

# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique 16/10-605

## Demande AC 2009332 - 16 D

Elément de coffrage perdu de  
rive de plancher en terre cuite

## About de plancher HD

Relevant des normes

**NF EN 771-1**  
**NF EN 845-3**

**Titulaire :** GIE Briques Apparentes de Terre Cuite  
17 rue Letellier  
75015 PARIS  
Tél : 01 44 37 07 10

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



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](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 16 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 9 décembre 2010 le procédé de maçonnerie « ABOUT DE PLANCHER HD » présenté par le GIE Briques Apparentes de Terre Cuite. 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 quant 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.**

## **1. Définition succincte**

### **1.1 Description succincte**

Procédé d'habillage d'about de plancher constitué de planelles ou mulots en terre cuite apparente de 5 cm d'épaisseur doublées d'un isolant thermique de 2 cm faisant office de correcteur de pont thermique. Le procédé est destiné à être associé à des murs en briques de terre cuite de 22 cm d'épaisseur minimale laissées apparentes côté extérieur et revêtus d'un doublage isolant côté intérieur.

#### **Revêtements extérieurs**

Aucun.

#### **Revêtements intérieurs**

Complexe de doublage plaque de plâtre-isolant selon le DTU 25-42

### **1.2 Mise sur le marché**

Les produits en 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, les armatures destinées à être incorporées dans les joints horizontaux et visées dans le présent Avis sont soumises, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 24 décembre 2004 portant application à certains composants accessoires de maçonnerie.

### **1.3 Identification des produits**

Les briques présentent la marque commerciale propre à chaque fabricant. Elles sont soumises au marquage CE de conformité à la norme NF EN 771-1 et à son complément national.

## **2 Avis**

### **2.1 Domaine d'emploi accepté**

Bâtiments courants au sens du DTU 20.1, limités à R+4. En outre, les conditions d'exposition à respecter sont celles données dans la partie 3 du DTU 20.1 « Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site » pour les murs de type IIa ou IIb en maçonneries destinées à rester apparentes. Les ouvrages nécessitant le recours à des joints de dilatation ou à des joints de type diapason ne sont pas visés par le présent Avis.

### **2.2 Appréciation sur le procédé**

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

#### **Stabilité**

Le procédé ne participe pas à la stabilité des bâtiments. Moyennant le respect des dispositions constructives

décrites dans le dossier technique, la stabilité propre des planelles dans le domaine d'utilisation prévu est assurée.

#### **Sécurité incendie**

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

Pour l'emploi dans des façades vitrées devant respecter la règle du "C + D" relative à la propagation du feu d'un niveau à l'autre, la planelle « About de plancher HD » ne doit pas être prise en compte dans le calcul de la valeur C.

#### **Utilisation en zone sismique**

L'utilisation du procédé en zone sismique est admise dans les conditions précisées au paragraphe 2.3.4 ci-après.

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

Sous réserve du respect des dispositions prévues au dossier technique, le procédé ne pose pas de problème particulier de ce point de vue.

#### **Isolation thermique**

Le procédé peut permettre de satisfaire aux exigences réglementaires, étant entendu que les déperditions thermiques ne dépendent pas du seul procédé et qu'une vérification par le calcul, conduite conformément aux « Règles Th-U » doit être faite dans chaque cas. Les valeurs des coefficients thermiques linéiques aux jonctions façades-planchers doivent être calculées conformément aux spécifications des normes NF EN ISO 10211-1 et 10211-2. A titre d'exemples, quelques valeurs de ces coefficients sont données dans le dossier technique établi par le demandeur.

#### **Isolement acoustique**

A épaisseur totale de mur équivalente, ce type de montage ne devrait pas modifier sensiblement les niveaux d'isolement obtenus.

#### **Étanchéité des murs extérieurs**

Les maçonneries étant laissées apparentes côté extérieur, un mouillage de la face intérieure de ces dernières par infiltration d'eaux de pluie à travers les joints de mortier est donc possible en situation exposée. La présence des panneaux isolants situés côté intérieur des planelles constitue une barrière capillaire au droit des planchers, ce qui nécessite l'emploi d'une bavette pour l'évacuation de ces eaux de pluie en pied de mur de type IIb.

#### **Risques de condensation superficielle**

Le procédé permet de réduire sensiblement les ponts thermiques au niveau des jonctions façades-planchers, et donc de réduire d'autant les risques de condensation superficielle à ces endroits.

#### **Confort d'été**

Les murs extérieurs associés à ce procédé appartiennent à la catégorie des parois à isolation intérieure. La

détermination de la classe d'inertie est à effectuer conformément aux règles « Th-I ».

### **Finitions - aspects**

Les finitions intérieures prévues sont classiques pour les parois en briques de terre cuite.

### **2.22 Durabilité**

La terre cuite constitutive des éléments ne pose pas de problème de durabilité intrinsèque. 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 estimée équivalente à celle des murs traditionnels homogènes constitués de ces mêmes types de matériaux.

Par ailleurs, les essais d'ensoleillement et chocs thermiques réalisés au CSTB ne mettent pas en évidence de risque particulier de désordres qui seraient liés à ce type de sollicitation en raison de la différence de massivité entre rive de plancher et partie courante.

### **2.23 Fabrication**

La fabrication des briques est classique pour ce type de produit.

La fabrication fait l'objet d'un autocontrôle décrit dans le dossier technique.

### **2.24 Mise en œuvre**

L'empilage de ces planelles de faible épaisseur ne devrait pas poser de problème particulier moyennant l'application des dispositions décrites au paragraphe 4.3 du Dossier Technique.

La qualité de réalisation des coupes des briques sur chantier, qui conditionne directement celle de la réalisation des murs, requiert l'utilisation d'une scie sur table ainsi que le respect des tolérances de découpe données au § 2.1 du dossier technique.

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

## **2.3 Cahier des Prescriptions Techniques**

### **2.31 Prescriptions de conception**

La largeur d'appui du plancher étant supérieure ou égale aux deux tiers de l'épaisseur totale de la maçonnerie, les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales peuvent être calculées conformément au chapitre 5 de la partie 4 (Règles de calcul) du DTU 20.1, en appliquant à la résistance nominale des briques le coefficient global de réduction de 7 en chargement centré et 9 en chargement excentré.

Du fait de l'importance de disposer d'un nombre entier de rangées sur chaque hauteur d'ouvrage (mur, allège, ...), un calepinage préalable en hauteur des ouvrages est souhaitable. 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 briques 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, la résistance à l'écrasement et la résistance au gel.

### **2.33 Prescriptions de mise en œuvre**

La pose est proscrite sur supports gelés ou gorgés d'eau.

Compte-tenu de l'épaisseur réduite disponible pour l'enrobage des armatures dans les joints côté extérieur, ces dernières devront être en acier inoxydable.

