16/16-745_V1

Valide du **09 septembre 2020**

au **30 juin 2026**

Sur le procédé

CALIFIX

Titulaire : **Société TERREAL**

Internet : www.terrealstructure.com

Descripteur :

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie de briques de terre cuite d'épaisseur 200 mm à alvéoles verticales et dont les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées.

Les briques sont assemblées à l'aide de joints de montage réalisés par dépose à chaque rangée de deux cordons de mousse polyuréthane extrudés à l'aide d'un pistolet.

Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés.

Groupe Spécialisé n° 16 - Produits et Procédés spéciaux pour la maçonnerie

Famille de produit/Procédé : Mur en briques de terre cuite

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.
Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n°16/16-745 et 16/16-745*01 Mod Cette 1ère révision intègre, en plus des modifications éditoriales, les modifications suivantes : • Remplacement de la brique « Calibrc One » par la brique « Calibric One V2 » • Ajout d'une usine de fabrication (Usine la Pera en Espagne) • Suppression des renvois au DTA 16/16-744 pour rendre le document autoportant	Philippe LEBLOND	Nicolas JURASZEK

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Définition succincte 4
1.1.1. Description succincte 4
1.1.2. Mise sur le marché 4
1.1.3. Identification des produits 4
1.2. AVIS 4
1.2.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.2.2. Appréciation sur le procédé 4
1.2.3. Prescriptions Techniques 6
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 10
2. Dossier Technique 11
2.1. Données commerciales 11
2.1.1. Coordonnées 11
2.2. Description 11
2.3. Eléments constitutifs 11
2.3.1. Liant de montage CALIFIX 11
2.3.2. Briques Calibric Max et Calibric One V2 12
2.3.3. Briques accessoires 12
2.3.4. Mortier colle pour collage des joints verticaux 14
2.4. Contrôles de fabrication 14
2.4.1. Liant CALIFIX 14
2.4.2. Briques de terre cuite 14
2.5. Identification des produits 15
2.6. Assistance Technique 15
2.7. Mise en œuvre 15
2.7.1. Outillage 15
2.7.2. Conditions d'utilisation 15
2.7.3. Principe général de pose 16
2.7.4. Réalisation des points singuliers 16
2.7.5. Dispositions parasismiques 18
2.7.6. Réalisation des saignées et réservations 18
2.7.7. Protections collectives 18
2.7.8. Revêtements 18
2.8. Résultats expérimentaux 18
2.8.1. Essais sur murets 18
2.8.2. Essais sismiques et résistance au cisaillement 19
2.8.3. Résistance au feu 19
2.8.4. Acoustique : 19
2.8.5. Thermique 19
2.9. Références 19
2.9.1. Données Environnementales 19
2.9.2. Autres références 19
2.10. Annexes du Dossier Technique 20

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 16 - Produits et Procédés spéciaux pour la maçonnerie de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 18 juin 2020, le procédé **CALIFIX**, présenté par la Société TERREAL. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie de briques de terre cuite d'épaisseur 200 mm à alvéoles verticales et dont les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées.

Les briques sont assemblées à l'aide de joints de montage réalisés par dépose à chaque rangée de deux cordons de mousse polyuréthanes extrudés à l'aide d'un pistolet.

Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés.

Revêtements

Extérieur

Mortier d'enduit monocouche OC2 ou OC1 au sens de la norme NF DTU 26.1 P1-2, ou mortier d'enduit d'usage courant GP au sens de la norme NF EN 998-1 de classe maximale CS III.

Intérieur

Complexe de doublage plaque de plâtre-isolant selon le NF DTU 25.42 ou isolant et contre-cloison selon le NF DTU 25.41.

1.1.2. 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.

1.1.3. Identification des produits

Les produits de joints sont conditionnés en cartouches métalliques de contenance 750 ml sur lesquelles figure l'appellation « CALIFIX ».

Les briques sont marquées en continu par une roulette réalisant une impression en creux en sortie de filière ; le marquage comporte la marque commerciale « TERREAL », le nom du produit, la date de fabrication et le site de fabrication, ainsi que le marquage correspondant au suivi de l'autocontrôle visé dans le Dossier Technique. Les housses de palette comportent la dénomination TERREAL ainsi qu'une étiquette Calibric One V2 ou Calibric Max.

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.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Limité aux constructions courantes de types R+1+comble telles que bâtiments d'habitation, de bureaux, établissements scolaires, et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

Les autres limitations résultent de l'application des règles de conception et de calcul données dans le paragraphe 1.2.3.

Par ailleurs, les conditions d'exposition à respecter sont celles visées dans la partie 3 de la norme NF DTU 20.1 « Règles de conception et dispositions constructives minimales » ;

Les zones sismiques acceptées sont les zones 1 à 4 au sens du décret 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique. Les conditions d'application en zone sismique sont définies ci-après en 1.2.3.2.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. 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 en terre cuite montés à joints minces ainsi que des Prescriptions Techniques du présent Avis.

Sécurité en cas d'incendie

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

En matière de résistance au feu, le procédé permet de satisfaire à la réglementation incendie dans la limite des domaines de validité des Appréciations de Laboratoire établies par le laboratoire CSTB, rappelées au § 2.8 et au tableau 1 en Annexe du Dossier Technique.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

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 effectuée dans chaque cas.

Les valeurs de la résistance thermique R des murs en partie courante, à prendre en compte dans les calculs, sont données dans le tableau suivant :

Briques	Joints verticaux	Résistance thermique R du mur enduit 1 face (m^2.K)/W
Calibric One V2	Laissés secs	1,10
	Collés	1,10
Calibric Max	Laissés secs	1,50
	Collés	1,50

Les valeurs ci-avant ne s'entendent que pour des productions pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications décrits dans le Dossier Technique sont effectifs.

Isolation 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 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 § 2.8 du Dossier Technique, on estime que les performances ne se distinguent pas de celles obtenues avec les mêmes briques montées à joints minces, et que toutes 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 dB.

Les murs en Calibric One V2 et Calibric Max ne peuvent pas être utilisés seuls en séparatifs de logements.

Imperméabilité des murs extérieurs

Comme pour les maçonneries traditionnelles de briques en terre cuite, l'imperméabilité des murs repose 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 la partie 3 de la norme NF DTU 20.1 (P 10-202).

Risques de condensation superficielle

Les risques de condensation superficielle dus à l'existence de ponts thermiques au droit des jonctions façade-plancher sont limités par l'utilisation de la planelle à rupture thermique décrite dans le Dossier Technique.

Confort d'été

Les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois à isolation intérieure. La détermination de la classe d'inertie est à effectuer conformément aux règles « Th-I ».

Finitions – Aspects

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

Données environnementales

Le procédé CALIFIX ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

La terre cuite constitutive des éléments ne pose pas de problème de durabilité intrinsèque. Les joints polyuréthane étant protégés des rayonnements ultra-violets par la maçonnerie et par les revêtements extérieur et intérieur associés, la durabilité d'ensemble des murs est estimée équivalente à celle de murs traditionnels constitués des mêmes types de briques.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

La fabrication des briques et accessoires Calibric One V2 et Calibric Max ne diffère pas dans son principe de celle, classique, 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 la précision dimensionnelle en hauteur requise.

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.2.2.4. 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 du joint polyuréthane avec les produits en terre cuite a fait l'objet d'essais de convenance permettant de conclure favorablement à l'aptitude à l'emploi de ces associations. La mise en œuvre ne pose pas de problème particulier moyennant l'application des méthodes décrites dans le Dossier Technique et l'utilisation du pistolet CALIFIX approprié. 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 la nécessité du respect des délais d'application donnés au § 2.7.3.3 du Dossier Technique, et d'adapter la longueur maximale d'encollage en conséquence de manière à éviter une polymérisation prématurée des cordons de mousse, qui serait préjudiciable à la bonne tenue du collage

Le titulaire de cet Avis Technique a mis en place des dispositions qualité chantier, données au § 2.6 du Dossier Technique, garantissant l'utilisation de produits aptes à l'emploi prévu et mis en œuvre par des entreprises formées et agréées par ce dernier.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Prescriptions de conception

1.2.3.1.1. 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 MN/m et donnée par l'expression suivante :

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

Avec :

- f_k : résistance caractéristique de la maçonnerie, exprimée en MPa (voir tableau au § 1.2.3.3 ci-après).
- γ_M : coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie.
- t : épaisseur de la maçonnerie, en m ;
- Φ : coefficient de réduction pour tenir compte de l'élancement 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 la 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 ≤ 6 m
  - Hauteur libre d'un étage ≤ 3 m

Alors on peut utiliser les valeurs de Φ suivantes : Φ = 0,71 pour un chargement centré, Φ = 0,55 pour un chargement excentré et Φ = 0,40 pour les murs du niveau le plus élevé.

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 (voir § 2.8.3 et tableau 1 en Annexe du Dossier Technique. On prendra par défaut $\eta_{fi} = 0,7$. En outre, la hauteur maximale du mur est limitée à la valeur indiquée dans ces Procès-Verbaux (voir § 2.8.3 du Dossier Technique).

Il pourra être nécessaire d'apporter d'autres justifications en matière de résistance au feu en fonction de la maçonnerie considérée et de la destination de l'ouvrage à réaliser.

1.2.3.1.2. 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 :

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

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

Avec :

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

Tableau 1 : Murs en maçonnerie terre cuite de 20 cm d'épaisseur ; 2,60 m de hauteur et comportant des armatures de chaînage vertical de section minimale 4HA8

		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	1,47	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
	0,2	0,94	1,53	2,22	2,94	4,00	5,00
	0,3	0,69	1,08	1,62	2,26	3,68	5,00
	0,4	0,58	0,85	1,22	1,71	2,98	4,41

Tableau 2 : Murs en maçonnerie terre cuite de 20 cm d'épaisseur ; 2,60 m de hauteur et comportant des armatures de chaînage vertical de section minimale 4HA10

		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
	0,2	0,99	1,59	2,28	3,00	4,00	5,00
	0,4	0,64	0,93	1,32	1,83	3,10	4,53
	0,6	0,54	0,73	0,96	1,25	2,08	3,25
	0,8	0,49	0,64	0,82	1,02	1,54	2,33

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 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 :

- f_{vk} : résistance caractéristique en cisaillement de la maçonnerie, exprimée en MPa.
- f_{cvk} : résistance caractéristique en cisaillement du béton des chaînages, exprimée en MPa.
- A_c : section du béton de chaînage vertical, exprimé en m^2.
- l : longueur de l'ouvrage de maçonnerie entre chaînages 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 ;
- f_b : Résistance moyenne en compression normalisée des éléments, en MPa.

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 1,20 m.

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 ;
- Le décalage des briques d'une rangée sur l'autre doit être proche de la demi-longueur de ces dernières ;
- 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 et attestant des performances indiquées au § 1.2.3.4 ci-après ;
- Leur longueur doit être supérieure ou égale à 1,20 mètres ;
- Ils doivent présenter des armatures de chaînages verticaux et horizontaux de sections conformes aux tableaux 1 et 2 ci-avant.

1.2.3.2. Utilisation en zone sismique

Les murs montés à l'aide du procédé peuvent être utilisés pour la réalisation d'éléments structuraux principaux de bâtiments soumis à exigences parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », 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.

Les vérifications au contreventement sont à mener selon le modèle donné au § 1.2.3.1.2 ci-avant, en considérant les valeurs des coefficients partiels de matériau suivants :

- 1,67 pour la résistance de la maçonnerie ;
- 1,3 pour la résistance du béton de chaînage ;

Dans le cas de petits bâtiments de forme simple, définis dans la norme NF P 06-014, 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.

Zone sismique	Bâtiment RDC + toiture légère		Bâtiment RDC + comble avec planchers lourds		Bâtiment R+1 + comble avec planchers lourds	
	One V2	Max	One V2	Max	One V2	Max
3	21	24	11	12	8	8
4	14	15	7	8	5	6

1.2.3.3. Données essentielles

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

		Calibric One V2	Calibric Max
Résistance moyenne en compression normalisé des éléments (MPa)	f_b	10	10
Résistance initiale au cisaillement (MPa)	f_{vk0}	0,14	0,10
Epaisseur de la maçonnerie (m)	t	0,20	
Résistance caractéristique de la maçonnerie (MPa)	f_k	2,0	2,8
Module d'élasticité de la maçonnerie (MPa)	E	2000	2800
Joints verticaux		Secs ou collés	
Section du béton de chaînage (cm²)	A_c	144 ou 225 en zone sismique	
Résistance caractéristique en cisaillement du béton des chaînages (MPa)	f_{cvk}	0,33	
Coefficient de comportement	q	2,5	2,5
Coefficients partiels de sécurité sur les résistances de la maçonnerie	γ_M	2,5 (actions durables ou transitoires) ou 1,67 (actions sismiques)	
Coefficients partiels de sécurité sur les résistances du béton de chaînage	γ_c	1,5 (actions durables ou transitoires) ou 1,3 (actions sismiques)	

1.2.3.4. Prescription de fabrication

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

De plus, la classe de résistance doit être conforme à celles indiquée au paragraphe 2.3.2 du Dossier Technique.

