

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **16/10-605**

Annule et remplace les Avis Techniques n° 16/07-528 et n° 16/07-529

Mur en blocs en béton

Bloc HD[®] SCPR

Relevant de la norme

NF EN 771-3

Titulaire : Société SCPR
(Société de Concassage et de Préfabrication de la Réunion)
R-97822 Le Port Cedex

Tél. : 02 62 43 58 58
Fax : 02 62 43 21 01
E-mail : scpr@scpr.re

Usines : SCPR
ZI Sud – BP57
R-97822 Le Port Cedex.

SCPR
ZAC 3 Bras fusils
R-97470 Saint Benoit

SCPR
ZI des Sables
R-97427 Etang Salé

SCPR
ZAE La Mare
R-97438 Sainte-marie

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 16

Produits et procédé spéciaux pour la maçonnerie

Vu pour enregistrement le 11 octobre 2010



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

Le Groupe Spécialisé N° 16 « Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné le 16 avril 2010, le procédé spécial de mur portant la dénomination commerciale « BLOC HD® SCPR » présenté par la société SCPR. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 16 « Produits et procédés spéciaux pour la maçonnerie » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions du département de La Réunion et de Mayotte. Ce document annule et remplace les Avis Techniques 16/07-528 et 16/07-529.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Maçonnerie de blocs creux et modulaires à alvéoles débouchantes en béton de granulats courants, comportant deux alvéoles débouchantes utilisées en partie ou en totalité pour coffrer un béton de remplissage coulé en œuvre.

Le montage des blocs est réalisé avec un mortier traditionnel disposé en deux cordons de 30 mm de largeur adjacents à chacun des parements.

Les dimensions des blocs permettent une coordination dimensionnelle aux multiples de 10 et 20 cm.

Le procédé comporte une gamme de blocs courants et de blocs accessoires en trois épaisseurs, de 19 - 14 et 9 cm, destinés respectivement à la réalisation prioritaire de murs de façade, de refends et de cloisons, référencées en séries de 20 - 15 et 10.

- Revêtements intérieurs : enduit plâtre, enduit traditionnel au mortier, éventuellement complexe de doublage isolant collé.
- Revêtements extérieurs pour murs assimilables à des murs de type I et 2 au sens du DTU 20.1:
 - Pour les maçonneries de blocs « à crépir » : enduit traditionnel monocouche ou multicouche conformément au DTU 26.1, complété pour les murs de type I par un revêtement d'imperméabilisation I3 au sens du DTU 42.1
 - Pour les maçonneries de blocs « lisses » : revêtement d'imperméabilisation de classe I3 au sens du DTU 42.1

1.2 Mise sur le marché

Les produits ou « relevant de la norme NF EN 771-3 » sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 2 juillet 2004 portant application aux blocs en béton du décret n° 92647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

1.3 Identification des produits

Les blocs sont stockés sur palettes et sont identifiables par le marquage SCPR, numéro d'usine, heure, jour et année de production, apposé sur 5 % de la production.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par soit l'annexe Z de la norme NF EN 771-3.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Murs et cloisons de maisons individuelles, de logement collectifs, de bâtiments scolaires, de bureaux, de bâtiments industriels ou agricoles, ERP, construits dans le département de La Réunion et de Mayotte, et placés dans les conditions admises pour les murs de type I, IIa, IIb ou III au sens du DTU 20.1. Les autres limitations résultent du respect des prescriptions figurant au Cahier des Prescriptions Techniques, notamment de résistance mécanique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlement en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

La stabilité des murs et cloisons en BLOC HD® SCPR est normalement assurée dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de conception et de mise en œuvre précisées dans le Cahier des Prescriptions Techniques et le Dossier Technique ci-après.

Sécurité incendie

Compte tenu de la nature des matériaux constitutifs des maçonneries en BLOC HD® SCPR, celles-ci ne posent pas de problème particulier de réaction au feu dans le domaine d'emploi accepté.

En référence au Procès-verbal de classement n° RS09-152, le mur constitué de blocs de la série 20 est classé REI120. Ce classement est limité à des charges uniformément réparties de 13 300 daN/ml, à une hauteur de mur de 3 m, et pour des murs munis de raidisseurs distants de 1,20 m au maximum.

Isolation thermique

De ce point de vue, le procédé ne se distingue sensiblement des procédés traditionnels de murs en maçonnerie de blocs en béton de granulats courants destinés à rester apparents, que par la présence des enduits.

La vérification par le calcul des performances thermiques, conduite conformément aux « Règles Th-U » doit être faite dans chaque cas. Pour des maçonneries enduites sur les deux faces, les coefficients de transmission surfaciques peuvent être pris égaux à 2,13 W/(m².°K) dans le cas d'alvéolées non remplies de béton, et 2,19 W/(m².°K) dans le cas de murs munis de raidisseurs verticaux en béton espacés de 1,20 m.

Étanchéité des murs

Ainsi qu'il en résulte de l'expérience et du rapport d'essai du CERIB n°10DR115, le procédé permet de réaliser des murs de façade présentant une étanchéité à l'air et à l'eau satisfaisante dans le domaine d'emploi accepté.

Isolement acoustique

Pour l'application de la réglementation concernant l'isolement acoustique, en l'absence de mesures ou d'études spécifiques, on peut évaluer l'indice d'affaiblissement acoustique de ces parois en maçonnerie de blocs, vides ou remplis, par application de la loi de masse.

Risques d'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 Cahier des Prescriptions Techniques, la stabilité des murs en cours de construction, notamment vis-à-vis des sollicitations dues au vent, est convenablement assurée.

Finitions - aspect

Les finitions prévues sont celles classiques pour les maçonneries en blocs en béton de granulats courants enduits, dans la région d'application du procédé.

2.2.2 Durabilité - entretien

Les matériaux constitutifs des maçonneries visées ici sont traditionnels et ne posent pas de problème de durabilité intrinsèque.

Ces maçonneries constituent en elles-mêmes un support classique pour les revêtements habituellement appliqués sur les maçonneries traditionnelles et dont le Dossier Technique prévoit la mise en place.

2.2.3 Fabrication et mise en œuvre

La fabrication des BLOC HD® SCPR ne diffère pas dans son principe de celle, classique, des blocs en béton de granulats courants.

Leur mise en œuvre ne diffère pas sensiblement de celle des blocs apparents traditionnels à alvéoles débouchantes, seul le décalage d'un demi-bloc d'un rang sur l'autre étant ici impératif. Un gabarit de pose peut être utilisé pour s'assurer de la bonne régularité d'épaisseur des joints horizontaux de mortier.

Ainsi qu'il est prévu dans le Dossier Technique le titulaire de ce Document doit être en mesure 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.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Prescriptions de conception et calcul

Les justifications de résistance et stabilité des murs en blocs non totalement remplis doivent être conduites suivant les méthodes du chapitre 5 de la partie 4 « Règles de calcul et dispositions constructives minimales » du DTU 20.1 ; les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales doivent être calculées en appliquant à la résistance nominale des blocs le coefficient global N tel que défini dans le tableau suivant :

Pour un montage sans raidisseur :

Valeur de N	Charge centrée	Charge excentrée
Avec mortier de recette	10,8	14,7
Avec mortier performantiel	10,0	13,6

Pour un montage avec 1 raidisseur tous les 1,20 m :

Valeur de N	Charge centrée	Charge excentrée
Avec mortier de recette	5,7	7,7
Avec mortier performantiel	5,2	7,1

Pour ce qui concerne la conception et les justifications correspondantes de résistance des ouvrages conçues avec des maçonneries entièrement remplies, on doit justifier de la capacité résistance du mur sur la base de la résistance du noyau du béton de remplissage dont l'épaisseur est donnée dans le tableau ci-dessous.

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, les charges admissibles de murs en blocs HD de 15 et 20 peuvent respectivement être prises égales à 370 kN/m et 420 kN/m.

La résistance caractéristique en compression du béton de remplissage doit être au moins égale à 25 MPa.

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

	épaisseur des blocs (en cm)	e (cm)	hauteur maximale (m)
bloc hd de 15	15	9	2.70
bloc hd de 20	20	12	3.60

Pour les bâtiments supérieurs à R+1, l'étude de stabilité du bureau d'étude technique doit prendre en compte les efforts de contreventement.

Les raidisseurs des cloisons de distribution doivent respecter les dispositions de l'article 3.3 du DTU 20.1.

Les murs enterrés de sous-sol peuvent être dimensionnés selon les règles de calcul données au chapitre 4.5 de la partie 3 de la norme 1996-3. Des raidisseurs verticaux ne sont pas nécessaires en cas de murs enterrés surmontés par deux planchers lourds au moins.

Pour la réalisation des ouvrages enterrés, il convient de se conformer aux prescriptions de l'annexe A de la partie 4 du DTU 20.1 « conception des ouvrages annexes associées aux maçonneries enterrées : regards d'eaux pluviales et réseaux de drainage ».

Pour le calcul des murs soumis à des pressions hors plan, la méthode visée au § 5.5.5 de la norme EN 1996-1.1 peut être appliquée en prenant pour les résistances caractéristiques en flexion de cette maçonnerie les valeurs suivantes :

$f_{xk1}=0.60 \text{ N/mm}^2$ (résistance en flexion parallèle aux lits de pose)

$f_{xk2}=0.48 \text{ N/mm}^2$ (résistance en flexion perpendiculaire aux lits de pose)

Les valeurs ci-dessus peuvent être prises sous réserve :

- De la réalisation de murs remplis ou partiellement remplis ;
- de l'utilisation de blocs en béton de résistance caractéristique de 6 MPa ;
- de l'utilisation d'un mortier de recette indiqué dans le dossier technique et préparé conformément à ce dernier ;
- du remplissage d'un alvéole par du béton incorporant une armature Ø12 tous les 1,20 mètres ;
- de l'utilisation d'un béton de remplissage de classe de résistance C25/30.

2.3.2 Prescriptions de fabrication

L'amplitude sur les variations dimensionnelles des blocs et le coefficient d'absorption d'eau pour les blocs destinés à rester apparents,

doivent répondre aux spécifications de la norme P12-023-1/CN : « Spécifications pour éléments de maçonnerie. Partie 3 : éléments de maçonnerie en béton de granulats (granulats courants et légers)- complément national à la NF EN 771-3 ».

Les tolérances sur les dimensions doivent être celles précisées dans le Dossier Technique, paragraphe 2.12.

La résistance à la compression des blocs pour le fractile 0,05 doit être au moins égale à 6 MPa pour le bloc à crépir, et 8 MPa pour le bloc lisse.

2.3.3 Prescriptions de mise en œuvre

Outre les prescriptions de mise en œuvre données dans le Dossier Technique établi par le demandeur, doivent être respectées les prescriptions ci-après concernant :

- Le montage des maçonneries : des précautions doivent être prises par temps chaud pour s'assurer de la bonne adhérence mortier-bloc, en particulier pour les ouvrages de murs travaillant en flexion hors plan. La sécurité sur chantier : les pointes de pignon non raidies par des murs perpendiculaires doivent être étayées pendant leur mise en œuvre.
- Réservations et saignées dans les murs : les réservations et saignées horizontales ne sont pas admises.

2.3.4 Utilisation en murs de contreventement

Le procédé peut être utilisé pour la réalisation de murs de contreventement moyennant les dispositions constructives suivantes :

- Les dimensions de ces murs de contreventement doivent être de 3.40 m de longueur minimale, et de 2.70 mètres de hauteur maximale ;
- Ils doivent être munis de potelets intégrés en béton, obtenus par remplissage des alvéoles verticales tous les 1.20 mètres au minimum, et en plaçant au préalable dans chacune d'elles une armature de 12 mm de diamètre minimum ancrée en pied et en tête du mur ;
- Un remplissage des joints verticaux doit être réalisé en 2 bandes de 1 cm d'épaisseur, sur une largeur de 3cm au moins chacune, au droit des cloisons longitudinales.

Dans ces conditions, les justifications par le calcul doivent être conduites en prenant une résistance de calcul de chaque mur égale à 200 kN, et un coefficient de comportement pour l'ouvrage de 1,5. Cette valeur se justifie par l'absence de cloisons longitudinales intermédiaires d'une part, et la présence d'une seule armature en chaînage vertical d'autre part.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

jusqu'au 30 avril 2015

Pour le Groupe Spécialisé n°16
Le Président
Eric DURAND

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé de maçonnerie enduite bénéficie d'une longue expérience favorable d'application dans l'île de la Réunion où sont fabriqués les blocs spéciaux qu'il met en œuvre. Le Document a été formulé en prenant en compte cette expérience.

Par ailleurs, l'organisation des blocs diffère peu de celle des blocs traditionnels de même type et ne présente donc pas de particularité susceptible de poser un problème vis-à-vis de l'adaptation aux spécificités locales, notamment d'origine climatique. Celles qui concernent ce procédé sont constituées essentiellement par la dispense fréquente d'isolation thermique complémentaire à celle de la maçonnerie. L'appréciation favorable formulée ne vaut, bien sûr, que moyennant l'application effective des prescriptions techniques de ce Document, étant noté que les conditions de mise en œuvre du procédé sont proches des méthodes traditionnelles.

Au total, le Groupe a apprécié favorablement l'emploi de ce procédé dans l'île de la Réunion et par extension dans l'île de Mayotte, où se rencontrent des conditions climatiques et des pratiques de construction similaires.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n°16
Nicolas RUAUX

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'utilisation

1.1 Principe du procédé

Le Bloc HD® SCPR fabriqué par SCPR est un procédé de construction de murs en maçonnerie, porteurs ou non, par assemblage de blocs coffrant et modulaires en béton de granulats courants, réalisé par joint de mortier épais. Le procédé repose sur le coulage de raidisseurs en béton armé intégrés à la structure de maçonnerie et lui conférant ainsi les propriétés structurelles adéquates.

La coordination dimensionnelle aux multiples de 10 et 20 cm, ainsi que l'existence d'une gamme de blocs accessoire complète, permet la réalisation des parties courantes verticales d'ouvrages, ainsi que les points singuliers associés.

Le Bloc HD® SCPR est décliné en deux versions :

- A crépir : gamme destinée à être enduite
- Lisse : gamme destinée à rester apparente

1.2 Domaine d'emploi visé

La gamme Bloc HD® SCPR est destinée à la réalisation d'ouvrages d'habitation, ouvrages recevant du public (ERP), bâtiments industriels et agricoles, etc., limités à quatre étages (R+4) dans le département de La Réunion (974) et la zone Sud de l'Océan Indien.

