DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

16/16-746_V1

Valide du **31 octobre 2024**

au **31 octobre 2030**

Sur le procédé

STEPOC

Famille de produit/Procédé : Bloc de coffrage

Titulaire(s) : Société SEP STEPOC

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

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

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)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Cette révision, examinée par le GS n° 16 le 04 avril 2024, annule et remplace le Document Technique d'Application n°16/16-746 avec une mise à jour du document et retrait d'une usine de fabrication.	AKKAOUI Abdessamad	ESTEVE Stéphane

Descripteur :

Maçonnerie de blocs de coffrage en béton de granulats courants (pour les blocs d'épaisseurs 20 et 30 cm) ou légers (pour les blocs d'épaisseur 15 cm) destinés à la réalisation de murs par empilage à sec et remplissage à l'aide de béton de granulats courants. Pour permettre l'empilage à sec, la hauteur des blocs est calibrée en usine par dépôt de cordons continus de ciment ou usinage par rectification.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.1.1. Zone géographique 4
1.1.2. Ouvrages visés 4
1.2. Appréciation 4
1.2.1. Appréciation sur le procédé 4
1.2.2. Durabilité 6
1.2.3. Impacts environnementaux 6
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 6
2. Dossier Technique 7
2.1. Mode de commercialisation 7
2.1.1. Coordonnées 7
2.1.2. Mise sur le marché 7
2.1.3. Identification des produits 7
2.2. Description 7
2.2.1. Principe 7
2.2.2. Caractéristiques des composants 7
2.3. Dispositions de conception 8
2.3.1. Sécurité incendie 8
2.3.2. Prescriptions de conceptions et calculs 8
2.3.3. Utilisation en zones sismiques 10
2.3.4. Etanchéité 11
2.4. Dispositions de mise en œuvre 11
2.4.1. Pose de la maçonnerie 11
2.4.2. Mise en place du ferraillage 12
2.4.3. Remplissage 12
2.4.4. Réalisation des points singuliers 12
2.4.5. Dispositions particulières des murs non porteurs 13
2.4.6. Finitions et revêtements 13
2.5. Maintien en service du produit ou procédé 13
2.6. Traitement en fin de vie 13
2.7. Assistance technique 13
2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 13
2.8.1. Fabrication 14
2.8.2. Contrôles 14
2.9. Mention des justificatifs 14
2.9.1. Résultats expérimentaux 14
2.9.2. Références chantiers 15
2.10. Annexes du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 16
2.10.1. Annexe 1- Tableaux 16
2.10.2. Annexe 2 - Figures 18

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

Seuls les blocs STEPOC de 30 cm peuvent être utilisés pour la réalisation d'ouvrages en maçonnerie chaînée (confinée au sens de la NF-EN-1996-1) nécessitant des prescriptions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié (Zones 1 à 4 uniquement).

1.1.2. Ouvrages visés

Ce procédé constitué de blocs STEPOC relevant de la norme EN 15435 est destiné à laréalisation de murs porteurs ou non porteurs de bâtiments d'habitation collective, ERP, bureaux, établissements sanitaires et scolaires, et plus généralement tous types de bâtiments à usage commercial, industriel ou agricole.

Les limitations résultent de l'application des règles de conception et de calcul données dans le Dossier Technique et du respect du domaine d'emploi de l'Appréciation de laboratoire AL16-195 relative à la résistance au feu.

Les conditions d'exposition acceptées sont celles définies dans la NF DTU 20.1 P3 « Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 3 : Dispositions constructives minimales » :

- Pour les murs isolés par l'intérieur, celles définies pour les murs de type IIa, IIb ou III
- Pour les murs isolés par l'extérieur, celles définies pour les murs de type XI ou XII.

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation de murs de soubassement de hauteur maximum de 2,40 m, ainsi que pour la réalisation d'acrotères bas.

Les murs de soutènement et les acrotères hauts ne sont pas visés par le présent Avis.

Les blocs STEPOC de 15 cm ne sont utilisables que pour des murs non porteurs.

1.2. Appréciation

1.2.1. Appréciation sur le procédé

1.2.1.1. Stabilité

La stabilité des murs réalisés à partir de blocs STEPOC est normalement assurée dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de mise en œuvre précisées dans le Dossier Technique.

En particulier, on doit considérer que la transmission des charges verticales ne s'effectue que par le noyau du béton de remplissage.

1.2.1.2. Pose en zones sismiques

Les bâtiments visés dans le domaine d'application du « Guide de construction parasismique des maisons individuelles et son erratum – DHUP CPMI-EC8 zones 3 et 4 édition d'août 2021 » peuvent en particulier être conçus et réalisées avec ce procédé en accord avec ces mêmes règles.

Seuls les blocs STEPOC de 30 cm peuvent être utilisés en zone sismique pour la réalisation d'ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, sous réserve de respecter les prescriptions détaillées dans le paragraphe 2.3.3.

1.2.1.3. Sécurité en cas d'incendie

Résistance au feu

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation incendie pour le domaine d'emploi visé, dans la limite du domaine de validité de l'Appréciation de Laboratoire n°AL16-195 établie par le CSTB. Cette dernière permet d'attester de performances de résistance au feu REI 30 pour les blocs STEPOC de 20 et de 30 cm dans les conditions données dans ce document, et rappelées au § 2.3.1. Le chargement vertical de ces murs est limité à 120 kN/m pour les blocs de 20 cm et à 220 kN/m pour les blocs de 30 cm (pour un mur de hauteur maximale de 3,00 m).

Les blocs STEPOC de 15 cm ne dispose pas de performance de résistance au feu.

Réaction au feu

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.

1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé ne présente pas de risque particulier de ce point de vue.

Moyennant les précautions indiquées dans le § 2.4 du Dossier Technique, la stabilité des murs en cours de construction, notamment vis-à-vis des sollicitations dues au vent, est convenablement assurée.

Le poids des différents blocs de la gamme est donné dans le tableau suivant :

- Cf. Tableau 2 - Caractéristiques des différents blocs de la gamme STEPOC

Les masses des blocs de 15 et 20 cm sont inférieurs à la charge maximale sous condition de manutention (≤ 25 kg) définie par la norme NF X35-109.

En ce qui concerne le STEPOC de 30, il convient d'employer des moyens de levage mécaniques afin de mettre à hauteur les produits pour limiter la manutention des blocs.

1.2.1.5. Isolation thermique

Le procédé peut permettre de satisfaire aux exigences réglementaires étant entendu que le respect de ces exigences ne dépend pas du seul procédé et qu'une vérification par le calcul, conduite conformément aux règles Th-Bat en vigueur (cf. valeurs par défaut des règles Th-Bat, paragraphe 2.2.2.1.1 béton plein, densité 2000 <ρ<2300) doit être conduite en intégrant une isolation rapportée.

1.2.1.6. Isolement acoustique

Aucune performance acoustique n'a été déterminée par essais pour le procédé.

Les performances acoustiques du procédé constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur (arrêtés du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation, du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignements, et établissements de santé). Trois approches sont utilisables pour cela :

- le calcul par logiciel ACOUBAT (selon NF EN 12354-1 à 5) ;
- le référentiel QUALITEL acoustique ;
- ou les Exemples de Solutions Acoustiques (publié en janvier 2014 par la DHUP).

Sous réserve d'un remplissage soigné et de l'application d'un enduit, les performances d'une paroi en blocs STEPOC non doublée peuvent être évaluées en application du chapitre 4.4.2 du référentiel Qualitel acoustique à Rw + Ctr= 55, 57 ou 65 dB respectivement pour des maçonneries de 150, 200 ou de 300 mm d'épaisseur.

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

1.2.1.7. Etanchéité des murs

L'étanchéité à l'eau des murs de façade est convenablement assurée, moyennant le respect des conditions d'exposition à la pluie et au vent définies dans la NF DTU 20.1 « Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs - Partie 3 : Dispositions constructives minimales ».

1.2.1.8. Finition - aspect

Les finitions prévues sont celles classiques pour les maçonneries en blocs de béton.

1.2.1.9. Aspects sanitaires

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

1.2.1.10. Fabrication

La fabrication des blocs STEPOC ne diffère pas dans son principe de celle classique des blocs en béton de granulats courants. Elle nécessite néanmoins un soin particulier pour assurer la précision dimensionnelle des produits. Cette opération consiste en un surfaçage par dépose et rectification d'un cordon continu de ciment sur la tranche supérieure des blocs.

Une constance convenable de qualité des blocs STEPOC est assurée sous réserve que les contrôles définis au § 2.8.2 sont appliqués dans les différentes usines de fabrication.

1.2.1.11. Mise en œuvre

La mise en œuvre des blocs en élévation, simple par son principe d'empilage à sec, nécessite une attention particulière pour la pose du premier rang, la réalisation correcte de la géométrie des murs, le rattrapage éventuel de niveau tous les six rangs et la mise en œuvre des éléments spéciaux destinés à la réalisation des points singuliers.

Le titulaire de cet Avis Technique est tenu d'apporter son assistance technique aux concepteurs des bâtiments qu'il est prévu de réaliser selon ce procédé ainsi qu'aux entreprises, notamment au démarrage des chantiers.

1.2.2. Durabilité

Les matériaux constitutifs du mur ne posent pas de problème de durabilité intrinsèque. La durabilité des parements intérieurs en plaques de plâtre peut être estimée similaire à celle des parements identiques appliqués sur supports traditionnels.

La durabilité des maçonneries en blocs STEPOC est équivalente à celle des maçonneries traditionnelles en blocs de béton de même nature.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé STEPOC 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.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé, utilisé en France depuis de très nombreuses années, n'a pas subi de modification de principe depuis le dernier examen. Les applications en acrotères bas et en murs de soubassement sont décrites dans le Dossier Technique et font l'objet des prescriptions particulières données dans le présent Avis.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société SEP Stepoc
p Route de Blangy
BP 1
FR-76117 Incheville
Tél. : 03.22 60 21 10
Fax : 03 22 60 21 15
E-mail : betomab@wanadoo.fr

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n°305/2011, le produit fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 15435.