De plus, la tolérance sur la hauteur entre faces rectifiées a pour valeur ± 0,5 mm.

La masse volumique absolue sèche du tesson doit être inférieure ou égale à 1970 kg/m³.

1.2.3.5. Prescriptions de mise en œuvre

Il est rappelé que l'application du joint de liant défini dans le Dossier Technique doit être effectuée à l'aide du pistolet CALIFIX prévu à cet effet de manière à assurer un calibrage aussi régulier que possible des cordons de mousse.

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.

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.

Le délai entre l'application des cordons de mousse et la mise en place du bloc spécifié par le demandeur ne doit pas être dépassé pour avoir toujours une bonne adhérence du cordon frais sur la surface des blocs. Un dépoussiérage systématique des assises avant étalement du liant est nécessaire. Les températures d'utilisation sont limitées à la plage comprise entre +5°C et +35°C.

L'application ne doit pas avoir lieu sur des briques ressuant de l'humidité.

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

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit dans le présent dossier appartient à la famille des murs à éléments de terre cuite rectifiés.

La commercialisation par le titulaire de l'Avis des trois éléments principaux constitutifs du système de construction que sont les éléments de terre cuite, le liant conditionné en bombes et les outils de pose, constitue une condition nécessaire à la bonne utilisation de ce procédé.

Les performances en contreventement indiquées dans le présent Avis résultent d'essais réalisés sur murs et trumeaux de hauteur d'étage.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire :

Société TERREAL
Avenue Escadrille Normandie Niemen
FR - 31700 Blagnac
Tél. : 05 34 36 21 00
Email : support.technique@terreal.com
Internet : www.terrealstructure.com

2.2. Description

CALIFIX est un procédé destiné au montage des briques de terre cuite, de dénomination commerciale « Calibric Max » et « Calibric One V2 ». Le montage s'effectue par l'assemblage des faces de pose formant le joint horizontal). Ce procédé intègre des accessoires monolithes sous Document Technique d'Application permettant de gérer la mise en œuvre des points singuliers comme le coffrage des rives ou abouts de plancher ou linteaux d'ouverture.

Les joints de montage sont réalisés par dépose à chaque rangée de deux cordons de mousse polyuréthannes extrudés à l'aide du pistolet CALIFIX. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés au « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4.

2.3. Eléments constitutifs

2.3.1. Liant de montage CALIFIX

Le liant de montage CALIFIX est commercialisé par :

Société TERREAL
Avenue Escadrille Normandie Niemen
FR-31700 Blagnac

CALIFIX est un liant mono composant qui polymérise en présence d'humidité.

Le liant de montage CALIFIX est fabriqué par :

Rathor AG
Rütistrasse 14
CH-9050 Appenzell, Switzerland

Présentation

Produit sous forme de mousse de couleur blanc cassé.

Nature des constituants

- 40 à 60 % : mélange de 4,4'-diisocyanate de diphénylméthane, d'isomères et homologues.
- 10 à 25 % : additif « retardateur de flamme ».
- 5 à 15 % : glycérine.
- 10 à 30 % : « agent moussant » (diméthyléther, propane, butane,…).

Caractéristiques

- Température de mise en œuvre recommandée minimum de +5°C et jusqu'à + 35°C.
- Densité : 18,5 kg/m3.
- Résistance à la traction : 0,072 MPa.
- Elongation à la rupture : 24 %.

2.3.1.1. Informations complémentaires, performances environnementales et sanitaires

Le liant CALIFIX ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES). Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits visés sont susceptibles d'être intégrés.

Des éléments de maçonneries ont été testés selon les exigences du protocole de test AFFSET pour une utilisation dans l'environnement intérieur et les concentrations en COV totaux et en formaldéhydes sont inférieures aux limites d'émission, aucune substance cancérogène n'a été détectée.

Au même titre que les peintures, les cartouches sont considérées, même vides, comme déchets dangereux, par le gaz propulseur. Elles peuvent être déposées dans les déchetteries acceptant les produits dangereux type aérosols, et acceptant les professionnels. La liste des prestataires professionnels (du département) est disponible en CCI et préfecture.

2.3.1.2. Conditionnement stockage

Le liant CALIFIX est commercialisé en cartouches métalliques de 750 ml (voir figure n°1).

Le stockage des cartouches doit impérativement se faire debout et dans un endroit frais pour éviter que la valve ne se bouche.

La température de stockage ne doit pas dépasser 50°C.

La date limite d'utilisation est inscrite sur chaque cartouche.

Les règles de stockage sont données dans la Fiche de Données de Sécurité du liant CALIFIX.

2.3.2. Briques Calibric Max et Calibric One V2

Les briques assemblées avec CALIFIX sont des briques et accessoires en terre cuite fabriquées et rectifiées par la société TERREAL dans les usines de Colomiers (31), Lasbordes (11) et La Pera (Espagne).

Les briques et accessoires sont rectifiés avec une tolérance de +/-0,5 mm

Les briques « Calibric Max » et « Calibric One V2 » font l'objet d'une certification QB07 en association avec le liant CALIFIX.

Les briques courantes Calibric One V2 et Calibric Max sont constituées d'une structure à alvéoles verticales de forme rectangulaire (voir figure 6)
Les caractéristiques du procédé CALIFIX avec les éléments de maçonnerie Calibric One V2 et Calibric Max sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques		Calibric One V2	Calibric Max	Certificat
Epaisseur (mm)		200		QB07 & NF
Longueur (mm)		500		
Hauteur (mm)		314		
Classe de résistance		RC 80		
Résistance moyenne en compression normalisé des éléments (MPa)	f_b	10 MPa		
Résistance initiale au cisaillement (MPa)	f_{vk0}	0,14	0,10	QB07
Résistance caractéristique de la maçonnerie (MPa)	f_k	2,0	2,8	
Module d'élasticité de la maçonnerie (MPa)	E	2000	2800	
Coefficient de comportement	q	2,5		QB07
Résistance thermique du mur (m².K/W) *	R	1,10 Joints secs ou collés	1,50 Joints secs ou collés	QB07 & NF-Th
Catégorie de résistance à l'arrachement du support	Rt	Rt3		QB07

Résistance thermique du mur enduit 1 face. Cette résistance s'entend pour une masse volumique absolue sèche du tesson inférieure ou égale à 1970 kg/m³.

Le poids <25 kg des Calibric One V2 (18 kg) et Calibric Max (22,5 kg) est conforme aux préconisations de la norme NF X 35-109 « Ergonomie – Manutention manuelle ».

2.3.3. Briques accessoires

2.3.3.1. Calibric One V2 et Calibric Max de Calepinage (voir figure 8)

Ces briques sont destinées à compléter la hauteur d'un mur pour répondre à la majorité des cas d'élévation.

	Calibric One V2 de calepinage	Calibric Max de calepinage
Hauteur (mm)	249	
Longueur (mm)	500	
Poids (daN/Unit)	14,4	17,8

2.3.3.2. Calibric One V2 et Calibric Max Rehausse (voir figure 8)

Ces briques sont destinées à compléter la hauteur d'un mur pour répondre à la majorité des cas d'élévation.

	Calibric One V2 Rehausse	Calibric Max Rehausse
Hauteur (mm)	110	
Longueur (mm)	500	
Poids (daN/Unit)	6,4	7,9

2.3.3.3. Calibric Angle universel (voir figure 9)

Les briques d'angle permettent l'intégration d'un poteau en béton armé liant les chaînages horizontaux et les chaînages verticaux de la construction.

	Calibric Angle universel		
Hauteur (mm)	314	249	110
Longueur (mm)	500		
Poids (daN/Unit)	20,0	15,9	7,4
Réservation (mm)	150*150 (sismique ou non sismique)		

2.3.3.4. Calibric Multiangles (voir figure 9)

La conception des briques demi-multiangle est telle qu'elle permet la réalisation des angles différents de 90° entre deux pans de murs.

	Calibric Multiangles	
Hauteur (mm)	314	249
Longueur (mm)	500	
Poids (daN/Unit)	24,5	19,8
Réservation (mm)	Diamètre 130	

2.3.3.5. Calibric chaînage (voir figure 10)

Ces éléments sont destinés à la réalisation de chaînages horizontaux en béton armé. Leur forme en U permet de loger une armature avant d'y couler le béton. Elles se déclinent en 2 versions : standard (réservation 120*160 mm) et sismique (réservation 150*150 mm)

	Calibric chaînage		Calibric chaînage sismique	
Hauteur (mm)	280	210	280	210
Longueur (mm)	500			
Poids (daN/Unit)	20	14,4	18,1	13,6
Réservation (mm)	120*160		150*150	

2.3.3.6. Calibric Tableau (voir figure 11)

Les briques tableaux sont destinés à la réalisation des tableaux de baie avec positionnement de la menuiserie au nu intérieur du mur. Elles se déclinent en 2 versions : standard (sans réservation) et sismique (réservation 150*150 mm)

	Calibric tableau		Calibric tableau sismique		
Hauteur (mm)	314	249	314	249	110
Longueur (mm)	500				
Poids (daN/Unit)	25,5	20,6	19,8	17,6	6,9
Réservation (mm)	-		150*150		

2.3.3.7. Calibric Double Angle/Tableau sismique (voir figure 12)

Les briques double angle/tableau sismique sont destinées à la réalisation des ouvertures au droit d'un angle de mur pour des constructions de bâtiments soumises à exigences parasismiques grâce à la double réservation 150*150 mm.

	Calibric Double Angle/tableau sismique		
Hauteur (mm)	314	249	110
Longueur (mm)	500		
Poids (daN/Unit)	18,9	15	6,6
Réservation (mm)	2*150*150		

2.3.3.8. Coffre de volet roulant (voir figure 13)

Le « Coffre de Volet Roulant » en terre cuite est un élément qui permet la mise en place d'un volet roulant préfabriqué. La pose du coffre se fait par appui sur les jambages adjacents sur une largeur de 80 mm par rapport à la maçonnerie brute (cf. Avis Technique 16/11-618 en cours de validité).

Les dimensions vont de 600 à 5200 mm de longueurs avec un pas de 100 mm.

2.3.3.9. Caisson Monobloc (voir figure 13)

Le « Caisson Monobloc » est un élément préfabriqué en terre cuite pour menuiserie à bloc baie inversé. Il sert également de coffrage de linteau en béton armé coulé in situ. La pose du caisson se fait par appui sur les jambages adjacents sur 80 mm par rapport à la maçonnerie brute (cf. DTA 16/15-710 en cours de validité).

Les longueurs varient de 600 à 5200 mm avec un pas de 100 mm.

2.3.3.10. Maxi linteau (voir figure 14)

Le produit monolithe « Maxi linteau » est un élément de coffrage en terre cuite de grande longueur pour la réalisation de linteaux en béton armé, s'intégrant dans la maçonnerie en cours d'édification du gros œuvre. La pose du maxi linteau se fait par appui minimum de 100 mm sur les jambages par rapport à la maçonnerie brute (cf. DTA 16/12-650 en cours de validité).

Les dimensions les plus courantes sont les suivantes : 800, 1100, 1400, 1700, 2000, 2600, 2800 mm.

2.3.3.11. Planelles

Les planelles sont des éléments en terre cuite, isolants ou non, servant de coffrage de rive de plancher. Les planelles isolées permettent de limiter les ponts thermiques et ainsi d'assurer une meilleure performance thermique à la construction.

Il existe 2 types de planelles :

- Planelle de 50 mm d'épaisseur non isolée, de hauteur comprise entre 110 et 240 mm. Cette planelle peut être grugée en pied pour faciliter le passage des aciers.
- Planelle à rupture thermique de hauteur comprise entre 160 et 240 mm (cf. Avis Technique 16/16-737 en cours de validité).

2.3.4. Mortier colle pour collage des joints verticaux

Le « MORTIER COLLE CALIBRIC » est suivi dans le cadre de la certification QB07 en association avec les éléments « Calibric One V2 » et « Calibric Max ». Ses caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Présentation	Poudre à pigment rouge
Densité apparente	1,2±0,2
PH	13
Constituants	Liants hydrauliques Charges minérales Adjuvants
Taux de gâchage (%)	29
Temps ouvert (min)	5 à 20
DPU	2h
Compression (MPa)	>10

Le « MORTIER COLLE CALIBRIC » a fait l'objet d'essais de convenance sur son aptitude à l'emploi pour ce qui concerne la résistance de la maçonnerie et les conditions de mise en œuvre.

Le mortier colle est conditionné en sacs de 25 kg portant l'indication de l'usine de production.

Le mortier colle répond au marquage CE depuis le 1er août 2005 (NF EN 998-2).

Les sacs sont identifiés « MORTIER COLLE CALIBRIC ».

