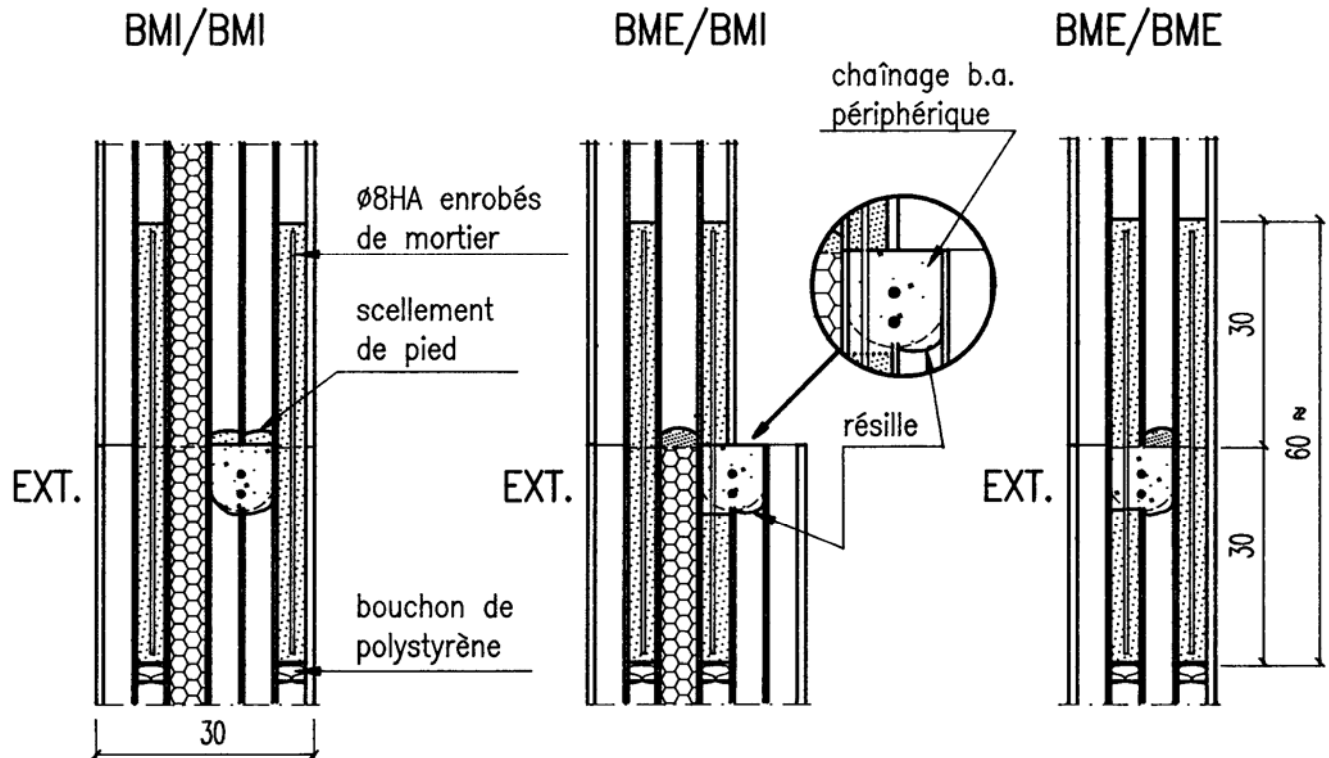


PRINCIPE DE COUTURES DES POINTES DE PIGNONS



