

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **16/08-561**

Mur de façade

Ne peuvent se prévaloir du présent Document Technique d'Application que les productions certifiées, marque CSTBat dont la liste à jour est consultable sur Internet à l'adresse :

www.cstb.fr

rubrique : Evaluations
Certification des produits et des services

Porotherm R15 à 30

Relevant des normes

**NF EN 771-1
et NF EN 998-2**

Titulaire : Société Wienerberger SAS
8 Rue du Canal
Achenheim
FR-67087 Strasbourg cedex 2
Tél. : 03 90 64 64 64
Fax : 03 90 64 64 61
Internet : www.porotherm.fr

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 27 janvier 2009



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° 16 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 3 octobre 2008, le procédé de mur de maçonnerie en briques perforées « POROTHERM R15 à 30 » présenté par la Société WIENERBERGER SAS. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé qui rassemble les informations complémentaires utiles aux utilisateurs du procédé quand au domaine d'emploi, aux dispositions de conception et de mise en œuvre proposées propres à assurer un comportement normal des ouvrages. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications bénéficiant d'un Certificat de qualification CSTBat délivré par le CSTB et attaché à cet Avis.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie porteurs ou non porteurs en blocs de terre cuite de différentes épaisseurs, avec isolation rapportée par l'intérieur ou l'extérieur, montés à joints minces de mortier de montage. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés ou remplis de mortier, notamment pour l'utilisation du procédé en zone sismique.

Revêtements

Extérieur :

Enduits traditionnels monocouches ou multicouches réalisés conformément au DTU 26.1, applicables sur support de type Rt3 pour les maçonneries de produits compris entre 150 et 250 mm d'épaisseur, et Rt2 pour celles de produits de 300 mm d'épaisseur.

Intérieur :

Tout type d'enduit compatible avec le support terre cuite (enduits à base de liants hydrauliques ou enduits plâtre), plaques de plâtre collées.

1.2 Mise sur le marché

Les produits de terre cuite visés dans le présent Avis sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 2 juillet 2004 portant application à certains éléments de maçonnerie en terre cuite du décret n°92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, modifié par les décrets n° 95-1051 du 20 septembre 1995 et n°2003-947 du 3 octobre 2003.

De même, le mortier de montage également visé dans le présent Avis est soumis, pour sa mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 30 avril 2004 portant application à certains mortiers du décret n°92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, modifié par les décrets n° 95-1051 du 20 septembre 1995 et n°2003-947 du 3 octobre 2003.

1.3 Identification des produits

Les produits sont marqués en continu par une roulette réalisant une impression en creux en sortie de filière ; le marquage comporte le libellé WIENERBERGER, le nom de l'usine de production et la date de production, ainsi que le marquage correspondant à la certification CSTBat : logo CSTBat et numéro du certificat. Les housses de palette comportent la dénomination POROTHERM R.

Les produits en terre cuite mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations prévues par l'annexe ZA de la norme NF EN 771-1. De même, le mortier de montage mis sur le marché porte le marquage CE accompagné des informations prévues par l'annexe ZA de la norme 998-2.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Les ouvrages de maçonnerie visés dans le DTU 20.1.

Les limitations résultent de l'application des règles de conception et de calcul données dans le Cahier des Prescriptions Techniques.

Par ailleurs, les conditions d'exposition à respecter sont :

- pour les murs isolés par l'intérieur, celles visées dans la partie 3 du DTU 20.1 « Guide pour le choix des murs de façade en fonction du site », l'épaisseur brute de la maçonnerie devant être supérieure ou égale à 20 cm dans ce cas ;

- pour les murs isolés par l'extérieur, celles définies par référence à l'Avis Technique du système d'isolation et au document « Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 1833 de mars 1983) en assimilant le mur à une maçonnerie traditionnelle de briques en terre cuite, l'épaisseur brute de la maçonnerie devant être supérieure ou égale à 15 cm dans ce cas.

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'éléments structuraux principaux de bâtiments en zones sismiques Ia, Ib et II moyennant l'application des prescriptions du paragraphe 2.34 ci-après.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Stabilité

Elle est normalement assurée dans le domaine d'emploi accepté, moyennant le respect des règles habituelles en matière de conception, calcul et mise en œuvre des maçonneries de blocs perforés traditionnels en terre cuite.

Construction en zone sismique

Les prescriptions à appliquer pour la construction en zone sismique sont celles définies dans le Cahier des Prescriptions Techniques, paragraphe 2.34.

Sécurité incendie

Compte tenu de la nature incombustible des matériaux constitutifs des blocs et du mortier des joints, le procédé ne pose pas de problème particulier du point de vue de leur réaction au feu.

Les résultats d'essais de résistance au feu réalisés au CTICM sur une maçonnerie de 30 cm d'épaisseur non porteuse ont permis d'établir un classement de durée pare-flammes de 6 heures et de durée coupe-feu de 2 heures. Ces performances ne valent que pour des murs de 3,30 mètres de hauteur maximale. Il est à noter que les essais ayant permis d'obtenir ces classements ont été effectués selon une méthode enveloppant les exigences françaises (arrêté du 3 août 1999) et européennes.

En l'absence d'autre retour d'expérience sur le comportement au feu des ouvrages en maçonneries en terre cuite montés à joints minces et compte-tenu du domaine d'emploi, il peut être nécessaire d'apporter des justifications particulières en matière de résistance au feu en fonction de la destination de l'ouvrage à réaliser.

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

De ce point de vue, le procédé ne se distingue pas des maçonneries traditionnelles de petits éléments.

Isolation thermique

Les murs de façade en maçonnerie d'éléments POROTHERM R15 à 30 appartiennent à la famille des procédés à isolation rapportée. Le procédé peut permettre de satisfaire aux exigences réglementaires étant entendu que le coefficient volumique de déperditions thermiques ne dépend pas du seul procédé et qu'une vérification par le calcul, conduite conformément aux règles Th-U doit être conduite dans chaque cas.

Par décision n° 57 du Comité Thermique de l'Avis Technique réuni le 9 mars 2004, les valeurs de la résistance thermique R du mur en partie courante monté avec des briques de 30 cm d'épaisseur, à prendre en compte dans les calculs, sont données dans le tableau suivant :

Epaisseur Mur (cm)	Joints verticaux	résistance thermique R du mur non enduit en (m ² .K)/W
30	Remplis (1)	2.10
	Collés (2)	2.33
	Non remplis	2,53

(1) joint de 10 mm rempli sur toute l'épaisseur du mur

(2) avec épaisseur de collage de 3 mm

Il est rappelé que ces résultats ne valent que

- pour les produits fabriqués à l'usine de Betschdorf, bénéficiant d'un certificat CSTBat,
- pour un montage à joints horizontaux minces de mortier de montage,
- sous réserve d'autocontrôles réguliers de la masse volumique sèche du matériau constitutif (masse volumique nominale sèche du tesson : 1425 kg/m³ ± 100 kg/m³), des caractéristiques dimensionnelles des blocs et de la composition de la terre cuite et des contrôles internes tels que définis dans le Règlement Particulier de la marque NF – Briques creuses de terre cuite,
- sous réserve d'un suivi, complété par des prélèvements semestriels en vue de la mesure de conductivité sèche de la terre cuite, exercé dans le cadre de la certification CSTBat, à la demande du Comité Thermique de l'Avis Technique (CTAT).

Les valeurs de la résistance thermique des murs en partie courante montés avec des briques de 20 et 25 cm d'épaisseur à prendre en compte dans les calculs sont données dans le tableau suivant :

Epaisseur Mur (cm)	Joints verticaux	résistance thermique R du mur non enduit en (m ² .K)/W
20 (GF R20)	Non remplis	1,27
25 (GF R25)	Remplis	1,58
	Collés	1,61
	Non remplis	1,65

Des valeurs de coefficients linéiques à la liaison entre murs extérieurs et plancher bas sont également données dans le tableau ci-joint à titre d'exemples pour faciliter les calculs de déperditions.

Retour d'isolant en bordure de chape	Plancher bas dormant sur	
	L'extérieur ou sur vide sanitaire	Terre plein
OUI	0.08	0.04
NON	0.11	0.07

Isolement acoustique

Sur la base des résultats d'essais figurant au paragraphe B2 du Dossier Technique, on estime que les murs en 20 cm d'épaisseur réalisés selon ce procédé peuvent permettre de satisfaire à la réglementation de ce point de vue dans les zones où l'isolement requis est égal à 30 dB.

Étanchéité des murs extérieurs

L'étanchéité à l'eau des murs de façade est convenablement assurée, moyennant le respect des conditions d'exposition définies à l'article 4.2 de la partie 3 de la norme P 10-202 référence DTU 20.1.

Risques de condensation superficielle

Le procédé, lorsqu'il est associé à un système d'isolation par l'extérieur, permet de supprimer les ponts thermiques au droit des planchers et des refends, et donc d'éliminer les risques de condensation superficielle en ces endroits.

Des ponts thermiques subsistent dans le cas d'une isolation thermique rapportée côté intérieur, l'utilisation de la brique creuse d'about de dalle décrite dans le Dossier Technique étant de nature à réduire ces ponts au droit de la jonction mur-plancher.

Confort d'été

Selon la position de l'isolation thermique complémentaire dans l'ouvrage, les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois à isolation extérieure ou intérieure. La détermination de la classe d'inertie est à effectuer conformément aux règles « Th-I ».

