

## APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

**ATEX de type : a**  
**Numéro de référence 2482**

La demande d'ATEX ci-dessous définie :

- demandeur : Société VICAT, Tour Manhattan, 6, Place de l'Iris – 92095 Paris La Défense.
- chantier expérimental : Le procédé est destiné à la réalisation de murs de façade de bâtiments d'habitation de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup> famille, de bâtiments relevant du Code de Travail et d'Etablissement Recevant du Public, dans la limite de construction R+1 avec toiture légère et pour une hauteur d'étage inférieure à 2,92 m. Le procédé peut être utilisé en zone sismique 1 à 3.
- technique objet de l'expérimentation : Procédé de blocs autoportants et non structural en béton de chanvre BIOSYS et complété par un système poteaux-poutres en béton armé.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 2482 et résumée dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

## APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

### Remarque importante :

*Cette appréciation favorable ne vaut que pour un ensemble d'opérations pour une durée de 2 ans donc une validité jusqu'au 09 mars 2020. Elle ne vaut en outre que par le respect des recommandations faites au § 4 ci-après.*

Cette Appréciation QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

### 1°) Sécurité

#### 1.1 - Stabilité et sécurité des usagers.

Les blocs n'ayant pas la résistance suffisante pour être porteurs (résistance en compression de 0,2 MPa) et n'étant pas maçonnés, seul le chaînage permet d'assurer la reprise des charges verticales ainsi que le contreventement de la structure. Ces chaînages sont réalisés à l'aide de blocs de chaînage comportant des alvéoles 15 x 15 cm<sup>2</sup>. Cela permet de mettre en œuvre 4HA12 avec des aciers de maintien HA5 ou 6 espacés de 15 cm. Le dimensionnement de ce chaînage est réalisé conformément à la norme NF EN 1992-1-1.

Conformément à la norme NF EN 1998-1 §5.4 « Dimensionnement pour la classe DCM », une armature intermédiaire doit être mise en œuvre entre les armatures d'angle le long de chaque face du poteau. Le procédé ne permettant pas la bonne mise en œuvre de ces armatures intermédiaires (dimensions des alvéoles), la classe DCM ne peut pas être atteinte et donc la zone de sismicité 4 ne peut pas être visée par le procédé BIOSYS.

#### 1.2 - Sécurité en cas d'incendie.

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation incendie pour le domaine d'emploi visé, dans la limite du domaine de validité du Procès-Verbal de classement n°009241 du CERIB. Cette dernière permet d'attester de performances de résistance au feu REI30 dans les conditions données dans ce document. Le chargement vertical de ces murs est limité à 25 kN/m pour une hauteur maximale de 3,00 m.

Le procédé a aussi fait l'objet d'essais de réaction au feu conformes aux normes NF EN 13823 et NF EN ISO 1716. Il bénéficie d'un classement B-s1, d0 selon la norme 13501-1.

*Le présent document comporte deux pages et deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.*

### 1.3 - Sécurité des intervenants.

La sécurité des intervenants est considérée comme normalement assurée moyennant l'utilisation des dispositifs de manutention et le respect des prescriptions décrits dans le dossier technique.

#### 2°) Faisabilité

La fabrication des blocs doit faire l'objet d'un autocontrôle continu. Concernant la conformité de ces éléments, le plan d'assurance qualité de l'usine doit être fourni par le demandeur.

La mise en œuvre du procédé relève de techniques spécifiques. Un Plan d'Assurance Qualité au chantier doit donc être établi, et intégrer les conditions de réception des supports, tolérances, détails des points singuliers, mise en œuvre, etc...

#### 3°) Risques de désordres

Les essais de chocs réalisés ont montré que le procédé répondait aux exigences de la norme NF P08-302 « Murs extérieurs des bâtiments – Résistances aux chocs – Méthodes d'essais et critères ».

La solidité peut être assurée si des voiles de contreventement intérieurs en béton armé ou maçonnerie permettant de stabiliser les façades et de limiter leurs déplacements sont mis en œuvre. Des poutres suffisamment raides pour transférer les charges gravitaires aux poteaux sans solliciter les remplissages sont à prévoir.

#### 4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Préciser que le procédé ne peut être dimensionné en classe DCM et que de ce fait le domaine d'emploi est limité à la zone de sismicité 3 ;
- Intégrer les conclusions des rapports d'essais et des études dans le Dossier Technique :
  - Une granulométrie de 10 mm est préconisée par le CERIB ;
  - Conformément au rapport de Liten CEA Tech, préciser dans le Dossier Technique que l'utilisation du bloc est limitée aux zones à climats modéré, froid ou de montagne à l'exclusion des zones à climats doux et humide conformément à la norme FD P20-651. Le procédé ne doit pas être utilisé à moins de 5 km d'un littoral.
- Préciser les revêtements intérieurs pouvant être mis en œuvre sur le bloc (pare-vapeur, plaque de plâtre, etc...) ;
- Préciser que seul l'enduit VPI RENOPASS CHAUX GF peut être utilisé en revêtement extérieur ;
- Préciser qu'un étaielement du pignon est obligatoire tant qu'aucun système de contreventement n'assure leur stabilité ;
- Fournir les plans d'assurance qualité (PAQ) pour la fabrication en usine des blocs et un PAQ chantier décrivant la mise en œuvre du procédé.

#### 5°) Rappel :

Le demandeur devra communiquer au CSTB au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

En conclusion, et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, il est considéré que :

- La sécurité est apparemment assurée ;
- La faisabilité est probable ;
- Les risques de désordres sont limités.

Champs-sur-Marne, le 08/03/2018  
Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

## ANNEXE A L'APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Référence ATEEx n°2482 du 22 mars 2018

### FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur :

Société VICAT,  
Tour Manhattan, 6, Place de l'Iris – 92095 Paris La Défense.

#### Définition de la technique objet de l'expérimentation :

BIOSYS est un procédé de réalisation de murs de façade composés de blocs en béton de chanvre de 300 mm d'épaisseur, mis en œuvre par emboîtement à sec (non maçonné) associés à une structure porteuse en béton armé de type poteaux-poutres.

Les blocs sont donc autoportants et non structuraux. Les descentes de charges sont assurées par la structure béton réalisée à l'aide de blocs BIOSYS spéciaux (blocs de chaînage).

Le procédé n'est pas destiné à la réalisation de murs de soubassement ni de murs enterrés.

Il est destiné à la réalisation de murs de façades de bâtiment R+1 maximum comportant des étages de hauteur inférieure à 2,92 m et situé en zone de sismicité 1 à 3.

L'emploi dans les zones suivantes n'est pas vise :

- Zones délimitées par un arrêté préfectoral pris pour l'application de l'article L 133-5 du Code de la Construction et de l'Habitation (risques liés aux termites) ;
- Zones de climat à la fois doux et humide (voir norme FD P20-651) ;
- Zones situées à moins de 5 km de la mer.

La première rangée de blocs est montée par emboîtement sur des semelles préfabriquées en béton qui sont posées sur le soubassement à l'aide d'un lit de mortier. Puis, les autres rangées sont montées par simple emboîtement (avec joints décalés) jusqu'à atteindre une hauteur d'étage. Les armatures de béton sont ensuite mises en place dans les réservations prévues à cet effet.

Le procédé peut être associé à des planchers en béton de type poutrelles et hourdis, à des refends en maçonnerie ou en béton armé et à des charpentes traditionnelles ou industrielles.

