

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **16 / 19-771_V1**

*Mur en briques de terre
cuite*

*Wall made of clay masonry
units*

BGV'COSTO TH +

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
E-mail : info@bouyer-leroux.fr

Groupe Spécialisé n°16

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Publié le 21 juin 2019



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

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 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n°16 « Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie » de la Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques a examiné, le 14 mars 2019, le procédé de mur en maçonnerie de briques de terre cuite BGV'COSTO TH+ présenté par la société BOUYER LEROUX. Il a formulé sur ce procédé le Document Technique d'Application ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Métropolitaine.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

1.1.1 Description

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie de briques de terre cuite à alvéoles verticales de 20 cm d'épaisseur montées à joints minces de mortier. Les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés.

Les murs sont destinés à recevoir une isolation thermique rapportée côté intérieur ou extérieur.

1.1.2 Revêtements intérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, complexe de doublage en plaque de plâtre-isolant selon le DTU 25.42.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, enduit traditionnel au plâtre projeté selon DTU 25.1 ou plaques de plâtre collées suivant DTU 25.41.

1.1.3 Revêtements extérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, Mortier d'enduit monocouche OC2 ou OC1 au sens de la norme NF EN 998-1, ou mortier d'enduit d'usage courant GP au sens de la norme NF EN 998-1 de classe maximale CS IIII

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, tout système d'isolation thermique par l'extérieur ayant fait l'objet d'une Evaluation Technique Européenne complétée par un Document Technique d'Application visant un support en maçonnerie de briques de terre cuite.

1.2 Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n°305/2011, les produits en terre cuite font 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.

1.3 Identification

Les éléments en terre cuite sont marqués en continu par une roulette réalisant une impression en creux en sortie de filière ; le marquage comporte le nom du produit (BGV'COSTO TH+), le repérage du fabricant, le repérage de l'usine de production, la date de fabrication, l'équipe de fabrication, le marquage CE et la catégorie de résistance à la compression.

2. Avis

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs de bâtiments courants au sens du DTU 20.1.

Les limitations résultent de l'application des règles de conception et de calcul données dans les Prescriptions Techniques et du respect du domaine d'emploi des Procès-Verbaux de résistance au feu rappelés dans le présent document.

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

- pour les murs isolés par l'intérieur, celles visées dans la partie 3 du DTU 20.1 « Guide pour le choix des murs de façade en fonction du site », l'épaisseur brute de la maçonnerie devant être supérieure ou égale à 20 cm dans ce cas ;
- pour les murs isolés par l'extérieur, celles définies par référence à l'Avis Technique du système d'isolation et au document « Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 1833 de mars 1983) en assimilant le mur à une maçonnerie traditionnelle de briques en terre cuite.

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'ouvrages en maçonnerie chaînée (confinée au sens de la NF-EN-1996-1) nécessitant des prescriptions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Seuls les ouvrages en maçonnerie chaînée peuvent être utilisés pour le contreventement des bâtiments.

2.2 Appréciation sur le produit, composant ou procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Stabilité

La stabilité 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 briques creuses de terre cuite ainsi que des Prescriptions Techniques du présent document.

Construction en zone sismique

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation d'ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, à condition de respecter les prescriptions détaillées au paragraphe 2.34 ci-après.

Sécurité incendie

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation incendie pour le domaine d'emploi visé, dans la limite du domaine de validité des Procès-Verbaux ou appréciations de laboratoire établis sur les différentes configurations étudiées.

La liste des Procès-Verbaux de résistance au feu disponibles, assortis des limites d'utilisation pour chaque configuration testée sont présentées au tableau 1 du Dossier Technique établi par le demandeur. Il pourra être nécessaire d'apporter d'autres justifications en fonction du type de montage considéré.

L'attention des concepteurs est attirée sur le fait que le respect des limitations du domaine de validité des appréciations et des Procès-Verbaux de laboratoires peut être dimensionnant lors de la conception de l'ouvrage.

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

Le poids unitaire des briques est de 23,6 kg.

Ce poids est inférieur à la charge maximale sous condition de maintenance établie par la Norme NF X35-109 à 25kg.

Les briques comportent des trous de préhension sur les faces verticales latérales destinés à faciliter leur mise en œuvre.

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 à partir des valeurs des résistances thermiques des maçonneries ainsi que des coefficients de transmission linéiques indiquées dans le Dossier Technique établi par le demandeur.

Ces valeurs ne s'entendent que pour des productions pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications décrits dans ce Dossier Technique sont effectifs.

Isolement acoustique

Les performances acoustiques du procédé ont été déterminées par essais en laboratoire dont les rapports sont référencés au chapitre B du Dossier Technique établi par le demandeur.

Celles-ci constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur (arrêtés du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation, du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignements, et établissements de santé). Trois approches sont utilisables pour cela : Le calcul (selon NF EN 12354-1 à 5 ; objet du logiciel ACOUBAT) ; le référentiel QUALITEL ou les Exemples de Solutions Acoustiques (publié en janvier 2014 par la DHUP).

L'atteinte des performances acoustiques réglementaires entre deux logements avec ce système nécessite notamment la prise en compte des principes suivant :

- En Isolation Thermique par l'Intérieur :
 - Utilisation de doublages thermo-acoustiques intérieurs
 - Appui de plancher sur 2/3 minimum de l'épaisseur de la façade

- Pénétration du mur de refend en béton armé sur 2/3 minimum de l'épaisseur de la façade
- En Isolation Thermique par l'Extérieur :
 - Appui de plancher (type dalle pleine en béton armé) sur 2/3 minimum de l'épaisseur de la façade
 - Pénétration du mur de refend en béton armé sur 2/3 minimum de l'épaisseur de la façade

Pour le choix de matériaux et l'épaisseur minimale des refends et planchers, l'utilisateur se référera aux exemples de Solutions Acoustiques publiées en janvier 2014 par la DHUP.

L'utilisation de murs en briques creuses de terre cuite seuls ne permet pas en général la réalisation de murs séparatifs de logements.

Imperméabilité des murs extérieurs

Comme pour les maçonneries traditionnelles de blocs en terre cuite, l'imperméabilité des murs repose largement sur l'intégrité du revêtement extérieur associé.

L'imperméabilité à l'eau des murs de façade peut-être convenablement assurée moyennant 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).

Données environnementales

Il existe une Déclaration Environnementale (DE) pour ce procédé mentionnée au paragraphe C1 du Dossier Technique établi par le demandeur. Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.22 Durabilité - Entretien

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 équivalente à celle des murs traditionnels homogènes constitués des mêmes types de matériaux.

2.23 Fabrication et contrôles

La fabrication des briques et accessoires est classique pour ce type de produits.

La mise en œuvre d'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.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

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, rouleau). La réalisation des assises, dont la planéité conditionne directement la qualité de réalisation des murs, requiert un soin particulier.

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 Prescriptions Techniques

2.3.1 Prescriptions de conception

2.3.1.1 Résistance 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} (Obtenu suivant les normes NF EN 1990 et 1991) doit être inférieure ou égale à la valeur de calcul de la résistance aux charges verticales, N_{Rd} , exprimée en MN/m et donnée par l'expression suivante :

$$N_{Rd} = \frac{\Phi * t * f_k}{\gamma_m}$$

Avec :

t : épaisseur de la maçonnerie, en mètres ;

f_k : résistance caractéristique de la maçonnerie, exprimée en MPa.

