

# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **16/15-711\*V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 16/15-711

Edition corrigée du 25 janvier 2016

*Mur en maçonnerie de  
blocs perforés de terre  
cuite*

## Calibric R+

Relevant des normes

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

**Titulaire :** Société TERREAL  
Route de Revel  
FR-11400 Castelnaudary  
  
Tél. : 05 34 36 21 00  
Fax : 05 34 36 21 01  
Internet : [www.terreal.com](http://www.terreal.com)

**Usine :** Société TERREAL  
Route de Pibrac  
FR-31170 Colomiers

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

**Groupe Spécialisé n° 16**

Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 22 février 2016



Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 16 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 2 juillet 2015 le procédé de mur de maçonnerie « Calibric R+ » présenté par la Société TERREAL. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé qui rassemble les informations complémentaires utiles aux utilisateurs du procédé quant au domaine d'emploi, aux dispositions de conception et de mise en œuvre proposées propres à assurer un comportement normal des ouvrages. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 16/15-711. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne. Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les auto-contrôles et les modes de vérifications, décrits dans le Dossier Technique Etabli par le demandeur, sont effectifs.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Procédé de réalisation de murs en maçonnerie de briques de terre cuite à alvéoles verticales dont les faces de pose supérieure et inférieure sont rectifiées, montés à joints minces de mortier-colle. Les joints verticaux à emboîtement permettent un assemblage à sec, mais peuvent également être collés.

Les produits font l'objet d'une certification CSTBat au titre du référentiel CSTBat 009.

#### Revêtements

##### Extérieurs

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

##### Intérieurs

Tous types d'enduits compatibles avec le support terre cuite (enduits à base de liants hydrauliques ou enduits plâtre), plaques de plâtre collées.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, enduit traditionnel au plâtre projeté, plaques de plâtre.

##### Mise sur le marché

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

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

### 1.2 Identification des produits

Les produits sont marqués en continu par une roulette réalisant une impression en creux en sortie de filière ; le marquage comporte la marque commerciale « TERREAL », le nom du produit la date de fabrication et le site de fabrication, ainsi que le marquage correspondant à la certification CSTBat : logo CSTBat et numéro du certificat. Les housses de palette comportent la dénomination TERREAL ainsi qu'une étiquette CALIBRIC R+.

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

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Les ouvrages de maçonnerie visés dans le DTU 20.1.

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

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

- pour les murs isolés par l'intérieur, celles visées dans la partie 3 du DTU 20.1 « Guide pour le choix des murs de façade en fonction du site » ;

- pour les murs isolés par l'extérieur, celles définies par référence au DTA 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'éléments structuraux principaux de bâtiments soumis à exigences parasismiques moyennant l'application des prescriptions du paragraphe 2.32 ci-après.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfait 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 montées à joints minces.

#### Sécurité incendie

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

Les différents Procès-Verbaux de classement établis par le laboratoire EFECTIS permettent d'attester de performances de résistance au feu dans les conditions données dans ces documents, et rappelées au chapitre B du dossier technique établi par le demandeur, paragraphe « sécurité incendie ».

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.

#### Utilisation en zone sismique

L'utilisation du procédé en zone sismique, en cas de montage à joints verticaux remplis ou non remplis, est admise dans les conditions précisées au paragraphe 2.3.2 ci-après.

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

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

#### Isolation thermique

Le procédé CALIBRIC R+ 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 suivantes des résistances thermiques des maçonneries :

Joint vertical	résistance thermique R du mur enduit 1 face (m <sup>2</sup> .K)/W
Laissés secs	1.16
collés	1.16

Les valeurs ci-avant ne s'entendent que pour des productions bénéficiant d'une certification CSTBat attestant d'une masse volumique absolue sèche du tessou inférieure ou égale à 1970 kg/m<sup>3</sup>.

### Isolément acoustique

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

Sur la base de ces dernières, figurant dans le rapport visé au chapitre B du Dossier Technique, on estime que 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'isolément requis est égal à 30 dB.

Les murs en CALIBRIC R+ ne peuvent pas être utilisés seuls en 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).

### Risques de condensation superficielle

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

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

### Confort d'été

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

### Finitions - aspects

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

### 2.22 Durabilité

La terre cuite constitutive des éléments ne pose pas de problème de durabilité intrinsèque. Compte tenu de ce que les matériaux associés à la terre cuite dans le mur fini sont également des matériaux minéraux, la durabilité d'ensemble des murs est estimée équivalente à celle des murs traditionnels homogènes constitués de ces mêmes types de matériaux.

### 2.23 Fabrication

La fabrication des blocs et accessoires CALIBRIC R+ 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 aisément la précision dimensionnelle en hauteur demandée.

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

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

### 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 (platines dépose, rouleau applicateur). La réalisation des assises, dont la planéité

conditionne directement la qualité de réalisation des murs, requiert un soin particulier.

L'attention est par ailleurs attirée sur le fait que, compte tenu de l'épaisseur réduite du joint de mortier-colle et de la relative capillarité du support, la durée entre la dépose du mortier colle et la brique ne doit pas être trop importante de manière à éviter des dessiccations prématurées du mortier, qui seraient préjudiciables à la bonne tenue du collage. Ce temps peut être modifié en fonction des conditions atmosphériques extérieures.

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

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.31 Prescriptions de conception

#### 2.311 Capacité portante sous charges verticales

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

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

Avec :

- $f_k$  : résistance caractéristique de la maçonnerie, exprimée en MPa (voir tableau au §2.33 ci-après).
- $\gamma_M$  : coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie.
- $t$  : épaisseur de la maçonnerie.
- $\Phi$  : 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  $\Phi$  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 :
    - Elancement des murs < 20
    - Portée du plancher ≤ 6m
    - Hauteur libre d'un étage ≤ 3m
  - Alors on peut utiliser les valeurs de  $\Phi$  suivantes :  $\Phi = 0,78$  pour un chargement centré,  $\Phi = 0,55$  pour un chargement excentré et  $\Phi = 0,40$  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  $N_{Ed}$  pondérée par le coefficient de réduction  $\eta_f$  doit être inférieure ou égale à la valeur de la charge maximale indiquée dans les Procès-Verbaux de classement, soit 100, 150 ou 230 kN/m selon les cas. On prendra par défaut  $\eta_f = 0,7$ . En outre, la hauteur maximale du mur est limitée à la valeur indiquée dans ces Procès-Verbaux, soit à 2,85 m.

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

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

#### 2.312 Contreventement

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 :

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

Avec :

- $V_{Ed}$  : force horizontale appliquées au mur, exprimée en N ;

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

		Longueur du mur (m)				
		1,50	2,00	2,50	3,00	4,00
$V_{ed}/(l \cdot N_{ed})$	0	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00
	0,2	0,99	1,59	2,28	3,00	4,00
	0,4	0,64	0,93	1,32	1,83	3,10
	0,6	0,54	0,73	0,96	1,25	2,08
	0,8	0,49	0,64	0,82	1,02	1,54

- 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 :

$$V_{rd} = \frac{t \cdot l \cdot f_{vk}}{\gamma_M} + \sum A_c \frac{f_{cvk}}{\gamma_C}$$

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<sup>2</sup>.
- $l$  : 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 :

- $f_{vk} = 0.5 f_{vk0} + 0.4 \cdot \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0.045 \cdot f_b$  (pose à joints verticaux secs)
- $f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \cdot \frac{N_{Ed}}{t} \leq 0.065 \cdot f_b$  (pose à joints verticaux remplis ou collés sur au moins 40% de l'épaisseur de la maçonnerie)

Avec :

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

### 2.32 Utilisation en zones sismiques

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 du décret 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, 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 § 2.312 ci-avant, en considérant une valeur du coefficient de comportement et des valeurs des coefficients de sécurité :

- Un coefficient de comportement  $q$  de 2,5;
- Un coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie égal à 1,67 ;
- Un coefficient partiel de sécurité sur la résistance du béton de chaînage  $\gamma_C$  égal à 1,3.