Le revêtement extérieur de la paroi est réalisé à l'aide de l'enduit VPI RENOPASS CHAUX GF.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEEx 2482 et dans la notice (C.F. Annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

**ATEx n°2482**

**ANNEXE 2 A L'APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION**  
**Référence ATEx n° 2482**

**DESCRIPTIF SOMMAIRE**

Ce document de 43 pages au total dont :

- Le dossier technique proprement dit de 40 pages,
- Une annexe de 3 pages,

Intitulé :

Dossier technique lié à  
l'APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION (ATEx) n° 2482  
concernant les blocs en béton de chanvre BIOSYS  
établi par la société VICAT

daté du 04/04/2018

a été enregistré au CSTB sous le n° ATEx 2482

# DOSSIER TECHNIQUE

## Mur en maçonnerie de blocs de béton de chanvre BIOSYS

**Titulaire :**

**Société VICAT**  
Tour Manhattan  
6, Place de l'Iris  
92095 PARIS LA DEFENSE

**Usine :**

**Société VIELLE MATERIAUX**  
25660 MEREY SOUS MONTROND  
Tél : 03.81.59.23.65  
Site internet : [www.bloc-biosys.fr](http://www.bloc-biosys.fr)  
Mail : [chanvre@vm25.fr](mailto:chanvre@vm25.fr)

# BIOSYS



**COEFFICIENCE**  
SYSTÈME VICAT

## Sommaire

1	DESCRIPTION.....	9
1.1	Principe.....	9
1.2	Domaine d'emploi.....	12
1.3	Sécurité incendie.....	12
1.4	Isolation thermique.....	13
1.5	Isolation acoustique.....	14
1.6	Fixations.....	14
1.7	Éléments constitutifs du procédé constructif BIOSYS.....	15
1.7.1	Bloc béton - semelle de départ BIOSYS.....	15
1.7.2	Blocs béton de chanvre BIOSYS.....	16
1.7.3	Structure poteaux / poutres béton.....	19
1.7.4	Fabrication - contrôles.....	22
1.8	Mise en œuvre.....	31
1.8.1	Préparation du support.....	31
1.8.2	Montage des murs.....	32
1.8.3	Réalisation des poteaux avec armatures.....	33
1.8.4	Coulage du béton.....	34
1.8.5	Raccord avec le reste du gros œuvre.....	34
1.8.6	Points singuliers.....	37
1.9	Distribution et assistance technique.....	44
1.9.1	Distribution.....	44
1.9.2	Assistance technique.....	44
2	RESULTATS EXPERIMENTAUX.....	45
3	REFERENCES.....	46

## Index des figures

Figure 1 : vue de dessus du bloc standard .....	9
Figure 2 : vue de dessous du bloc standard .....	9
Figure 3 : vue de dessus du bloc poteau .....	10
Figure 4: vue de dessous du bloc poteau .....	10
Figure 5 : vue de dessus du bloc double-poteaux.....	10
Figure 6 : vue de dessous du bloc double-poteaux.....	11
Figure 7 : vue de dessus du bloc U.....	11
Figure 8 : vue de dessous du bloc U.....	11
Figure 9 : cheville de fixation FID 90 (Fischer).....	15
Figure 10 : modélisation de la semelle de départ en béton.....	15
Figure 11 : modélisation 3D du bloc standard.....	16
Figure 12 : modélisation 3D du bloc poteau.....	17
Figure 13 : modélisation 3D du bloc double-poteaux .....	17
Figure 14 : modélisation 3D du bloc U .....	18
Figure 15 : rainureuse électrique BIOSYS .....	19
Figure 16 : pige de maintien.....	19
Figure 17 : détail liaison semelle filante/dallage armé.....	21
Figure 18 : trémie de stockage de la chènevotte et silo de stockage du Ciment Naturel Prompt.....	23
Figure 19 : centrale à béton de chanvre.....	23
Figure 20 : vue de la presse à bloc côté arrivée du béton de chanvre.....	24
Figure 21 : vue de la presse côté sortie des blocs de béton de chanvre .....	24
Figure 22 : vue d'ensemble de la presse et de la cabine de conduite.....	25
Figure 23 : tolérances dimensionnelles du bloc poteau .....	27
Figure 24 : tolérances dimensionnelles du bloc double-poteaux .....	28
Figure 25 : tolérances dimensionnelles du bloc U.....	29
Figure 26 : tolérances dimensionnelles de la semelle de départ .....	30
Figure 27 : vue d'ensemble du système de départ.....	31
Figure 28 : Implantation du soubassement, du ferrailage et de la semelle de départ .....	31
Figure 29 : montage en mur courant avec espace restant inférieur à 10 cm .....	32
Figure 30 : montage en mur courant avec espace restant supérieur à 10 cm .....	33
Figure 31 : vue d'ensemble des différents types de poteaux .....	33
Figure 32 : vue d'ensemble de la mise en œuvre d'un plancher béton de type poutrelles/hourdis .....	34
Figure 33 : calepinages des hauteurs entre dalle brute et sous-face de plancher .....	35
Figure 34 : principes de redémarrage de mur sur plancher de haut de rez-de-chaussée .....	35
Figure 35 : principes de chaînage des pignons pour charpente traditionnelle .....	36
Figure 36 : principe de chaînage des pignons pour charpente industrielle .....	36
Figure 37 : principe de découpe du pignon .....	37
Figure 38 : principe de mise en œuvre des blocs U en pignon .....	38
Figure 39 : coulage du béton en chaînage de pignon .....	38
Figure 40 : schémas de principe de la pose de la menuiserie en feuillure.....	39
Figure 41 : schémas de principe de la pose de la menuiserie en tunnel .....	40
Figure 42 : vue de la liaison des aciers de l'appui de fenêtre et des aciers des poteaux.....	41
Figure 43 : coulage du béton dans l'appui de fenêtre .....	41
Figure 44 : détail de la coupe des blocs pour mise en œuvre du coffre pour volet roulant....	42
Figure 45 : vue d'ensemble de la maçonnerie pour fenêtre posée en applique avec volet roulant .....	42

Figure 46 : détail de la coupe des blocs pour mise en œuvre du bloc U en linteau.....43

Figure 47 : vue d'ensemble de la maçonnerie pour fenêtre posée en tunnel..... 43

## Index des tableaux

Tableau 1 : conductivité thermique du béton de chanvre..... 13

Tableau 2 : coefficients déperditions linéiques des ponts thermiques de la paroi maçonnée avec un plancher bas ..... 13

Tableau 3 : coefficients déperditions linéiques des ponts thermiques de la paroi maçonnée avec un plancher intermédiaire ..... 14

Tableau 4 : coefficients déperditions linéiques des ponts thermiques de la paroi maçonnée avec un plancher haut ..... 14

Tableau 5 : affaiblissement acoustique ..... 14

## 1 DESCRIPTION

### 1.1 Principe

Le procédé sous dénomination commerciale BIOSYS est constitué de blocs de béton de chanvre mis en œuvre par simple emboîtement à sec associés à une structure porteuse en béton armé (type poteaux / poutres) coulée dans les blocs prévus à cet effet.

Le procédé constructif BIOSYS est protégé par un brevet déposé sous le numéro FR10/02585.

Le procédé constructif BIOSYS est constitué de 4 produits :

- le bloc de béton de chanvre **STANDARD**,



- le bloc de béton de chanvre **POTEAU**,



Figure 3 : vue de dessus du bloc poteau



Figure 4: vue de dessous du bloc poteau

- le bloc de béton de chanvre **DOUBLE-POTEAUX**,



Figure 5 : vue de dessus du bloc double-poteaux



Figure 6 : vue de dessous du bloc double-poteaux

- le bloc de béton de chanvre pour chaînage horizontal, dit **bloc U**.



