

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **16/14-700**

Mur en maçonnerie

Mur'max

Relevant des normes

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

Titulaire : Société Bouyer Leroux
L'Etablère
FR-49280 La Séguinière
Tél. : 02 41 63 76 16

Usines : Saint Marcellin (42680)
Gironde (33190)

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 4 juin 2015



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 17 décembre 2014 le procédé de mur de maçonnerie à double paroi en briques creuses « mur' max » présenté par la Société BOUYER LEROUX. 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. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications bénéficiant d'un Certificat de qualification NF.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de réalisation de murs de façade composés de deux parois en maçonnerie de briques de terre cuite de 15 cm entre lesquelles est insérée une couche isolante en panneaux PU de 122 mm d'épaisseur. Les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées, montés à joints minces de mortier-colle. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés.

Revêtement extérieur

Enduits traditionnels monocouches ou multicouches réalisés conformément au DTU 26.1, applicables sur support de type Rt3.

Revêtements intérieurs

Tout type d'enduit compatible avec le support terre cuite (enduits à base de liants hydrauliques suivant le DTU 26.1 ou enduits plâtre suivant le DTU 25.1), doublages en plaques de plâtre collées suivant DTU 25.41.

1.2 Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n°305/2011, le produit en terre cuite fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF-EN-771-1. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

De même, en application du Règlement (UE) n°305/2011, le mortier fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF-EN-998-2. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

En application de ce même Règlement, les panneaux isolants font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF-EN-13165. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

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 la marque commerciale « Bouyer Leroux », le nom du produit la date de fabrication et le site de fabrication, ainsi que le marquage correspondant à la certification NF : logo NF et numéro du certificat. Les housses de palette comportent la dénomination Bouyer Leroux.

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 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 les paragraphes 2.3 ci-après.

Par ailleurs, l'utilisation du procédé est limitée à la réalisation de bâtiments comportant au plus deux niveaux, la hauteur de chacun d'eux étant limitée à 3 mètres. L'utilisation du procédé pour la réalisation de bâtiments devant satisfaire à des exigences réglementaires parasismiques n'est pas visée.

L'utilisation du procédé pour des murs de façade de bâtiments réglementairement soumis aux exigences de l'Instruction Technique n°249 n'est pas visée.

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

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 maçonneries en terre cuite montés à joints minces.

Sécurité incendie

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

Les Procès-Verbaux de classement EFR-14-002253 et 13-U-131565 délivrés par le laboratoire EFECTIS ont permis l'obtention des classements REI 60 ou REI 90 dans les conditions données dans ces documents, et rappelées au tableau 2 figurant en annexe du dossier technique établi par le demandeur.

L'utilisation du procédé pour des murs de façade de bâtiments réglementairement soumis aux exigences de l'Instruction Technique n°249 n'est pas visée.

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

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 conduite dans chaque cas.

Les valeurs de la résistance thermique R et du coefficient Up du mur en partie courante, à prendre en compte dans les calculs, sont données dans le tableau suivant :

Joint vertical	résistance thermique R du mur enduit 1 face (m ² .K)/W	coefficient Up du mur enduit 2 faces en W/(m ² .K)
Laissés secs	7,00	0,139
collés	7,00	0,139

Les valeurs ci-avant ne s'entendent que pour l'insertion de plaques isolantes bénéficiant d'une certification ACERMI attestant d'une résistance thermique minimale de 5,65 (m².K)/W, et en l'absence de certification sur les caractéristiques thermiques de la brique de terre cuite.

Isolement acoustique

La réglementation portant sur la performance finale de l'ouvrage, la satisfaction à cette dernière vis-à-vis des bruits aériens provenant de l'espace extérieur-ci peut être estimée par application de la norme NF EN ISO 12354-3 à partir des performances intrinsèques des produits mesurés en laboratoire.

Sur la base de ces dernières, figurant dans le rapport visé au chapitre B du Dossier Technique, on estime que les configurations testées peuvent permettre de satisfaire à la réglementation vis-à-vis des bruits aériens provenant de l'extérieur dans les zones où l'isolement requis est égal à 30 ou 35 dB.

Le procédé ne peut pas être utilisé en façade avec un séparatif de logements.

Imperméabilisation des murs extérieurs

L'imperméabilisation des murs de façade est convenablement assurée moyennant l'application des enduits de façade prévus, ainsi que le

respect des conditions d'exposition définies à l'article 4.2 de la partie 3 de la norme NF DTU 20.1 (P 10-202).

Confort d'été

Pour la détermination de la classe d'inertie thermique quotidienne des bâtiments, qui constitue un facteur important du confort d'été, les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois à isolation extérieure, étant entendu que seule la paroi maçonnée située côté intérieur à l'isolant est à prendre en compte. L'inertie de ces bâtiments est déterminée au moyen des règles TH-1.

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 favorable à l'homogénéité d'aspect et de teinte de l'enduit de parement.

Caractéristiques environnementales et sanitaires

Le dossier ne mentionne pas Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) établie conformément à la norme NF P 01-010. Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

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 des mêmes types de matériaux.

2.23 Fabrication

La fabrication des briques et accessoires mur'max ne diffère pas dans son principe de celle des briques creuses 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 des briques fait l'objet d'un autocontrôle suivi par le CTMNC dans le cadre de la procédure des certificats NF.

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

Les panneaux isolants fait l'objet d'un autocontrôle suivi par le CSTB dans le cadre de la procédure des certificats ACERMI. Ces panneaux bénéficient de la classe de tolérances d'épaisseur T2 au sens de cette certification.

2.24 Mise en œuvre

L'assemblage des briques à joints minces diffère de la mise en œuvre traditionnelle par hourdage des produits traditionnels de même type.

La compatibilité des produits en terre cuite avec les mortiers visés dans le dossier technique a fait l'objet d'essais de convenance permettant de conclure favorablement sur l'aptitude à l'emploi. La mise en œuvre ne pose pas de problème particulier moyennant l'application des méthodes décrites dans le Dossier Technique et l'utilisation des accessoires associés au système (platinas 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-colle et de la relative capillarité du support, la durée entre la dépose du mortier collet et la brique ne doit pas être trop importante de manière à éviter des dessiccations prématurées du mortier, qui seraient préjudiciables à la bonne tenue du collage. Ce temps peut être modifié en fonction des conditions atmosphériques extérieures.

Il est nécessaire de vérifier en cours de pose que le vide de construction ménagé entre les deux parois de terre cuite permettra sans difficulté l'insertion ultérieure de l'isolant.

La dépose du mortier demande un soin particulier afin d'éviter des chutes de ce dernier entre les deux parois de terre cuite.

Chute de mortier dans ce On écrase ou on gratte les bavures de colle pour faciliter l'insertion de l'isolant dans le vide 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

2.311 Capacité portante sous charges verticales

À l'état-limite ultime, la valeur de calcul de la charge verticale appliquée par mètre de longueur de mur N_{Ed} doit être inférieure ou égale à la valeur de calcul de la résistance aux charges verticales, N_{Rd} , exprimée en N/m et donnée par l'expression suivante :

$$N_{Rd} = \frac{\Phi \cdot t \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Avec :

- Φ : coefficient de réduction pour tenir compte de l'élanement du mur, l'excentricité des charges verticales appliquées et l'effet de fluage. Les valeurs de Φ sont calculées conformément au § 4.2.2.3 de la norme NF EN 1996-3. Pour des murs de rive non raidis verticalement, de 3 m de hauteur maximale et portant des planchers de 7 m de portée au plus, la valeur du coefficient Φ peut être prise par défaut égale à 0,4.
- t : épaisseur de la maçonnerie, ($t=0,15$ mètres) ;
- f_k : résistance caractéristique de la maçonnerie, exprimée en Pa.
- γ_M : coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie.

Seule la paroi intérieure est porteuse.

Pour les murs de bâtiments soumis à exigences réglementaires en matière de résistance au feu, la charge verticale N_{Ed} pondérée par le coefficient de réduction η_{fi} doit être inférieure ou égale à la valeur de la charge maximale indiquée dans le Procès-Verbal de classement. On prendra par défaut $\eta_{fi}=0,7$. En outre, la hauteur maximale du mur est limitée à la valeur indiquée dans ce Procès-Verbal, soit à 2,80 m.

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.

2.312 Contreventement

La justification de l'aptitude du mur à assurer sa fonction de contreventement passe par les deux vérifications suivantes :

- 1- Le non écrasement de la zone comprimée de la maçonnerie en pied de mur. Cette vérification de non-écrasement s'écrit :

$$\frac{2 \cdot \frac{V_{Ed}}{N_{Ed}} \cdot \frac{h}{l} + l}{l_c \cdot \left(1 - \frac{l_c}{3}\right)} \cdot N_{Ed} \cdot l \leq \frac{\Phi \cdot t \cdot f_k}{\gamma_M}$$

Avec :

- V_{Ed} : force horizontale appliquées au mur, exprimée en N ;
- l et h : respectivement longueur et hauteur du mur, exprimées en mètres ;
- l_c : longueur comprimée du mur (cf. § 6.2 de l'EN 1996-1-1), exprimée en mètres, et donnée dans le tableau ci-après en fonction de la longueur du mur et du rapport V_{ed}/N_{ed} :

		Longueur du mur (m)				
		1,50	2,00	2,50	3,00	4,00
V_{ed}/N_{ed}	0	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00
	0,2	1,02	1,75	2,47	3,00	4,00
	0,4	0,68	1,44	2,27	3,00	4,00
	0,6	0,45	1,11	1,98	3,00	4,00
	0,8	0,33	0,80	1,62	2,55	4,00
	1,0	0,30	0,55	1,25	2,07	3,83

- 2- l'absence de rupture prématurée par cisaillement à l'interface éléments de maçonnerie/joint horizontal, à vérifier en utilisant le modèle de cisaillement décrit au § 6.2 de l'EN 1996-1.1. La valeur de calcul de la force de cisaillement appliquée V_{Ed} doit être inférieure ou égale à la valeur de la résistance au cisaillement du mur, V_{Rd} , exprimée en N et donnée par l'expression suivante :

$$V_{Rd} = \frac{t \cdot l_c \cdot f_{vk}}{\gamma_M}$$

Avec :

- f_{vk} : résistance caractéristique en cisaillement de la maçonnerie, exprimée en Pa.

La résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie, f_{vk} , est prise égale à l'une des deux expressions suivantes :

- $f_{vk} = 0.5 f_{vk0} + 0.4 \cdot \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0.045 \cdot f_b$ (pose à joints verticaux secs)

- $f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \cdot \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0.065 \cdot f_b$ (pose à joints verticaux remplis

ou collés sur au moins 40% de l'épaisseur de la maçonnerie)

Avec :

- f_{vk0} : Résistance initiale au cisaillement, en Pa

- f_b : Résistance moyenne en compression normalisée des éléments, en Pa

Dans le cas de murs montés à joints verticaux secs, le décalage des briques/blocs d'une rangée sur l'autre doit être proche de la demi-longueur de ces derniers. De plus, la longueur minimale du panneau de contreventement doit être égale à $h \cdot \frac{l_b}{2 \cdot h_b}$, h étant la hauteur du

mur, et l_b et h_b étant respectivement la longueur et la hauteur de l'élément de maçonnerie.

Seule la paroi porteuse doit être prise en compte dans la résistance au contreventement.

2.313 Prescriptions relatives à la paroi extérieure

Pour les vérifications sous actions hors plan, il convient de dimensionner les murs pour l'action du vent au moyen de la norme NF EN 1991-1-4 et de son annexe nationale.

- La résistance des parois est à déterminer selon les prescriptions de l'EN 1996-1, en prenant une résistance caractéristique en flexion de la maçonnerie de 0,15 MPa.
- Le dimensionnement vis-à-vis du vent peut être effectué à l'aide des tableaux donnés en annexe du dossier technique.
- Des joints de dilatation et de retrait sont à prévoir pour les parois extérieures de grande surface. A défaut de justification particulière devant prendre en compte les effets des dilatations thermiques et hygrothermiques différentielles entre paroi intérieure et extérieure, l'espacement entre ces joints ne devra pas excéder 24 mètres.

2.314 Données essentielles

Les données essentielles nécessaires aux vérifications ci-avant sont récapitulées ci-dessous :

résistance moyenne en compression normalisée des éléments	f_b	13,5 MPa
Résistance caractéristique en compression de la maçonnerie	f_k	4,7 MPa
Résistance caractéristique en flexion de la maçonnerie	f_{xk}	0,15 MPa
résistance initiale au cisaillement	f_{vk0}	0,3 MPa
coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie	γ_M	2,5
module d'élasticité de la maçonnerie	E	4560 MPa
section des armatures de chaînage		2 cm ²
joints verticaux		collés ou non

2.32 Prescriptions de fabrication

Les caractéristiques des briques doivent satisfaire aux spécifications de la norme NF EN 771-1 et à son complément national.

De plus, la classe de résistance doit être conforme à celle indiquée dans chaque certificat et dans le au Dossier Technique établi par le demandeur.

De plus, la tolérance dimensionnelle sur la hauteur entre faces rectifiées a pour valeur ± 0.5 mm.

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, la 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.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

Jusqu'au 31 décembre 2017

Pour le Groupe Spécialisé n°16
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le groupe attire l'attention sur les dispositions de ferrailage nécessaires compte tenu du peu d'espace disponible dans la paroi structurale de 15 cm. Afin d'assurer un bon remplissage, le béton de chaînage doit être choisi conformément au Dossier Technique établi par le demandeur.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°16

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe du procédé

Système de mur porteur composé de deux parois en maçonnerie de briques de terre cuite de 15 cm entre lesquelles est intercalé un panneau isolant. Le procédé ainsi assemblé permet d'atteindre une performance thermique élevée en partie courante du mur et de faire un traitement efficace des ponts thermiques. Le mur ainsi réalisé a une épaisseur brute de 42,5 cm (fig.0).

Ces deux parois sont liées entre elles au niveau des tableaux d'ouvertures, en tête de dalle et en tête de mur.

Les briques de terre cuite de 15 cm sont à alvéoles verticales et les faces de poses supérieure et inférieure sont rectifiées. Les briques sont assemblées au mortier de joint mince. Les joints verticaux, à emboîtement, permettent un assemblage à sec ou collé au mortier de joint mince. Ce type de mur est décrit dans la norme NF DTU 20.1 d'octobre 2010.

Du point de vue de l'étanchéité, le mur est recouvert d'un enduit hydraulique décrit au chapitre 6.10.

Du point de vue mécanique, seul l'une des deux parois de 15 cm est porteuse. En refend il est possible d'utiliser les briques faisant l'objet du DTA 16/12-637.

La hauteur brute entre planchers est limitée à 3m.

La société Bouyer Leroux commercialise le procédé mur'max dans son ensemble et propose une formation à la découverte du procédé le jour du démarrage chantier.

2. Domaine d'emploi

Ce procédé est destiné à la réalisation de murs porteurs de constructions telles que maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, pour constructions scolaires, ERP, bâtiments de santé et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

3. Éléments constitutifs

3.1 Briques courantes

Les briques sont à alvéoles verticales dont les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées, en correspondance avec les cloisons et parois verticales porteuses des divers accessoires. (voir fig 1)

Caractéristiques dimensionnelles	BGV PV 15
Longueur (mm)	500
Épaisseur (mm)	150
Hauteur rectifiée (mm)	274
Nombre de rangées d'alvéoles	5
Masse unitaire indicative (kg)	16,9 kg
Caractéristiques thermiques	BGV PV 15
Résistance Thermique de la maçonnerie *	Rth = 0,74 W/m ² K

* note de calcul CTMNC 2014-03-19_2014014045 – brique enduite une face et joints verticaux secs ou collés

* valeur conditionnée par l'obtention d'une certification attestant de valeurs thermiques.

Caractéristiques mécaniques	BGV PV 15
Classe de résistance à la compression	RC10
Résistance à la compression selon EN1996-1	Rm = 10 MPa
Résistance à la compression normalisée fb (N/mm ²)	fb = 13.5
Résistance caractéristique à la compression verticale de la maçonnerie **	fk = 4,7 N/mm ²
résistance caractéristique initiale au cisaillement de la maçonnerie (joints verticaux collés)	fvk0 = 0,3
Module d'élasticité (selon NF EN1996-1 §3.7.2)	E=5200 (E=1000xfk)
Module de cisaillement (selon NF EN1996-1 §3.7.3)	G = 2 080 (G=0,4xE)
La résistance à la compression horizontale normalisée***	Fbh > 1,5 N/mm ²
Arrachement	Rt3

**essais CTMNC/PO/13.2982

***essais CTMNC MAB/SL/13/0350

3.2 Briques accessoires mur'max

Voir figures en fin de Dossier Technique.

fig	Dénomination commerciale des briques accessoires	Longueur (mm)	Épaisseur (mm)	Hauteur (mm)	Poids (kg)
2	mur'max de calepinage ht 219	500	150	219	13,5
3	mur'max de calepinage ht 314	500	150	314	19,4
4	départ mur'max	275	425	107	9,8
5	départ poteau mur'max	275	425	107	9,0
6	poteau mur'max	375	150	274	10,0
6	poteau mur'max	375	150	219	8,0
6	poteau mur'max	375	150	314	11,5
7	poteau mur'max	425	150	274	10,0
7	poteau mur'max	425	150	219	8,0
7	poteau mur'max	425	150	314	11,5
8	poteau BGV PV 15 (section Ø10cm)	500	150	274	15,5
9	tableau / linteau mur'max	245	425	274	20,1
10	demi-tableau mur'max (livré par 2)	200	425	274	20,0
11	Linteau BGV PV 15	460	150	219	13,0
12	Equerre mur'max	400	150	200	5,4
13	Planelle 1A 17	600	30	170	3,4
13	Planelle 1A 20	600	30	200	4,0
fig	Dénomination commerciale des briques accessoires	Longueur (mm)	Épaisseur (mm)	Hauteur (mm)	Poids (kg)
14	Planelle Rmax 0.5*	600	50	170	3,6
14	Planelle Rmax 0.5*	600	50	200	4,2
14	Planelle Rmax 0.5*	600	50	250	5,1
15	Coffre de Volet Roulant de 37,5 cm**	790 à 4580	375	305	-

* DTA 16/13-668 « planelle Rmax »

** DTA 16/11-623 « Full Brick »

3.3 Mortiers de joint mince

Le mortier joint mince bio'bric se présente sous forme de poudre rouge, prête à moullier, en sac de 25 kg.