Finitions - aspects

Les finitions prévues sont celles, classiques, pour les parois en terre cuite. L'homogénéité du support d'enduit apportée par un montage à joints minces est certainement favorable à l'homogénéité d'aspect et de teinte de l'enduit de parement.

Caractéristiques environnementales et sanitaires

Par décision n° 5 du Comité Environnement et Santé de l'Avis Technique (CESAT) consulté le 18 décembre 2003, les caractéristiques environnementales et sanitaires suivantes des systèmes visés par le présent Avis Technique ont été validées :

- déclaration environnementale conforme à la norme XP P 01-010 et synthétisée dans le tableau des impacts environnementaux présenté au chapitre 2.5 du dossier technique établi par le demandeur.
- La vérification de l'application du cadre méthodologique de la norme XP P 01-010 a porté notamment sur la cohérence du choix de l'unité fonctionnelle, de la durée de vie typique, des étapes du cycle de vie et des scénarios retenus, sur la représentativité de l'étude et les frontières du système. Elle ne concerne pas la véracité des informations qui sont fournies sous la responsabilité du demandeur.
- Classification C+ (très faibles émissions chimiques) pour le produit mis en œuvre dans un scénario d'utilisation « murs » objet du présent Avis Technique.
- Classification F (produit inerte vis-à-vis de la croissance fongique).
- Classification R+ (très faibles émissions radioactives) pour le produit mis en œuvre dans un scénario d'utilisation « murs » objet du présent Avis Technique.

2.22 Durabilité

La terre cuite constitutive des éléments ne pose pas de problème de durabilité intrinsèque dans la mesure où les spécifications définies dans le Dossier Technique sont satisfaites. Compte tenu de ce que les matériaux associés à la terre cuite dans le mur fini sont également des matériaux minéraux, la durabilité d'ensemble des murs est équivalente à celle des murs traditionnels homogènes constitués de ce même type de matériaux.

2.23 Fabrication

Bien que la pâte argileuse contienne des inclusions de matériaux fusibles devant être dosées et réparties avec soin, la fabrication des blocs et accessoires POROTHERM R15 à 30 ne diffère pas dans son principe de celle, classique, des blocs perforés traditionnels de terre cuite.

D'autre part, une chaîne de rectification de chaque face horizontale des produits à l'aide de disques diamantés permet d'obtenir aisément la précision dimensionnelle en hauteur demandée.

La fabrication fait l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB dans le cadre de la procédure des certificats CSTBat.

Les produits bénéficiant d'une telle certification sont repérables par la présence du logotype de la marque CSTBat suivi du numéro de marquage imprimé par les roulettes.

2.24 Mise en oeuvre

La compatibilité des produits avec les mortiers visés dans le Dossier Technique a fait l'objet d'essais de convenance permettant de conclure favorablement à l'aptitude à l'emploi de ces associations. Elles donnent de bons résultats moyennant l'application des méthodes décrites dans le Dossier Technique et l'utilisation des accessoires associés au système (platines de pose, rouleau applicateur). La réalisation des assises dont la planéité conditionne directement la qualité de réalisation des murs requiert un soin particulier.

L'attention est par ailleurs attirée sur le fait que, compte tenu de l'épaisseur réduite du joint de mortier de montage et de la relative porosité du support, la longueur maximale d'encollage ne doit pas être trop importante de manière à éviter des dessiccations prématurées du mortier de montage, qui seraient préjudiciables à la bonne tenue du collage.

Il est noté que la relative facilité de découpe du produit par sciage constitue un facteur favorable à la réduction des temps de montage des éléments POROTHERM R15 à 30.

Le titulaire de cet Avis Technique est tenu d'apporter son assistance technique aux entreprises désireuses de mettre en oeuvre ce procédé, notamment au démarrage des chantiers.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions de conception

Les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales doivent être calculées, conformément au DTU 20.1 chapitre 4 de la partie 2 : « Règles de calcul et dispositions constructives minimales », en appliquant à la résistance nominale des blocs le coefficient global de réduction défini dans ce document, soit 7 en chargement centré et 9 en chargement excentré.

Pour les murs en blocs de 30 cm d'épaisseur et dans le cas où la largeur d'appui a du plancher est inférieure aux 2/3 de l'épaisseur e du mur, ce coefficient global de réduction est pris égal à $\frac{6e}{a}$.

Pour les maçonneries de refend constituées d'éléments de 15 et 20 cm d'épaisseur, ce coefficient est donné dans le tableau ci-après :

	hauteur du mur (m)			
	2.50	3.00	3.50	4.00
mur de 15	6.5	6.9	7.3	7.8
mur de 20	6.2	6.6	7.0	7.5

Du fait de la nécessité de disposer d'un nombre entier de rangées sur chaque hauteur d'ouvrage (mur, allège, ...), et du fait de l'impossibilité de jouer sur l'épaisseur des joints aux fins de rattrapage, un calepinage préalable en hauteur des ouvrages est indispensable.

Un calepinage des ouvrages en longueur et pour le positionnement des baies est en outre nécessaire pour limiter le nombre de coupes au minimum.

2.32 Prescriptions de fabrication

Les caractéristiques des éléments POROTHERM R15 à 30 doivent satisfaire aux spécifications de la norme NF EN 771-1 en ce qui concerne l'aspect, les dimensions, l'état de surface, les éclatements, la dilatation conventionnelle à l'humidité, l'absorption d'eau, et les tolérances dimensionnelles sur la hauteur, les prescriptions relevant de la catégorie M (briques et blocs pour mise en œuvre à joints minces). Les altérations provoquées par les essais de résistance au gel définis dans la norme ci-dessus ne doivent en outre pas entraîner de perte de masse supérieure à 1,1% de la masse initiale de chaque produit.

De plus, les classes de résistance des différents produits doivent être conformes à celles indiquées au paragraphe 2 du Dossier Technique.

Seuls les murs d'épaisseur supérieure ou égale à 15 cm peuvent être considérés comme porteurs.

Les produits doivent faire l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB et le CTTB, présentant des garanties équivalentes à celles attachées à la licence d'apposition de la marque NF "Briques creuses de terre cuite".

2.33 Prescriptions de mise en œuvre

Il est rappelé que l'application du mortier de montage, choisi exclusivement parmi ceux indiqués au Dossier Technique, doit être effectuée à l'aide du rouleau spécialement prévu à cet effet de manière à assurer un calibrage aussi régulier que possible de la couche de mortier. La pose est proscrite sur supports gelés ou gorgés d'eau.

La technique nécessitant de poser le premier rang sur une assise bien plane et de niveau, le planéité et l'horizontalité sont à vérifier sur la périphérie de l'ouvrage (ou sur une partie de l'ouvrage délimitée par des joints de fractionnement) au moyens d'instruments dont la précision de mesure est compatible avec celle de l'ouvrage à réaliser.

2.34 Utilisation en zones sismiques

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'éléments structuraux principaux de bâtiments en zones de sismicités Ia, Ib et II moyennant l'une ou l'autre des dispositions suivantes :

- l'application intégrale des prescriptions de la norme en vigueur NF P 06-013, dites « règles PS 92 », visant un montage à joints verticaux remplis ;
- l'application de la norme NF P 06-014 (« Règles PS-MI 89 révisées 92 ») qui fournit dans le cas de petits bâtiments de forme simple définis dans cette norme, des dispositions constructives dont l'application assure le respect des règles PS 92 sans nécessité de vérification par calcul. Il est rappelé que les bâtiments visés par cette norme doivent être au maximum de type R + 1 + comble, de forme simple tant en plan qu'en élévation (décrochements à éviter) et contreventés par des murs répartis sur le pourtour des planchers. Il est rappelé que les joints verticaux doivent être remplis.
- L'utilisation en zone sismique selon les normes NF P 06-013 ou NF P 06-014 est admise moyennant le remplissage des joints verticaux sur toute l'épaisseur des blocs (10 mm minimum).
- Pour les murs en éléments de 30 cm d'épaisseur, l'application des prescriptions de la norme NF P 06-013, hormis celle faisant obligation du remplissage des joints verticaux. Cette solution constructive nécessite en contrepartie le respect des prescriptions complémentaires suivantes :
 - limitation aux bâtiments réguliers au sens des règles PS92, et de type R+2 au plus ;
 - hauteur sous plancher haut inférieure à 2,75 m ;
 - respect du décalage des joints verticaux d'une rangée sur l'autre d'une demi-longueur de bloc ;
 - coefficient de comportement q de la maçonnerie pris égal à 2,5 ;
 - longueur des panneaux de contreventement supérieure ou égale à 2 m ;

- épaisseur des murs égale à 30 cm
- longueur utile des panneaux de contreventement l_m limitée à 6 m ;
- remplissage systématique des joints verticaux pour des trumeaux dont la longueur est inférieure à 1,20 m ;
- la capacité résistante individuelle des panneaux de contreventement R, exprimée en kN, satisfaisant aux conditions ci-avant peut être prise égale à

$$R = 250 \times \left(1 + \frac{l_m}{2} \right)$$

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

Jusqu'au 31 octobre 2013

Pour le Groupe Spécialisé n° 16
Le Président
Eric DURAND



3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit dans le présent dossier appartient à la famille des murs en blocs rectifiés de terre cuite montés à joints minces de mortier et à isolation rapportée. Les dimensions de ces blocs ont été choisies de manière à leur conférer un poids unitaire inférieur à 20 kg. Les valeurs des coefficients globaux de réduction à appliquer pour le calcul des contraintes admissibles sous chargement vertical ont été validées par les résultats d'essais sur murets réalisés au CSTB.