Figure 7 : vue de dessus du bloc U



Figure 8 : vue de dessous du bloc U

Les blocs sont autoportants et non structurels. Le procédé constructif BIOSYS est complété par une semelle de départ constituée de blocs préfabriqués en béton.

Le bloc BIOSYS est un bloc pleine masse constitué exclusivement de béton de chanvre (conforme aux préconisations de la société VICAT).

## 1.2 Domaine d'emploi

Ce procédé est destiné à la réalisation des murs de façade de bâtiments d'habitation de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> familles, de bâtiments relevant du Code du Travail et d'Etablissements Recevant du Public, dans la limite des conditions suivantes :

- Construction R+1 avec toiture légère,
- Hauteur d'étage inférieure à 2,92 m,

Le procédé peut être utilisé en zone sismique 1 à 3.

Les limitations du domaine d'emploi résultent également du respect de la réglementation en vigueur applicable à ces bâtiments.

Le procédé peut également être utilisé en remplissage associé à une structure poteaux-poutres en béton armé dimensionnée selon les règles eurocodes. Il n'assure dans ce cas aucun rôle structurel.

Le remplissage doit présenter une hauteur inférieure ou égale à 2,92 m (correspondant à la hauteur d'étage entre 2 planchers) et doit respecter les dispositions constructives minimales établies dans le cas général : entre-axe de 1,80 m entre les poteaux et poutres bétonnées dans les blocs U afin d'assurer la fonction chaînage et le maintien du remplissage en partie supérieure (fonction anti-basculement ou renversement).

Les murs mitoyens des maisons individuelles groupées à structure dépendante sont exclus du domaine d'application. En outre, le procédé n'est pas applicable pour les murs enterrés, les soubassements et les murs des vides sanitaires.

L'emploi dans les zones suivantes n'est pas visé :

- Zones délimitées par un arrêté préfectoral pris pour l'application de l'article L 133-5 du Code de la Construction et de l'Habitation (risques liés aux termites) ;
- Zones de climat à la fois doux et humide (voir norme FD P20-651) ;
- Zones situées à moins de 5 km de la mer ;

Le paragraphe 7.3.2 propose des dispositions constructives minimales dispensant des calculs complets requis dans le cas général, uniquement pour les voiles de façades en maison individuelle isolée de la première famille.

Dans tous les autres cas, la capacité d'emploi du procédé doit être justifiée par un dimensionnement complet de la structure. Ce dimensionnement doit alors être réalisé par un bureau d'étude suivant les règles eurocodes (NF EN 1992 et NF EN 1998) et le NF DTU 21.

Tous les styles architecturaux et les particularités régionales sont réalisables avec le procédé constructif BIOSYS.

## 1.3 Sécurité incendie

Le procédé constructif BIOSYS permet de satisfaire à la réglementation incendie pour le domaine d'emploi visé, dans la limite du domaine de validité du Procès-Verbal de classement n° 009241 du CERIB. Ce dernier permet d'attester de performances de résistance au feu REI 30 dans les conditions données dans ce document. Le chargement vertical de ces murs est limité à 25 kN/m pour une hauteur maximale de 3,00 m.

Les blocs BIOSYS ont fait l'objet d'essais de réaction au feu au CREPIM conformes aux normes NF EN 13823 (rapport CREPIM n° RE 5E 1107/02/059A), NF EN ISO 1716 (rapport CREPIM n° RE 1E 1107/02/059A) et NF EN 11925-2 (rapport CREPIM n° RE 3E 1107/03/190A). A l'issue des résultats d'essai, un rapport de classement de réaction au feu selon la norme NF EN 13501-1 a été établi. Le produit bénéficie d'un classement B-s1, d0.

### 1.4 Isolation thermique

La conductivité thermique des blocs BIOSYS a fait l'objet d'essais de détermination de la résistance thermique par la méthode de la plaque chaude gardée conformément à la norme NF EN 12664 : rapport CODEM n° RE0917BL.

Suite à ces essais, la valeur suivante a été retenue pour la conductivité thermique utile :

$\lambda_{\text{utile}} = 0,071 \text{ W/(m.K)}$

Cette valeur de conductivité thermique est garantie par un suivi du procédé dont les modalités sont détaillées en Annexe 22. Ce suivi comprend notamment des essais conformes à la norme NF EN 12664 : 2001 et réalisés par un laboratoire accrédité COFRAC.

Les calculs de la résistance thermique de la paroi et des coefficients de déperditions linéiques (rapport CERIB du 22/11/2017) ont été réalisés conformément aux règles Th-U de la RT 2012 et aux normes NF EN ISO 6946, NF EN ISO 10456 et NF EN ISO 10211.

**Tableau 1 : conductivité thermique du béton de chanvre**

Conductivité thermique du béton de chanvre $\lambda$ [W/(m.K)]	Résistance thermique d'une paroi de 30 cm en BIOSYS $R$ [(m².K)/W]
0.071	4.21

**Coefficients de déperditions linéiques des ponts thermiques ( $\Psi_{\text{moyen}}$  [W/(m.K)] ) de la paroi maçonnée avec un plancher bas ( $\lambda_{\text{BIOSYS}}=0.071 \text{ W/(mK)}$ ):**

**Tableau 2 : coefficients déperditions linéiques des ponts thermiques de la paroi maçonnée avec un plancher bas**

Type de plancher	$\Psi_{\text{about}}$ [W/(m.K)]	$\Psi_{\text{rive}}$ [W/(m.K)]	$\Psi_{\text{moyen}}$ [W/(m.K)]	
Plancher bas sur vide sanitaire	Dalle pleine 20cm		0.043	
	entrevous béton 12 + 4 (avec 80mm d'isolant TMS ( $\lambda=0.022 \text{ W/(mK)}$ ) sous 5cm de chape flottante)	0.030	0.040	0.034
	entrevous PSE 12 + 5 (avec 5cm de chape flottante en dessus)	0.298	0.077	0.207
Plancher bas sur terre-plein	Dalle pleine 20cm (avec 100mm d'isolant PSE ( $\lambda=0.032 \text{ W/(mK)}$ ) sous 5cm de chape flottante)		0.030	

**Coefficients de déperditions linéiques des ponts thermiques ( $\Psi_{moyen}$  [W/(m.K)] ) de la paroi maçonnerie avec un plancher intermédiaire ( $\lambda_{BIOSYS}=0.071$  W/(mK)):**

**Tableau 3 : coefficients déperditions linéiques des ponts thermiques de la paroi maçonnerie avec un plancher intermédiaire**

Type de plancher		$\Psi_{about}$ [W/(m.K)]	$\Psi_{rive}$ [W/(m.K)]	$\Psi_{moyen}$ [W/(m.K)]
Plancher intermédiaire	entrevous béton 12 + 4	0.244	0.242	0.243
	entrevous béton 16 + 4	0.276	0.268	0.273

**Coefficients de déperditions linéiques des ponts thermiques ( $\Psi_{moyen}$  [W/(m.K)] ) de la paroi maçonnerie avec un plancher haut ( $\lambda_{BIOSYS}=0.071$  W/(mK)):**

**Tableau 4 : coefficients déperditions linéiques des ponts thermiques de la paroi maçonnerie avec un plancher haut**

Type de plancher		$\Psi_{about}$ [W/(m.K)]	$\Psi_{rive}$ [W/(m.K)]	$\Psi_{moyen}$ [W/(m.K)]
Plancher haut	léger			0.053
	lourd : entrevous béton 16 + 4 (avec 200mm d'isolant ( $\lambda=0.023$ W/(mK)) en dessus)	0.180	0.283	0.221

### 1.5 Isolation acoustique

Le procédé constructif BIOSYS peut satisfaire à la réglementation en matière d'isolement contre les bruits de l'espace extérieur.