### **2.34 Utilisation en zones sismiques**

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'éléments structuraux principaux en maçonnerie de briques pleines ou perforées (groupe 1 au sens de l'Eurocode 6) de dimensions 22x22 pour la construction de bâtiments en zones de sismicités 2, 3 ou 4 définies dans le décret 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, moyennant le respect de l'une ou l'autre des prescriptions suivantes :

L'application des prescriptions de la norme en vigueur NF P 06-013, dites « règles PS 92 » ou de l'eurocode 8 et de son annexe nationale.

L'application de la norme NF P 06-014 (« Règles PS-MI 89 révisées 92 ») et de son amendement de janvier 2011 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.

A cours de la mise en œuvre, il importe de s'assurer du bon recouvrement des armatures situées dans les joints horizontaux, ceci sur toute la périphérie de l'ouvrage.

L'emploi des murs de type IIb n'est pas applicable en zones sismiques.

## **Conclusions**

### **Appréciation globale**

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

### **Validité**

Trois ans, jusqu'au 31 décembre 2013

*Pour le Groupe Spécialisé n°16  
Le Président*

*E. DURAND*

## **Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

La faible épaisseur de la partie terre cuite venant devant l'isolant constitue une importante différence de diffusivité thermique entre la planelle de rive et la partie courante de la maçonnerie, ce qui est source de variations dimensionnelles différentielles potentielles entre ces deux zones en cas de variations brusques de température. Les essais cycliques d'ensoleillement et de chocs thermiques réalisés au CSTB n'ont pas mis en évidence d'effets induits préjudiciables tels que des fissurations aux interfaces entre planelle et maçonnerie en partie courante.

Même si les planelles extérieures sont considérées comme non porteuses, on ne peut exclure qu'une part des

charges verticales correspondant au poids de la colonne de terre cuite située au-dessus de la planelle ne viennent s'appliquer sur cette dernière. Mais il a été vérifié sur ce point que la présence éventuelle de ces charges verticales sur la partie planelle, dont la hauteur libre peut aller jusqu'à 7 rangées de briques, ne risque pas d'occasionner un phénomène d'instabilité par flambement.

L'attention du concepteur est attirée sur le caractère contraignant en cas d'utilisation du procédé pour la réalisation d'établissements recevant du public, de

bâtiments d'habitation autres que ceux appartenant aux deux premières familles et autres bâtiments pour lesquels la règle de sécurité incendie du C+D doit être appliquée.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 16*

*N.RUAUX*

# Dossier Technique

Etabli par le demandeur

## A. Description

### 1 Principe et domaine d'emploi proposé

Le procédé ABOUT DE PLANCHER HD est mis en œuvre sur des murs porteurs ou non porteurs de 220 mm d'épaisseur minimum (Type IIa ou IIb au sens du DTU 20.1) réalisés en briques pleines ou perforés destinés à rester apparentes produites par les sociétés membres du G.I.E Briques Apparentes de Terre Cuite, à savoir BRIQUETERIE d'ALLONNE, BRIQUETERIES du NORD, TERREAL, et WIENERBERGER. IL consiste à interposer un isolant thermique de 20 mm d'épaisseur de hauteur variable entre l'about de plancher et la planelle (ou mulot) de  $\pm 50$  mm d'épaisseur. Des armatures de renfort sont placées dans les joints horizontaux des mulots. (Voir schéma de principe en annexe) Tous les types de constructions courantes sont visés : 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 Matériaux et éléments constitutifs

#### 2.1 briques

Les briques sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-1 et à son complément national NF EN 771-1/CN. Elles sont soumises au marquage CE.

Les briques HD utilisés pour la réalisation du traitement d'about de plancher HD seront de groupe 1 ou 2 (uniquement de groupe 1 pour les zones sismiques 3 et 4). Elles font l'objet d'une découpe en atelier ou sur site moyennant le respect de tolérances dimensionnelles spécifiques :

- L'épaisseur des briques en planelles (mulot) est de 50mm +0/+5
- L'épaisseur des briques intérieures porteuses est de 150mm-5/+0

#### 2.2 mortiers de montage

Les mortiers utilisés pour l'exécution des joints sont des mortiers de recette de chantier ou des mortiers industriels performants dont les caractéristiques répondent aux spécifications de la norme NF EN 998-2 et marqués CE (Type de mortier : mortier d'usage courant G).

#### 2.3 isolants

Les isolants utilisés sont définis par les normes les concernant : NF EN 13162, NF EN 13164, NF EN 13165. Ils présentent sous forme de panneaux rigides ou semi-rigides découpés en usine ou sur chantier et doivent être non hydrophiles.

#### 2.4 armatures de renfort

Les armatures de renfort conformes à la norme NF EN 845-3, disposées dans l'épaisseur des joints horizontaux des planelles ou mulots situés en nez de dalle, doivent être en acier inoxydable austénitique de référence R1 ou R3 suivant la norme EN 10088. La limite caractéristique minimale du feuillard est de 210 N/mm<sup>2</sup> et une longueur de recouvrement d'au moins 250mm, basé sur une adhérence de 10kN. Elles ont un diamètre inférieur ou égal à la moitié de l'épaisseur du joint de montage.

Les armatures seront constituées d'au moins deux fils longitudinaux reliés par des fils soudés. La section minimale d'une armature sera de 20 mm<sup>2</sup>—Voir la figure n° 10 qui présente un exemple d'armature.

### 3 Fabrication - Contrôles

#### 3.1 Schéma général de production

- Extraction des matières premières.
- Stockage des matières premières.
- Dosage et broyage des mélanges.
- Homogénéisation et stockage intermédiaire des mélanges.
- Humidification, filage et coupage.
- Séchage avant cuisson par ventilation régulée en température et humidité.
- Cuisson à haute température selon un cycle régulé automatiquement.
- Dépilage et conditionnement des produits par palettisation et housage.

#### 3.2 Marquage

Les produits de parement sont identifiés par l'étiquette CE fournie dans les palettes ou en accompagnement du bon de livraison

#### 3.3 Contrôles

- Contrôle quotidien des dosages.
- Contrôle des cylindres de broyage et rectification si nécessaire.
- Contrôle continu du séchage des briques avant cuisson : la température et le taux d'humidité sont enregistrés par des sondes couplées à un automate de régulation.
- Contrôle continu du cycle de température le long du four de cuisson. La courbe de température est enregistrée par des sondes couplées à des automates de régulation.

### 4 Mise en œuvre

#### 4.1 Prescriptions de conception

La mise en œuvre est réalisée conformément au DTU 20.1. Seule la présence d'un isolant thermique en about

de plancher déroge aux spécifications du DTU précité.  
La hauteur de l'isolant est variable, elle est fonction de la correction thermique souhaitée (voir paragraphe 5), mais ne pourra excéder la hauteur de 7 rangées de mulots.