Quant à la capacité résistante des panneaux de contreventement des murs de 30 cm d'épaisseur, elle a été évaluée selon les principes donnés dans la norme NF P 06 013 adaptés au montage à joints verticaux secs (cf. Cahier du CSTB n° 3199 de mars 2000), en assimilant l'ensemble formé par les panneaux et par les chaînages qui les encadrent à des systèmes triangulés dont les éléments diagonaux sont constitués par les bielles actives se mobilisant dans la maçonnerie.

La résistance en compression de ces bielles a elle-même été évaluée à partir des résultats d'essais en compression horizontale et verticale sur murets.

Le modèle de calcul utilisé ne prenant pas en compte les éventuels phénomènes d'endommagement prématuré par cisaillement/glisement le long des joints horizontaux, la pente des bielles est limitée à une valeur comprise entre 0.5 et 2.

Il est précisé que le respect des règles PS92 suppose un remplissage des joints verticaux sur toute l'épaisseur des murs, cette disposition conduisant à une baisse des performances thermiques par rapport à un montage à joints verticaux laissés secs.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°16
Nicolas RUAUX



Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe du procédé et domaine d'emploi

Le procédé POROTHERM R15 à 30 est une maçonnerie composée de briques de terre cuite, conformes à la norme NF EN 771-1, assemblées par des joints horizontaux minces obtenus avec un mortier de montage.

Ce procédé est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs de différentes épaisseurs, avec isolation rapportée. Il peut être utilisé pour tous les types de constructions courantes telles que maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, pour constructions scolaires et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

2. Eléments constitutifs

2.1 Briques rectifiées pour murs porteurs extérieurs et de refends

2.1.1 Structure générale

Les briques courantes POROTHERM R15 à 30 sont constituées d'une structure à alvéoles verticales de forme rectangulaire.

2.1.2 Briques courantes

2.1.2.1 Briques Grand Format (GF)

Epaisseur (mm)	150	200	250
Longueur (mm)	500	500	500
Hauteur rectifiée (mm)	299	299	299
Masse (kg)	17	18	20
Résistance normalisée f_b (N/mm ²)	11	10	9
Classe de résistance à la compression	RC80	RC80	RC80

2.1.2.2 Destination

Ces briques sont destinées à réaliser des murs avec compléments d'isolation thermique intérieurs ou extérieurs.

Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés ou remplis de mortier, notamment pour l'utilisation du procédé en zone sismique.

2.1.3 Briques accessoires

2.1.3.1 Poteaux et Poteaux Multi-angles

Briques destinées à l'intégration des chaînages verticaux en béton armé. La structure, la classe de résistance et le format sont identiques aux briques grand format. Ces briques comportent un évidement vertical de dimensions 15 cm.

2.1.3.2 Briques de chaînage horizontal

Briques destinées à l'intégration des chaînages horizontaux en béton armé. La structure, la classe de résistance et le format sont identiques aux briques grand format. Ces briques comportent un évidement de dimensions 15 cm.

2.1.3.3 3 Briques Feuillures et Tableaux

Briques destinées à la réalisation des tableaux de baie.

La structure, la classe de résistance et le format sont identiques aux briques grand format.

2.1.3.4 Briques complémentaires et arases

L'ensemble de la gamme est également fabriqué en hauteur de 189 mm ou 124 mm pouvant se maçonner à joints minces et permettant un calepinage idéal en hauteur d'étage.

2.1.35 Briques Abouts pour correction de ponts thermiques

Pour le coffrage des rives de plancher, le procédé comprend également des briques Abouts et Cloisobrics de hauteurs adaptées aux épaisseurs courantes des planchers. L'épaisseur de ces briques est de 5 à 10 cm avec ou sans complément d'isolants.

2.2 Autres briques pour murs porteurs extérieurs et de refends

Structure à alvéoles verticales rectangulaires.

Epaisseur (mm)	150	200	220	250	300
Longueur (mm)	500	500	500	500	373
Hauteur rectifiée (mm)	249	249	249	249	249
Masse (kg)	14	17	19	20	20
Résistance normalisée f_b (N/mm ²)	15	14	13	9	8
Classe de résistance à la compression	RC110	RC110	RC110	RC80	RC70

La gamme comprend des accessoires identiques aux accessoires décrits dans le paragraphe 2.1.3 « Briques accessoires » avec une hauteur adaptée à ces briques de 249 mm.

2.3 Mortiers pour joint mince

Les mortiers utilisés pour l'exécution des joints horizontaux sont des mortiers industriels en poudre prête à gâcher.

Les mortiers utilisables ont fait l'objet d'essais de convenance sur leur aptitude d'emploi pour ce qui concerne la résistance de la maçonnerie et les conditions de mise en œuvre. Leurs caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Producteur	PAREX-LANKO	DESVRES
Présentation	Poudre rouge	Poudre rouge
Densité apparente	1,3 ± 0,2	1,35 ± 0,1
pH	13	12,5
Constituants	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvants	- Liants hydrauliques - Charges minérales - Adjuvant
Taux de gâchage (%)	32	40
Temps de vie en auge (minutes)	180 ± 30	120
Temps d'ajustabilité (minutes)	5 à 20	10 à 15

3. Fabrication - contrôles

3.1 Schéma général de la production

Dosage volumétrique des matières premières.

Broyage des matières premières (Granulométrie ≤ 1 mm).

Pré-humidification et homogénéisation des terres. Obtention de mottes compactes à humidité constante.

Humidification à la vapeur, filage et coupage.

Séchage avant cuisson par ventilation régulée en température et humidité.

Cuisson selon un cycle régulé automatiquement avec la température du palier de cuisson.

Rectification permettant le calibrage de la hauteur des briques avec une tolérance de ± 0,5 mm.

3.2 Marquage

Les produits sont marqués en continu par une molette réalisant une impression en creux en sortie de filière. Le marquage réalisé comporte le libellé WIENERBERGER, la date de fabrication, l'identification de l'usine et les certificats de qualité le cas échéant.

3.3 Contrôles

Les contrôles sont réalisés conformément aux exigences :

- du règlement d'application du marquage CE2+
- du référentiel de certification de la marque NF Briques de terre cuite

3.31 Contrôles de fabrication

Contrôle quotidien des dosages.

Contrôle quotidien de l'écartement des cylindres de broyage.

Séchage des briques avant cuisson : la température et le taux d'humidité sont enregistrées par des sondes couplées à un automate de régulation.

Le cycle de température le long du four de cuisson est enregistré par des sondes couplées à des automates de régulation.

La rectification de hauteur est régulée en permanence par un automate qui réagit à partir d'une détection en sortie des produits et sous surveillance permanente d'un opérateur.

3.32 Contrôle sur produits

Essais et contrôles de conformité sur les caractéristiques suivantes :

- Dimensions
- Géométrie
- Masse volumique apparente sèche
- Résistance à la compression
- Dilatation due à l'humidité
- durabilité vis-à-vis du gel-dégel.

4. Mise en œuvre

4.1 Pose des briques POROTHERM R15 à 30

4.11 Outillage

Outre l'outillage traditionnel du maçon (règle, niveau, maillet caoutchouc...), la mise en œuvre du procédé POROTHERM R15 à 30 nécessite l'utilisation d'un outillage complémentaire adapté comprenant :

- Des platines de pose métalliques pour le réglage du premier lit de mortier traditionnel.
- Un mélangeur rotatif monté sur une perceuse pour gâchage du mortier pour joint mince dans un seau.
- Un rouleau pour la pose précise et régulière du mortier pour joint mince. Le rouleau comprend un réservoir distributeur de plusieurs litres.

4.12 Principe général de pose des briques

Wienerberger apporte une assistance technique ou une formation pour les entreprises découvrant le procédé.

L'assise du premier rang de briques est réalisée sur un lit de mortier traditionnel conformément au DTU 20-1.

Après étalement du mortier, celui-ci est parfaitement réglé de niveau avec une règle prenant appui sur les guides des platines de réglage.

Le maçon procède ensuite à la pose du premier rang en réglant l'alignement des briques et leur niveau dans les 2 directions à l'aide d'un niveau et d'un maillet en caoutchouc.

Ensuite, les autres rangs seront posés au mortier pour joint mince.

Le gâchage du mortier est réalisé à l'aide du mélangeur électrique de manière à obtenir une consistance fluide sans être liquide.

Le mortier est ensuite déposé sur les briques avec le rouleau applicateur spécial. La présence de petites cerces sur le rouleau permet de déposer un joint continu et régulier avec une épaisseur suffisante.

La conception de ce rouleau fait l'objet du brevet européen n° DE 43 34 096 C2 et d'un dépôt du modèle.

4.2 Réalisation des chaînages verticaux

Les briques Poteaux, disposées alternativement dans un sens et dans l'autre, permettent le harpage des briques avec une réservation pour la mise en œuvre des chaînages conformément au DTU 20-1, ou conformément à la réglementation pour les constructions en zones sismiques.

4.3 Réalisation des chaînages horizontaux

En partie courante de maçonnerie, les chaînages horizontaux sont réalisés avec les briques Linteaux-Chaînage.

Au niveau des planchers, les chaînages sont coffrés du côté extérieur par des briques abouts de dalles, de hauteurs adaptées aux épaisseurs courantes de planchers.

4.4 Réalisation des tableaux de baies

Les tableaux de baies sont obtenus en utilisant successivement d'un rang à l'autre une brique Feuillure et une demi-brique coupée sur chantier, ce qui permet de respecter l'appareillage.