Le procès-verbal d'essais n° AC13-26043251 donne l'indice d'affaiblissement acoustique suivant :

**Tableau 5 : affaiblissement acoustique**

Revêtement	Rw (C ; Ctr)
Enduit extérieur de 15 mm et enduit intérieur de 5 mm	43 ( -1 ; -2) dB

### 1.6 Fixations

Le procédé constructif BIOSYS permet la fixation d'objets sur le mur en bloc de béton de chanvre. Des essais ont été réalisés et une préconisation figure en Annexe 4. La préconisation permet la fixation des objets courants dans un bâtiment correspondant au domaine d'emploi visé. Le résultat optimal est obtenu avec une cheville de type FID 90 + vis à panneaux diam. 6 de la marque FISCHER ou équivalent.



Figure 9 : cheville de fixation FID 90 (Fischer)

D'autres types de chevilles pourront être utilisés avec réalisation d'essais préalables.

## 1.7 Éléments constitutifs du procédé constructif BIOSYS

Le procédé constructif BIOSYS est composé des éléments suivants :

- Bloc de béton - semelle de départ BIOSYS,
- Bloc de béton de chanvre BIOSYS standard,
- Bloc de béton de chanvre BIOSYS poteau,
- Bloc de béton de chanvre BIOSYS double-poteaux,
- Bloc de béton de chanvre BIOSYS U de chaînage,

Tous les éléments constitutifs sont décrits ci-dessous.

### 1.7.1 Bloc béton - semelle de départ BIOSYS

La première assise du bloc de béton de chanvre sera réalisée sur une semelle en béton. Les caractéristiques techniques et géométriques de cette semelle sont précisées ci-dessous :

#### **Caractéristiques dimensionnelles :**

a. Dimensions hors-tout :

L x l x h (mm) : 250 (+/- 2) x 200 (+/- 1) x 100 (+/- 1)

b. Dimensions de la rainure :

Largeur x hauteur (mm) : 100 x 50 (+/- 0,5)

La rainure est centrée par rapport à l'axe longitudinal du bloc.

La rainure de la semelle permet l'emboîtement des blocs en béton de chanvre BIOSYS (voir illustration de la semelle ci-dessous).

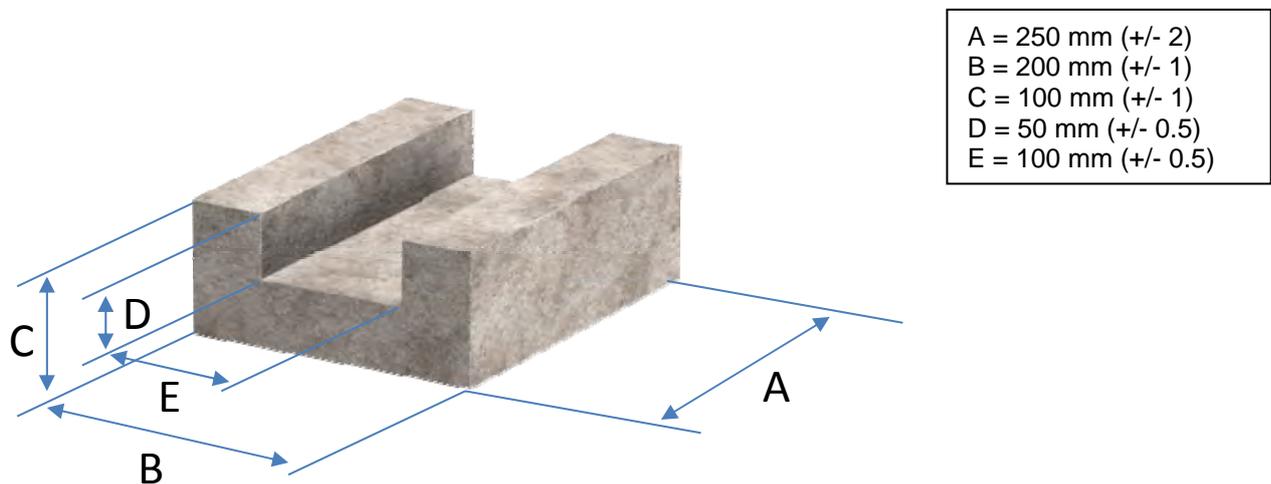


Figure 10 : modélisation de la semelle de départ en béton

**Résistance à la compression :**

La charge admissible à la compression de la semelle de départ BIOSYS est de 220 tonnes/ml. Cette charge est nettement supérieure à la charge admissible à la compression du bloc de béton de chanvre.

**1.7.2 Blocs béton de chanvre BIOSYS**

Une fois la première assise réalisée à l'aide du bloc béton semelle de départ, le procédé constructif BIOSYS est composé de blocs de béton de chanvre.

Différents types de blocs existent de façon à réaliser tous les points courants et particuliers d'un bâtiment. Chaque type de bloc est équipé d'un ensemble de rainures et de languettes permettant l'emboîtement des blocs les uns avec les autres. Les blocs sont réversibles, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de face réservée à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment. Les blocs sont recoupables sur chantiers pour s'adapter aux dimensions du bâtiment. Il est également possible de recréer dans un bloc une rainure sur chantier lorsque celui-ci a été coupé perpendiculairement à sa face la plus longue.

**1.7.2.1 Composition des blocs béton de chanvre BIOSYS**

Les blocs de béton de chanvre BIOSYS sont des blocs composés de liant à base de Ciment Naturel Prompt de chez VICAT et de chènevotte de type bâtiment. La masse volumique moyenne sèche est de 288 kg/m<sup>3</sup>.

**1.7.2.2 Type de blocs de béton de chanvre BIOSYS****Bloc standard BIOSYS :**

Il permet le montage des murs courants.

- Longueur : 600 mm (0/-7)
- largeur : 300 mm (+/-1)
- hauteur : 308 mm (+/-1)
- rainure / languette : largeur 100 mm (+/- 0.5) hauteur ou profondeur 50 mm (+/- 1)



Figure 11 : modélisation 3D du bloc standard

**Bloc poteau BIOSYS :**

Il permet le coffrage des poteaux béton (angles, raidisseurs ...).

- Longueur : 600 mm (0/-7)
- largeur : 300 mm (+/-1)
- hauteur : 308 mm (+/-1)
- rainure / languette : largeur 100 mm (+/- 0.5) hauteur ou profondeur 50 mm (+/- 1)
- réservation carrée de 150 mm x 150 mm (+/-2)



Figure 12 : modélisation 3D du bloc poteau

**Bloc double-poteaux BIOSYS :**

Il permet le coffrage des poteaux béton (poteaux et raidisseurs contiguës).

- Longueur : 600 mm (0/-7)
- largeur : 300 mm (+/- 1)
- hauteur : 308 mm (+/- 1)
- rainure / languette : largeur 100 mm (+/- 0.5), hauteur ou profondeur 50 mm (+/- 1)
- réservation carrée de 150 mm x 150 mm (x2) (+/- 2)



Figure 13 : modélisation 3D du bloc double-poteaux

**Bloc U BIOSYS :**

Il permet le coffrage des poutres béton et des linteaux.

- Longueur : 600 mm (0/-7)
- largeur : 300 mm (+/- 1)
- hauteur : 308 mm (+/- 1)
- rainure / languette : largeur 100 mm (+/- 0.5) hauteur ou profondeur 50 mm (+/-1)
- réservation de 150 mm (+/- 2) x 220 mm (+/- 5) sur toute la longueur.