Les ouvrages réalisés avec le procédé Bloc HD® SCPR peuvent répondre aux réglementations incendie, sismique, thermique ou acoustiques.

1.3 Identification du procédé

Le procédé est identifiable à la dénomination Bloc HD® SCPR. Les Blocs HD® SCPR sont fabriqués par SCPR dans les usines indiquées et marqués «HD» (marque déposée n° 3671449) :



Figure 1 : Logo Bloc HD

Les Blocs HD® SCPR sont marqués par des machines à jet d'encre avant palettisation : un bloc est marqué par palette. Un marquage supplémentaire fait figurer le nom de la société SCPR, le numéro d'usine, la mention CE, l'année de production, le jour de production, la classe de résistance du bloc et l'heure de production.

Exemple : SCPR4 CE 09 344 6 0 1012

Bloc fabriqué le 344^{ème} jour de l'année 2009 à 10h12, bloc B60, certifié CE, fabriqué à l'usine référencée n°4.

2. Matériaux et éléments constitutifs d'un ouvrage en Bloc HD® SCPR

2.1 Bloc HD® SCPR

2.1.1 Matériaux constituant le bloc

Les blocs en béton de granulats courants sont fabriqués à base de ciment et de granulats courants de basalte (sable et gravier) issus des sites de concassage de SCPR. Le dosage des différents éléments est déterminé pour assurer au BLOC HD® SCPR les aptitudes déclarées suivantes (norme NF EN 771-3) :

Elément	BLOC HD® SCPR à crépir réf 20.01 F	BLOC HD® SCPR lisse réf 20.01
Résistance à la compression déclarée du bloc (fractile 5%)	6 MPa Classe B60	8 MPa Classe P80

Tableau 1 : Classes de résistance des Blocs HD® SCPR

2.1.2 Dimensions et tolérances

Le descriptif de tous les éléments de la gamme Bloc HD® SCPR est donné en Annexes 5, 6 et 7 issues du catalogue SCPR. On distingue trois séries principales : séries de 20, de 15 et de 10.

Les caractéristiques dimensionnelles en longueur, largeur et hauteur sont données dans le tableau ci-dessous :

Gamme	BLOC HD® SCPR à crépir	BLOC HD® SCPR lisse
Tolérances dimensionnelles	+3/-5 mm	+1/-3 mm

Tableau 2 : Tolérances dimensionnelles des Blocs HD

2.1.3 Fabrication et contrôles

La fabrication du Bloc HD® SCPR est réalisée par SCPR. Il s'agit de chaînes de production type presses.

Le laboratoire SCPR réalise un contrôle qualité sur les matériaux constituant le bloc avant fabrication (granulats, ciments) ainsi qu'un contrôle sur les éléments finis (écrasement des blocs selon norme NF EN 772-1).

Le marquage CE2+ de la gamme BLOC HD® SCPR assure un suivi du contrôle de production en usine.

2.2 Le mortier de pose

Le mortier de pose des blocs est conforme au DTU 20-1 et aux règles de l'Art pour une pose adéquate.

Le BLOC HD® SCPR est utilisé avec :

- un mortier de recette : à base de sable 0/1 issu des carrières SCPR de l'Etang Salé, et de ciment CEM II 32,5, sur la base d'un dosage en masse sable/ciment de 3 pour 1, et d'un rapport Eau/Ciment=0,5 (à apprécier par le monteur)
- A défaut tout mortier performant de classe M10 ou supérieure selon DTU20.1

Le mortier doit avoir une consistance plastique afin de faciliter la mise en œuvre des blocs.

2.3 Le béton de remplissage

La superposition des alvéoles sert de coffrage pour les raidisseurs verticaux en béton armé. Le béton de remplissage utilisé est :

- Un Béton Prêt à l'Emploi (BPE) SCPR destiné à cet effet, de désignation commerciale : « BPS C25/30 S3 D10 XC4 C10.40 CEM II 42,5 »
- Un béton à base de sables et graviers issus des carrières SCPR, dont les proportions sont données pour une gâchée, dans le tableau ci-dessous :

Sable	0/4	1000	kg	soit 0,61 m ³
Gravier	4/10	900	kg	soit 0,58 m ³
Ciment	CEM II 32,5	365	kg	
Eau		220	L	
Rapport E/C	visé	0,5		
Rapport G/S	visé	G = 52	%	
		S = 48	%	

Tableau 3 : Composition d'une gâchée de béton pour raidisseur en maçonnerie HD

L'ajout de plastifiant et le contrôle du niveau d'eau est à adapter selon les projets en accord avec le bureau de contrôle.

- A défaut tout béton C25/30 de granulats courants dont le plus gros diamètre n'excède pas 10 mm, selon norme NF EN 206-1, dosé à minima à 350kg/m³ en ciment, de consistance S3.

2.4 Armatures

Les armatures d'acier utilisées en maçonnerie de Blocs HD® SCPR doivent être conformes aux prescriptions du DTU 20.1

3. Mise en œuvre et dispositions constructives

3.1 Protection contre l'humidité

Il convient de prévoir une coupure de capillarité disposée à 15cm au moins au-dessus du niveau du sol (voir figures 7, 8 et 9 de l'Annexe 1).

Les arases étanches peuvent être réalisées au-dessus ou en-dessous du plancher ou dallage, selon le cas, et selon DTU 20.1

3.2 Montage de la maçonnerie

3.2.1 Montage du premier rang

Les murs sont montés sur des soubassements réalisés en Blocs HD® SCPR ou des fondations en béton armé. Le premier rang est posé à plein bain de mortier et réglé de niveau. Les angles et les bords d'ouverture sont disposés en premier, ceux-ci permettant de tendre une ligne sur une des arrêtes pour alignement des blocs intermédiaires.

Les blocs dont les alvéoles seront remplies de béton sont préalablement découpés à leur base pour permettre :

- De nettoyer la base du poteau avant bétonnage
- De ligaturer l'acier en attente préalablement positionné dans le soubassement ou la jonction mur/plancher, avec l'armature qui sera mise en place dans l'alvéole une fois la hauteur d'étage terminée.

3.2.2 Montage en partie courante

La conception et l'exécution des joints verticaux et horizontaux assurant l'étanchéité des murs dans le respect des coordinations dimensionnelles doivent impérativement être respectées.

Après le premier rang complet, les angles et les bords d'ouvertures sont élevés sur 5 ou 6 rangs.

La pose doit être effectuée en quinconce.

Le mortier des joints est disposé sur les parois horizontales des blocs déjà posés, selon un montage à « joints interrompus » de bandes de mortier parallèles de 30mm de largeur sur 10 mm d'épaisseur. Le joint vertical doit être réalisé sur le côté du bloc à poser. Il est obligatoire de réaliser ce joint vertical.

L'utilisation d'une truelle adaptée conjuguée à la technique d'application du mortier adéquate permet d'obtenir la largeur et l'épaisseur souhaitées des joints.

La truelle préconisée pour le montage de la maçonnerie en Bloc HD® SCPR est vendue dans les points de vente SCPR.



Figure 2 : Truelle adaptée à la pose du Bloc HD

La ligne de contrôle des arrêtes est disposée à l'élévation de chaque rang. Tous les blocs sont alignés et posés au niveau de 1 mètre.

Le joint est arasé au nu des blocs en enlevant l'excédent de mortier à la truelle.

Dans le cas du Bloc HD® SCPR lisse, les joints étant destinés à rester apparents doivent être exécutés au fer à joint avant le durcissement du mortier.

Lorsque la longueur de raccordement est inférieure à la longueur d'un bloc de la gamme, l'espace restant est rempli en sciant un bloc à longueur.

3.2.3 Réalisation des points singuliers

Les angles sont réalisés avec des blocs standards pour la série de 20, et des blocs d'angles pour les séries de 15 et de 10 (voir Annexes 5, 6 et 7).

Les tableaux de baies sont réalisés avec des blocs standards. L'appui des baies (coffrés ou préfabriqués) est réalisé avec les blocs chaînages (voir figure 1 de l'Annexe 1).

Les linteaux sont coulés dans des blocs linteaux pour la série de 20 et des blocs chaînages pour les séries de 15 et de 10 (se reporter en Annexe 8).

Les chaînages horizontaux sont coulés dans des blocs chaînages avec un ferrailage conforme au DTU 20.1. Avant bétonnage au dessus de blocs non remplis, les alvéoles sont obturées par un bouchon approprié (partie sécable du bloc chaînage, grillage, etc.).

Les abouts de plancher peuvent être réalisés à l'aide des planelles SCPR de hauteur 16cm ou 19cm (voir figure 7 de l'Annexe 1).

La liaison des refends et des cloisons avec les murs de façade est réalisée par la pose d'étriers HA6 tous les 3 rangs en hauteur (60cm). Les étriers sont positionnés dans le joint (figure 4 de l'Annexe 1).

Les acrotères sont réalisés exclusivement à l'aide de blocs HD® SCPR à crépir, en blocs de chaînage entièrement remplis de béton, sur une hauteur maximale de 3 rangs, et pour des toitures non accessibles.

L'étanchéité remonte jusque sous la couverture étanche, et les faces des blocs sont enduits sur les deux faces. La mise en œuvre des acrotères se fait conformément à la figure 12 de l'annexe 1.

Les chaînages rampants sont réalisés de la façon suivante (voir figure 12 de l'Annexe 1) :

- Cadre 8 cm x 8 cm HA10 avec ancrages pour raidisseurs verticaux
- Utilisation de blocs chaînages éventuellement découpés ou de coffrages

3.3 Principe de ferrailage des éléments raidisseurs

3.3.1 Ferrailages à mettre en place

• Ferrailages des **raidisseurs verticaux** à mettre en place dans les murs extérieurs et refends (voir figures 1, 2, 3 et 4 de l'Annexe 1) :

- Mur courant : 1HA12 tous les 1,20 m
- Angles : 2HA12 (figure 3 de l'Annexe 1)
- Aux droits des ouvertures : 1HA12
- Liaison des refends et cloisons : 2HA12 sur deux alvéoles liés entre eux par des étriers HA6 tous les 3 rangs (60cm) (figure 4 de l'Annexe 1)

Des aciers en attente ancrés dans les fondations et les jonctions murs/planchers sont à prévoir à chaque point énuméré ci-dessus.

Le recouvrement entre ces aciers est de 60 cm (conforme Eurocode 6).

- Ferrailage des **éléments horizontaux** à mettre en place :
 - Jonction mur/plancher : 2HA10 liés entre eux par des étriers (figure 7, 8 et 9 de l'Annexe 1)
 - Sous baie : 1HA10 (figure 1 de l'Annexe 1)
 - Ferrailages des linteaux : voir Annexe 8

Un recouvrement entre les aciers de chaînages horizontaux de 50 cm doit être réalisé (conforme Eurocode 6).

3.3.2 Remplissage des éléments raidisseurs

Généralités :

Les éléments raidisseurs sont constitués d'armatures positionnées au sein d'alvéoles dont la superposition constitue un coffrage, et de béton coulé lors du montage.

Les armatures et le béton doivent avoir les caractéristiques énoncées précédemment (§ 2.3, 2.4 et 3.1.1).

Mise en place du ferrailage :

Conformément aux principes de ferrailages décrits au § 3.3.1, une fois la hauteur d'étage terminée les armatures HA12 sont disposées à l'intérieur des alvéoles dans lesquelles une attente a été prévue.

Les aciers de liaison des refends et des cloisons avec les murs sont placés à l'avancement.

Le ferrailage des linteaux est réalisé après positionnement et coulage des raidisseurs verticaux aux droits de la baie considérée, dont une attente des armatures doit être prévue de chaque côté pour liaison avec les aciers du linteau.

Hauteur de coulée :

Pour les éléments raidisseurs verticaux, le remplissage peut être réalisé sur une demi-hauteur ou une hauteur complète d'étage courant. Dans tous les cas, il convient d'arrêter le remplissage à mi-hauteur du dernier bloc, afin de ne pas arrêter le bétonnage au niveau d'un joint.

Les éléments raidisseurs horizontaux sont remplis en une fois. Il convient d'araser le béton au nu des éléments préfabriqués (bloc linteau, bloc planelle, etc.).

Mode de remplissage :

Le remplissage peut être réalisé de deux manières :

- A la pompe à béton, avec une réduction rigide adaptée aux alvéoles du bloc utilisé
- Au seau par couches de 1,20 m vibrées

Une attention particulière sera apportée au remplissage du béton lorsque les ouvrages nécessitent une densité d'armature importante, ou un remplissage de toutes les alvéoles pour répondre aux exigences d'isolement acoustique (loi de masse).

Une mise en place par vibration est recommandée.

4. Finitions et revêtements

Revêtements extérieurs sur murs de type I et II :

- Bloc HD® SCPR à Crépir (type de support Rt3 selon DTU 26.1) :
 - Enduit monocouche
 - Enduit multicouches associé à un revêtement d'imperméabilisation I3 (enduit traditionnel)
- Bloc HD® SCPR Lisse :
 - Imperméabilisation de classe I3 respectant les prescriptions du DTU 42.1 (NF P.84-404)

Revêtements extérieurs sur murs de type IV :

- Bloc HD® SCPR à Crépir et Lisse :
 - Revêtement étanche avec bardage bois ou composite selon DTU 20.1.

Revêtements intérieurs, communs aux Blocs HD® SCPR lisse et à crépir sur murs de type I et IV :

- Enduit plâtre
- Enduit mortier ou pelliculaire
- Complexe de doublage isolant

Le choix du revêtement intérieur et son épaisseur dépendent des prescriptions liées à la réglementation thermique RTAA DOM. Celles-ci sont données, pour la maçonnerie en Blocs HD® SCPR, dans la partie 8.1 « Analyse thermique » associées à des exemples.

5. Conditions d'exploitation du procédé

La fabrication et la commercialisation des produits de la gamme Bloc HD® SCPR sont assurées par SCPR à partir des sites suivants :

- Usine de St Benoît
Production et vente
ZAC 3 Bras Fusils
97470 Saint Benoît
- Usine de La Mare
Production et vente
ZAE La Mare
97438 Sainte Marie
- Usine du Port
Production et vente
Z.I. Sud – BP 57
97822 Le Port Cedex
- Usine de l'Etang Salé
Production et vente
ZI des Sables
97427 Etang Salé

Les produits de la gamme Bloc HD® SCPR sont vendus à des particuliers, entreprises et artisans du bâtiment. Ces produits sont destinés à être utilisés à La Réunion et dans l'ensemble de la zone Sud de l'Océan Indien, pour le domaine d'emploi préconisé dans le présent document.