Les produits conformes à cette DdP son identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification des produits

Les produits sont conditionnés par palettes avec une fiche indiquant désignation du produit, le lieu et la date de fabrication.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le bloc STEPOC est un procédé de construction de murs en maçonnerie destiné à la réalisation de murs, porteurs ou non, en élévation ou en sous-sol, par assemblage de bloc coffrant en béton de granulats courants (pour les blocs d'épaisseurs 20 et 30 cm) ou légers (pour les blocs d'épaisseur 15 cm). Le procédé consiste à empiler à sec des blocs de coffrage en béton, à joints verticaux, décalés d'un lit sur l'autre, et à remplir à l'aide de béton de granulats courants.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Blocs STEPOC

Les blocs STEPOC sont des blocs creux en béton de granulats courants ou légers destinés à recevoir un enduit extérieur.

La gamme est disponible en trois épaisseurs différentes (15, 20 ou 30 cm) comportant pour chacune d'elles un bloc courant, un module d'extrémité servant également à la réalisation des angles ainsi qu'un bloc 1/3.

- Cf. Figure 1 – STEPOC de 15 cm
- Cf. Figure 2 – STEPOC de 20 cm
- Cf. Figure 3 – STEPOC de 30 cm

Les caractéristiques dimensionnelles sont données dans le tableau suivant :

- Cf. Tableau 1 - Caractéristiques dimensionnelles des blocs STEPOC

Les blocs STEPOC de 15 cm ne sont utilisables que pour des murs non porteurs.

2.2.2.2. Le béton de remplissage

Le béton de remplissage utilisé est un béton de granulats courants BPS C25/30, de consistance S4 conforme à la norme NF EN 206+A2/CN, et non vibré.

Le diamètre maximum des granulats (Dmax) doit être de 10 mm pour les blocs STEPOC de 15 cm et de Dmax 12 mm pour les blocs STEPOC de 20 et 30 cm conformément au NF DTU 20.1 P1-2.

2.2.2.3. Les armatures

Les armatures utilisées doivent être conformes aux prescriptions du NF DTU 20.1.

2.2.2.4. Revêtements associés

2.2.2.4.1. Revêtements extérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur prévue :

- Un enduit traditionnel d'imperméabilisation monocouche OC1, OC2 ou OC3 au sens de la norme NF EN 998-1 ou un mortier d'enduit d'usage courant GP au sens de la norme NF EN 998-1 de classe maximale CS IV est appliqué.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur :

- Tout système d'isolation thermique par l'extérieur ayant fait l'objet d'un Agrément Technique Européen et d'un DTA visant un support en maçonnerie de blocs en béton de granulats courants.

2.2.2.4.2. Revêtements intérieurs

Dans le cas d'une isolation par l'intérieur :

- Un complexe de doublage plaque de plâtre selon NF DTU 25.42.
- Contre-cloison en doublage selon NF DTU 25.41 ou système de doublage sous Avis Technique en cours de validité.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur prévue :

- Un enduit traditionnel au plâtre selon NF DTU 25.1.
- Plaques de plâtre collées selon NF DTU 25.41.

2.3. Dispositions de conception

Les murs en béton doivent être conçus conformément aux prescriptions de section 12 de la norme NF EN 1992-1-1, exception faite des armatures de peau qui ne sont pas nécessaires. La stabilité du voile doit être justifiée par l'application de la cette norme en tenant compte des prescriptions ci-après du Dossier technique.

Des joints de dilatation et de retrait sont nécessaires tous les 15 m, sauf si les murs comportent les dispositions d'armatures telles que prévues dans la norme au § 5.7.7 du NF DTU 20.1 P1-1 et du § 4.2 NF DTU 20.1 P3.

Les espacements entre joints de dilatation et de retrait peuvent respecter les valeurs prescrites au § 4.2.3 du NF DTU 20.1 P3. Pour les murs STEPOC de longueur > 15 m sans joints de dilatation et de retrait, les dispositions d'armatures sont d'au moins :

- Armatures horizontales : 0,96 cm^2 d'acier par mètre linéaire avec un espacement maximal de 33 cm soit 2 HA 8 (sur une rangée de deux blocs STEPOC) ;
- Armatures verticales : 0,48 cm^2 d'acier par mètre linéaire avec un espacement maximal de 50 cm soit 2 HA 6 tous les 50 cm au long du murs STEPOC.

- Cf. Figure 11 – Disposition des armatures dans le cas de mur > 15 m sans joints de dilatation et de retrait

2.3.1. Sécurité incendie

L'appréciation de laboratoire n°AL16-195 établie par le CSTB conclut à un classement REI30 assorti des conditions d'utilisation suivantes.

- Capacités portantes : 120 kN/m pour les blocs de 20 cm et 220 kN/m pour les blocs de 30 cm ;
- hauteur maximale des murs : 3,00 m ;
- Béton de remplissage : tel que défini au § 2.2.2.2.

2.3.2. Prescriptions de conceptions et calculs

Les données nécessaires aux vérifications ci-après sont synthétisées dans le tableau suivant :
- Cf. Tableau 6 – Données essentielles aux vérifications

2.3.2.1. Résistance sous charges verticales

Pour la justification sous sollicitations normales, la section résistante à prendre en compte est celle du noyau du béton de remplissage. Les principales hypothèses de calcul retenues pour le calcul des résistances sous charges verticales :

- Murs de rive avec planchers totalement appuyés sur le noyau et de mur de refend ;
- La résistance en compression simple du béton de remplissage fck est de 25 MPa au minimum (classe de résistance C25/30 au minimum).
- Pour la résistance de calcul en compression, un coefficient minorateur de 0,8 doit être considéré sur la résistance caractéristique f_{ck} du béton de remplissage en application du §7.3.1.2 NF DTU 20.1 P3.
- L'élancement géométrique du mur est limité à 25 ;
- γ_M est le coefficient partiel de sécurité pris égal à 2,5 en situation normale et 1,67 en situation sismique.

Les jonctions constituées par simple juxtaposition d'un mur de refend et d'un mur filant de façade ne doivent pas être prises en compte pour la transmission d'efforts entre ces deux ouvrages.

Les dimensions horizontales et verticales des ouvrages, doivent être, si possible, multiples des modules propres au procédé afin de simplifier l'exécution des points singuliers.

L'élancement du mur sera calculé en prenant en compte l'épaisseur totale des blocs utilisés et les hauteurs de murs limitées aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

- Cf. Tableau 3 - Hauteurs limites de murs en fonction des épaisseurs de blocs STEPOC

A défaut d'autre justification par le calcul et sous réserve d'utiliser un béton de remplissage de résistance caractéristique d'au moins 25 MPa, la résistance de calcul d'un mur en blocs STEPOC en partie courante et en chargement excentré pourra être prise égale aux valeurs données dans le tableau suivant :

- Cf. Tableau 4 - Résistance de calcul d'un mur en blocs STEPOC .

Les blocs STEPOC de 15 cm d'épaisseur en béton de granulats légers ne doivent pas être utilisés en murs porteurs.

2.3.2.1.1. Murs en blocs STEPOC de 20 cm (noyau de 12 cm)

Pour les murs en blocs STEPOC de 20 cm, les calculs ne pouvant être réalisés selon la section 12 de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale sur la base d'un noyau résistant en béton de remplissage de 120 mm d'épaisseur (l'épaisseur minimale requise étant de 150 mm), les calculs sont réalisés selon la norme NF DTU 20.1 applicable aux murs en maçonnerie.

- Le coefficient de réduction Φ est calculé selon la norme NF DTU 20.1 P3 §7.5.1 en considérant :
  - L'effort normal sollicitant à l'ELU N_{Ed} est transmis uniquement par le plancher : $N_{Ed} = N_{Edp}$ (hypothèse sécuritaire compte-tenu que la prise en compte de la charge apportée par le mur notée N_{Edm} diminue l'excentricité totale e_{tot}.
  - Pour l'excentricité totale de 20 mm considérant une répartition triangulaire des charges du plancher totalement appuyé sur le noyau
  - Pour la hauteur effective, un coefficient β de 0,75 affecté à la hauteur libre du mur.

L'effort normal résistant de calcul d'un mur en maçonnerie est calculé conformément au §7. 5.1 du NF DTU 20.1 P3 pour les murs soumis principalement à un chargement vertical à l'ELU :

$$N_{Rd} = l \times t \times f_d \times \Phi$$

Avec :

- l la largeur de la section (=longueur du mur) ;
- t l'épaisseur du mur en maçonnerie. Cette épaisseur sera prise égale à celle du noyau de remplissage de 120 mm ;
- f_d la résistance de calcul en compression de la maçonnerie en bloc de coffrage, prise égale à f_k/γ_M, avec f_k calculée conformément au §7.3.1.2 de la norme NF DTU 20.1 P3 ;
- Φ un facteur prenant en compte l'excentricité et incluant les effets du second ordre ainsi que les effets normaux de fluage (= coefficient de réduction).

Le tableau suivant récapitule les valeurs de Nrd selon la note de calcul (CERIB n° 048737-A) :

- Cf. Tableau 4 - Résistance de calcul d'un mur en blocs STEPOC

2.3.2.1.2. Murs en blocs STEPOC de 30 cm (noyau de 22 cm)

Pour les murs en blocs STEPOC de 30 cm, le calcul est réalisé en application de la section 12.6.5.2(1) de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale.

- Le coefficient de réduction Φ est calculé selon la section 12.6.5.2(1) de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale en considérant :
  - Pour l'excentricité totale e_{tot} : 20 mm ;
  - Pour la longueur de flambement l_0, un coefficient β de 0,75 affecté à la hauteur libre du mur ;
- L'élancement λ du mur (=l_0/i au sens de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale) est limité à 120.

L'effort normal résistant par mètre de longueur de mur (N_{rd}), exprimé en MN/m, constitué d'un noyau de béton d'épaisseur h_w est calculé de la manière suivante :

$$N_{Rd} = b \times h_w \times f_{cd,pl} \times \Phi$$

Où :

- b la largeur de la section (=longueur du mur) ;
- h_w la profondeur totale de la section (=épaisseur du noyau) ;
- $f_{cd,pl}$ la résistance de calcul en compression du béton de remplissage en MPa ;
- Φ est un facteur prenant en compte l'excentricité totale incluant les effets du second ordre ainsi que les effets normaux de fluage (= coefficient de réduction), selon la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale ;

Le tableau suivant récapitule les valeurs de Nrd selon la note de calcul (CERIB n° 048709-A) :

- Cf. Tableau 4 - Résistance de calcul d'un mur en blocs STEPOC

2.3.2.2. 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 trois vérifications suivantes : - Le non-écrasement de la zone comprimée de la maçonnerie en pied de mur ;

-	L'absence de rupture prématuré par cisaillement à l'interface éléments de maçonnerie/joint horizontal ;
-	La vérification de la résistance en traction des armatures de chaînages verticaux.