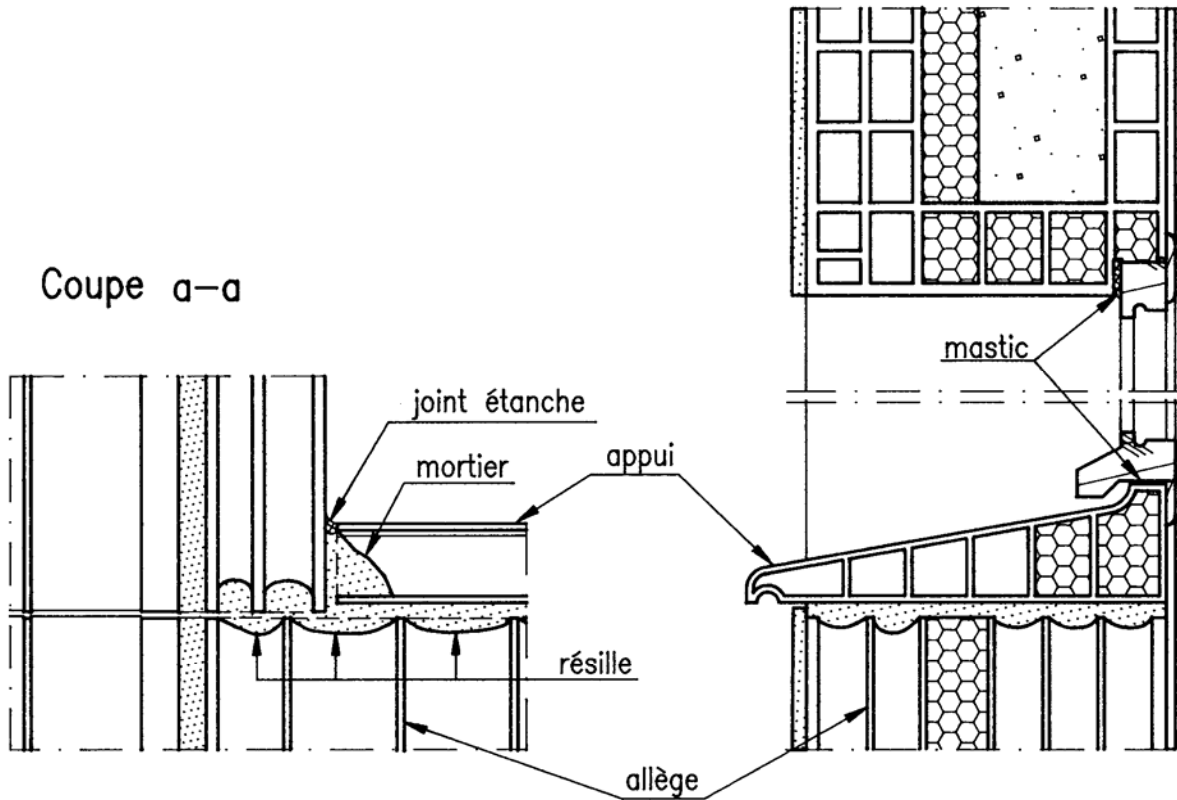
tous les joints entre briques des pointes de pignons seront clavetés au mortier