La largeur d'appui du plancher étant supérieure ou égale aux deux tiers de l'épaisseur totale de la maçonnerie, les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales peuvent être calculées conformément au chapitre 5 de la partie 4 (Règles de calcul) du DTU 20.1, en appliquant à la résistance nominale des briques le coefficient global de réduction de 7 en chargement centré et 9 en chargement excentré.

Du fait de l'importance de disposer d'un nombre entier de rangées sur chaque hauteur d'ouvrage (mur, allège, ...), un calepinage préalable en hauteur des ouvrages est souhaitable.

Dans le cas du traitement d'about de plancher proche du terrain naturel, la distance minimale entre la partie basse de l'isolant en about de plancher et le terrain naturel est au minimum de 60 cm.

La mise en œuvre est réalisée conformément au DTU 20.1. Seule la présence d'un isolant thermique en about de plancher déroge aux spécifications du DTU précité.

La hauteur de l'isolant est variable, elle est fonction de la correction thermique souhaitée.

#### 4.2 Mise en œuvre des armatures

La mise en œuvre des armatures se fait avec un retrait de 15 mm par rapport à la face extérieure des mulots. Pour les angles, deux des trois fils de l'armature peuvent être coupé de sorte que le troisième permette d'assurer la continuité et un recouvrement avec l'armature placé dans la direction perpendiculaire. Ce recouvrement doit être au minimum de 30 cm et les deux armatures doivent être ligaturées. Voir les figures n° 6 et 7 qui décrivent le positionnement et le recouvrement des armatures.

#### 4.3 Murs de type IIa

L'about de plancher constitué de 5 à 7 rangées de mulots (1) est mis en œuvre en interposant dans les joints horizontaux de mortier les armatures de renfort, l'isolant thermique est mis en place puis les briques HD sciées côté intérieur et le plancher est coulé. Voir les figures n° 4 et 5 qui décrivent les murs de type II. Pour les abouts de plancher constitués de 7 rangées, les deux dernières rangées devront être montées après le coulage de la dalle.

#### 4.3 Murs de type IIb avec lame d'air et bavette d'évacuation des eaux d'infiltration

L'about de plancher peut être également constitué de 5 à 7 rangées de mulots et la mise en œuvre des mulots avec armature de renfort est identique au mur de type II a La bavette d'étanchéité (2) nécessaire à la réalisation d'un mur de type IIb est positionnée au dessus de l'isolant (Voir figure n° 3).

#### 4.4 Traitement des chaînages horizontaux et

#### verticaux

L'exécution des chaînages horizontaux et verticaux est réalisée conformément au DTU 20.1 avec une réservation de 10x10cm. Pour les zones sismiques 3 et 4, cette réservation est de 15x15 cm en respectant les règles figurant dans les Eurocodes 8 et 6 et leur Annexes Nationales, ou les PSMI. (Voir figure 2).

Les figures 9 et 10 présentent les découpes et calepinage des briques pour ménager les réservations des chaînages de 10X10 cm et 15x15cm.

#### 4.5 Réalisation des linteaux

L'exécution des linteaux est réalisée conformément au DTU 20.1.

La figure 12 présente le cas d'utilisation d'un pré-linteau préfabriqué en béton.

## 5 Calculs thermiques

Rapport de calculs thermiques CTMNC du 15 octobre 2009

#### Hypothèses de calcul

Le calcul numérique des coefficients  $\Psi$  est effectué conformément aux règles Th-Bât 2005 suivant la norme NF EN ISO 10211. Les conductivités utiles des éléments de paroi sont données ci-après :

Nature paroi	$\lambda$ utile W/(m.K)
Mur en briques pleines ou perforées apparente	0.72
Planelle terre cuite apparente	0.72
Plancher en béton plein	2.00
Isolant thermique d'about de plancher	0.032 ou 0.040
Isolant thermique intérieur	0.040
Plaque de plâtre	0.25

#### Exemples de résultats de calculs

épaisseur plancher (cm)	hauteur isolant (cm)	$\lambda$ utile isolant W/(m.K)	$\Psi$ W/(m.K)
18	36	0.040	0.53
		0.032	0.52
	51	0.040	0.48
		0.032	0.46
20	36	0.040	0.57
		0.032	0.55
	51	0.040	0.52
		0.032	0.49

## B. Résultats expérimentaux

Rapport d'essais CSTB n° EEM 08 26014686 du 22 juin 2009 concernant un essai d'insolation et chocs thermiques sur maçonneries avec ou sans correcteur de pont thermique.

La planelle isolante utilisée pour cette correction est un panneau Isomotherm L32 de conductivité thermique 0.032 W/(m.K) bénéficiant du certificat ACERMI n°07/054/427.

### Résultats d'essais en compression sur briques

Nombre d'essais : 6 ; Valeur minimale : 22.0 MPa  
Valeur maximale: 31.7 MPa ; Moyenne : 25.9 MPa  
Coefficient de variation : 14.1%

### Résultats d'essais sur mortier à 28 jours :

Masse volumique : 1919 kg/m<sup>3</sup> ; f<sub>t</sub> : 5.8 MPa ; f<sub>c</sub>=26.3 MPa

### Description des essais sur murs

Deux murs de dimensions 300 cm x 270 cm x 22 cm en briques de terre cuite de dimensions 22 x22x6.5 hourdés au mortier classique de 10 mm d'épaisseur ont été réalisés au CSTB.

Sur l'un des deux murs est mis en œuvre en rive de plancher un correcteur de pont thermique constitué d'un panneau isolant de 2 cm d'épaisseur et de 36 cm de hauteur. Les planelles en terre cuite sont munies d'armatures métalliques de renfort dans les joints horizontaux.

Côté intérieur, les deux murs sont isolés côté intérieur à l'aide de plaques en polystyrène expansé de 80 mm d'épaisseur.

### Programme d'application des cycles d'insolation et chocs thermiques sur murs

Le programme est le suivant :

- Application d'un cycle d'application d'un gradient de température de 50°C puis refroidissement naturel ;
- Application de 18 cycles d'application d'un gradient de température de 50°C, maintien pendant 3 heures puis refroidissement brusque par arrosage.