Calepinage :

Le plan de calepinage comporte le dessin des murs et les métrés pour chaque référence de blocs. Il est réalisé par le bureau d'études SCPR qui peut, en partenariat avec l'utilisateur du procédé Bloc

HD® SCPR, étudier les projets en amont et les adapter aux spécificités techniques du Bloc HD® SCPR.

Assistance technique :

La mise en œuvre de la maçonnerie en Blocs HD® SCPR est réalisée par l'entreprise titulaire du marché ou le particulier. SCPR apporte une assistance technique de conseil sur chantier pour accompagner l'utilisateur du procédé Bloc HD® SCPR.

6. Analyse structurale

6.1 Données de base

Le Bloc HD® SCPR à crépir est de classe déclarée et contrôlée B60. La maçonnerie a une résistance caractéristique f_k donnée, selon les cas, dans le tableau ci-dessous. Cette résistance caractéristique est à utiliser comme donnée de base dans les dimensionnements en compression selon l'Eurocode 6.

	Maçonnerie non raidie	Maçonnerie raidie	Maçonnerie pleine
Dispositions constructives	Pas de raidisseur	1 raidisseur HA12 tous les 1,20 mètres	Chaque alvéole est remplie de béton C25/30 (voir §2.3)
Résistance caractéristique f_k (MPa)	2,35	4,48	9,6
Référence	"Rapport d'essai sur la fabrication et la réalisation d'essais de maçonnerie sur Blocs HD" du 27/01/2010 établi par le CSTB	Rapport Essai n° 10 DRI 119 établi par le CERIB	PV n° 20-03f-20-08-Rc7 établi par le laboratoire de SCPR

6.2 Analyse à la compression sous charge linéaire

La méthode d'analyse à la compression d'un mur porteur en maçonnerie de Blocs HD® SCPR fabriqués par SCPR reprend la typologie du DTU 20.1 chapitre 4 partie 2 « Règles de calcul et dispositions constructives minimales » tout en adaptant la méthode aux exigences et règles de calcul de l'Eurocode 6 NF EN 1996-1-1.

Les contraintes admissibles dans les parois porteuses sous l'effet des charges verticales doivent être calculées en appliquant un coefficient global N, de telle sorte que :

$$C = \frac{R}{N} \quad \text{où :}$$

C : est la contrainte de compression admissible en partie courante d'une paroi porteuse

R : est la résistance nominale à la compression du bloc (R = 6 MPa pour le Bloc HD® SCPR à crépir de classe B60)

N : est le coefficient global de sécurité

Le coefficient global de sécurité N est fonction de la maçonnerie et de sa configuration, mais aussi de la classe de contrôle de l'exécution :

$$N = N_m \times \gamma_m$$

N_m est le coefficient de sécurité lié à la résistance de la maçonnerie :

$$N_m = \mu \cdot \gamma_F \cdot \Phi$$

μ : résistance en compression de l'élément / maçonnerie

γ_F : coefficient de sécurité sur les actions = 1,4

Evaluation de Φ = 0,9 pour les charges centrées, et 0,66 pour les charges excentrées.

Type de chargement	Coefficient mécanique de sécurité N_m			
	Avec raidisseurs tous les 1,20 mètres $f_k = 4,48$ MPa		Sans raidisseurs $f_k = 2,35$ MPa	
Matériau : Bloc HD® SCPR B60	Chargement centré	Chargement excentré	Chargement centré	Chargement excentré
	2,08	2,84	3,97	5,41

Tableau 4 : Coefficient mécanique de sécurité N_m

γ_m est le coefficient partiel de sécurité, défini dans l'Annexe Nationale de l'Eurocode 6 partie 1-1, lié au mode de montage de la maçonnerie et de la classe de contrôle de l'exécution :

Matériau		γ_m		
		Niveaux de contrôle		
		IL3	IL2	IL1
A	Maçonnerie constituée de : Unités de Catégorie I, mortier performanciel ^a	1,5	2,0	2,5
B	Unités de Catégorie I, mortier de recette ^b	1,7	2,2	2,7
C	Unités de Catégorie II, tout mortier ^{a b e}	2,3	2,8	3,3

^a Les prescriptions relatives aux mortiers performanciels sont données dans l'EN 998-2 et l'EN 1996-2.
^b Les prescriptions relatives aux mortiers de recette sont données dans l'EN 998-2 et l'EN 1996-2.
^c Les valeurs déclarées sont des valeurs moyennes.
^d Les bandes de coupure de capillarité sont supposées être couvertes par les ouvrages en maçonnerie γ_m .
^e Lorsque le coefficient de variation applicable aux éléments de Catégorie II n'est pas supérieure à 25 %.

Tableau 5 : Coefficients partiels de sécurité de la maçonnerie

Le Bloc HD® SCPR est un matériau de catégorie I. Les mortiers correspondent à ceux préconisés dans le présent Avis Technique. La classe à choisir dépend du niveau de contrôle d'exécution des travaux, et doit être déterminée en accord avec le bureau de contrôle, conformément à la méthode générique Eurocodes.

Il est à noter que dans cette méthode, les actions sont pondérées, et la résistance à la compression du mur est vérifiée en haut du mur.

Ce tableau est valable pour des murs courants de 2,60 mètres de hauteur, soit un élancement $e = 13,7$; pour des élancements supérieurs, il convient de prendre en compte un coefficient de majoration à appliquer au coefficient N, fonction de l'élancement et donné dans le tableau ci-dessous :

Elancement	Coefficient de majoration
14	1,02
15	1,07
16	1,13
17	1,21
18	1,30
19	1,42
20	1,57

Tableau 6 : Coefficient de majoration du à l'élancement

Exemple :

Niveau de contrôle faible et mortier de recette à base de sable 0/1 SCPR et de ciment CEM II 32,5 : $\gamma_m = 2,7$

Maçonnerie en Blocs HD® SCPR raidie par 1 raidisseur HA12 tous les 1,20 mètres : $f_k = 4,48$ MPa

Chargement centré $N_m = 2,08$ donc $N = 5,62$ arrondi à 5,7

Chargement excentré $N_m = 2,84$ donc $N = 7,67$ arrondi à 7,7

Bloc HD® SCPR B60 : $R = 6$ MPa soit une capacité résistante C :

$C = 1,05$ MPa chargement centré

$C = 0,78$ MPa chargement excentré

Ce qui correspond aux capacités admissibles suivantes :

$N_{Ed,eq} = 200$ kN chargement centré

$N_{Ed,eq} = 148$ kN chargement excentré

Ce qui permet de valider les cas typiques suivants :

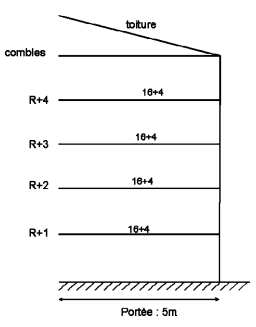
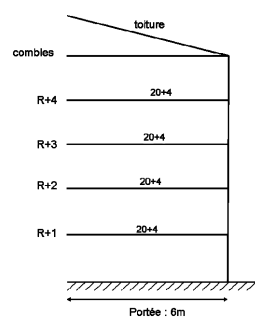
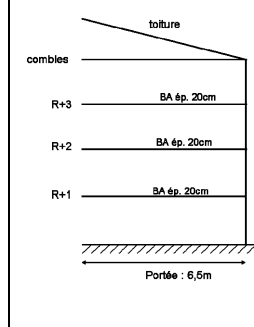
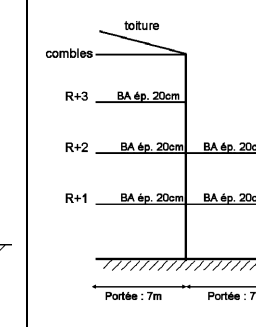
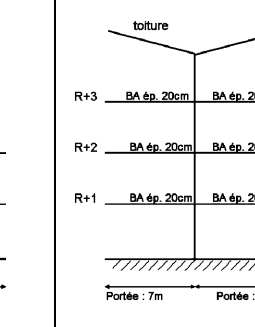
R+4 en rive Avec combles	R+4 en rive Avec combles	R+3 en rive Avec combles	R+3 mixte Avec combles	R+3 central Sans combles
Poutrelles/hourdis 16+4	Poutrelles/hourdis 20+4	Béton armé Epaisseur 20cm	Béton Armé Epaisseur 20cm	Béton Armé Epaisseur 20cm
Portées : 5m	Portées : 6m	Portées : 6,5m	Portées : 7m	Portées : 7m
				

Tableau 7 : Exemple de cas de chargements admis - Murs pleins sans ouverture de baie.

6.3 Analyse à la compression sous charge ponctuelle

Lorsqu'un élément de l'ouvrage apporte une charge ponctuelle en tête de mur, il convient de convertir cette charge ponctuelle en surcharge linéaire F_{eq} à prendre en compte dans l'étude globale à la compression sous charge linéaire, selon la formule :

$$F_{eq} = \frac{F}{l_{ef}} \quad \text{ou} \quad F_{eq} : \text{surcharge linéaire équivalente}$$

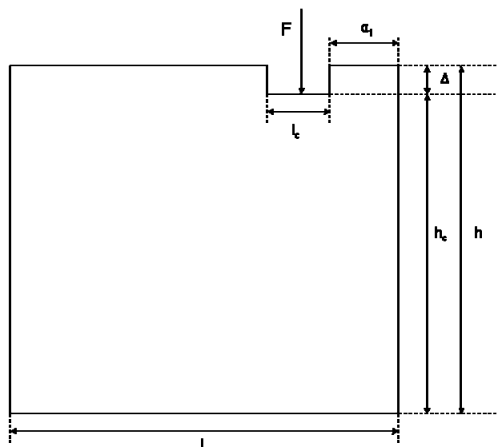
(kN/m)

F : effort ponctuel en tête de mur (kN)

l_{ef} : longueur effective d'appui de la charge (m)

l_{ef} peut être déterminée de la façon suivante :

Figure 3 : Schéma d'appui de charge ponctuelle sur mur de maçonnerie



$$l_{ef} = \min(l_c + 0,57 \times h_c ; l_c + 0,28 \times h_c + a_1 ; l)$$

Il est nécessaire d'effectuer en plus une **vérification locale à l'écrasement** :

Cas 1 : Mur courant

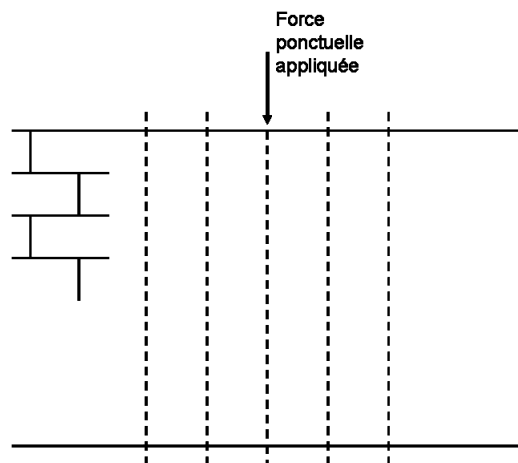


Figure 4 : Remplissage des alvéoles d'un mur continu chargé ponctuellement

Le nombre d'alvéoles à remplir sous charge ponctuelle est donné dans le tableau ci-dessous :

Alvéoles remplies sous charge Cas1	OMNR	OMR	1	3	5
Capacité résistante maximale (kN)	33	63	136	157	180

Tableau 8 : Capacités admissibles pour un mur continu chargé ponctuellement

MNR : Maçonnerie Non Raidie, pas de raidisseurs

MR : Maçonnerie Raidie, présence de raidisseurs 1HA12 tous les 1,20m

Cas 2 : Mur d'angle ou en rive de baie

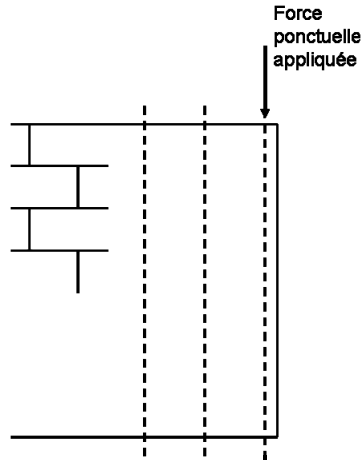


Figure 5 : Remplissage des alvéoles d'un demi-mur chargé ponctuellement

Le nombre d'alvéoles à remplir sous charge ponctuelle est donné dans le tableau ci-dessous :

Alvéoles remplies sous charge Cas2	0	MNR	0	MR	1	3
Capacité résistante maximale (kN)	33		63		136	153

Tableau 9 : Capacités admissibles pour un demi-mur chargé ponctuellement

MNR : Maçonnerie Non Raidie, pas de raidisseurs

MR : Maçonnerie Raidie, présence de raidisseurs 1HA12 tous les 1,20m

Exemple sur 6 cas :

Cas d'une poutre en béton armé, de section 20 cm x 35 cm ht, de longueur L, reprenant deux planchers de portée l (voir schéma). Plusieurs types de solutions sont proposés correspondant aux différents cas ci-dessus :