4.5 Réalisation des linteaux

L'utilisation des briques Linteaux-Chaînage permet la réalisation d'une petite poutre de béton armé suivant les règles du BAEL.

Les linteaux peuvent également être mis en œuvre à partir de prélin-teaux de terre cuite, associés à une rehausse en briques pleines ou perforées de format adapté.

4.6 Jonction entre mur de façade et mur de refend

Le mur de refend est soit harpé traditionnellement conformément au DTU 20-1 soit arrêté simplement contre le parement du mur de façade sans harpage entre les briques des deux murs.

La liaison mécanique entre façade et mur de refend est alors obtenue en établissant un chaînage vertical à proximité de l'about du mur de refend et un autre dans le mur de façade au droit du mur de refend. Ces deux chaînages sont liés entre eux par les chaînages horizontaux en pied et en tête du niveau.

4.7 Dispositions parasismiques

Le procédé POROTHERM R15 à 30 permet une utilisation en zone sismique. L'ensemble des joints verticaux est exécuté soit en collant au joint mince entre elles les boutisses des éléments juxtaposés, soit en jointoyant verticalement les briques par remplissage de la poche à mortier prévue à cet effet, soit en optant pour un montage à joints verticaux secs.

Exécution des joints verticaux par encollage des boutisses :

Le joint vertical est réalisé avec le mortier pour joint mince déposé sur la boutisse de la brique à l'aide du rouleau applicateur ou d'une truelle. L'épaisseur de mortier déposé ne doit pas être inférieure à 3 mm (l'on pourra procéder soit par enduction du produit en place et approche du produit suivant, soit par enduction du produit suivant et approche contre le produit en place).

4.8 Enduits

4.8.1 Revêtements extérieurs

Un revêtement extérieur est obligatoire pour les murs extérieurs à simple paroi.

Les enduits applicables sur cette maçonnerie sont des enduits monocouches ou multicouches conformes au DTU 26.1.

La résistance à l'arrachement à prendre en compte pour nos briques de terre cuite est :

- Rt3 pour les briques d'épaisseur 150 à 250 mm
- Rt2 ou Rt3 pour les briques d'épaisseur 300 mm.

4.8.2 Revêtements intérieurs

Enduits traditionnels à base de liants hydrauliques, enduits plâtre, plaques de plâtre collées, isolant et contre-cloison brique, complexe de doublage plaque de plâtre-isolant ou enduits non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique.

B. Résultats expérimentaux

Résultats d'essais mécaniques

(Rapport d'essais du CSTB n° EM 99-023 du 21 octobre 1999).

Résistance à la compression des éléments de maçonnerie

Les résultats des essais de résistance à la compression sont donnés dans le tableau suivant :

Epaisseur (mm)	150	200
Résistance mini (N/mm ²)	17,9	16,1
Résistance moyenne (N/mm ²)	18,8	18,7

Essais sur mortiers de montage

Les résultats des essais (valeurs moyennes) sont donnés ci-dessous :

LANKO-PAREX

Age	Masse volumique (kg/m ³)	Résistance en flexion (MPa)	Résistance en compression (MPa)
7 jours	1479	4,71	12,4
28 jours	1479	5,25	14,2

DESVRES

Age	Masse volumique (kg/m ³)	Résistance en flexion (MPa)	Résistance en compression (MPa)
7 jours	1225	2,26	4,0
28 jours	1243	1,54	4,5

Essais de compression sur murets et trumeaux

Les résultats des essais de résistance à la compression sont donnés dans le tableau suivant. Les essais ont porté sur des murets et trumeaux de 1 m de largeur.

N° essai	Corps d'épreuve	Hauteur (m)	Epaisseur (m)	1 ^{ère} fissure (kN)	Rupture (kN)	
1	Murets centrés	1	0,15	400	820	
2				450	955	
3				950	1120	
4				850	1110	
5				800	850	
6	Trumeaux centrés	2,25		400	875	
7				525	1080	
8				300	800	
9	Trumeaux excentrés			240	730	
10				200	750	
11			280	890		
12	Murets centrés		1	0,20	610	1040
13					520	1005
14					580	960
15					440	980
16		630			890	

Résultats d'essais acoustiques

(Rapport d'essais du CSTB n°AC05-193/4, AC05-193/5, AC05-193/6, AC05-193/7, AC05-193/8, AC05-193/9, AC05-193/10, AC05-193/11, AC05-193/12 à 12 du 26 mars 2006).

Des mesures acoustiques ont été réalisées sur de nombreuses configurations de murs (parois maçonnées avec et sans complexe de doublage, différents types d'isolants, différentes épaisseurs d'isolants).

Les résultats des configurations courantes sont donnés dans le tableau suivant :

Epaisseur (mm)	200
Hauteur (mm)	299
Isolation phonique (dB) Enduit plâtre 10 mm sur 1 face	R _w (C; C _{tr}) = 40(0; -2)
Isolation phonique (dB) Enduit plâtre 10 mm sur 1 face et CALIBEL 10 + 80 sur l'autre face	R _w (C; C _{tr}) = 56(-2; -9)

Résistance à la compression horizontale

L'ensemble des produits de structure présente une résistance à la compression horizontale supérieure à 1,5 N/mm².

Caractéristiques thermiques

Les résistances thermiques des maçonneries en briques POROTHERM GF R20, GF R25 et R30 sont données dans les tableaux suivants :

Epaisseur Mur (mm)	Joint verticaux	Résistance thermique R mur avec enduit extérieur 1,5 mm (m ² .K/W)
200 (GF R20)	Non remplis	1,27
	Remplis	1,58
250 (GF R25)	Non remplis	1,65
	Collés	1,61
	Remplis	1,58

Epaisseur Mur (mm)	Joint verticaux	Résistance thermique R mur non enduit (m ² .K/W)
300 (R30)	Non remplis	2,53
	Collés	2,33
	Remplis	2,10

C. Références

Le procédé POROTHERM R15 à 30, est utilisé sur de nombreux chantiers depuis 1995, parmi lesquels nous pouvons citer :

- Immeubles bureaux – Siège de Mulhouse Habitat – Cité Wagner Mulhouse (68) – M. Lynde, architecte – Batex, entreprise à Hésingue.
- 50 logements par OPAC 35 – ZAC à Mordelles (35) – M. Chouzeaux, architecte – entreprise CNR et Eric Four.
- Ilot Sarment à Acigné (35) – logements par S.E.C.I.B. Rennes (35) – M. Perche, architecte – entreprise CNR à Pleumeleuc (35) – Bureau d'Etudes Structures Castel à St Grégoire (35).
- 4 pavillons à Montady (34) – entreprise Aribaud.
- 1 maison à Béziers (34) – entreprise Bertrand.
- Collectif « Les Coquelicots » - 49 logements à Rennes (35) - La Motte Constructeur – M. Paumier, architecte – BES Castel - entreprise Huchet.
- 12 pavillons « Le Clos La Gaillolière » à Laissac (12) – Promo's Causses à Rodez (12).
- Hameau Aurora – 97 logements à Berck sur Mer (62) – Imhotep – entreprise SMCV de Camon (80).
- Groupe scolaire à Doulaincourt (52) – M. Cardot, architecte - entreprise SNM à Montier en Der (52).
- OPAC du 89 – Habitat groupé à Seignelay – entreprise Lapied à Monetau (89).
- Salle de Basket à St Germain l'Espinasse (42).
- Ecole des Trois Vallées à Pont des Barrets – entreprise Secoval

Figures du Dossier Technique

ANNEXE 1 : PRELINTEAU TERRE CUITE BETON ARME

1 - MATERIAUX CONSTITUTIFS - GAMME DE PRODUCTION

- Eléments coffrants en terre cuite en longueur unitaire de 25 cm et de 6 cm de hauteur, disponibles en 4 largeurs possibles : 9, 12, 15 et 20 cm.
- Béton de remplissage et d'enrobage des armatures de classe B 25 ($f_c 28 \geq 25$ MPa).
- Armatures de béton armé haute adhérence de la classe Fe E 500 en diamètre 8 mm ou éventuellement 10 mm.
- Les prélinteaux sont produits en longueur de 1,00 m à 3,00 m par multiple de 0,25 m.

2 - CONDITIONS GENERALES DE CALCUL

Les conditions de calcul des linteaux composites constitués des prélinteaux associés à une rehausse en maçonnerie prennent en compte les principes généraux de dimensionnement du béton armé conformément au BAEL et les principes spécifiques de vérification des maçonneries tels qu'ils sont proposés dans l'Eurocode EC6.

Les calculs de résistance à la flexion et au cisaillement sont réalisés à l'Etat Limite Ultime avec les coefficients de sécurité suivants :

- Pondération des charges : - Permanentes 1,35 - Exploitation 1,50
- Valeur moyenne prise égale à 1,4 sur charge globale.
- Coefficient de sécurité sur l'acier : $\gamma_S = 1,15$
- Coefficient de sécurité sur les résistances caractéristiques de la maçonnerie :

Les Eurocodes fixent une valeur de γ_M comprise entre 2,3 et 3,5 selon les conditions de contrôle des produits et de l'exécution. Il est admis de prendre en construction courante : $\gamma_M = 3$.