### Résultats des essais sur murs

Aucune fissuration observée après application des 19 cycles

## C. Références

### 1. Chantier Juin 2010 :

Chemin du Buisson - 59440 AVESNELLES

Maison individuelle ; environ 80 m<sup>2</sup>

Entreprise : SARL Gérard FREHAUT

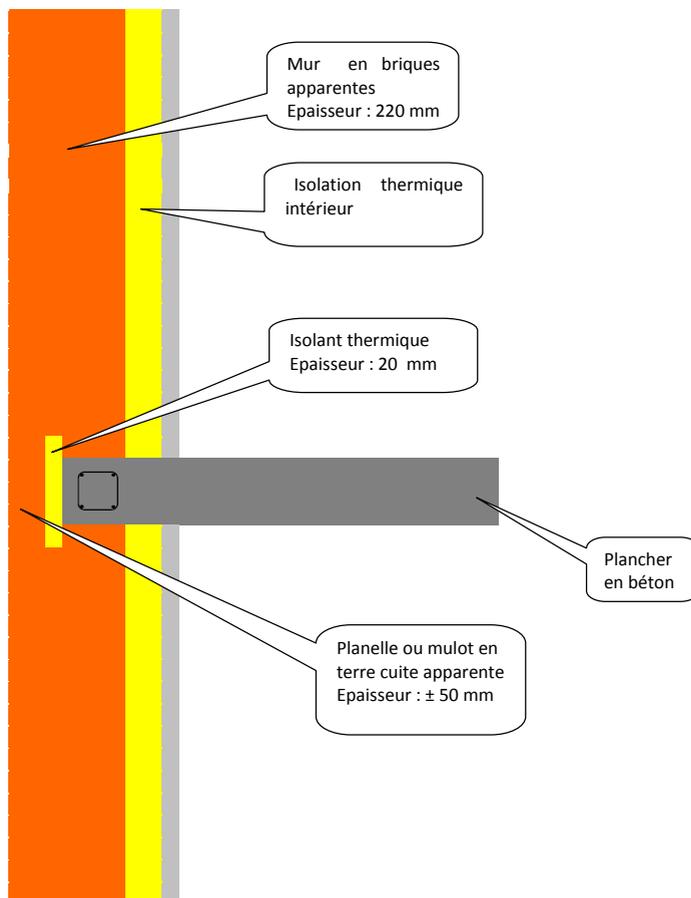
Route d'Etroeungt – 59440 AVESNELLES

### 2. Chantier mars 2010

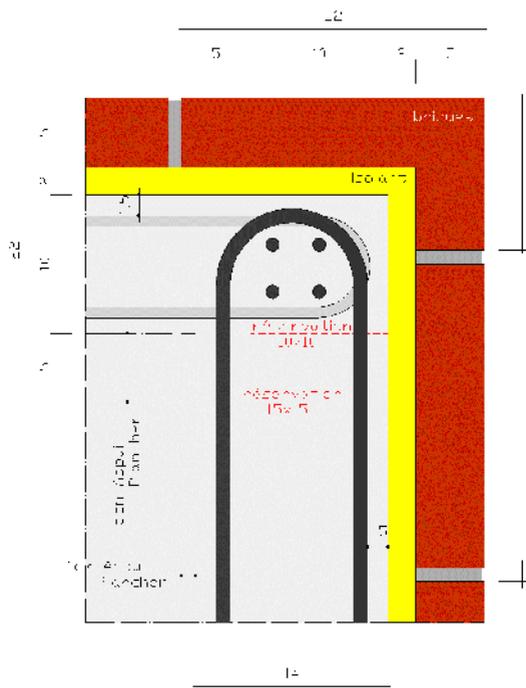
Rue de Saint-Amé - 62300 LENS

Logements sociaux

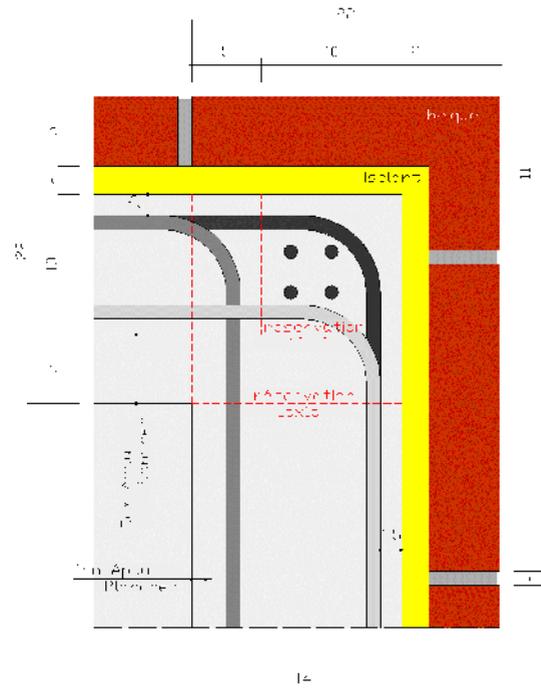