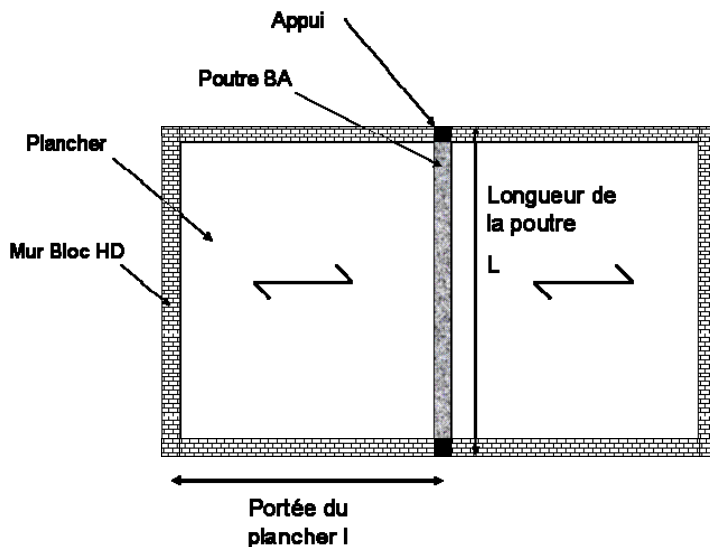


Figure 6 : Schéma de chargement d'une poutre reprenant deux planchers

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5	Cas 6
Type de plancher	Poutrelles / Hourdis	Poutrelles / Hourdis	Poutrelles / Hourdis	Poutrelles / Hourdis	Béton Armé	Béton Armé
Epaisseur	12+4	12+4	16+4	20+4	20 cm	20 cm
Longueur de la poutre L	3 m	5	8	8	7 m	8 m
Portée du plancher l	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	7 m
Valeur de la charge sur chaque appui	21 kN	60 kN	131 kN	149 kN	143 kN	183 kN
Solution Alvéoles à remplir	0	0	1	3	3	5

Tableau 10 : Exemple cas de chargements ponctuels d'un mur par une poutre

6.4 Dimensionnement à la flexion

Etude de l'équilibre au vent pour un mur peu ou pas chargé :

Pour le département de La Réunion, avec la méthodologie Euro-codes, la donnée du vent dépend de la hauteur de la construction et de la situation géographique de l'ouvrage :

Zone géographique	Zone Urbaine	Zone Semi-Urbaine			
	Tous niveaux	RDC et R+1	R+2	R+3	R+4
	$h \leq 13\text{m}$	$h \leq 5,2\text{m}$	$h \leq 7,8\text{m}$	$h \leq 10,4\text{m}$	$h \leq 13\text{m}$
Vent WEd (Pa)	1900	1900	2300	2500	2800

Zone géographique	Zone Côtière				
	RDC	R+1	R+2	R+3	R+4
	$h \leq 2,6\text{m}$	$h \leq 5,2\text{m}$	$h \leq 7,8\text{m}$	$h \leq 10,4\text{m}$	$h \leq 13\text{m}$
Vent WEd (Pa)	3000	3500	3800	4000	4200

Tableau 10 : Valeur de l'effort surfacique du au vent à l'ELU

On présente à l'ELU le cas d'un mur, modélisé sur la figure 7 :

- Peu ou pas chargé verticalement : $\sigma_d \leq 0,33 \text{ MPa}$ (soit 63 kN sur 1 mètre linéaire en descente de charge ; exemple : mur de dernier ou avant-dernier étage)
- Soumis à un effort latéral de flexion W_{Ed} (effet du vent)
- Les murs sont considérés pleins sans ouverture de baie.

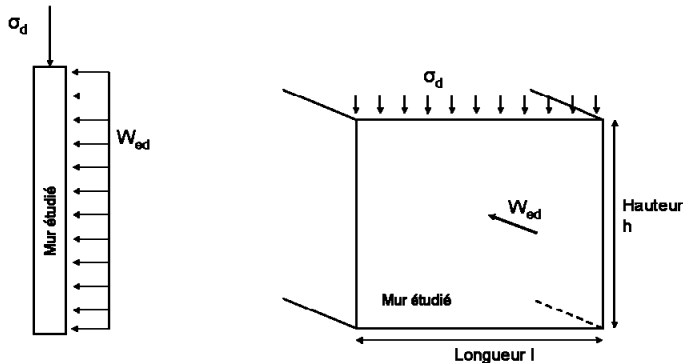


Figure 7 : Schéma de modélisation de l'étude de l'équilibre à la flexion

Le mur est armé de 1 raidisseur HA12 tous les 1,20 mètres, et a une hauteur fixe de 2,60 mètres (hauteur d'un étage courant). Chaque situation de projet est caractérisée par une donnée de vent (W_{Ed}) et une donnée en compression (σ_d). La figure 8 donne, en fonction de ces paramètres, les longueurs maximales du mur pour qu'il y ait équilibre au vent.

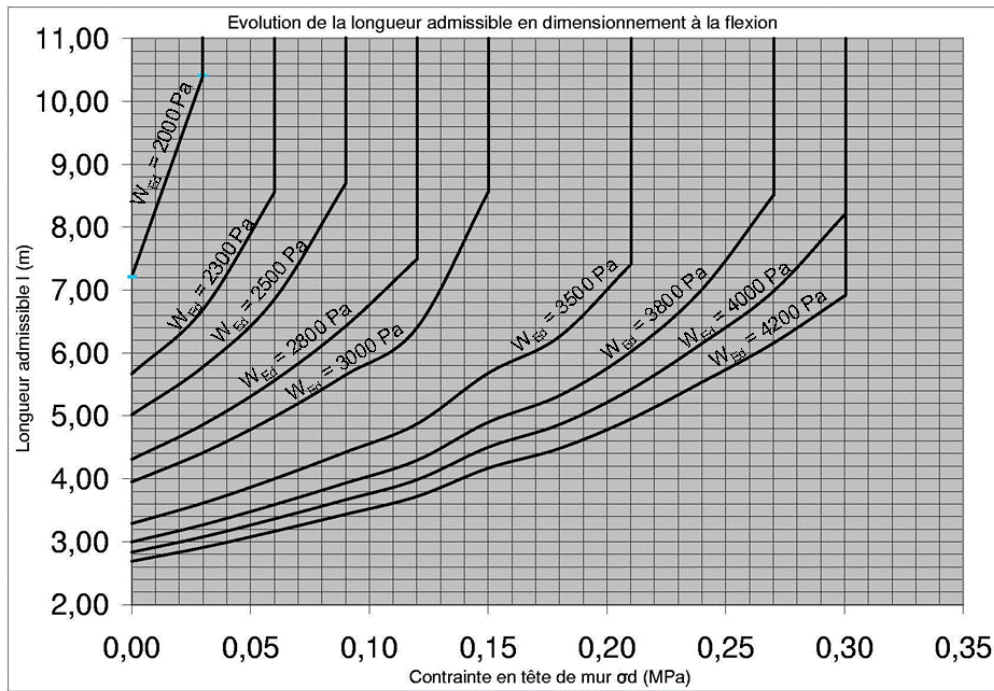


Figure 8 : Valeur des longueurs admissibles de mur au vent en fonction de la contrainte en tête

Exemple de lecture du graphique :

Prenons le cas d'un ouvrage de 10 mètres de hauteur en zone semi-urbaine : $W_{Ed} = 2500 \text{ Pa}$ (cf. Tableau 12)

Le mur du dernier étage a une hauteur fixe de 2,60 mètres.

Si ce mur est peu chargé, par une toiture légère, telle que $\sigma_d = 0,05 \text{ MPa}$, dans ce cas l'équilibre au vent est atteint pour une longueur maximale du mur de 6,4 mètres. Si le projet prévoit un linéaire au dernier étage plus long, il faudra alors prévoir un procédé de contreventement de telle sorte que le mur n'excède pas 6,4 mètres entre deux appuis verticaux.

Si par contre, le mur est chargé un peu plus, de telle sorte que $\sigma_d \geq 0,09 \text{ MPa}$, il y a équilibre au vent quelle que soit la longueur du mur.

Pour des murs chargés, i.e. $\sigma_d > 0,33 \text{ MPa}$, on considère que l'effet du vent est négligeable si la conception globale du contreventement de l'ouvrage a été réalisée.

Etude de l'équilibre d'un mur enterré :

Cas d'un mur enterré d'un ouvrage courant, réalisé conformément aux dispositions constructives du présent Avis Technique et représenté par la figure 9 :

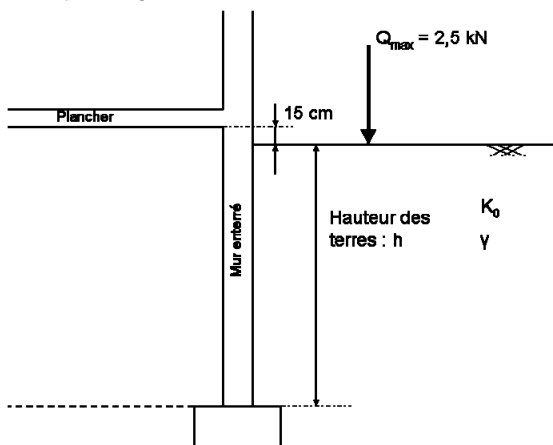


Figure 9 : Schéma d'un mur enterré

On modélise le mur de façon suivante :

- le mur enterré doit être soumis à une contrainte de compression en tête minimale $\sigma_d = 0,33 \text{ MPa}$; il est également soumis à un effort latéral de flexion W_{Ed} correspondant à la poussée des terres ; et une surcharge $Q = 2,5 \text{ kN}$ ou $Q = 0 \text{ kN}$
- le terrain naturel a une masse volumique $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ sur une hauteur h des terres
- le mur est raidi par **1 raidisseur 1HA12 tous les 1,20 mètres** et ne présente aucune ouverture.
- la coupe de capillarité, si elle est réalisée au dessous du plancher, doit impérativement être faite au mortier hydrofugé

L'équilibre à la flexion est donné dans le tableau 11 pour des murs enterrés de longueur quelconque. En fonction de la surcharge Q à prendre en compte, l'équilibre du mur est vérifié pour des hauteurs données dans le tableau.

Q (kN)	0	2,5
h_{adm} (m)	1,80	1,60

Tableau 11 : Hauteurs admissibles des terres pour un mur enterré

Pour réaliser un mur enterré de 2,60 mètres de hauteur (2,45 mètres de hauteur des terres), il convient alors de positionner des **contreforts de contreventement** à certains points du mur, conformément à la « méthode simplifiée pour les murs de soubassement » de l'Eurocode 6 décrite en Annexe 9 du présent Avis Technique.

Méthode générale :

Cette méthode, conforme à l'Eurocode 6 (Partie 6.3 et Annexe D), permet de vérifier les murs soumis à une pression ou une poussée latérale (vent, pression des terres), en tenant compte éventuellement d'une charge verticale appliquée. Le mur est considéré sans ouverture.

On présente ici une méthode générale de dimensionnement pour un mur courant, armé d'un raidisseur 1HA12 tous les 1,20 mètres, soumis à un effort latéral surfacique W_{Ed} (kN/m²) et à une contrainte de compression en tête σ_d limitée à 0,33 MPa, conformément au schéma ci-dessous :

L'équilibre à la flexion est vérifié si le moment sollicitant de calcul M_{Ed} est inférieur ou égal au moment résistant de calcul M_{Rd} :

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

La maçonnerie en Blocs HD® SCPR est caractérisée par des résistances mécaniques à la flexion f_{xd1} et f_{xd2} , testées mécaniquement en laboratoire (cf. Rapport Essai CERIB n° 10 DRI 120), qui représentent l'aptitude du mur en Blocs HD® SCPR armé d'un raidisseur 1HA12 tous les 1,20 mètres à s'opposer aux mouvements de flexion dans les deux directions suivantes :

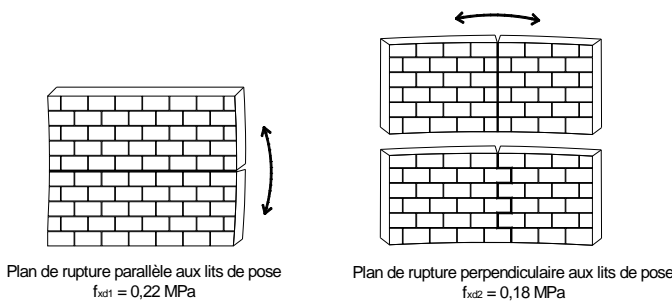


Figure 10 : Modélisation des deux directions de flexion

La méthode consiste donc à :

- Calculer les moments sollicitant dans chaque direction M_{Ed2} et M_{Ed1}
- Calculer les moments résistant dans chaque direction M_{Rd2} et M_{Rd1}
- Comparer les valeurs obtenues

Calcul des moments sollicitant :

Dans le cas d'une situation de projet type du marché du Bloc HD® SCPR, pour un mur modélisé comme précédemment, les données d'entrée sont :

- Les paramètres mécaniques intrinsèques à la maçonnerie : f_{xd1} et f_{xd2}
- Les paramètres géométriques du projet : h et l
- Les sollicitations mécaniques mises en jeu : W_{Ed} et σ_d

Les étapes de calcul sont données ci-dessous, et font apparaître deux paramètres intermédiaires : μ et α_2 . Les valeurs de α_2 sont données dans le tableau de l'Annexe 10.

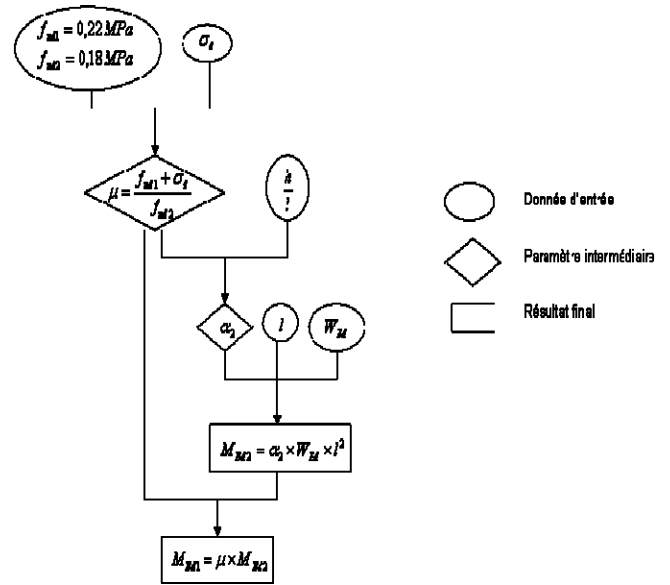


Figure 11 : Etapes de calcul des Moments sollicitant en flexion

Calcul des moments résistant :

Les moments résistant M_{Rd2} et M_{Rd1} sont calculés par les formules suivantes :

$$\begin{cases} M_{Rd2} = f_{xd2} \times \frac{t^2}{6} \\ M_{Rd1} = (f_{xd1} + \sigma_d) \times \frac{t^2}{6} = \mu \times M_{Rd2} \end{cases}$$

t étant l'épaisseur du mur en maçonnerie, $t = 19$ cm

On remarque que $\begin{cases} M_{Rd1} = \mu \times M_{Rd2} \\ M_{Ed1} = \mu \times M_{Ed2} \end{cases}$ ce qui implique que la

donnée de l'équilibre dans une direction est équivalente à la donnée de l'équilibre dans l'autre direction. Par suite, on peut n'effectuer la vérification globale à la flexion que selon une seule des deux directions.