COUPES SUR JONCTION

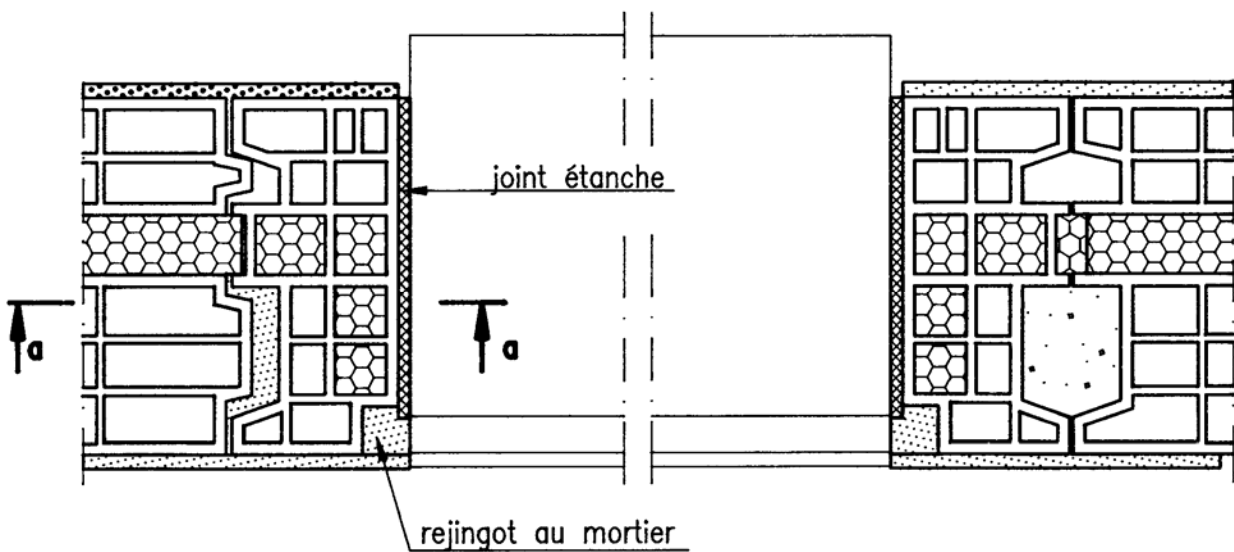


MUR BMI – ENCADREMENT AVEC BRIQUES

Coupe verticale

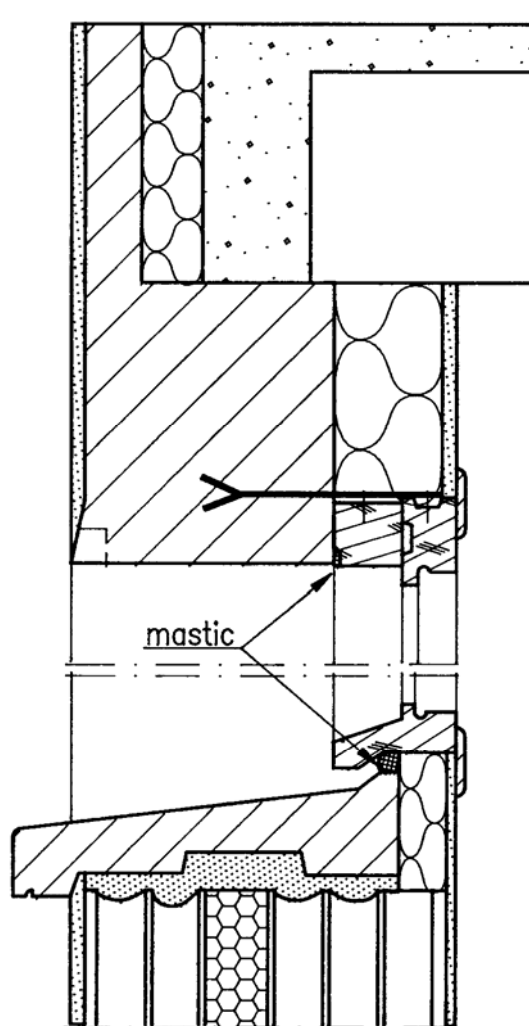