Sur les sacs d'emballage sont indiqués, outre la référence commerciale « Mortier Joint Mince bio'bric », l'indication codée de l'usine productrice et les caractéristiques et précautions d'emploi.

La fabrication du mortier joint mince fait l'objet d'un autocontrôle par l'usine productrice (mortier performant, niveau de contrôle CE2+).

Ce mortier joint mince a fait l'objet d'essais de convenue sur son aptitude à l'emploi favorisant la résistance mécanique de la maçonnerie et les conditions de mise en œuvre.

Les principales caractéristiques sont les suivantes :

Fournisseur	PAREX LANKO
Nom commercial	Mortier Joint Mince bio'bric
Présentation	Poudre rouge
Masse volumique apparente en t/m ³	1,20 ± 0,20
pH	12.0
Granulométrie	< 1mm
Taux de gâchage	32 à 38%
Taux de rétention d'eau	> 91 %
Résistance en compression (classe en MPa)	≥ M 10
Temps ouvert	5 à 20 mn

Fournisseur	PRB
Nom commercial	Mortier Joint Mince bio'bric
Présentation	Poudre rouge
Masse volumique apparente en t/m ³	1,25 ± 0,1
pH	12.5 ± 0,5
Granulométrie	< 1mm
Taux de gâchage	28 à 32%
Taux de rétention d'eau	> 93 %
Résistance en compression (classe en MPa)	≥ M 10
Temps ouvert	5 à 20 mn

3.4 Outillage

Les platines de réglage du niveau de l'arase pour le premier rang ainsi que les rouleaux applicateurs du mortier joint mince sont également fournis par Bouyer Leroux (fig 17), ainsi que le gabarit d'écartement permettant de contrôler le vide de construction à ménager entre les deux parois (125mm).

3.5 Isolant

Plaque ou panneau isolant à base de mousse polyuréthane de 122 mm d'épaisseur. Les panneaux sont rainurés et bouvetés 4 cotés. La performance thermique de l'isolant fait l'objet d'un certificat ACERMI n°14/183/975 attestant de la résistance thermique en fonction de caractéristiques physiques et dimensionnelles. Les panneaux sont livrés par Bouyer Leroux, à la marque Bouyer Leroux, en même temps que les briques et sont étiquetés avec toutes les informations réglementaires minimales les concernant.

La performance thermique des panneaux isolants est prise en compte dans le calcul des performances du mur en partie courante et des ponts thermiques (voir paragraphe 5 et tableau en annexe).

Le panneau isolant utilisé pour le procédé mur'max est le suivant :

Isolant	Isolant mur'max
fournisseur	SOPREMA EFISOL
Longueur	1200 mm
hauteur	1000 mm
Ep.	122 mm
Rth déclarée	5,65 m ² K/W
Certificat ACERMI	14/183/975

3.6 Caractéristiques environnementales

Les briques de terre cuite bio'bric font l'objet d'une fiche de déclaration environnementale et sanitaire commune conforme à la norme NF P 01-010.

Les panneaux d'isolant à base de mousse polyuréthane de 120 mm d'épaisseur font l'objet d'une fiche de déclaration environnementale conforme à la norme NF P 01-010.

4. Fabrication - contrôles

4.1 Briques et accessoires

4.1.1 Fabrication

La fabrication est réalisée en usine, suivant le principe des produits de terre cuite extrudés.

Après cuisson et avant palettisation, chaque produit passe dans une rectifieuse à meules, permettant le calibrage de la hauteur de pose des briques avec une tolérance de ± 0,5 mm

4.1.2 Contrôles

Les contrôles sont ceux effectués conformément aux exigences :

- du règlement d'application du Marquage CE 2+,
- du référentiel particulier de la marque NF Brique de terre cuite (Usine de St Marcellin)

La classe de tolérance dimensionnelle des briques est celle de la catégorie M (tolérance de ± 0,5 mm selon la hauteur).

Les essais de laboratoire sont effectués conformément aux normes définies au tableau ci-dessous et les produits remplissent les exigences des normes NF EN 771-1 et NF EN 771-1/CN :

Caractéristiques contrôlées	Référence
Longueur Largeur Hauteur Epaisseur des parois	NF EN 772-16
Rectitude	NF EN 771-1CN Annexe E
Planéité	NF EN 772-20
compression	NF EN 772-1
Dilatation humidité	NF EN 772-19
Gel	NF EN 771-1/CN annexe C
Test d'arrachement tessou	NF EN 1015-12

4.1.3 Marquage

Le marquage minimal des briques est :

- Repérage du fabricant.
- Repérage de l'usine de production.
- Date et équipe de fabrication.
- Marquage CE.
- Catégorie de résistance à la compression.

5. Conception et dimensionnement des ouvrages

5.1 Dimensionnement des ouvrages

5.1.1 Données d'entrées

Du point de vue mécanique, le procédé de « mur double » est classé « maçonnerie porteuse » au sens de l'art 5.5 de la norme NF DTU 20.1 P4 ; une seule paroi doit être considérée comme porteuse ;

Dans le cas du procédé mur'max, les deux parois sont dimensionnées indépendamment l'une de l'autre selon les efforts à reprendre.

En général, le mur intérieur est désigné comme étant porteur.

Dans le cas d'ouvrages de plain-pied avec toiture légère (absence de plancher haut lourd), il peut être judicieux de désigner le mur extérieur comme mur porteur.

Dans tous les cas, une étude de dimensionnement par un BE spécialiste des structures doit être réalisée pour les infrastructures et le plancher bas en ce qui concerne la reprise des efforts.

- Le procédé mur'max est considéré comme traditionnel au sens de l'art. 3.1 du DTU 20.1 et décrit à l'art 3.3 de la norme DTU 20.1-P1 (murs à double parois).
- Pour une vérification par calcul selon la norme EN1996-1, se reporter à l'art.2.31.1 de la partie Avis pour la détermination de la charge de calcul et à l'article 2.33.1.4 pour les données caractéristiques de la maçonnerie.
- Pour la paroi non chargée, une étude spécifique doit être réalisée pour définir l'effort du vent afin de déterminer l'entraxe des raidisseurs verticaux ainsi qu'au dernier niveau. Se reporter aux abaques de dimensionnement en annexe de dossier technique (tab 1a et 1b)

- Pour la paroi non porteuse, il convient de calculer les efforts dus au vent au moyen de la norme NF EN 1991-1-4 et de son annexe nationale
- Ces efforts permettront de dimensionner l'entraxe entre raidisseurs verticaux en étage courant ainsi qu'au dernier niveau. La justification à la flexion cette paroi dite « non porteuse » est réalisé avec les règles et normes de calcul suivantes :
 - norme NF EN1996-1 art 3.6.3 pour la « Résistance caractéristique à la flexion de la maçonnerie »
 - norme NF EN1996-1 art 5.5.5 pour la résistance des « murs de maçonnerie soumis à un chargement latéral »
 - Le dimensionnement est réalisé pour le sens de flexion le plus défavorable c'est-à-dire celui correspondant au plan de rupture parallèle au lit de pose du mortier à joint mince ($f_{xk1} = 0,15 \text{MPa}$).
 - norme NF EN1996-1 annexe E - tableaux : pour les conditions d'appui pour déterminer a_2
 - Pour les premiers niveaux des constructions : Chargement vertical 440daN/ml (poids propre ramené au ml correspondant une hauteur d'élévation de la paroi extérieure) – conditions d'appui : type d'appui I
 - Pour les derniers niveaux de la construction : Chargement vertical 220 daN/ml (poids propre ramené au ml correspondant à la moitié supérieure de la paroi extérieure) – conditions d'appui : type d'appui H
- Le dimensionnement peut être guidé grâce aux abaques simplifiés en annexe de dossier technique (tab1a et 1b).
- Si une ouverture se trouve à l'endroit dudit raidisseur vertical et si sa hauteur est supérieure ou égale au tiers de la hauteur brute du mur, alors elle fait fonction de raidisseur vertical.

5.12 Conception Thermique

En partie courante, le procédé mur'max présente des performances thermiques suivantes :

Composition du mur		Mur « MUR'MAX » enduit 2 faces	
		Rth (W/m²K)	Up (m²K/W)
BGV PV 15 enduit 1 face *	Rth =0,64	7,00	0,139
Panneau ISOLANT 122 mm ACERMI	Rth =5,65		
Lame d'air 3 mm (λ0,046) **	Rth=0.065		
BGV PV 15 enduit 1 face *	Rth =0,64		

* en cas de certification thermique de la brique, cette résistance serait portée à 0,74 W/(m2.K).

** résistance thermique calculée conformément au fascicule 4 des règles Th-U, § 2.1.1.2.1.1, lames d'air non ventilées

Les résultats découlent de la somme arithmétique des Rth des différentes couches.

Pour les points singuliers spécifiques au procédé, se reporter au tableau des Psi en annexe (tab3).

5.13 Conception Acoustique

Des essais acoustiques ont été réalisés en laboratoire.

Le procédé satisfait aux exigences de la réglementation acoustique.

Le procédé de mur ne permet pas à lui seul d'être utilisé en séparatif de logements.

5.14 Sécurité Incendie

Un essai de résistance au feu a été réalisé en laboratoire et permet de vérifier le domaine d'emploi revendiqué par le procédé. Le PV porte le n° 13-U-131565 et a été réalisé chez EFECTIS.

La liste des PV de résistance au feu / extensions disponibles ainsi que les configurations testées sont présentées en Annexes du Dossier Technique, dans un tableau indiquant pour chaque brique la configuration, la charge, la hauteur d'essai et le classement (tableau 2).

6. Mise en œuvre

6.1 Outillage

Outre l'outillage traditionnel du maçon, la mise en œuvre du procédé nécessite l'utilisation de l'outillage complémentaire :

- Des platines de pose ou tout autre dispositif permettant un réglage horizontal précis de l'arase de départ (voir fig. 17).
- Un mélangeur rotatif pour le gâchage du mortier joint mince.

- Un rouleau applicateur pour la pose précise et régulière du mortier joint mince sur les éléments briques.

6.2 Pose du premier rang

Ce rang sert de gabarit d'épaisseur du mur brut sur lequel viendront se poser les deux parois des rangs suivants. (voir fig. 18)

Il s'effectue sur l'arase fraîche de mortier traditionnel à l'aide des « briques de départ » et « briques départ poteau », avec un réglage précis de la planéité, de l'aplomb et de la rectitude du premier rang.

A cette étape, on implante également les tableaux d'ouvertures de baies entre lesquels il n'est pas nécessaire de mettre en place les briques de départ.

Les briques « départ poteau » sont positionnées dans les angles et en partie courante de mur en prévision des chaînages verticaux et selon les préconisations du bureau d'étude structure.

6.3 Pose des rangs suivants

Les rangs suivants sont posés, rang par rang, au mortier joint mince et s'alignent sur les faces externes des briques de départ. Pour plus de confort, l'entreprise commencera par positionner le rang de la paroi externe du système avant de poser le rang de la paroi intérieure. On vérifie à l'avancement que le vide de construction permettrait l'insertion de l'isolant à posteriori. On écrase ou on gratte les bavures de colle pour faciliter l'insertion de l'isolant dans le vide technique.

Les briques accessoires tableau et poteau doivent être encollées verticalement dans les zones de contact avec les briques mères adjacentes, procéder de même pour les coupes de briques en partie courante de mur.

Pour la paroi intérieure, on s'aligne sur la face interne des briques de départ. On contrôle l'aplomb et le vide de construction à l'aide d'un mètre ou d'un gabarit d'écartement. Les accessoires sont utilisés et positionnés selon le besoin (fig 19).

6.4 Insertion des panneaux isolants

Après avoir monté un nombre de rangs dont la hauteur est au moins supérieure à la hauteur des panneaux isolants, l'entreprise peut procéder à l'insertion de ces derniers (fig 20). De cette manière, l'encollage des briques est réalisé sur tout leur largeur. Cette opération est répétée sur la hauteur totale du mur à bâtir.

On veillera lors de l'insertion à conserver, tant que faire se peut, les assemblages par bouvetages entre les panneaux. Lorsqu'il y a de coupes à réaliser, on soignera la mise en contact franc entre les panneaux.

Les coupes en partie haute de mur seront réalisées en fonction du traitement thermique en about de plancher.

6.5 Variante de montage en partie courante

Lorsque l'architecture de l'ouvrage le permet, il est possible de monter dans un premier temps la paroi externe sur un nombre de rangs de brique dont la hauteur est au moins supérieure à la hauteur des panneaux isolants, de procéder ensuite à la mise en place des panneaux isolant contre cette-ci pour enfin procéder à la mise en œuvre de la paroi interne. Cette méthode est particulièrement adaptée aux pans de murs ne comportant pas d'ouvertures donc pas de retours en tableau avec la paroi externe. On veillera dans tous les cas à croiser briques et briques poteau un rang sur deux et à ce que le mortier colle soit déposés sur toute la largeur des briques (encollage de la brique à poser).

6.6 Joints verticaux

Ils peuvent être de 2 natures :

- joint vertical laissé sec ;
- joint vertical collé (les chants verticaux des briques sont collés sur une surface de plus de 40% de la surface totale et donc considérés comme remplis au sens de la EN 1996-1. La dépose du mortier des joints minces verticaux peut être réalisée à l'aide du rouleau applicateur ou à l'aide d'un outil traditionnel, truelle ou couteau.

6.7 Réalisation des points singuliers

6.7.1 Liaisons avec les soubassements

Le procédé mur'max ne nécessite pas de type de d'infrastructures particulières.

On veillera cependant à assurer la bonne continuité des chaînages verticaux de la paroi porteuse avec le mur de soubassement.

Plusieurs solutions techniques sont envisageables :

- plancher sur vide sanitaire avec console courte et soubassements aligné au nu intérieur du mur fini (fig 38 a)
- Dalle portée sur hérisson. (fig 38 b)
- soubassement maçonné (2 murs de 20cm) ou longrine de 40 cm de largeur.

Le bureau d'étude spécialiste des structures choisira la solution la plus adaptée techniquement au projet.

6.72 Angles sortants

Le procédé prévoit la réalisation d'un chaînage vertical par paroi dans les angles. Seule la paroi externe nécessitera l'utilisation des « briques poteaux » qui sont positionnées et réglées au nu extérieur du mur ; pour chacune des parois, les briques sont croisées un rang sur deux. Les joints verticaux sont traités par encollage au mortier joint mince, ce quelle que soit la zone de sismicité. L'isolant fait fonction de paroi coffrante des deux chaînages (figure 19)

6.73 Angles rentrants

Le procédé prévoit la réalisation d'un chaînage vertical par paroi dans les angles. Seule la paroi interne nécessitera l'utilisation des « brique poteau » qui sont positionnées et réglées au nu intérieur du mur ; pour chacune des parois, les briques sont croisées un rang sur deux. Les joints verticaux sont traités par encollage au mortier joint mince, ce quelle que soit la zone de sismicité. L'isolant fait fonction de paroi coffrante des deux chaînages. (fig 22)

6.74 Jonctions refend / Façade

Les murs de refend doivent être liés aux murs périphériques de la construction. Ils sont bâtis simultanément aux murs de façade, afin d'assurer leur liaison avec celles-ci selon une des deux façons suivantes:

- Liaison avec chaînage vertical béton armé : utiliser pour la réalisation du mur de refend la brique PV15 ; un rang sur trois la brique PV15 est insérée dans la première paroi du mur de façade avec une pénétration de 3 cm (voir fig 23).
- Liaison sans chaînage vertical : un rang sur trois, la brique de refend est insérée dans la première paroi du mur de façade (voir fig 24a et 24b). L'épaisseur de la brique de refend n'a pas d'importance.

6.75 Chainages verticaux intermédiaires

Lorsque l'une ou l'autre des parois est concernée, les briques poteaux sont disposées à joints croisés un rang sur deux permettre le harpage avec les briques. Les joints verticaux sont traités par encollage au mortier joint mince, ce quelle que soit la zone de sismicité. Leurs réservations ainsi superposées permettent la mise en œuvre des chaînages verticaux.

6.76 Chainages horizontaux

Lorsqu'il est nécessaire de réaliser un chaînage horizontal pour respecter les règles d'élançement, il est réalisé simultanément sur les deux parois. On utilisera l'accessoire « équerre ».

Le panneau isolant intercalé fait fonction de paroi coffrante des deux chaînages. Les deux parois sont liées entre elles par des attaches en béton armé tous les 1m20 traversant. Une encoche de 6x6 cm environ est réalisée sur chantier idéalement au droit des poutrelles pour la liaison en béton armé. La section d'acier minimale pour reprendre les efforts est de 0,5 cm² d'acier Fe500 (1HA8 par exemple).

Il est aussi possible d'utiliser la brique linteau PV 15.