Figure 14 : modélisation 3D du bloc U

### 1.7.2.3 Compléments et outillage

Le procédé constructif BIOSYS peut parfois nécessiter de combler un vide, par exemple, entre 2 blocs lorsque le calepinage l'exige. Dans le cas de vide inférieur ou égal à 10 cm, un béton de chanvre sera réalisé sur chantier et mis en place dans ce vide. La réalisation du béton de chanvre sur chantier nécessite l'emploi des matériaux décrits ci-après.

Le dosage pour la réalisation du béton de chanvre sur chantier est conforme à la préconisation VICAT.

➤ **Matériaux pour réalisation du béton de chanvre sur chantier :**

- Ballot de chènevotte bâtiment : permet la réalisation de béton de chanvre sur chantier pour les éventuelles reprises. Le liant à utiliser est le Ciment Naturel Prompt de chez VICAT.
- Ciment Naturel Prompt de chez VICAT : permet la réalisation de béton de chanvre sur chantier pour les éventuelles reprises. Le granulats à utiliser est la chènevotte.
- Retardateur de prise TEMPO de chez VICAT, si nécessaire.

L'outillage nécessaire pour mettre en œuvre le procédé constructif BIOSYS est l'outillage standard du maçon. Toutefois, les outils spécifiques suivants peuvent être nécessaires.

➤ **Outillage spécifique :**

- Piges de maintien : permet le réglage du niveau et le maintien de l'aplomb des blocs BIOSYS avant le coulage et pendant le durcissement du béton.
- Scie égoïne, scie sabre électrique, tronçonneuse, scie à ruban : permet la découpe aisée du bloc de béton de chanvre BIOSYS.
- Rainureuse spécifique : permet la création d'une rainure d'emboîtement dans les blocs de béton de chanvre BIOSYS.



Figure 16 : pige de maintien



Figure 15 : rainureuse électrique BIOSYS

### 1.7.3 Structure poteaux / poutres béton

Comme expliqué dans la première partie (A. DESCRIPTION – 1.Principe), le procédé constructif BIOSYS s'appuie sur une structure poteaux/poutres en béton armé noyée dans le mur en blocs de béton de chanvre BIOSYS.

Les caractéristiques de cette structure poteaux/poutres sont décrites ci-dessous.

On distingue, pour le dimensionnement de celle-ci, 2 cas : Hors zone sismique (zones 1 et 2) et Zones sismiques (zone 3).

#### 1.7.3.1 Nature du béton

Le béton utilisé est un béton prêt à l'emploi conforme à la norme NF EN 206/CN et aux spécifications suivantes :

- Classe de résistance à la compression : C25/30
- Classe d'exposition : à déterminer selon l'eurocode 2 sans prendre en compte la protection par les blocs

Nota : conformément à la norme NF EN 1996-1 et son annexe nationale, l'enrobage peut être réduit d'une valeur allant jusqu'à 10 mm, correspondant à la couche de mortier d'enduit appliqué sur la face exposée du bloc.

- Classe de consistance : S4
- Granulométrie max : 10 mm
- Sans vibration

#### 1.7.3.2 Dimensionnement de la structure béton

##### ➤ **Armatures**

Acier de classe de ductilité A ou B à adapter en fonction de la zone de sismicité et de la destination de l'ouvrage.

##### ➤ **Dimensionnement**

##### **Hors zone sismique (zones 1 et 2)**

En l'absence d'exigences parasismiques, le dimensionnement de la structure est réalisé conformément à la norme NF EN 1992 1-1 (et son annexe nationale) et au NF DTU 21.

Le paragraphe suivant propose des dispositions constructives minimales dispensant des calculs complets requis dans le cas général, uniquement pour les voiles de façades. La structure intermédiaire (poteaux, poutres, murs de refends, planchers) reste dans tous les cas dimensionnée de manière traditionnelle en fonction de la descente de charge.

##### **Hypothèses :**

- Construction R+1 avec toiture légère (charpente bois),
- Blocs de chanvre uniquement utilisés en mur de façade,
- Portée maximale des planchers : 5 m,
- Planchers de type poutrelles-hourdis,
- Hauteur d'étage maximale : 3 m,
- Ouverture maximale : 2,5 m,

- Contrainte admissible du sol d'assise : 0,3 MPa,
- Charges Permanentes maximales (Poids propre inclus),
  - Charges planchers (y compris revêtement) : 370 kg/m<sup>2</sup>,
  - Charges toiture (charpente + couverture + isolation) : 100 kg/m<sup>2</sup>.

#### Fondations :

Les fondations sont constituées de semelles filantes de 50 cm de largeur, de 30 cm de hauteur, et ferrillées par 3 filants HA 10 en faces supérieure et inférieure avec des cadres HA 8 tous les 20 cm.

#### Ferrailage poteaux et poutres :

##### Entraxe maximal des poteaux : 1,20 m

Le ferrailage des poteaux est constitué de 4 filants HA 10 avec des cadres HA 5 espacés tous les 15 cm.

Les poutres sont armées par 4 filants HA 10 avec des cadres HA 5 espacés tous les 15 cm.

##### Entraxe maximal des poteaux : 1,80 m :

Le ferrailage des poteaux est constitué de 4 filants HA 10 avec des cadres HA 5 espacés tous les 15 cm.

Les poutres sont armées par 4 filants HA 10 avec des cadres HA 6 espacés tous les 15 cm.

#### Dispositions complémentaires

Dans le cas d'ouverture de longueur supérieure à 1,80 m (et inférieure à 2,50 m), les ferrillages et les dimensions du chaînage horizontal (15 x 20 cm<sup>2</sup>) mentionnés ci-avant ne sont plus valables et devront faire l'objet d'un calcul spécifique. En revanche, les dimensions et ferrailage des poteaux restent valables.

Les continuités des aciers (angles de construction, recouvrements, liaisons fondations, ...) doivent respecter les règles de l'art.

#### **Zones sismiques (zones 3)**

En présence d'exigences parasismiques, les efforts sismiques sont repris par l'ensemble des voiles de façades et de refends. Le dimensionnement de la structure devra systématiquement être validé par un bureau d'étude et réalisé suivant la NF EN 1998-1 (et son annexe nationale). Seuls les éléments de structure béton (poteaux/poutres) sont à prendre en compte pour la résistance des murs réalisés en blocs de béton de chanvre BIOSYS.

Le coefficient de comportement  $q$  doit au maximum être pris égal à 1,5 (conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1998-1 et son annexe nationale).

Le paragraphe suivant propose des dispositions constructives minimales dispensant des calculs complets requis dans le cas général, uniquement pour les voiles de façades en zone sismique 3.

#### Hypothèses :

- Configuration de la construction en plan et en élévation respectant les 6 critères définis dans les règles CPMI.
- Construction R+1 avec toiture légère (charpente bois),
- Blocs de chanvre uniquement utilisés en mur de façade,
- Portée maximale des planchers : 5 m,
- Planchers de type poutrelles-hourdis,
- Hauteur d'étage maximale : 3 m,
- Entraxe poteaux : 1,20 m maximum,
- Ouverture maximale : 2,5 m,
- Classe de sol : A, B, C ou D,
- Contrainte admissible du sol d'assise : 0,3 MPa,
- Charges Permanentes maximales (Poids propre inclus),
  - Charges planchers (y compris revêtement) : 370 kg/m<sup>2</sup>,
  - Charges toiture (charpente + couverture + isolation) : 100 kg/m<sup>2</sup>.

#### Fondations :

Les fondations sont constituées :

- Soit de semelles filantes de 70 cm de largeur, de 30 cm de hauteur, et ferrillées par 3 filants HA 10 en faces supérieure et inférieure avec des cadres HA 8 tous les 20 cm.