2.4. Contrôles de fabrication

2.4.1. Liant CALIFIX

Chez le fabricant du liant, les contrôles à réception des matières premières par comparaison des valeurs du cahier des charges avec le certificat joint à chaque livraison sont faits pour certaines matières premières, une détermination de la teneur en eau est également réalisée.

Sur produits finis, les essais et contrôles de conformité, réalisés par le fabricant, portent sur les caractéristiques suivantes :

- Profil du cordon et aspect visuel après 24h.
- Temps ouvert.
- Résistance à la traction.
- Elongation à la rupture.

2.4.2. Briques de terre cuite

Le produit terre cuite est obtenu par extrusion d'un mélange d'argile et de sable broyé à une granulométrie définie.

Le produit extrudé est coupé à longueur puis séché et cuit.

Les produits finis sont ensuite palettisés et stockés.

Les briques et accessoires sont fabriqués dans les usines de Colomiers (31), Lasbordes (11) et La Pera (Espagne).

La fabrication des briques et accessoires de terre cuite font l'objet de contrôles définis suivants les référentiels QB07 et NF046.

Les produits bénéficient d'une certification QB07 en association avec le liant CALIFIX et d'une certification NF-Th.

2.5. Identification des produits

Les briques Calibric One V2 et Calibric Max bénéficiant d'un certificat QB07 en association avec le liant CALIFIX et d'un certificat NF/Th sont identifiables par un marquage conforme aux exigences particulières de la marque et comprenant notamment :

- La société « TERREAL »,
- Le nom du produit,
- La date de fabrication,
- La classe de résistance,
- Le site de fabrication,
- Le logo type de la marque QB07 et NF/NFth.

Les Calibric One V2 et Calibric Max sont conditionnés sur palettes filmées ou houssées.

2.6. Assistance Technique

TERREAL, à la demande de l'entreprise de pose, assure une assistance technique lors du démarrage de chantier.

TERREAL procède à une démarche de formation de ses utilisateurs de liant CALIFIX afin de ne délivrer des cartouches de liant, qu'à des personnes ayant :

- Assisté à une formation nominative théorique et pratique,
- Répondu à un questionnaire permettant de juger de la capacité à utiliser le liant CALIFIX.

A la suite de cela, TERREAL dispense une formation « poseur CALIFIX » qui résume les engagements du poseur au bon respect des règles de mise en œuvre ainsi que la liste du personnel formé à cette méthode d'assemblage de briques à l'aide d'un guide de pose dédiée.

Le liant CALIFIX est exclusivement réservé et vendu aux entreprises formées.

2.7. Mise en œuvre

2.7.1. Outillage

La mise en œuvre des briques Calibric One V2 et Calibric Max nécessite en premier lieu l'outillage traditionnel du maçon, tels que la règle, le niveau, le maillet en caoutchouc… Mais elle nécessite également un outillage complémentaire particulier et adapté qui comprend :

- Un pistolet CALIFIX pour la dépose du liant CALIFIX (voir figure 2) ;
- Des cartouches de nettoyant CALIFIX (voir figure 3) ;
- Des platines de pose métalliques pour le premier lit de mortier traditionnel (voir figure 4).

La consommation de liant CALIFIX est d'une cartouche pour 5 m² de mur.

2.7.2. Conditions d'utilisation

Avant utilisation, les cartouches doivent être stockées dans un local tempéré une journée (entre +15°C et +25°C).

Les briques ne doivent pas être posées à une température ambiante inférieure à +5°C (afin de prévenir les périodes de gel) ou supérieure à +35°C. Le liant CALIFIX ne doit pas être appliqué sur un support couvert de givre, de neige ou de glace.

Afin d'éviter le risque de dépôt de givre, glace ou neige interdisant l'utilisation de CALIFIX, les murs doivent impérativement être couverts d'un film plastique (ex : housse des palettes) à chaque arrêt de chantier.

Changement de cartouche

Avant de changer la cartouche, il faut tout d'abord bien secouer la cartouche neuve, dévisser la cartouche vide du pistolet et la remplacer immédiatement par la cartouche neuve dans un délai de 30 secondes.

Ensuite, presser immédiatement la gâchette pendant environ 2 secondes et faire sortir la mousse pour chasser l'humidité de l'air qui a pénétré dans le pistolet lors du remplacement de la cartouche. Ceci évitera tous dysfonctionnements par des bouchons.

Nettoyage du pistolet

- Eliminer les traces de mousse à la pointe de la buse.
- Dévisser la cartouche du pistolet.
- Eliminer les traces de mousse fraîche sur l'adaptateur du pistolet avec une bande de carton ou équivalent, puis en vaporisant du nettoyant.
- Visser une cartouche de nettoyant sur le pistolet et bien rincer le pistolet en laissant le nettoyant agir environ 5 minutes. Refaire l'opération une deuxième fois.
- Selon l'utilisation du pistolet : soit une nouvelle cartouche est vissée immédiatement, soit il est rangé.

Le nettoyage du pistolet n'est pas nécessaire si la cartouche engagée n'est pas vide.

2.7.3. Principe général de pose

La mise en œuvre est réalisée suivant les principes de la pose des maçonneries en terre cuite à perforation verticales posées à joints minces de mortier hydraulique en remplaçant le mortier pour joint mince par CALIFIX pour la réalisation des seuls joints horizontaux.

Les briques terre cuite sont dépoussiérées et humidifiées à l'aide d'un balai ou d'un pinceau de tapissier mouillé.

La réalisation des joints verticaux est faite, si nécessaire, par encollage des chants verticaux à l'aide de « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4.

La tolérance sur les hauteurs de rectification est issue de la catégorie M (briques et blocs pour mise en œuvre à joints minces) aussi bien pour les briques courantes que les accessoires.

2.7.3.1. Préparation du support et pose du premier rang

L'assise du premier rang de briques est réalisée sur un lit de mortier Hydrofugé traditionnel conformément au NF DTU 20.1.

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

Lorsqu'une longueur de mur est arasée, poser les briques directement sur arase fraîche.

Il est nécessaire de vérifier les niveaux et l'aplomb de la brique posée en positionnant le niveau à bulle sur la brique, puis vérifier l'alignement des faces supérieures en faisant glisser le niveau sur les briques adjacentes.

L'arase de départ conditionne la qualité et l'efficacité de la mise en œuvre des briques. Un soin tout particulier doit être apporté à sa préparation afin d'obtenir une planéité très précise et d'assurer par la suite aplomb, alignement et niveau des briques.

2.7.3.2. Préparation du liant de montage CALIFIX

La cartouche est stockée de préférence dans un local entre 15°C et 25°C un jour avant utilisation.

Secouer la cartouche de CALIFIX environ 20 fois (avant chaque utilisation).

Visser la cartouche sur l'adaptateur du pistolet.

Ouvrir la vis de réglage puis presser la gâchette pendant au moins 2 secondes (pour remplir le canon du pistolet), et faire sortir le liant du pistolet.

Le pistolet est prêt à l'emploi (la cartouche doit être vers le haut).

La sortie du liant se régule à l'aide de la gâchette et peut être limitée au moyen de la vis de réglage pour former un cordon d'environ 3 cm de diamètre.

2.7.3.3. Principe général de mise en œuvre du liant et des briques en terre cuite

Une fois le 1er rang de briques posé de niveau sur l'arase de mortier, les autres rangs sont posés à l'aide du CALIFIX en appliquant 2 cordons de liant d'environ 3 cm de diamètre.

Les cordons doivent être parallèles et distants de 5 cm des faces extérieures des briques, soit au droit de la quatrième cloison pour la brique Calibric Max et sur les 2 cloisons spécialement prévues sur la Calibric One V2, ceci afin d'éviter tout débordement de liant sur les faces externes des briques (voir figure 7).

Pour éviter la formation d'une peau sur le liant, les briques sont posées dans un délai de 3 minutes après application du cordon. Ce délai permet d'avoir une marge de sécurité suffisante pour toutes les configurations de mise en œuvre (température et humidité ambiantes).

Après assemblage des briques, il y a contact direct d'un rang de briques sur l'autre. Le liant remonte dans les alvéoles des briques, en laissant un joint de l'épaisseur d'un film de l'ordre de 1/10ème de mm.

La mise en œuvre au droit des points singuliers s'effectue par 2 cordons de CALIFIX excepté pour :

- Le traitement des coupes de briques qui doit s'effectuer avec un encollage de la face verticale coupée au « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4 au moyen d'une roulette (figure 5).
- la réalisation de trumeaux de longueur inférieure à 1,20 m, qui doit s'effectuer avec un encollage des joints verticaux au « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4.
- La mise en œuvre des éléments planelles, qui est effectué par graissage des champs inférieurs et verticaux à l'aide de « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4..

2.7.3.4. Joints verticaux

Ils peuvent être de 2 natures :

- joint vertical laissé sec ;
- joint vertical collé par encollage des chants verticaux à l'aide de « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4. 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 NF EN 1996-1-1. L'épaisseur de mortier-colle entre les éléments une fois posés est d'environ 3 mm.

2.7.3.5. Renfort des murs filants

La mise en œuvre des poteaux de contreventement est effectuée à l'aide des Calibric d'angles disposés alternativement dans un sens puis dans l'autre d'un rang sur deux (voir figure 17).

2.7.4. Réalisation des points singuliers

Le réseau alvéolaire des accessoires d'angles et tableaux permet de reconstituer les emboitements par découpe.

2.7.4.1. Réalisation des angles

2.7.4.1.1. Egal à 90°

En disposant les Calibric d'angle alternativement dans un sens puis dans l'autre, on réalise le harpage des briques tout en ménageant un vide pour la mise en œuvre des chaînages conformément au NF DTU 20.1. En utilisant les Calibric angle sismique, les réservations 15*15 cm permettent la construction de bâtiments soumis à la réglementation sismique (voir figure 18).

2.7.4.1.2. Différent de 90°

Les chaînages verticaux peuvent aussi être réalisés avec les Calibric multiangles pour des angles différents de 90°. De même, on dispose alternativement les briques dans un sens puis dans l'autre et on réalise le harpage des briques (voir figure 19). Cette réservation est nécessaire à la mise en œuvre des chaînages conformément au NF DTU 20.1.

2.7.4.1.3. Au droit d'une ouverture en zone sismique

Lorsqu'un angle se trouve au droit d'une ouverture pour les bâtiments soumis à la réglementation sismique, il est nécessaire d'utiliser un Calibric Double Angle/Tableau sismique pour pouvoir disposer de deux sections de réservations 15*15 cm. Le harpage des briques se fait en alternant une Calibric angle sismique et une Calibric tableau sismique recoupé avec un Calibric Double angle/tableau sismique (voir figure 20).

2.7.4.2. Réalisation des chaînages horizontaux

- R+0 : Les Calibric chaînage permettent la réalisation des coffrages des sections de béton armé nécessaires dans le cadre du NF DTU 20.1, et les Calibric chaînage sismique permettent la réalisation des coffrages des sections de béton armé nécessaires pour les constructions en zones sismiques (voir figure 21).
- Au-delà de R+0 :
  - Au niveau des planchers intermédiaires, les chaînages sont coffrés du côté extérieur par des planelles (voir figure 22).
  - Les planelles à rupture thermique permettent la mise en œuvre des chaînages conformément à l'ATec 16/16-737 en cours de validité. La hauteur des planelles permet la réalisation de planchers de hauteur 110 à 240 mm.
  - Les planelles d'épaisseur 50 mm permettent de répondre aux préconisations pour la construction de bâtiments soumis à la réglementation sismique.
  - Au niveau du plancher haut, les chaînages sont coffrés par les Calibric chaînage (voir figure 22).

2.7.4.3. Scellement des planelles

2.7.4.3.1. Pose collée sur maçonnerie rectifiée

Etaler un lit régulier de « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4 sur la maçonnerie rectifiée aux moyens d'une roulette (voir figure 5) à 3 mm de colle déposée sur la brique. Encoller ensuite les planelles par le graissage des chants inférieurs et verticaux à plus de 3 mm de colle sur le chant de pose. Poser enfin les planelles sur la rangée de briques inférieure.

2.7.4.3.2. Pose maçonnée des planelles

Poser un treillis sur les briques afin d'éviter le déversement du mortier dans les alvéoles. Etaler un lit régulier de mortier d'environ 10 mm. Graisser les chants verticaux de la planelle au « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4. Poser les planelles sur la rangée de briques inférieure.

2.7.4.4. Menuiseries

2.7.4.4.1. Réalisation des tableaux

Les tableaux de baies sont obtenus en utilisant des Calibric tableau découpés aux dimensions souhaitées. Les Calibric tableau sismique sont utilisés pour la construction de bâtiments soumis à la réglementation sismique (voir figure 25).

2.7.4.4.2. Réalisation des appuis de fenêtre

La réalisation des appuis de fenêtre se fait à l'aide des appuis Monolithes isolés, en apportant une solution de calepinage au niveau de l'allège.

L'appui Monolithe isolé est mis en œuvre de manière classique sur un lit de mortier de 10 mm ou collé au « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4 (voir figure 26).