γ_m : coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie.

Φ : coefficient de réduction pour tenir compte de l'éclatement du mur, l'excentricité des charges verticales appliquées et l'effet de fluage.

•

Les valeurs de Φ peuvent être calculées de deux façons :

• méthode standard : Calcul suivant NF EN 1996-1-1, §6,1

• méthode simplifiée :

Si on respecte les prescriptions des règles NF EN 1996-3, §4.2 et les hypothèses ci-dessous :

- Portée du plancher $\leq 6m$

- Hauteur libre d'un étage $\leq 3m$

- Alors on peut utiliser les valeurs de Φ suivantes :

□ Mur intermédiaire : $\Phi = 0,60$

□ Mur de rive : $\Phi = 0,55$

□ Mur du niveau le plus élevé : $\Phi = 0,40$

Pour les murs de bâtiments soumis à exigences réglementaires en matière de résistance au feu, la charge verticale N_{Ed} calculée à l'état limite ultime et pondérée par le coefficient de réduction η_{fi} doit être inférieure ou égale à la valeur de la charge maximale indiquée dans les Procès-Verbaux de classement. On prendra par défaut $\eta_{fi} = 0,7$. En outre, la hauteur maximale du mur est limitée à la celle indiquée dans ces Procès-Verbaux.

2.3.1.2 Contreventement

Conformément aux prescriptions du cahier CSTB n°3719 d'octobre 2012, La justification de l'aptitude du mur à assurer sa fonction de contreventement passe par les deux vérifications suivantes :

• Le non écrasement de la zone comprimée de la maçonnerie en pied de mur.

Cette vérification de non-écrasement s'écrit :

$$\frac{2 * \frac{V_{Ed}}{N_{Ed}} * \frac{h}{l} + l}{l_c * (1 - \frac{l}{3})} * N_{Ed} * l \leq \frac{\Phi * t * f_k}{\gamma_m}$$

Avec :

V_{Ed} : force horizontale appliquée au mur, exprimée en MN ;

N_{Ed} : force horizontale appliquée au mur, exprimée en MN/m ;

l et h et t : respectivement longueur, hauteur et épaisseur du mur, exprimées en mètres ;

l_c : longueur comprimée du mur (cf. § 6.2 de l'EN 1996-1-1), exprimée en mètres, est donnée dans le tableau ci-après en fonction de la longueur du mur et du rapport $V_{Ed}/(l.N_{Ed})$:

		longueur du mur (m)					
		1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
$V_{Ed}/(l.N_{Ed})$	0	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
	0,1	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
	0,2	0,92	1,55	2,26	3,00	4,00	5,00
	0,3	0,63	1,04	1,62	2,31	3,75	5,00
	0,4	0,51	0,77	1,16	1,70	3,05	4,51

Pour des valeurs du rapport $V_{Ed}/(l.N_{Ed})$ comprises entre deux lignes du tableau ci-dessus ou pour des longueurs du mur comprises entre deux colonnes du tableau ci-dessus, il est possible de procéder à une interpolation linéaire pour en déduire la valeur l_c à utiliser.

• L'absence de rupture prématurée par cisaillement à l'interface éléments de maçonnerie/joint horizontal

A 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 MN et donnée par l'expression suivante :

$$V_{Rd} = \frac{t * l * f_{vk}}{\gamma_m} + \sum A_c * \frac{f_{cvk}}{\gamma_c}$$

Avec :

o f_{vk} : résistance caractéristique en cisaillement de la maçonnerie, exprimée en MPa.

o f_{cvk} : résistance caractéristique en cisaillement du béton des chaînages, exprimée en MPa.

o A_c : section du béton de chaînage vertical, exprimé en m².

- o l : longueur de l'ouvrage de maçonnerie entre chainages, exprimée en m.

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

- pose à joints verticaux secs :

$$f_{vk} = 0.5 * f_{vk0} + 0.4 * \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0.045 * f_b$$

- pose à joints verticaux remplis ou collés sur au moins 40% de l'épaisseur de la maçonnerie :

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 * \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0.065 * f_b$$

Avec :

f_{vk0} : Résistance initiale au cisaillement, en MPa (Voir tableau en Annexe de la partie Avis du présent document)

f_b : Résistance moyenne en compression normalisée des éléments, en MPa (Voir tableau en Annexe de la partie Avis du présent document).

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, pour ce type de montage, la longueur minimale du panneau de contreventement doit être égale à $h * \frac{l_b}{2 * h_b}$, h étant la hauteur du mur, l_b et h_b étant respectivement la longueur et la hauteur de l'élément de maçonnerie.

De plus, les murs montés à l'aide du procédé peuvent être utilisés pour le contreventement des bâtiments moyennant le respect de l'ensemble des prescriptions suivantes :

- Ils doivent être bordés par des chaînages verticaux continus de plancher à plancher, avec recouvrement d'un étage à l'autre ;
- Ils doivent être munis de chaînages horizontaux continus disposés au niveau de chaque plancher ;
- Ils doivent être montés à l'aide des briques bénéficiant du suivi de l'autocontrôle décrit dans le Dossier Technique établi par le demandeur et attestant des performances indiquées au § 2.33 ci-après ;
- Leur longueur doit être supérieure ou égale à 1,20 mètres ;
- Ils doivent présenter des armatures de chaînages verticaux et horizontaux de section 4Φ10 minimum.

Les données essentielles nécessaires aux vérifications sont récapitulées dans le tableau du paragraphe 2.35 ci-après.

2.313 Prescriptions spécifiques au montage à joints minces

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

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

2.32 Prescriptions de fabrication

Les caractéristiques des briques doivent satisfaire aux spécifications de la norme NF EN 771-1 et à son complément national en ce qui concerne la catégorie M (briques et blocs pour mise en œuvre à joints minces), soit : l'aspect, les dimensions, l'état de surface, les éclatements, la dilatation conventionnelle à l'humidité, l'absorption d'eau, et les tolérances dimensionnelles sur la hauteur.

De plus, la classe de résistance doit être conforme à celles indiquée au Dossier Technique établi par le demandeur.

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 moyen d'instruments dont la précision de mesure est compatible avec celle de l'ouvrage à réaliser.

Les dispositions constructives des maçonneries chaînées correspondent à celles de l'Eurocode 6 (maçonneries confinées).

Les dispositions constructives des maçonneries non armées correspondent à celles prévues par le DTU 20.1 pour les maçonneries chaînées (section béton, section armatures...).

Les joints verticaux des trumeaux de moins de 1.2m sont collés.

Les linteaux non rectifiés ne peuvent pas être utilisés en association avec un plancher haut en béton

2.34 Utilisation en zones sismiques

2.341 Général

Les murs montés à l'aide du procédé peuvent être utilisés pour la réalisation d'éléments structuraux principaux de bâtiments soumis à exigences parasismiques, moyennant le respect des prescriptions de la norme NF EN 1998-1 et de son annexe nationale NF EN 1998-1/NA, et en particulier le respect des prescriptions relatives aux maçonneries chaînées (complémentaires aux prescriptions portant sur les maçonneries confinées au sens de la NF EN 1996-1).

Les vérifications au contreventement sont à mener selon le modèle donné au §0 ci-avant, en considérant les coefficients partiels de sécurité propres aux situations sismiques donnés dans le tableau du §2.35 ci-après.