- Soit de semelles filantes de 50 cm de largeur, de 30 cm de hauteur, ferrillées par 3 filants HA 10 en faces supérieure et inférieure avec des cadres HA 8 tous les 20 cm, à condition que l'encastrement des poteaux dans les deux directions soit assuré par un dallage armé de 15 cm d'épaisseur, respectant le schéma ci-dessous, ou par réseau bidirectionnel de longrines (au moins une longrine dans chaque direction à mi façade reliant les façades opposées).

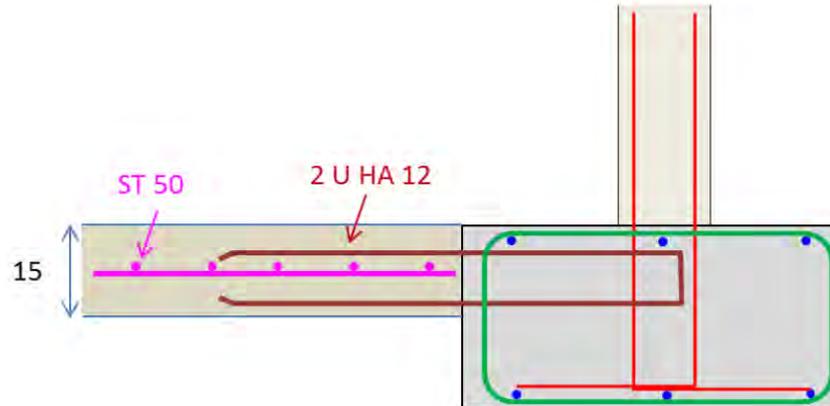


Figure 17 : détail liaison semelle filante/dallage armé

#### Ferraillages poteaux et poutres :

Le ferraillage des poteaux est constitué de 4 filants HA 12 avec des cadres HA 6 espacés tous les 15 cm.

Nota : dans le cas d'une construction à simple rez-de-chaussée, le ferraillage peut être réduit à 4 filants HA 10 avec des cadres HA 6 espacés tous les 15 cm.

Les chaînages périphériques sont armés par 4 filants HA 12 avec des cadres HA 6 espacés tous les 15 cm.

Les ouvertures de longueur supérieure à 1,20 m (et inférieure à 2,50 m) sont autorisées ponctuellement (une ouverture par façade), sous réserve qu'elles soient bordées par des double-poteaux respectant le ferraillage mentionné ci-dessus. Les dimensions du chaînage horizontal des poutres et de leurs ferraillages, devront être adaptées au droit de l'ouverture pour reprendre la descente de charges verticale.

Les principes de dispositions des aciers, et notamment les liaisons chaînages horizontaux/poteaux et les recouvrements, doivent respecter les règles d'exécution définies dans les CPMI pour les chaînages horizontaux et verticaux.

### 1.7.3.3 Revêtement extérieur

#### Corps d'enduit

Application d'un corps d'enduit bâtard riche en chaux VPI® RENOPASS CHAUX CLAIR dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Adhérence sur béton :  $\geq 0,2$  MPa
- Résistance en compression : CS II
- Capillarité : W 1
- Perméabilité à la vapeur d'eau :  $\mu \leq 35$
- Comportement au feu A1

L'application est faite conformément aux préconisations du fabricant avec marouflage d'une armature de verre (maille 5x5 mm<sup>2</sup>), bénéficiant d'un certificat CSTB TRAME et présentant les performances suivantes : T  $\geq 1$  ; Ra  $\geq 1$  ; M = 2 ; E  $\geq 2$ .

L'épaisseur de cette couche doit être d'environ 10 mm.

#### Finition

Après séchage de 3 jours minimum (7 jours conseillés) Application d'un enduit de finition minéral riche en chaux VPI® RENOPASS CHAUX GF dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Adhérence sur béton :  $\geq 0,3$  MPa

- Résistance en compression : CS II
- Capillarité : W 2
- Perméabilité à la vapeur d'eau :  $\mu \leq 35$
- Comportement au feu A1

#### Finition Grattée :

Application d'une passe de 15 mm environ avec dressage à la règle et serrage soigneux selon les préconisations du fabricant.

Grattage uniforme avec une taloche à clous ou le tranchant d'une truelle dès que l'enduit a suffisamment tiré.

Épaisseur de la finition après grattage : environ 10 mm.

#### Finition talochée :

Application d'une passe de 10 mm environ avec dressage à la règle selon les préconisations du fabricant.

Talochage dès que l'enduit a suffisamment tiré.

#### Points singuliers :

Des mouchoirs de tissu de verre de 300 x 300 mm<sup>2</sup> doivent être marouflés à 45° dans le corps d'enduit aux angles des baies.

Des baguettes d'angles entoilées doivent être marouffées dans le corps d'enduit au niveau de tous les angles de construction.

Des baguettes linteaux doivent être marouffées dans le corps d'enduit au niveau des linteaux et de l'angle inférieur situé au niveau du premier rang.

Cette configuration d'enduit a fait l'objet d'essais avec suivi et tests d'arrachement à 6 mois (rapport VPI 17/0011 du 19/10/2017), afin de valider sa compatibilité avec le support qui présente des variations dimensionnelles supérieures aux limites mentionnées dans la norme NF EN 771-3/CN (voir procès-verbaux CERIB n° 7069 et 7070).

### **1.7.3.4 Revêtement intérieur**

Le revêtement intérieur est constitué d'un complexe constitué d'un frein-vapeur et d'une plaque de plâtre présentant une résistance à la diffusion de vapeur Sd 5 fois plus élevée que celle de l'enduit extérieur, et mis en œuvre selon préconisation du fabricant pour ce type de support. Toute autre solution, permettant de respecter ce rapport de 5 entre le Sd du revêtement intérieur et celui du revêtement extérieur, peut être mise en œuvre.

En climat sec et modéré, le revêtement intérieur peut se limiter à une plaque de plâtre ou à un enduit plâtre. Ce type de revêtement est également valable en climats froid ou de montagne, sous réserve d'une étude au cas par cas.

#### **1.7.4 Fabrication - contrôles**

La fabrication des blocs de béton de chanvre BIOSYS est réalisée dans une usine dédiée sur le site de Mérey-sous-Montrond (25). Cette usine, installée en avril 2016, a été spécialement conçue pour le moulage des blocs de béton de chanvre BIOSYS. Elle est le fruit de la collaboration entre VIEILLE Matériaux et QUADRA (fabricant de machines pour la fabrication d'éléments en béton).

Toute une série de contrôles sont réalisés tout au long de la fabrication des blocs. Ces contrôles sont décrits ci-dessous.

#### **1.7.4.1 Fabrication**

Les blocs en béton de chanvre BIOSYS sont obtenus par moulage d'un béton à base de Ciment Naturel Prompt de chez VICAT et de chènevotte bâtiment fourni par la chanvrière EUROCHANVRE à Arc-les-Gray(70). Les blocs et les semelles de départ sont fabriqués à l'usine VIEILLE MATERIAUX de Mérey-sous-Montrond (25).

La fabrication fait l'objet du PAQ détaillé en annexe 23.

##### **Le processus de fabrication se décompose ainsi :**

- Stockage de la chènevotte en trémie dédiée et à l'abri.

- Stockage du liant à base de Ciment Naturel Prompt en silo.



Figure 18 : trémie de stockage de la chènevotte et silo de stockage du Ciment Naturel Prompt

- Mélange des deux composants plus ajout d'eau, après pesage (de ces trois composants) dans un malaxeur à train valseur.