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

Cette vérification de non-écrasement s'écrit :

$$\frac{2.\frac{V_{Ed}}{N_{Ed}}.\frac{h}{l}+l}{l_c.(l-\frac{l_c}{3})}.N_{Ed}.l \leq N_{RD}$$

Avec :

- V_{Ed} : force horizontale appliquées au mur, exprimée en MN ;
- N_{Ed} : force verticale appliquée, exprimée en MN/m ;
- l et h : respectivement longueur et hauteur du mur, exprimées en mètres ;
- l_c : longueur comprimée du mur (cf. § 8.8 de l'EN 1996-1-1), exprimée en mètres,

Le tableau ci-après donne l_c en fonction de la longueur du mur et du rapport $V_{Ed}/(l.N_{Ed})$:

- Cf. Tableau 5 - l_c en fonction de la longueur du mur et du rapport $V_{Ed}/(l.N_{Ed})$

2.3.2.2.2. L'absence de rupture prématuré par cisaillement à l'interface éléments de maçonnerie/ joint horizontal

Cette justification est à vérifier en utilisant le modèle de cisaillement décrit au 8.8 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 :

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

Avec :

- f_{vk} : résistance caractéristique en cisaillement de la maçonnerie, exprimée en MPa.
- f_{cvk} : résistance caractéristique en cisaillement du béton, exprimée en MPa.
- l est la longueur de l'ouvrage de maçonnerie entre chainages en m,
- t_c est l'épaisseur du béton constitutif du noyau en m (Cf. Tableau 3) ;
- $\sum A_c$ est la somme des sections de béton des chaînages exprimés en m²,
- γ_M est le coefficient partiel de sécurité pris égal à 2,5 en situation normale et 1,67 en situation sismique,
- γ_C coefficient partiel de sécurité sur la résistance du béton.

La résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie, f_{vk}, est évaluée à l'aide de l'expression suivante :

$$f_{vk} = f_{cvk} + 0.4.\frac{N_{Ed}}{t_c}$$

2.3.2.2.3. La vérification de la résistance en traction des armatures de chaînages verticaux.

La section de ces armatures, exprimée en m², doit être vérifiée :

$$A_S > (\frac{2V_{Ed}.h + N_{Ed}.l^2}{2(l-\frac{l_c}{3})} - N_{Ed}.l).\frac{\gamma_S}{f_{yk}}$$

Les murs doivent en outre respecter les prescriptions suivantes :

- Ils doivent être bordés par des chaînages verticaux continus de plancher à plancher, avec recouvrement d'un étage à l'autre ;
- Ils doivent être munis de chaînages horizontaux continus disposés au niveau de chaque plancher ;
- Leur longueur doit être supérieure ou égale à 1,80 m ;
- Ils doivent être montés à l'aide de blocs STEPOC bénéficiant du suivi de l'autocontrôle défini dans ce Dossier Technique ;
- Ils doivent être remplis à l'aide d'un béton de caractéristiques telles que définies au § 2.2.2.2.

2.3.3. Utilisation en zones sismiques

Seuls les blocs STEPOC de 30 cm peuvent être utilisés en zone sismique. Conformément à la norme NF EN 1998-1, §9.5.4, en zone sismique la section transversale des armatures longitudinales des chaînages ne doit pas être inférieure à 300 mm² ni représenter moins de 1 % de la section transversale du chaînage.

Les murs montés à l'aide du procédé STEPOC 30 cm peuvent être utilisés pour la réalisation d'éléments structuraux principaux de bâtiments (soumis aux exigences parasismiques) en zones de sismicités 2, 3 ou 4 au sens du décret 2010-1255 du 22

octobre 2010 modifié, 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.

Dans le cas de petits bâtiments de forme simple, définis dans le guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8-zone 3-4, une justification sans nécessité de vérification par calcul est également possible en application de ce guide.

Pour ces petits bâtiments, la longueur des panneaux dans chaque direction, doit être conforme à l'annexe A du guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8-zone 3-4.

Seuls les éléments permettant de constituer des chaînages horizontaux et verticaux de 15 cm d'épaisseur minimum sont utilisables.

Les vérifications au contreventement sont à mener selon le modèle donné aux § 2.3.2.2 ci-avant, en considérant des coefficients partiels de sécurité correspondants aux actions sismiques, et une valeur du coefficient de comportement égale à 1,5 (Cf. Tableau 6).

2.3.4. Etanchéité

Le revêtement d'étanchéité doit respecter un Avis Technique ou se conformer aux exigences du NF DTU 43.1.

L'étanchéité doit remonter sur la hauteur totale de l'acrotère jusque sous la couvertine et être supporté par un enduit intérieur. Il est nécessaire de placer un renfort d'enduit à la jonction mur/plancher jusqu'en dessous du bloc sous plancher comme indiqué sur la Figure 10 – Acrotère bas sur maçonnerie STEPOC.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

Outre les prescriptions de mise en œuvre données dans ce Dossier Technique, celles-ci-après doivent être respectées :

- La sécurité sur chantier : lorsque les murs en cours de montage ne sont pas contreventés par d'autres murs perpendiculaires à leur plan (et reliés l'un à l'autre par harpage des blocs) ils doivent, en raison de leur relative instabilité, être étayés pendant la mise en œuvre jusqu'à la réalisation du plancher haut.
- Réservations et saignées dans les murs : les réservations et les saignées horizontales ne sont pas admises. Les réservations verticales doivent être étudiées dès la conception.
- Dans le cas de murs de sous-sol soumis à la pression latérale des terres, il convient de prendre les précautions nécessaires visant à s'assurer du positionnement correct des armatures verticales et de l'enrobage de ces dernières (ligature des armatures, coulage sur mi-hauteur d'étage).
- Dans tous les cas, le béton utilisé doit être conforme au béton de remplissage défini au § 2.2.2.2.

Il est rappelé que les blocs STEPOC de 15 cm d'épaisseur en béton de granulats légers ne doivent pas être utilisés en murs porteurs.

Il n'y a pas de dispositions particulières autres que celles prescrites ci-dessus pour les murs non porteurs hormis le respect des prescriptions du NF DTU 20.13. Les murs non porteurs chargés perpendiculairement à leur plan soumis à l'action du vent doivent être tenus sur chacun de leurs quatre rives.

2.4.1. Pose de la maçonnerie

2.4.1.1. Mise en œuvre des fondations

Les soubassements réalisés en STEPOC ne nécessitent pas de fondations particulières. L'exécution des fouilles et fondations devront donc être conformes aux prescriptions du NF DTU 13.1.

2.4.1.2. Montage du premier rang

Les murs sont érigés sur des soubassements traditionnels, ou réalisés en blocs STEPOC en béton de granulats courants.

Les blocs du premier rang sont posés à bain de mortier en orientant les "fourches" dans le même sens et réglés de niveau : si la surface de la dalle le permet, la pose peut être effectuée à sec. Les angles et les bords d'ouverture (baies, portes, etc...) sont disposés en premier.

Les armatures en attentes doivent être prévues pour les poteaux d'angles et les renforts verticaux.

2.4.1.3. Montage en partie courante

Le montage est poursuivi par simple empilage à sec des blocs (ne pas frapper au marteau pour la mise en place) avec décalage d'un lit à l'autre d'une longueur égale à celle de la "fourche" de façon à former l'escalier.

Une vérification du niveau et un réglage éventuel sont effectués à mi-hauteur d'étage.

La pose est effectuée en partant des angles, les portions de murs se rejoignent de préférence en dessous des baies en allège ou au-dessus des portes.

En cas de largeur de raccordement inférieure à un bloc, l'espace est rempli soit en sciant un bloc à longueur, soit par joint maçonné au mortier, soit par le béton de remplissage en coffrant à cet endroit.

2.4.2. Mise en place du ferraillage

Les aciers d'armature (poteaux, linteaux, chaînages) sont mis en place à l'avancement : un soin particulier doit être apporté au coulage des parties ainsi armées, afin d'assurer un remplissage correct à ces endroits.

Les aciers en attente sont positionnés tous les 25 ou 50 cm. Les 2 barres d'acier horizontales sont positionnées dans les cavités prévues à cet effet. Le calepinage et les sections d'armatures doivent être déterminées par un bureau d'études.

- Exemples cf. Figure 5, Figure 6, Figure 9, Figure 10, Figure 11

2.4.2.1. Chaînages verticaux

Les dispositions du NF DTU 20.1 doivent être respectées.

Il est nécessaire d'armer les poteaux d'extrémité des trumeaux, et d'une manière générale, les poteaux situés de part et d'autre des ouvertures, et d'ancrer ces armatures dans les chaînages horizontaux.

Les armatures doivent être au minimum équivalente à 2 HA 10 et devront être ancrées par retour d'équerre dans les planchers ou chaînages horizontaux (cf. NF DTU 20.1).

Le remplissage des chaînages verticaux armés peut s'effectuer avec le béton de remplissage tel que défini au § 2.2.2.2.

2.4.2.2. Chaînages horizontaux

Les murs seront ceinturés à chaque niveau par un chaînage horizontal continu et fermé. La section des armatures longitudinales sera d'au minimum de diamètre 8 mm (cf. NF DTU 20.1).

Le remplissage des chaînages horizontaux peut s'effectuer avec le béton de remplissage tel que défini au § 2.2.2.2.

Prescription en zone sismique : Il convient de placer les chaînages verticaux si nécessaire à l'intérieur du mur pour que l'espacement entre les chaînages ne dépasse pas 5 m (conformément à la norme NF EN 1998-1).

2.4.3. Remplissage

2.4.3.1. Hauteur de coulée

Le coulage se fait en une seule fois sur la hauteur d'étage, la hauteur est limitée à 3 m.