Seules les briques accessoires présentant une section de chaînage pouvant englober un cercle de 15 cm peuvent être utilisées.

La section minimale des armatures de chaînage est 3 cm².

2.342 Prescriptions applicables aux maisons individuelles

Dans le cas de petits bâtiments de forme simple, définis dans la norme NF P 06-014 (ou dans le guide CPMI), une justification sans nécessité de vérification par calcul est également possible en application de cette norme. Il est rappelé que les bâtiments visés par cette norme doivent être au maximum de type R + 1 + comble, de forme simple tant en plan qu'en élévation, et contreventés par des murs répartis sur le pourtour des planchers.

Pour ces petits bâtiments, la longueur des panneaux dans chaque direction, exprimée en mètres, ne doit pas être inférieure au quotient de la surface S totale construite au sol, en mètres carrés, par le coefficient k donné dans le tableau ci-après, établi pour des sols de classe E. Des valeurs de k supérieures peuvent être retenues en fonction de la classe du sol considéré.

zone sismique	Type de bâtiment			
	Joints verticaux	RDC + toiture légère	R+comble avec planchers lourds	R+1 + comble avec planchers lourds
3	secs	10	6	4
	remplis	18	10	7
4	secs	7	4	3
	remplis	12	7	5

2.35 Données essentielles

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

		BGV COSTO TH+
résistance moyenne en compression normalisée des éléments (MPa)	f_b	8,8
résistance caractéristique de la maçonnerie (MPa)	f_k	3,9
résistance initiale au cisaillement (MPa)	f_{vk0}	0,30
Epaisseur de la maçonnerie (m)	t	0,20
Module d'élasticité de la maçonnerie (MPa)	E	3950
Section du béton de chaînage (cm ²)	A_c	176
résistance caractéristique en cisaillement du béton des chaînages (MPa)	f_{cvk}	0,33
Coefficient de comportement	q	1,5
coefficients partiels de matériau sur les résistances de la maçonnerie	γ_m	2,5 (actions durables ou transitoires) ou 1,67 (actions sismiques)
coefficients partiels de matériau sur les résistances du béton de chaînage	γ_c	1,5 (actions durables ou transitoires) ou 1,3 (actions sismiques)

Conclusions

Appréciation globale :

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

Validité :

A compter de la date de publication en première page et jusqu'au 31 mars 2024

*Pour le Groupe Spécialisé n°16
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le groupe attire l'attention sur les dispositions constructives nécessaires pour les maçonneries chaînées et non armées hors exigences sismiques. Les dispositions constructives des maçonneries chaînées correspondent à celles de l'Eurocode 6 pour les maçonneries confinées. A cet égard, il est rappelé que seuls les ouvrages en maçonnerie chaînée réalisés avec ce procédé peuvent être utilisés pour le contreventement des bâtiments.

Les dispositions constructives des maçonneries non armées correspondent à celles prévues par le DTU 20.1 pour les maçonneries chaînées (section béton, section armatures...).

Il est également rappelé que les maçonneries non armées et non chaînées au sens de l'Eurocode 8 ne sont pas utilisables pour les bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°16*

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe du procédé

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie de briques de terre cuite à alvéoles verticales de 20 cm d'épaisseur montées à joints minces de mortier. Les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés.

Les murs sont destinés à recevoir une isolation thermique rapportée côté intérieur ou extérieur.

2. Domaine d'emploi

Réalisation de murs en maçonnerie chaînée ou non armée ou de remplissage à isolation rapportée (côté intérieur ou extérieur). Les ouvrages visés sont ceux décrits dans le DTU 20.1, mais également ceux nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Ce procédé est destiné à la réalisation de murs porteurs, non porteurs ou de remplissage à enduire au sens du DTU 20.1, pour tous types de constructions courantes telles que maisons individuelles ou collectifs, et tous types de bâtiments à usage commercial, agricole, scolaire, médical, ERP, industriel ou autres.

Le procédé est également utilisable pour la réalisation de murs enterrés dans les conditions définies dans la norme NF-P 10-202 (DTU 20-1).

3. Description des éléments en terre cuite

3.1 Briques de base rectifiées

Les faces verticales des briques comportent des emboîtements latéraux. Les briques comportent des trous de préhension sur les faces verticales latérales destinés à faciliter la mise en œuvre.

	BGV COSTO TH+
figure	Figure 2
Longueur (mm)	500
Epaisseur (mm)	200
Hauteur (mm)	314
Masse unitaire (brique de 314) (kg)	23,6
Classe de résistance	RC 70
Certification	NF Th
Rth ⁽¹⁾ (W/m²K)	1,50
Rth ⁽²⁾ (W/m²K)	1,49
Classe support d'arrachement	Rt3

Résistance thermique certifiée de la maçonnerie enduite, montée à joints verticaux secs⁽¹⁾ ou collés⁽²⁾.

Les briques de même géométrie interne mais de hauteurs 107 et 274 mm sont utilisées en arase (cf § 3.5).

3.2 Chaînages verticaux

Les évidements permettent la réalisation de chaînages verticaux. Ils sont disponibles en diamètre de 15 cm pour les zones sismiques. Outre les poteaux traditionnels pour les angles à 90°, la gamme dispose de briques doubles poteaux ainsi que des poteaux multi-angles permettant l'exécution de poteaux tournants de façon aisée.

Accessoire	Fig.n°	Réservation (mm)	Longueur (mm)	Epaisseur (mm)	Zone Sismique	Hauteur (mm)
Poteau R12	3a	120	500	200	NON	314 212
						314 274 107
Poteau R15	3b	150	500	200	OUI	314 212
						314 274 107
Poteau multi-angle	3c	150	570	200	OUI	314 212
						314 274 107
Double poteau	3d	150	540	200	OUI	314 212
						314 274 107

3.3 Chaînages horizontaux

Le profil en U permet la réalisation de chaînages horizontaux et la confection des linteaux. La section peut varier en fonction des exigences mécaniques. Ils sont disponibles en section de 15 cm pour les zones sismiques.

	figure	Réservation (mm)	Longueur (mm)	Epaisseur (mm)	hauteur (mm)	Zone Sismique
Linteau non rectifié	4	123	570	200	200	OUI*
Linteau non rectifié	4	123	570	200	300	OUI*
Linteau rectifié	5	150	570	200	212	OUI
Linteau rectifié	5	150	560	200	219	OUI
Linteau rectifié	5	150	500	200	274	OUI
Linteau rectifié	5	150	570	200	314	OUI

*pour les bâtiments soumis à exigences sismiques, utilisation uniquement en linteau d'ouvertures.

3.4 Planelles (figures 5 et 6)

Ces briques sont placées en nez de dalle et permettent d'offrir une homogénéité de surface de l'ensemble de la maçonnerie et de limiter les déperditions thermiques par les planchers.

	Longueur (mm)	Epaisseur (mm)	Hauteur (mm)	Zone sismique
Planelle	570	65	160	non
			200	
			250	
Planelle 2A	400	50	160	oui
			200	
			250	
Planelles Rmax 0.5 (DTA 16/16-747)	600	50	170	oui
			200	
			250	
Planelles Rmax 1.0 (DTA 16/16-747)	600	55	170	non
			200	
			250	

3.5 Brique d'arase

Ces briques permettent de répondre à tous les cas de calepinage en hauteur.