## Annexe : figures



**Figure 1 : schéma de principe de l'isolant thermique d'about de plancher**

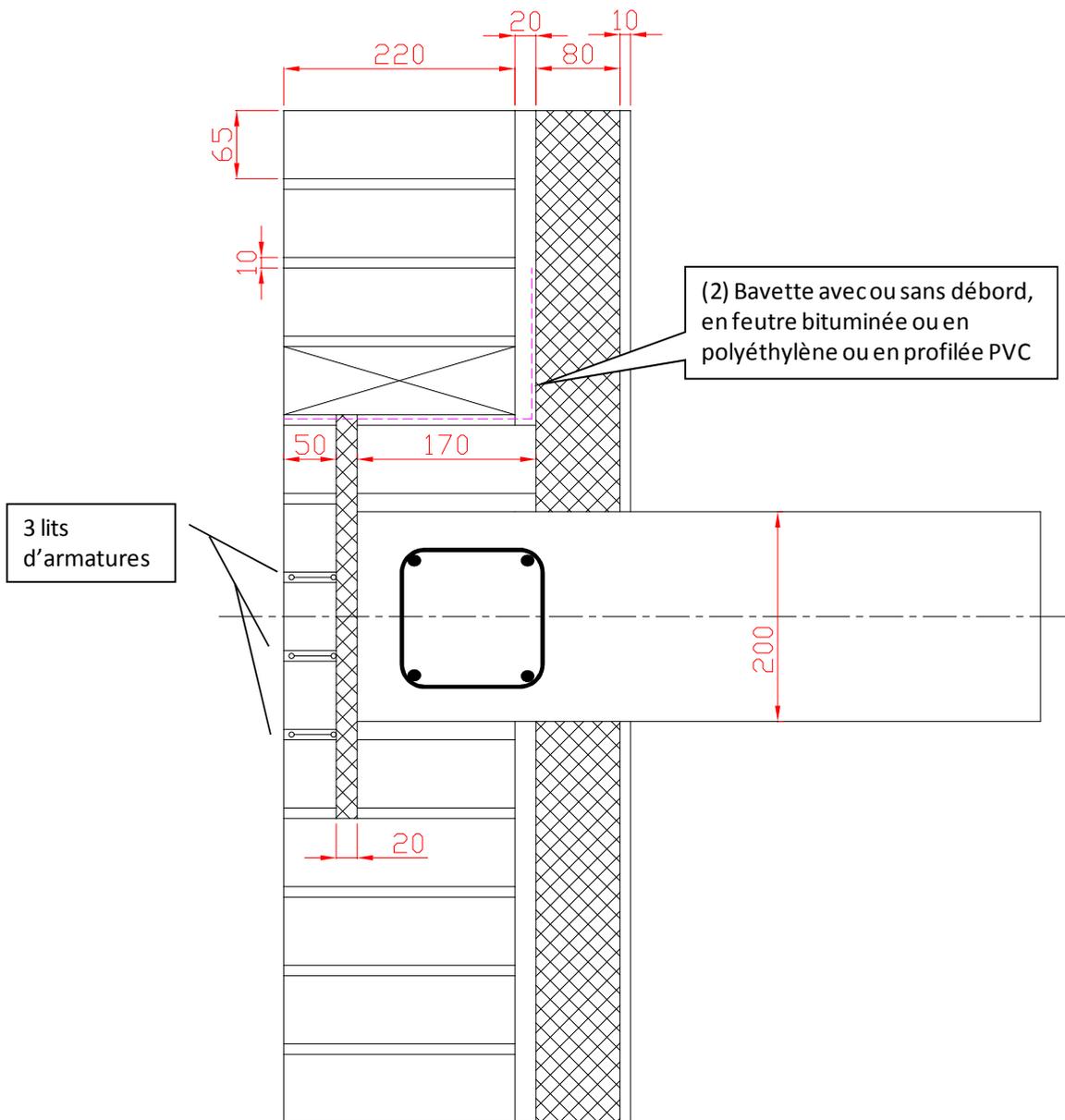


Traitement des chaînages en angle de mur  
Coupe horizontale



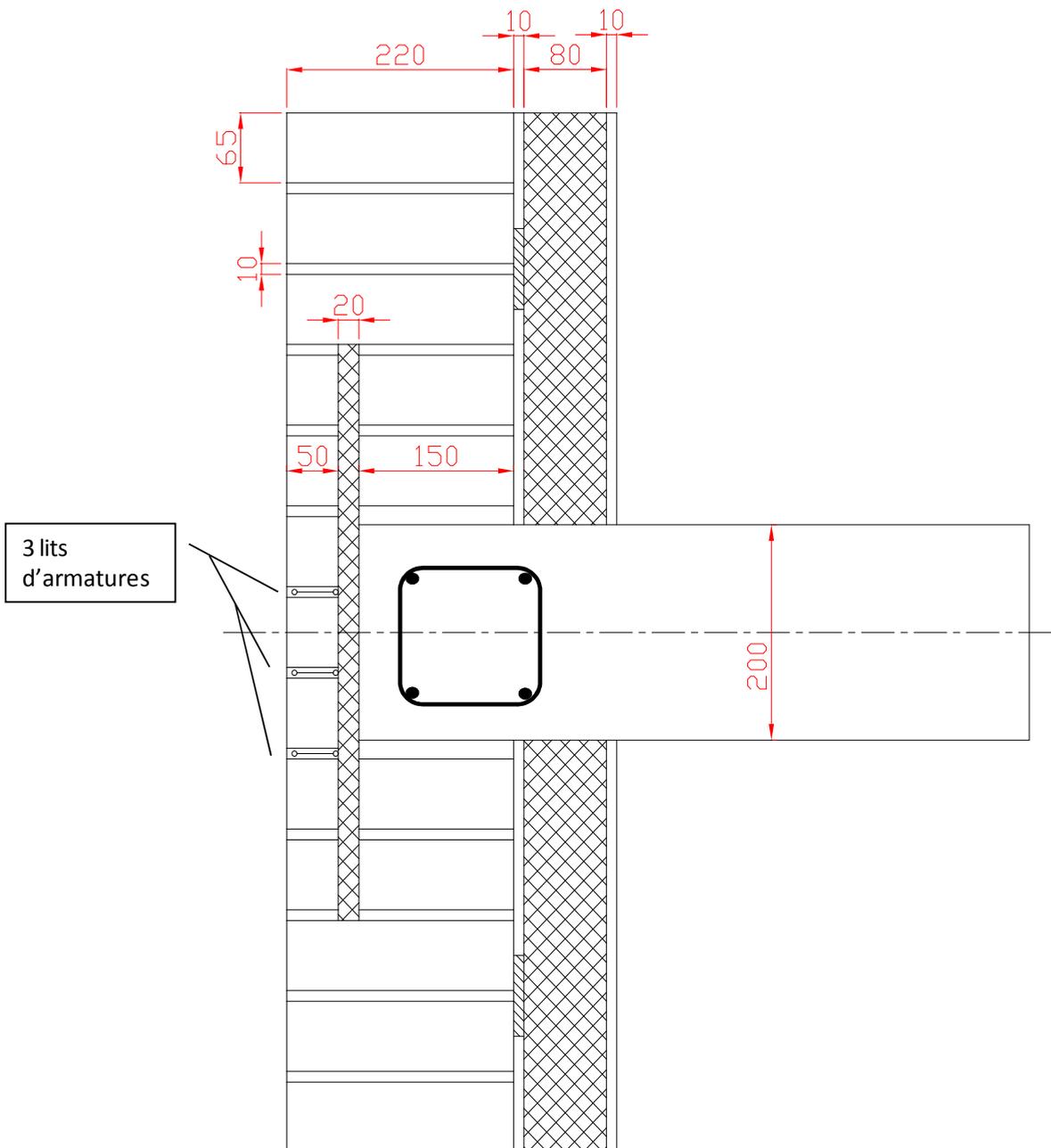
Traitement des chaînages en angle de mur avec équerres  
Coupe horizontale

**Figure 2 : Coupes horizontales sur le traitement d'about de plancher HD en angle saillant de mur (avec chaînages horizontal et vertical)**