Pour la pose dans les zones soumises à la réglementation sismique, les appuis doivent être posés sur des Calibric chaînage pour la réservation de béton (voir figure 26).

2.7.4.4.3. Réalisation des linteaux d'ouverture (Voir figure 27)

Ils peuvent être coffrés à l'aide de :

a) Maxi linteau : pour la réalisation d'un coffrage en terre cuite de grande longueur et la réalisation de linteaux en béton armé. La fixation du Maxi linteau se fait par appui sur les jambages de 100 mm minimum de chaque côté sur un lit de 10 mm de mortier ou collé au « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4 (cf. DTA 16/12-650 en cours de validité).

b) Coffre de volet roulant ou Caisson Monobloc : pour la réalisation d'ouverture en intégrant un coffre de volet roulant. La fixation du coffre de volet roulant se fait par appui sur les jambages de 80 mm de chaque côté sur un lit de 10 mm de mortier. (cf. ATec n° 16/11-618 pour les coffres et DTA n°16/15-710 pour les caissons en cours de validité)

2.7.4.5. Réalisation des pignons

2.7.4.5.1. Combles aménagés

Dans le cas de combles aménagés, les pignons seront réalisés à l'aide des briques courantes afin de conserver la même performance thermique dans toute la construction. Les briques sont disposées suivant la forme de la toiture et pourront être découpées sur chantier à la disqueuse ou scie alligator.

2.7.4.5.2. Combles perdus

Dans le cas des combles perdus, les pignons peuvent être réalisés à l'aide de la brique courante.

2.7.4.6. Réalisation des fixations

Dans tous les cas, pour réaliser des trous, il convient d'utiliser une mèche au carbure et percer sans percussions.

- Fixations des volets battants : les gonds sont scellés de façon traditionnelle ou par scellement chimique.
- Autre fixation : utiliser les chevilles de type nylon.

2.7.4.7. Jonction entre murs de façade et murs de refend

Elle est réalisée conformément aux dispositions du NF DTU 20.1 (voir figure 28).

2.7.4.8. Etanchéité à l'air du bâtiment

L'étanchéité à l'air des bâtiments en maçonnerie Calibric Max et Calibric One V2 montée au liant CALIFIX est assurée si au moins l'une des 2 faces du produit est enduite (plâtre ou enduit hydraulique). Cas particulier :

Séparatif de logement :

- Garage/pièce d'habitation : si une plaque de plâtre est utilisée coté pièce d'habitation il est nécessaire d'encoller les joints verticaux ou d'appliquer un enduit coté garage.
- Double mur : si une plaque de plâtre est utilisée dans les pièces d'habitation, il est nécessaire d'encoller les joints verticaux ou d'appliquer un enduit.

Dans le cas d'un mur de refend : si une plaque de plâtre est utilisée coté pièce à vivre, il est nécessaire d'encoller les joints verticaux.

2.7.5. Dispositions parasismiques

Les briques Calibric Max et Calibric One V2 montées au moyen du liant CALIFIX permettent la mise en œuvre des dispositions parasismiques conformément aux règles sismiques.

La mise en œuvre peut être faite avec joint vertical sec ou collé à l'aide du « MORTIER COLLE CALIBRIC » défini au § 2.3.4. Les dispositions applicables selon la configuration des joints verticaux sont définies au § 1.2.3.2 de la partie Avis.

2.7.6. Réalisation des saignées et réservations

Les saignées et réservations sont réalisées conformément à la norme NF EN 1996-1-1 « Calcul des ouvrages en maçonnerie », article 8.6 « Saignées et réservations au niveau des murs ». Plus particulièrement on veillera à respecter les dimensions maximales des saignées et réservations admises sans réduction de résistance aux charges. Les saignées sont de préférence découpées à la rainureuse. Elles sont réalisées avant application de l'enduit. Les scellements et rebouchages des saignées sont exécutés suivant les indications correspondantes au matériau principal utilisé (mortier ou plâtre).

2.7.7. Protections collectives

Lorsque le chantier n'est pas muni de garde-corps permanents, des protections collectives temporaires doivent être installées à sa périphérie avant les interventions (article R. 4323-58 du Code du travail) : garde-corps provisoires ou dispositifs de recueil souples.

La mise en place de ces protections collectives peut être réalisée soit sans fixation à la maçonnerie, soit en perçant sans percussion la brique (hors des joints horizontaux ou verticaux) pour la mise en place des supports métalliques. Ces derniers doivent être munis de platines de répartition afin de ne pas poinçonner la brique. Les perçages sont ensuite rebouchés à l'aide de mortier hydraulique.

Les ouvrages suivants rappellent les bonnes pratiques :

- « Bonnes pratiques en construction de MI (socle national) », réalisé par : INRS, UMF, assurance maladie.
- « Bien construire en briques : guides de bonnes pratiques », réalisé par : FFTB, OPPBTP, assurance maladie, FFB.

2.7.8. Revêtements

Extérieur

Mortier d'enduit monocouche OC2 ou OC1 au sens de la norme NF DTU 26.1 P1-2, ou mortier d'enduit d'usage courant GP au sens de la norme NF EN 998-1 de classe maximale CS III.

Intérieur

Complexe de doublage plaque de plâtre-isolant selon le NF DTU 25.42 ou isolant et contre-cloison selon le NF DTU 25.41.

2.8. Résultats expérimentaux

2.8.1. Essais sur murets

- Rapport d'essais CSTB n° MRF 14 26053459 du 30/03/2015 : Essais sur murets montés en briques Calibric Max
- Rapport d'essais CSTB n° MRF 18 26076695-1 du 24/01/2019 : Essais sur murets montés en briques Calibric One V2 de l'usine de Colomiers
- Rapport d'essais CSTB n° MRF 18 18 26076691-1 du 24/01/2019 : Essais sur murets montés en briques Calibric One V2 de l'usine de La Pera

2.8.2. Essais sismiques et résistance au cisaillement

- Rapport d'essais CSTB n° MRF 15 26056870/B du 18 décembre 2015 : Essais de chargement alterné sur un trumeau de 1,20 m de longueur et sur un mur de 3,50 m de longueur, montés en briques Calibric One
- Rapport d'essais CSTB n° MRF 1426054508 du 3 mars 2015 : Essais de chargement alterné sur un trumeau de 1,20 m de longueur et sur un mur de 3,50 m de longueur montés en briques Calibric Max
- Rapport d'essais CSTB n° MRF 14 26051305-1 du 30 mars 2015 : Essais de résistance au cisaillement sur le procédé de maçonnerie Calibric Max avec la colle PU
- Rapport d'essais CSTB n° MRF 18 26076697/A du 28 janvier 2019 : Essais de résistance au cisaillement sur le procédé de maçonnerie Calibric One V2

2.8.3. Résistance au feu

- Appréciation de laboratoire CSTB sur Calibric Max n° RS20-042 du 12 juin 2020

  Classement : REI 30. Conditions de validité :
  - Revêtement extérieur : enduit hydraulique de 15 mm d'épaisseur ;
  - Revêtement intérieur : doublage PREGYMAX Std (épaisseur isolant : 30 à 100 mm) ;
  - Chargement maximal : 100 kN/m ;
  - Hauteur maximale : 2,85 m.
- Appréciation de laboratoire CSTB sur Calibric One V2 n° RS19-002 du 17/01/2019

  Classement : REI 20 Conditions de validité :
  - Revêtement extérieur : enduit hydraulique de 15 mm d'épaisseur ;
  - Revêtement intérieur : essai réalisé sans revêtement intérieur ;
  - Chargement maximal : 100 kN/m ;
  - Hauteur maximale : 2,56 m.

  Classement : REI 30. Conditions de validité :
  - Revêtement extérieur : enduit hydraulique de 15 mm d'épaisseur ;
  - Revêtement intérieur : doublage PREGYMAX Std (épaisseur isolant : 30 à 100 mm) ;
  - Chargement maximal : 50 kN/m ;
  - Hauteur maximale : 2,56 m.

Le tableau 1 en Annexe du présent Dossier Technique récapitule les classements et conditions de validité.

2.8.4. Acoustique :

- Rapport d'essais CSTB n° AC14-26053358 du 28/01/2015 sur mur monté en briques Calibric Max :
  - $R_w(C;C_{tr})$= 41 (0; -2) dB avec enduit extérieur d'épaisseur 15 mm
  - $R_w(C;C_{tr})$= 56 (-1;-7) dB avec enduit extérieur d'épaisseur 15 mm et doublage Labelrock bidensité 10+80

2.8.5. Thermique

- Rapport d'étude CSTB n° AFF 15-047 du 16 juillet 2015 sur maçonnerie Calibric Max
- Rapport d'étude CTMNC n°PO18050-1 du 24/10/2018 sur maçonnerie Calibric One V2
- Rapport d'étude CTMNC n°PO18049-1 du 24/10/2018 sur maçonnerie Calibric One V2

2.9. Références

2.9.1. Données Environnementales[1]

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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.

2.9.2. Autres références

Depuis le lancement, plus d'un million de m² de murs ont été posés.

[1] Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

2.10. Annexes du Dossier Technique

Tableau 1 : Justification de résistance au feu

Elément	N° Procès-Verbal	Laboratoire agrée	Configuration			Classement	Conditions de validité	
			Joints verticaux	Face exposée	Face non exposée		Hauteur	Chargement
Calibric One V2	RS19-002	CSTB	Secs	Nue	15 mm enduit	REI 20	≤2,56 m	≤100 kN/m
Calibric One V2	RS19-002	CSTB	Secs	Doublage PREGYMAX Std (30-100 mm PSE + BA13)	15 mm enduit	REI 30	≤2,56 m	≤50 kN/m
Calibric Max	RS20-042	CSTB	Secs	Doublage PREGYMAX Std (30-100 mm PSE + BA13).	15 mm enduit	REI 30	≤2,85 m	≤100 kN/m

Figure 1 – Cartouche de liant CALIFIX

Figure 2 – Pistolet CALIFIX

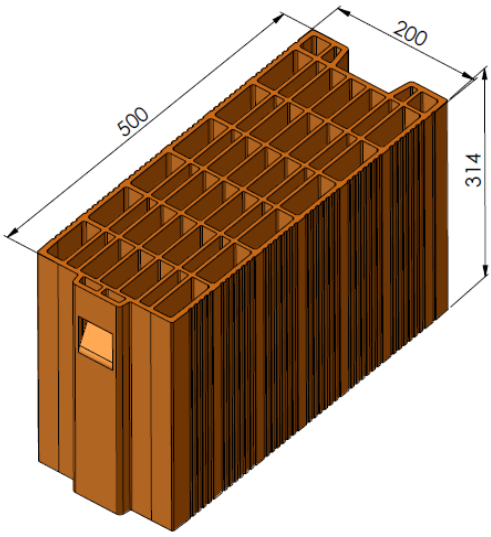
Figure 3 – Cartouche de nettoyant

Figure 4 – Platine d'arase

Figure 5 – Roulette pour « MORTIER COLLE CALIBRIC »