	Longueur (mm)	Epaisseur (mm)	Hauteur (mm)
Arase ht 107	500	200	107
Arase ht 274	500	200	274
Arase ht 50	570	200	50
Arase ht 75	385	200	75

3.6 Brique tableau

Cet élément remplit plusieurs fonctions : outre la réalisation de jambage d'ouverture (les jambages pouvant également être réalisés avec une brique de base redressée par enduction), son profil particulier permet, grâce à une découpe aisée, de répondre à tous les cas de calepinages horizontaux.

	Réservation (mm)	Longueur (mm)	Epaisseur (mm)	hauteur (mm)	Zone Sismique
Tableau	NC	500	200	314	NON

3.7 Rouleau applicateur (figure 14)

Cet accessoire permet d'étaler régulièrement le mortier colle sur les assises.

3.8 Mortiers de montage

Les mortiers de montage utilisés pour l'exécution des joints horizontaux sont des mortiers en poudre prête à mouiller. Ils sont composés de liants hydrauliques, charges siliceuses, rétenteurs d'eau, régulateurs de prise et résine plastifiante incorporée à haut pouvoir mouillant.

Ces mortiers ont fait l'objet d'essais de convenance sur leur aptitude à l'emploi pour ce qui concerne la résistance mécanique de la maçonnerie et les conditions de mise en œuvre.

Leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

Producteur	PRB	PAREX LANKO
Marque commerciale	Mortier joint mince bio'bric	Mortier joint mince bio'bric
Présentation	Poudre	Poudre
Masse volumique apparente (t/m³)	1.35 ± 0.20	1.2 ± 0.20
Taux de gâchage (l/25 kg)	8,25 à 9,25	7,75 à 9
pH	12,5	12
granulométrie	<1 mm	< 1 mm
Rétention d'eau	> 93%	> 91 %
Classe de résistance en compression	M 10	M 10
Temps ouvert (mn)	5-15	5-20

Ces mortiers sont conditionnés en sac de 25 kg livrés avec les briques.

Le marquage comporte la marque, la date de fabrication et le numéro du lot.

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.

Les briques BGV COSTO TH+ sont fabriquées à l'usine de la Séguinière.

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 et essais de laboratoires sont effectués conformément aux exigences :

- des normes NF EN 771-1 et NF EN 771-1/CN en vigueur
- du règlement d'application du Marquage CE 2+ en vigueur,
- du référentiel particulier de la marque NF Brique de terre cuite en vigueur.

4.1.3 Marquage

Sont marqués sur les produits le nom du fabricant (BL), le site (LS ou SM), la ligne de fabrication, la date, le poste, marque NF-Th, M pour joint mince, la classe de résistance à la compression et Catégorie I. Outre le marquage des produits, les housses recouvrant les briques conditionnées sur palette comportent les informations suivantes : Désignation du produit ainsi que résistance thermique R du mur exprimée en m².K/W

5. Conception et dimensionnement des ouvrages

5.1 Dimensionnement des ouvrages

Les données d'entrée pour l'application des règles de dimensionnement des ouvrages de maçonneries porteuses sont indiquées dans la partie avis du présent document.

En alternative aux valeurs par défaut de Φ proposées dans la partie avis, le bureau d'études de structures peut calculer des valeurs de Φ , en application de la norme NF EN 1996-1-1.

Pour les maçonneries de remplissage, les règles de conception sont celles du DTU 20.1 et en ce qui concerne les distances maximales entre joints de fractionnements du bâtiment, des joints complémentaires n'intéressant que la maçonnerie à tous les étages doivent être prévus selon la conception et les conditions d'exposition de la façade et en fonction des variations dimensionnelles de la maçonnerie.

5.2 Conception thermique

Les résistances thermiques des briques sont certifiées et sont indiquées au § 3.1.

Des valeurs de ponts thermiques sont données en annexe du dossier technique.

6. Assistance technique

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

7. Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée suivant les principes du DTU 20.1 pour la pose au mortier de joints minces.

8. Outillage

L'outillage traditionnel du maçon est nécessaire (truelle, règles, niveau, maillet, outillage de découpe, ...).

Il est complété par l'outillage spécifique au procédé de collage comme :

- des platines de pose pour le réglage du premier lit de mortier
- un mélangeur rotatif monté sur une perceuse pour gâchage du mortier-colle,
- un rouleau applicateur pour la pose précise et régulière du mortier-colle ; ce rouleau est distribué par Bouyer-Leroux.

8.1 Préparation du support et pose du premier rang

Le premier rang est réalisé sur une arase de mortier traditionnel hydro-fugé d'une épaisseur moyenne de 2 cm conforme au DTU 20.1. Il doit

être d'une planéité parfaite pour assurer l'aplomb du mur, le parfait alignement des produits. L'utilisation d'un niveau laser et des platines de réglage permettront d'y parvenir.

Mettre en place des briques poteaux et régler l'horizontalité à l'aide du niveau laser.

Poser les briques dans l'alignement du cordeau à l'aide d'un maillet en caoutchouc pour assurer l'adhérence.

La pose rapide des rangs suivants au mortier-joint-mince après la dépose de celui-ci avec le rouleau applicateur.

Vérifier l'alignement des briques en "promenant" le niveau dans les deux sens et vérifier l'horizontalité globale du rang à l'aide d'une règle de maçon de 4 m, puis ponctuellement faire glisser un niveau à bulles sur la face supérieure pour confirmer les bons alignements des faces d'encollage.

8.2 Principe général de pose des briques

Les faces doivent être dépoussiérées et humidifiées à la brosse avant l'encollage.

8.3 Réalisation des trumeaux

Le traitement des coupes de briques doit s'effectuer avec un encollage au mortier colle de la face verticale coupée.

En cas de réalisation de trumeaux de longueur inférieure à celle donnée au §2.312 de la partie Avis, le montage doit s'effectuer avec encollage des joints verticaux.

8.4 Revêtements

8.4.1 Revêtements intérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, complexe de doublage en plaque de plâtre-isolant selon le DTU 25.42.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, enduit traditionnel au plâtre projeté selon DTU 25.1 ou plaques de plâtre collées suivant DTU 25.41.

8.4.2 Revêtements extérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, Mortier d'enduit monocouche OC2 ou OC1 au sens de la norme NF EN 998-1, ou mortier d'enduit d'usage courant GP au sens de la norme NF EN 998-1 de classe maximale CS III.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, tout système d'isolation thermique par l'extérieur ayant fait l'objet d'une Evaluation Technique Européenne complétée par un Document Technique d'Application visant un support en maçonnerie de briques de terre cuite.

8.5 Réalisation des chaînages verticaux

Les briques de chaînage vertical rectifiées ménagent un vide pour la mise en œuvre des chaînages. Elles sont disponibles avec un évidement de 15 cm de diamètre pour les zones sismiques.

8.6 Réalisation des chaînages horizontaux

Au niveau des planchers lourds, les chaînages sont coffrés côté extérieur par des planelles d'about de plancher en terre cuite de 5 ou 6,5 cm d'épaisseur, et de hauteur correspondant à l'épaisseur des planchers désirés. Ces planelles peuvent être montées au mortier joint mince ou au mortier traditionnel dans le cas d'un soubassement.