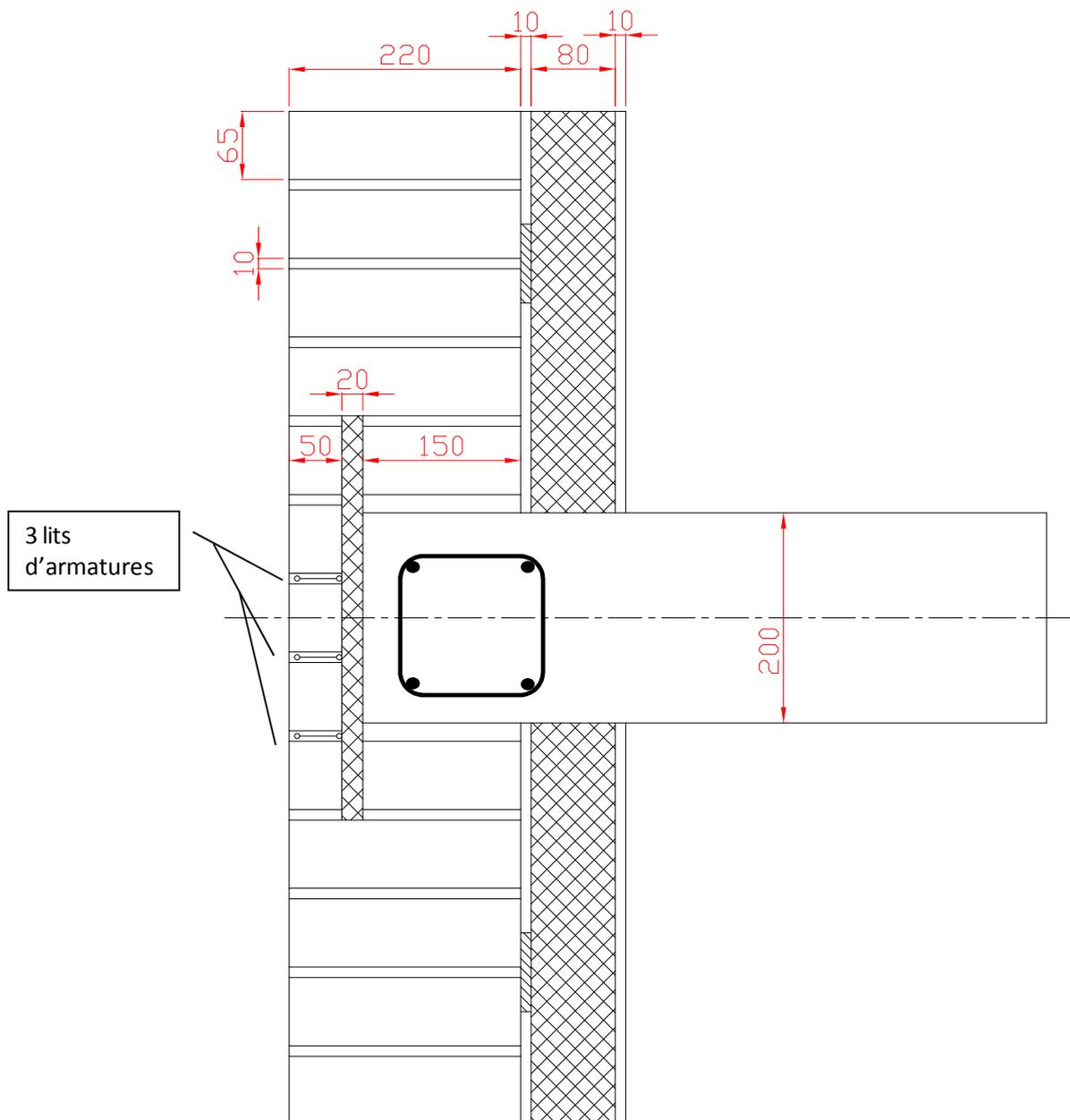


**Figure 3 :**

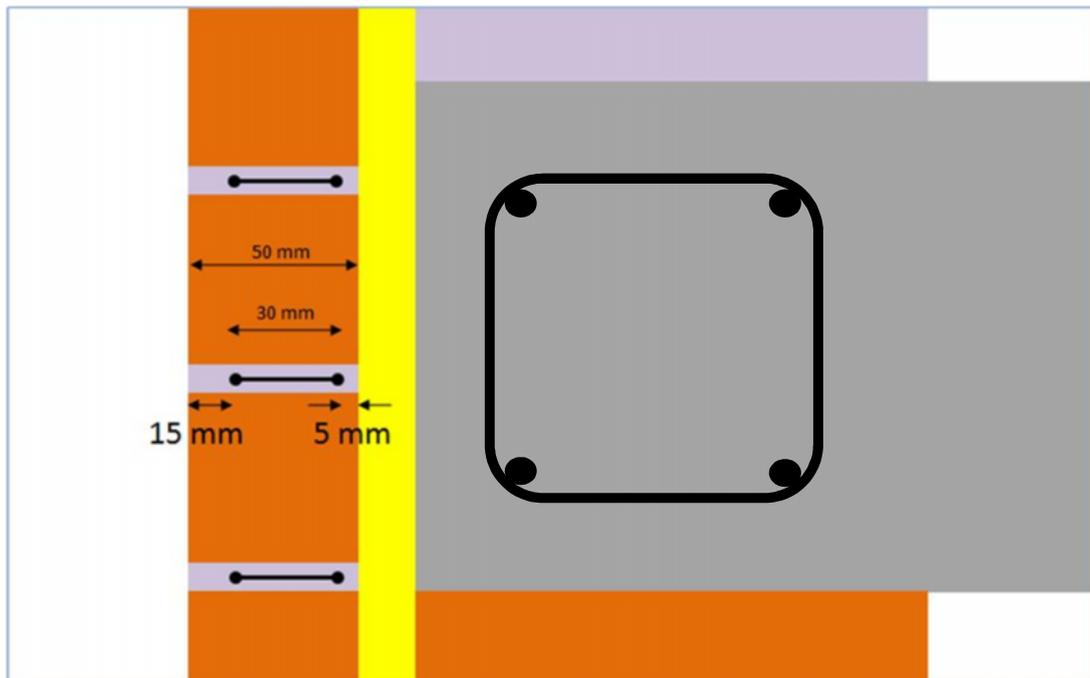
**mur de type IIb avec lame d'air et bavette d'évacuation des eaux d'infiltration et about de plancher constitué de 5 rangées de mulots (hors zone sismique)**



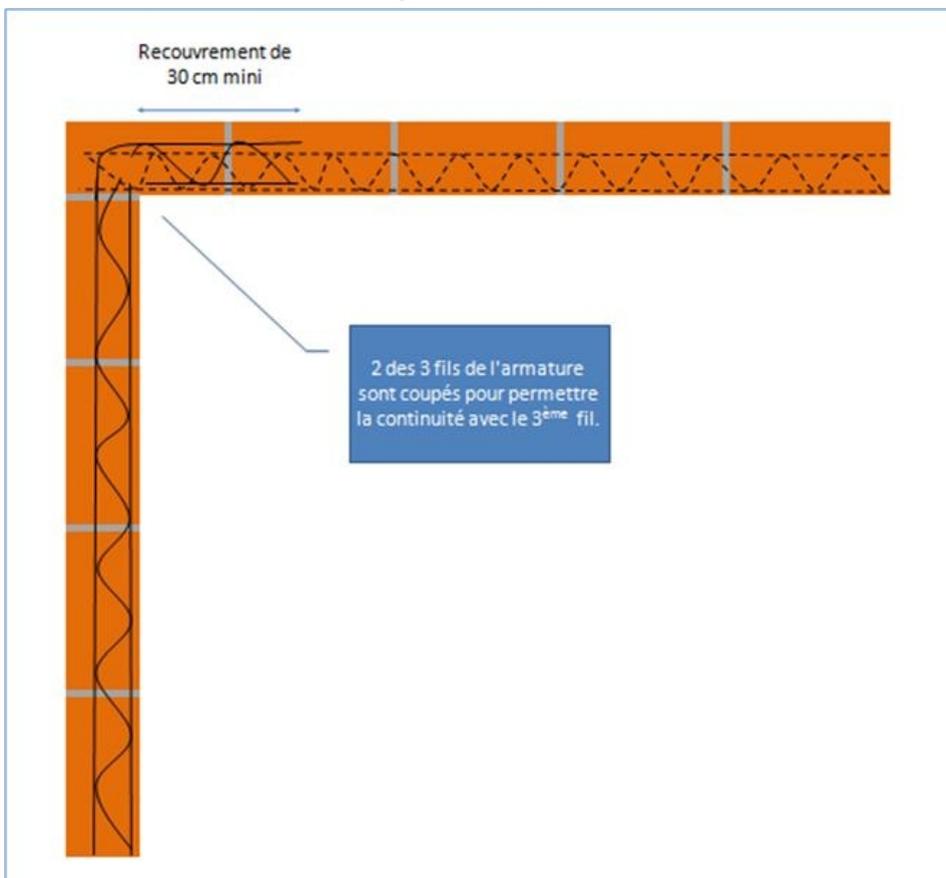
**Figure 4 :**  
**mur de type II a avec about de plancher constitué de 7 rangées de mulots**