Le procédé SETEPOC permet le remplissage d'un mur de hauteur maximum de 3 m en respectant les dispositions de montage tel que décrit dans la Figure 4, ces derniers permettant de créer des cheminées de coulage donnant par la suite un effet de cascades pour acheminer le béton.

Dans le cas où la construction comporte des éléments raidisseurs en nombre et espacement suffisants, à savoir 1 raidisseur vertical 4HA10 tous les 50 cm, et 2 raidisseurs 4HA10 horizontaux par rang (angle, mur perpendiculaire, coffrages de baies, ...), l'étayage n'est pas nécessaire lorsque le coulage est effectué le jour même. Dans le cas contraire, il convient, soit de réduire la hauteur à une mi-hauteur d'étage, soit d'étayer afin d'assurer la stabilité intermédiaire entre temps.

Il conviendra de plus d'arrêter la coulée à mi-hauteur d'un bloc.

2.4.3.2. Remplissage proprement dit

Le remplissage est effectué en commençant par un angle dans le sens défini par l'orientation des "fourches" des blocs.

Le remplissage est effectué de préférence à la pompe à béton :

- pompe à débit réglable et bras articulé ;
- réduction rigide (de 100 à 65 mm sur environ 1,50 m de longueur) prolongée par un tube souple (d'environ 4 m) muni à son extrémité d'un obturateur.

2.4.4. Réalisation des points singuliers

2.4.4.1. Angles et jonctions en « T »

- Cf. Figure 5 – Murs d'angle.
- Cf. Figure 6 – Liaison avec un mur de refend

2.4.4.2. Baies et ouvertures

Les tableaux sont réalisés à l'aide de coffrages rapportés : au décoffrage (normalement à 24 heures), le béton de remplissage est griffé afin de faciliter l'adhérence de l'enduit de finition.

Les linteaux sont réalisés à l'aide de blocs linteaux ou de blocs courants découpés servant de coffrage perdu.

2.4.4.3. Habillage des chaînages, abouts de plancher

L'habillage est réalisé à l'aide de blocs découpés dans le sens de la longueur, de façon à réaliser la continuité du parement.

2.4.4.4. Acrotères bas

Le Bloc STEPOC (20 et 30 cm d'épaisseur) permet la réalisation d'acrotères bas constitués de 2 rangés de blocs STEPOC au maximum.

Le relevé d'étanchéité doit être appliqué sur un enduit support, remonté sur toute la hauteur de l'acrotère et être arrêté sous couvertine étanche.

- Cf. Figure 9 – Acrotère bas sur maçonnerie traditionnelle
- Cf. Figure 10 – Acrotère bas sur maçonnerie STEPOC

2.4.4.5. Murs de soubassement

Le procédé STEPOC peut être utilisé pour la réalisation de murs de vide sanitaires et de soubassement. En fonction de l'ouvrage à réaliser et des contraintes de poussées perpendiculaires, le procédé STEPOC permet de positionner des renforts d'aciers verticaux et horizontaux aux emplacements souhaités. Les efforts latéraux ne peuvent être appliqués qu'après l'atteinte de la résistance de calcul du béton coulé en place. L'étanchéité des murs enterrés est réalisée par la mise en œuvre des dispositions respectant les prescriptions du NF DTU 20.1.

2.4.5. Dispositions particulières des murs non porteurs

Seuls les blocs STEPOC de 15 cm d'épaisseur sont utilisés en murs non porteurs (murs courants non porteurs ne nécessitant pas des dispositions particulières, cf. encadré § 2.4). La mise en œuvre est réalisée telle que décrite dans cet Avis Technique sous réserve de respecter les prescriptions du NF DTU 20.13 pour les murs non porteurs.

2.4.6. Finitions et revêtements

2.4.6.1. Revêtements extérieurs

Dans le cas de murs non isolés ou isolés par l'intérieur, un enduit d'imperméabilisation monocouche ou multicouche est mise en œuvre conformément à la norme NF DTU 26.1 sur le support considéré de type Rt3.

Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, la mise en œuvre du système d'isolation thermique par l'extérieur doit respecter les prescriptions de l'Avis Technique dudit système prévoyant l'utilisation sur support en maçonnerie de blocs en béton.

2.4.6.2. Revêtements intérieurs

Les murs sont complétés, côté intérieur, par la mise en œuvre :

- de contre-cloison de doublage conformément au NF DTU 25.41 ou de système de doublage conformément à un Avis Technique en vigueur ;
- de complexe d'isolation thermique plaque de plâtre-isolant rapporté (collage par plots ou fixation mécanique sur tasseaux), conformément au NF DTU 25.42 ou faisant l'objet d'un Avis Technique en vigueur ;
- ou par tout enduit traditionnel au mortier de liant hydraulique conformément au NF DTU 26.1 ou au plâtre conformément au NF DTU 25.1.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

L'ouvrage de mur réalisé avec ce procédé est assimilé équivalent à un ouvrage traditionnel de mur en maçonnerie relevant du NF DTU 20.1 et en ce sens traité comme tel en termes d'entretien et réparation.

2.6. Traitement en fin de vie

Aucune information produite dans le Dossier Technique.

2.7. Assistance technique

Le procédé STEPOC est fabriqué par plusieurs industriels. Chaque industriel dispose d'une personne formée pour assurer une assistance technique à la mise en œuvre auprès de clients.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Les tolérances sur les dimensions et les variations dimensionnelles des blocs doivent répondre aux spécifications de la norme NF EN 15435 "Blocs de coffrage en béton de granulats courants et légers" et à celles de son complément national, avec les spécifications suivantes :

- Précision dimensionnelle sur la hauteur des blocs : ± 1,5 mm
- Précision dimensionnelle sur la hauteur d'un muret constitué de 5 rangs : les cotes extrêmes mesurées aux 4 angles supérieurs ne doivent pas s'écarter de plus de 5 mm.
- La résistance caractéristique minimale à la compression des blocs pour le fractile 0,05, mesurée comme indiqué dans la norme NF EN 772-1 doit être au moins égale à 6 MPa pour les blocs STEPOC de 20 et 30 cm, et au moins égale à 4 MPa

pour les blocs STEPOC de 15 cm. En outre, aucun résultat ne doit être inférieur à 0,8 fois la valeur de cette résistance (Classe de résistance B60 ou B40).

- Les résistances à la traction des entretoises et de flexion des parois doivent faire l'objet d'un suivi une fois tous les trois ans par le fabricant ou par un organisme tiers suivant la norme NF EN 15435 et son complément national.

Un étiquetage informatif permettant d'identifier l'usine productrice doit être apposé sur les palettes.

2.8.1. Fabrication

Les blocs sont fabriqués à partir de granulats courants ou légers, la fabrication est effectuée suivant les méthodes classiques en matière de blocs en béton.

Afin d'assurer une meilleure précision sur la hauteur, les blocs sont contrôlés à la sortie de la presse ou rectifiés.

Les blocs sont ensuite palettisés et stockés sur parc.

Le délai de livraison est fonction du béton constitutif et du mode de fabrication (auto-étuvage, etc...).

Les usines fabriquant les blocs STEPOC et appliquant les autocontrôles (cf. 2.8.2) définis ci-dessous sont les suivantes :

- Société Lib Industries, 54 Rue du Viaduc FR-62126 Wimille
- Société Perin & Cie, 102 route de Vannes FR-35600 REDON
- Société ALKERN, Route de Charnoz, 01800 Meximieux (Fabrication de blocs STEPOC certifié NF)
- Société Betomab (Sopragglo), 9 Route de Blangy FR-76260 Longroy
- Société PPL, Route de la Rochelle FR-85600 Saint George de Montaigu
- Société Tartarin, 58 Avenue de l'Europe FR-86310 St germain St Savin
- Société DEREY, Route de Bayon, 54410 Laneuville-devant-Nancy

2.8.2. Contrôles

Les contrôles de fabrication réalisés dans ces usines portent sur les points décrits ci-après.

2.8.2.1. Contrôles classiques pour les fabrications de blocs en béton

- Sur granulats, une fois 30 analyses de granulométrie faite sans non-conformité, un contrôle trimestriel est nécessaire.
- Sur les blocs :
  - dimensions (Cf. Tableau 1),
  - résistance à la compression (cf. Tableau 2),
  - masse volumique et variations dimensionnelles (béton de granulats légers seulement).

Les dimensions et la résistance à la compression sont contrôlées toutes les 8000 opérations de fabrication. La masse volumique est contrôlée trimestriellement.

La résistance à la compression doit correspondre à la classe de résistance au sens de la norme NF EN 771-3+A1/CN telle que définie dans le tableau suivant :

- Cf. Tableau 2 - Caractéristiques des différents blocs de la gamme STEPOC

2.8.2.2. Contrôles spécifiques de la précision dimensionnelle

L'équerrage doit être mesuré sur un muret ou directement sur les blocs de coffrage conformément aux paragraphe 4.4.4 et 5.1.3 de la norme NF EN 15435.

Un essai de muret par an ou à chaque 10000 opérations de moulage si la mesure est réalisée directement sur le bloc de coffrage.

L'équerrage entre les faces latérales et les deux faces de pose, ne doit pas dépasser 5 mm dans le cas lorsqu'il est mesuré selon paragraphe 5.1.3.2 ou 3 mm lorsqu'il est mesuré selon paragraphe 5.1.3.3 selon la norme NF EN 15435.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Essais de flexion sur panneaux réalisés en bloc STEPOC de 20 cm

Voir compte rendu du CEBTP de Toulouse n° 92.13.7.136 du 13 juillet 1990. Panneaux de 2,00 m x 1,15 m posés à plat sur deux appuis simples et chargés en deux points.

Essais de chargement vertical sur murs de hauteur d'étage

Voir compte rendu du CEBTP de Toulouse n° 92.13.7.161 du 17 septembre 1990 murs réalisés en blocs STEPOC de 15 cm (2,40 x 1,17).

Essais de résistance au feu

Evaluation CSTB : appréciation de laboratoire n° AL16-195 du CSTB : REI 30 mur porteur 120 kN/ml pour les blocs de 20 et 220 kN/m pour les blocs de 30 cm.

Note de calcul

Note de Calul CERIB N°048737-A : Détermination par le calcul de la résistance sous charges verticales NRd d'un mur en maçonnerie de blocs de coffrage en béton de granulats courants empilés à sec et remplis à l'aide d'un béton de granulats courants C25/30 conforme à la NF EN 206+A2/CN.