6.5 Analyse au cisaillement

La maçonnerie en Blocs HD® SCPR à crépir a été testée au cisaillement, par le laboratoire de SCPR et contrôlé par le CSTB (cf. « Rapport d'essai sur la fabrication et la réalisation d'essais de maçonnerie sur Blocs HD » du CSTB du 27/01/2010).

La maçonnerie en Blocs HD® SCPR à crépir présente une résistance initiale au cisaillement, appelée également adhérence joint – bloc, f_{vk0} donnée ci-dessous :

$$f_{vk0} = 0,19 \text{ MPa}$$

6.6 Analyse en murs de contreventement

La maçonnerie en Blocs HD® SCPR à crépir, testé au laboratoire du CSTB le 12/01/2010 (Rapport d'essai n° EEM 09 26022816), présente les caractéristiques mécaniques et dynamiques suivantes :

Coefficient de comportement de la maçonnerie :

$$q = 1,5$$

Résistance de calcul de la maçonnerie sous action dynamique :

$$F_{max} = 200 \text{ kN}$$

7. Sécurité Incendie

La maçonnerie en Blocs HD® SCPR à crépir, testé au laboratoire du CSTB (Procès verbal de classement n° RS09-152), présente les garanties, de sécurité et de résistance au feu, suivantes :

RE	240 min
REI	120 min

Tableau 12 : Résultats de l'Essai Feu

8. Analyse environnementale

8.1 Analyse thermique

La réglementation thermique pour les départements d'Outre Mer, la RTAA DOM, fixe un certain nombre de critères d'isolation thermique des parois de constructions nouvelles ou parties nouvelles de constructions existantes.

Le Bloc HD® SCPR assure une isolation thermique, modélisée par le CERIB (PV n° APM/CDE 2037/10), dans les conditions optimales de montage de la maçonnerie décrites dans le présent Avis (avec présence d'un raidisseur tous les 1,20m), notamment la réalisation dans les règles de l'art des joints de mortier horizontaux et verticaux sur l'ensemble de l'ouvrage.

Le coefficient de transmission thermique (U) en partie courante de façade réalisée en maçonnerie de Blocs HD® SCPR avec un enduit extérieur d'épaisseur 15 mm est :

$$U = 2,19 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

Ce qui correspond, dans le cadre de la réglementation thermique spécifique aux Départements d'Outre Mer (RTAA DOM) à une résistance thermique de paroi en façade de :

$$R = 0,26 \text{ m}^2.\text{K} / \text{W}$$

8.11 Ouvrages situés à La Réunion à une altitude inférieure à 800 mètres

Selon l'orientation de l'ouvrage et les dispositions architecturales, une isolation intérieure de résistance thermique R_{\min} et d'épaisseur e peut être nécessaire en paroi de façade pour respecter les prescriptions de la réglementation :

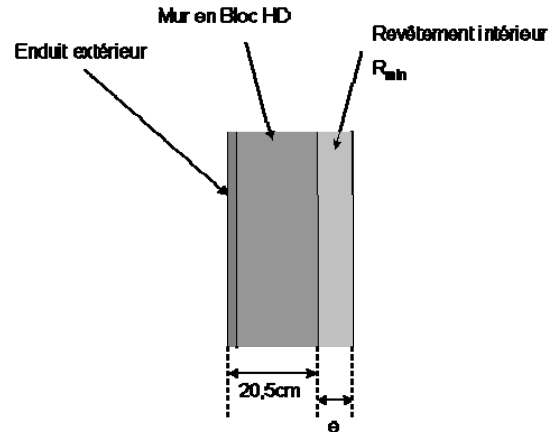


Figure 12 : Schéma du complexe d'isolation intérieure à prendre en compte

La résistance thermique d'un matériau R d'épaisseur e et de conductivité thermique intrinsèque λ est donnée par la formule :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Les cas où une isolation intérieure est nécessaire ainsi que la valeur de la résistance thermique de l'isolation sont donnés dans le tableau 14 :

Orientation	Type de couleur	Résistance thermique de l'isolant R_{\min} selon RT DOM pour $h \leq 800$ m					
		Paroi sans pare-soleil	Paroi avec pare-soleil vertical ventilé	Paroi avec pare-soleil horizontal			
				$d/h \geq 0,25$	$d/h \geq 0,5$	$d/h \geq 0,75$	$d/h = 1$
"est" "sud"	couleur claire	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	couleur moyenne	0,03	✓	✓	✓	✓	✓
	couleur sombre	0,20	✓	✓	✓	✓	✓
	couleur noire	0,36	✓	0,07	✓	✓	✓
"nord" "ouest"	couleur claire	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	couleur moyenne	0,03	✓	✓	✓	✓	✓
	couleur sombre	0,20	✓	✓	✓	✓	✓
	couleur noire	0,36	✓	0,12	✓	✓	✓

✓ Cas ne nécessitant aucune isolation complémentaire

Tableau 13 : Isolation intérieure en paroi de façade pour ouvrage Réunion $h < 800$ m

Des exemples de solutions d'isolation intérieure correspondant aux valeurs du tableau 14 sont donnés dans le tableau 15 :

R_{\min} ($\text{W}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$)	0,03	0,12	0,20	0,36
Matériau	Enduit plâtre	Revêtement bois	Complexe : plaque plâtre + isolant	
Épaisseur e (mm)	13	12	minimal : BA13 + 20mm laine ou air	

Tableau 14 : Exemples de solutions d'isolations intérieures

8.12 Ouvrages situés à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres

Ces données thermiques montrent également que la maçonnerie en Blocs HD® SCPR associée à un enduit intérieur en plâtre d'épaisseur 13 mm offre une isolation suffisante pour satisfaire les prescriptions de la réglementation thermique RTAA DOM, pour les ouvrages construits à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres.

8.2 Etanchéité à la pluie

La maçonnerie en Blocs HD® SCPR a été testée en terme de résistance à la pénétration d'eau de pluie dans les laboratoires du CERIB avec l'essai « Mur de pluie » (Rapport Essai CERIB n° 10 DRI 15).

Le Bloc HD® SCPR offre une résistance à la pénétration d'eau adaptée aux conditions climatiques de la zone Sud de l'Océan Indien. Les caractéristiques de la maçonnerie en Blocs HD® SCPR ont été démontrées comme étant similaires aux caractéristiques de la maçonnerie traditionnelle.

B. Résultats expérimentaux

1. Essais réalisés en interne

SCPR possède son propre laboratoire, audité et contrôlé régulièrement par les organismes certifiés, et son système de gestion de la qualité.

Sur les productions courantes, SCPR réalise des essais et contrôles qualités des éléments suivants :

- Matériaux entrant dans la fabrication des blocs
- Blocs en sortie d'usines : aspect, caractéristiques dimensionnelles et mécaniques,
- variations dimensionnelles, absorption d'eau par capillarité.
- SCPR peut aussi réaliser des essais sur assemblage de maçonnerie :
 - Essais de compression sur murets NF EN 1052-1
 - Essais de cisaillement initial NF EN 1052-3

L'aptitude du laboratoire à réaliser ces essais essentiels dans l'étude structurelle de la maçonnerie est consignée dans le rapport de l'audit CSTB du 27/01/2010 :

« Rapport d'essai sur la fabrication et la réalisation d'essais de maçonnerie sur Blocs HD »

Dans ce rapport figure également :

- La résistance à la compression de la maçonnerie non armée
- La résistance initiale au cisaillement ou adhérence joint/bloc

Ces essais ont été réalisés par SCPR et audités par le CSTB.

2. Essais réalisés en France métropolitaine

2.1 Analyse structurale

Résistance à la compression de la maçonnerie armée : Rapport Essai n° 10 DRI 119 du CERIB

Résistance à la flexion de la maçonnerie armée : Rapport Essai n° 10 DRI 120 du CERIB

2.2 Analyse sismique

Rapport d'essai n° EEM 09 26022816 du CSTB

2.3 Comportement au feu

Procès Verbal n° RS09-152 du CSTB

2.4 Analyse environnementale

Rapport d'analyse thermique du CERIB n° APM/CDE 2016/10

Rapport Essai « Mur de pluie » du CERIB n° 10 DRI 15

C. Références

Depuis 1979, plusieurs centaines de millions de m² ont été réalisés avec ce procédé sur l'ensemble de l'île de La Réunion. Chaque année, près de 900 000 m² de murs sont réalisés en Blocs HD.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Principe de ferrailage