Coupe horizontale

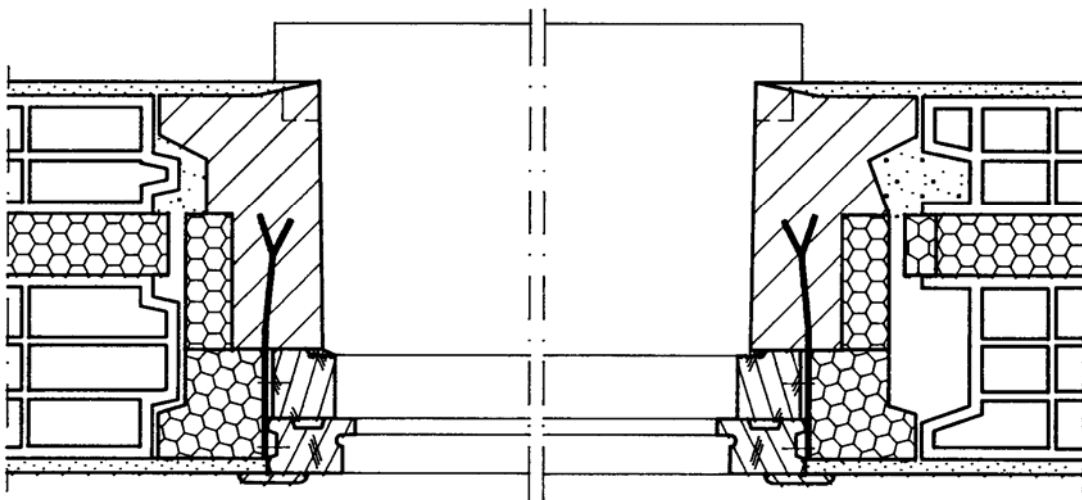


MUR BMI – ENCADREMENT BETON

Coupe verticale

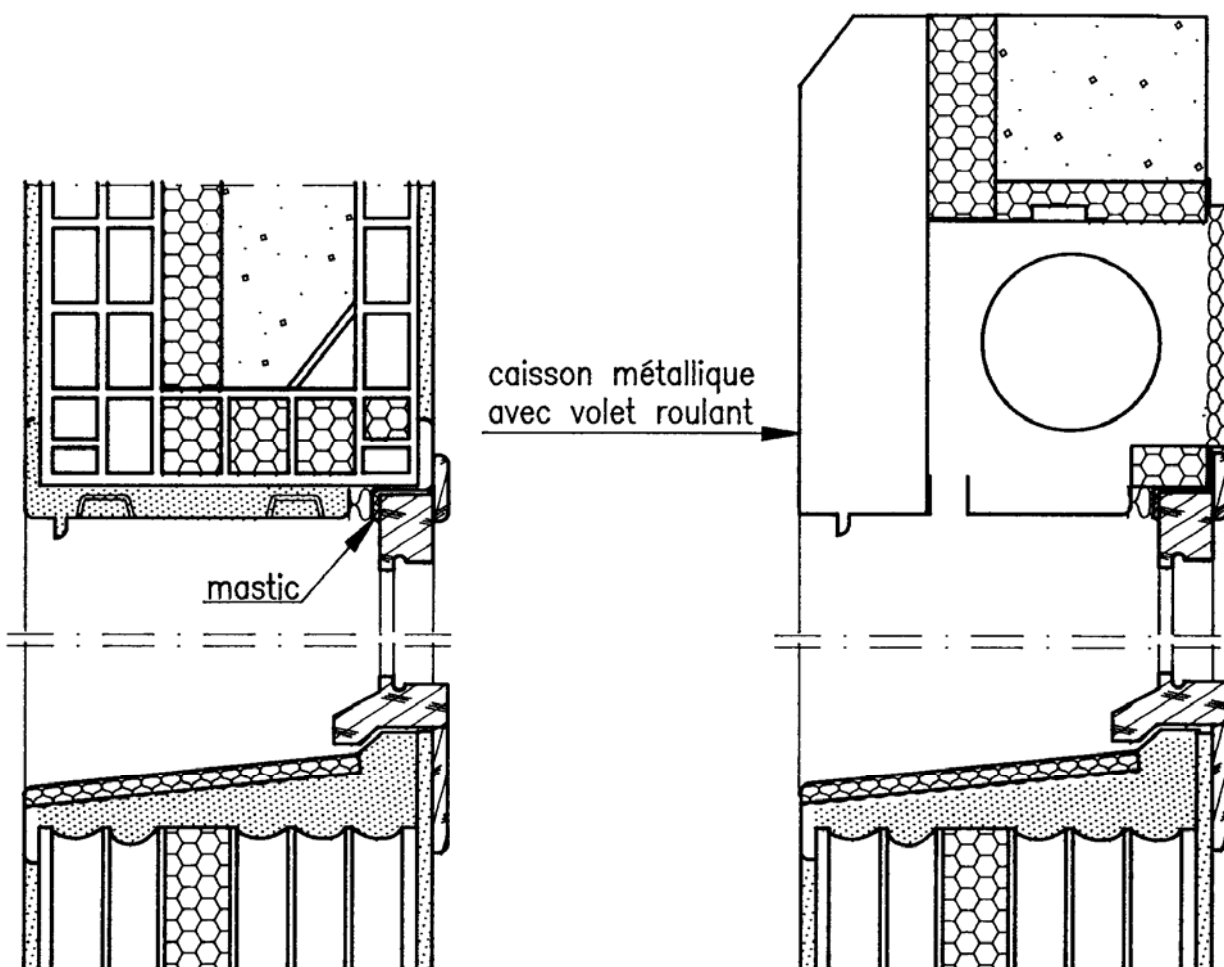


Coupe horizontale