ANNEXE 2 : MURS DE 30 cm

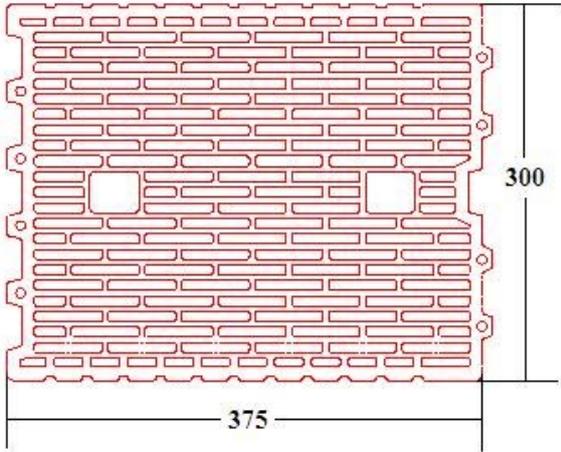


Figure 1 - Brique de base.

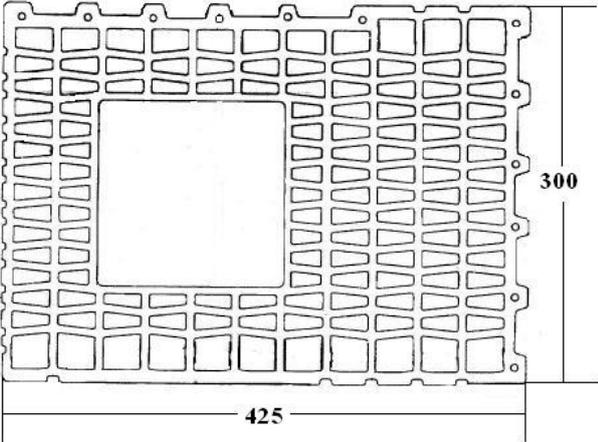


Figure 2 - Poteau.

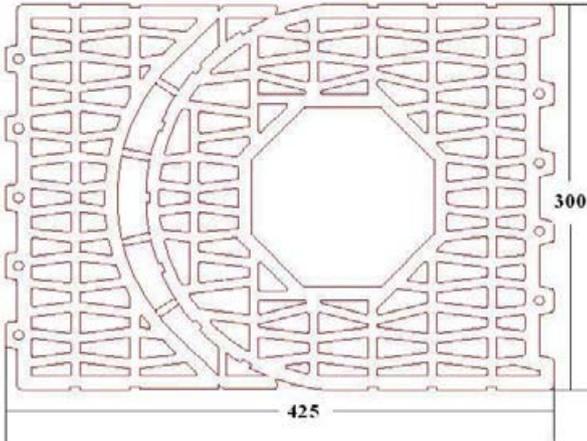


Figure 3 - Poteau multi-angles.

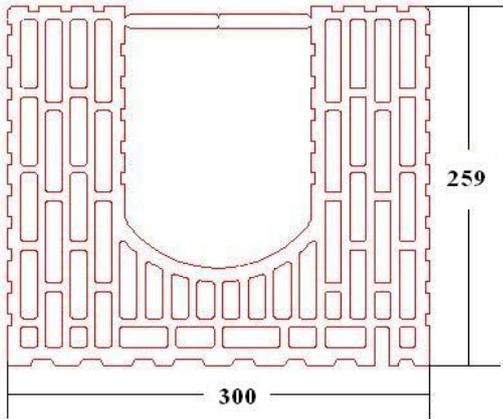


Figure 4 - Linteau.

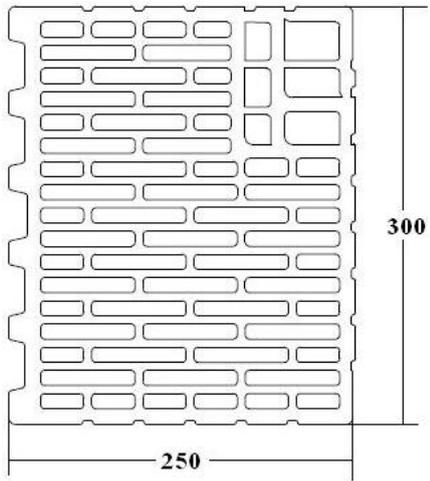


Figure 5 – Tableau.

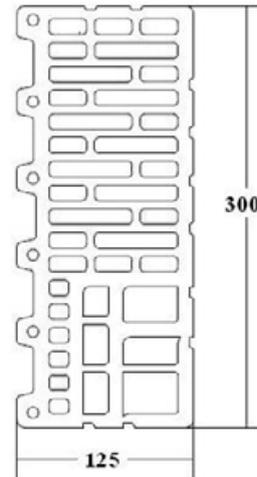


Figure 6 - 1/2 Tableau.

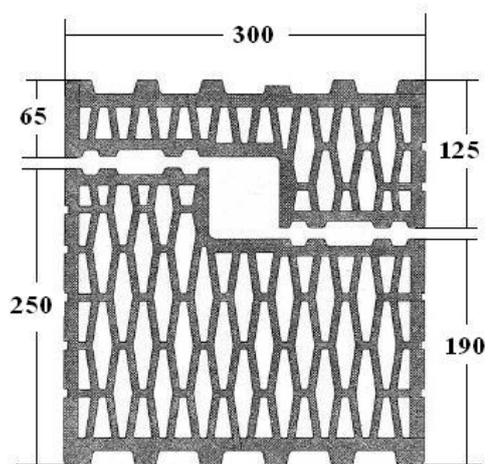


Figure 7 - Feuillure et 1/2 feuillure.

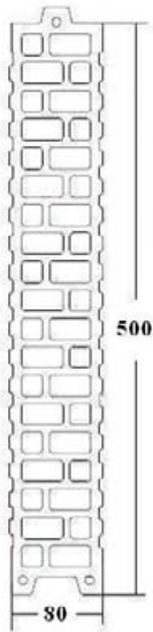


Figure 8 – About cloisobric R8.

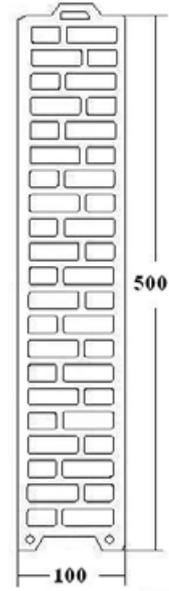


Figure 9 – About cloisobric R10.

ANNEXE 3 : MURS DE 25 cm

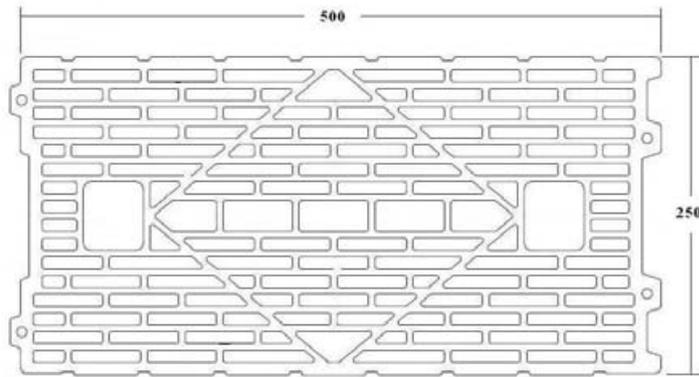


Figure 10- Brique de base GF R25.

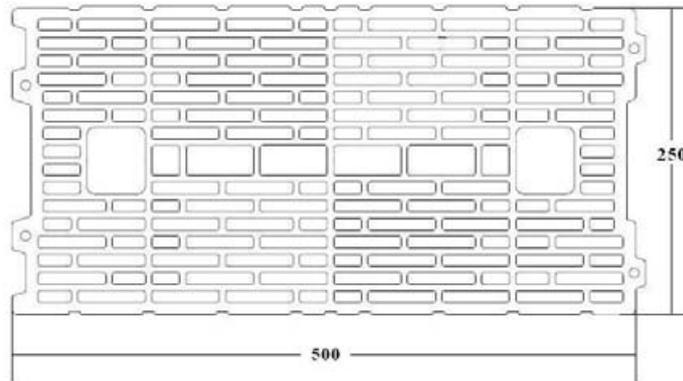


Figure 11 - Brique de base R25.

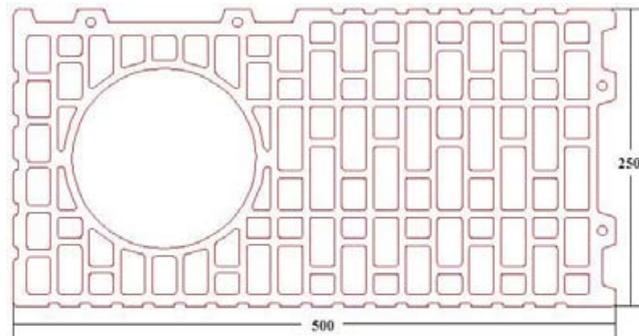


Figure 12 – Poteau.

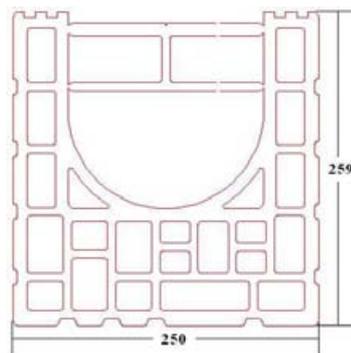


Figure 13 - Linteau-chaînage.