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	Joints verticaux	Bâtiment RDC + toiture légère	Bâtiment RDC + comble avec planchers lourds	Bâtiment R+1 + comble avec planchers lourds
3	Secs	32	16	10
	Collés	35	19	12
4	Secs	22	11	7
	Collés	24	13	9

### 2.33 Données essentielles

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

résistance moyenne en compression normalisée des éléments	$f_b$	11,25 MPa
résistance initiale au cisaillement	$f_{vk0}$	0.3 MPa
Epaisseur de la maçonnerie	$t$	0,20 m
résistance caractéristique de la maçonnerie	$f_k$	5,1 MPa
module d'élasticité de la maçonnerie	$E$	6200 MPa
section minimale des armatures de chaînage		2,00 cm <sup>2</sup>
section minimale des armatures de chaînage en zone sismique		3,00 cm <sup>2</sup>
joints verticaux		secs ou collés
Section du béton de chaînage	$A_c$	225 cm <sup>2</sup>
résistance caractéristique en cisaillement du béton des chaînages	$f_{cvk}$	0,33 MPa
coefficient de comportement	$q$	2.5
coefficients partiels de sécurité sur les résistances de la maçonnerie	$\gamma_M$	2,5 (actions durables ou transitoires) ou 1,67 (actions sismiques)
coefficients partiels de sécurité sur la résistance du béton de chaînage	$\gamma_C$	1,5 (actions durables ou transitoires) ou 1,3 (actions sismiques)

### 2.34 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 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 résistance à l'écrasement des produits, exprimée en MPa et rapportée à la section brute, doit répondre aux conditions suivantes :

	Valeur minimale	Valeur moyenne
CALIBRIC R+	$\geq 7.2$	$\geq 9$

De plus, les tolérances dimensionnelles doivent satisfaire à celles imposées dans cette norme pour les produits de catégorie M (mise en œuvre à joints minces) :

Précision dimensionnelle en hauteur :  $\pm 0,5$  mm.

masse volumique absolue sèche du tesson :  $\leq 1970$  kg/m<sup>3</sup>.

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

### 2.35 Prescriptions de mise en œuvre

Il est rappelé que l'application du mortier défini dans le Dossier Technique doit être effectuée à l'aide du rouleau spécialement prévu à cet effet de manière à assurer un calibrage aussi régulier que possible de la couche de mortier.

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

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

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.

#### Conclusions

##### Appréciation globale

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

##### Validité

Jusqu'au 31 juillet 2020

*Pour le Groupe Spécialisé n°16  
Le Président*

---

### 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 mortier pour montage à joint mince et les outils de pose, constitue une condition nécessaire à la bonne utilisation de ce procédé.

La contribution des chaînages verticaux dans la résistance au cisaillement des murs est désormais pondérée par le coefficient de sécurité sur le béton de ces chaînages, et non par celui de la maçonnerie.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 16*

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe du procédé et domaine d'application

Le produit de terre cuite CALIBRIC R+ est un élément de maçonnerie destiné à la construction de murs à enduire, porteurs ou non porteurs. Ce procédé intègre des accessoires monolithes sous DTA permettant de gérer la mise en œuvre des points singuliers comme le coffrage des rives ou abouts de plancher ou linteaux d'ouverture.

Ces éléments sont assemblés avec des joints horizontaux minces obtenus avec un mortier colle spécifiquement élaboré. Il peut être utilisé pour tous les types de constructions courantes telles que maisons individuelles, bâtiments de logements en collectif, bâtiments pour bureaux, pour constructions scolaires et tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole au sens du DTU 20.1.

Le procédé CALIBRIC R+ peut être utilisé dans les zones soumises à la réglementation sismique grâce à ses accessoires de réservations 15\*15 cm moyennant le respect des règles indiquées au §2.32 de la partie avis.

Eléments constitutifs

#### 1.1 Briques courantes

Les briques courantes CALIBRIC R+ sont constituées d'une structure à alvéoles verticales de forme rectangulaire. (Voir figure 1)

Epaisseur mm	Longueur mm	Hauteur mm	Poids daN/Unité	Classe de résistance	Résistance thermique* m <sup>2</sup> .K/W	certification
200	500	314	19.5	RC 90	Joints secs : 1.16	CSTBat
					Joints collés : 1.16	

\*Résistance thermique du mur enduit 1face.

La face verticale de jointoiement de ces briques comporte des emboitements latéraux et des réservations pour la préhension de la brique voir figure 1).

#### 1.2 Briques accessoires

##### 1.21 CALIBRIC R+ de calepinage (figure 2)

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

Haut. (mm)	249
Long. (mm)	500
Poids (daN/Unit)	16.5

##### 1.22 CALIBRIC R+ Rehausse (Voir figure n°2)

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

Haut. (mm)	110
Long. (mm)	500
Poids (daN/Unit)	7

##### 1.23 CALIBRIC angle (figure 3)

Les briques d'angle permettent l'intégration d'un poteau en béton armé liant les chaînages horizontaux et les chaînages verticaux de la construction. Elles se déclinent en 2 versions : standard (réservation 120\*120mm) et sismique (réservation 150\*150mm)

	Calibric angle			Calibric angle sismique		
	Haut. (mm)	314	249	110	314	249
Long. (mm)	500					
Poids (daN/Unit)	22.5	20	7.4	23	18.2	7.4
Réservation (mm)	120 *120			150*150		

##### 1.24 CALIBRIC multi-angles (figure 3)

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

Haut. (mm)	314	249
Long. (mm)	520	520
Poids (daN/Unit)	24	19.8
Réservation (mm)	Diamètre 120	

##### 1.25 CALIBRIC chaînage (figure 4)

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

	Calibric chaînage		Calibric chaînage Sismique	
	Haut. (mm)	280	210	280
Long. (mm)	500			
Poids (daN/Unit)	20	14.4	18.1	13.6
Réservation (mm)	160*120		150*150	

##### 1.26 CALIBRIC tableau (figure 5)

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

	Calibric tableau		Calibric tableau sismique		
	Haut. (mm)	314	249	314	249
Long. (mm)	500				
Poids (daN/Unit)	25.5	20.6	23	18	7.4
Réservation (mm)	-		150*150		

##### 1.27 CALIBRIC Double Angle/Tableau sismique (figure 6)

Les briques double angles/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\*150mm.

	Calibric Double Angle/tableau sismique		
	Haut. (mm)	314	249
Long. (mm)	500		
Poids (DaN/Unit)	18.9	15	6.6
Réservation (mm)	2* 150*150		

### 1.28 Coffre de volet roulant (Voir figure 7)

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

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

### 1.29 Caisson Monobloc (Voir figure 8)

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).

Les longueurs varient de 500 à 5200 mm avec un pas de 100 mm.

### 1.210 Maxi linteau (Voir figure 8)

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).

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

### 1.211 Planelles (Voir figure 9)

Les planelles sont des éléments servant de coffrage isolant de rive de plancher. Elles 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 110 et 240mm (cf. Avis Technique 16/12-651).

### 1.212 Mortiers de montage

Les caractéristiques des mortiers-colles retenus sont données dans le tableau suivant :

Producteur	PAREX LANKO	MAPEI
Présentation	Poudre Rouge	Poudre rouge
Densité apparente	1,2±0,2	1.4
PH	13	>12
Constituants	Liants hydrauliques Charges minérales Adjuvants	Liants hydrauliques Charges minérales Adjuvants
Taux de gâchage %	29	29
Temps ouvert (min)	5 à 20	5 à 20
DPU	2h	3h
Compression (MPa)	>10	>10

Conditions de laboratoire : 23°C ; 50%HR

Les mortiers colles utilisés pour l'exécution des joints horizontaux sont des mortiers en poudre prêts à mouiller.

Les mortiers-colles utilisables ont fait l'objet d'essais de convection sur leur 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.

Les mortiers colles répondent au marquage CE depuis le 1er août 2005 (NF EN 998-2).

Les sacs sont identifiés « Mortier colle CALIBRIC ».

## 2. Fabrication et contrôles

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.

Lieu de fabrication : TERREAL 31770 COLOMIERS

Contrôles

Types d'essai	Fréquence des essais
Matière-première	
Granulométrie du mélange Taux de chaux Humidité	Selon le plan de contrôles de l'usine
produits finis	
Résistance à l'écrasement Dilatation due à l'humidité Résistance au gel Géométrie Masse volumique absolue sèche	Selon le plan de contrôles de l'usine

## 3. Conditionnement et marquage

Les CALIBRIC R+ présentent plusieurs informations, relatives aux produits, incrustés sur la face extérieure :

- la marque commerciale « TERREAL »
- Le nom du produit
- La date de fabrication
- La classe résistance
- La catégorie de la brique
- Le site de fabrication
- Le marquage CSTBat

Les CALIBRIC R+ sont conditionnés sur palettes houssées.

## 4. Mise en œuvre

### 4.1 Outillage

La mise en œuvre du procédé CALIBRIC R+ 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 :

- Des platines de pose métalliques pour le premier lit de mortier traditionnel. (Voir figure 11)
- Un mélangeur rotatif pour le gâchage du mortier colle.
- Un rouleau applicateur pour la pose précise et régulière du mortier-colle. (Voir figure 11)
- Un seau doseur pour le mélange de la poudre

### 4.2 Principe général de pose

#### 4.2.1 Pose du premier rang

On pose la première rangée de CALIBRIC R+ sur un lit de mortier traditionnel continu sur toute l'épaisseur de la brique conformément au DTU 20.1.

Après étalement du mortier, celui-ci est réglé de niveau avec une règle prenant appui sur les guides de platines de pose métalliques prévues à cet effet.