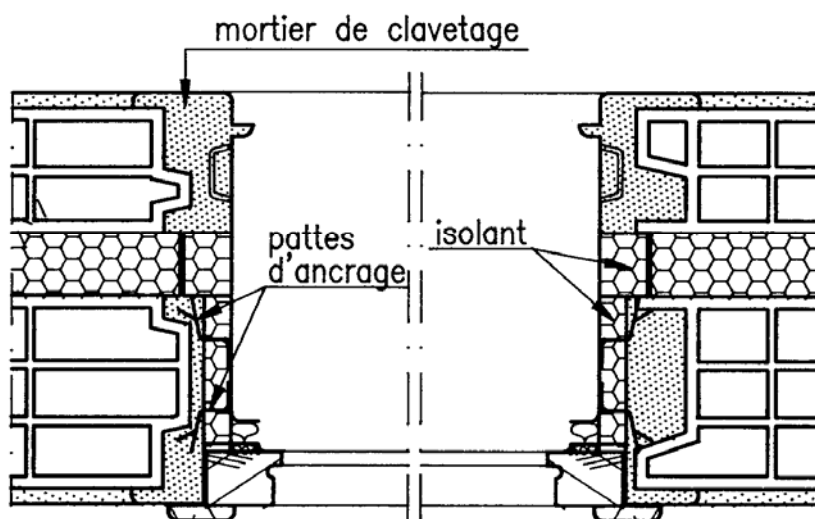


MUR BMI – ENCADREMENT AVEC PRECADRE METALLIQUE

Coupes verticales

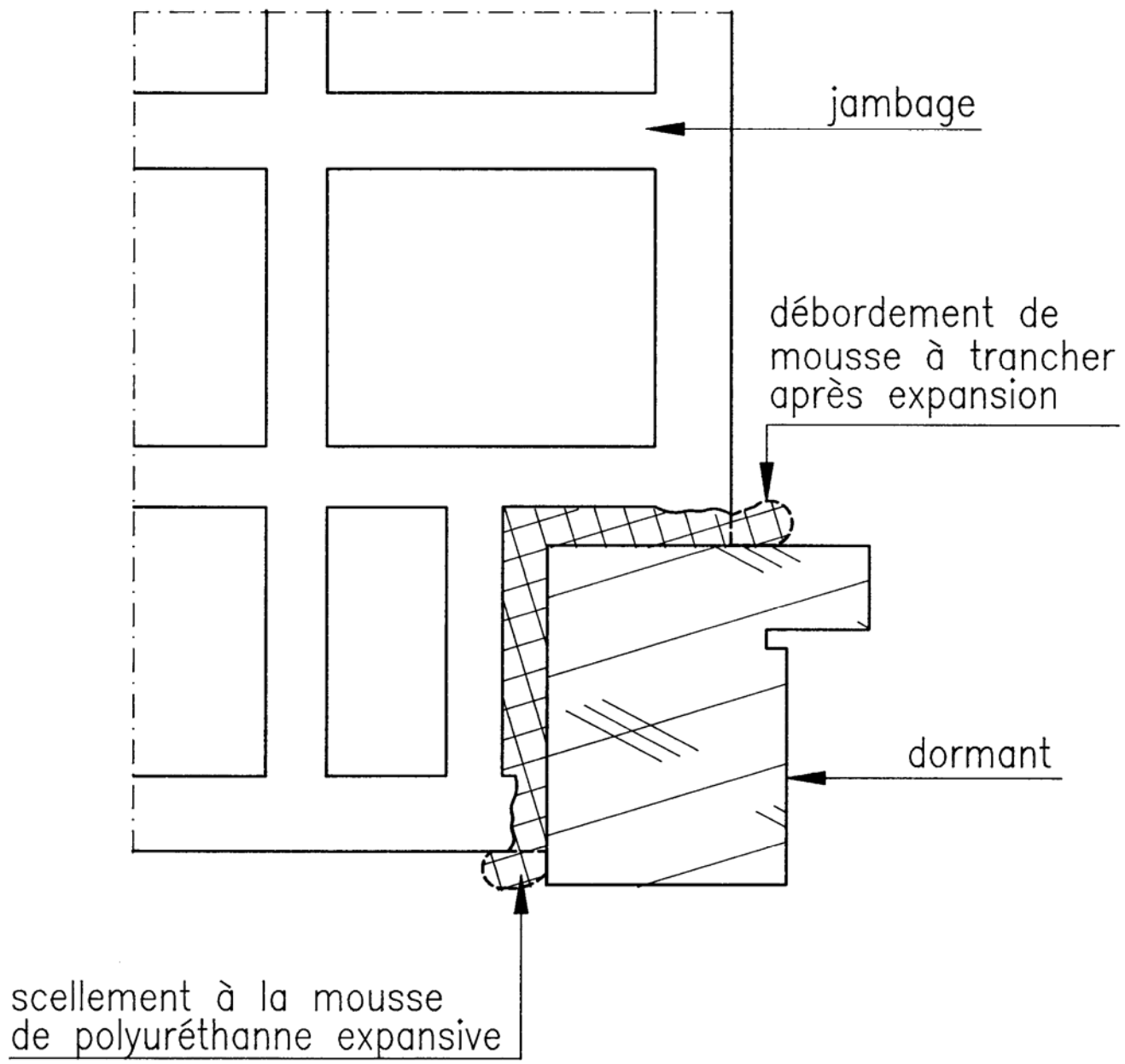