En cas d'absence de plancher, les chaînages horizontaux sont réalisés en utilisant les briques de chaînage horizontal, conformément au DTU 20.1. Les sections sont disponibles en 15 cm de largeur pour les zones sismiques.

8.7 Réalisation des murs enterrés

Les préconisations du DTU 20.1 doivent être respectées.

8.8 Réalisation des tableaux de baies

Les tableaux de baies sont obtenus en utilisant les briques tableaux rectifiés découpées aux dimensions souhaitées. Ils peuvent également être réalisés au moyen de briques de base redressées par enduction.

8.9 Calfeutrement

Les interstices entre 2 produits espacés de plus de 5 mm (dans le cas d'une coupe) doivent être rebouchés. Le calfeutrement vertical est réalisé à l'aide du mortier joint mince mélangé à 50/50 avec du sable ou au moyen d'un mortier bâtard.

8.10 Réalisation des linteaux

Les linteaux sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF P 10-202 (DTU 20.1) avec les briques de coffrage de chaînage horizontal (voir figures 3 et 4). La section du chaînage est adaptable aux exigences mécaniques. Dans le cas de baies avec coffre de volet roulant, le linteau est mis en œuvre au-dessus du coffre.

8.11 Jonctions façade-refend et façade-plancher

Elles sont réalisées conformément aux dispositions de la norme NF P 10-202 (DTU 20.1).

8.12 Dispositions parasismiques

Le procédé permet une mise en œuvre par exécution du joint vertical réalisé en encollant les faces verticales des briques.

Le joint vertical peut être encollé ou non.

8.13 Ergonomie / Sécurité chantier

Les briques disposent de poignées de préhension sur les faces latérales favorisant leurs prises en main par les opérateurs et facilitant ainsi la mise en œuvre.

La consommation de mortier colle à joint mince pour le montage d'une maçonnerie BGV est d'environ 2 kg/m². Cela représente donc une quantité de mortier très inférieure à celle correspondant au montage d'une maçonnerie à joints courants.

La mise en œuvre des protections de chantier est réalisée au moyen des systèmes de sécurité traditionnels. Ceux-ci doivent être fixés dans l'avant dernier rang de maçonnerie afin d'assurer leur stabilité sous chocs accidentels.

8.14 Fixations

Pour réaliser des percements dans la maçonnerie, utiliser la technologie à percussion mécanique à l'aide d'une perceuse mécanique de type SFH 22 A ou 14 + mèche maçonnerie (réf : 305057 M 10x120 pour un perçage de diam 10mm) de la marque Hilti. La percussion pneumatique de type perforateur est interdite. Pour fixer les charges légères, on utilise des chevilles destinées aux matériaux creux. Pour la fixation d'objets lourds, on utilise des chevilles à scellement chimique.

8.15 Saignées

Elles sont réalisées à l'aide d'une rainureuse double disque à largeur et profondeur de rainurage réglable de type DC-SE20 de la marque Hilti ou équivalent.

Les travaux d'encastrement des canalisations électriques doivent être exécutés conformément aux indications de l'annexe A.3 de la norme UTE C15-520 (juillet 2007).

8.16 Scellements et rebouchages

Selon la situation et l'exposition du rebouchage, on emploiera :

- en extérieur et/ou ambiance humide : un mélange à base de mortier hydraulique
- en intérieur et en ambiance sèche : un mélange à base de liant hydraulique ou à base de plâtre

B. Résultats expérimentaux

Mécanique

- compression sur briques et murets Rapport d'essais CTMNC n°2014016013-V3 du 11/07/2016
- Contreventement : Rapport d'essai CSTB n°26063381 du 09/12/2016

Résistance au feu

La liste des PV de résistance au feu / extensions et des limites d'utilisation correspondantes figure dans le tableau n°1 ci-après.

Thermique

Calcul de Ponts thermiques, rapport d'études CSTB DEIS/HTO n°18-066 du 20/11/2018 (cf. tableaux 2 à 4 ci-après)

Acoustique

- Rapport d'essais CSTB AC12-26039707-01_rev01 de mai 2013
- Extension multiple CSTB 16/01 du rapport AC12-26039707-01_rev01 du 13/05/2016

Compatibilité brique-mortier

Essais d'adhérence en traction pure, et d'essais de temps ouvert par adhérence

- association mortier Bio'Bric fabriqué par PRB / BGV'Costo Th+ (Rapport d'essais CSTB MRF 16 26064605 du 06/10/2015)
- association mortier Bio'Bric fabriqué par Parex Lanko / BGV'Costo Th+ (Rapport d'essais CSTB MRF 16 26064605 du 06/10/2015)

Résistance à l'arrachement

- Rapport d'essai de résistance à l'arrachement suivant norme NF EN 771-1/CN Annexe E sur les éléments BGV'COSTO TH+ produits à La Séguinière (18/05/2016))

C. Références

C1. Données Environnementales ^(*)

Le produit BGV'COSTO TH+ fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle.

Cette DE a été établie en mars 2018 par Mme Fally Titikpina. Elle a fait l'objet d'une vérification par tierce partie selon le programme de déclarations environnementales et sanitaires INIES par M.Frédéric Rossi (Estéana) en avril 2018 et est déposée sur le site www.inies.fr.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

^(*) non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

C2. Autres références

Les produits BGV'COSTO TH+ ont fait l'objet de plus d'une centaine de milliers de m² de réalisés depuis 2016, principalement en habitation collective.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Type de mur	Laboratoire agréé	Référence PV	Date de Validité	Revêtement extérieur	Revêtement intérieur	Charge maxi (daN/m)	Hauteur maxi (m)	Classement
BGV COSTO TH+	CSTB	n°RS16-025 du 18/10/2016	25/05/2021	Enduit hydraulique d'épaisseur $\geq 10\text{mm}$	Doublage Doublissimo 120+13	13300	2,63	REI 30
	CSTB	n°RS16-043 du 15/09/2016	07/06/2021	Enduit hydraulique d'épaisseur $\geq 10\text{mm}$	Doublage Doublissimo 120+13	9000	2,56	REI 60
	CSTB	n°RS16-026 Ext01 du 21/09/2016	25/04/2021	Enduit hydraulique d'épaisseur $\geq 10\text{mm}$	Enduit Aeroblué + Doublage Doublissimo 120+13	14000	2,63	REI 60
	EFFECTIS	n°11-A-521-Rev 1 du 11/02/2016	03/10/2021	Enduit plâtre ou hydraulique d'épaisseur $\geq 15\text{mm}$	Doublage Labelrock 80+10	75% de N_{Rd} calculé à froid suivant l'EC6	3,00	REI 60
	EFFECTIS	n°11-A-521-Ext 18/1 du 20/02/2018	25/04/2021	Enduit plâtre ou hydraulique d'épaisseur $\geq 15\text{mm}$	Doublage Polyplac Brick 13+30+30 à 90	75% de N_{Rd} calculé à froid suivant l'EC6	3,00	REI 60

Tableau 1 : Résistance au feu

Epaisseur de plancher en béton plein (cm)	Type de planelle	BGV/COSTO TH+
<u>17</u>		
	$R_{max} 0,5$	règles Th-U
	$R_{max} 1,0$	0,29
<u>20</u>		
	$R_{max} 0,5$	0,36
	$R_{max} 1,0$	0,31
<u>25</u>		
	$R_{max} 0,5$	0,44
	$R_{max} 1,0$	0,35