Figure 6 – Briques utilisées

Calibric One V2



Calibric Max

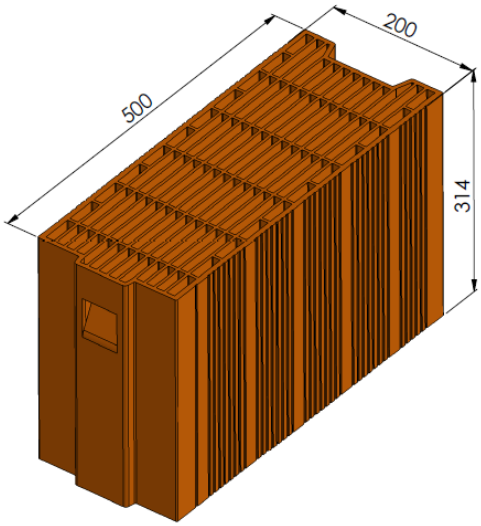


Figure 7 – Disposition des cordons de liant CALIFIX

Calibric One V2

Calibric Max

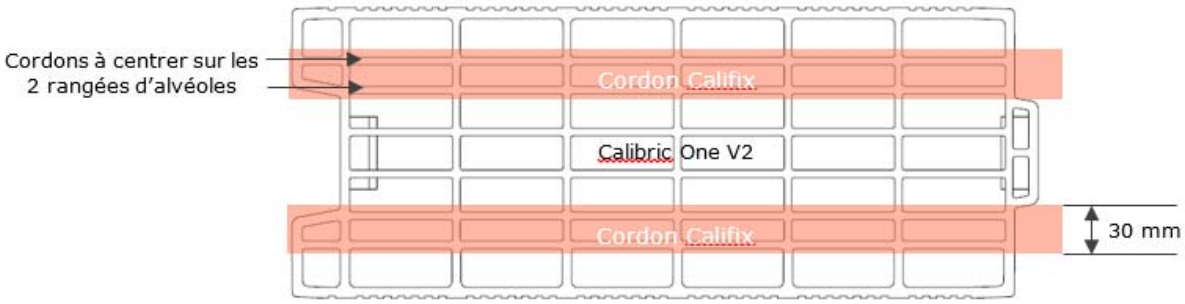


Figure 8 – Brique de calepinage / Rehausse

Calibric One V2 ***Calibric Max***

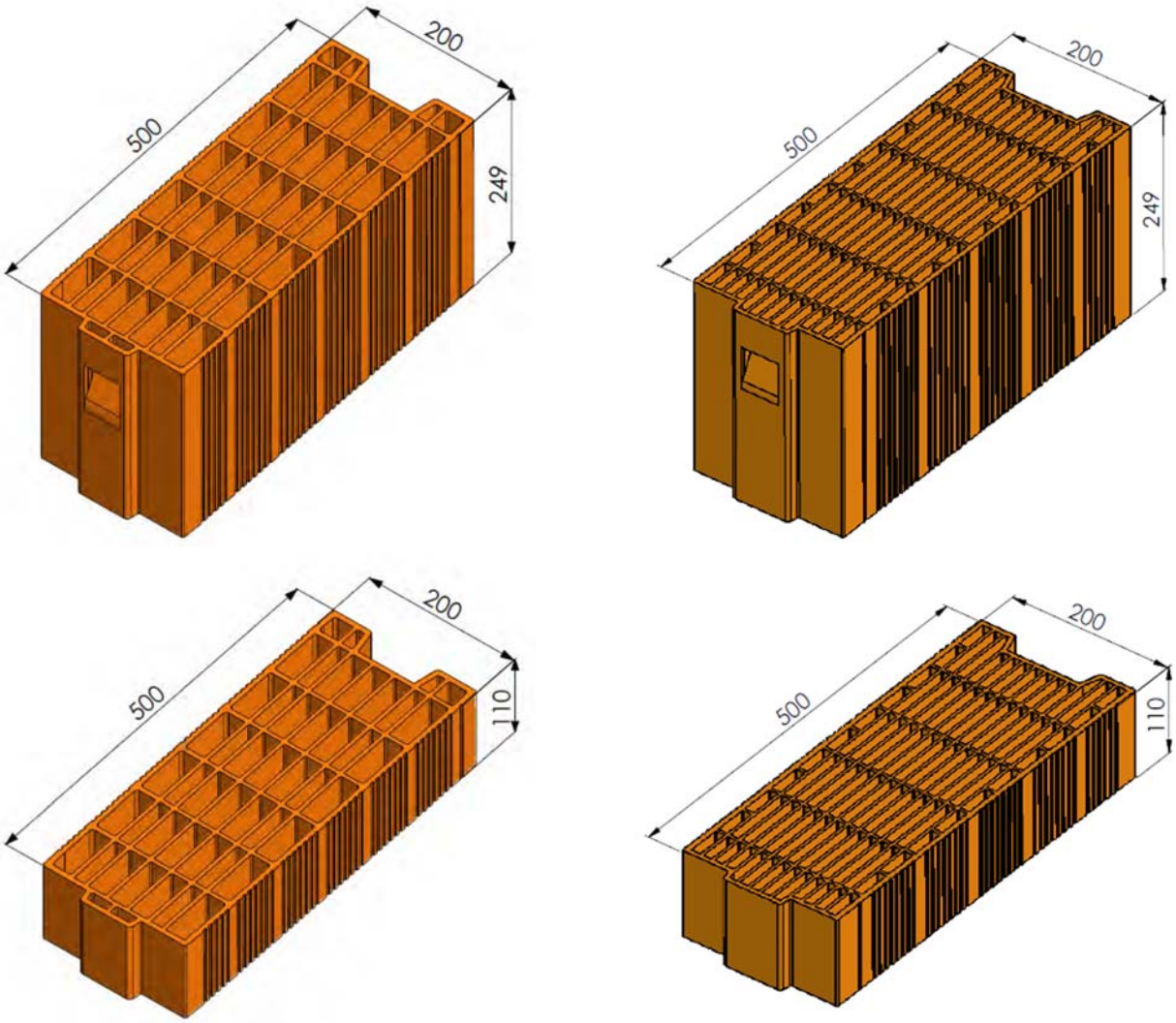
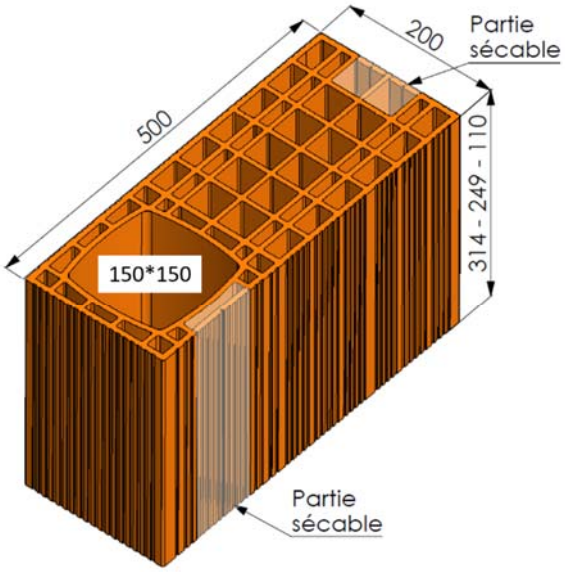


Figure 9 – Chaînages verticaux

Angle universel (sismique ou non sismique)



Multiangles

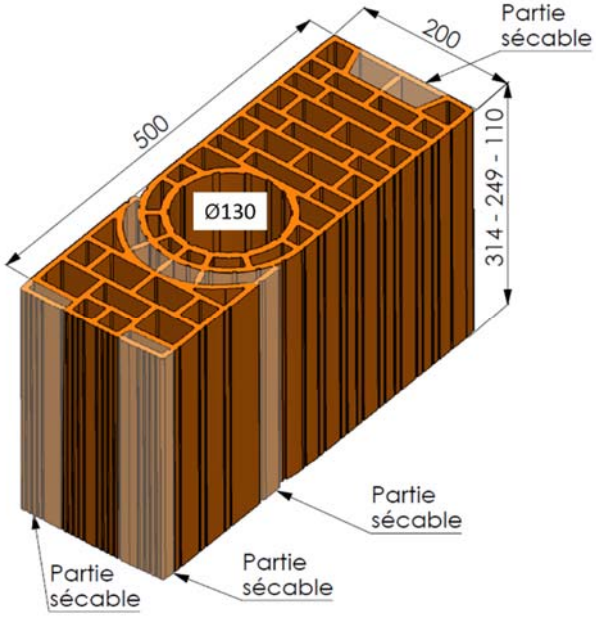
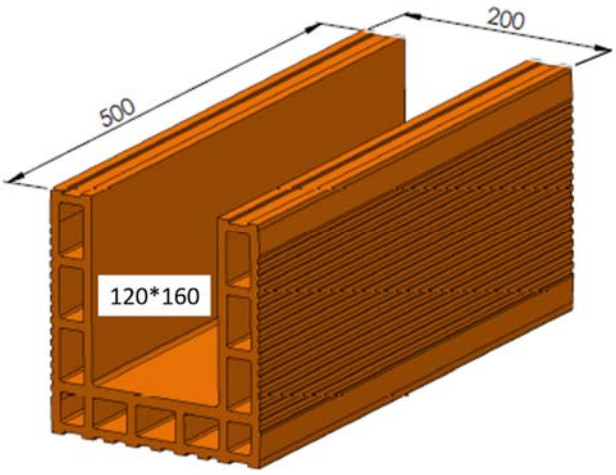


Figure 10 – Chaînages horizontaux

Brique de chaînage



Brique de chaînage sismique

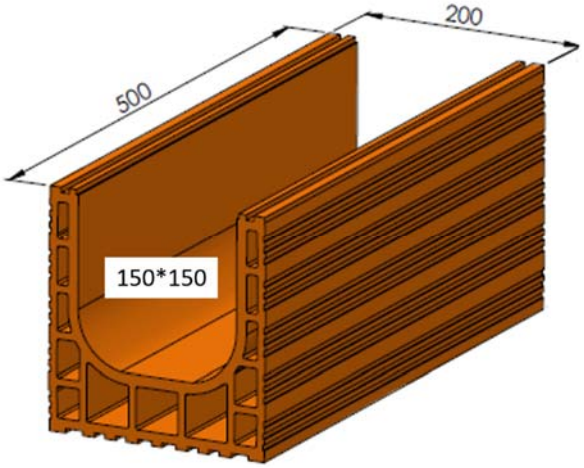


Figure 11 – Tableaux d'ouverture

Tableau non sismique **Tableau sismique**

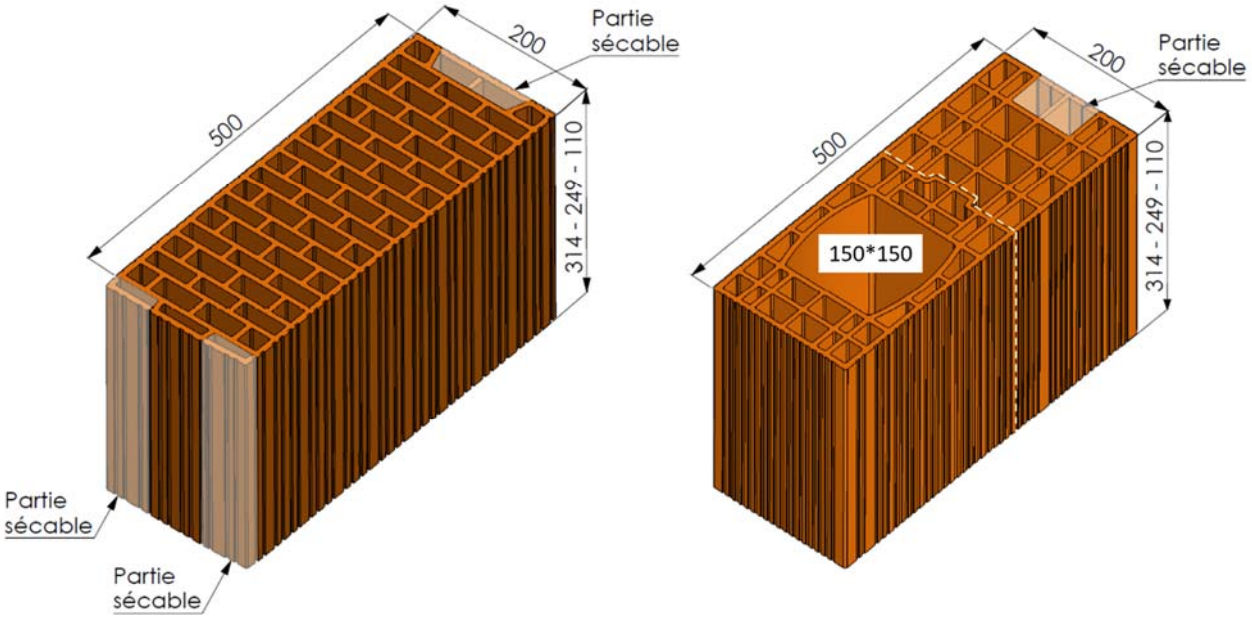


Figure 12 – Double angle / Tableau sismique

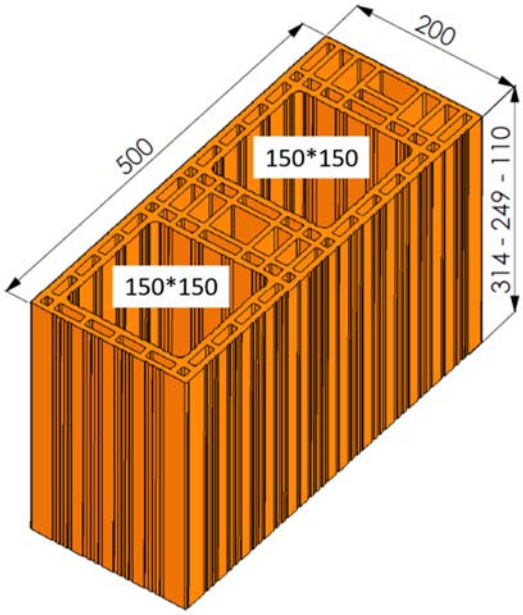
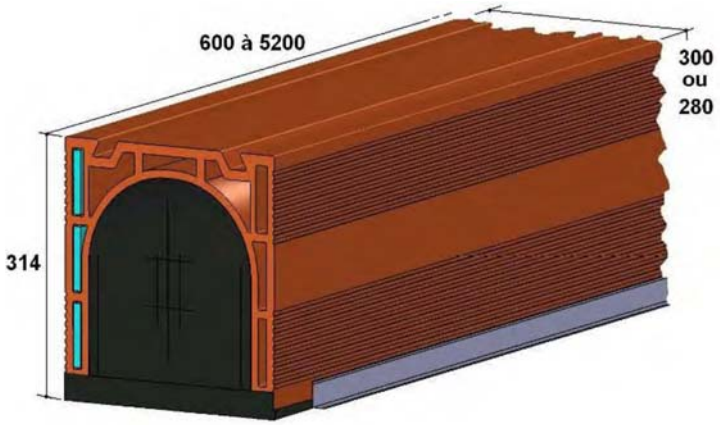