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 CALIBRIC R+. Un soin tout particulier doit être apporté à sa préparation afin d'obtenir une planéité très précise et assurer par la suite aplomb, alignement et niveau des CALIBRIC R+.

## 4.22 Pose des rangs suivants

Les rangs suivants sont posés au mortier colle.

Le gâchage du mortier colle est obtenu sous forme d'une consistance fluide réalisée à l'aide du mélangeur électrique, conformément aux préconisations détaillées sur le sac.

La dépose régulière du mortier colle est obtenue grâce à la roulette permettant de réaliser un joint d'une épaisseur finie entre 1 et 3 mm. L'application du mortier colle se fait sur des briques propres et dépolissées. Elles doivent être également humidifiées à l'avancement sur les deux faces des briques avant application du mortier colle.

## 4.23 Joints verticaux

Ils peuvent être de 2 natures :

- joint vertical laissé sec ;
- joint vertical collé (les chants verticaux des briques sont collés sur une surface de plus de 40% de la surface totale et donc considérés comme remplis au sens de la EN 1996-1 (Voir figure 12) ; L'épaisseur de mortier-colle entre les éléments une fois posés fera 3 mm.

## 4.24 Renfort des murs filants

La mise en œuvre des poteaux de contreventement est effectuée à l'aide des CALIBRIC angle disposées alternativement dans un sens puis dans l'autre d'un rang sur deux. (Voir figure 13).

## 4.3 Points singuliers

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

### 4.31 Réalisation des angles

#### Égal à 90°

En disposant les CALIBRIC angle alternativement dans un sens puis dans l'autre, on réalise le harpage des briques CALIBRIC R+ tout en ménageant un vide pour à la mise en œuvre des chaînages conformément au DTU 20.1. En utilisant les CALIBRIC angle sismique, les réservations 15\*15 cm permettant la construction de bâtiments soumis à la réglementation sismique. (Voir figure 14).

#### Différent de 90°

Les chaînages verticaux peuvent aussi être réalisés avec les CALIBRIC multi-angles 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 CALIBRIC R+ (Voir figure 15). Ce vide est nécessaire à la mise en œuvre des chaînages conformément au DTU 20.1.

#### 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 une CALIBRIC Double angle/tableau sismique. (voir figure 16)

### 4.32 Réalisation des chaînages horizontaux

- R+0 : Les CALIBRIC chaînage permettent la réalisation des coffrages des sections de béton armé nécessaires dans le cadre du 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 17).
- Au-delà de R+0 :
  - \*Au niveau des planchers intermédiaires, les chaînages sont coffrés du coté extérieur par des planelles. (Voir figure 18)
  - Les planelles à rupture thermique permettent la mise en œuvre des chaînages conformément à l'ATec 16/12-651. La hauteur des planelles permet la réalisation de planchers de hauteur 110 à 240 mm.
  - Les planelles non isolées 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 17) ;
    - Au niveau des acrotères, selon les Avis Techniques en vigueur.

## 4.33 Menuiseries

### 4.331 Réalisation des tableaux

Les tableaux de baies sont obtenus en utilisant des CALIBRIC tableau découpés aux dimensions souhaitées. Les accessoires « CALIBRIC tableau sismique » sont utilisés pour la construction de bâtiments soumis à la réglementation sismique. (Voir figure N° 19)

### 4.332 Réalisation des appuis de fenêtre

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

L'appui Monolithe isolée est mis en œuvre de manière traditionnelle sur un lit de mortier de 10 mm ou collé au mortier colle. (Voir figure 20).

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 N° 20.

### 4.333 Réalisation des linteaux d'ouverture (Voir figure 21).

Ils peuvent être réalisés 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 de chaque côté sur un lit de 10 mm de mortier ou collé au mortier colle (cf. DTA 16/12-650).

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 ou du caisson monobloc se fait par appui sur les jambages de 80 mm de chaque côté sur un lit de 10 mm de mortier ou collé au mortier-colle. (cf. ATec n° 16/11-618 pour les coffres et DTA n° 16/15-710 pour les caissons)

### 4.34 Réalisation des pignons

#### 4.341 Combles aménagés

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

#### 4.342 Combles perdus

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

### 4.35 Réalisation des fixations

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

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

### 4.36 Jonction entre murs de façade et murs de refend

Elle est réalisée conformément aux dispositions du DTU 20.1. (Voir figure 22).

### 4.37 Étanchéité à l'air du bâtiment :

L'étanchéité à l'air des bâtiments en maçonnerie CALIBRIC R+ est normalement assurée si au moins l'une des 2 faces du produit est enduite (plâtre ou 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.



Pour l'utilisation d'entrevous légers sous Avis Technique, une attention particulière doit être menée pour la pose dans le sens longitudinal afin d'obstruer les alvéoles.

#### 4.4 Dispositions parasismiques

Le procédé CALIBRIC R+ permet la mise en œuvre des dispositions parasismiques conformément aux règles sismiques.

Dans le cas de pose à joints verticaux collés, l'épaisseur de mortier-colle entre les éléments une fois posés fera 3 mm.

Les dispositions applicables selon la configuration de joints verticaux sont définies dans la partie avis.

#### 4.5 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 répartitions afin de ne pas poinçonner la brique. Les percages sont ensuite rebouchés à l'aide de mortier hydraulique.

#### 4.6 Réalisation des saignées et réservations

Les saignées et réservations sont réalisées conformément à la norme NF EN 1996-1 "Calcul des ouvrages en maçonnerie", article 8.6 « Saignées et réservations au niveau des murs ». Plus particulièrement on veillera à respecter les dimensions maximales des saignées et réservations admises sans réduction de résistance aux charges. Si ces limites sont dépassées, il y a lieu de vérifier la résistance aux charges verticales, au cisaillement et à la flexion par le calcul. Les saignées sont de préférence découpées à la rainureuse. Elles sont réalisées avant application de l'enduit. Les scellements et rebouchage des saignées doivent être exécutés suivant les indications correspondantes au matériau principal utilisé (mortier ou plâtre).

#### 4.7 Enduits et revêtements

##### 4.7.1 Revêtements intérieurs

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

##### 4.7.2 Revêtements extérieurs

Un revêtement extérieur est obligatoire pour les murs extérieurs à simple paroi. Les enduits applicables sur cette maçonnerie sont pour supports de type Rt3 au sens du DTU 26.1 « Travaux d'enduits de mortier ».

## B. Résultats expérimentaux

### Mécanique : Rapport d'essais CSTB n° EEM 14 26047370

1. Résistance en compression verticale sur briques 1000 kN, soit 10 MPa (moyenne sur 6 essais)

#### 2. Essais sur mortier

	PAREX LANKO	MAPEI
Résistance en traction par flexion (MPa)	4.3	5.1
Résistance en compression (MPa)	17.2	25
Temps ouvert par adhérence à 10 min (Mpa)	0.4	0.9
Tack 15 et 30 min	Ok	ok

### 3. Essais sur murets de CALIBRIC R+ montées au Mortier Calibric

N° muret	Charge de rupture (kN)	Contrainte N/mm <sup>2</sup>
1	1049	5.1
2	1334	6.5
3	1406	6.9
4	1354	6.6
5	1543	7.6
moyenne	<b>1337</b>	<b>6.5</b>

#### Acoustique :

##### Rapport d'essais CSTB n°AC13-26048601

Brique	Revêtement intérieur	Revêtement extérieur	Rw(C, Ctr)
CALIBRIC R+	Aucun	15 mm enduit hydraulique	39 (0 ; -2) dB
CALIBRIC R+	Laine de roche 80 mm+ plaque de plâtre 10 mm	15 mm enduit hydraulique	56 (-2 ; -7) dB

##### FIC CERQUAL N°2012/AE01

Brique	Revêtement intérieur	Revêtement extérieur	Rw+Ctr
CALIBRIC R+	polystyrène acoustique 80 mm+ plaque de plâtre 13 mm	15 mm enduit ciment	47 dB

#### Sécurité incendie:

Appréciation de laboratoire EFECTIS n°14-A-041 du 17 janvier 2014

Classement : REI 30

Conditions de validité :

Revêtement extérieur : enduit hydraulique de 15 mm d'épaisseur ;

Revêtement intérieur : aucun ;

Chargement maximal : 100kN/m ;

Hauteur maximale : 2,85 m.

Appréciation de laboratoire EFECTIS n°EFR-14-001781 du 23 juillet 2014 et son extension 13/1

Classement : REI 30

Conditions de validité :

Revêtement extérieur : enduit hydraulique de 15 mm d'épaisseur ;

Revêtement intérieur : doublage polystyrène ou polyuréthane de 30 à 140mm + BA10 ou BA13 ; ou une plaque de BA 13 seule

Chargement maximal : 150 kN/m ;

Hauteur maximale : 2,85 m.