6.77 Chainages horizontaux d'abouts de planchers

Au niveau des planchers lourds, les chaînages sont coffrés côté extérieur par l'accessoire « équerre » en terre cuite de 15 cm d'épaisseur, et de 20 cm de hauteur. Cette « équerre » est montée au mortier joint mince. Le chaînage de la paroi interne et porteuse est coffré par le panneau isolant continu en tête de dalle. La paroi externe est liée tous les 1m20 au plancher au travers d'attaches béton armé traversant l'isolant. Une encoche de 6x6 cm minimum est réalisée sur chantier idéalement au droit des poutrelles pour la liaison en béton armé (fig25). La section d'acier minimale est de 0,5 cm² d'acier Fe500 (1 HA8 par exemple). L'enrobage est de 25 mm. L'ancrage minimum dans la dalle est défini en figure 26.

La largeur d'appui disponible est de 15 cm ;

Cette largeur d'appui peut être élargie au besoin (enrobage, facilité de mise en œuvre) dans la limite de 21 cm sans toutefois pénaliser la performance thermique (voir fig. 26 et tableau des Psi en annexe).

6.78 Acrotères bas

La réalisation du plancher haut est identique à celle des planchers intermédiaires.

L'acrotère peut être réalisé en béton armé dimensionné par un BE structure ou à l'aide d'un procédé sous avis technique ou DTA.

6.79 Tableaux de baies

On utilise successivement d'un rang à l'autre une brique tableau et une brique demi-tableau (livrée par 2 et obtenue par désolidarisation sur chantier) ce qui permet de respecter le harpage des briques « BGV PV 15 » en partie courante (voir fig 27).

En cas de nécessité de raidir, aux rangs pairs, la brique tableau est usinée sur chantier pour présenter une réservation béton pour le chaînage vertical au droit des ouvertures. Aux rangs impairs, la brique

demi-tableau est complété par une brique poteau dont la réservation vient s'aligner avec celle du rang précédent. (voir fig 28). Exemple de réalisation en fig 33.

La brique tableau est conçue de manière à réserver une zone d'appui pour les coffres de volets roulants de 9 cm, tout en permettant la réalisation des chaînages verticaux en encadrement de baie.

Dans tous les cas, les joints verticaux des accessoires sont collés à la brique mère.

6.710 Linteaux

Le coffrage des linteaux est réalisé à partir de briques linteaux dont la réservation béton permet la mise en place des armatures. Deux modes de réalisation des linteaux d'ouverture sont possibles :

- Cas des linteaux doubles : ils sont réalisés avec les briques « équerre mur'max » ; la menuiserie est positionnée à l'aplomb de l'isolant (voir fig 29a)..
- Cas des linteaux simples : ils sont réalisés avec les briques tableaux mis en œuvre à plat ; la menuiserie est positionnée indifféremment, avec ou sans feuillures, l'accessoire facilitant la réalisation de ces dernières pour la pose des menuiseries et des volets battants (voir fig 30).

6.711 Coffres de volets roulants

L'installation de coffres de volets roulants ne diffère pas de celle en maçonnerie traditionnelle.

Utilisation du Coffre de Volet Roulant Tunnel de 37,5 complété d'un élément de terre cuite de 50 mm en garnissage intérieur(voir fig 31).

6.712 Aciers des chaînages

Pour la paroi porteuse, la section d'aciers des chaînages doit être conforme à la préconisation du DTU 20.1 (exemple de réalisation figure 32);

Section d'aciers des chaînages verticaux CV

paroi porteuse	section mini	1,57 cm ²
	ref	2 HA10
	section cadres	5 mm
	e cadres	200 mm
	Lr (lg recouvrement)	50Ø
	entraxe CV	8 m
paroi non porteuse	section mini	1,57 cm ²
	ref	2 HA10
	section cadres	5 mm
	e cadres	200 mm
	Lr (lg recouvrement)	50Ø
	entraxe CV	selon efforts latéraux art. 5,11.

Section d'aciers des chaînages horizontaux CH

paroi porteuse	section mini	1,57 cm ²
	ref	2 HA10
	section cadres	5 mm
	e cadres	200 mm
	Lr (lg recouvrement)	50Ø
	entraxe CH	3 m maxi de dalle à dalle ou entre 2 CH
paroi non porteuse	section mini	1,57 cm ² (*)
	ref	2 HA10 *
	section cadres	5 mm
	e cadres	200 mm
	Lr (lg recouvrement)	50Ø
	entraxe CH	3 m maxi de dalle à dalle ou entre 2 CH

* cas chaînage haut avec acrotère

Les étapes de ferrillages de cette liaison sont les suivantes :

- Positionnement des cadres 4HA10 cadres 8x8 dans les réservations de la brique poteau mur'max découpe à la dimension de l'élévation ; aucun dépassement en arase supérieure de mur.

- Coulage partiel du béton des chaînages sans aiguille vibrante jusqu'àux 2/3 de la hauteur du mur – laisser un minimum de 70 cm en dessous de l'arase du mur.
- Pose du plancher
- Pose des cadres 4 HA10 et ligature des boucles de liaison sur ces derniers.
- Insertion des 4 barres d'aciers de continuité de section identique au chaînage et de longueurs adaptée $l_r = 60\varnothing$.
- Coulage de la totalité des chaînages puis du plancher avec le même béton.

6.7.13 Béton des chaînages

Pour faciliter le coulage du béton, on utilisera un gravier de granulométrie 6/10 mm; Classe de consistance 3 selon la norme NF 206-1. Il est conseillé de couler les chaînages en 2 fois, comme indiqué ci-dessus.

6.8 Réalisation des pignons

6.8.1 Combles aménagés

Dans le cas de combles aménagés, les pignons seront réalisés de la même manière qu'en partie courante afin de conserver la même performance thermique dans toute la construction. Les briques seront disposées suivant la forme de la toiture et pourront être découpées sur chantier à la disqueuse, scie à eau sur table ou scie alligator.

6.8.2 Combles perdus

Dans le cas des combles perdus, les pignons peuvent être réalisés à l'aide des briques de gamme BGV couverte par le DTA 16/12-637. Voir un exemple de réalisation en fig 35.

6.9 Liaison en tête de paroi

6.10 En tête de mur, le pontage des deux parois doit être réalisé par liaison béton armée de 6 cm minimum d'épaisseur. La section d'acier de pontage minimale est de 0,5 cm² d'acier Fe500 (1 HA8 par exemple) tous les 1m20 maximum ; l'enrobage est de 25 mm. Rainurages, saignées

Les saignées et réservations sont réalisées conformément à la norme NF EN 1996-1 "Calcul des ouvrages en maçonnerie", article 8.6 «Saignées et réservations au niveau des murs». Les saignées ne doivent en aucun cas affecter la stabilité de la paroi porteuse du procédé « MUR'MAX ». Elle sont réalisées avec une outil adapté (rainureuse). Le passage des gaines concerne au plus la première alvéole soit 30 mm de profondeur. Les saignées à l'horizontale sont interdites dans les panneaux dits porteurs ou de contreventement. Le rebouchage est réalisé avec un mélange compatible avec la nature de l'enduit de finition.

6.11 Enduits et finitions

6.11.1 Revêtements intérieurs

Enduits à base de liants hydrauliques pour supports de type Rt3 au sens du DTU 26.1 « Travaux d'enduits de mortier ». Application d'un enduit plâtre ou plâtre allégé suivant DTU 25.1 ou plaques collées suivant DTU 25.41.

6.11.2 Revêtements extérieurs

Un revêtement extérieur est obligatoire pour la paroi maçonnée extérieure pour assurer l'étanchéité air et eau.

Les enduits associés à cette maçonnerie sont des enduits traditionnels monocouches ou multicouches applicables sur des supports, au sens du DTU 26.1, de type Rt3.

Les enduits applicables sur cette maçonnerie sont les enduits type OC2 ou OC3 au sens du DTU 26.1 « Travaux d'enduits de mortier ».

Il est néanmoins recommandé d'appliquer des enduits de type OC2.

7. Assistance technique

Bouyer Leroux fournit une assistance technique à chaque démarrage des premiers chantiers pour les entreprises découvrant le procédé.

B. Résultats expérimentaux

8. Essais mécaniques

8.1 Sur briques

8.1.1 Essai d'arrachement sur tesson :

Dossier Laboratoire central BOUYER LEROUX STRUCTURE à St Marcelin-en-forez (42)

Rapport d'essai du 7 mai 2014

	Fabrication SMA
Contrainte de rupture en MPa	1,1 MPa
Classement du support	Rt3

8.1.2 Essais de compression verticale sur briques

- Essais CTMNC STS/12/0152 dossier n° 120268
- La résistance moyenne est 9,9 MPa.

8.1.3 Essais de compression horizontale sur briques

- Essais CTMNC MAB/SL/13/0350 n° 130767 du juillet 2013
- La résistance moyenne à la compression horizontale est 5 MPa.
- La résistance à la compression horizontale normalisée $f_{bh} = 6,8 \text{ Mpa}$

8.2 Sur murets

Essais réalisés au CTMNC PO/12.2837/XC/VG n° 2014012581

La résistance moyenne est 5,47 MPa

8.3 Sur mortier joint mince

Des essais d'adhérence par temps ouverts ont été réalisés au CTMNC le 02/09/14. La résistance au temps ouvert est de 0,25 MPa (moyenne de 5 échantillons).

9. Essais acoustiques

Le procédé a fait l'objet d'un essai acoustique n°12/4827-711 au laboratoire Applus-LGAI de Barcelone en juin 2012.

Mesure réalisée sur une double paroi de **BGV PV 15** avec panneau de polyuréthane 70 mm intercalé

Revêtement intérieur	Revêtement intérieur	Rw (C; Ctr)
15 mm enduit mortier	rien	51 (-1; -3) dB
15 mm enduit mortier	BA10	53 (-2; -4) dB
15 mm enduit mortier	plâtre 10 mm	52 (-1; -3) dB

Le procédé satisfait aux exigences de la réglementation acoustique.

Le procédé de mur ne permet pas à lui seul d'être utilisé séparation de logements.

10. Données Environnementales et Sanitaires

Le procédé mur'max ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) conforme à la norme NF P 01-010.

11. Résistance au feu

Un essai de résistance au feu sur mur chargé a été réalisé chez EFECTIS et porte le n° 13-U-131565.

La liste des PV de résistance au feu / extensions figure dans le tableau 2 en annexe du dossier technique.

C. Références

Depuis novembre 2011, le procédé mur'max a déjà fait l'objet de plusieurs réalisations, soit environ 3 000 m² de mur.

Tableaux et figures du Dossier Technique

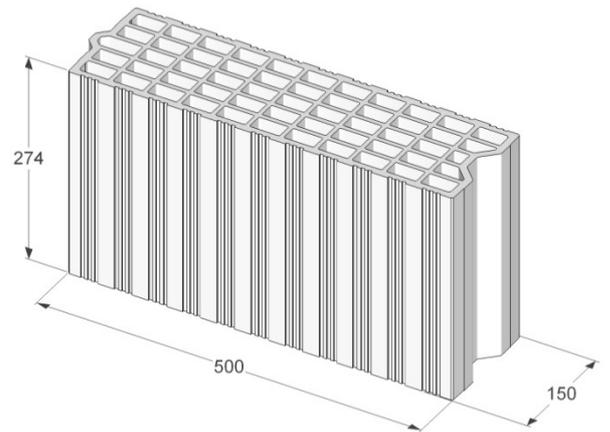
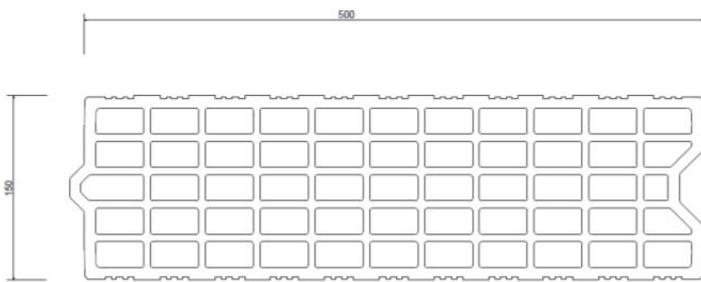