Figure 13 – Intégration volet roulant

Coffre CVR (ATEC 16/11-618 en cours de validité) sismique



Caisson Monobloc (DTA 16/15-710 en cours de validité)

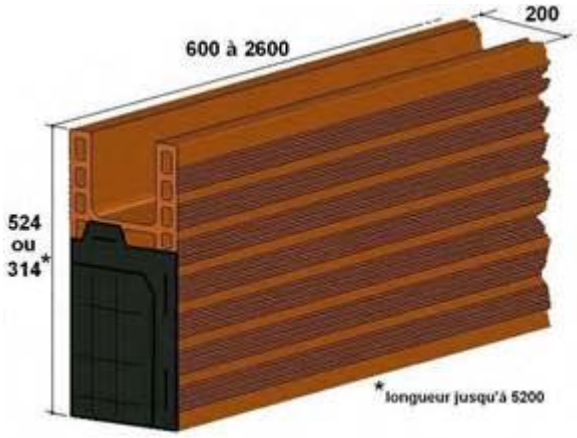


Figure 14 – Linteaux d'ouverture (Maxi-linteau ATEC 16/12-650 en cours de validité)

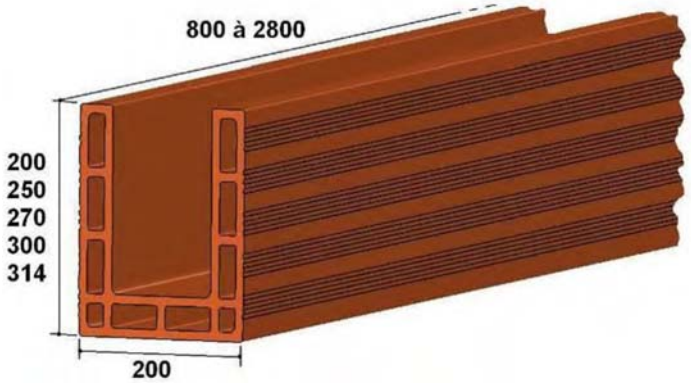


Figure 15 – Appuis d'ouverture (Appui monolithe isolé)

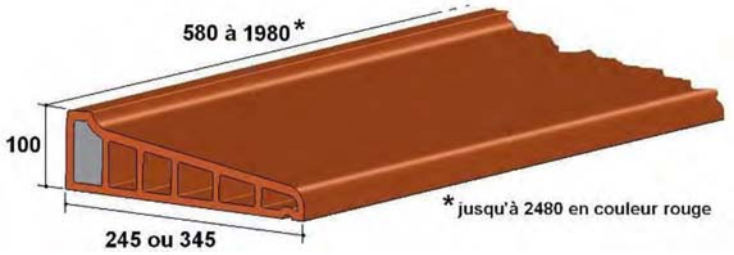


Figure 16 –Surface de contact au niveau des joints verticaux (joint collé)

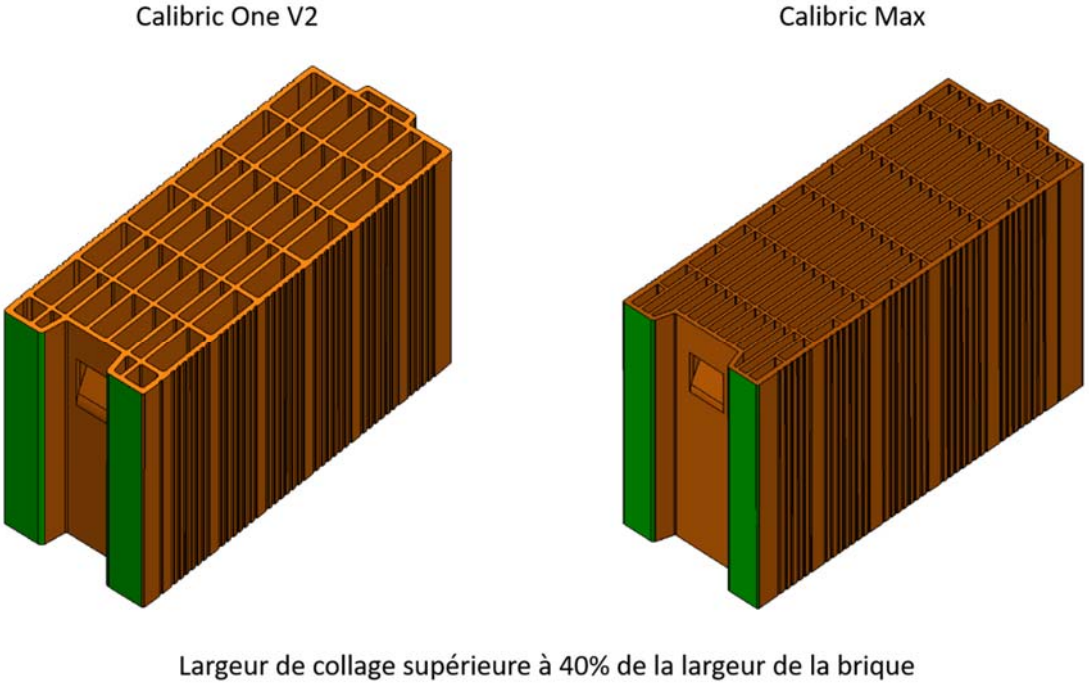


Figure 17 –Poteau de contreventement

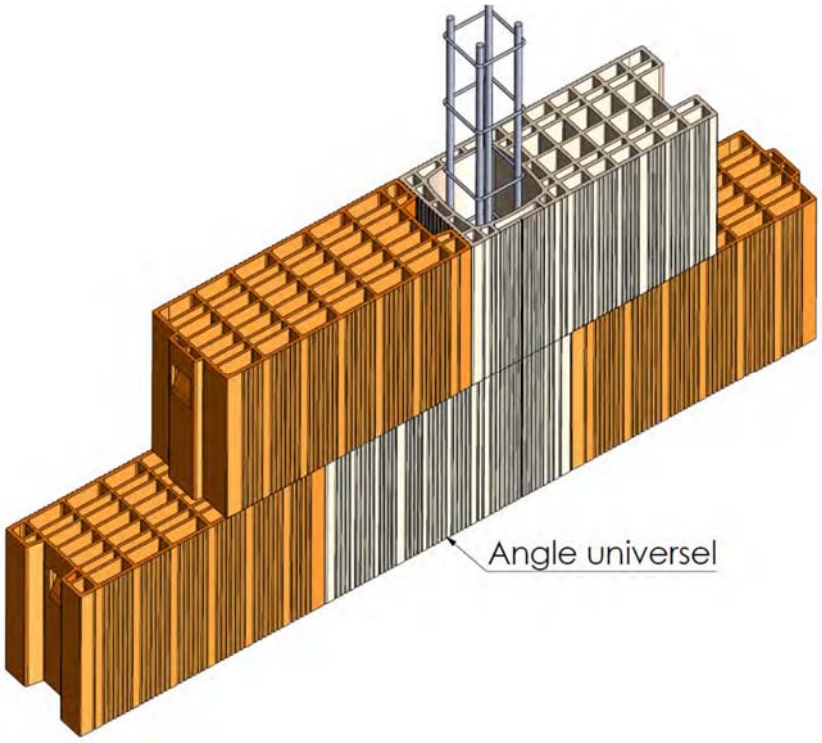


Figure 18– Angle à 90°

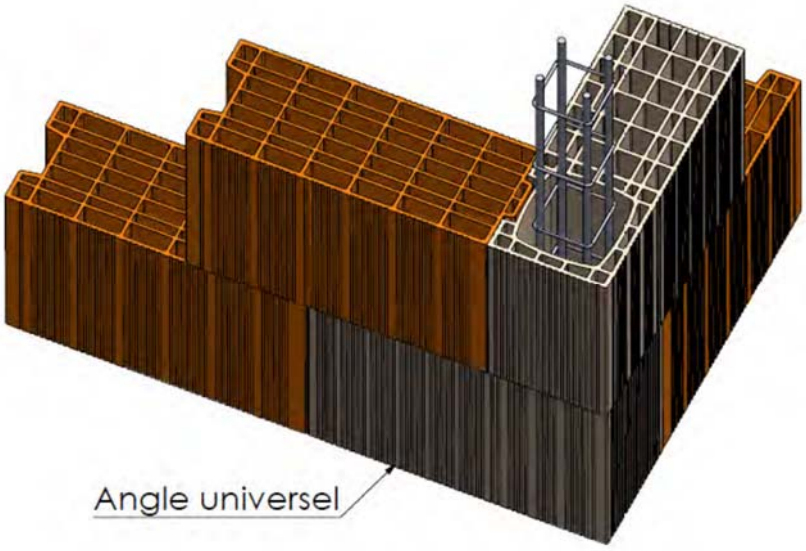


Figure 19 – Angle différent de 90°

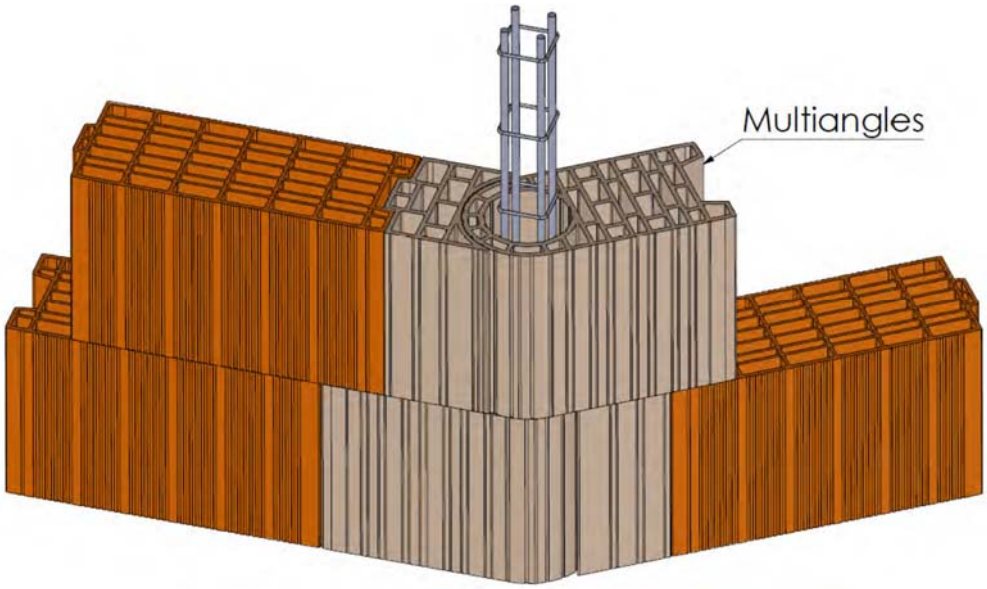


Figure 20 – Ouverture au droit d'un angle en zone sismique

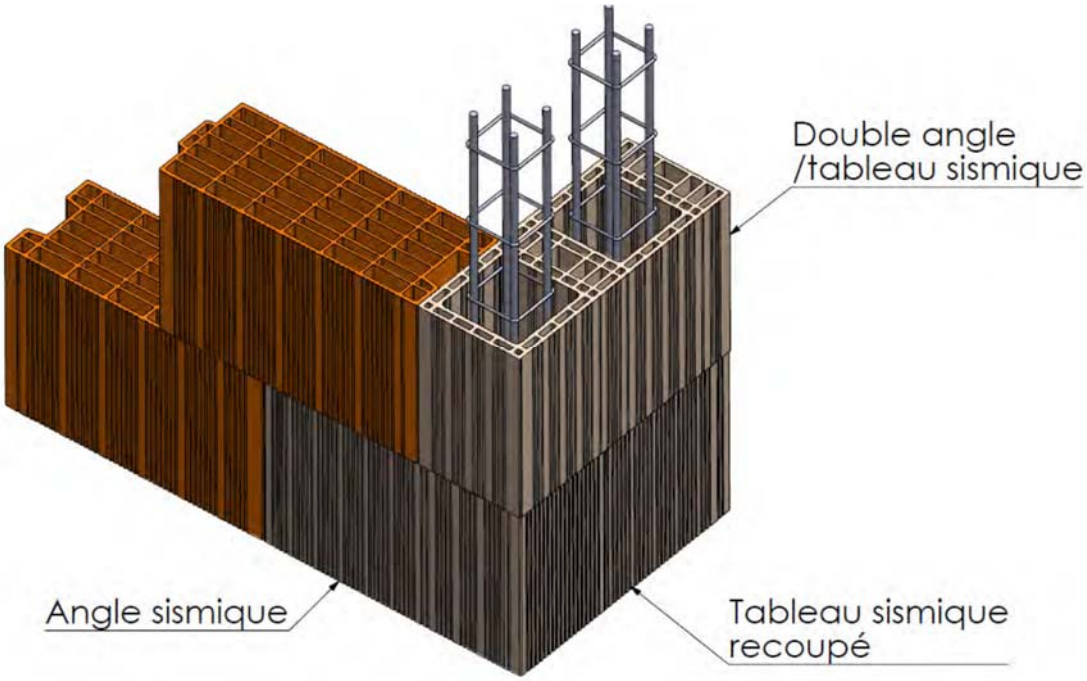


Figure 21 – Chaînage horizontal (ceinture du dernier niveau)