Appréciation de laboratoire EFECTIS n°ERF-15-00956 Du 17 avril 2015

Classement : REI 90

Conditions de validité :

Revêtement extérieur : enduit hydraulique de 15 mm d'épaisseur ;

Revêtement intérieur : doublage laine de roche 100+ BA10

Chargement maximal : 230 kN/m ;

Hauteur maximale : 2,85 m.

Extension de classement EFECTIS n°13/1 du 8 octobre 2014 du PV EFR-14-001781

Classement REI 30 :

Conditions de validité :

• Montage à joints minces de mortier

• Côté exposé : complexe de doublage collé 13 mm plâtre + 30 à 140 mm d'isolant en PSE ou en polyuréthane expansé

- Côté non exposé : enduit hydraulique projeté de 15 mm d'épaisseur
- Chargement centré uniformément réparti, valeur maximale : 150 kN/m
- Hauteur maximale : 2855 mm.

**Thermique :**

*Rapport PO15015-1 du CTMNC du 30 mars 2015*

Conductivité thermique utile du tesson : 0,60 W/(m.K)

Conductivité thermique utile du joint de mortier : 0,63 W/(m.K)

Joint verticaux	résistance thermique R du mur enduit 1 face (m2.K)/W
collés	1.16
Laissés secs	1.16

## C. Références

### 1. Données Environnementales et Sanitaires

Le produit CALIBRIC R+ de TERREAL ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) conforme à la norme NF P 01-010.

### 2. Chantiers réalisés

Listes de quelques références chantiers sur le produit CALIBRIC R+. Depuis le lancement, environ 1 000 000m<sup>2</sup> de briques ont été posés.