Figure 1 – BGV PV15

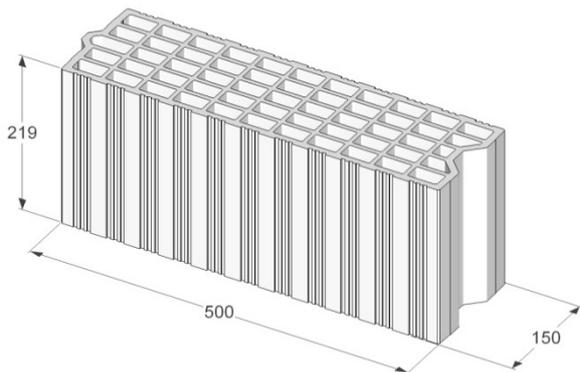


Figure 2– brique de calpinage 219

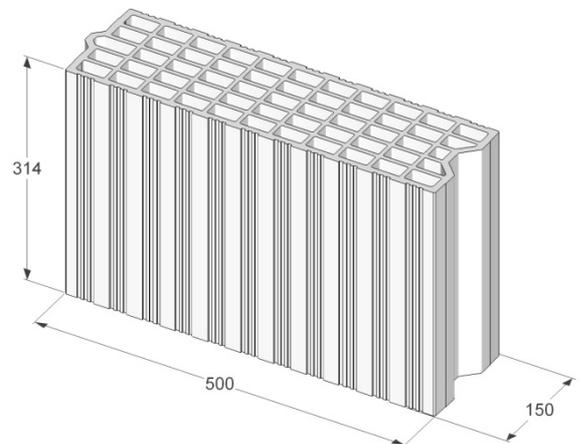


Figure 3– brique de calpinage 314

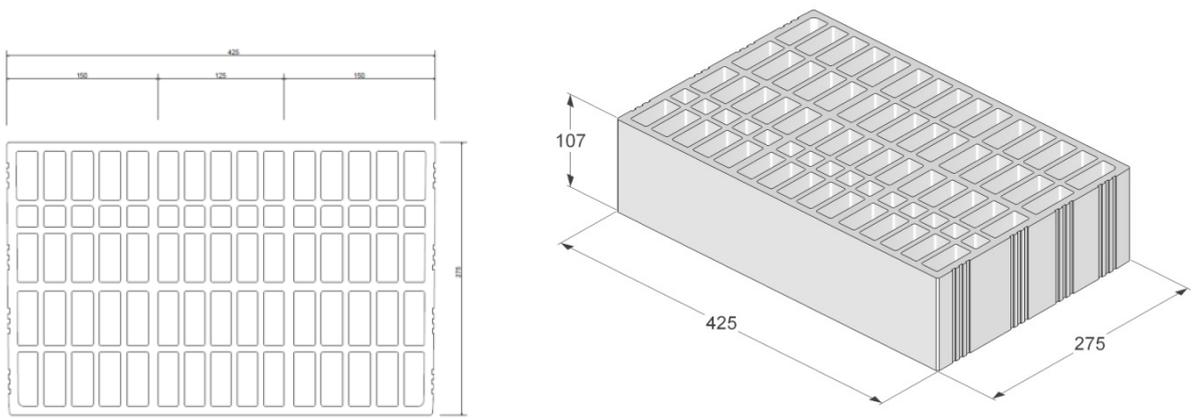


Figure 4– brique départ

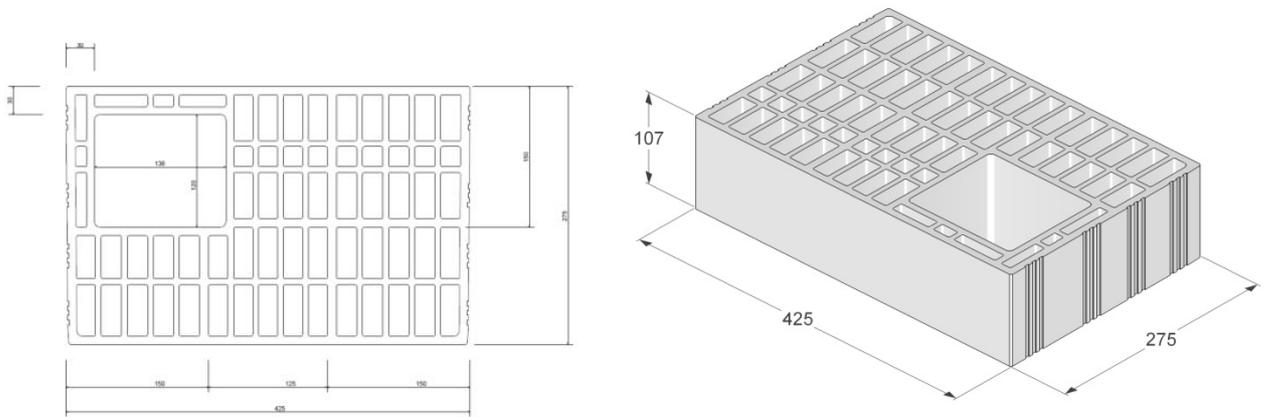


Figure 5– brique départ Poteau

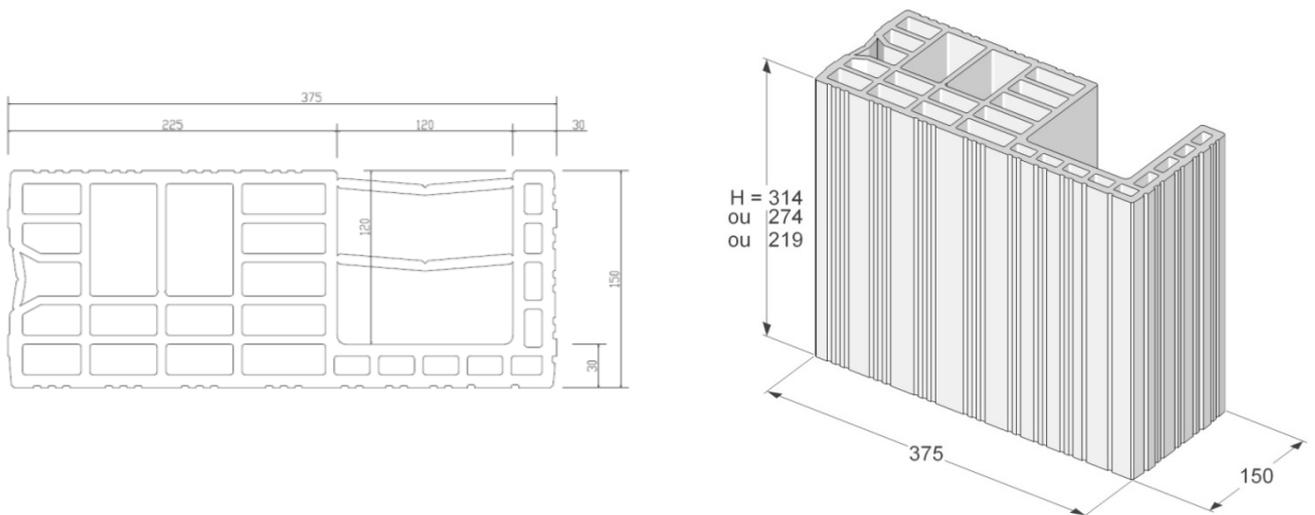


Figure 6 – brique poteau 375 H219 / 274 / 314

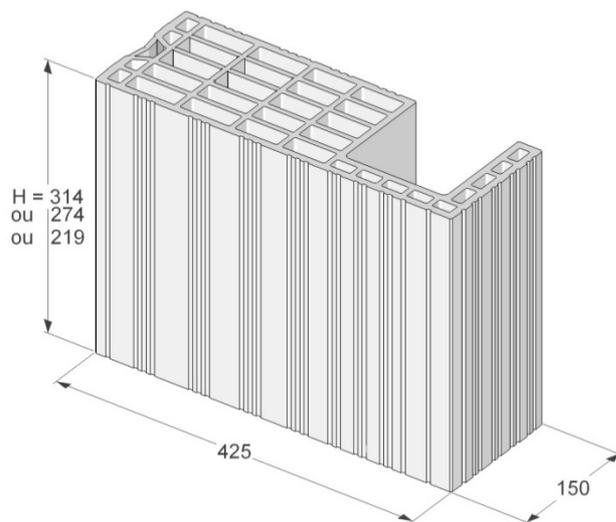
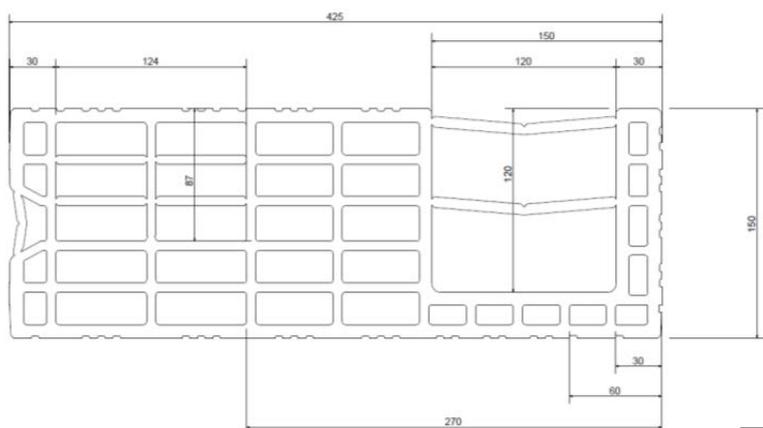


Figure 7 – brique poteau 425 H219 / 274 / 314

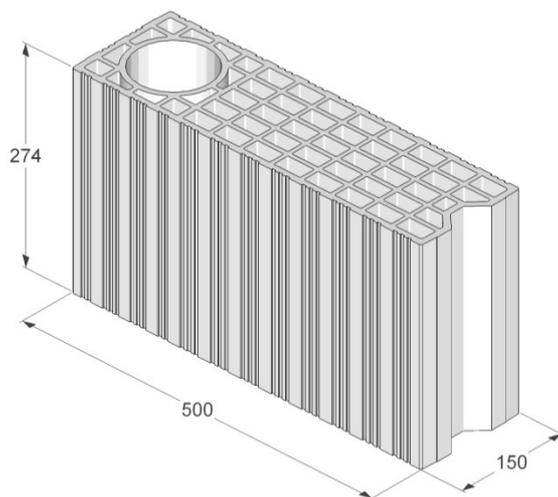
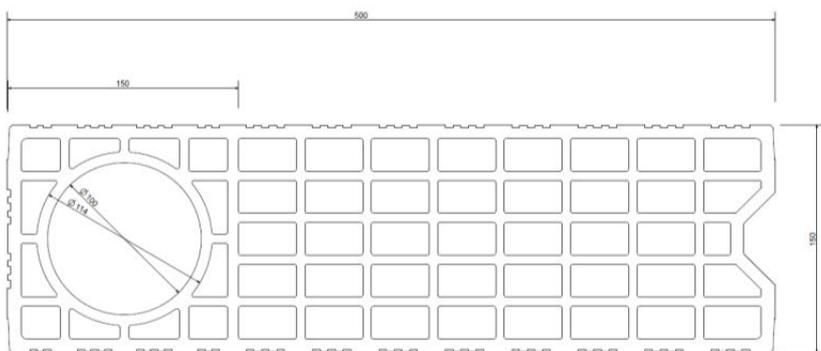
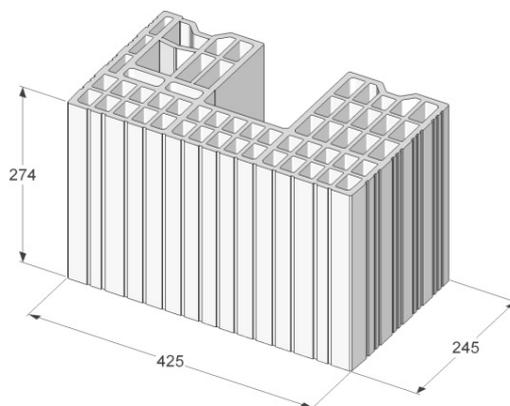
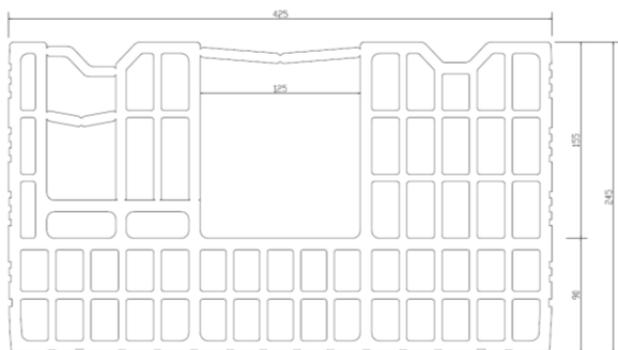


Figure 8 – brique poteau BGV PV 15



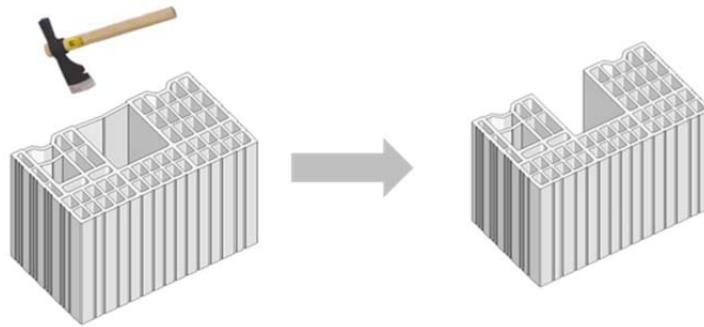


Figure 9 – brique Tableau /Linéau

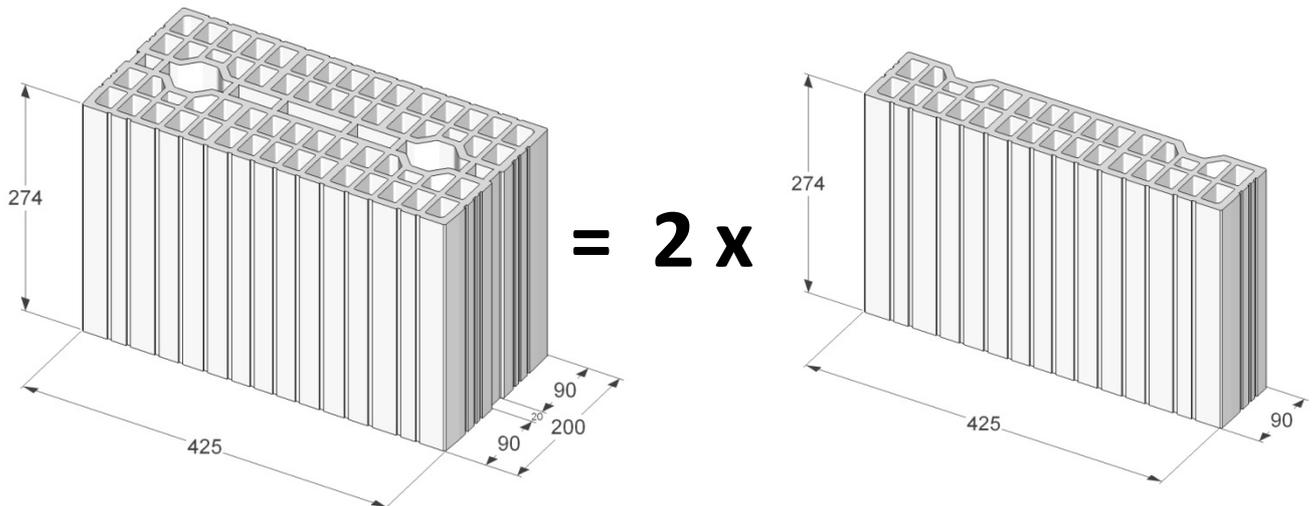
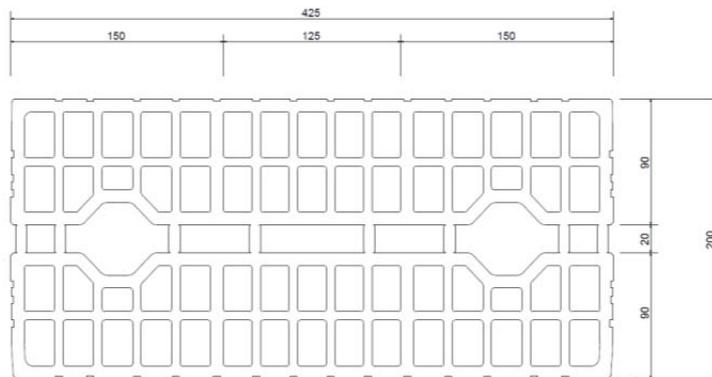


Figure 10 – brique Demi-Tableau (livrée par 2)

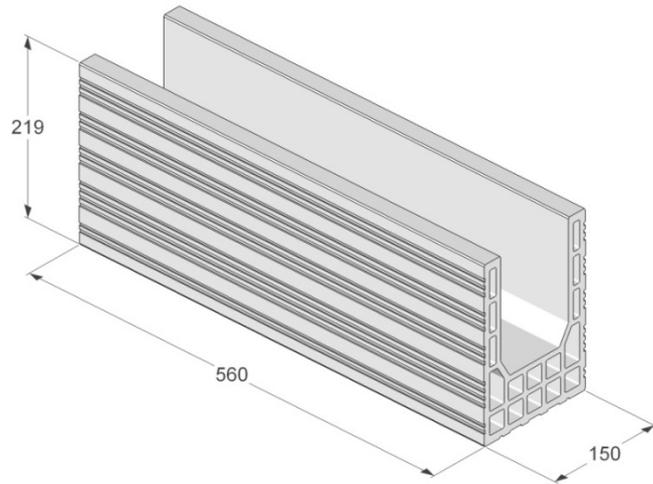
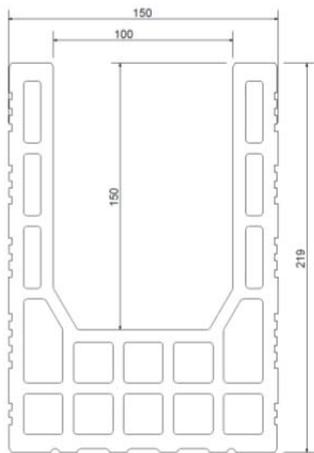


Figure 11 – Linteau BGV PV 15

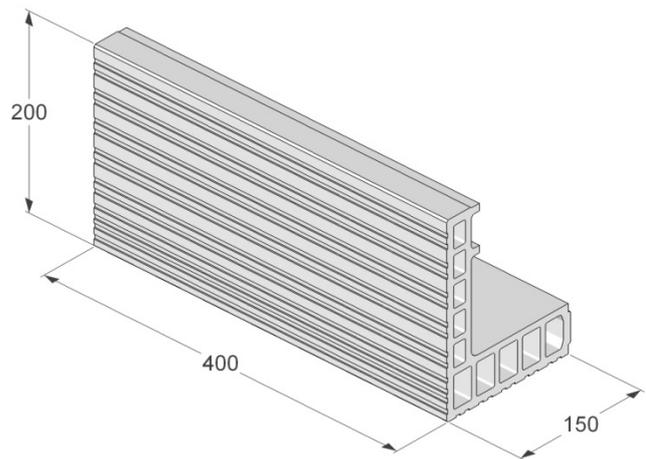
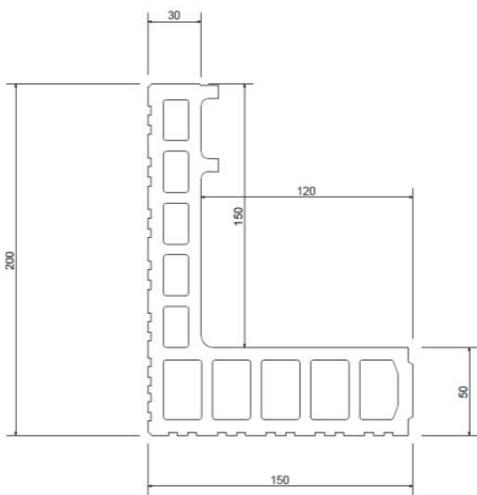


Figure 12 – équerre de coffrage

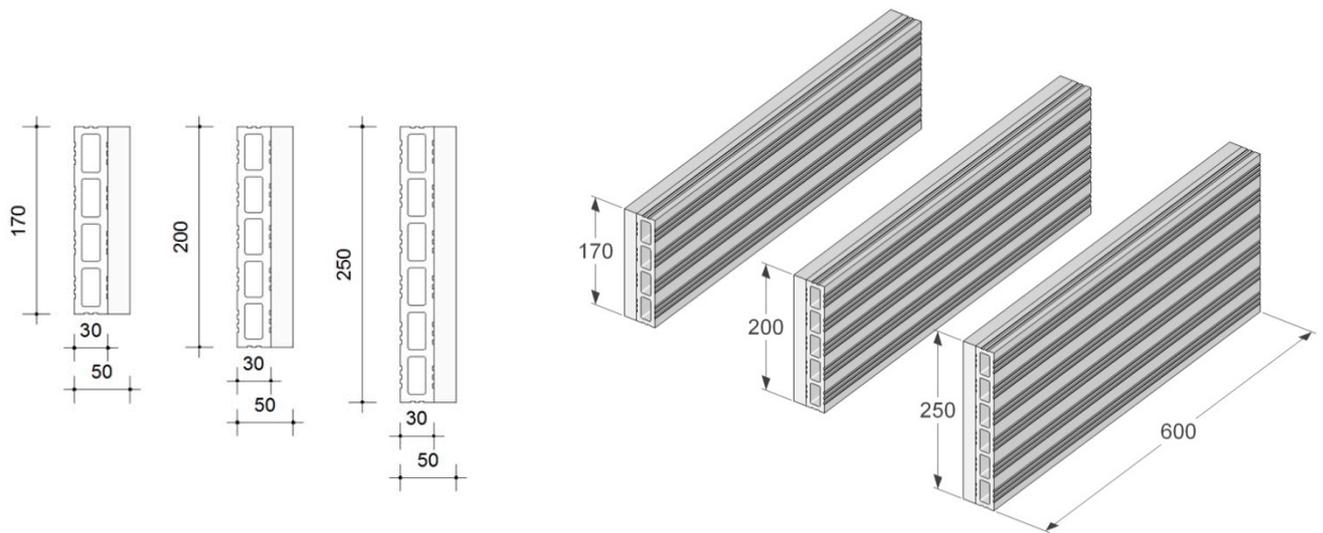


Figure 13 – Planelles Rmax (DTA16/13-668)