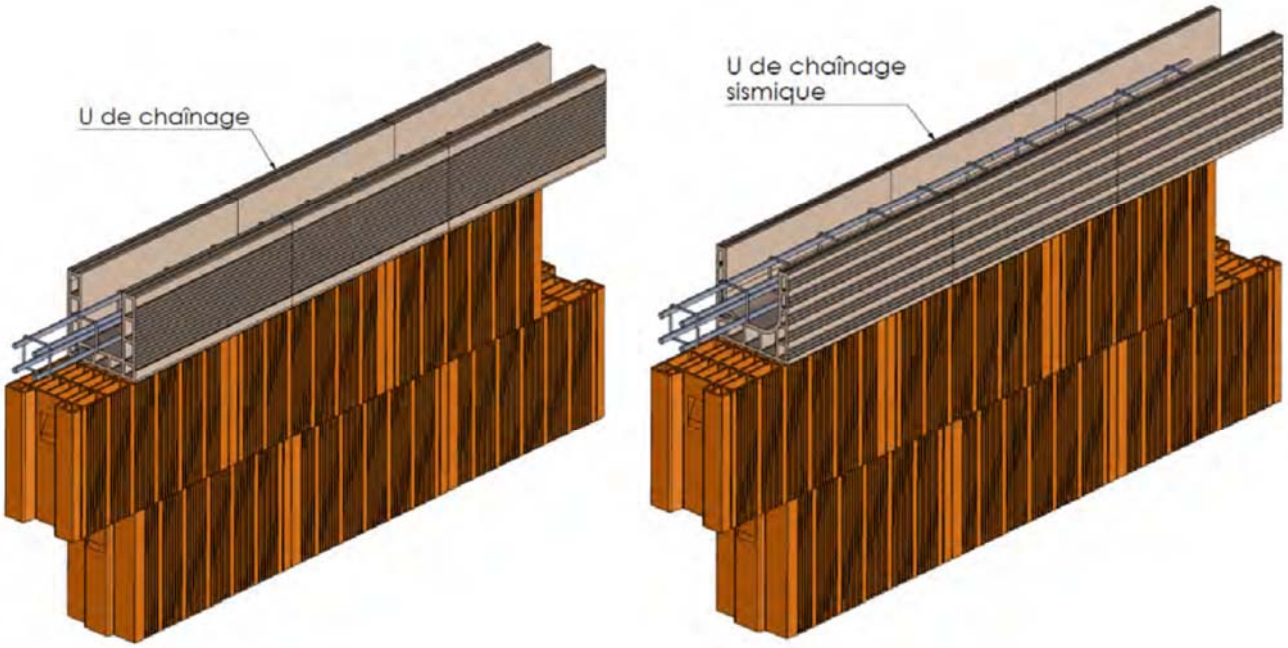


Figure 22 – Chaînage horizontal (ceinture des planchers)