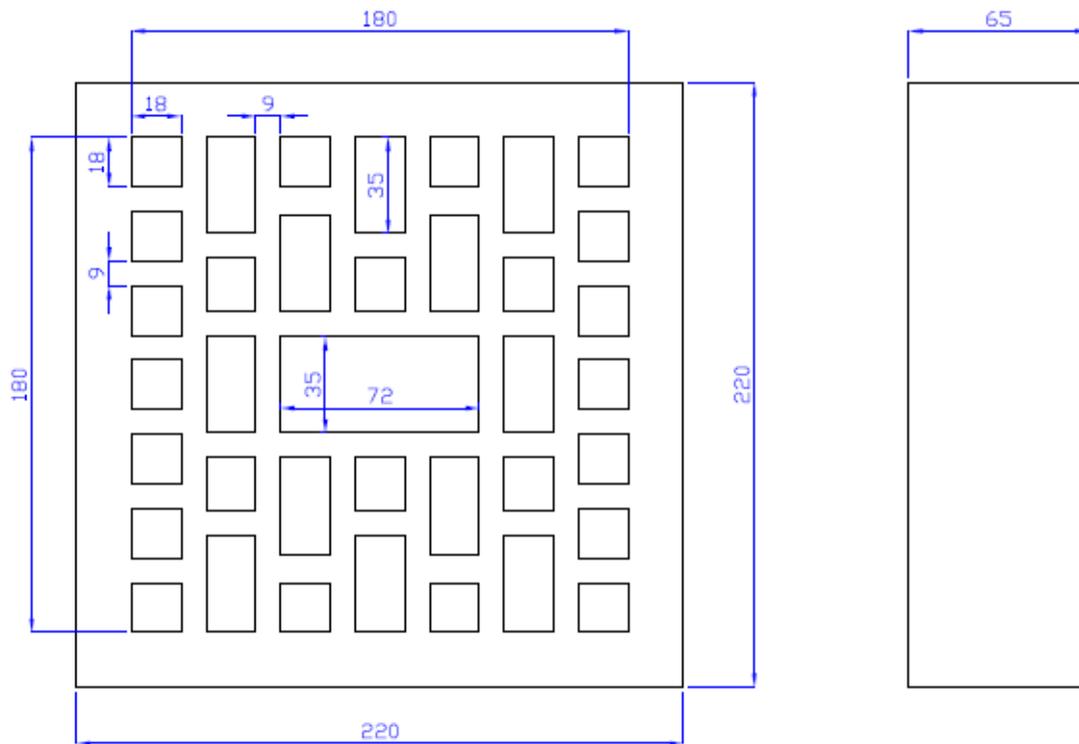
**Figure 5 :**  
**mur de type II a avec about de plancher constitué de 5 rangées de mulots**



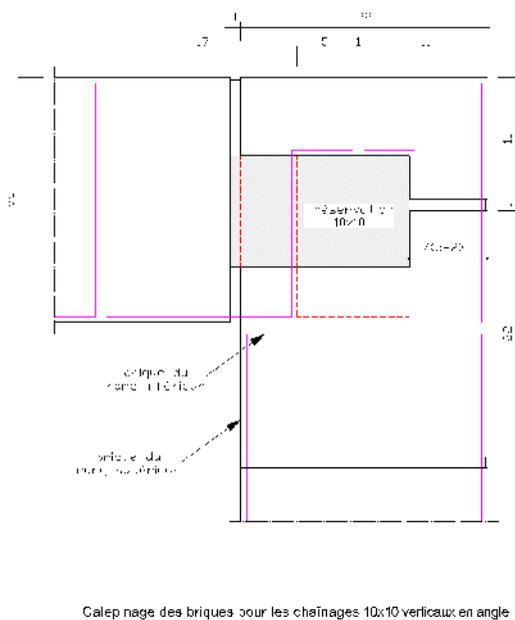
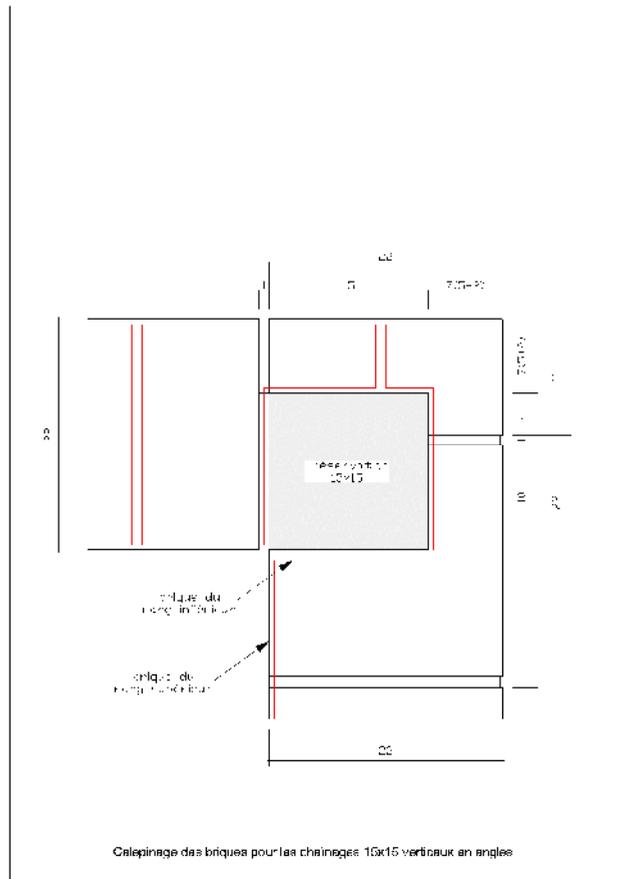
**Figure 6 : positionnement des armatures**



**Figure 7 : recouvrement entre armatures perpendiculaires dans les angles**



**Figure 8 : exemple de brique de terre cuite avec les cotations et dimensions**



**Figure 9 : Calepinage des briques pour la réalisation des réservations des chaînages verticaux en angle saillant de mur**