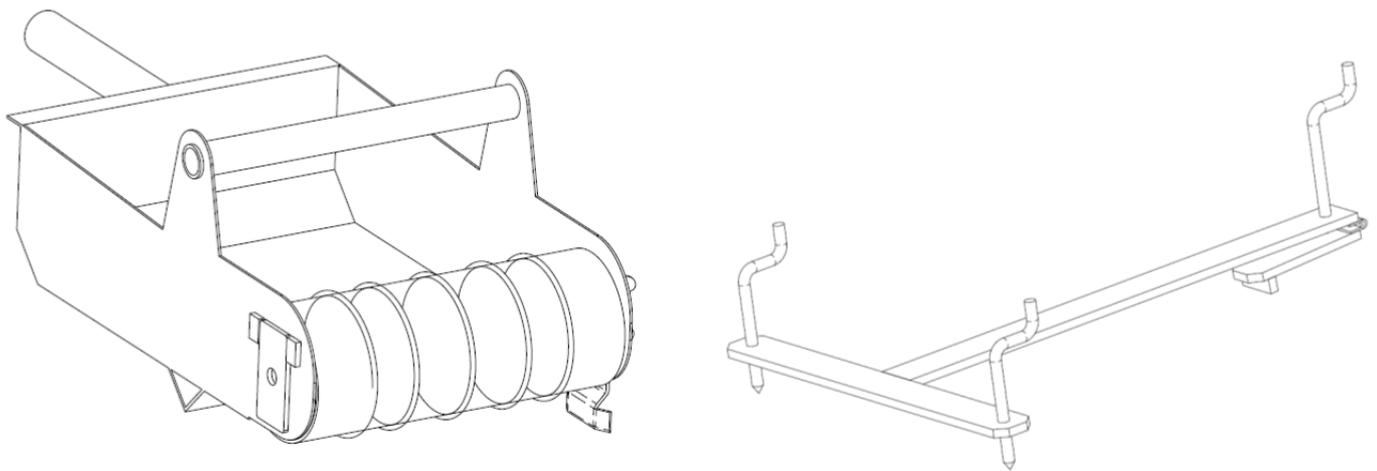


Figure 14 – Outillage

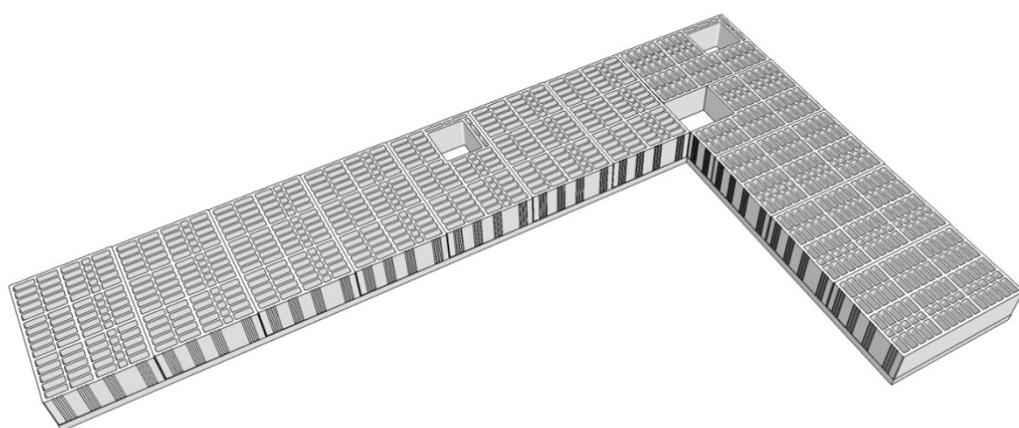
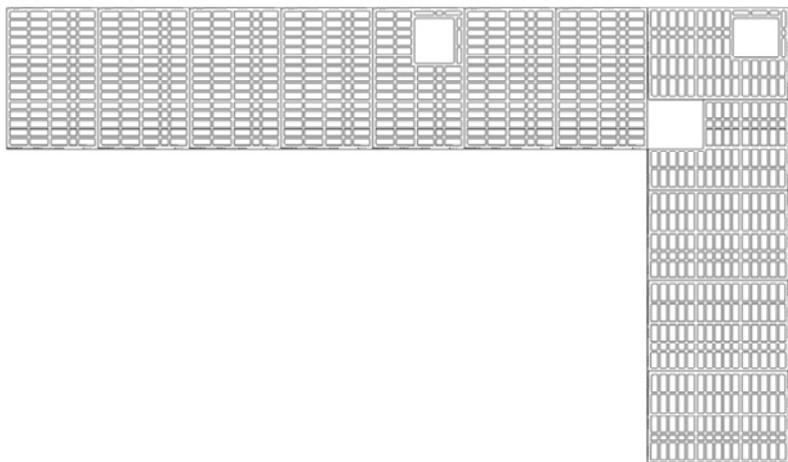


Fig 15 - Pose rang 1 (rang d'assise / gabarit)

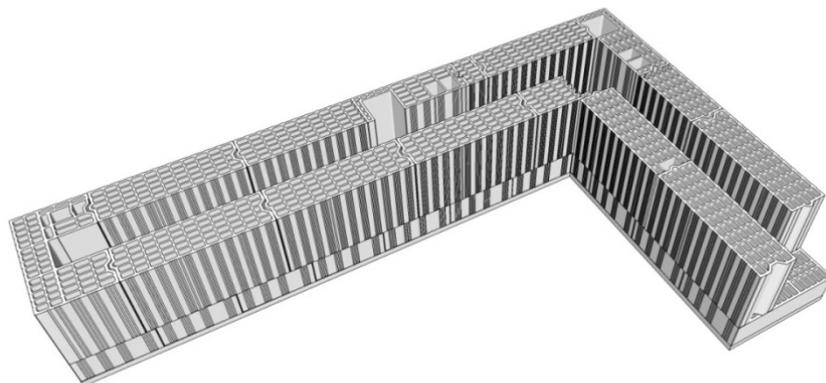
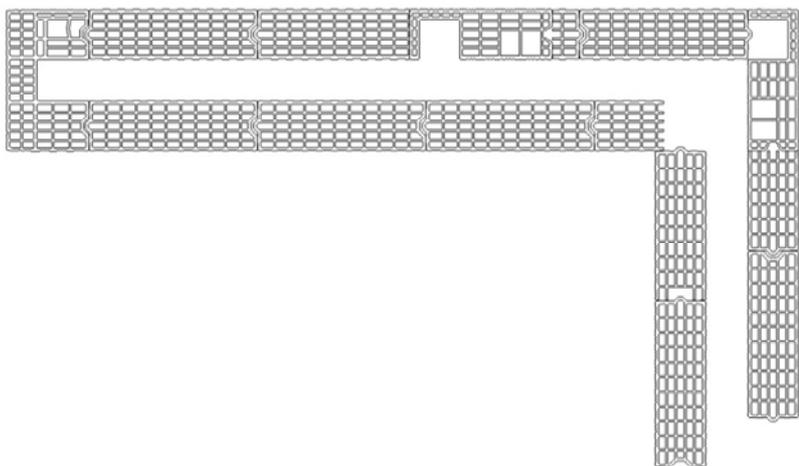


Fig 16 - Pose du rang 2

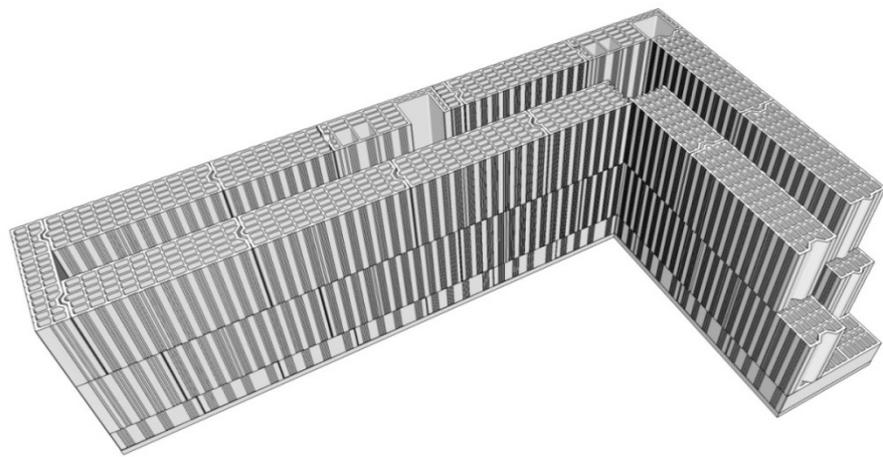
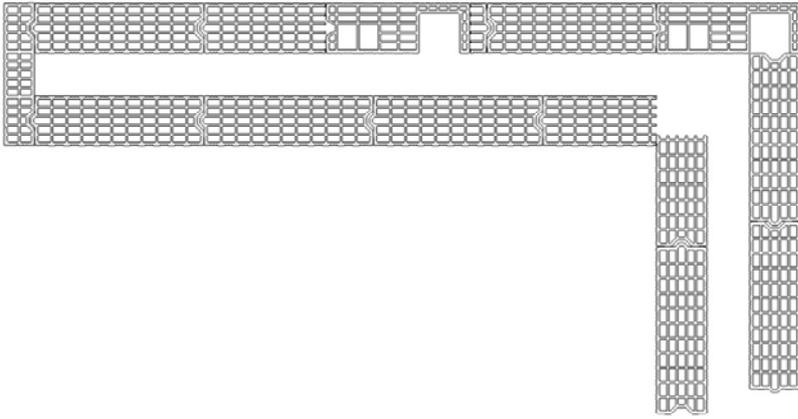