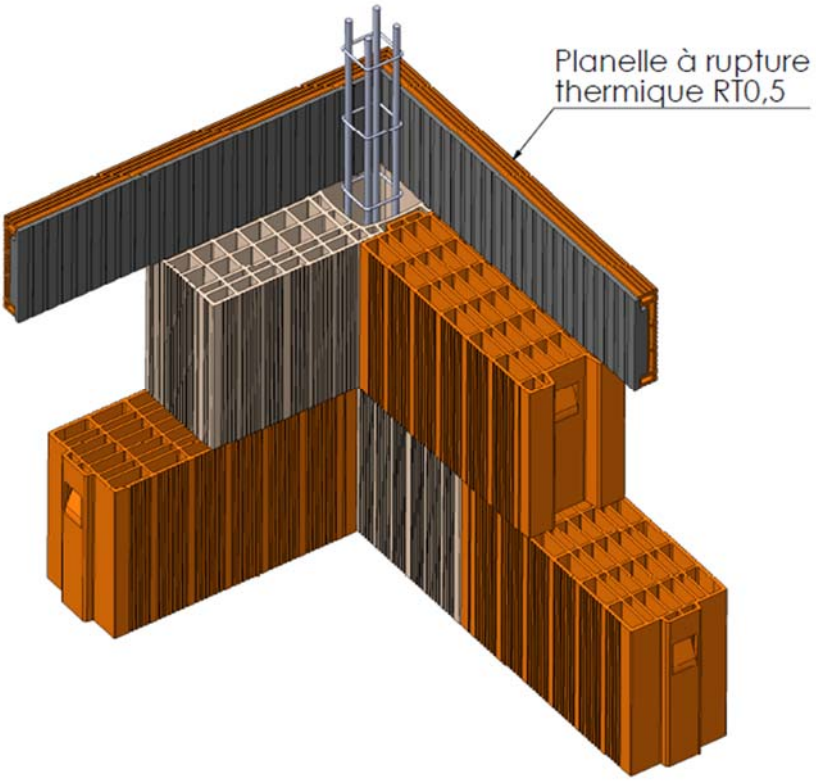


Figure 23 – coupes horizontales et verticales sur planelles à rupture thermique

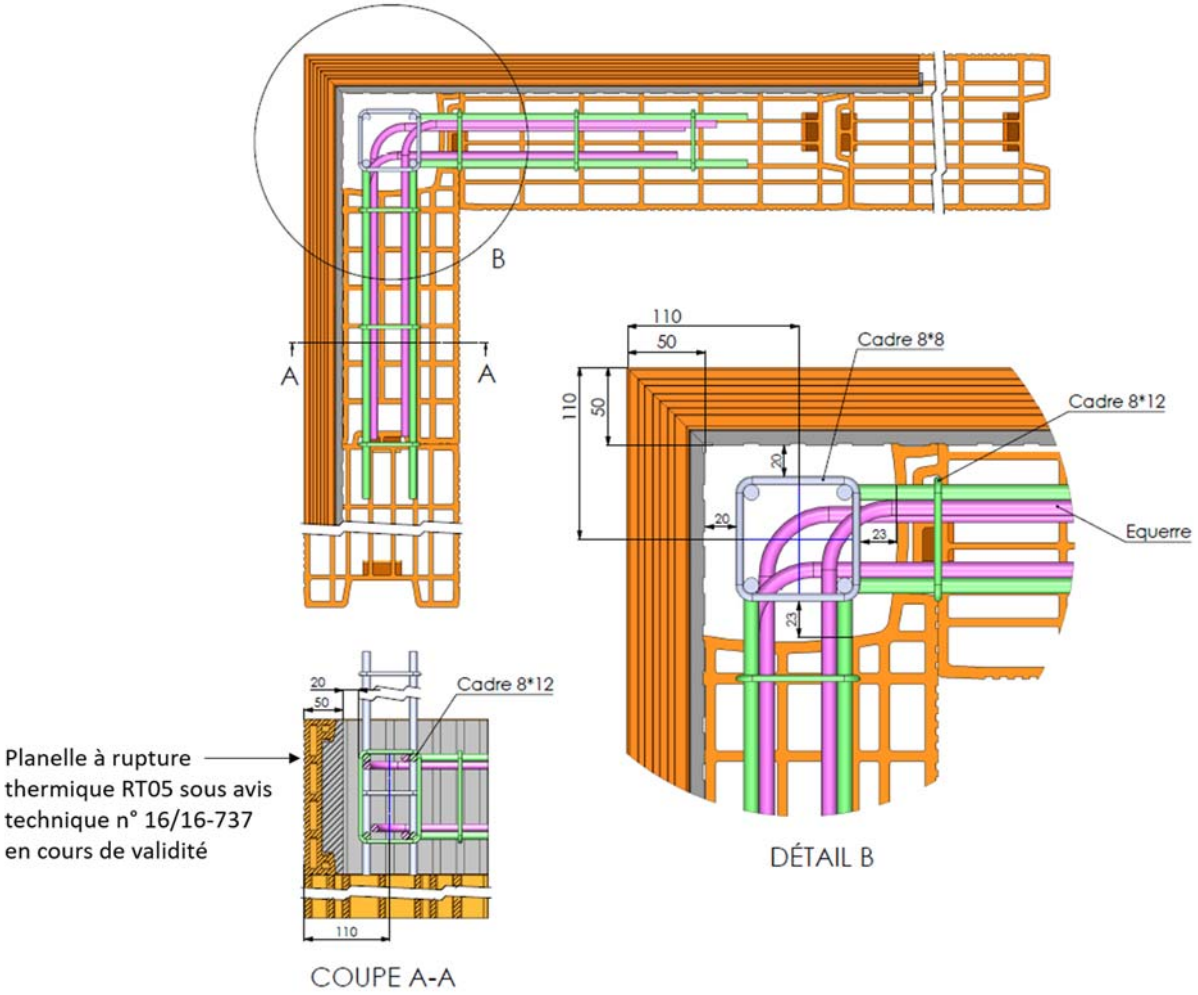


Figure 24 – Coupe horizontale sur plancher

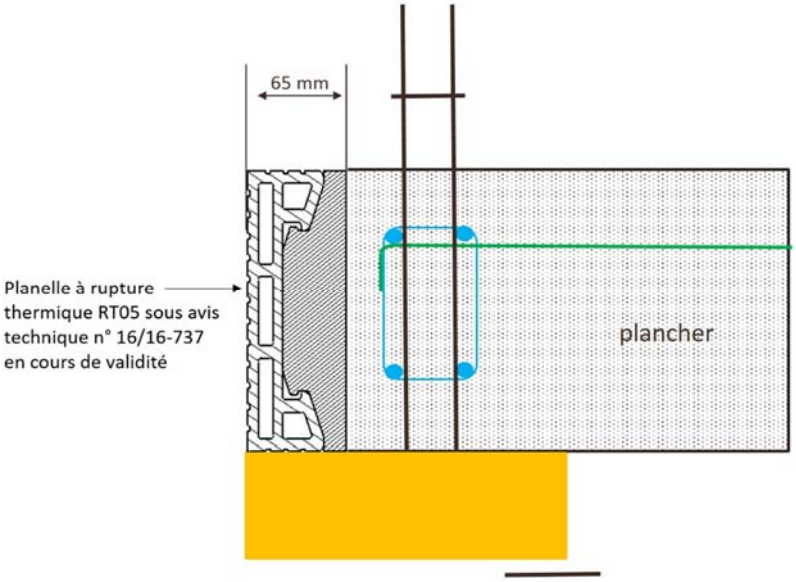


Figure 25 – Tableau d'ouverture

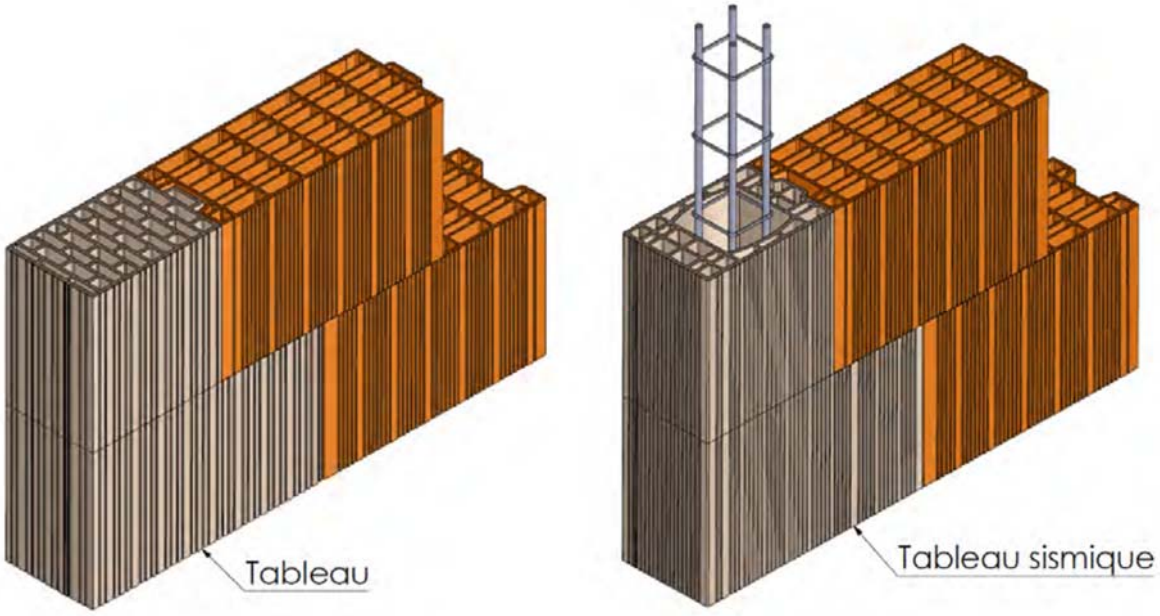


Figure 26 – Appui d'ouverture monolithe

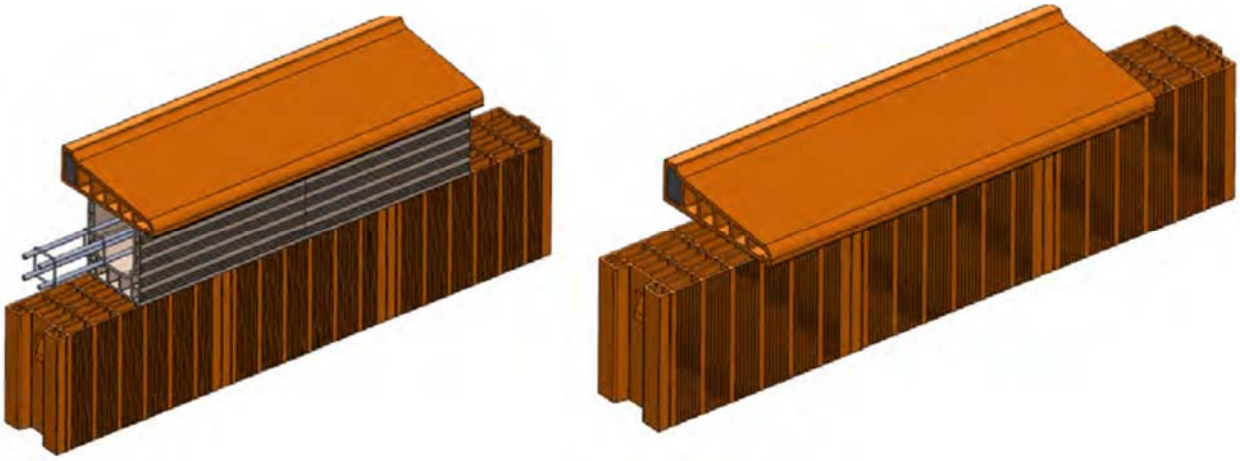
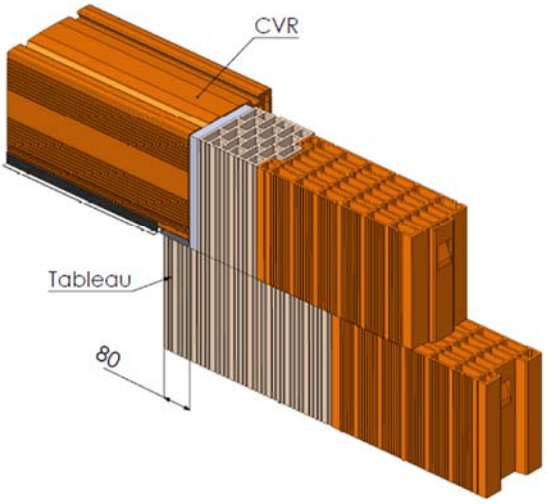
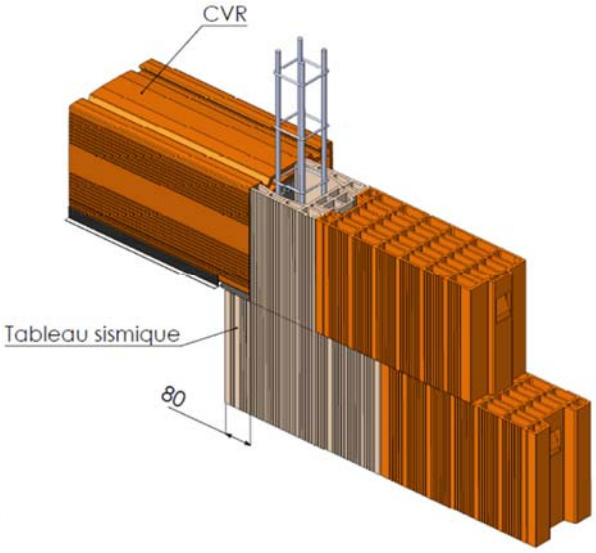


Figure 27 –Linteau d'ouverture

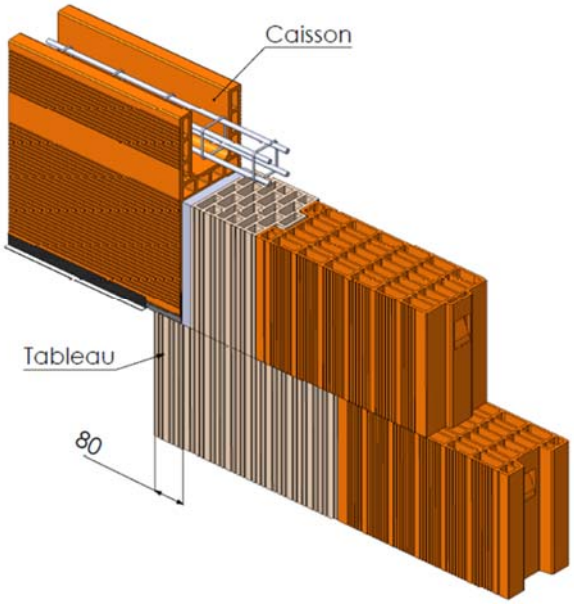
CVR en zone non sismique



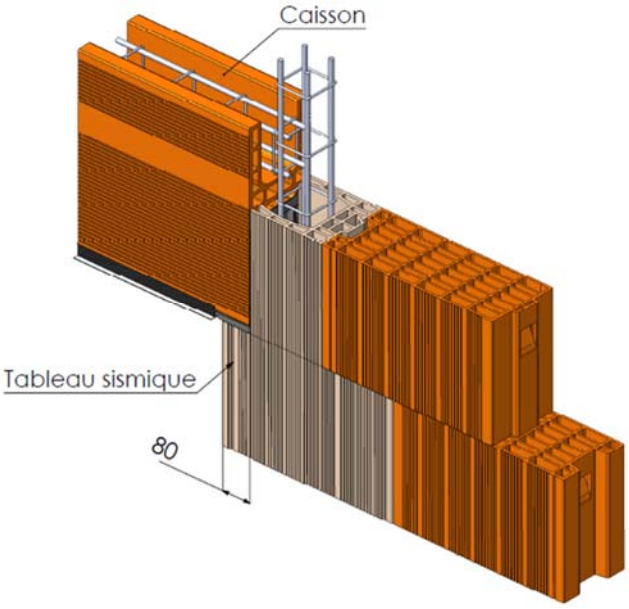
CVR en zone sismique



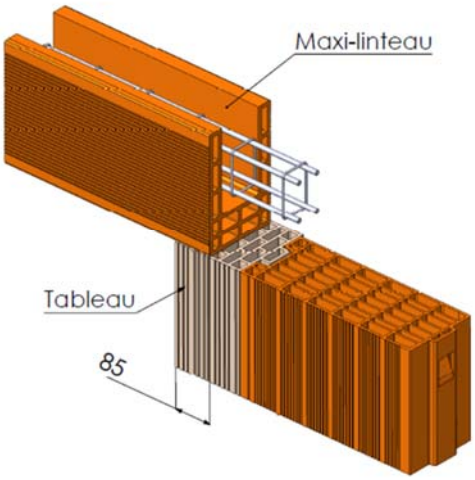
Caisson en zone non sismique



Caisson en zone sismique



Maxi-linteau en zone non sismique



Maxi-linteau en zone sismique

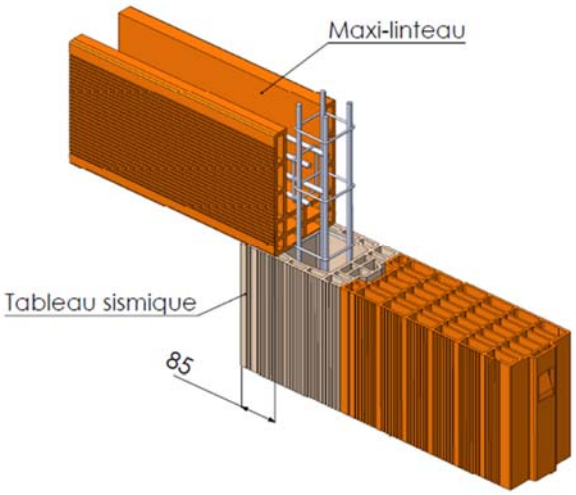


Figure 28 –Refend

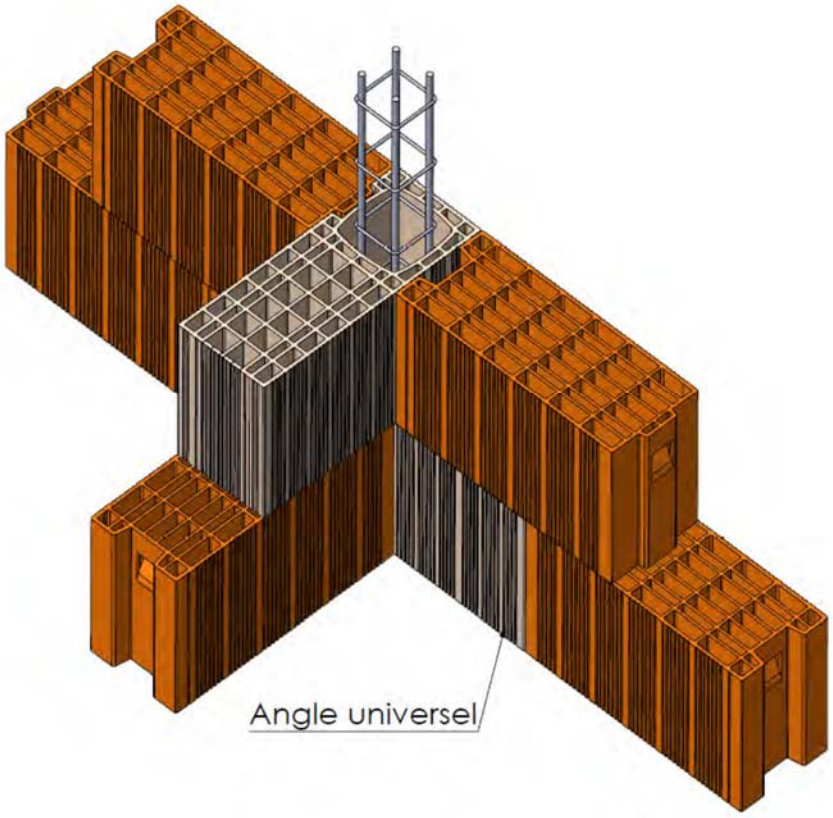
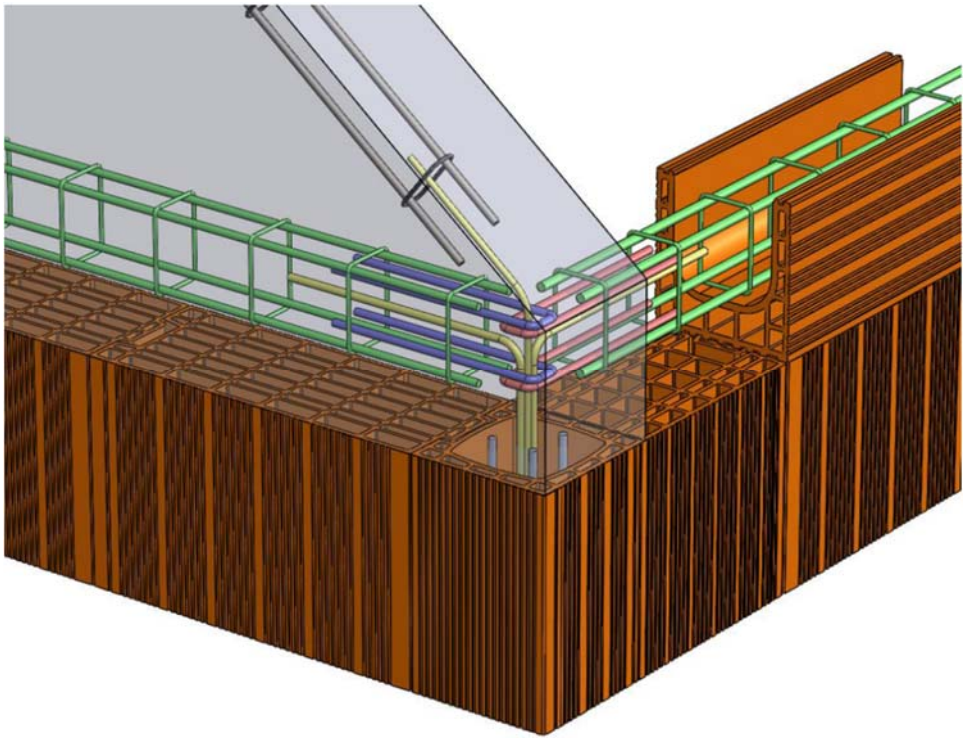



Figure 29 – Principe de chaînage de pignons