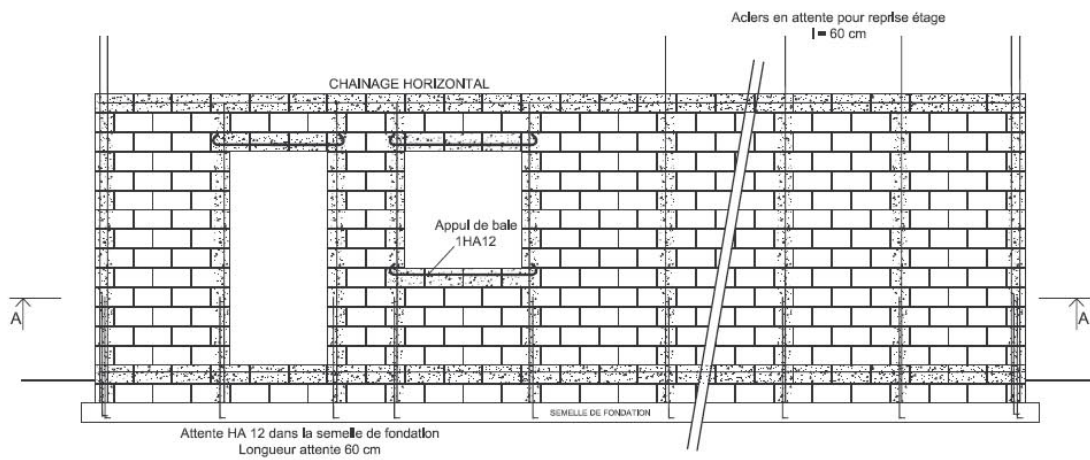


fig. 1

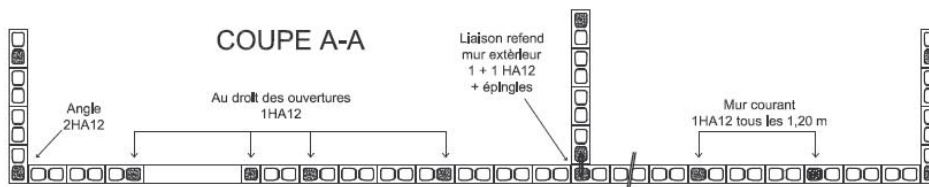


fig. 2

Angle

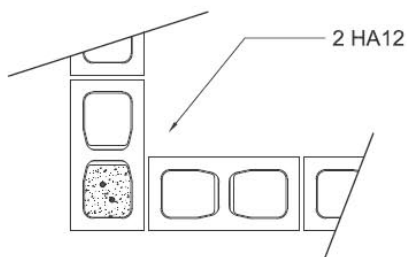


fig. 3

Liaison mur extérieur / mur refend

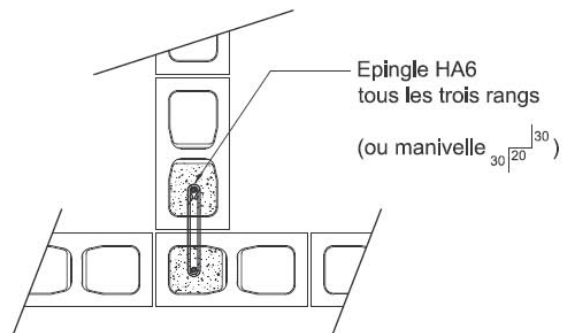


fig. 4

Dispositions chaînages horizontaux

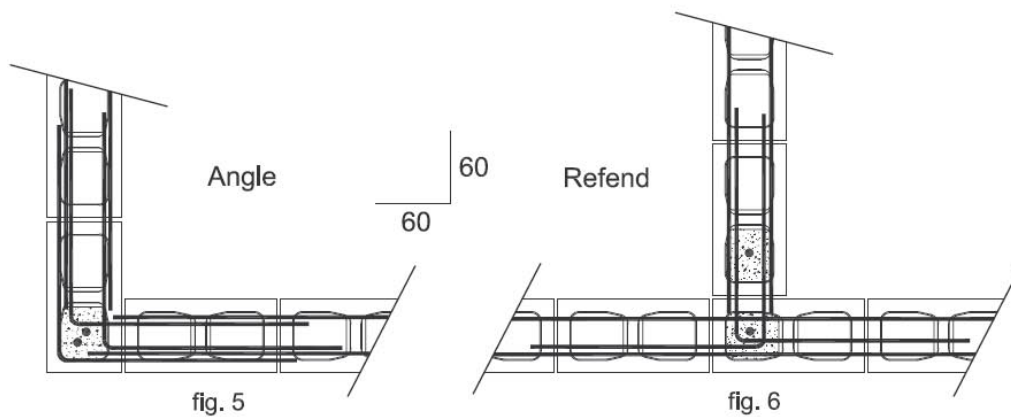
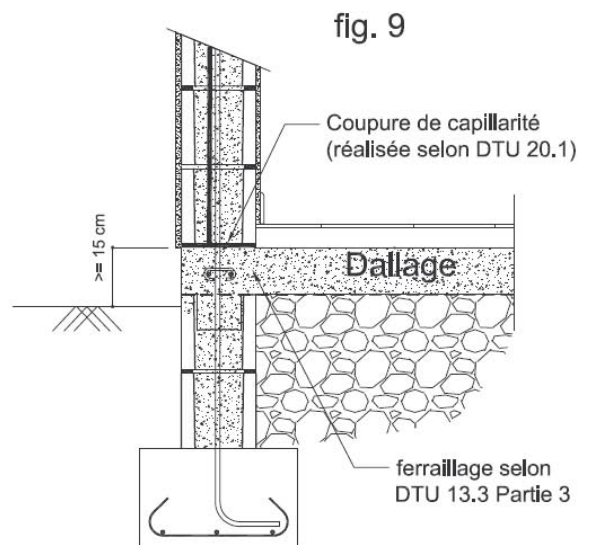
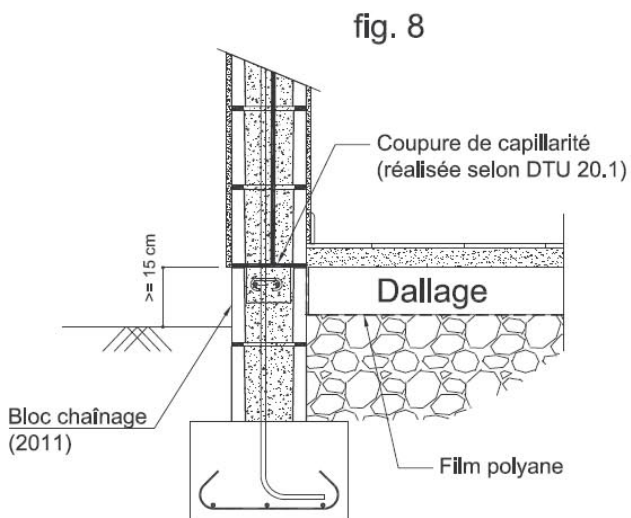
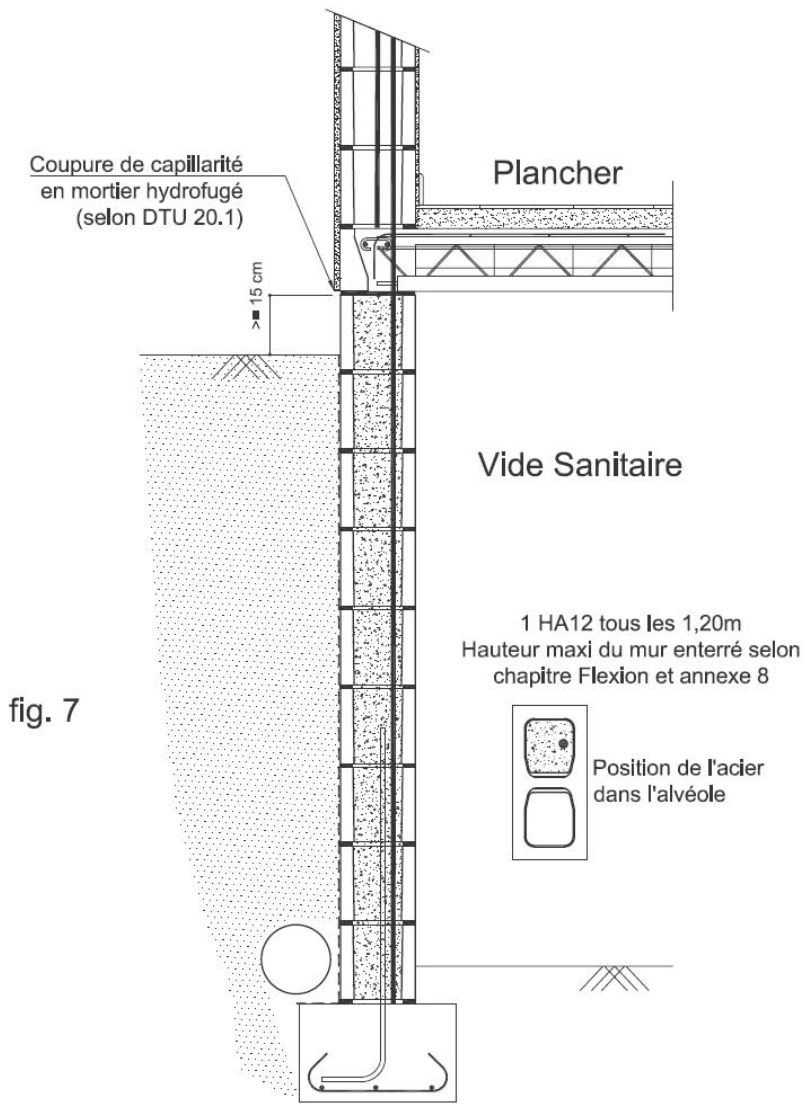


fig. 5

fig. 6

Murs enterrés et protection contre les remontés d'humidité



Charge localisée

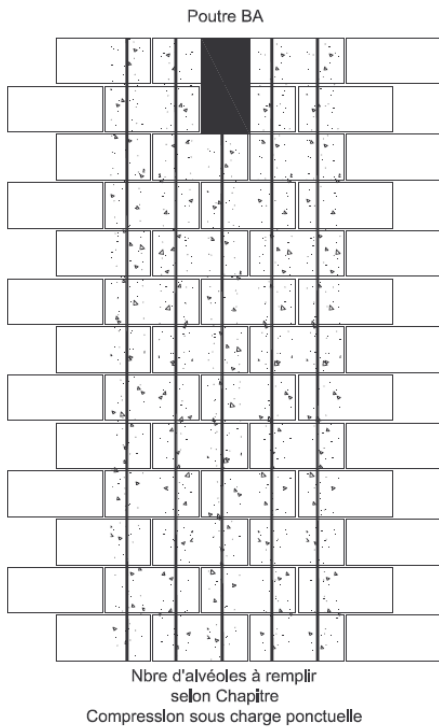


fig. 10

Chaînage rampant

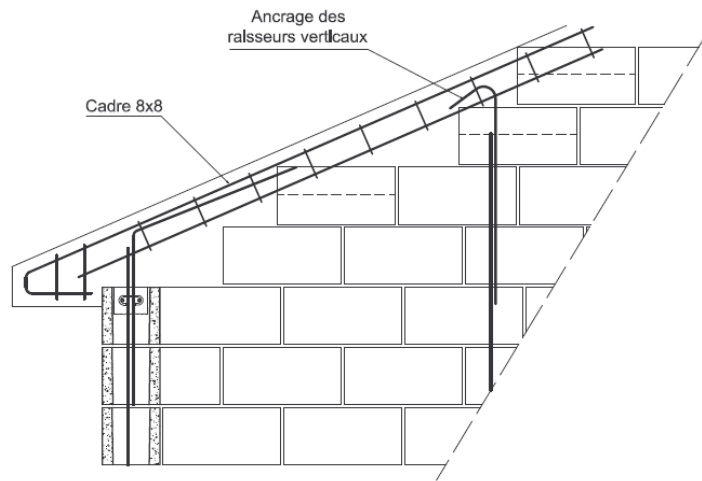


fig. 11

Acrotères

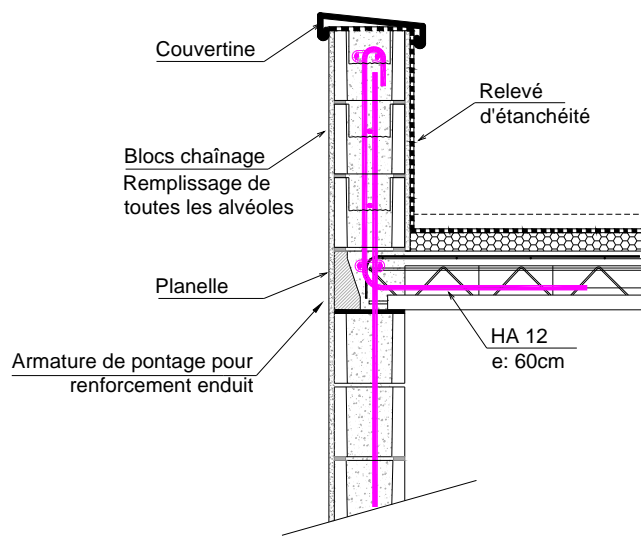


fig. 12

Principe des joints

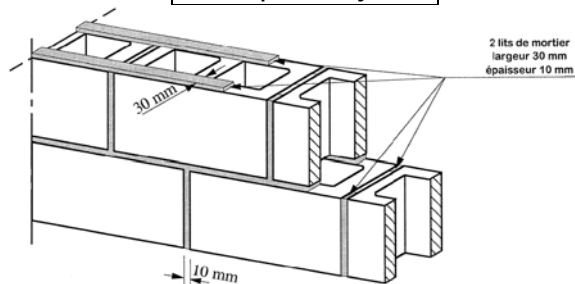
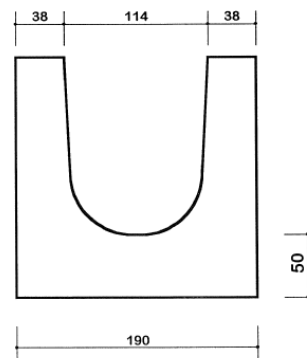
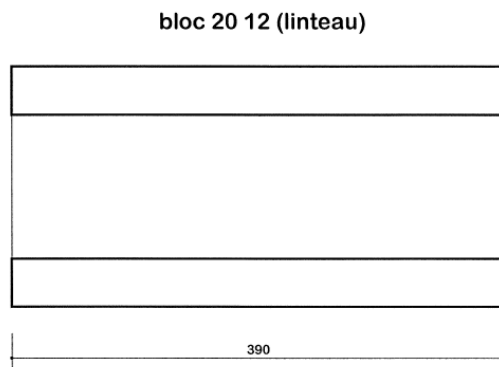
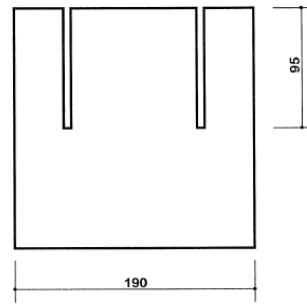
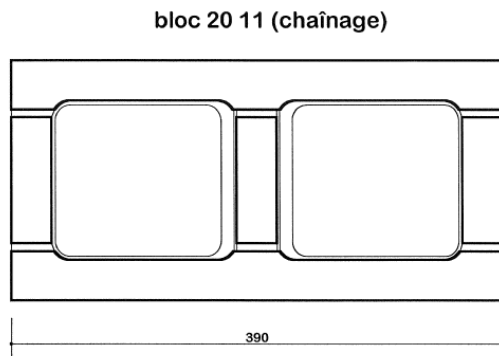
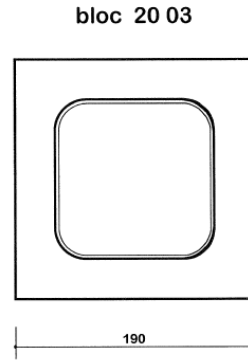
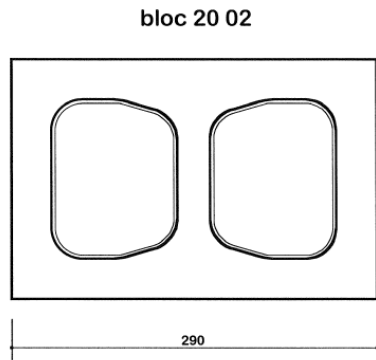
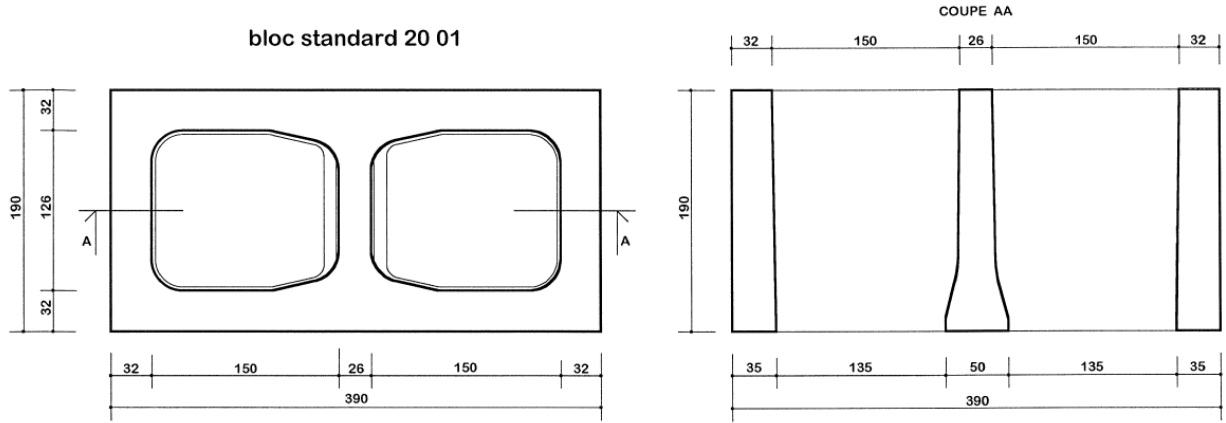