Figure 17- Pose du rang 3

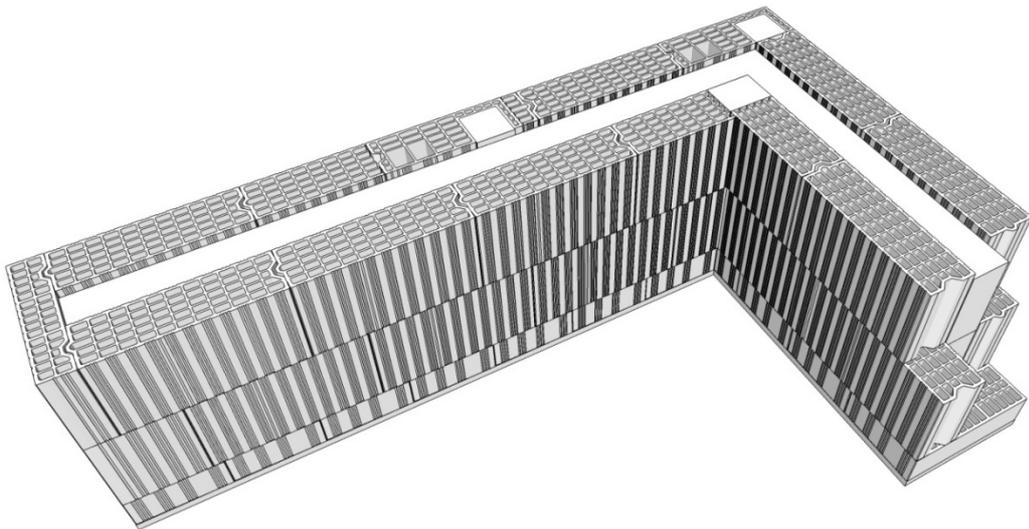


Figure 18 - Insertion isolant et coulage chaînages

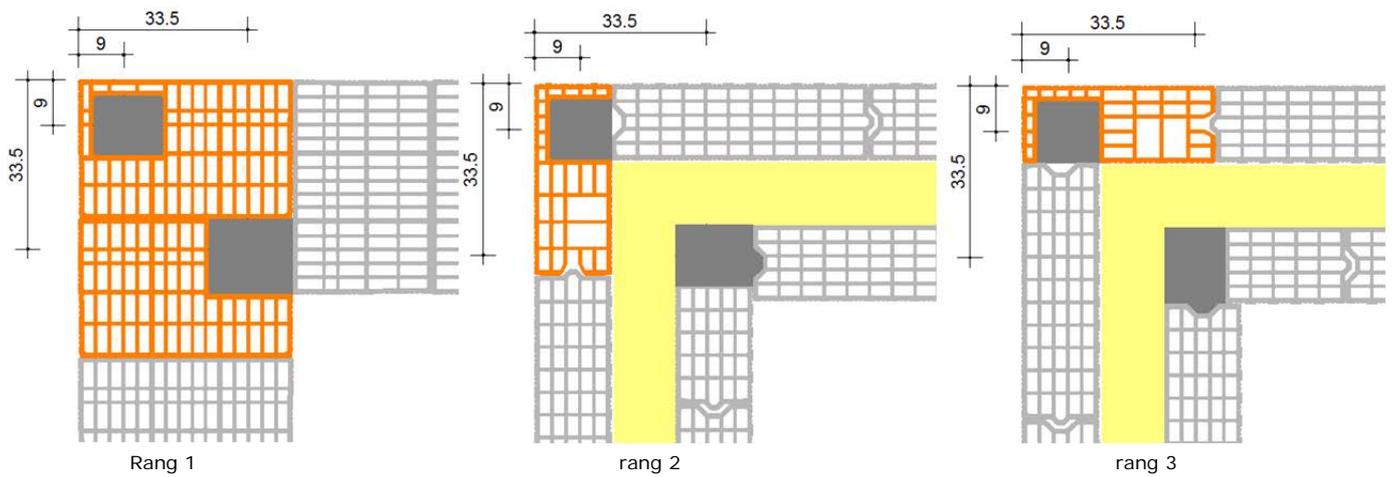


Figure 19 – angle sortant – entraxe chaînages

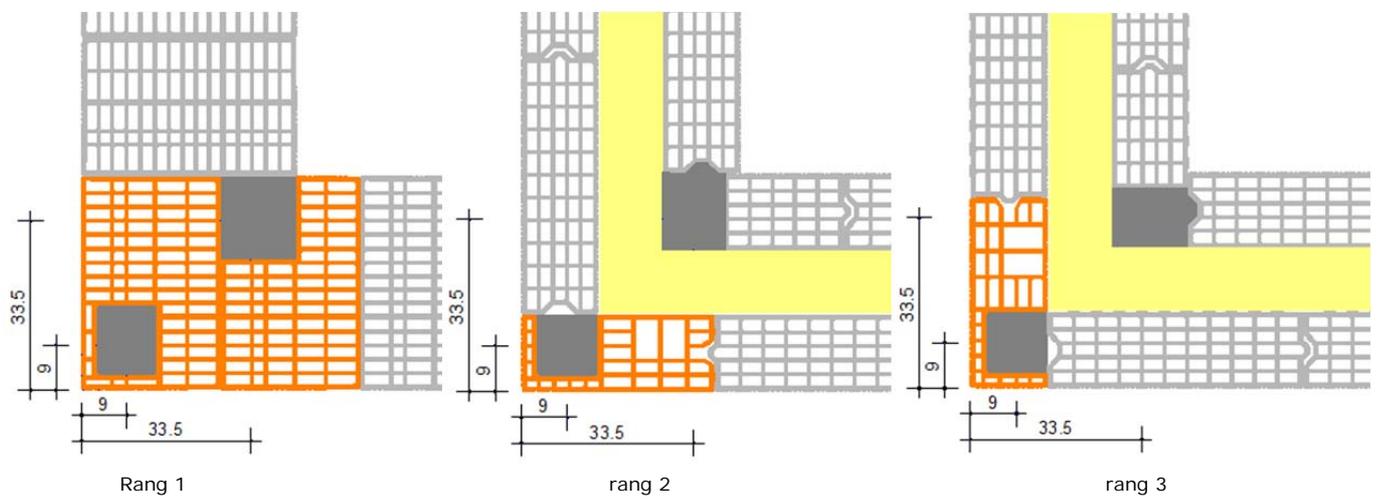


Figure 20 – angle rentrant – entraxe chaînages

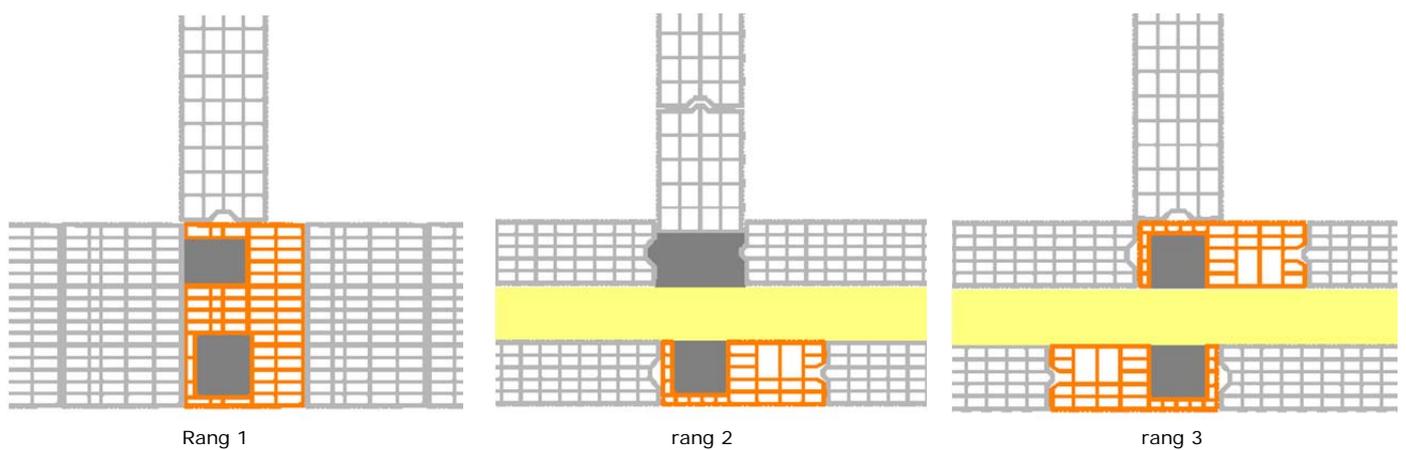


Figure 21 - Jonction refend ép. 20cm/ Façade avec chaînages verticaux

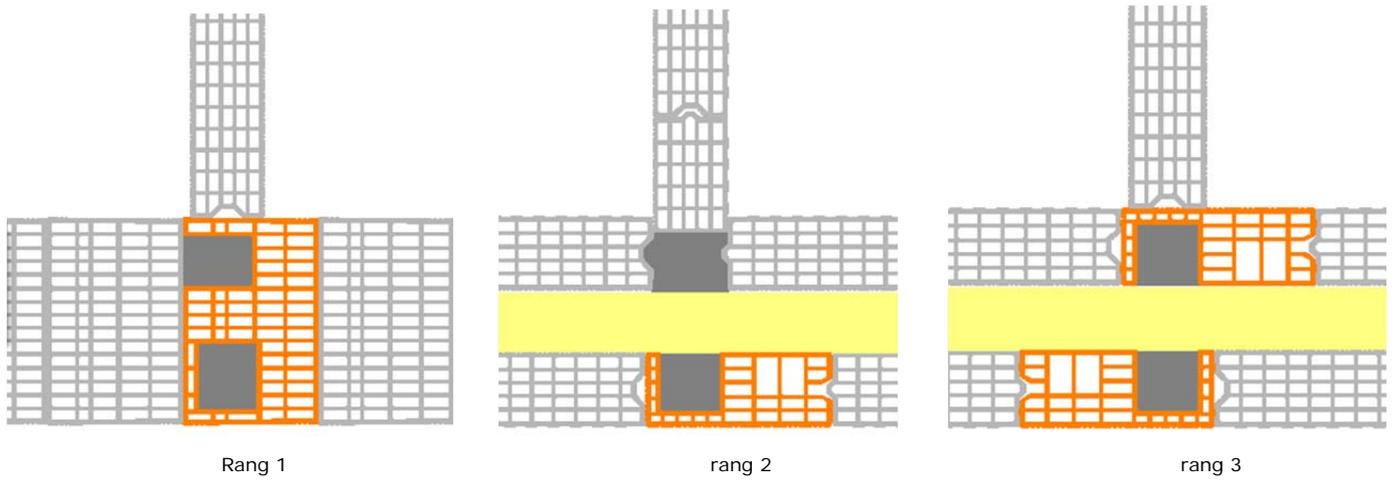


Figure 22 - Jonction refend ép. 15cm/ Façade avec chaînages verticaux

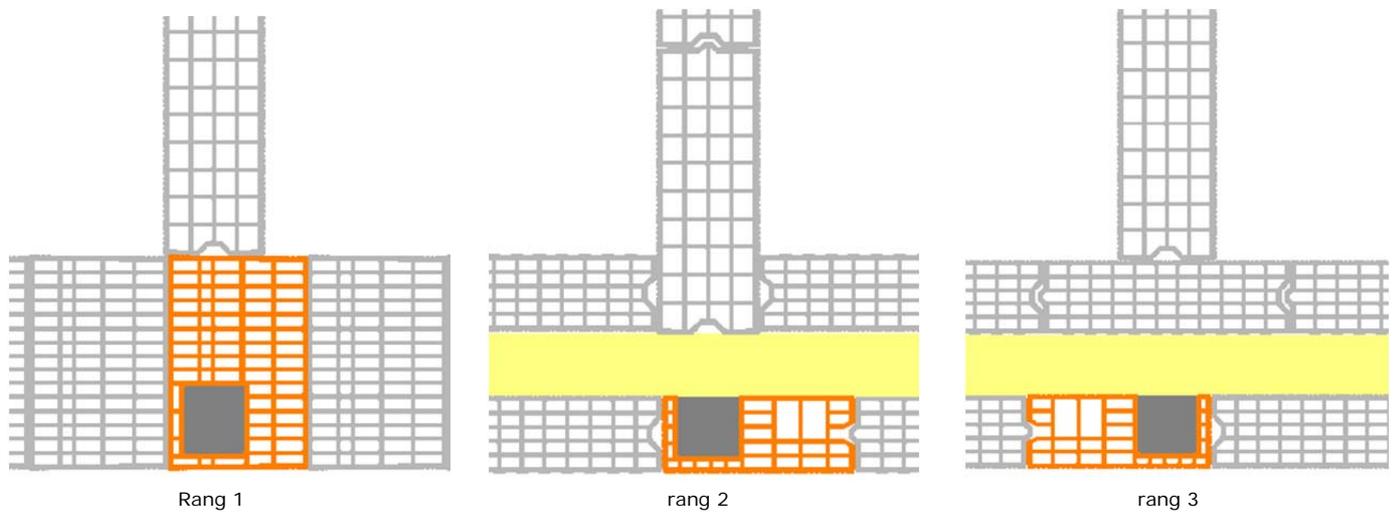


Figure 23- Jonction refend ép. 20cm/ Façade sans chaînages verticaux

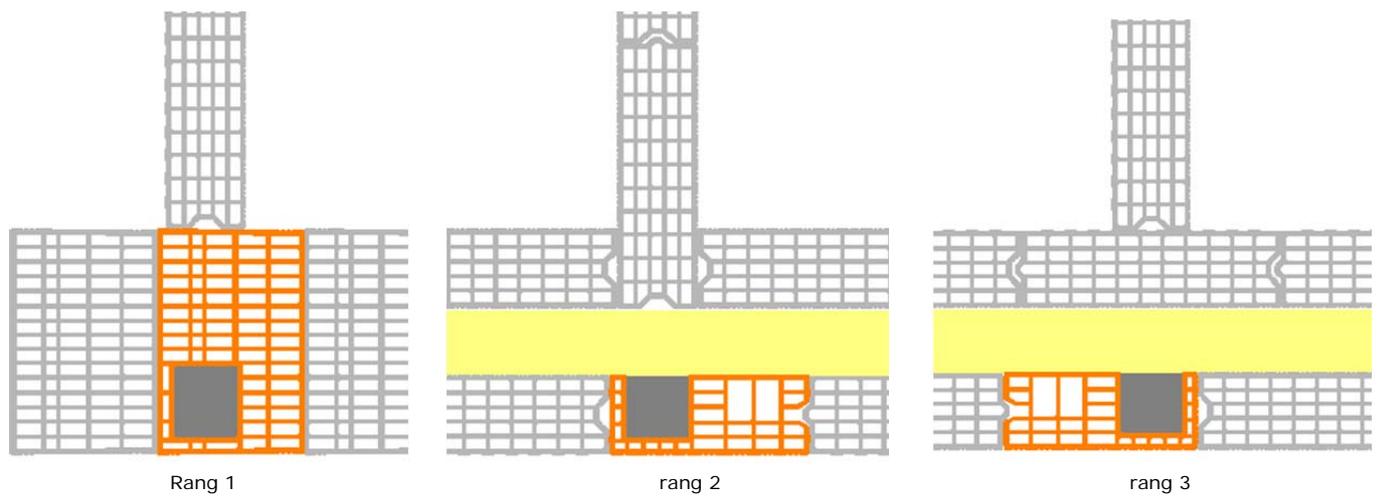
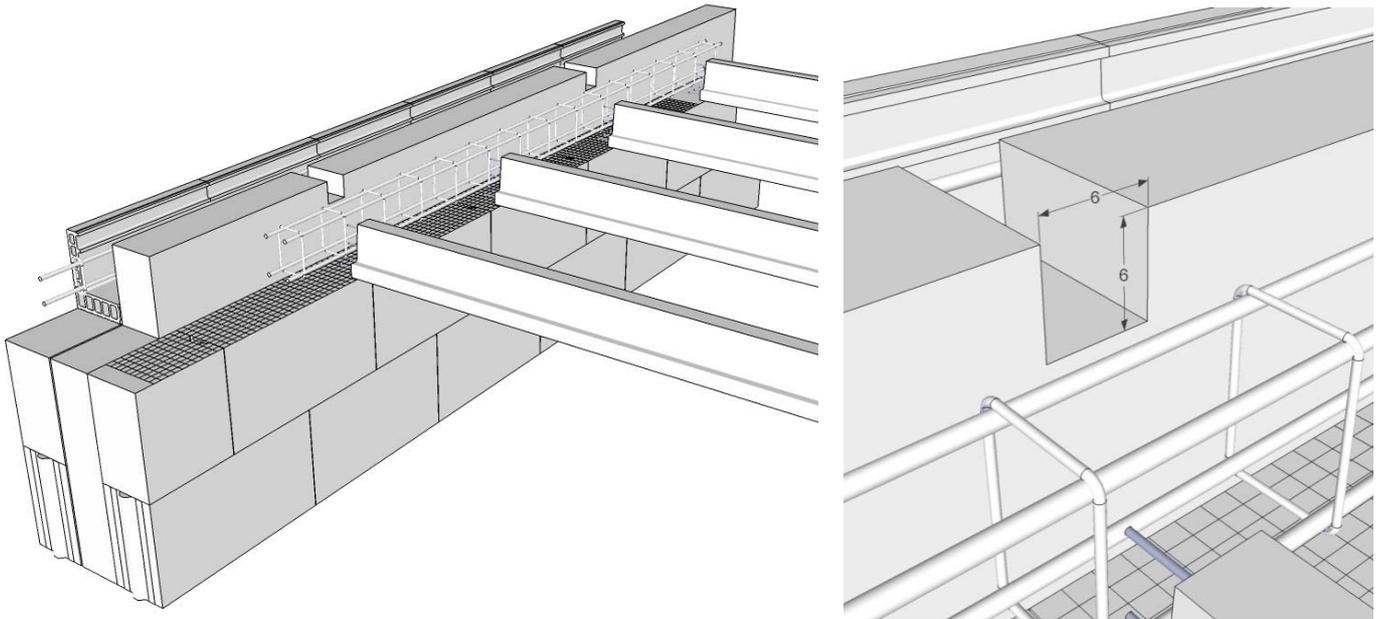
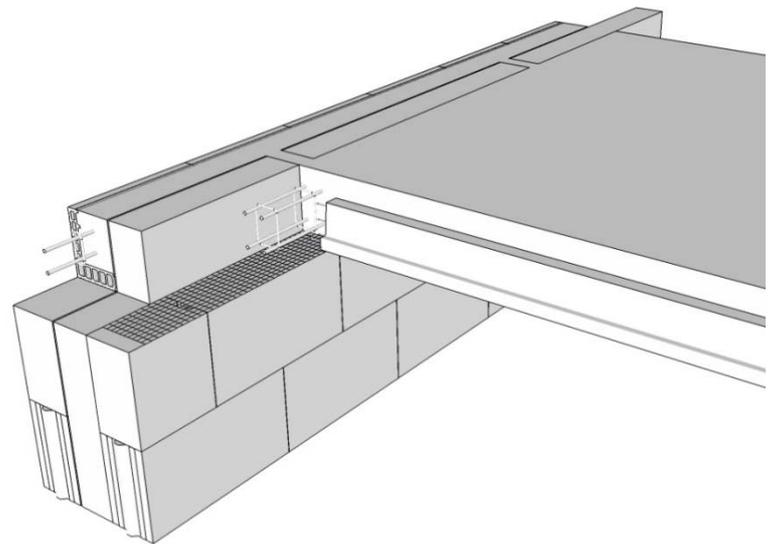
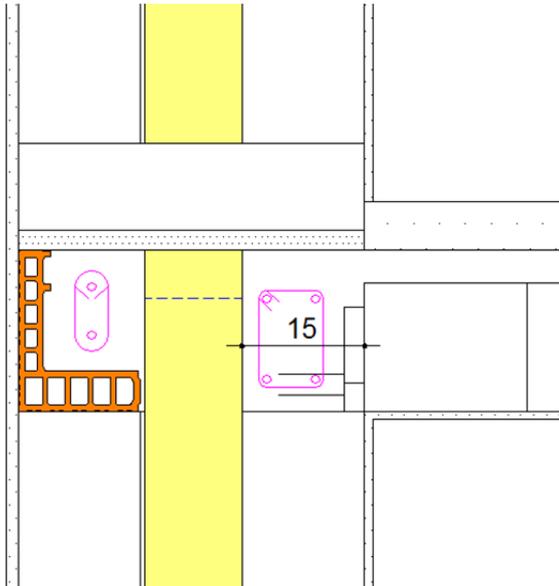