- Blocs de coffrage visés : STEPOC de 20 cm (noyau de 12 cm).

Note de Calul CERIB N°048709-A : Détermination par le calcul de la résistance sous charges verticales NRd d'un mur en maçonnerie de blocs de coffrage en béton de granulats courants empilés à sec et remplis à l'aide d'un béton de granulats courants C25/30 conforme à la NF EN 206+A2/CN.

- Blocs de coffrage visés : STEPOC de 30 cm (noyau de 22 cm).

2.9.2. Références chantiers

Depuis 1981, plus de 3 millions de m² de blocs STEPOC ont été mis en œuvre en France dans tous les secteurs de la construction à raison de 130 000 m² par an en moyenne, réparties en maisons individuelles, et dans les secteurs industriel et agricole.

- Ecole primaire St père en Retz (44)
- Bâtiment Agricole la Chataigneraie (85)
- Bâtiment collectif Lagord (17)
- Logements groupés St Macaire en Mauges (49)
- Bâtiment industriel St Georges de Montaigu (85)
- Centre commercial St Jean de Monts (85)
- Bâtiment d'habitation Gendarmerie Noirmoutier (85)
- l'EHPAD l'Orée du Bocage à Bellevigny (85)
- Aménagement d'une aire d'accueil des gens du voyage à Ligné (44),
- Chantier Référence SCI KTFG à Chateaubourg (35)

2.10. Annexes du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.10.1. Annexe 1- Tableaux

	Longueur	Largeur	hauteur
STEPOC 15	500 mm (+1 mm / -3 mm)	150 mm (+1 mm / -3 mm)	200 mm (+/- 1,5 mm)
STEPOC 20	500 mm (+1 mm / -3 mm)	200 mm (+1 mm / -3 mm)	
STEPOC 30	500 mm (+1 mm / -3 mm)	300 mm (+1 mm / -3 mm)	
Nota : Blocs de coffrage de classe de tolérances D3 pouvant être posés à sec conformément à la norme NF EN 771-3 et au NF DTU 20.1 P1-2.			

Tableau 1 - Caractéristiques dimensionnelles des blocs STEPOC

Nom	STEPOC de 15	STEPOC de 20	STEPOC de 30
Masse (kg)	17 kg	21 kg	26 kg
Classe de résistance à la compression au sens de la norme NF EN 771-3+A1/CN (granulats courants)	B40	B60	B60

Tableau 2 - Caractéristiques des différents blocs de la gamme STEPOC

Blocs STEPOC	ÉPAISSEUR DES BLOCS (en cm)	t_c épaisseur du béton constitutif du noyau (cm)	HAUTEUR MAXIMALE (m)
STEPOC de 15	15	9	2.70
STEPOC de 20	20	12	3.60
STEPOC de 30	30	22	5.40

Tableau 3 - Hauteurs limites de murs en fonction des épaisseurs de blocs STEPOC

Hauteur libre (m)	Mur STEPOC de 20			Mur STEPOC de 30		
	L'excentricité considérée e_{tot} (m)	Coefficient de réduction Φ	Résistance de calcul (kN/ml) $N_{Rd,BPE,IL1}$	L'excentricité considérée e_{tot} (m)	Coefficient de réduction Φ	Résistance de calcul (kN/ml) $N_{Rd,BPE,IL1}$
2,70	0,0245	0,476	457	0,020	0,7	1232
3,60	0,026	0,329	316	0,020	0,641	1129
5,40	-	-	-	0,020	0,524	923
Résistance sous charges verticales pour des murs avec planchers totalement appuyés sur le noyau – Niveau de contrôle IL1 – Béton Prêt à l'Emploi C25/30 - γ_M=2,5						

Tableau 4 - Résistance de calcul d'un mur en blocs STEPOC sous charges verticales

Longueur du mur *l* (m)		1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
Rapport $V_{Ed}/(l.N_{Ed})$		l_c : longueur comprimée du mur (cf. § 8.8 de l'EN 1996-1-1), exprimée en mètres					
$V_{Ed}/l.N_{Ed}$	0	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
	0,2	0,79	1,47	2,20	2,94	4,00	5,00
	0,4	0,35	0,56	0,93	1,50	2,91	4,39
	0,6	0,28	0,38	0,53	0,74	1,57	2,89
	0,8	0,25	0,33	0,42	0,53	0,90	1,66

Tableau 5 - l_c en fonction de la longueur du mur et du rapport $V_{Ed}/(l.N_{Ed})$

Epaisseur du noyau de béton de remplissage	t_c	De 0,9 à 0,22 m
résistance caractéristique en compression du béton	f_{ck}	25 MPa
résistance caractéristique en traction du béton	f_{ctk}	1,8 MPa
résistance caractéristique en cisaillement du béton	f_{cvk}	0,45 MPa
limite élastique de l'acier	f_{yk}	500 MPa
coefficient de comportement	q	1,5
coefficient partiel de sécurité sur la résistance du béton	γ_C	1,5 pour actions durables ou transitoires et 1,3 pour actions sismiques
coefficient partiel de sécurité sur la résistance de la maçonnerie	γ_M	2,5 pour actions durables ou transitoires et 1,67 pour actions sismiques
coefficients partiels de sécurité sur la résistance des aciers	γ_S	1,15 pour actions durables ou transitoires et 1,0 pour actions sismiques