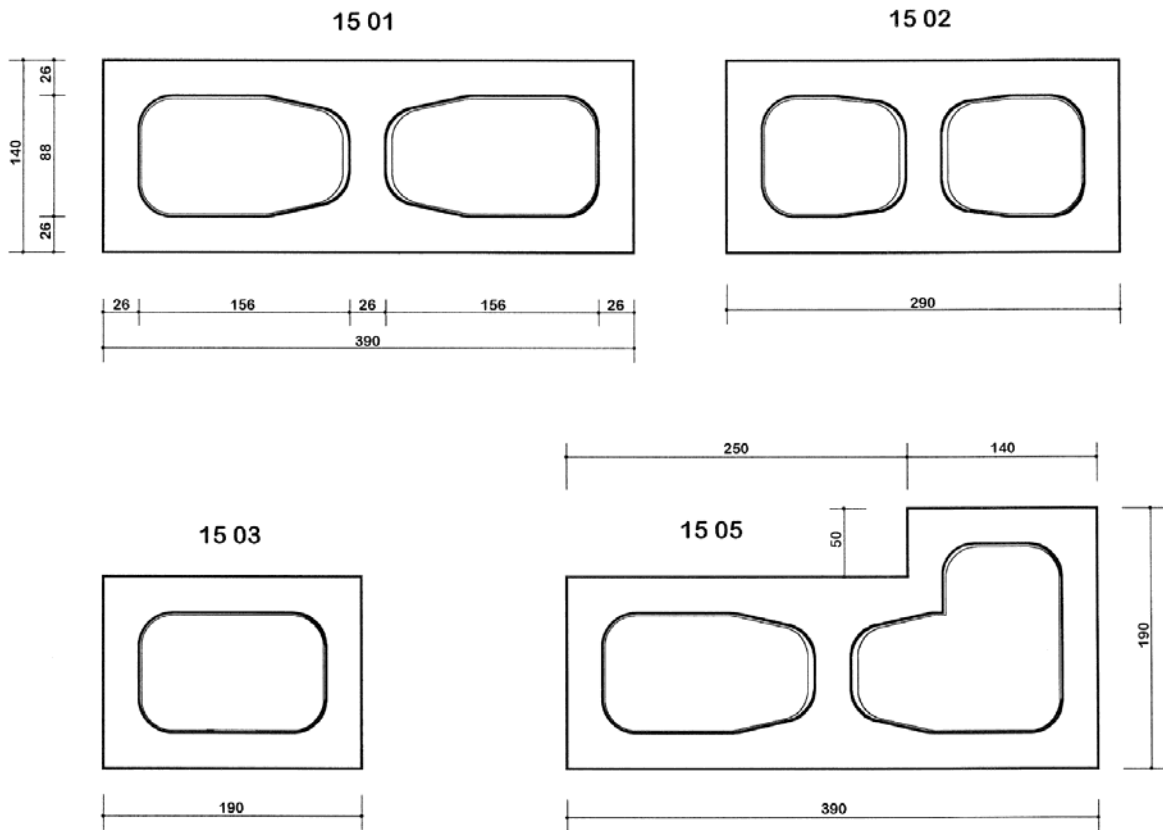
fig.13

Annexe 2 : Détails des blocs série de 20



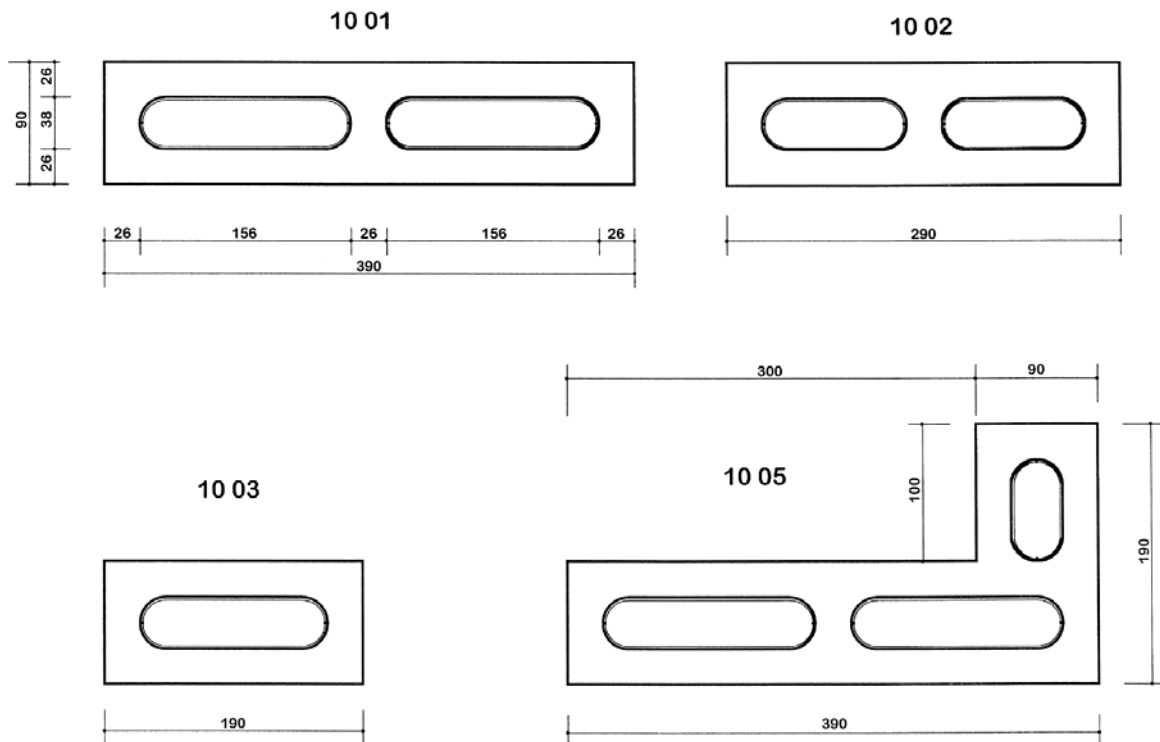
Détails des blocs série de 20

Annexe 3 : Détails des blocs série de 15



Détails des blocs série de 15

Annexe 4 : Détails des blocs série de 10



Détails des blocs série de 10

Annexe 5 : Tableaux des éléments Blocs à crépir



Référence	Désignation	Dimensions	Nb de blocs au m ²	Nb de blocs/palette
10 01 F	Standard	390x90x190	12,5	180
10 03 F	Demi	190x90x190	25,0	360
15 01 F	Standard	390x140x190	12,5	120
15 03 F	Demi	190x140x190	25,0	240
20 01 F	Standard	390x190x190	12,5	90
20 03 F	Demi	190x190x190	25,0	180

Blocs courants – A crépir – Série 10, 15, 20



Référence	Désignation	Dimensions	Nb de blocs au m ²	Nb de blocs/palette
10 11 F	Standard	390x90x190	12,5	180
10 33 F	Demi	190x90x190	25,0	360
15 11 F	Standard	390x140x190	12,5	120
15 33 F	Demi	190x140x190	25,0	240
20 11 F	Standard	390x190x190	12,5	90
20 33 F	Demi	190x190x190	25,0	180

Blocs chaînage – A crépir – Série 10, 15, 20

Tableaux des éléments Blocs à crépir

Annexe 6 : Elément complémentaire



Référence	Désignation	Dimensions	Nb de blocs au m ²	Nb de blocs/palette
20 12	Lintheaux	390x190x190	12,5	90

Produit complémentaire : Bloc linteau

Annexe 7 : Tableaux des éléments Blocs lisses

e



Référence	Désignation	Dimensions	Nb de blocs au m ²	Nb de blocs/palette
10 01	Standard	390x90x190	12,5	180
10 02	Trois quarts	290x90x190	16,6	240
10 03	Demi	190x90x190	25,0	360
10 05	Angle	390x90x190	-	140
15 01	Standard	390x140x190	12,5	120
15 02	Trois quarts	290x140x190	16,6	160
15 03	Demi	190x140x190	25,0	240
15 05	Angle	390x140x190	-	105
20 01	Standard	390x190x190	12,5	90
20 02	Trois quarts	290x190x190	16,6	120
20 03	Demi	190x190x190	25,0	180

Blocs courants – Lisses – Série 10, 15, 20

Tableaux des éléments Blocs lisses



Référence	Désignation	Dimensions	Nb de blocs au m ²	Nb de blocs/palette
10 11	Standard	390x90x190	12,5	180
10 22	Trois quarts	290x90x190	16,6	240
10 33	Demi	190x90x190	25,0	360
10 55	Angle	390x90x190	-	140
15 11	Standard	390x140x190	12,5	120
15 22	Trois quarts	290x140x190	16,6	160
15 33	Demi	190x140x190	25,0	240
15 55	Angle	390x140x190	-	105
20 11	Standard	390x190x190	12,5	90
20 22	Trois quarts	290x190x190	16,6	120
20 33	Demi	190x190x190	25,0	180
20 55	Angle	390x190x190	12,5	90

Blocs chaînages – Lisses – Série 10, 15, 20

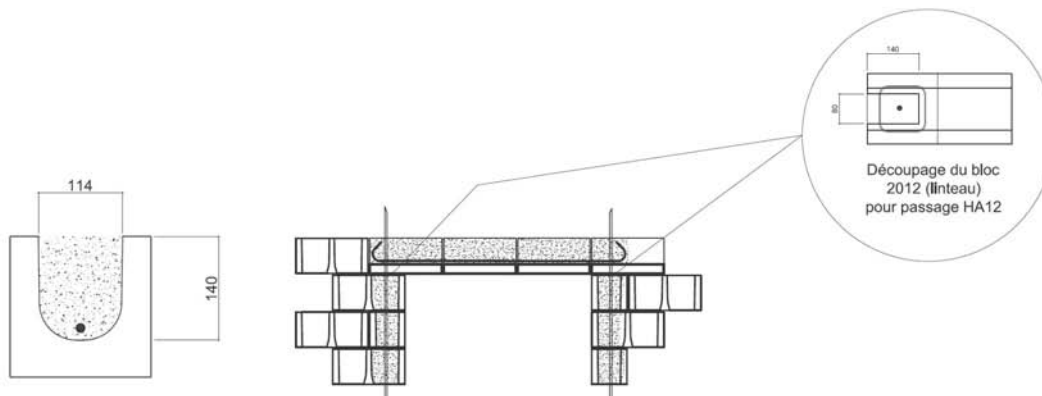


Référence	Désignation	Dimensions	Nb de blocs au m ²	Nb de blocs/palette
10 71	Standard	390x90x90	25,0	390
10 72	Trois quarts	290x90x90	33,3	480
10 73	Demi	190x90x90	50,0	720
10 75	Quart	390x90x90	-	280
15 71	Standard	390x140x90	25,0	240
15 72	Trois quarts	290x140x90	33,3	288
15 73	Demi	190x140x90	50,0	432
15 75	Angle	390x140x90	-	210
20 71	Standard	390x190x90	25,0	180
20 72	Trois quarts	290x190x90	33,3	240
20 73	Demi	190x190x90	50,0	360

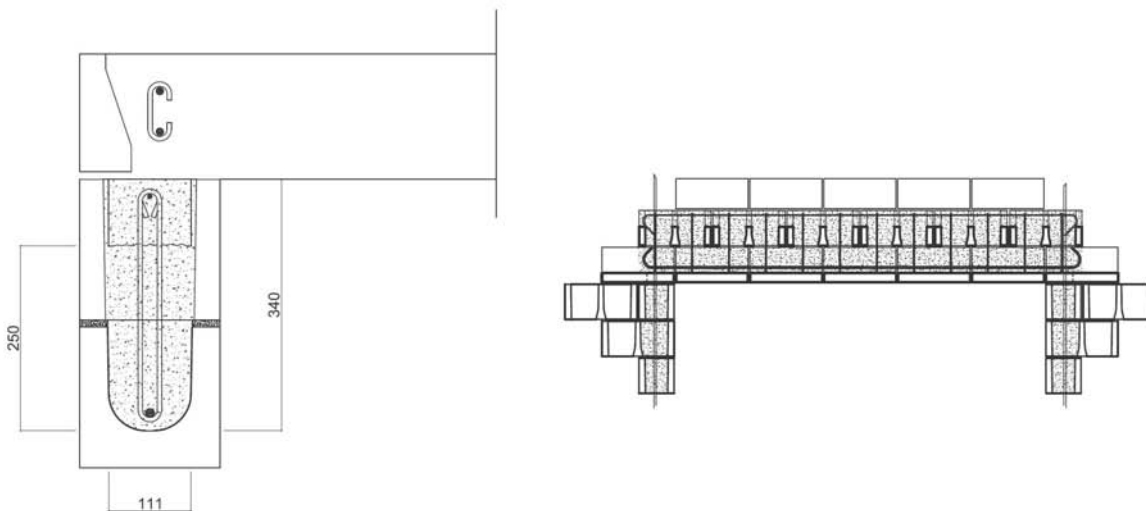
Demi-hauteur – Lisses – Série 10, 15, 20

Annexe 8 : Schémas et ferrillages des blocs linteaux

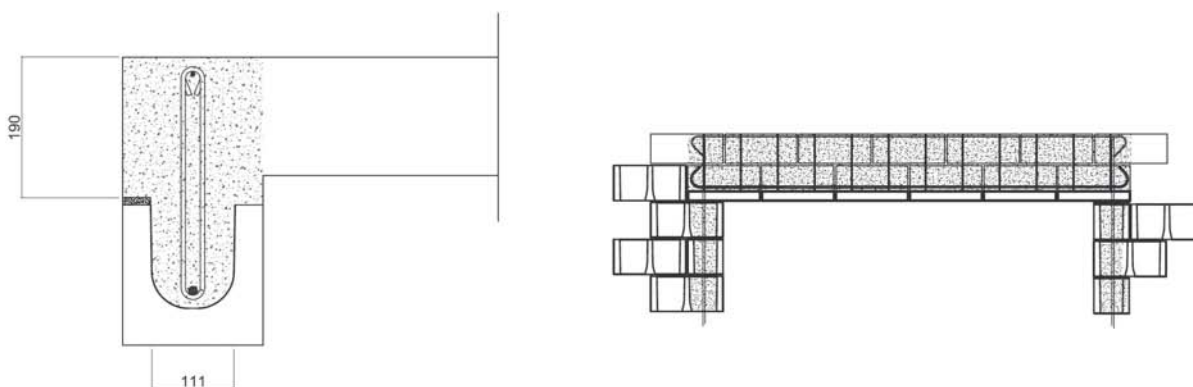
Linteau A - Bloc linteau seul



Linteau B - Bloc linteau + Bloc Chaînage

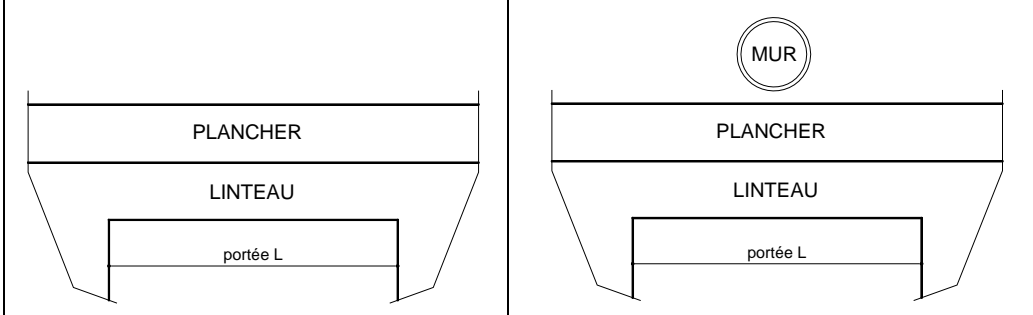
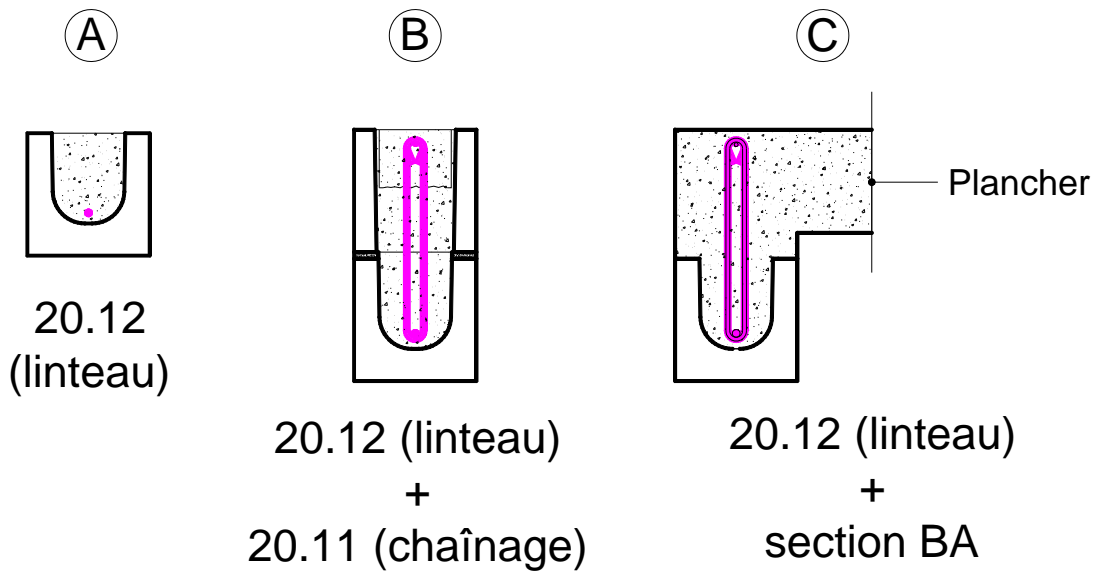