Figure 24- Jonction refend ép. 15cm/ Façade sans chaînages verticaux

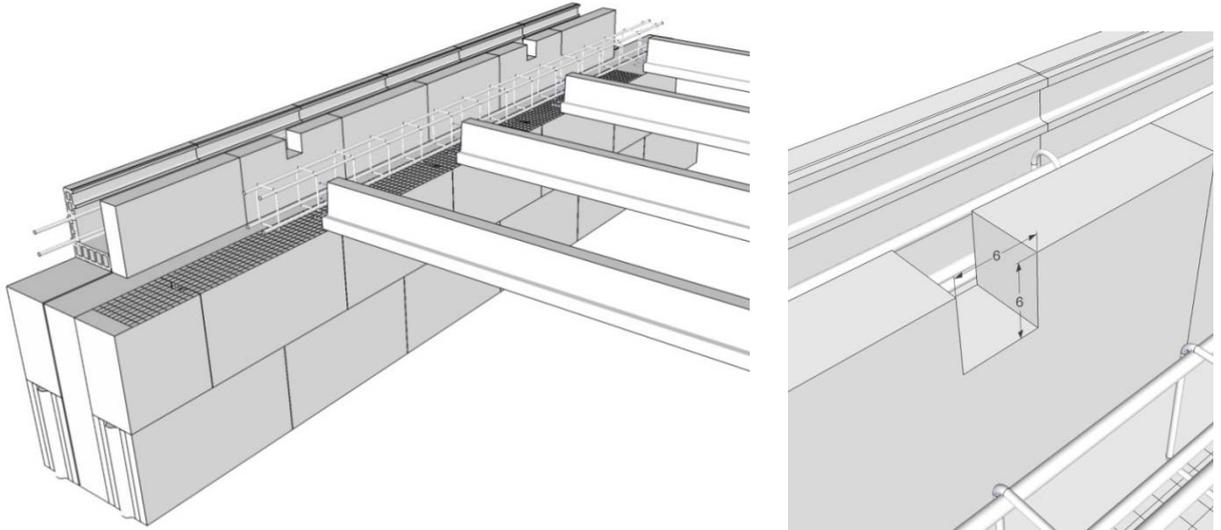


Zone de pontage Façade / dalle - Encoche de l'isolant tous les 1m20

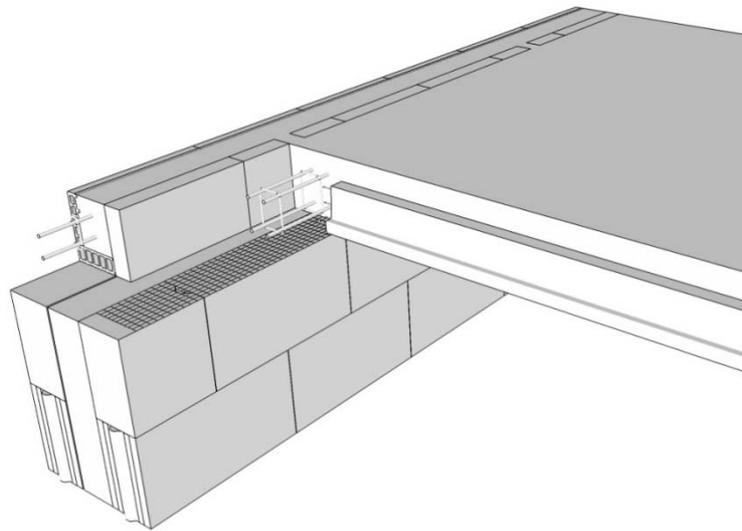


ferrailage et coulage du plancher

Figure 25– Chaînages horizontaux en about de plancher



Zone de pontage Façade / dalle - Encoche de l'isolant tous les 1m20



ferrailage et coulage du plancher

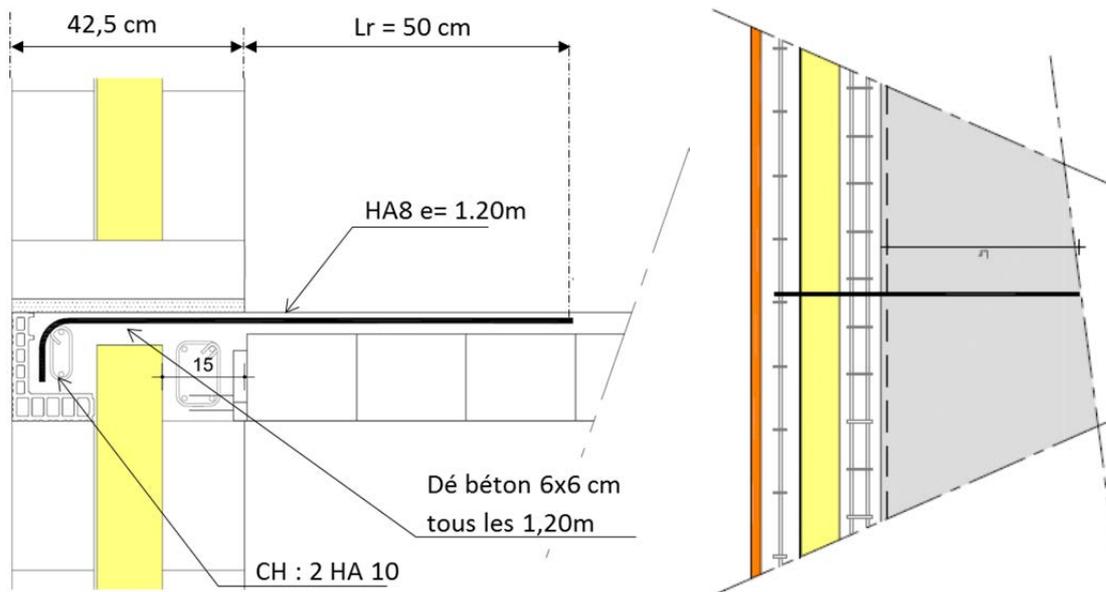
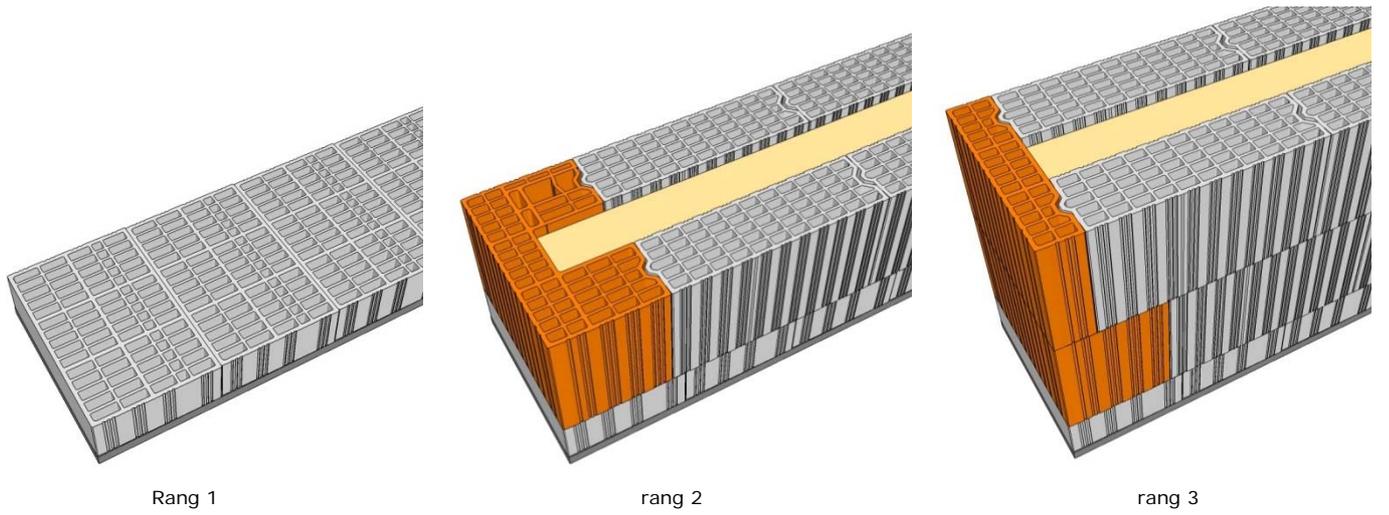


Figure 26 – Chaînages horizontaux en about de plancher - section béton élargie

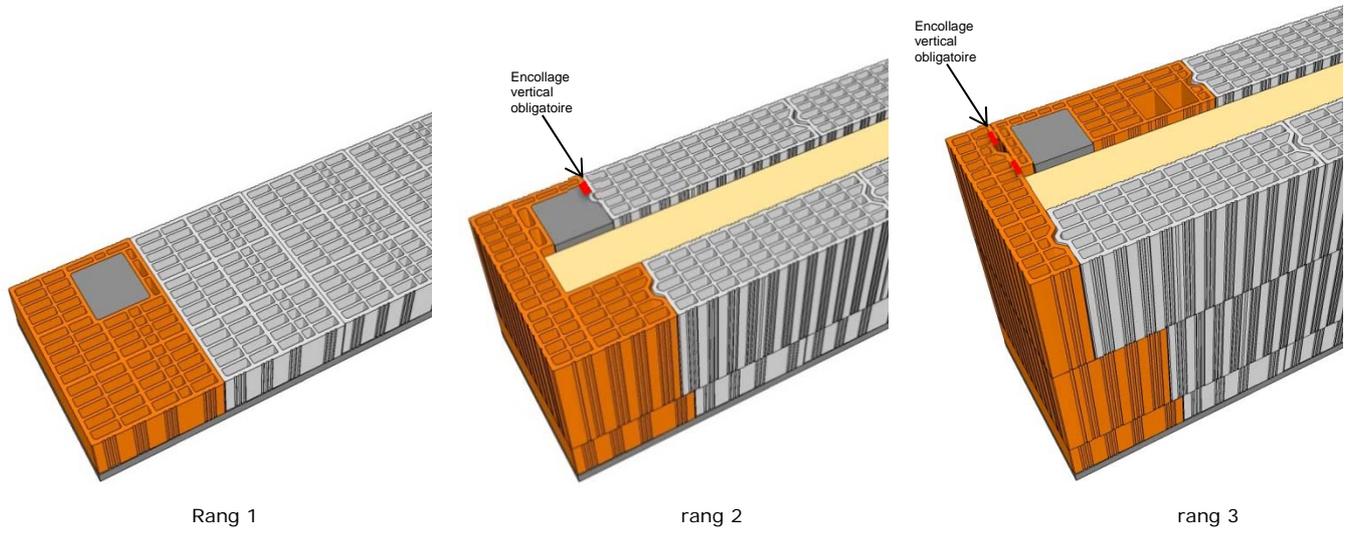


Rang 1

rang 2

rang 3

Figure 27 – tableau d'ouverture sans chaînage vertical



Rang 1

rang 2

rang 3

Figure 28 – tableau d'ouverture avec chaînage vertical



Figure 29a – linteau d'ouvertures

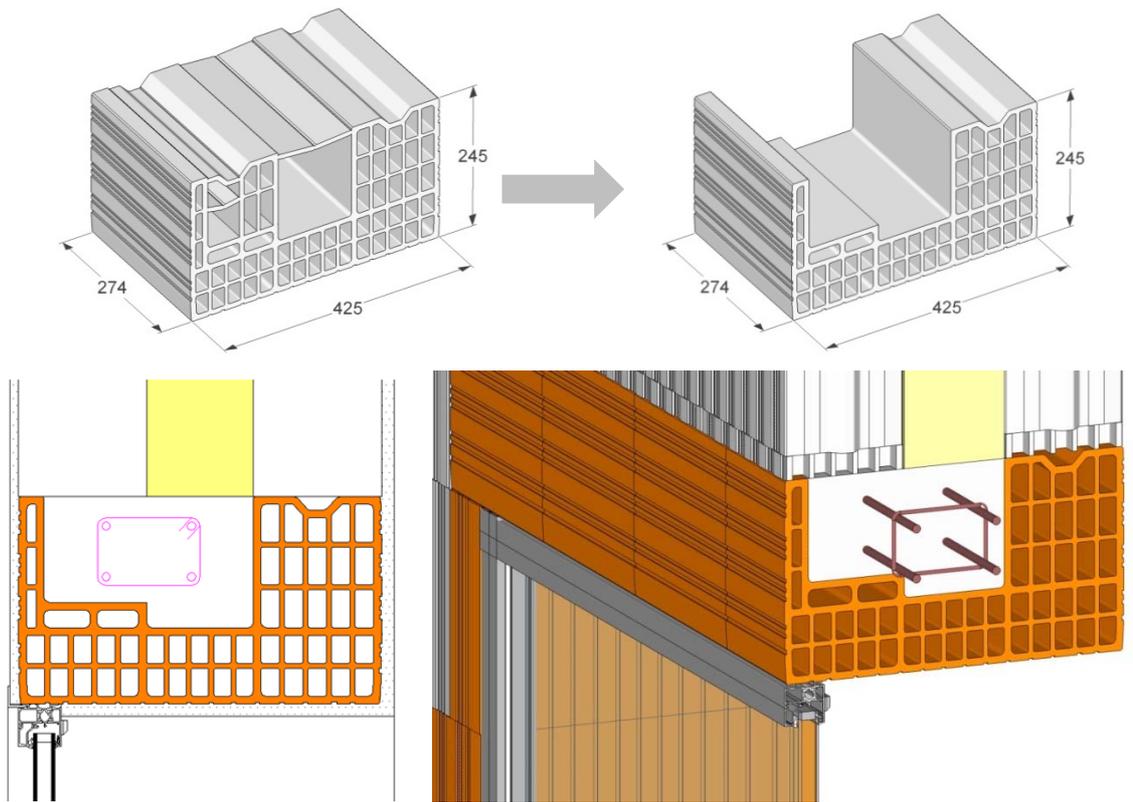


Figure 30 – linteau d'ouvertures avec brique tableau/Linteau

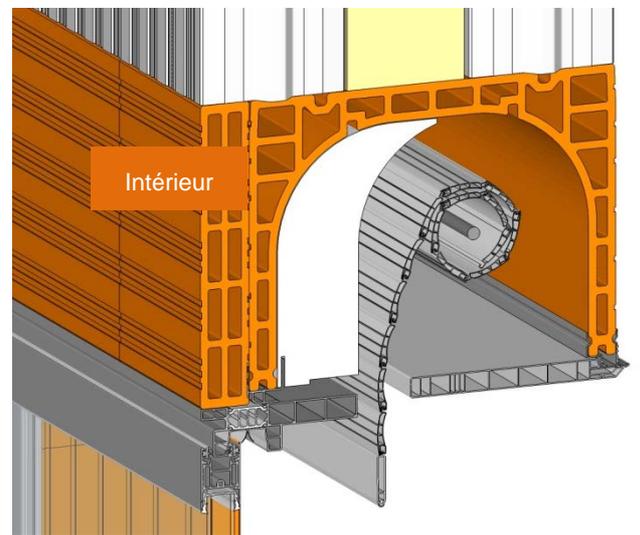


Figure 31 – Coffre CVR Full brick 375 + planelle 50 mm

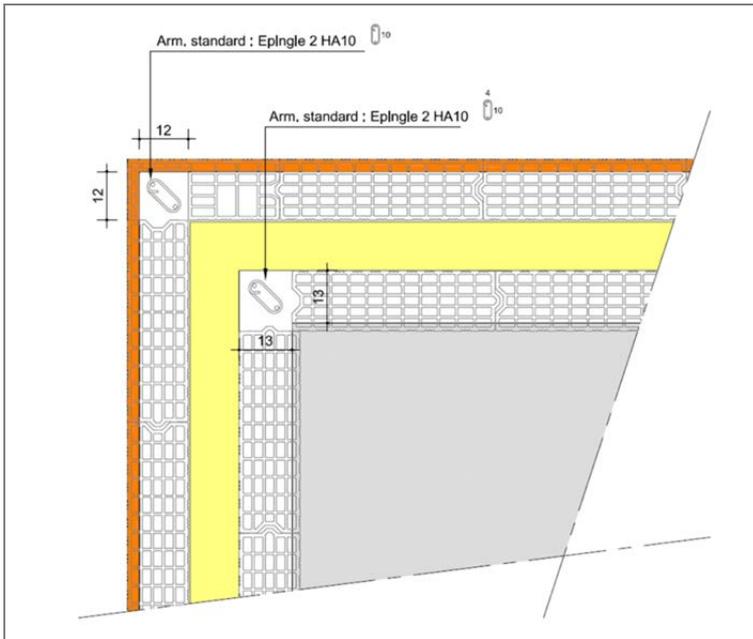


Figure 32 – Exemple de liaison des aciers en angle de construction avant coulage du plancher

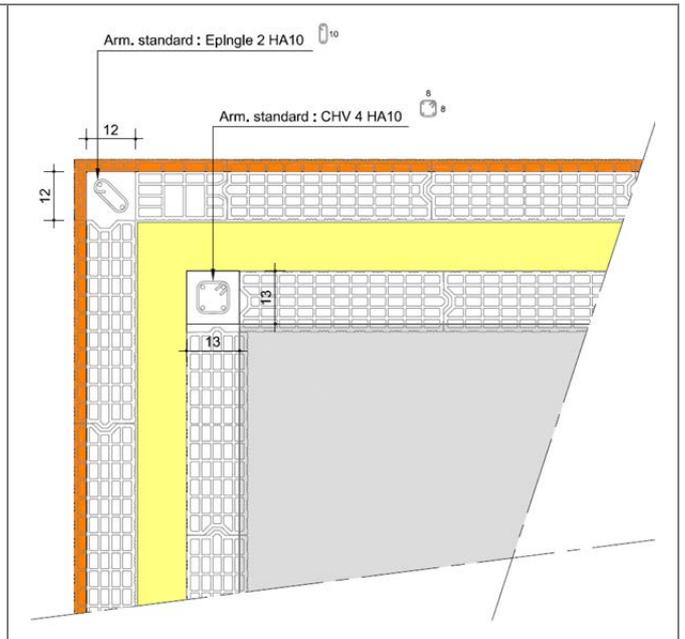
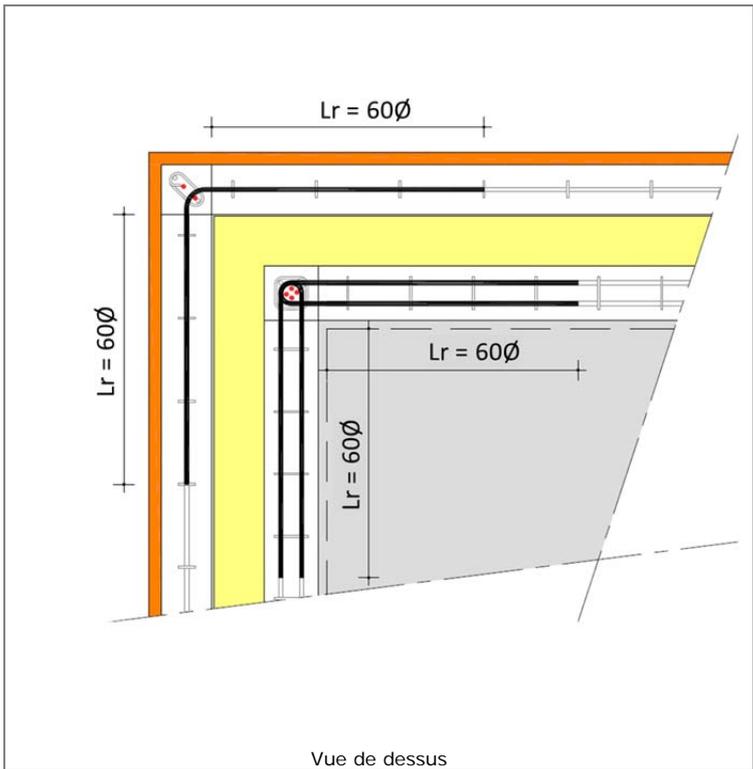
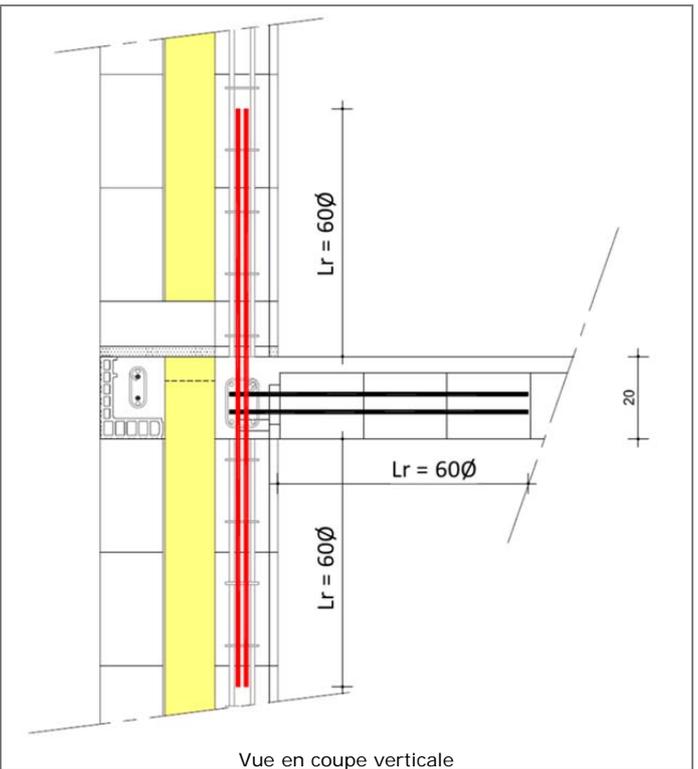


Figure 33 – Exemple de liaison des aciers en angle de construction sismique avant pose du plancher



Vue de dessus



Vue en coupe verticale

- Aciers de liaison CV
- Aciers de liaison CH
- Cadres standards CH
- Lr Longueur recouvrement

Figure 34 – Exemple de liaison des aciers en angle de construction sismique avant coulage du plancher