## Figures du Dossier Technique

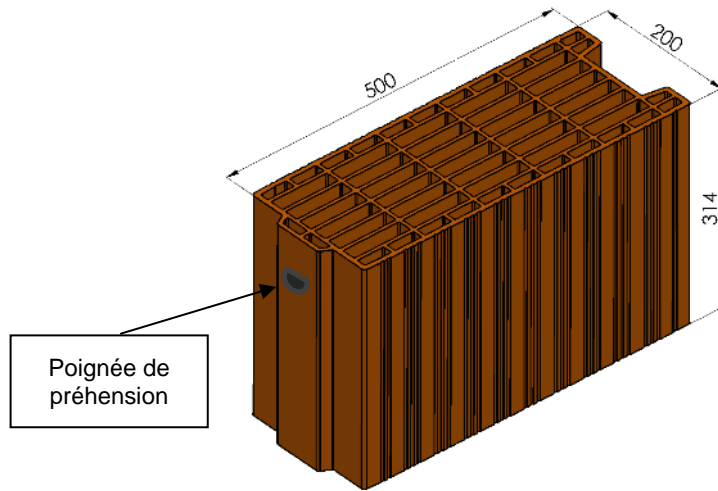


Figure 1 – CALIBRIC R+ : Brique en partie courante

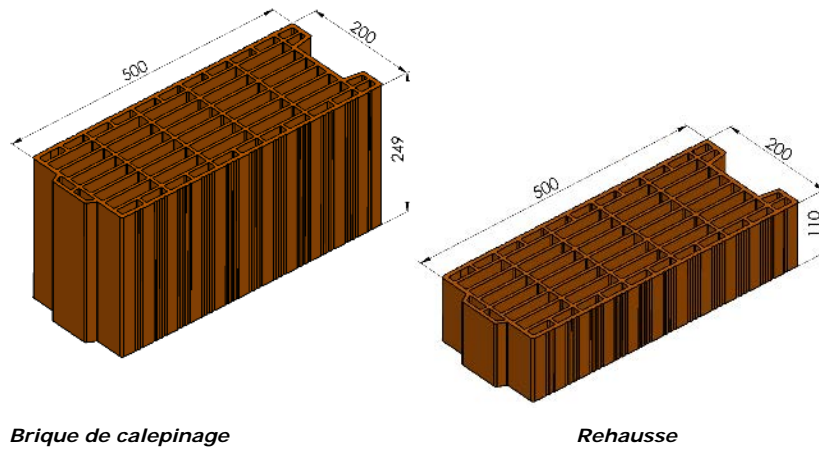


Figure 2 – CALIBRIC R+ Brique de calepinage/ Rehausse

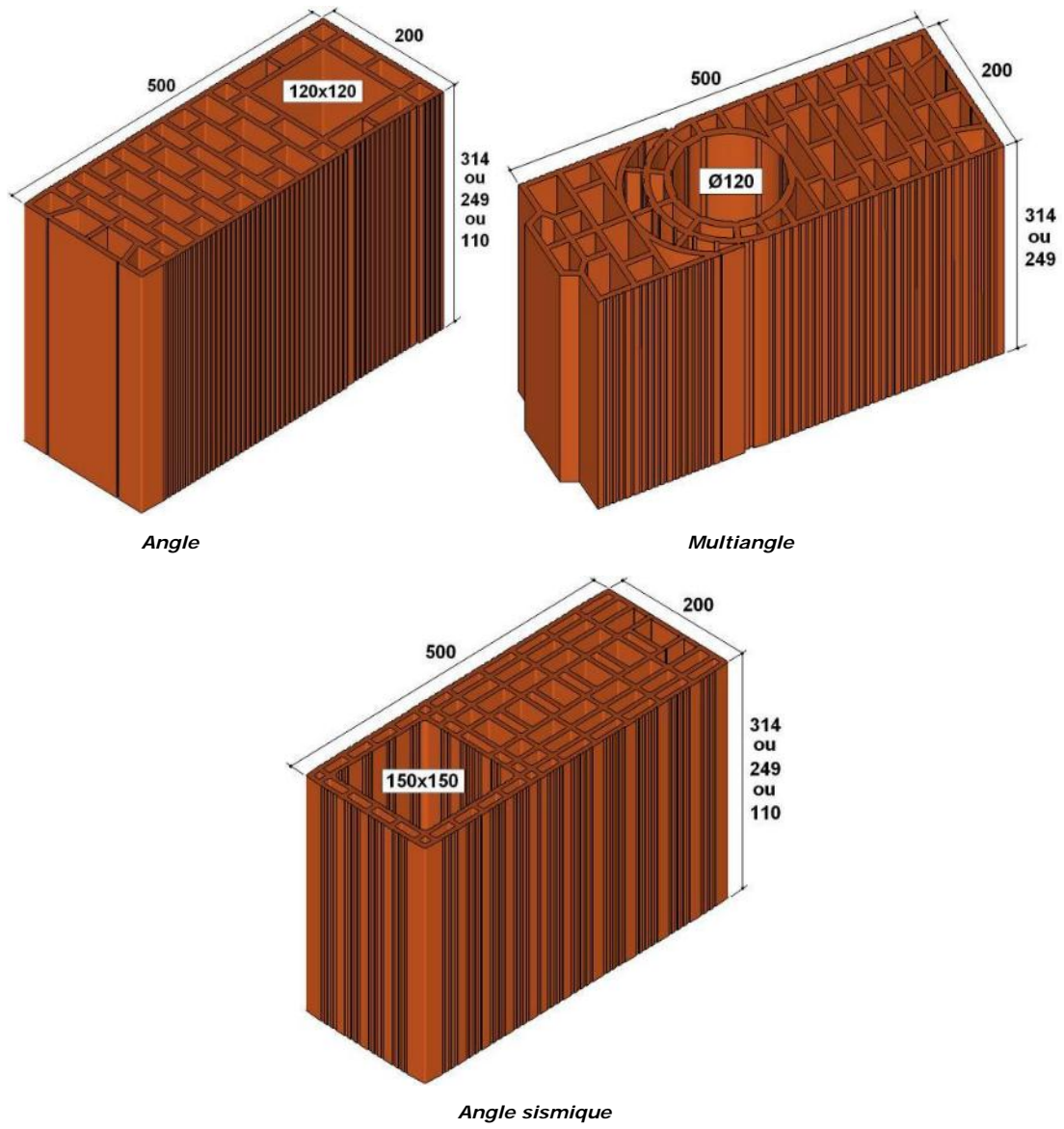


Figure 3 – CALIBRIC : Chainages verticaux

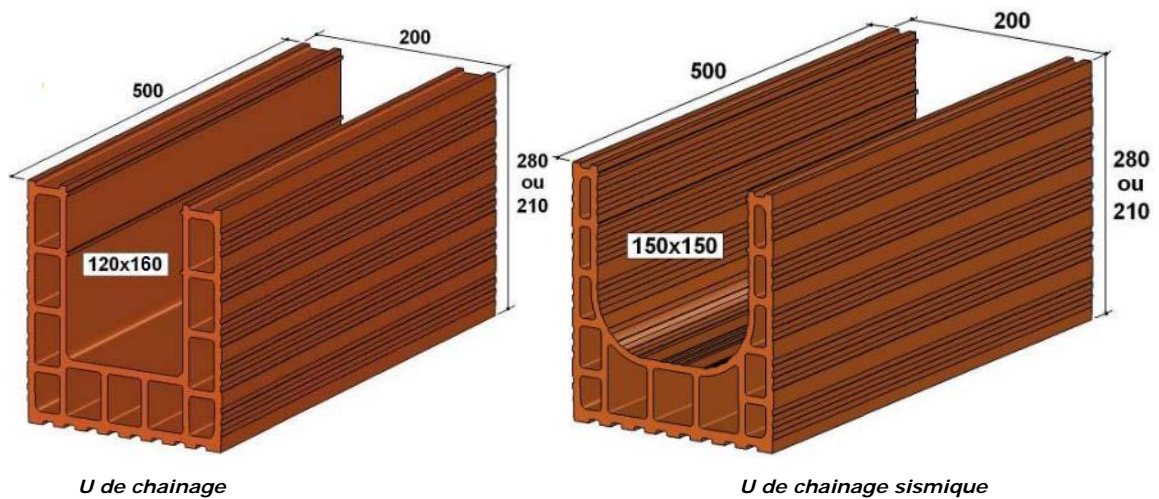


Figure 4 – CALIBRIC : Chainages horizontaux

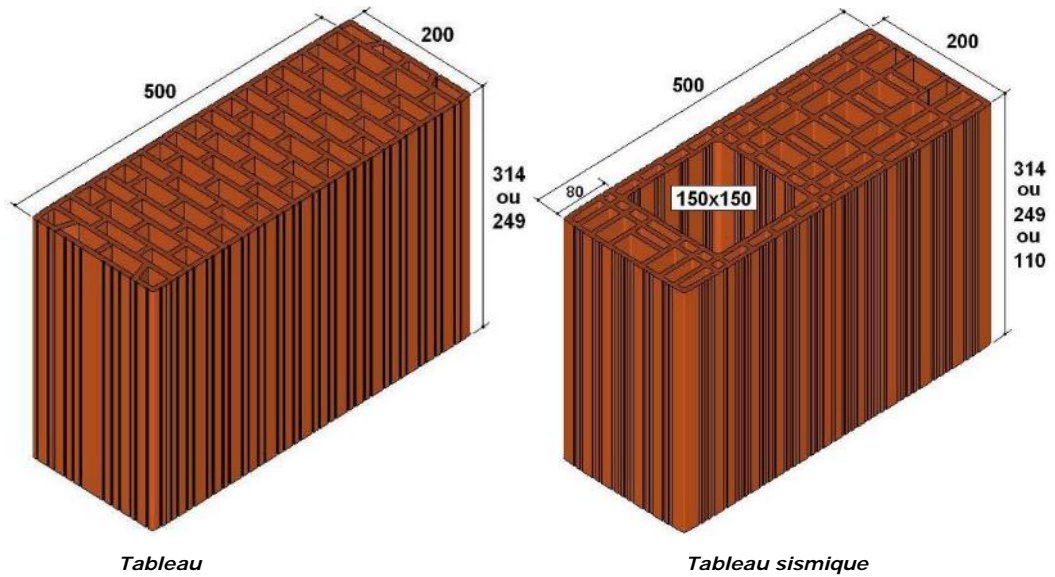


Figure 5 – CALIBRIC : Tableaux d'ouverture

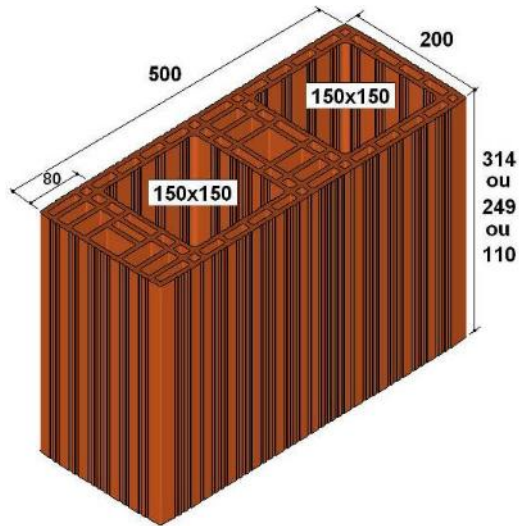


Figure 6 – CALIBRIC : Double Angles/ Tableau sismique

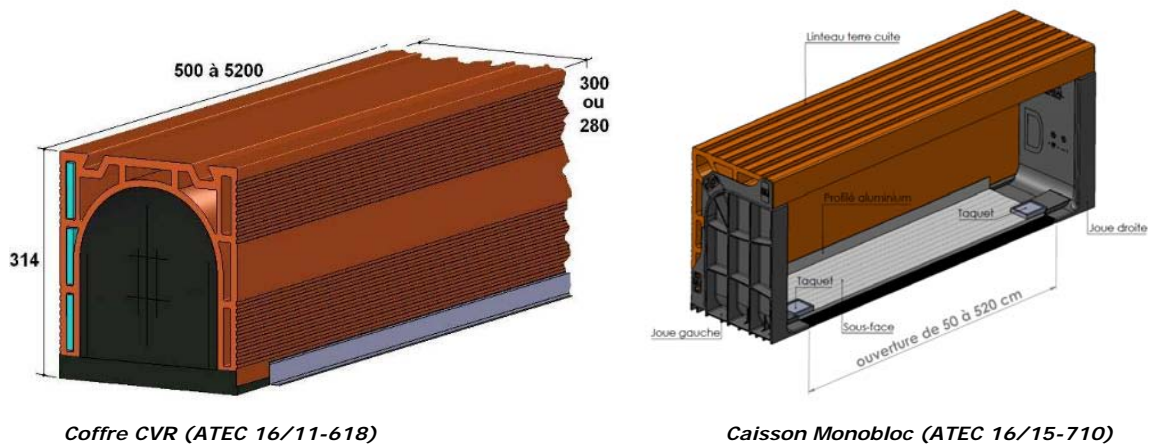


Figure 7 –Intégration volet roulant

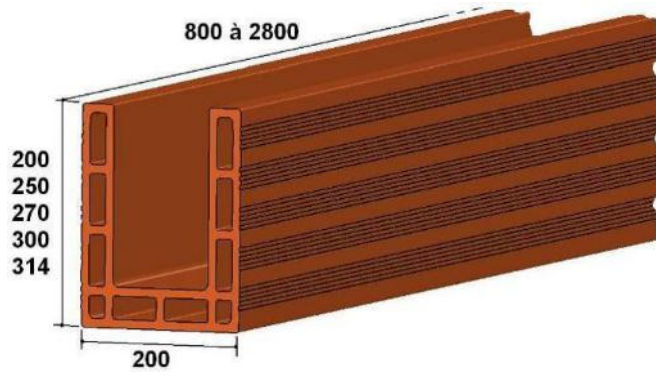
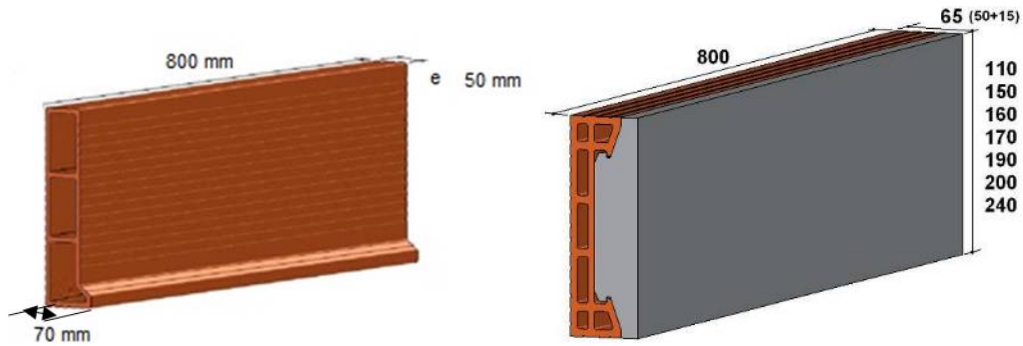


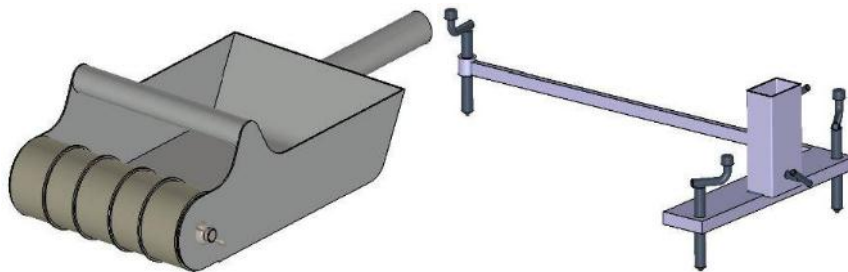
Figure 8 –Linteaux d'ouverture (Maxi-linteau ATEC 16/12-650)