Linteau C - Bloc linteau + section BA



Calepinage des Blocs linteaux :

Schémas et ferrillages des blocs linteaux



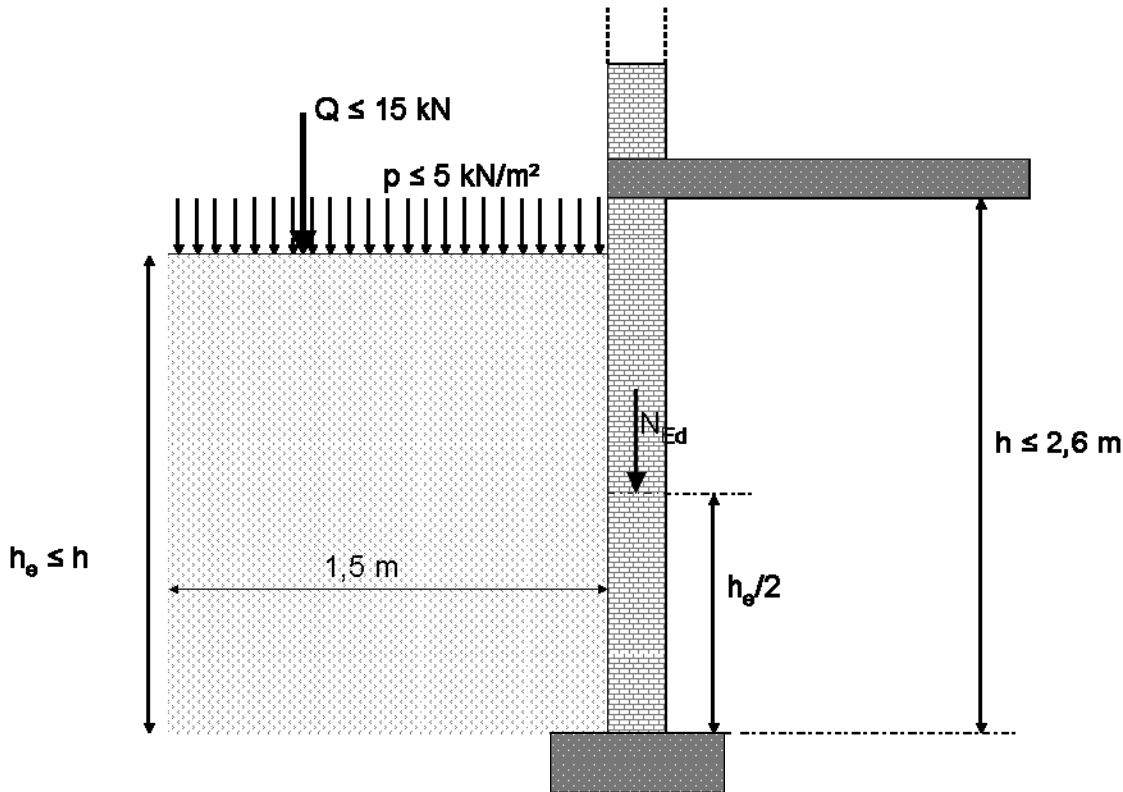
Portée (L)	Type de lindeau	Acier bas	Acier haut	Epingle	Acier bas	Acier haut	Epingle
1,00	A	1 HA8	1 HA6	HA6	1 HA8	1 HA6	HA6
1,20	A	1 HA8	1 HA8	HA6	1 HA8	1 HA8	HA6
1,40	A B C	A-1HA10 BC-1HA8	1 HA8	HA6	1HA8	1 HA8	HA6
1,60	B C	1HA8	1 HA8	HA6	1HA8	1 HA8	HA6
1,80	B C	1 HA8	1 HA8	HA6	1 HA8	1 HA8	HA6
2,00	B C	1 HA8	1 HA8	HA6	1 HA 10	1 HA8	HA6
2,20	B C	1 HA 10	1 HA8	HA6	1 HA 12	1 HA8	HA6
2,40	B C	1 HA 12	1 HA8	HA6	1 HA 12	1 HA8	HA6
2,60	B C	1 HA 12	1 HA8	HA6	2 HA 10	1 HA8	HA6
2,80	B C	2 HA 10	1 HA8	HA6	2 HA 10	1 HA8	HA6
3,00	B C	2 HA 10	1 HA8	HA6	2 HA 12	1 HA8	HA6
3,20	B C	2 HA 12	1 HA8	HA6	2 HA 14	1 HA8	HA8
3,40	B C	2 HA 12	1 HA8	HA6	2 HA 14	1 HA8	HA8
3,60	B C	2 HA 14	1 HA8	HA6	/	/	/
3,80	B C	2 HA 14	1 HA8	HA6	/	/	/

Ferrailage des linteaux

Annexe 9 : Méthode simplifiée pour les murs de soubassement

Conditions d'utilisation

La méthode ne peut être appliquée que selon la modélisation suivante :



- Le mur enterré est réalisé en maçonnerie de Bloc HD sur une hauteur inférieure à 2,60 mètres, selon les dispositions constructives du présent Avis Technique
- La coupure de capillarité est réalisée soit à l'aide d'une membrane au dessus du plancher (pour ne pas créer de plan de glissement sous le plancher) ou à l'aide de mortier hydrofugé au dessous du plancher
- Les charges appliquées dans la zone de sol comprise dans les 1,5 mètres sont inférieures aux données limites du schéma
- Le remblai a une hauteur inférieure au mur et n'est pas le lieu d'effets hydrostatiques et a une surface de sol horizontale

Vérification

On vérifie que la charge de calcul N_{Ed} est encadrée numériquement par les valeurs suivantes :

$$\frac{\rho_e \times b \times h \times h_e^2}{\beta \times t} \leq N_{Ed} \leq \frac{t \times b \times f_d}{3}$$

Avec : t : épaisseur du mur, t = 19 cm

b : largeur du mur

f_d : résistance de calcul à la compression de la maçonnerie

$f_d = 0,87$ MPa en maçonnerie de Blocs HD non raidie

$f_d = 1,66$ MPa en maçonnerie de Blocs HD raidie apr 1HA12 tous les 1,20m

$f_d = 3,5$ MPa en maçonnerie de Blocs HD toutes alvéoles remplies

ρ_e : poids volumique des terres

h : hauteur du mur enterré

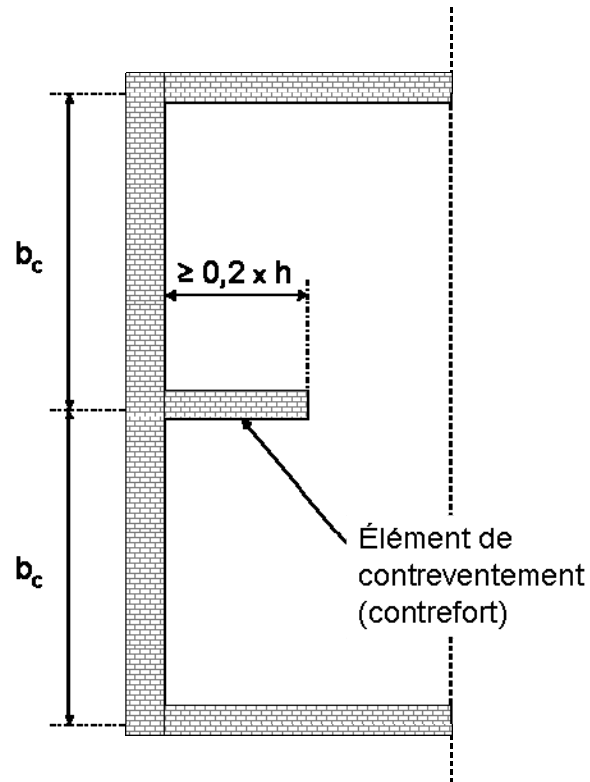
h_e : hauteur des terres

β : paramètre dépendant du rapport b_c/h

b_c : distance séparant deux éléments de butée (ou contreforts)

$$\beta = \begin{cases} 40 & \text{si } \frac{b_c}{h} \leq 1 \\ -20 \times \left(\frac{b_c}{h}\right) + 60 & \text{si } 1 \leq \frac{b_c}{h} \leq 2 \\ 20 & \text{si } \frac{b_c}{h} > 2 \end{cases}$$

Les contreforts sont positionnés conformément à la figure ci-dessous :



Référence :

HUREZ Marcel, JURASZEK Nicolas, PELCE Marc. Dimensionner les ouvrages en maçonnerie, guide d'application. Paris : AFNOR et Groupe Eyrolles, 2009, 312p.

ISBN AFNOR : 978-2-12-381011-7

Annexe 10 : Calcul du coefficient α_2 en fonction de μ et h/l

α_2		h/l							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
μ	1,25	0,00091	0,00330	0,00671	0,01077	0,01518	0,01973	0,02428	0,02873
	1,42	0,00081	0,00295	0,00603	0,00973	0,01380	0,01805	0,02233	0,02656
	1,59	0,00073	0,00266	0,00547	0,00888	0,01266	0,01665	0,02070	0,02473
	1,76	0,00066	0,00243	0,00501	0,00818	0,01171	0,01546	0,01930	0,02315
	1,93	0,00060	0,00223	0,00463	0,00758	0,01089	0,01443	0,01809	0,02177
	2,09	0,00056	0,00206	0,00430	0,00706	0,01019	0,01355	0,01703	0,02056
	2,26	0,00052	0,00192	0,00401	0,00661	0,00957	0,01277	0,01610	0,01948
	2,43	0,00048	0,00180	0,00376	0,00622	0,00903	0,01207	0,01526	0,01852
	2,60	0,00045	0,00169	0,00354	0,00587	0,00855	0,01146	0,01452	0,01766
	2,77	0,00042	0,00159	0,00335	0,00556	0,00812	0,01090	0,01385	0,01688
	2,94	0,00040	0,00151	0,00318	0,00529	0,00773	0,01040	0,01324	0,01617
3,11	0,00038	0,00143	0,00302	0,00504	0,00737	0,00995	0,01268	0,01552	
α_2		h/l							
		0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
μ	1,25	0,03302	0,03711	0,04099	0,04465	0,04808	0,05131	0,05433	0,05715
	1,42	0,03067	0,03463	0,03840	0,04198	0,04536	0,04855	0,05155	0,05438
	1,59	0,02867	0,03249	0,03615	0,03965	0,04298	0,04613	0,04911	0,05192
	1,76	0,02694	0,03063	0,03419	0,03761	0,04087	0,04397	0,04692	0,04972
	1,93	0,02542	0,02899	0,03245	0,03579	0,03899	0,04204	0,04496	0,04773
	2,09	0,02407	0,02753	0,03090	0,03415	0,03729	0,04030	0,04317	0,04592
	2,26	0,02287	0,02622	0,02950	0,03268	0,03576	0,03871	0,04155	0,04427
	2,43	0,02180	0,02505	0,02824	0,03135	0,03436	0,03727	0,04006	0,04275
	2,60	0,02083	0,02398	0,02709	0,03013	0,03308	0,03594	0,03869	0,04134
	2,77	0,01995	0,02301	0,02604	0,02901	0,03190	0,03471	0,03743	0,04004
	2,94	0,01914	0,02212	0,02507	0,02798	0,03081	0,03358	0,03625	0,03884
3,11	0,01840	0,02130	0,02418	0,02702	0,02981	0,03252	0,03516	0,03771	
α_2		h/l							
		1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
μ	1,25	0,05980	0,06228	0,06461	0,06679	0,06884	0,07076	0,07257	0,07428
	1,42	0,05704	0,05953	0,06188	0,06409	0,06618	0,06814	0,06999	0,07173
	1,59	0,05457	0,05708	0,05944	0,06167	0,06378	0,06577	0,06764	0,06942
	1,76	0,05236	0,05487	0,05723	0,05948	0,06160	0,06361	0,06551	0,06731
	1,93	0,05036	0,05286	0,05522	0,05747	0,05960	0,06163	0,06354	0,06537
	2,09	0,04853	0,05102	0,05338	0,05563	0,05777	0,05980	0,06173	0,06357
	2,26	0,04686	0,04933	0,05169	0,05393	0,05607	0,05811	0,06005	0,06190
	2,43	0,04532	0,04777	0,05012	0,05236	0,05449	0,05653	0,05848	0,06033
	2,60	0,04389	0,04633	0,04866	0,05089	0,05302	0,05506	0,05701	0,05887
	2,77	0,04256	0,04498	0,04730	0,04952	0,05165	0,05368	0,05563	0,05750
	2,94	0,04133	0,04372	0,04603	0,04824	0,05036	0,05239	0,05434	0,05620
3,11	0,04017	0,04255	0,04483	0,04703	0,04914	0,05117	0,05311	0,05498	

Calcul du coefficient α_2 en fonction de μ et h/l