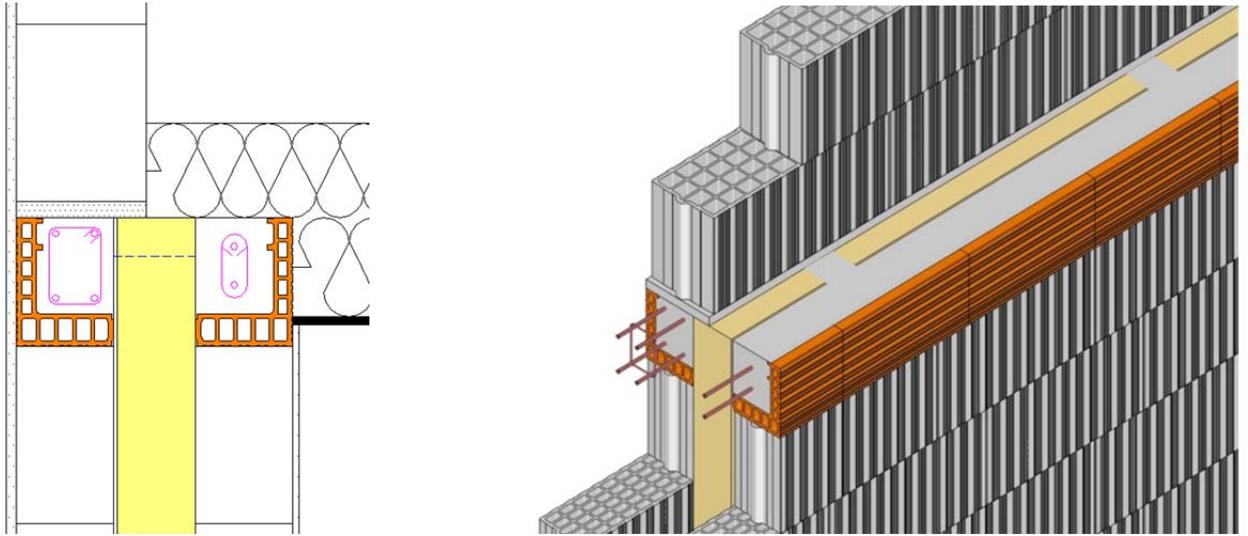


Figure 35 – pignons

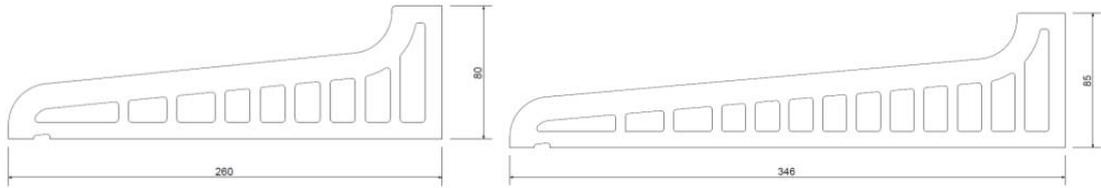
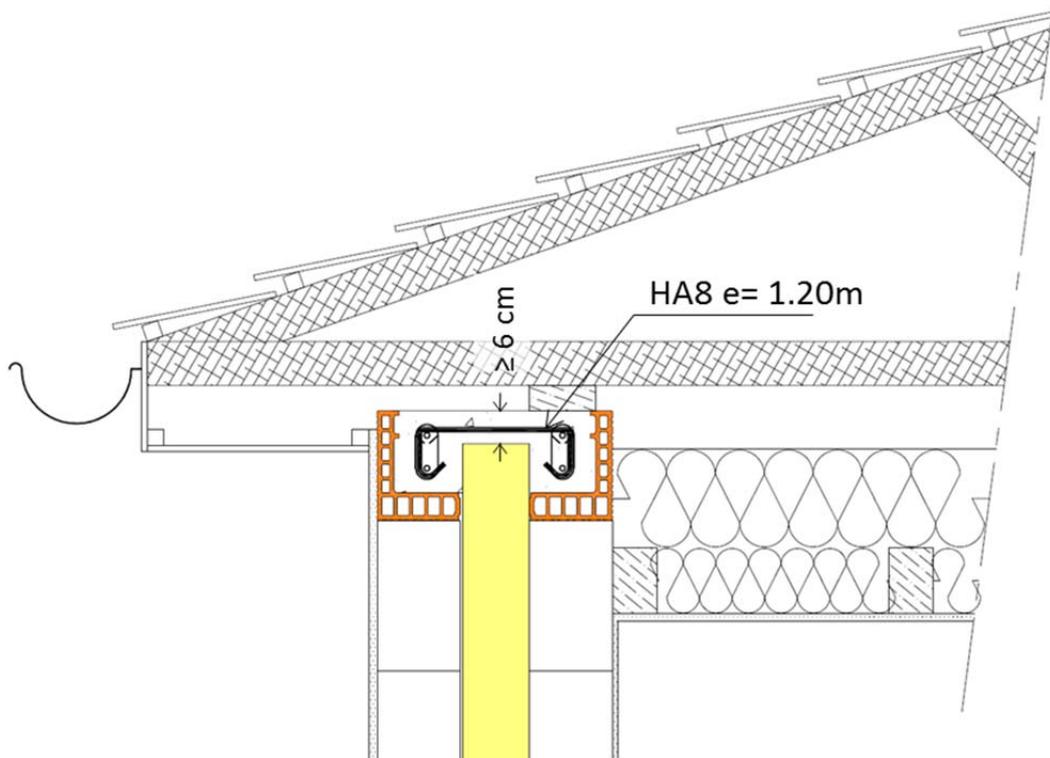


Figure 36 – appuis



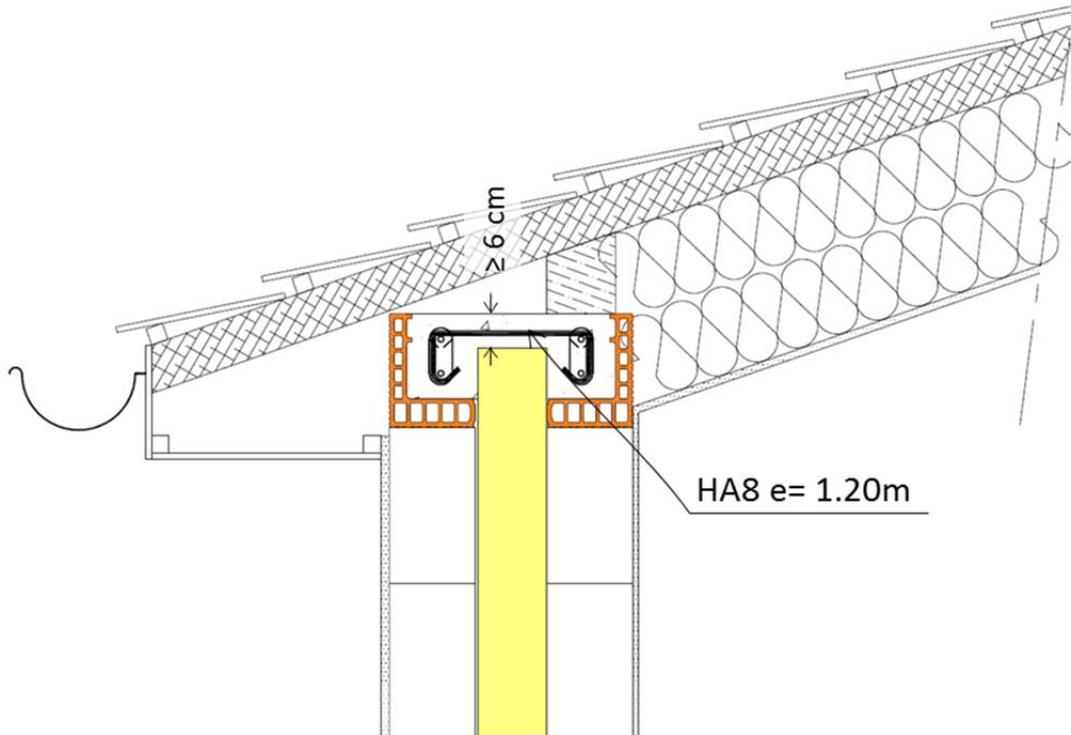


Figure 37 : liaisons en tête de paroi

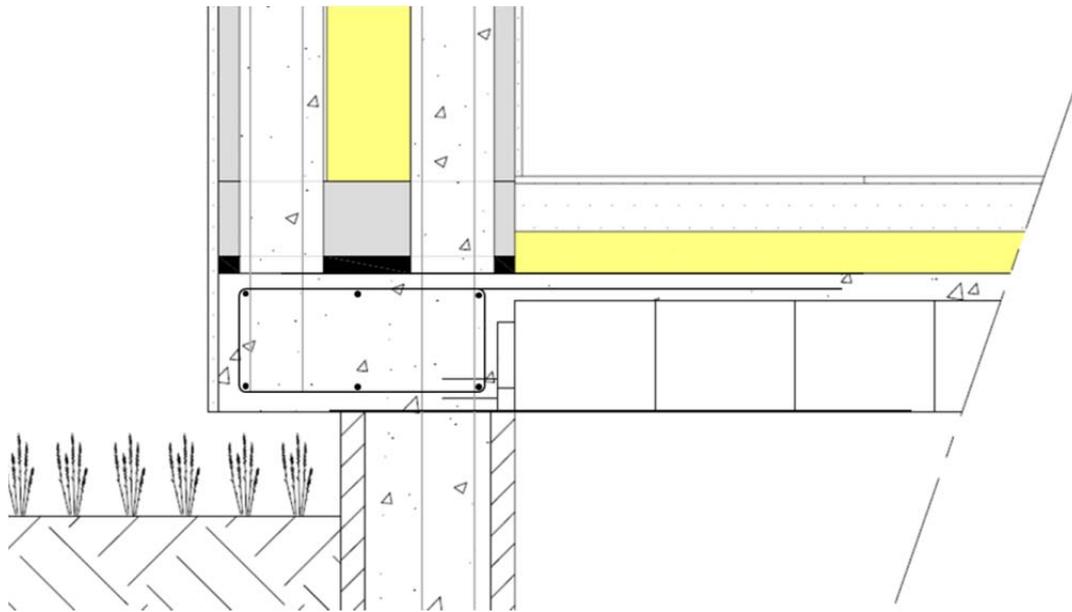


Figure 38_a Console courte

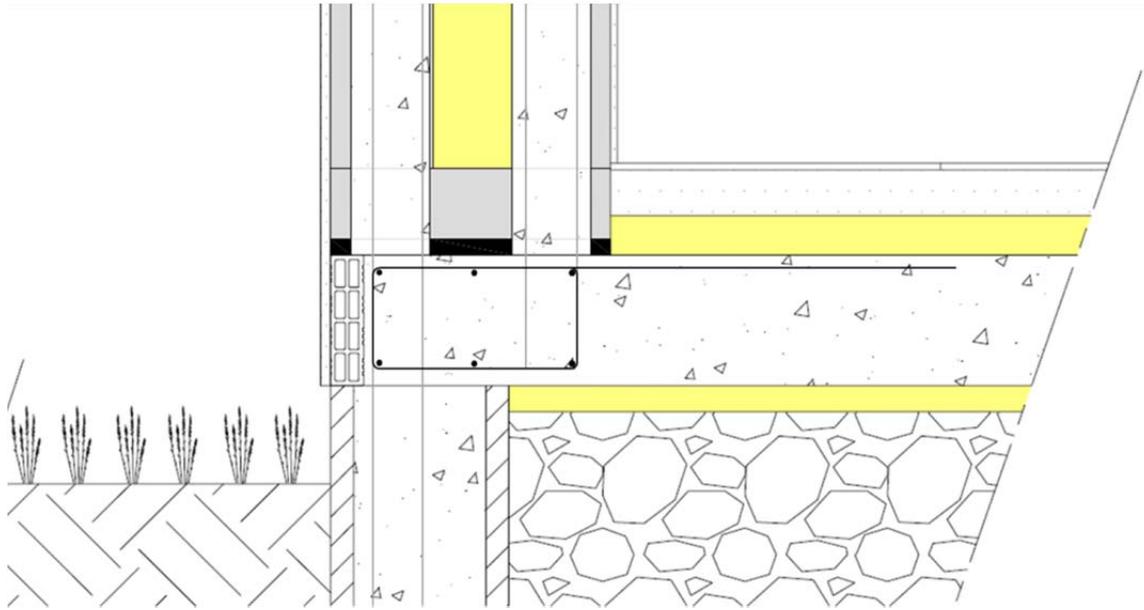
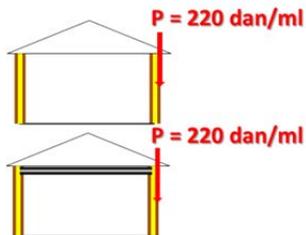


Figure 38_b Dalle portée sur hérisson

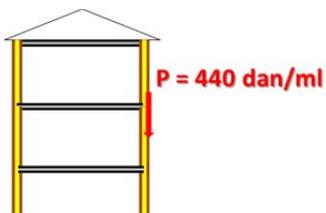
Figure 38 : liaisons avec les soubassements



Entraxes CV paroi non porteuse	niveau de contrôle		
	ht 2m60	ht 2m80	ht 3m00
	IL1	IL1	IL1
70	8,00	8,00	6,50
80	8,00	6,00	5,25
90	6,00	5,00	4,75
100	5,00	4,50	4,00
110	4,50	4,00	3,75
120	4,00	3,50	3,25
130	3,50	3,25	3,00
140	3,25	3,00	2,75
150	3,00	2,75	2,75
160	2,75	2,75	2,50
170	2,50	2,75	2,50
180	2,50	2,50	2,25
190	2,50	2,25	2,25
200	2,25	2,25	2,00

hypothèses : calcul selon NF EN 1996-1 et son annexe - type d'appui de mur : H

Tab1a –abaques simplifiée entraxe raidisseur paroi non chargée derniers étage



Entraxes CV paroi non porteuse	niveau de contrôle		
	ht 2m60	ht 2m80	ht 3m00
	IL1	IL1	IL1
70	8,00	8,00	8,00
80	8,00	8,00	8,00
90	8,00	8,00	8,00
100	8,00	8,00	6,50
110	8,00	7,00	5,50
120	7,00	5,50	4,75
130	6,00	5,25	4,50
140	5,50	4,75	4,00
150	4,50	4,25	3,75
160	4,50	4,00	3,50
170	4,00	3,50	3,25
180	3,75	3,25	3,25
190	3,50	3,25	2,75
200	3,25	3,00	2,75

hypothèses : calcul selon NF EN 1996-1 et son annexe - type d'appui de mur : H

Tab1b –abaques simplifiée entraxe raidisseur paroi non chargée étages courants

Labo- toire	N° PV	N° Extension / APL	Date de Validité	Isolant	Enduit extérieur	Enduit intérieur	Charge (kN/ml)	REI	Hauteur max d'expositi on au feu (m)
Efectis	EFR 13-U-131565	Ext EFR14-002252	21/05/19	Panneau Isolant mur 'max	ciment 15 mm	Plâtre 13 mm	100 KN/ml	REI 90	2m80
	EFR-14-002253	APL EFR14-002253	21/05/19	Panneau Isolant mur 'max	ciment 15 mm	Plâtre 10 mm	100 KN/ml	REI60	2m80

Tab2 – caractéristiques incendie du procédé mur'max

Plancher bas Vide Sanitaire Planelle 2A ep. 5 cm Hourdis béton chape flottante 68 mm isolant		0,15
Plancher bas Vide Sanitaire Planelle 2A ep. 5 cm Hourdis Isolant Up0,27 chape flottante 68 mm isolant		0,17
Plancher bas béton plein Vide Sanitaire Planelle 2A ep. 5 cm chape flottante 68 mm isolant		0,18
Plancher bas Vide Sanitaire Planelle Rmax 1,0 Hourdis Isolant Up0,27 chape flottante 25 mm isolant		0,20
Plancher bas Vide Sanitaire Planelle Rmax 1,0 Hourdis Isolant Up0,19		0,27*
Dallage sur Terre plain planelle 2A ep. 5 cm Isolation surfacique R>1,4		0,25 à 0,64 (valeurs Th-U RT05 ITR 1.1.3)
Dallage sur Terre plain planelle 2A ep. 5 cm Isolation périphérique R>1,4		0,22 à 0,68 (valeurs Th-U RT05 ITR 1.1.4)
Plancher Intermédiaire Rupteur ep. 12cm chape flottante		0,14
Plancher Intermédiaire Rupteur ep. 6 cm chape flottante		0,18
Plancher Intermédiaire Rupteur ep. 12 cm		0,12
Plancher Intermédiaire Rupteur ep. 6 cm		0,17
Plancher haut lourd acrotère bloc à bancher 20 cm rupteur ep. 12 cm		0,10
Plancher haut lourd acrotère bloc à bancher 20 cm rupteur ep. 6 cm		0,16
Plancher haut lourd acrotère béton 15 cm rupteur ep. 12 cm		0,10* (intrapolation)

Appui ferme avec rupteur partiel tous les 1m20		0,06
Pignons avec rupteur partiel tous les 1m20		0,07
Linteau d'ouverture menuiserie nu intérieur pose tunnel		0,11 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.2.4)
Linteau d'ouverture menuiserie nu intérieur pose feuillure		0,09 à 0,11 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.2.1)
Linteau d'ouverture menuiserie à mi tableau pose tunnel		0,11 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.2.4)
Linteau d'ouverture menuiserie à mi tableau pose feuillurée		0,07 à 0,08 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.2.2)
Linteau d'ouverture (double) menuiserie à mi tableau pose feuillurée		0,00 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.2.1)
Tableau d'ouverture menuiserie nu intérieur pose tunnel		0,11 (+0,03 valeur Th-U RT05 ITR 5.3)
Tableau d'ouverture menuiserie nu intérieur pose feuillure		0,06 à 0,08 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.3.1 = 5.3.3)
Tableau d'ouverture menuiserie à mi tableau pose tunnel		0,05 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.3.4)
Tableau d'ouverture menuiserie à mi tableau pose feuillurée		0,03 à 0,04 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.3.2)
Appui de fenêtre Menuiserie nu intérieur		0,11 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.3.2)
Appui de fenêtre Menuiserie mi tableau		0,04 (valeurs Th-U RT05 ITR 5.3.1)
Angle rentrant		0,05
Angle sortant		0,05
Chaînage en partie courante		0,01

Tab3 – valeurs des ponts thermiques Psi spécifiques au procédé