Planelle classique

Planelle à rupture thermique (ATEC 16/12-651)

Figures 9 et 10 –About de planchers



Rouleau applicateur de colle

Platine d'arase métallique

Figure 11 –Outillage spécifique de mise en œuvre

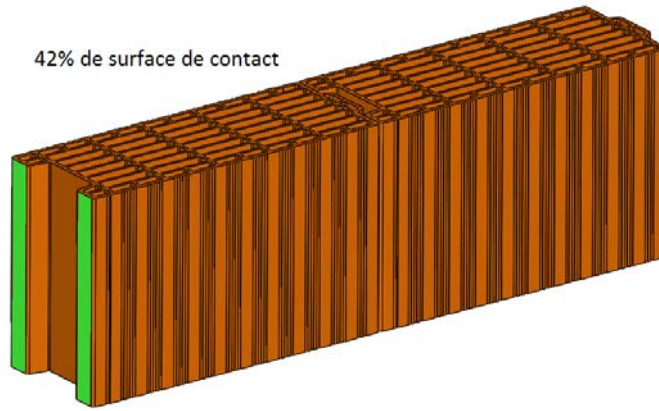
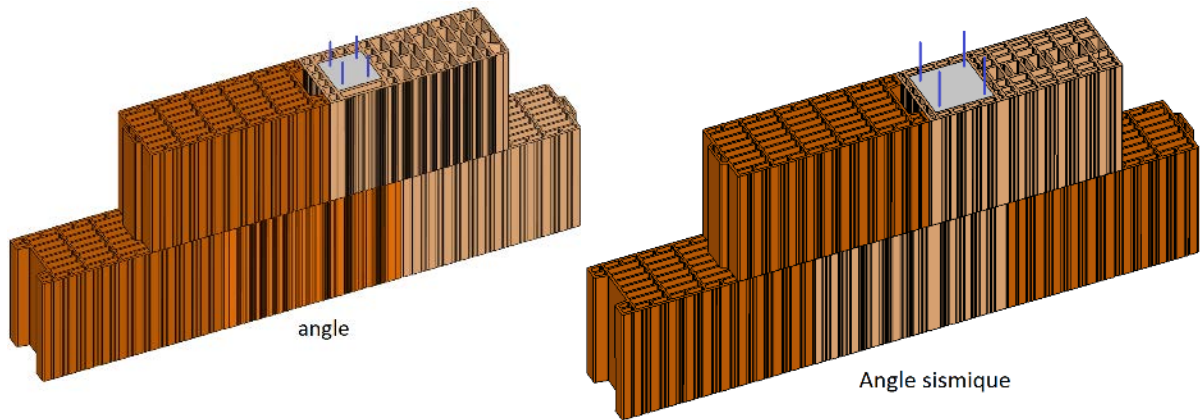


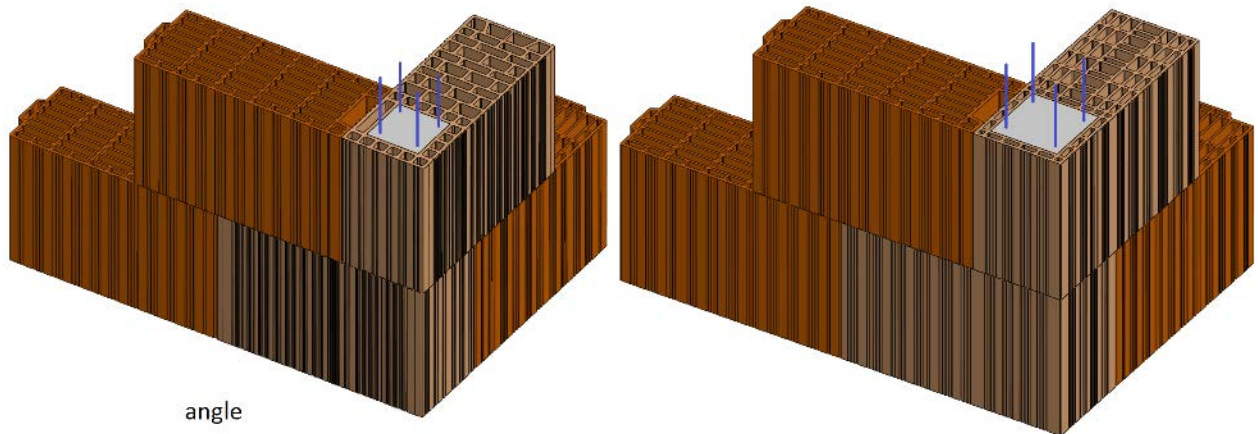
Figure 12 – CALIBRIC R+ : Surface de contact au niveau des joints verticaux (joints collés)