Figure 19 : centrale à béton de chanvre

- Transport du béton obtenu dans une trémie doseuse par pesage



Figure 20 : vue de la presse à bloc côté arrivée du béton de chanvre

- Déversement dans un tiroir compartimenté par produit
- Déversement du tiroir dans le moule
- Calibrage par pression et temps de maintien



Figure 21 : vue de la presse côté sortie des blocs de béton de chanvre

- Démoulage et évacuation



Figure 22 : vue d'ensemble de la presse et de la cabine de conduite

- Stockage pendant 1 jour minimum sur planche de moulage
- Mise en palette de transport et étiquetage (avec usine de fabrication et date de fabrication)
- Stockage sous abri pour séchage. Le séchage est considéré comme satisfaisant lorsque la masse volumique est inférieure à 400 kg/m<sup>3</sup>
- Protection des palettes avec un film en partie supérieure

Les blocs poteaux, les blocs doubles poteaux et les blocs de chaînage (blocs U) sont usinés à partir des blocs standards à l'aide de machines spécifiques.

### 1.7.4.2 Contrôles

Dans ce paragraphe est décrit l'ensemble des contrôles réalisés. Ceux-ci concernent l'outil de production et notamment les bascules de pesage/distribution. Ils concernent également les matières premières. Il y a également toute une série de contrôles réalisés lors de la production des différents blocs de béton de chanvre ainsi que de la semelle de départ.

#### 1.7.4.2.1 Bascules de pesage/distribution

L'ensemble des bascules de pesage et de distribution sont contrôlées et étalonnées conformément aux prescriptions en vigueur (norme NF EN 45501) et ceci par un organisme extérieur bénéficiant d'une accréditation COFRAC pour ce types d'essais.

#### 1.7.4.2.2 La chènevotte

Le contrôle de granulométrie et du taux de poussière est assuré par la chanvrière (en conformité avec les règles professionnelles en vigueur). La chènevotte fournie par EUROCHANVRE bénéficie du label « chanvre-bâtiment » de la commission label de Construire en Chanvre depuis le 27/11/2015 sous le numéro 00/003/001.

A chaque livraison de chènevotte, un contrôle de sa teneur en eau est effectué.

Ce contrôle est réalisé de la manière suivante (méthode de la poêle à frire) :

- Prélèvement à la livraison,
- Pesage de l'échantillon,
- Séchage jusqu'à masse constante,
- Pesage de l'échantillon sec,
- Détermination de la teneur en eau avec la formule suivante :

- $W = 100 \times ((M-M_s)/M_s)\%$
- $W = \text{teneur en eau } (\%)$
- $M = \text{masse de l'échantillon}$
- $M_s = \text{masse sèche de l'échantillon}$

Ce contrôle permet d'affiner le réglage du dosage d'eau.

### **1.7.4.2.3 Le liant à base de : Ciment Naturel Prompt**

L'ensemble des données de sécurité, des contrôles et de conformité du matériau est fourni par VICAT à chaque livraison. Le Liant est stocké dans un environnement protégé (silo dédié).

### **1.7.4.2.4 Bloc de béton de chanvre BIOSYS**

Le bloc BIOSYS subit plusieurs contrôles à différentes phases de sa fabrication :

- Après démoulage : contrôle visuel (pas de défauts d'aspects)
- Stockage sur planche de fabrication : contrôle dimensionnel de sa longueur (tolérance 600 0/-7 mm) dans la première heure de fabrication après le démoulage,
- Mise en palette et étiquetage des blocs,
- Stockage sous abri,
- Contrôle dimensionnelle de toutes les côtes du bloc sur tous les produits d'une opération, soit 16 blocs toutes les 1000 opérations,
- Contrôle de la masse volumique sèche sur 3 produits prélevés de façon aléatoire sur l'un des 16 produits d'une opération toutes les 2000 opérations,

Le contrôle de la masse volumique sèche est réalisé de la manière suivante :

- Pesage du produit,
- Séchage en étuve à 80°C,
- Pesage du produit jusqu'à masse constante,
- Détermination de la masse volumique sèche, selon la formule suivante :
  - $\text{Masse volumique} = \text{masse du bloc} / \text{volume du bloc}$

Concernant le bloc poteau, double-poteaux et U de chaînage, un contrôle dimensionnel est réalisé à chaque journée d'usinage dans la première heure.

- Contrôle dimensionnel du **bloc poteau**. Ce contrôle ne concerne que les côtes du poteau et de position du poteau :

- Mesure des côtes A, B, C, D et E (voir plan ci-après) conformément aux tolérances dimensionnelles décrites ci-dessous

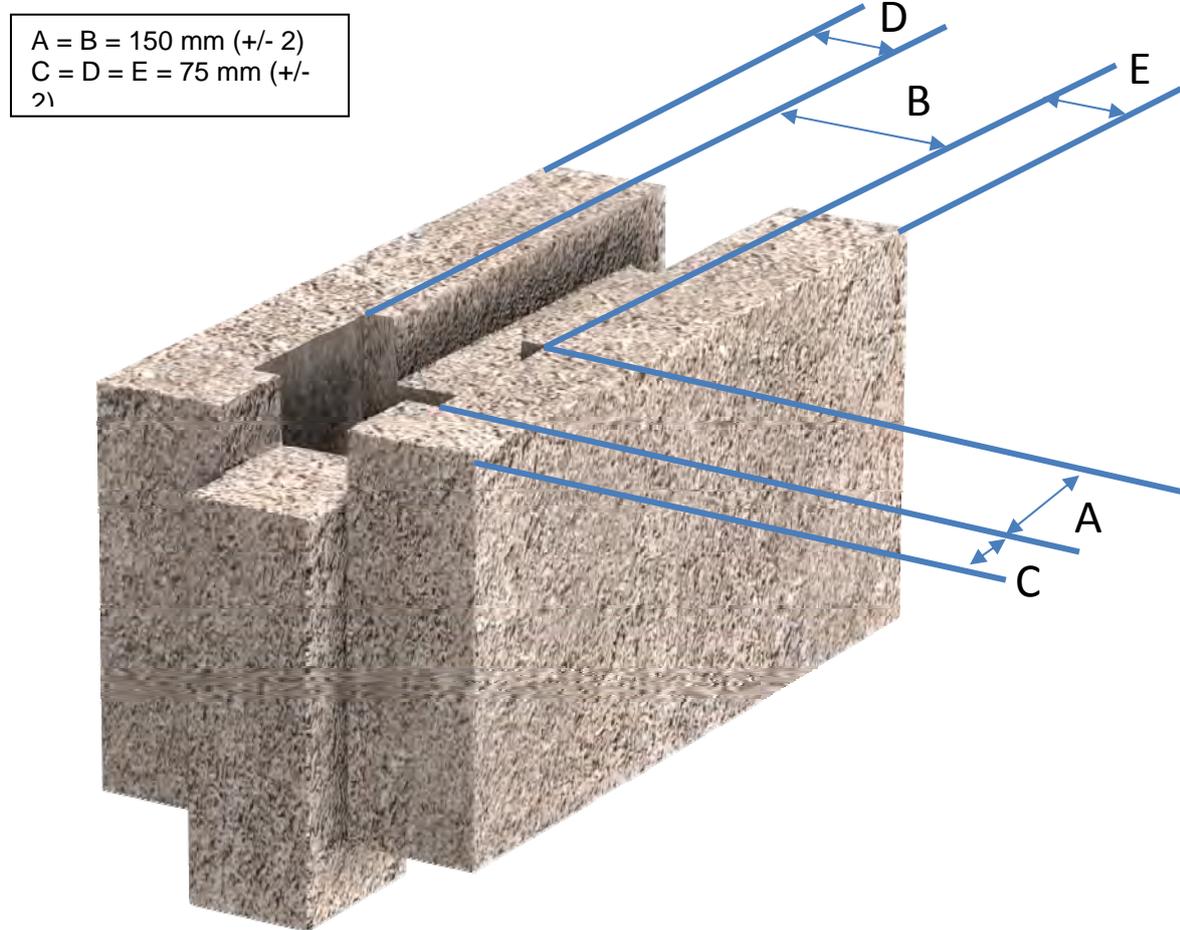


Figure 23 : tolérances dimensionnelles du bloc poteau

- Contrôle dimensionnel du **bloc double-poteaux**. Ce contrôle ne concerne que les côtes des poteaux et de position des poteaux :
  - Mesure des côtes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J (voir plan ci-après) conformément aux tolérances dimensionnelles décrites ci-dessous.