Tableau 6 – Données essentielles aux vérifications

2.10.2. Annexe 2 - Figures

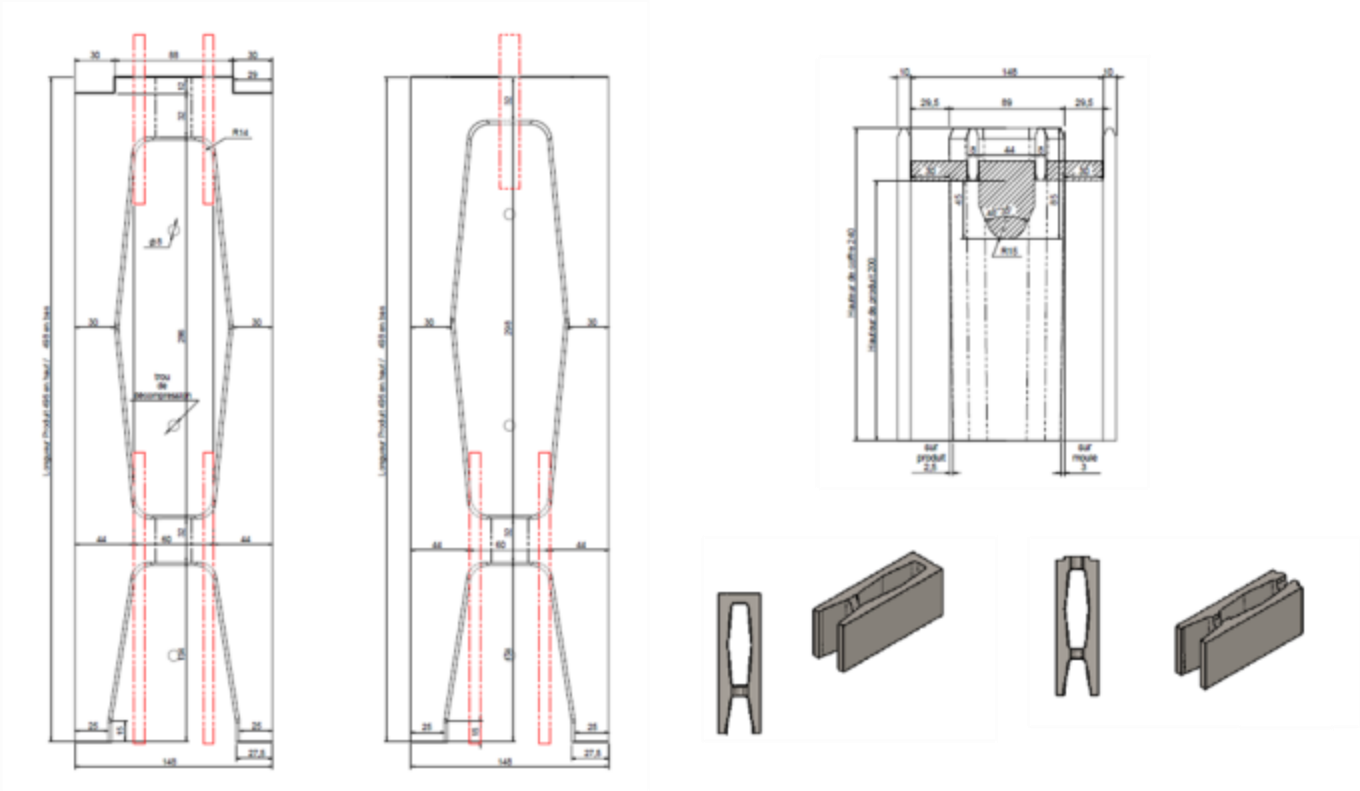


Figure 1 – STEPOC de 15 cm

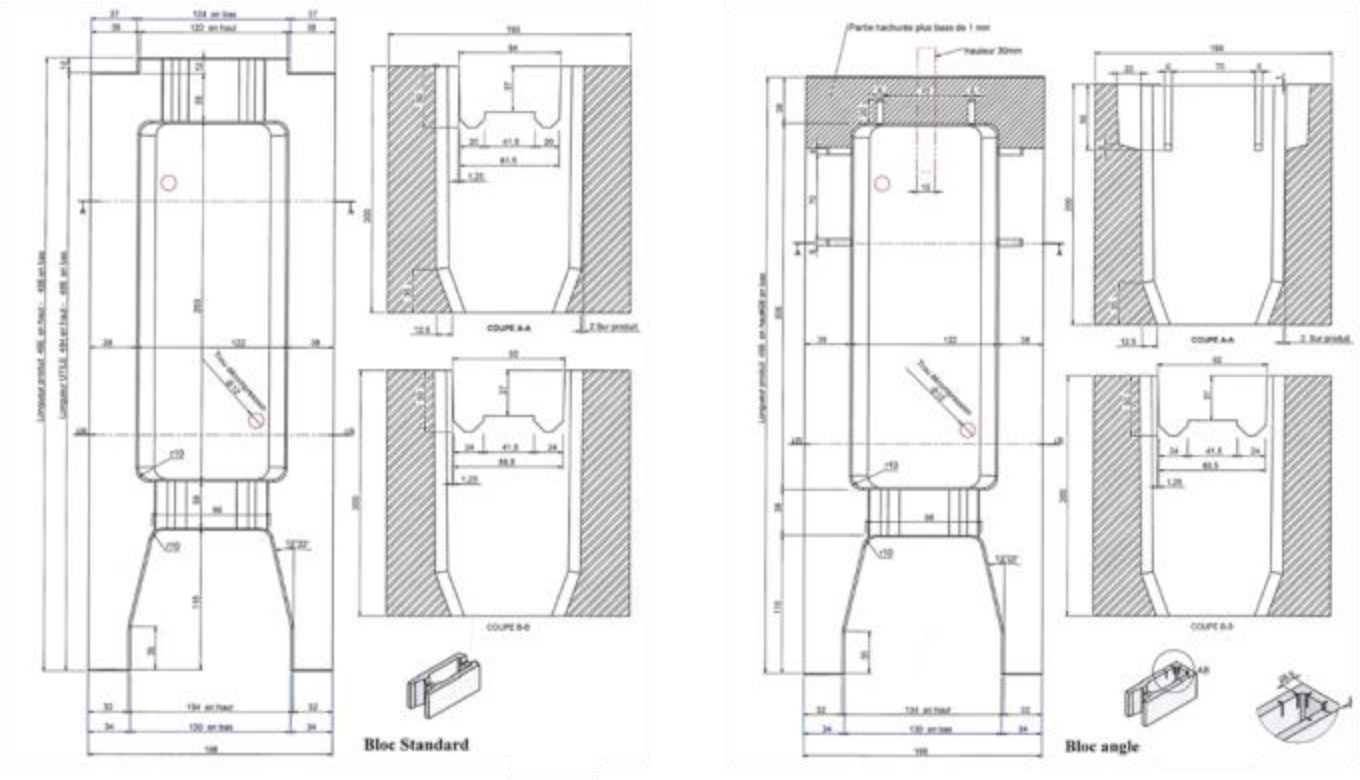


Figure 2 – STEPOC de 20 cm

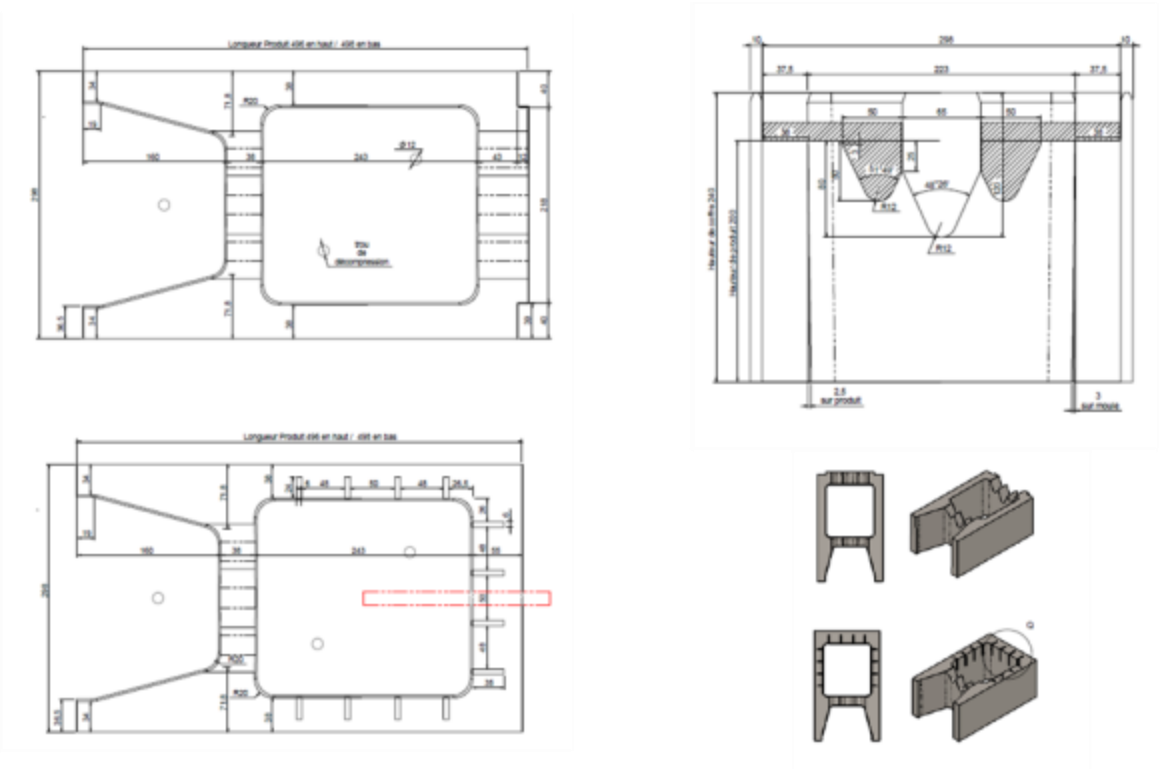


Figure 3 – STEPOC de 30 cm

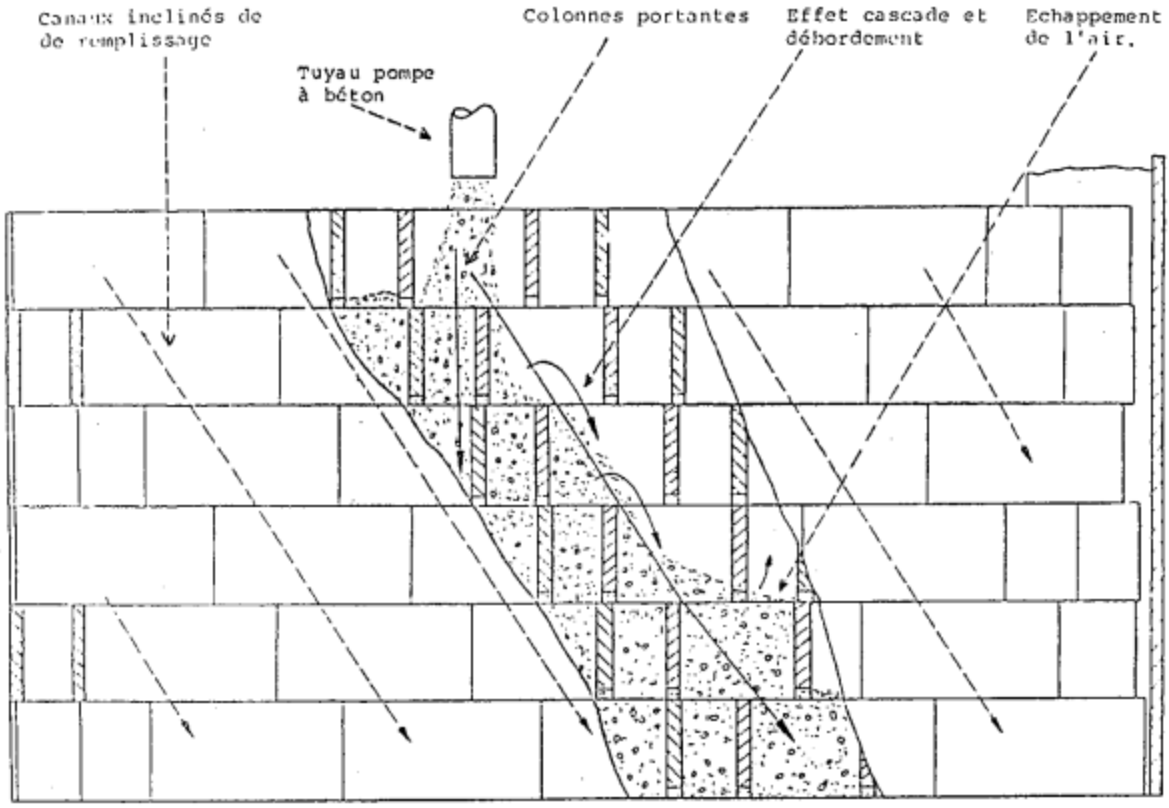
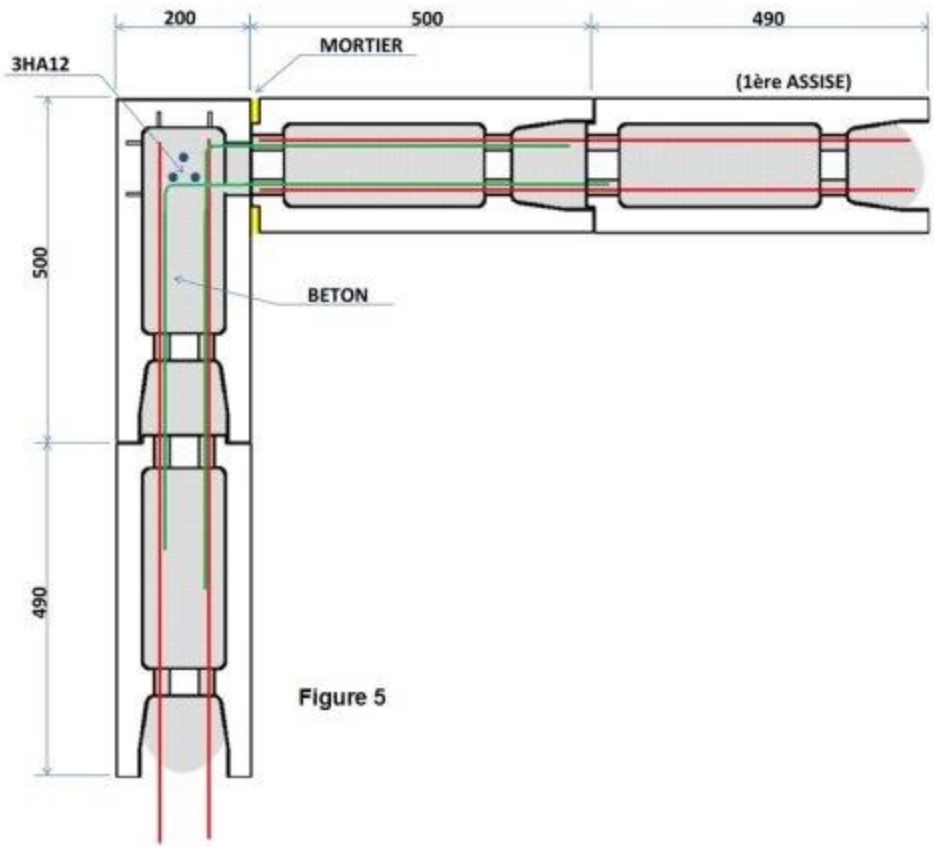