Zone non sismique

Zone sismique

Figure 13 – CALIBRIC R+ Chainage



Zone non sismique

Zone sismique

Figure 14 – CALIBRIC R+ Angle à 90°

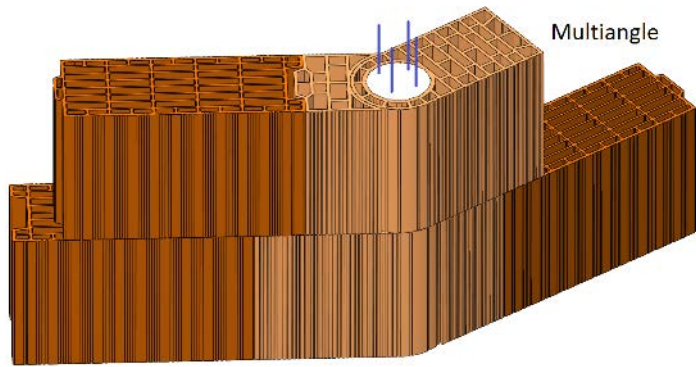


Figure 15 – CALIBRIC R+ Angle différent de 90°

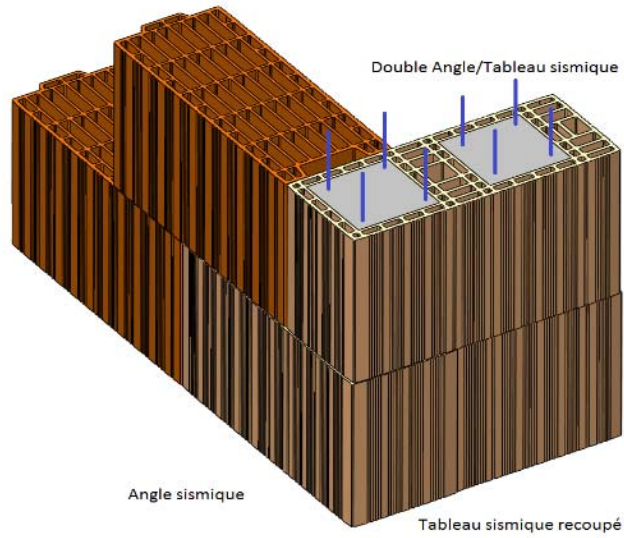


Figure 16 – CALIBRIC R+ Ouverture au droit d'un angle en zone sismique

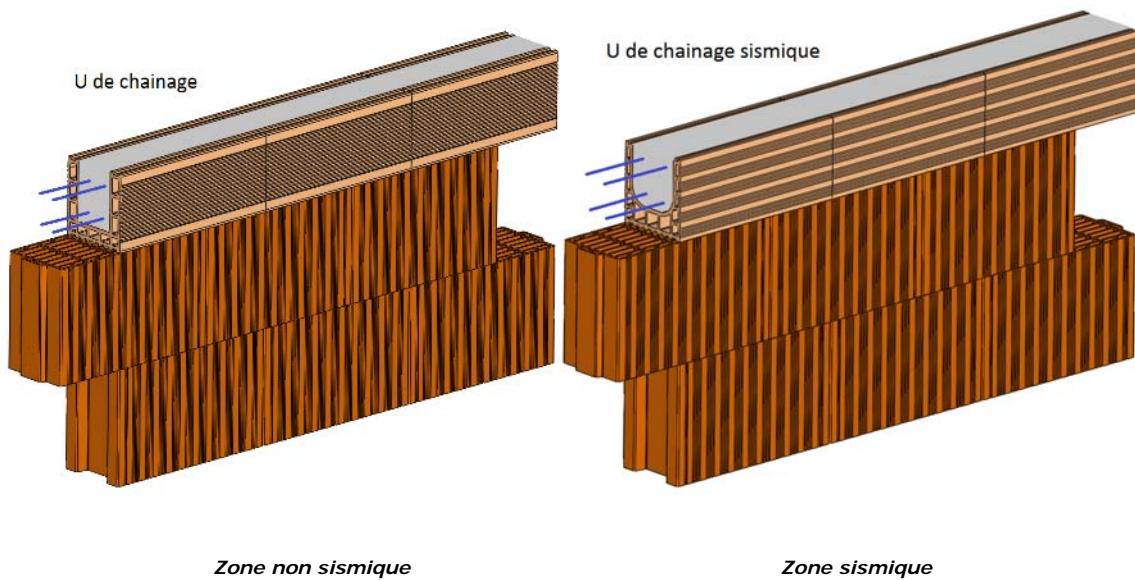
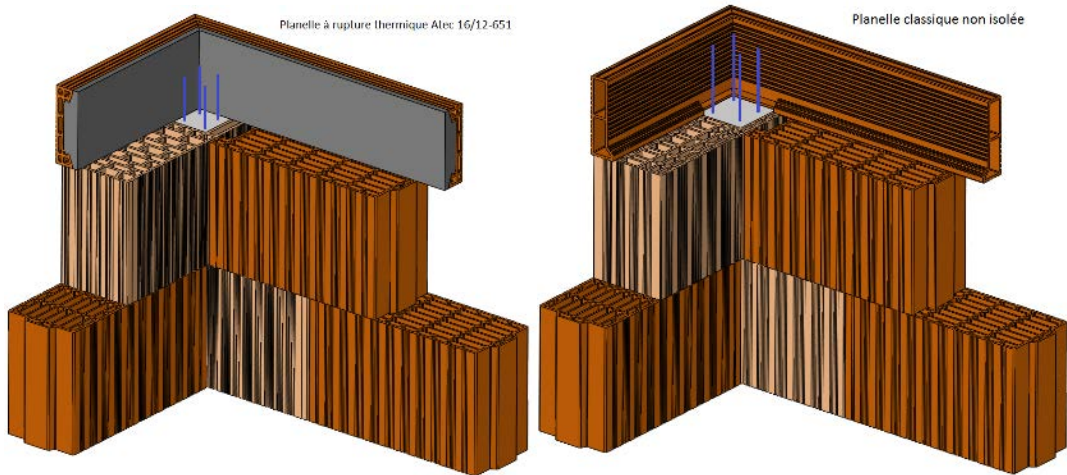


Figure 17 – CALIBRIC R+ Chainage horizontal (ceinture du dernier niveau)