Coupe horizontale



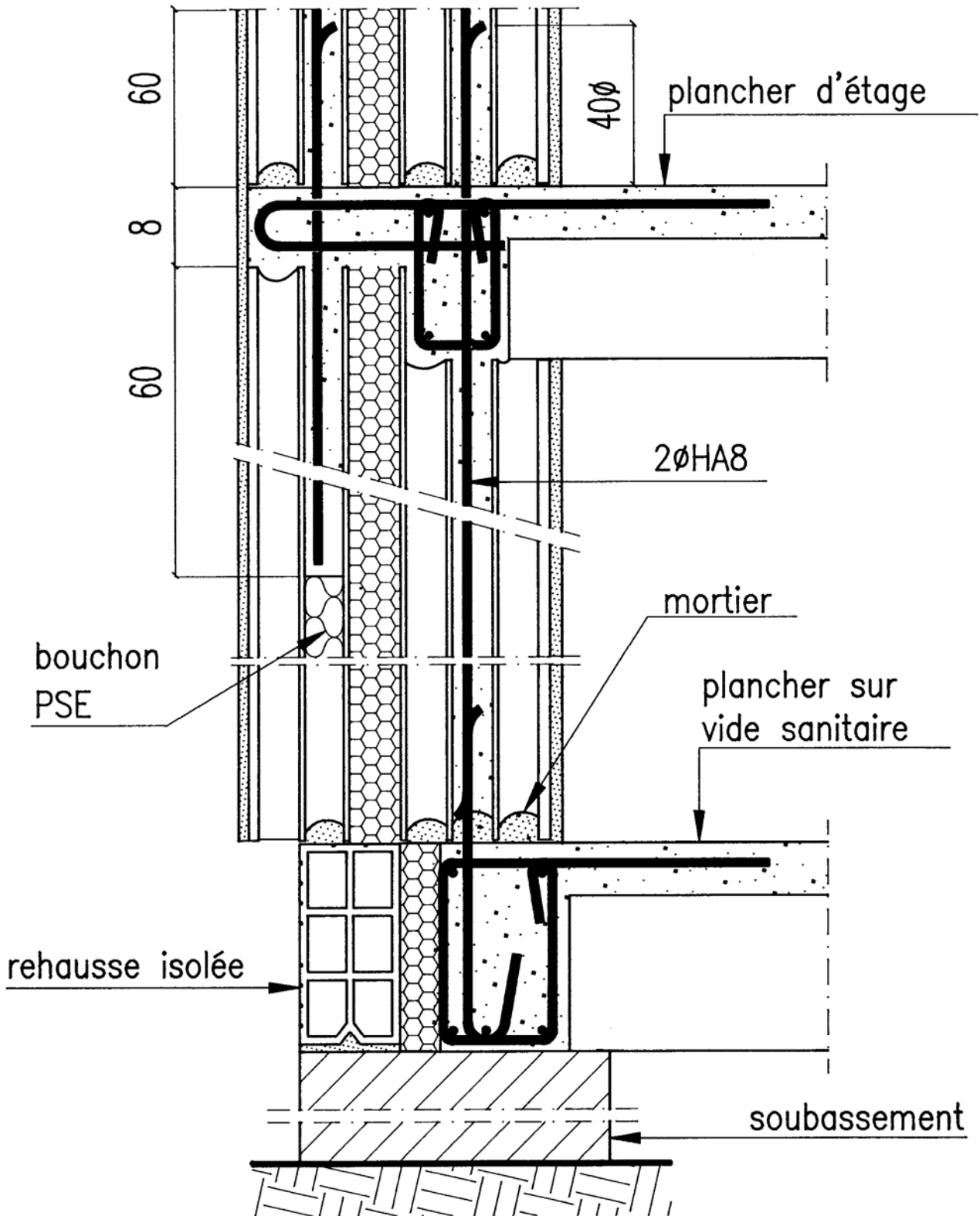
SCELLEMENT DES DORMANTS AUX MOUSSES DE POLYURETHANNE

-CAS DE POSE EN FEUILLURE-



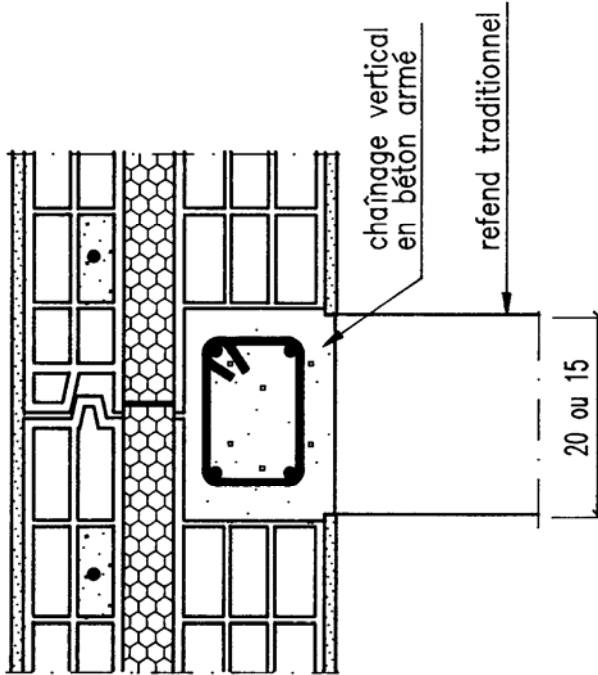