Tableau 2 : Valeurs de ponts thermiques pour les liaisons murs/planchers intermédiaires

Epaisseur de plancher (cm)	Type de planelle	BGV/COSTO TH+				
		Epaisseur d'isolant de toiture (mm)				
		80	120	160	200	240
16						
	$R_{max} 0,5$	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49
	$R_{max} 1,0$	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47
20						
	$R_{max} 0,5$	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53
	$R_{max} 1,0$	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50
25						
	$R_{max} 0,5$	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58
	$R_{max} 1,0$	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55

Tableau 3 : Valeurs de ponts thermiques pour les liaisons murs/planchers hauts sous acrotère

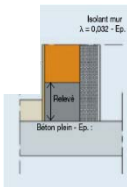
	BGV'COSTO TH+			
Epaisseur de plancher (cm)	Epaisseur d'isolant de toiture (mm)			
	80+13	100+13	120+13	
16	0,36	0,37	0,37	
20	0,36	0,37	0,37	
25	0,36	0,36	0,37	

Tableau 4 : Valeurs de ponts thermiques pour les liaisons murs /planchers hauts

Hypothèses de calcul :

Résistance thermique maçonnerie BGV'COSTO TH+ : $1.5 \text{ m}^2 ; \text{K:W}$

Résistance thermique planelle $R_{\text{max}} 0,5 : 0,5 \text{ m}^2 ; \text{K:W}$

Résistance thermique planelle $R_{\text{max}} 1 : 1 \text{ m}^2 ; \text{K:W}$

Doublage des murs: épaisseur > 10 cm; conductivité thermique=0,032 W/m.K

Bgv'costo th+ {
ht 314
ht 274
Ht 212

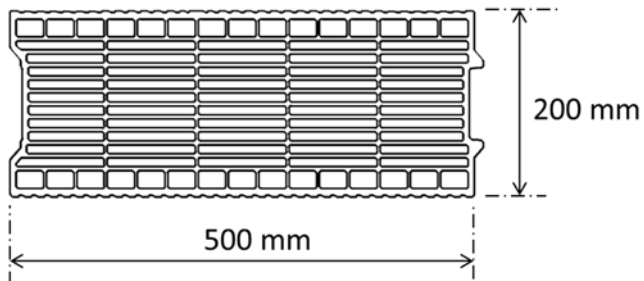


Figure 1 - BGV'COSTO th+

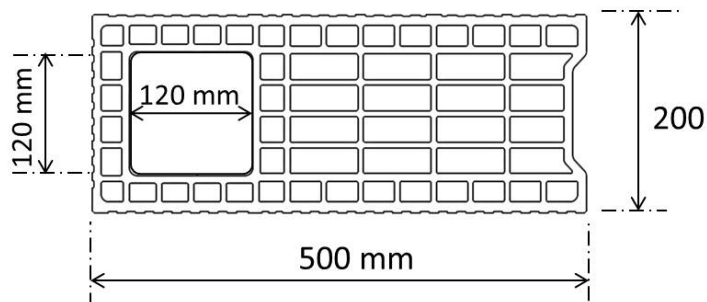


figure 2a - POTEAU R12

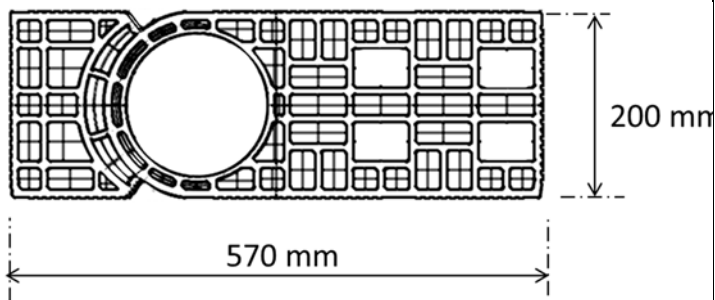


figure 2c - Poteau multi-angle

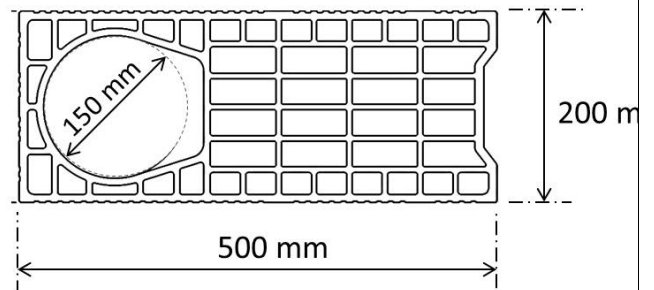


figure 2b - POTEAU R15

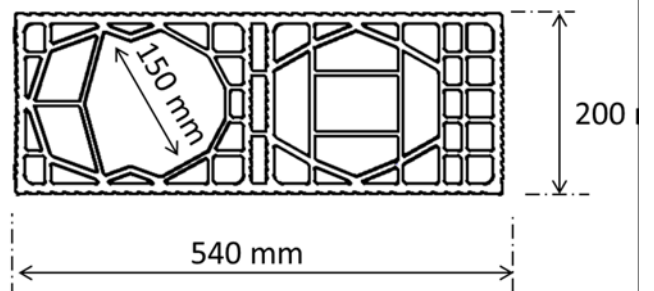


Figure 2d - double poteau

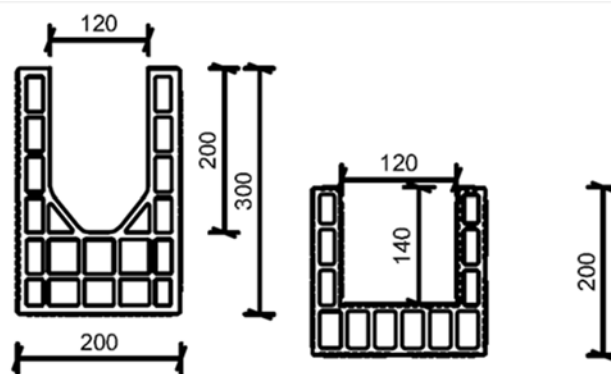


Figure 3 - linteaux non rectifiés

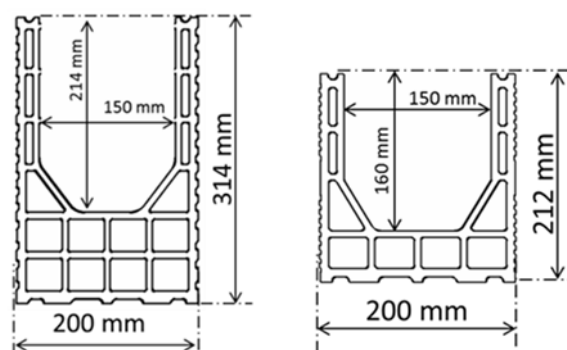


Figure 4 - linteaux rectifiés

Planelle 2A (DTA 16/14-694*V1)	Planelles Rmax (DTA 16/16-747)	
Planelle 2A (longueur 570mm – larg 65 mm – ht160,200 et 250 mm)		