ANNEXE 4 : MURS DE 22 cm

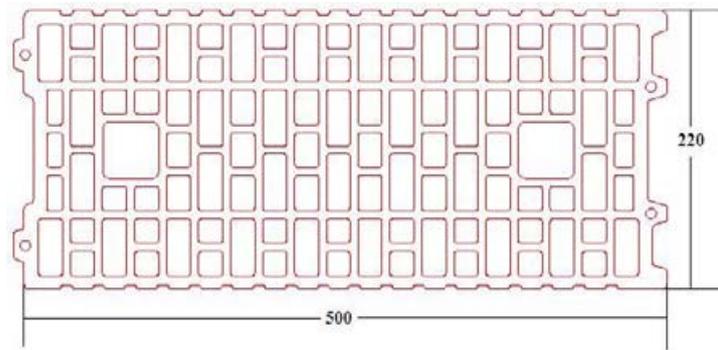


Figure 14 - Brique de base.

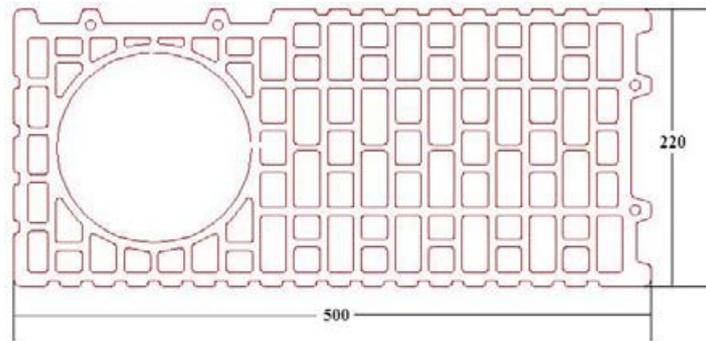


Figure 15 - Poteau.

ANNEXE 5 : MURS DE 20 cm

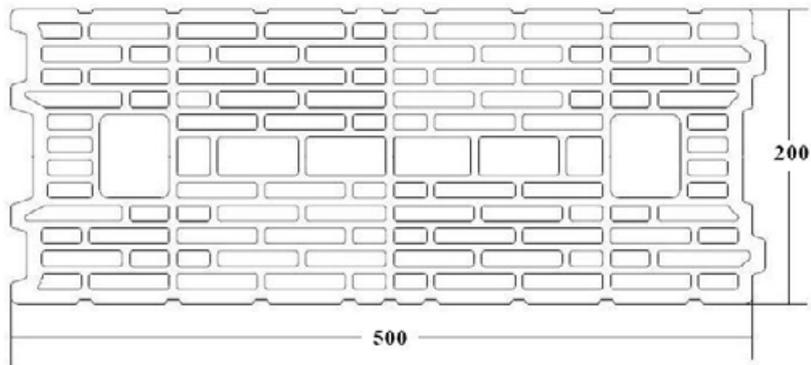


Figure 16 - Brique de base GF R20.

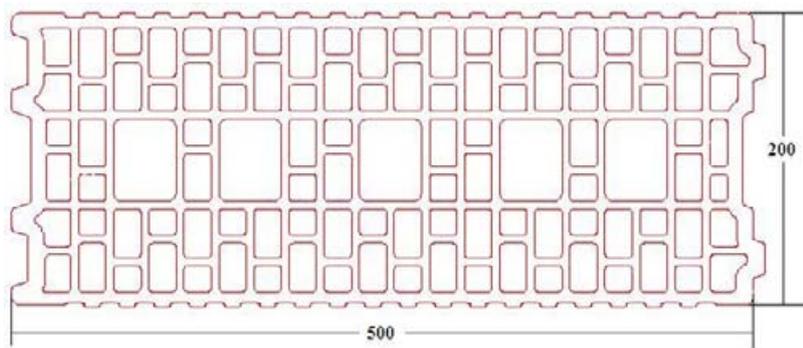


Figure 17 - Brique de base R20.

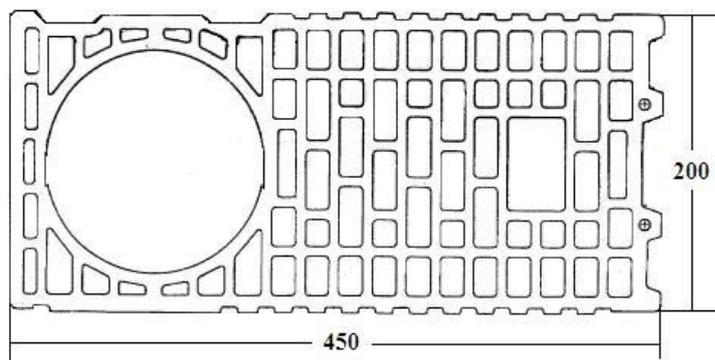


Figure 18 - Poteau.

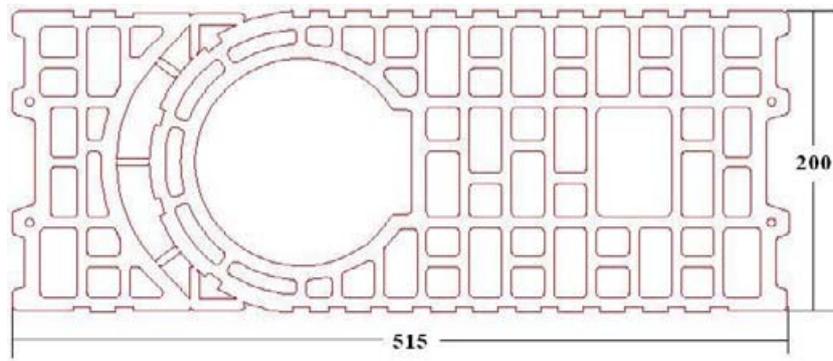


Figure 19 - Poteau multi-angles.

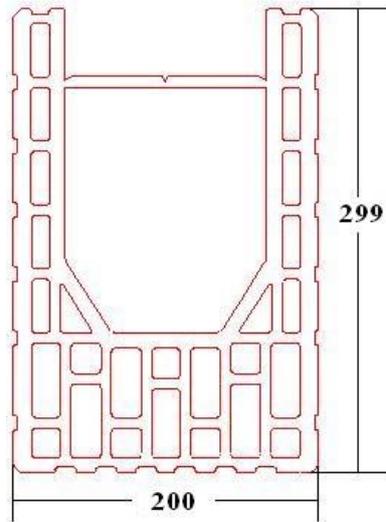


Figure 20 - Linteau-chaînage.

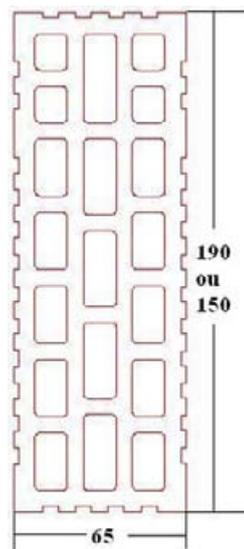


Figure 21 - About TH7.

ANNEXE 6 : MURS DE 15 cm

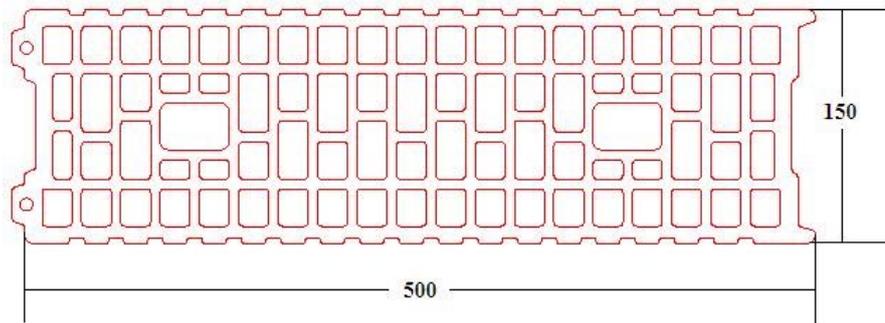


Figure 22 - Brique de base.

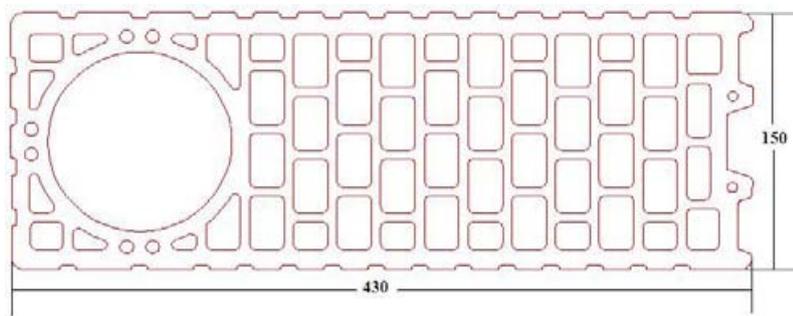


Figure 23 - Poteau.

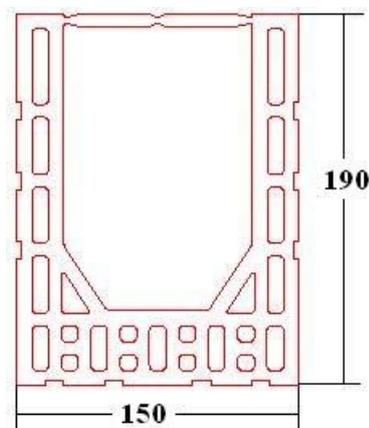


Figure 24 - Linteau-chaînage.

ANNEXE 7 : OUTILLAGE POUR POSE A JOINT MINCE



Figure 25 – Jeu de platines pour toutes largeurs de murs.