ZONES SISMIQUES

MUR BMI – CHAINAGE HORIZONTAL – LIAISONS VERTICALES

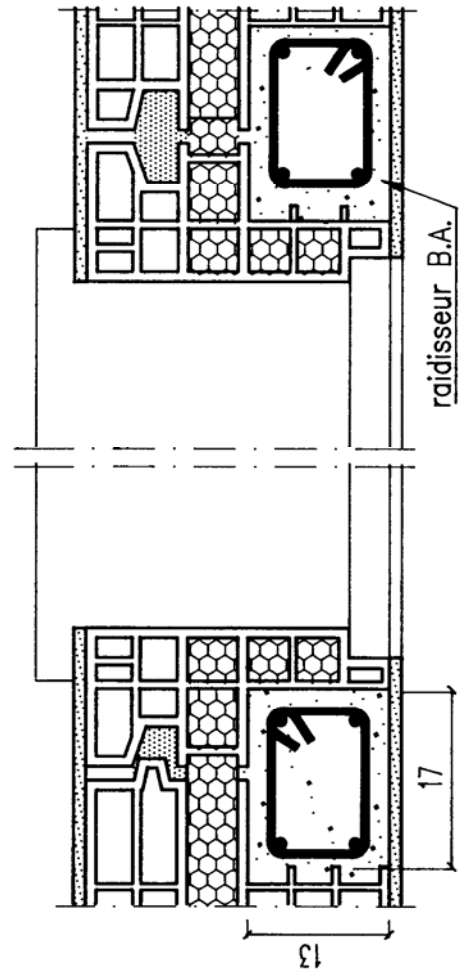


MUR BMI – ZONES SISMIQUES