Figure 5 – gamme de planelles

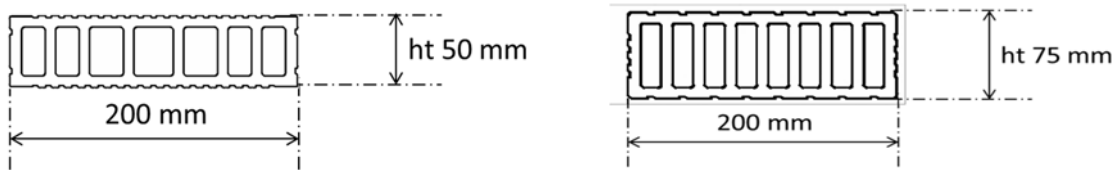


Figure 6 - Arases 50 et de 75

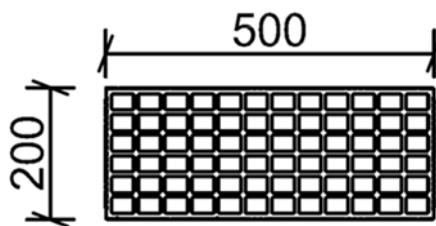


Figure 7 - brique tableau

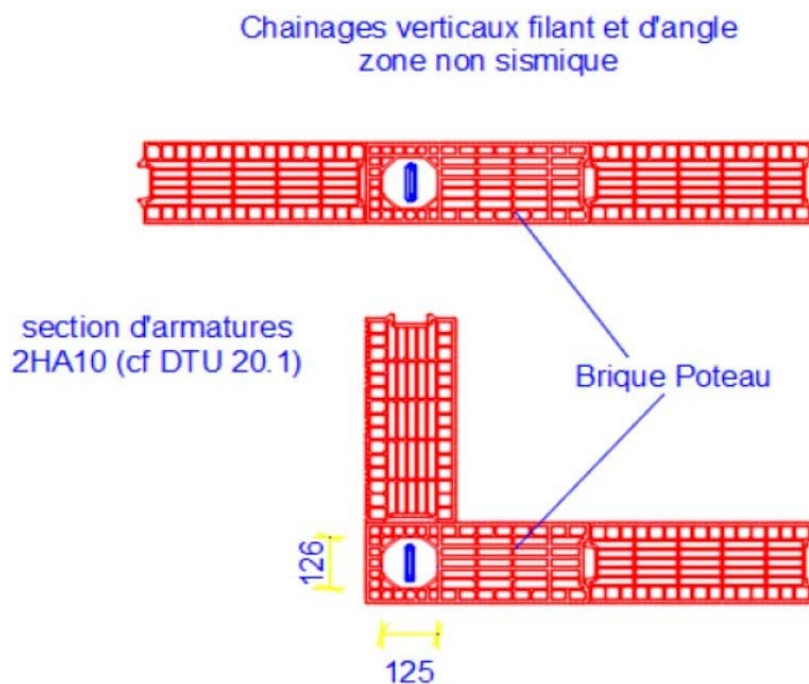


Figure 8 - Section minimale des armatures de chaînage en zone non sismique

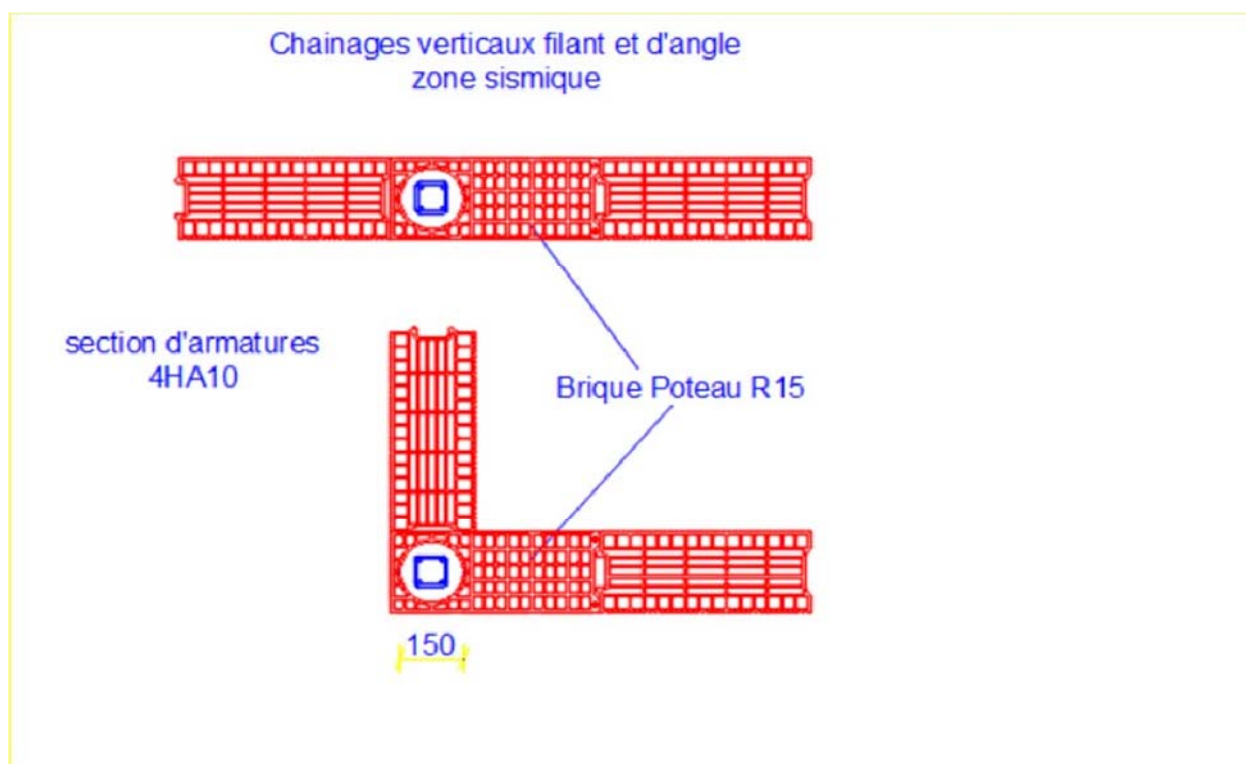


Figure 8 bis – Section minimale des armatures de chaînage en zone sismique : 3 cm^2