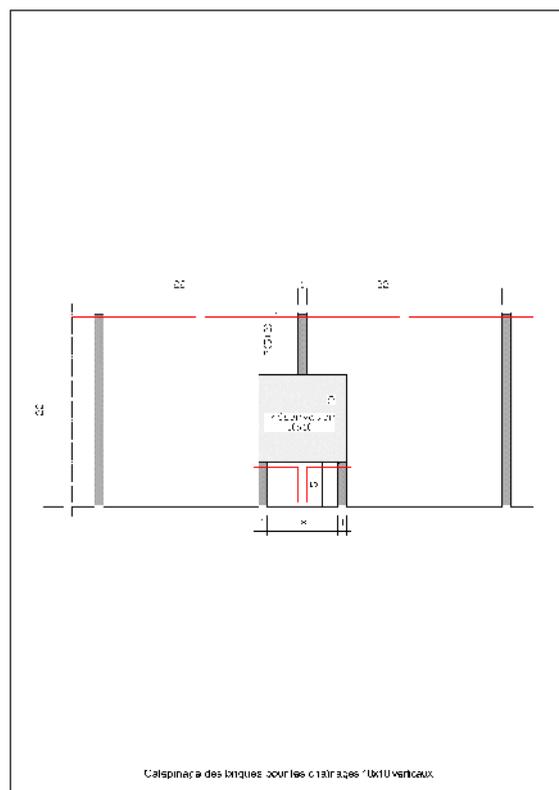
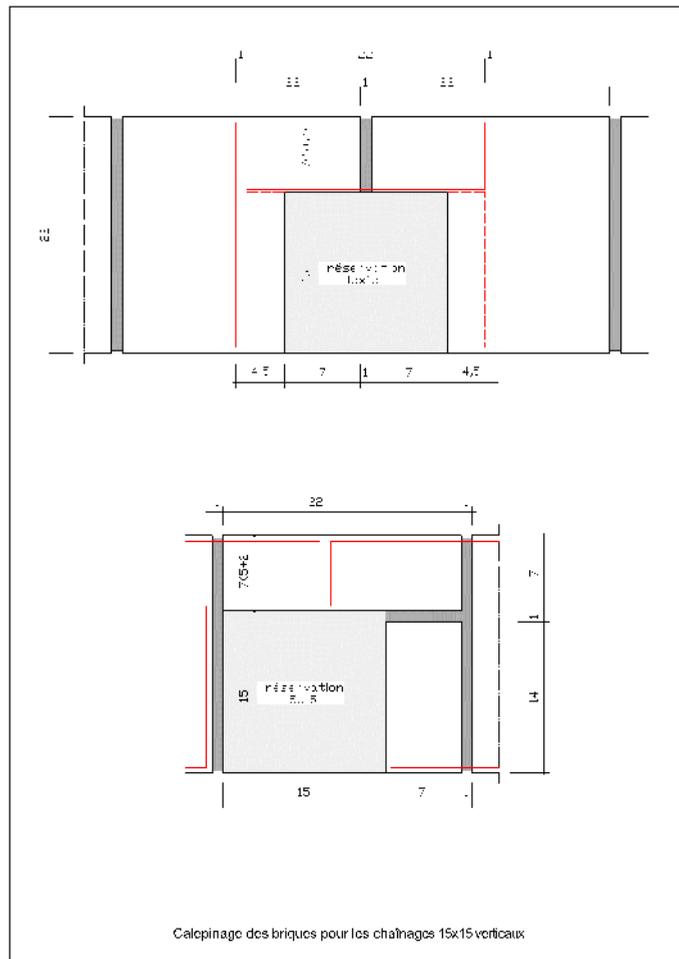
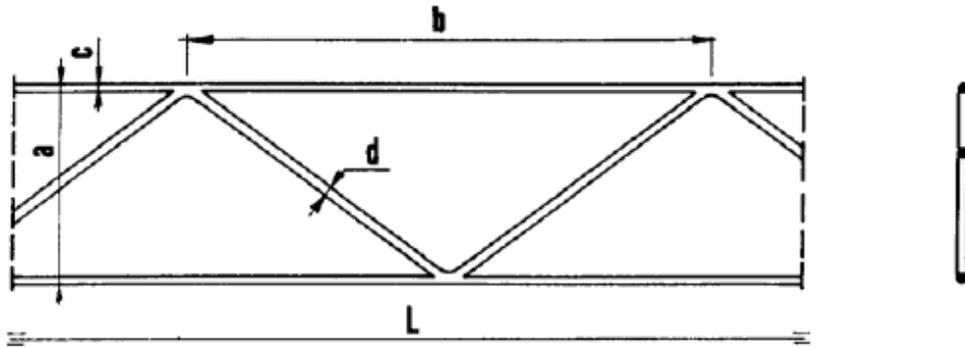
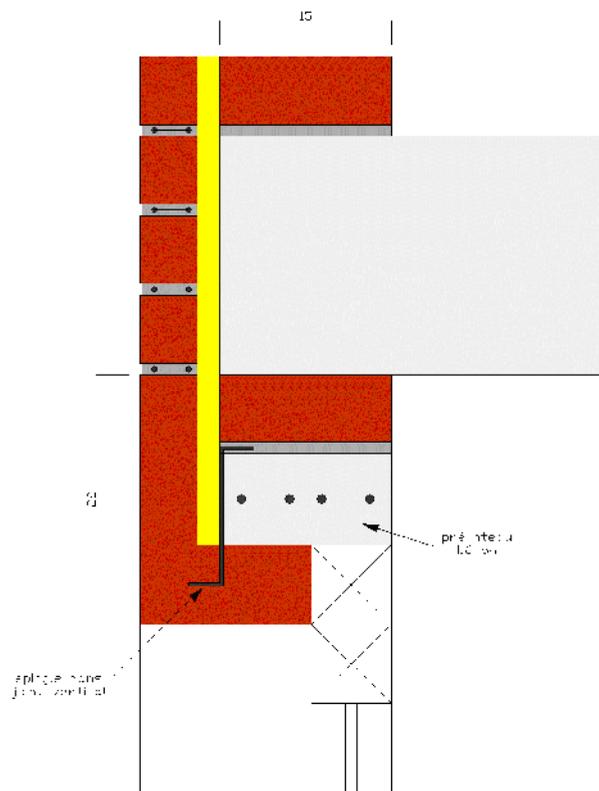


figure n° 10 : Calepinage des briques pour la réalisation des chaînages verticaux en partie courante de mur



**Figure 11 : description d'une armature de renfort**

$a=30 \text{ mm}$   
 $b=406 \text{ mm}$   
 $c= \varnothing 4 \text{ mm}$   
 $d=\varnothing 3.75 \text{ mm}$   
 $L=3050 \text{ mm}$



Coupe verticals sur linteau

**Figure 12 : Réalisation de linteau**