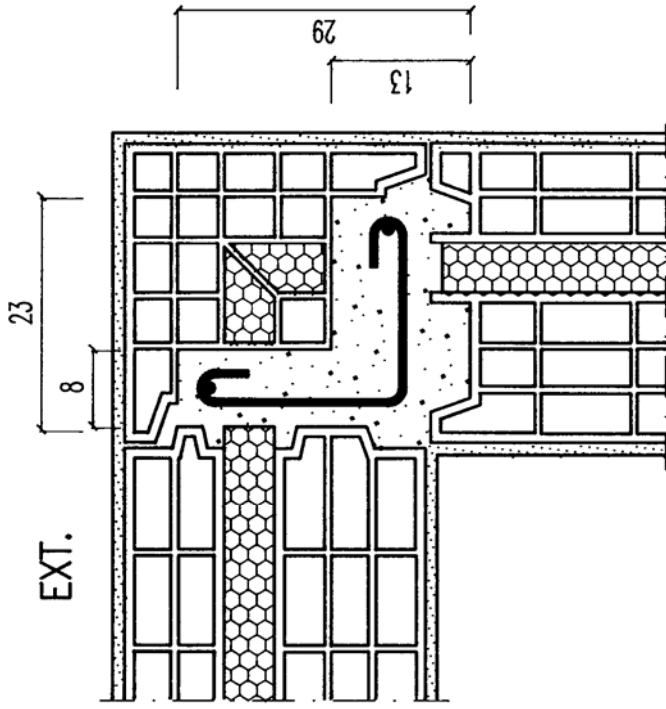
Refend



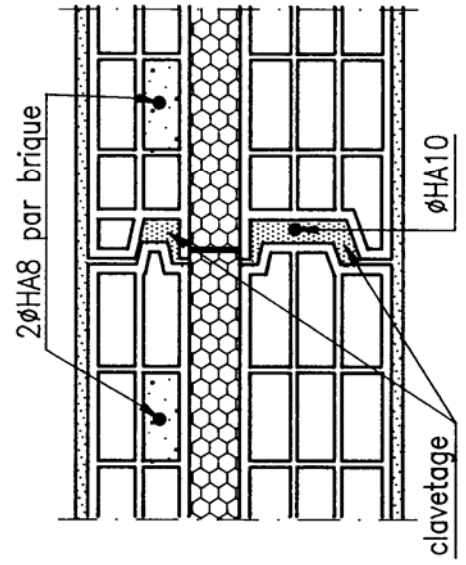
Baie



Angle sortant



Joint courant



MUR BMI – ANCRAGE DE LA BRIQUE EXTERIEURE