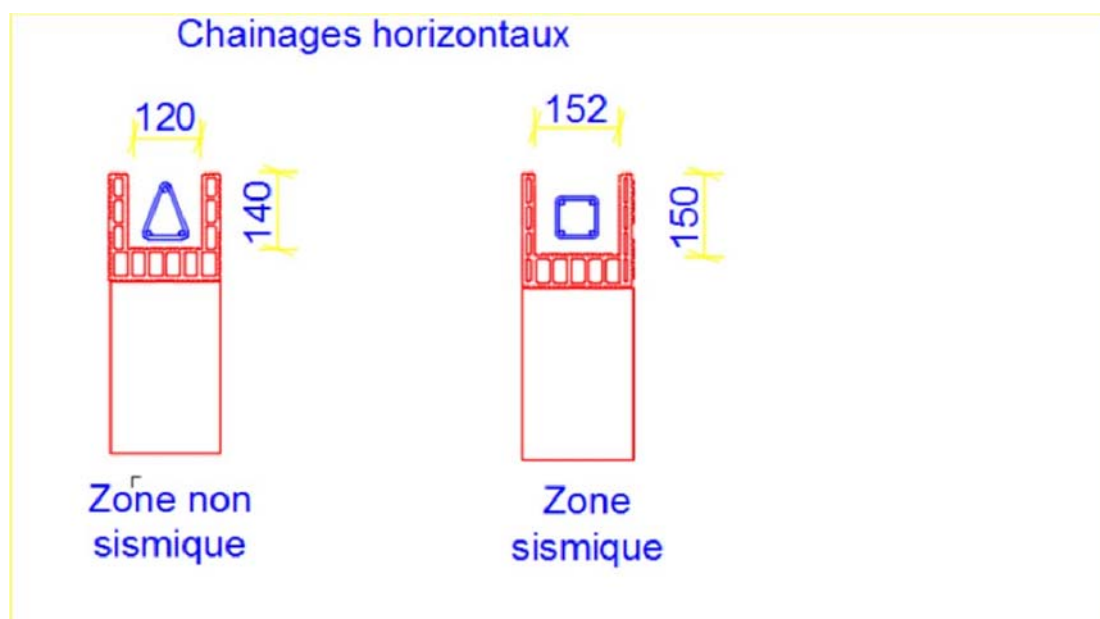


Figure 9 – Section minimale des armatures de chaînage horizontal

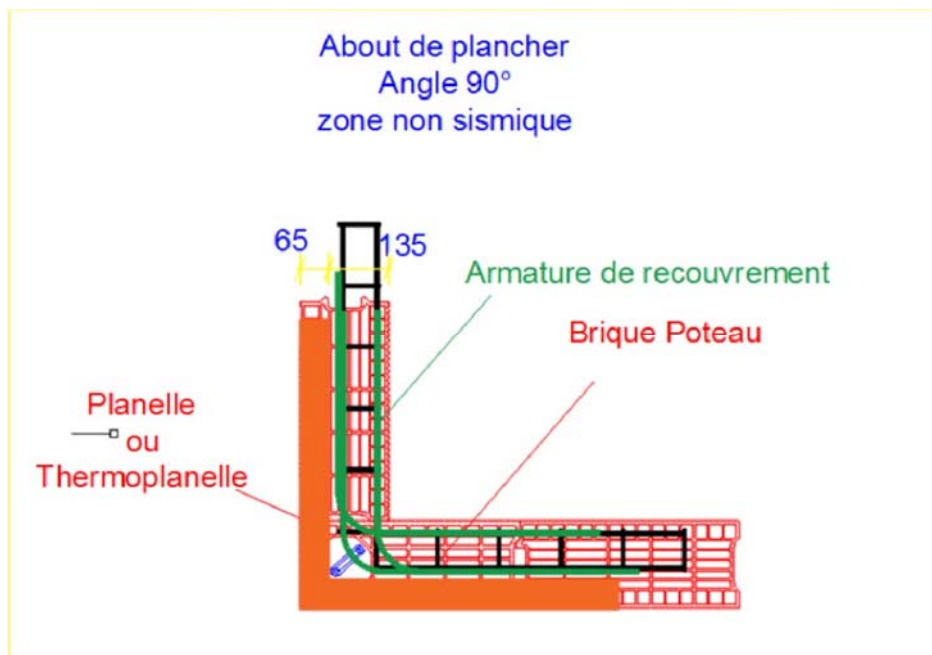


Figure 10a – Liaison entre chaînage vertical et chaînage horizontal

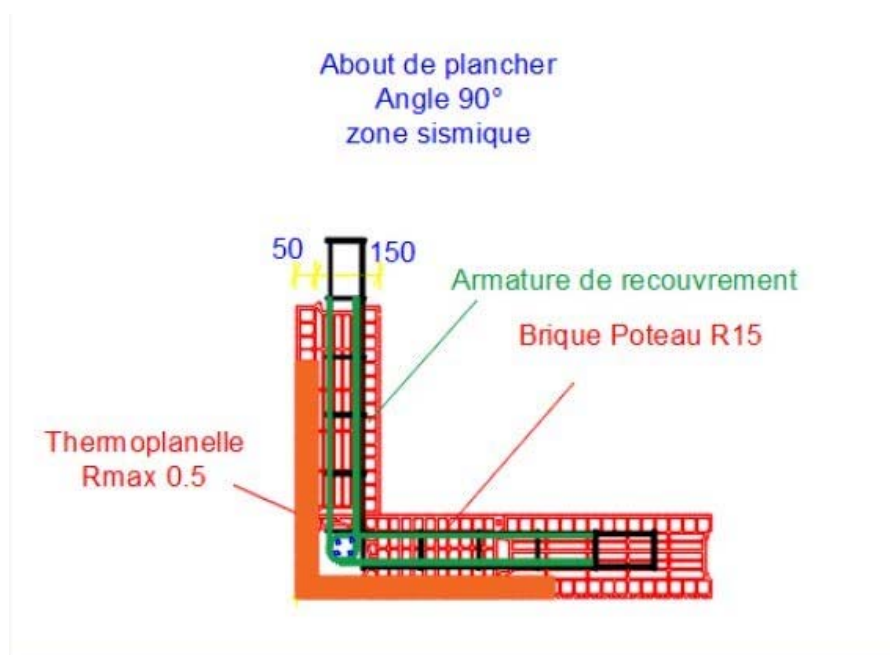


Figure 10b – Liaison entre chaînage vertical et chaînage horizontal (sismique)

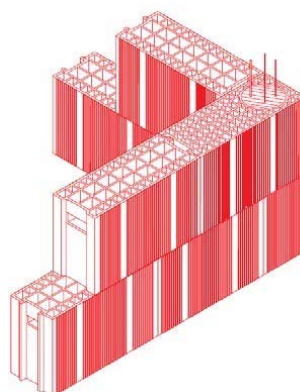


Figure 11 – Angle droit

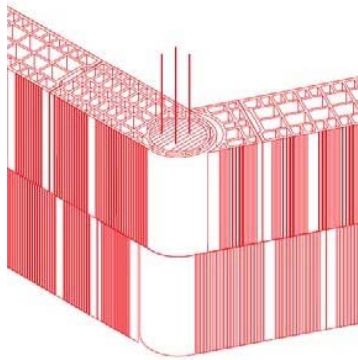


Figure 12 – Angle quelconque



Figure 15a



Figure 15b

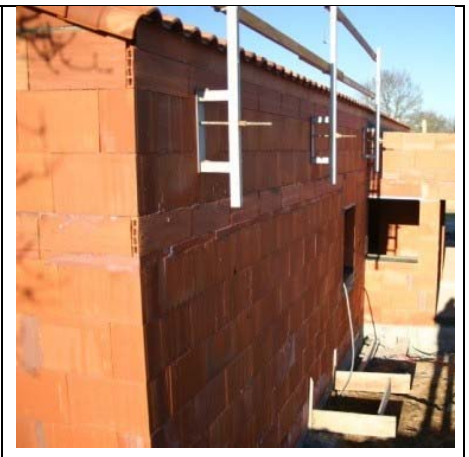


Figure 15c

Figures 13 – Fixation des éléments de sécurité périphériques au niveau de l'avant dernier rang de maçonnerie

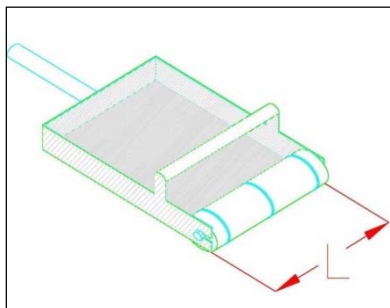


Figure 14 – Rouleau applicateur L=20 cm