Figure 26 – Rouleau pour pose à joint mince.



Figure 27 – Pige de réduction.

ANNEXE 8 : EXEMPLES DE MONTAGES

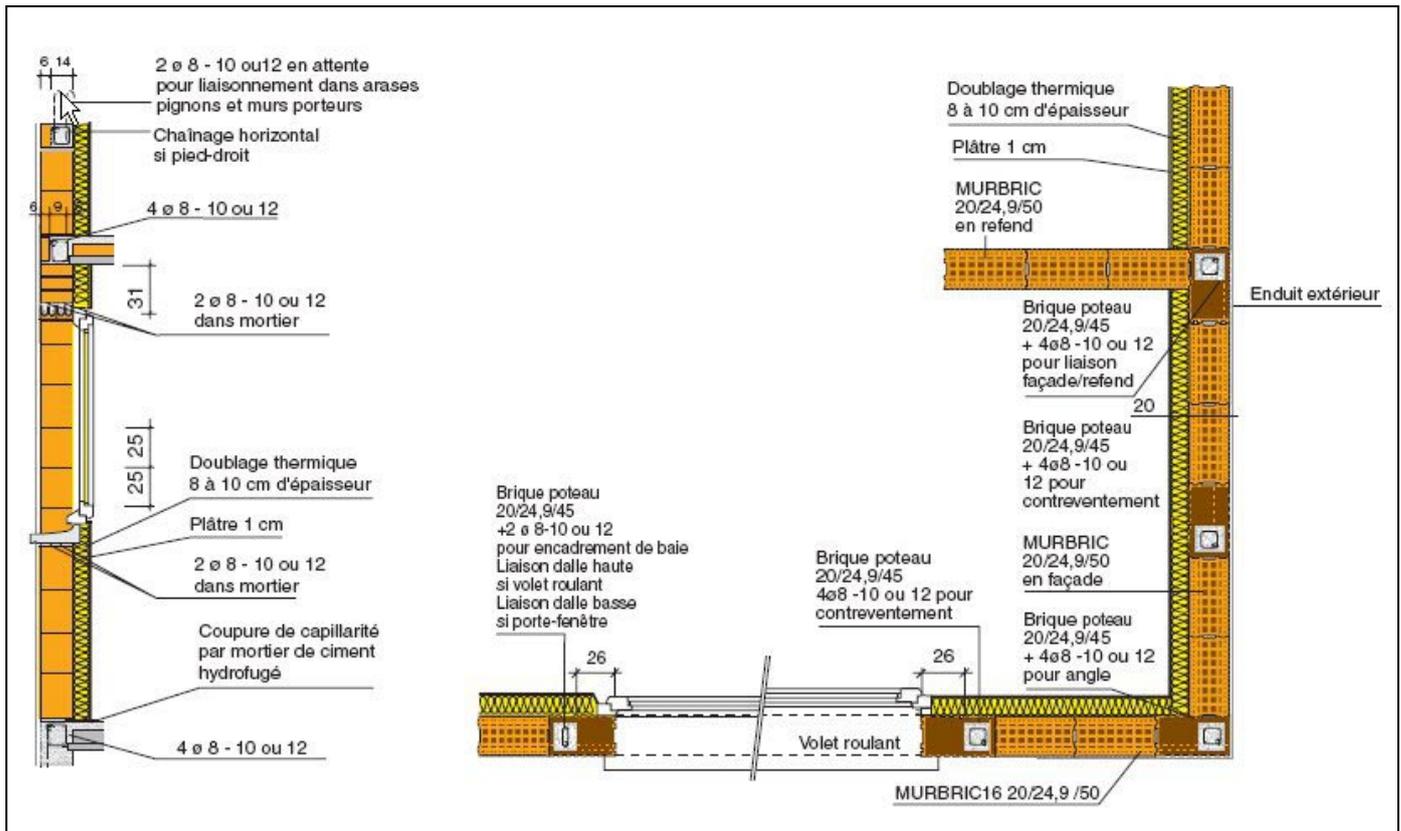


Figure 28 – Exemple de mur de type 11a.

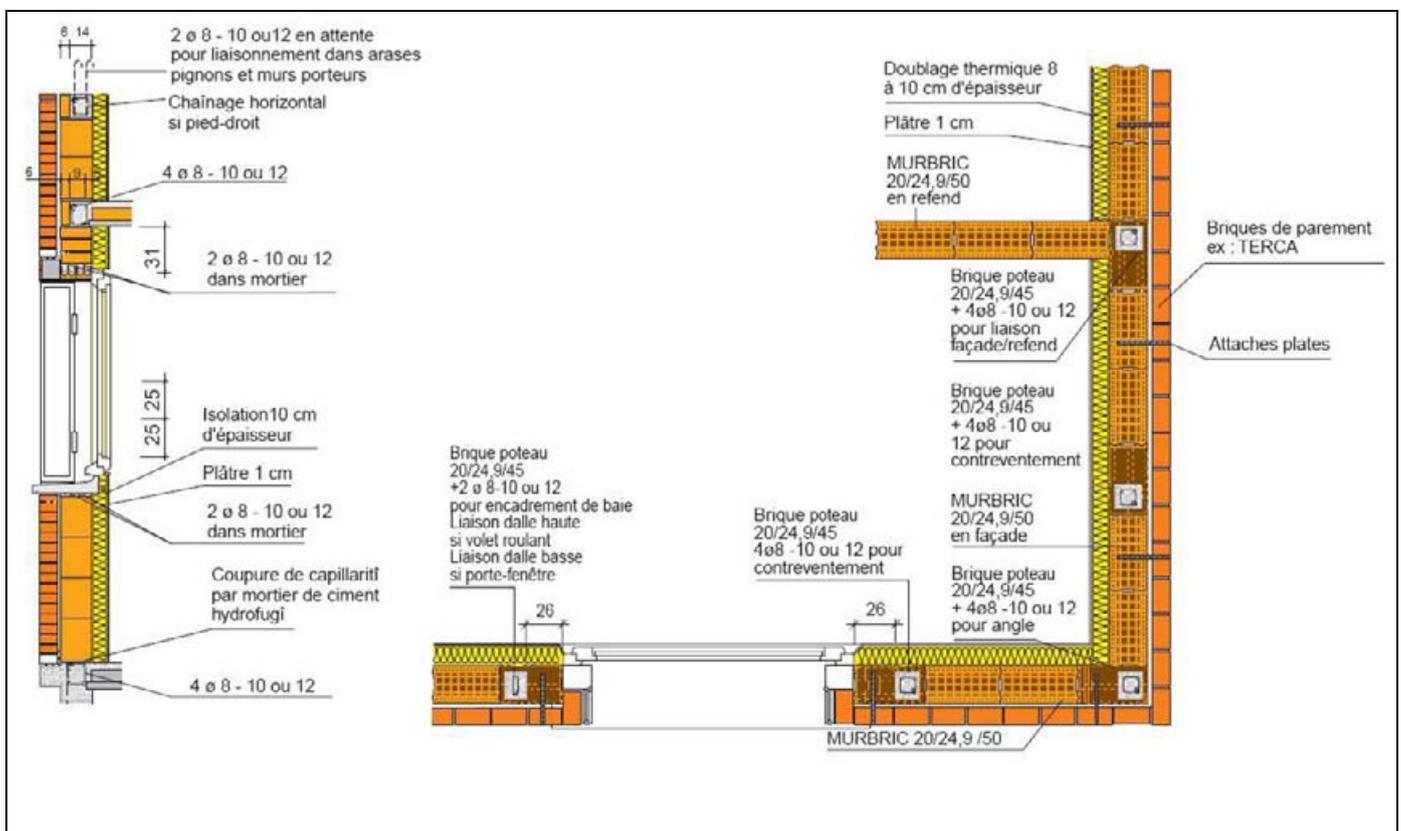


Figure 29 – Exemple de mur double isolé par l'intérieur.