Figure 4 – Montage de mur



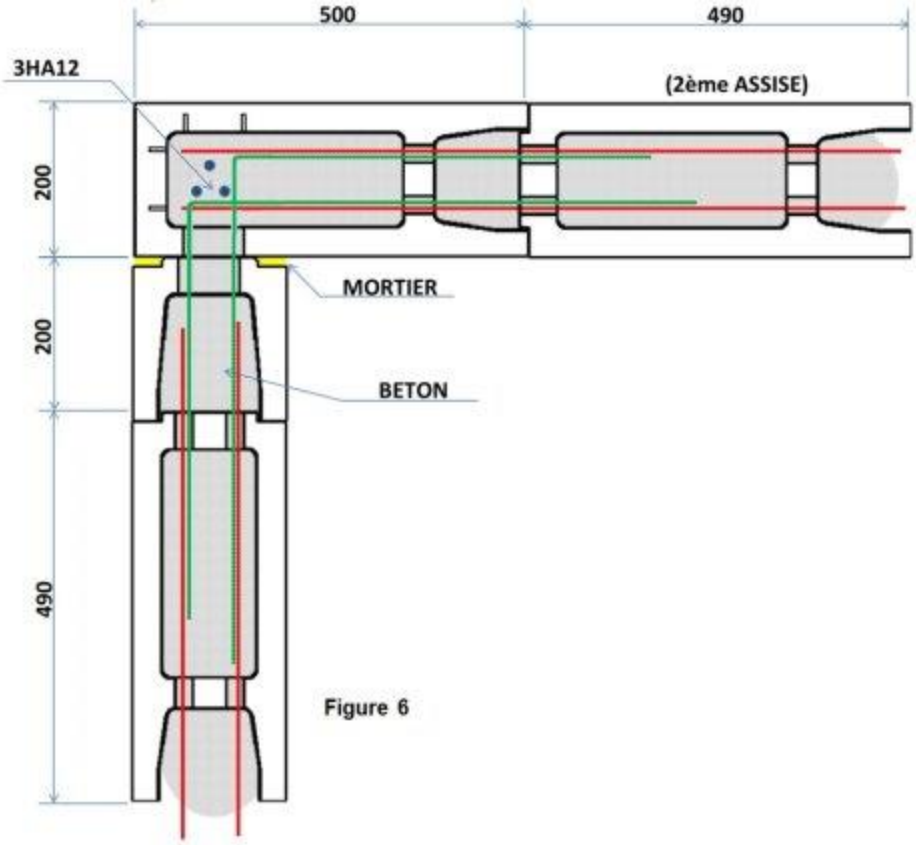


Figure 5 – Murs d'angle

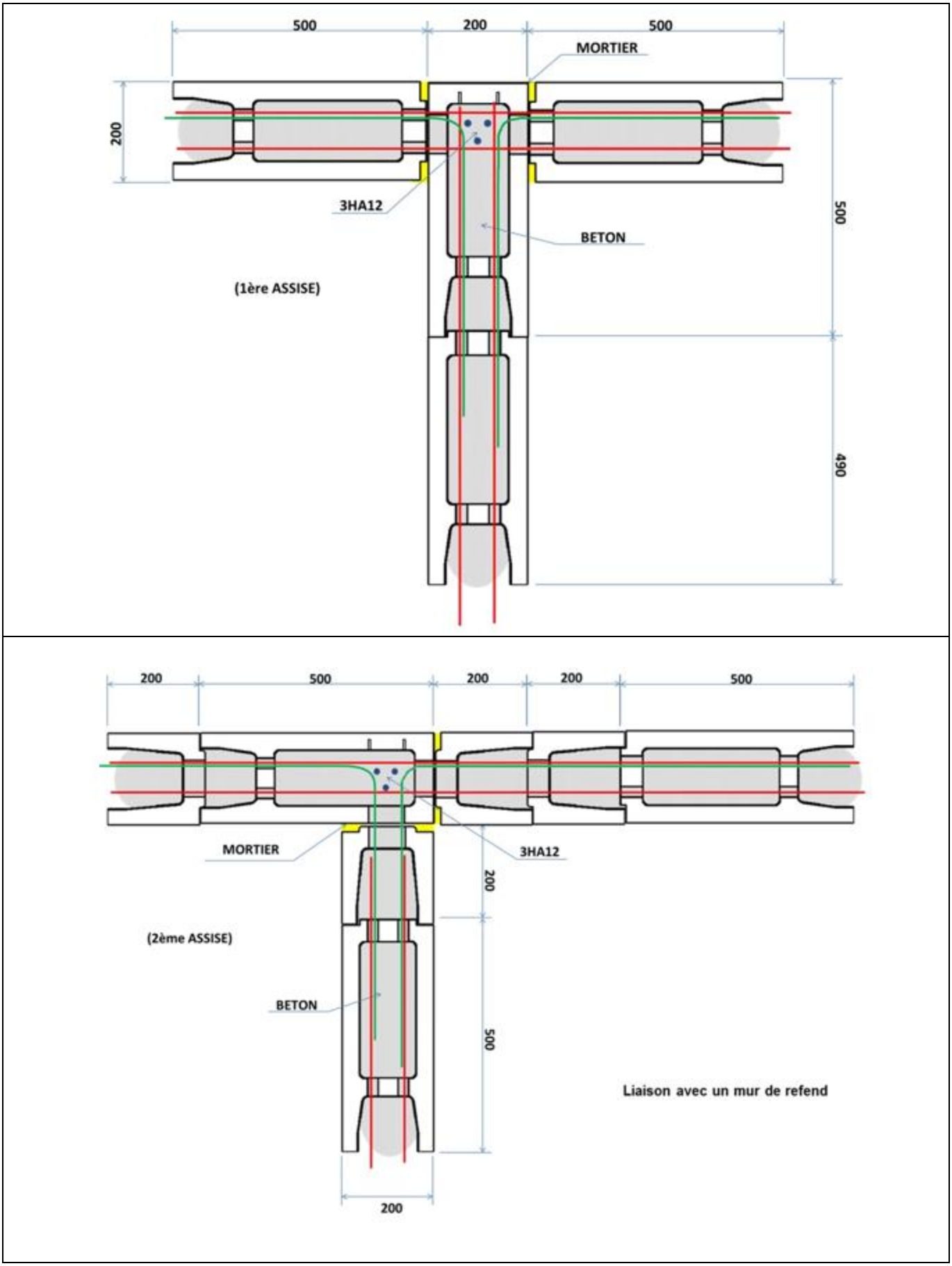


Figure 6 – Liaison avec un mur de refend

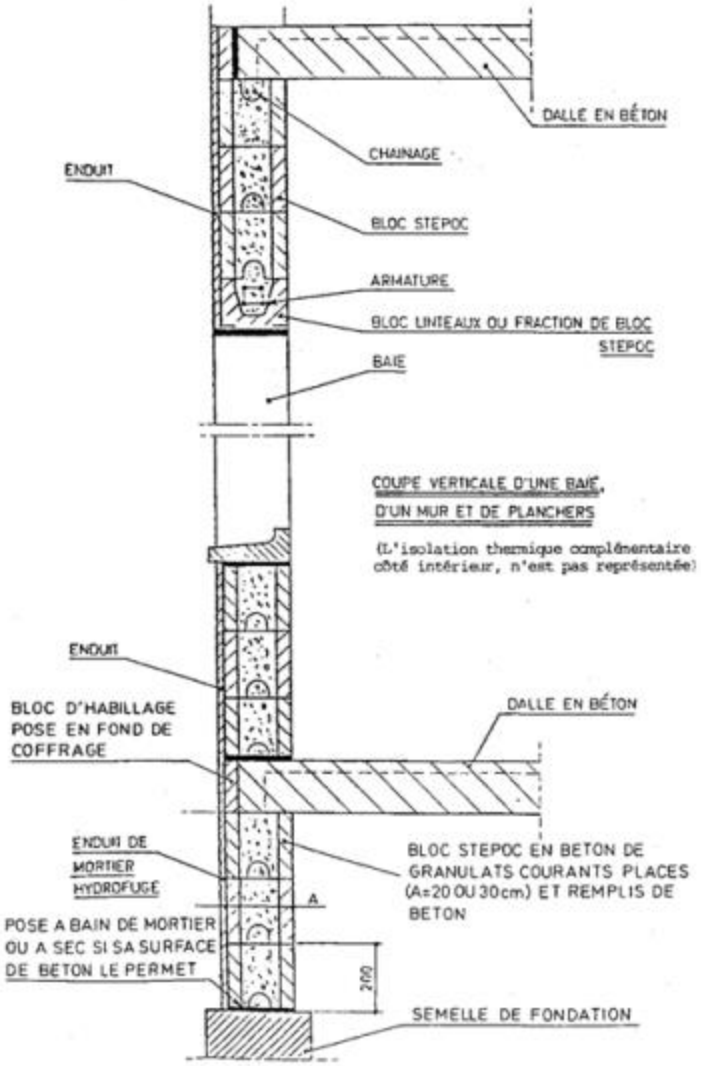


Figure 7 – Exemple de montage avec blocs de 20 cm

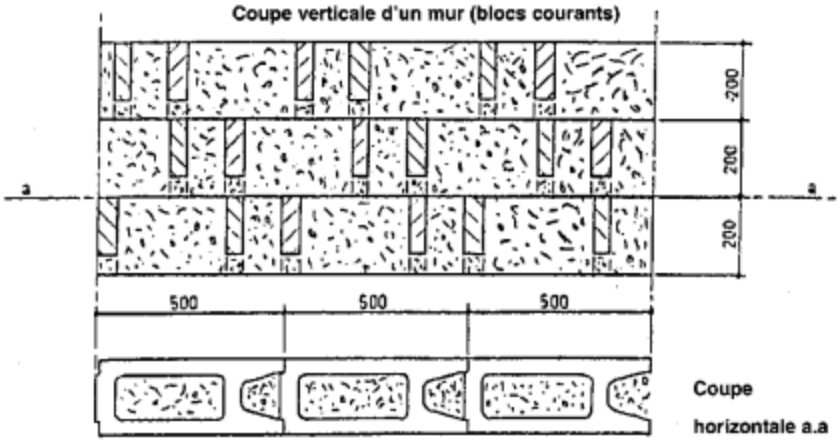


Figure 8 – Coupe horizontale de montage avec blocs de 20 cm