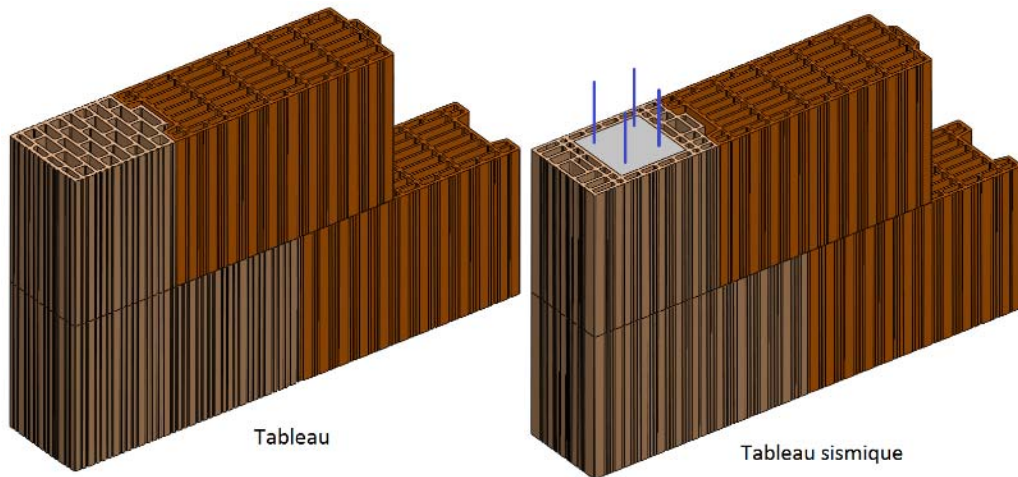




*Zone non sismique*

*Zone sismique*

**Figure 18 – CALIBRIC R+ Chainage horizontal (ceinture des planchers)**



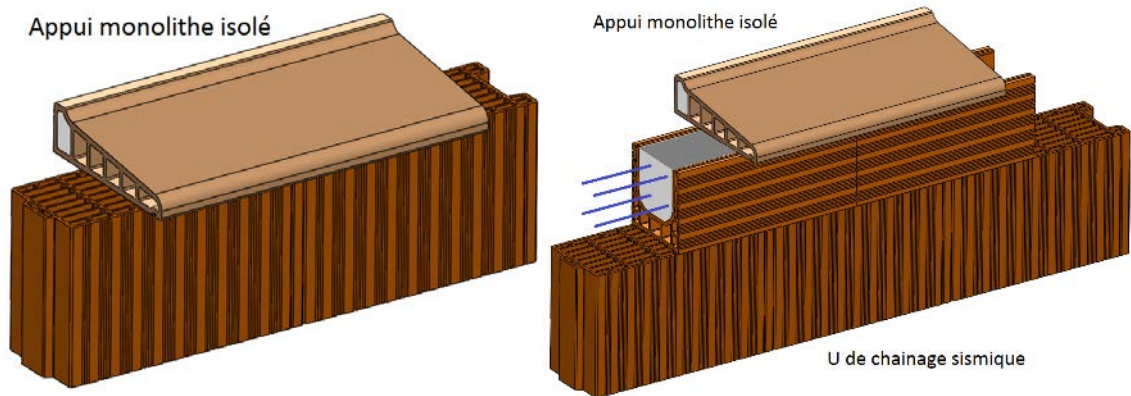
Tableau

Tableau sismique

*Zone non sismique*

*Zone sismique*

**Figure 19 – CALIBRIC R+ Tableau d'ouverture**



Appui monolithe isolé

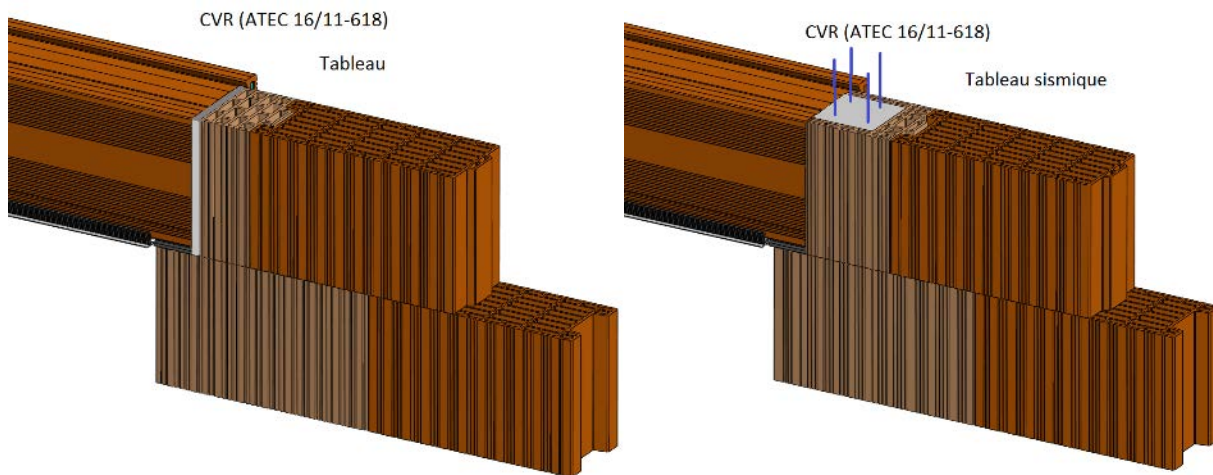
Appui monolithe isolé

U de chainage sismique

*Zone non sismique*

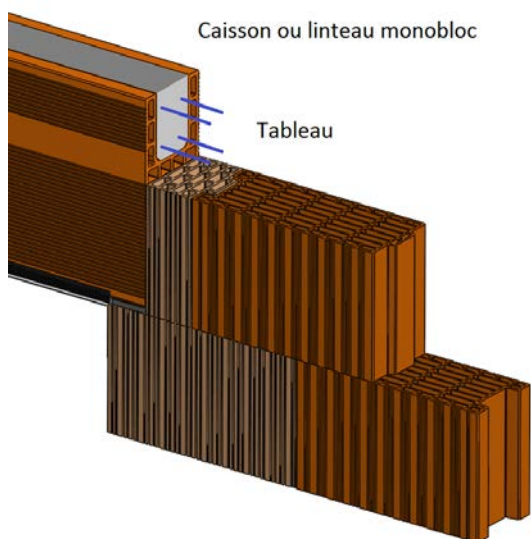
*Zone sismique*

**Figure 20 – CALIBRIC R+ Appui d'ouverture monolithe**



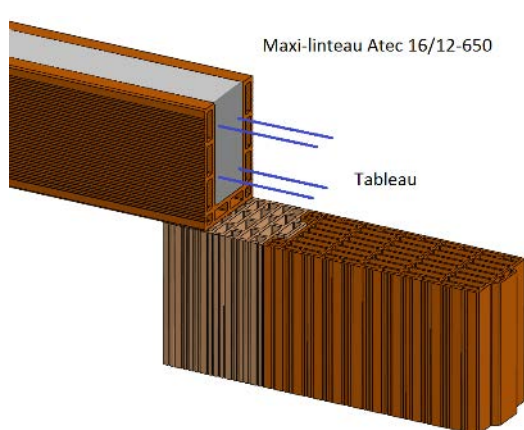
*CVR en zone non sismique*

*CVR en zone sismique*



*Caisson en zone non sismique*

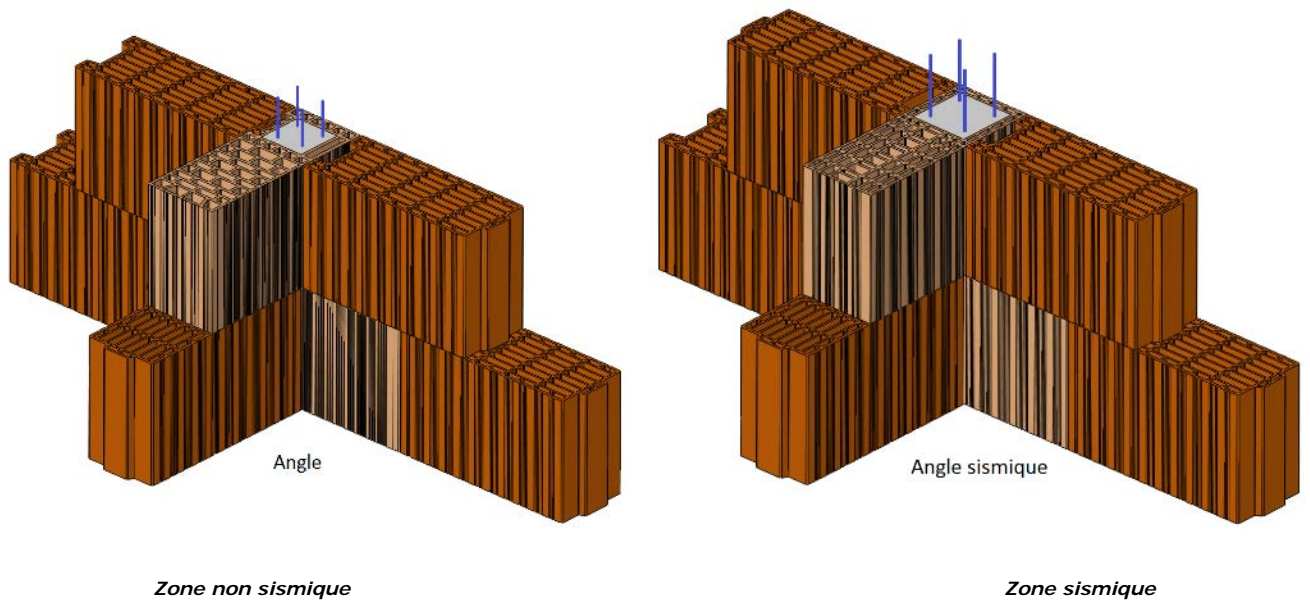
*Caisson en zone sismique*



*Maxi-linteau en zone non sismique*

*Maxi-linteau en zone sismique*

**Figure 21 – CALIBRIC R+ Linteau d'ouverture**



Zone non sismique

Zone sismique

Figure 22 – CALIBRIC R+ Refend

### Planelle de 5cm

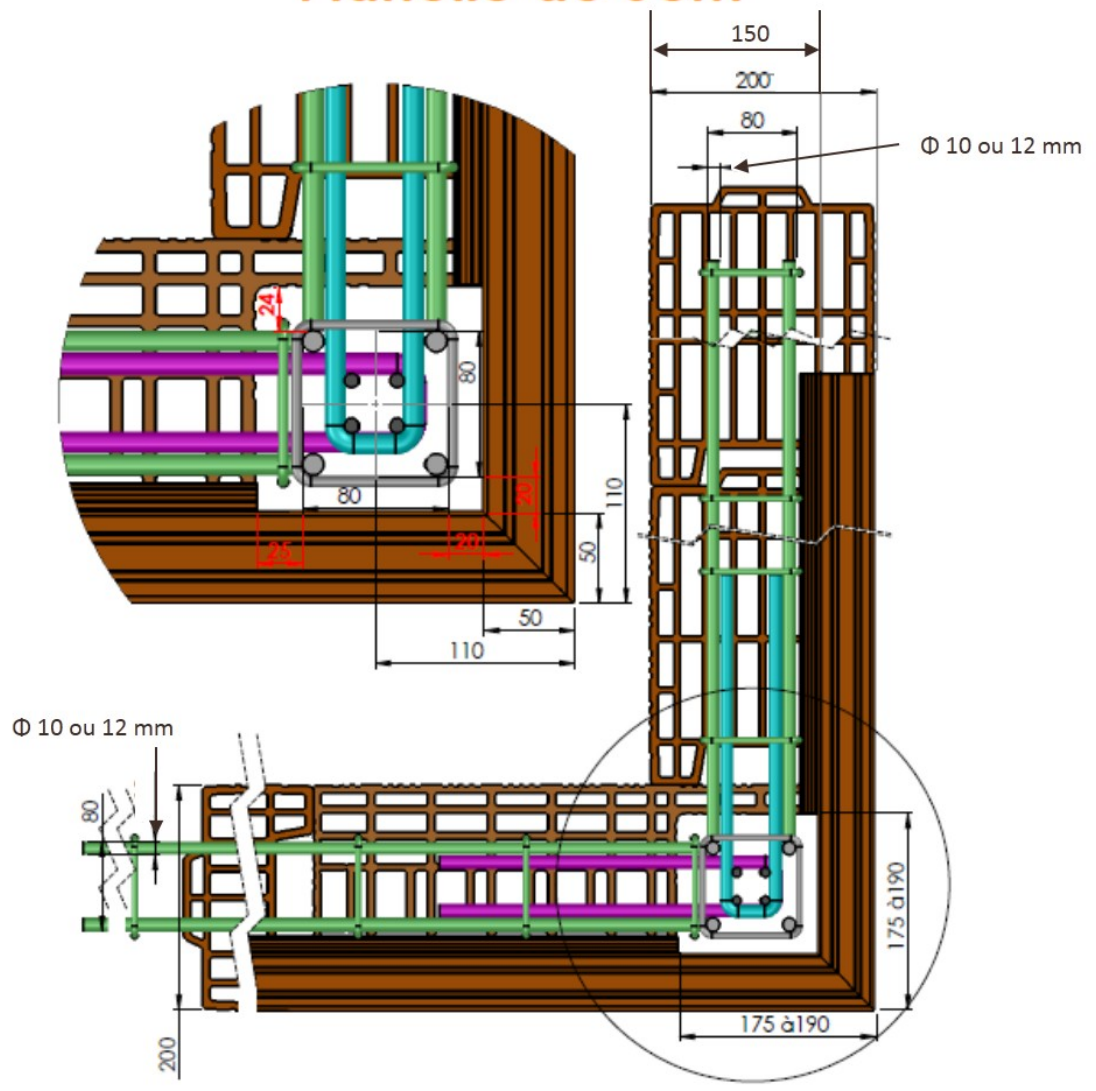


Figure 23 – coupes horizontales sur planelles

## Planelle de 5cm

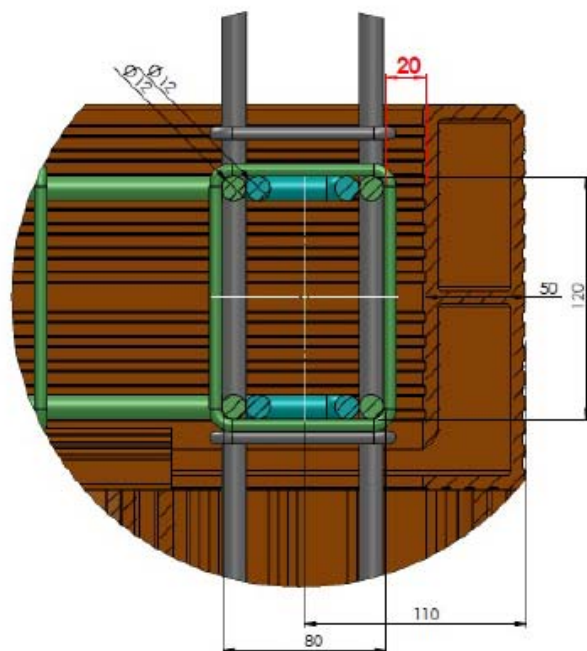


Figure 24 – coupe verticale sur planelle