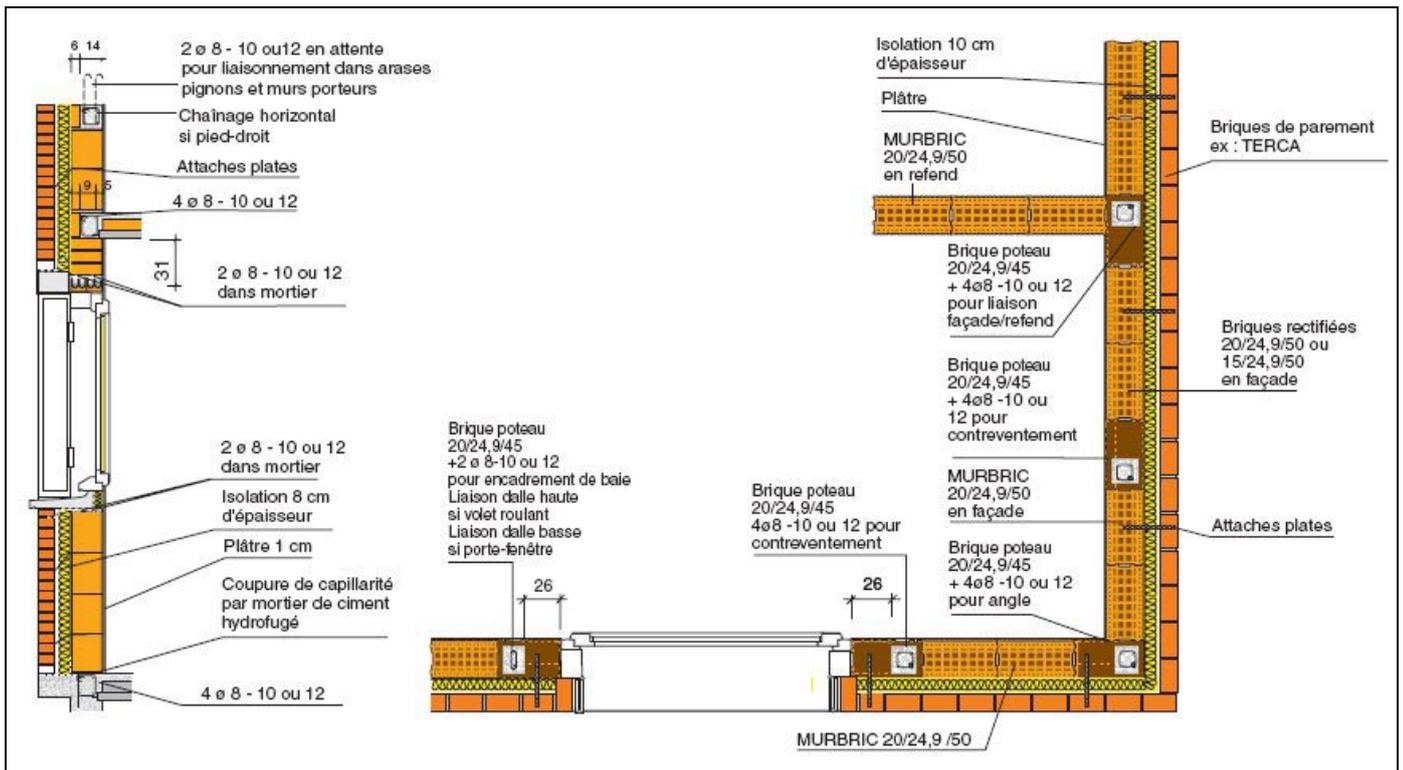


Figure 30 – Exemple de mur double isolé par l'extérieur.

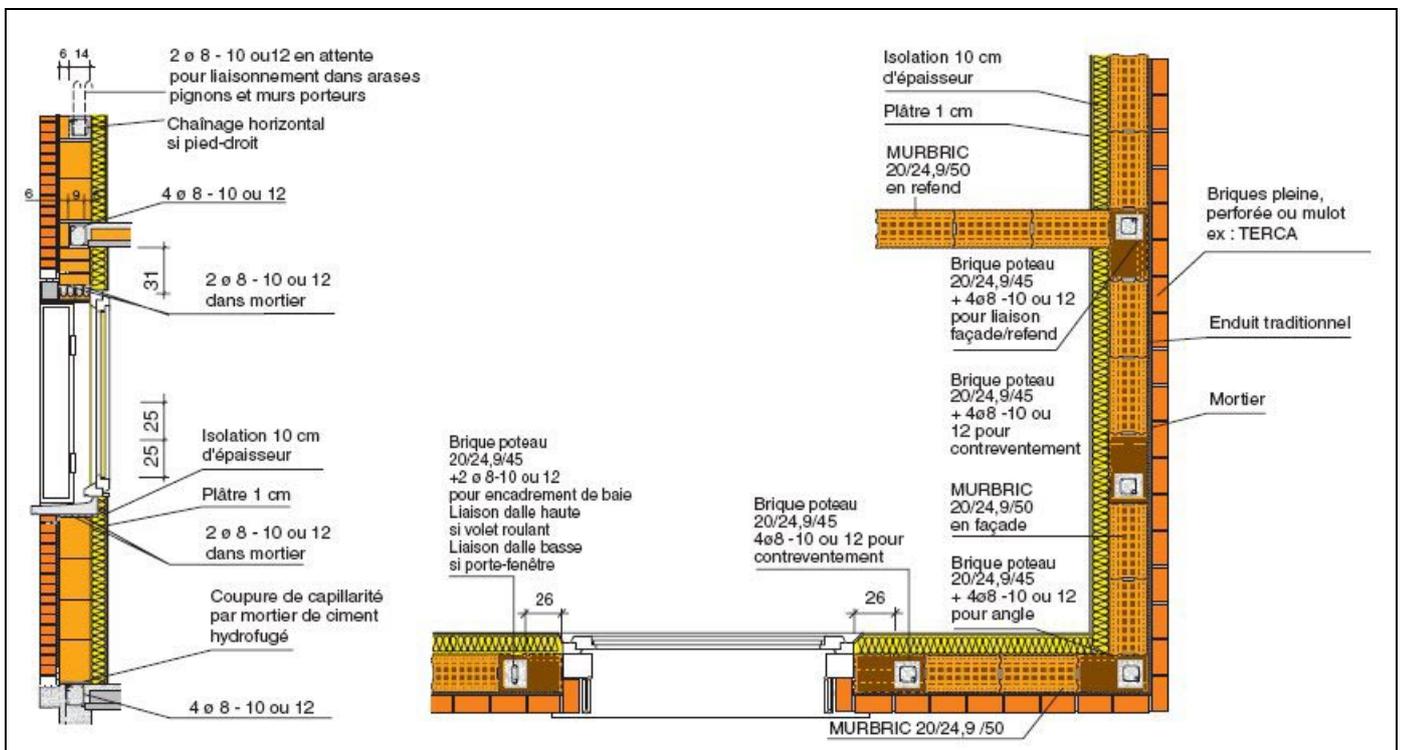


Figure 31 – Exemple de mur composite.

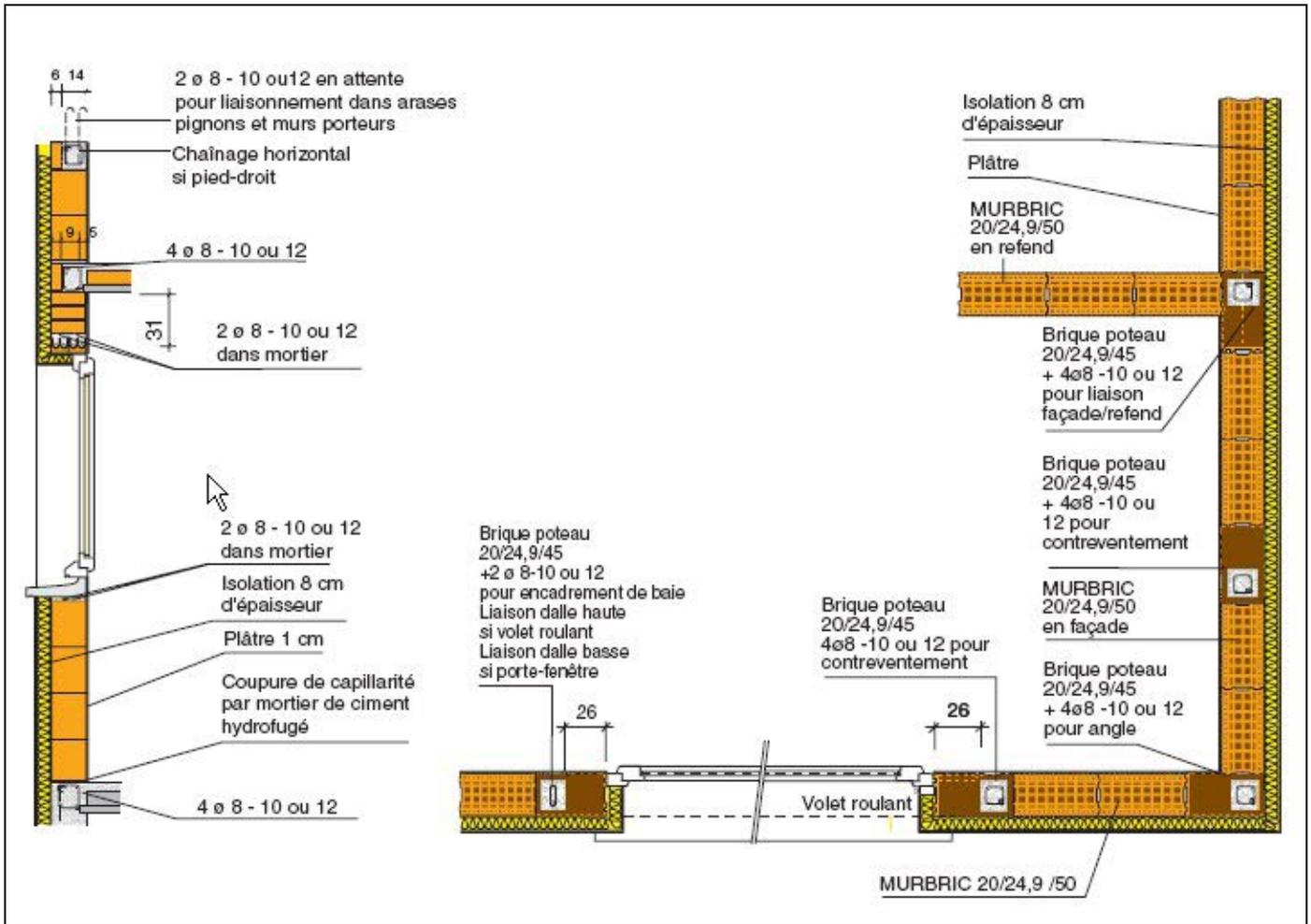


Figure 32 – Exemple de mur de type XIII.