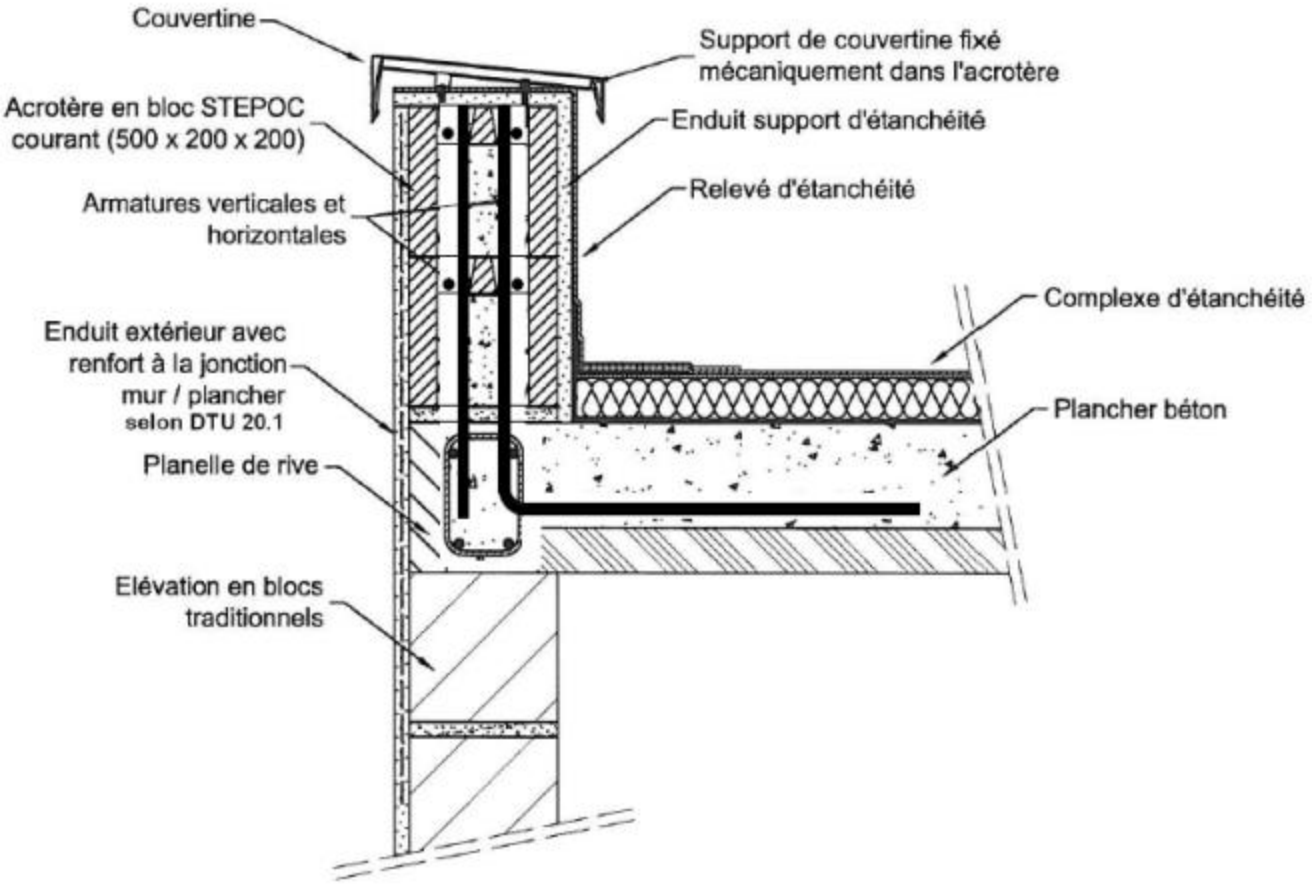


Figure 9 – Acrotère bas sur maçonnerie traditionnelle

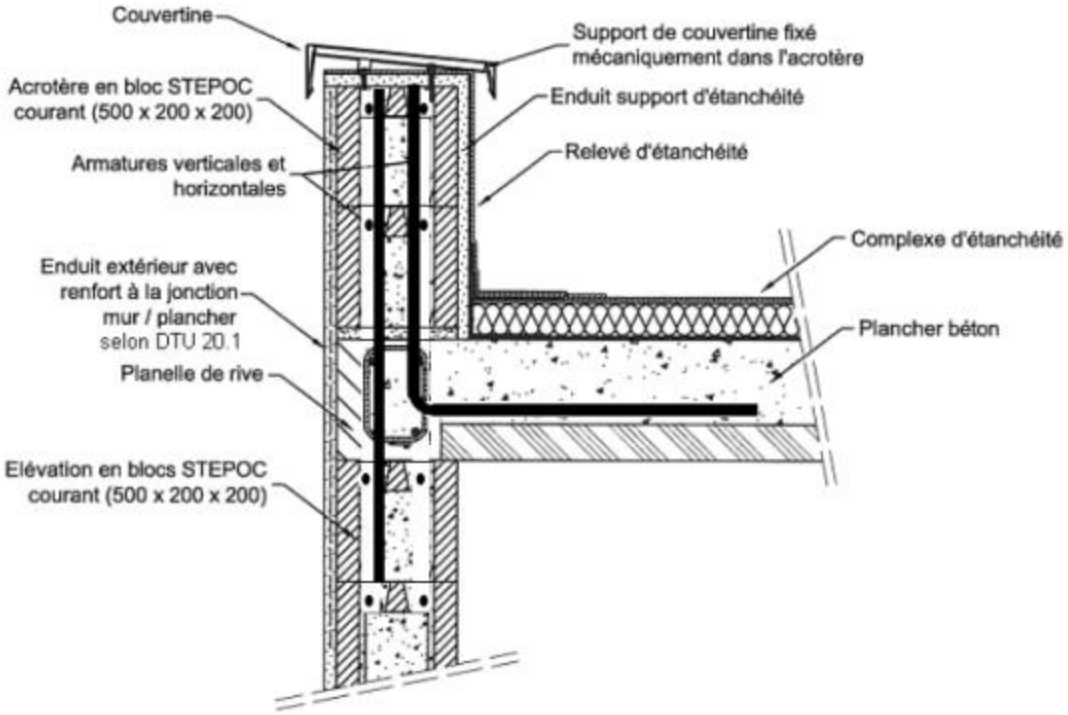


Figure 10 – Acrotère bas sur maçonnerie STEPOC

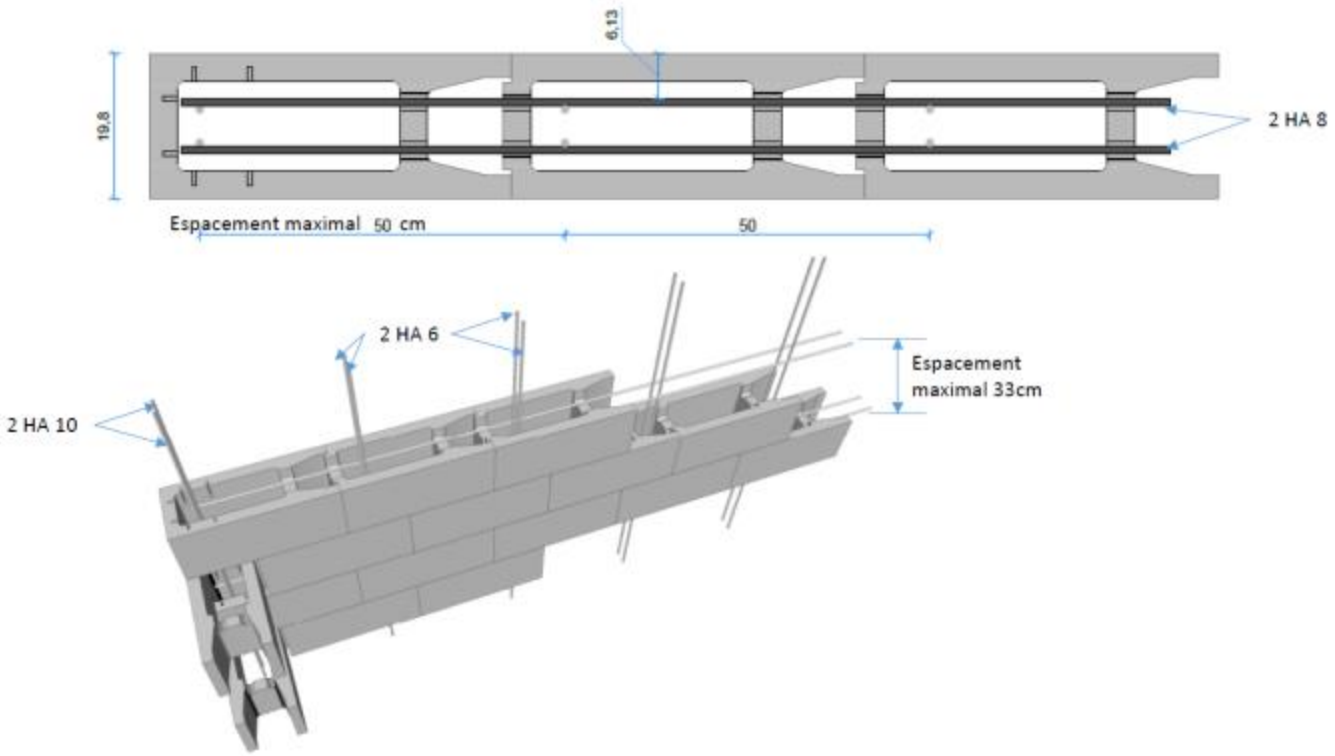


Figure 11 – Disposition des armatures dans le cas de mur > 15 m sans joints de dilatation et de retrait