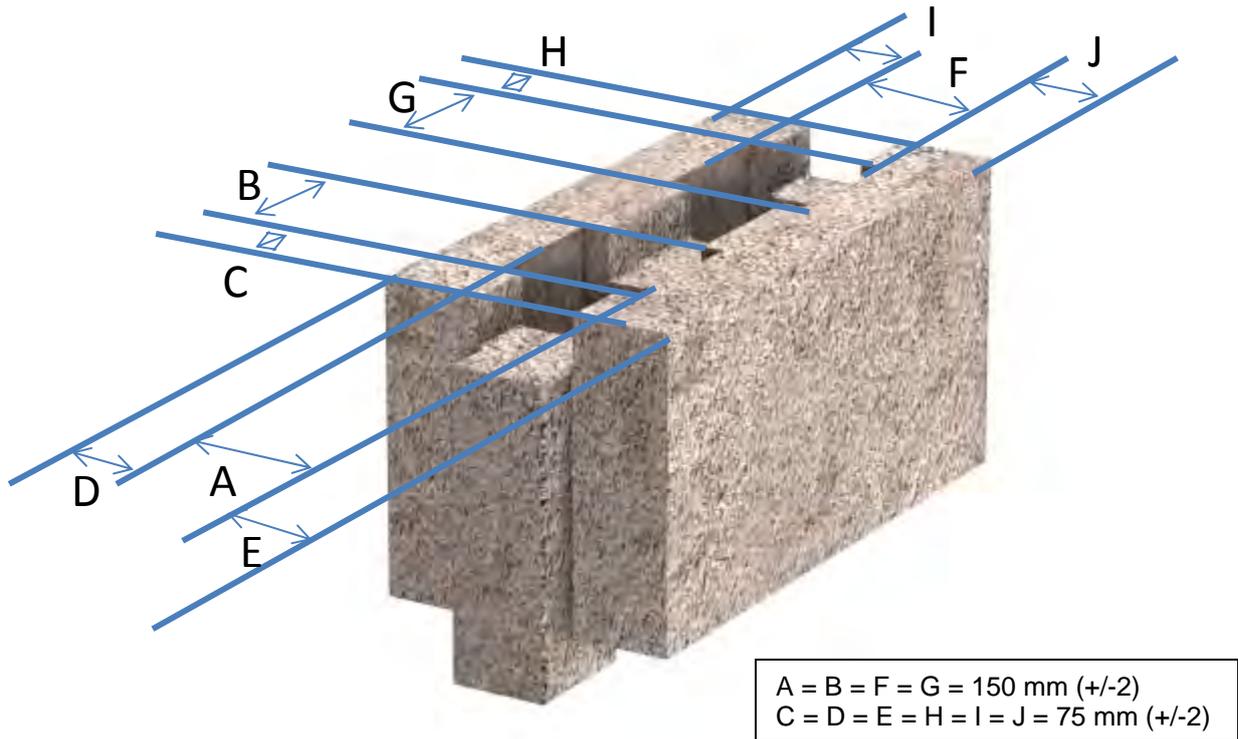


Figure 24 : tolérances dimensionnelles du bloc double-poteaux

- Contrôle dimensionnel du **bloc de chaînage (bloc U)**. Ce contrôle ne concerne que les côtes de la réservation et de position de la réservation :
  - Mesure des côtes A, B, C, D (voir plan ci-après) conformément aux tolérances

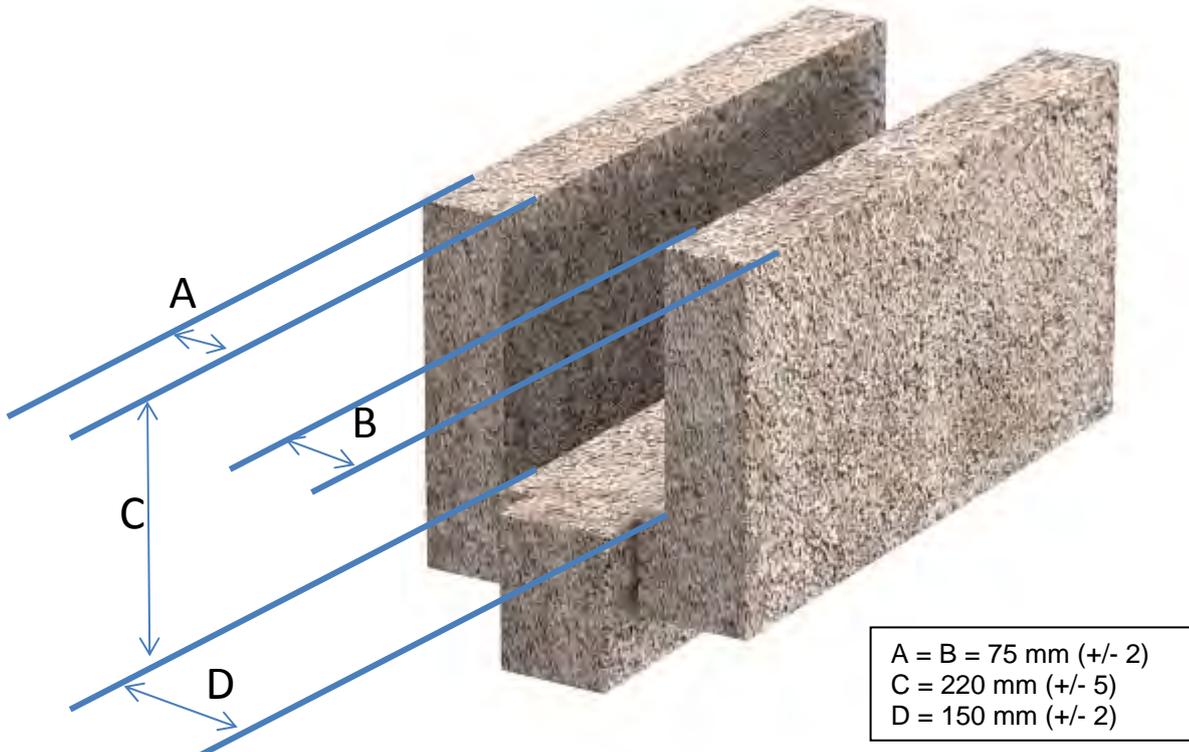


Figure 25 : tolérances dimensionnelles du bloc U

### 1.7.4.2.5 La semelle de départ

Les blocs constituant la semelle de départ sont en béton et fabriqués par VIEILLE MATERIAUX sur une presse industrielle :

- Le béton utilisé pour la fabrication des semelles de départ est le même que celui utilisé pour la fabrication des blocs béton NF.
- Les contrôles des granulats et du béton sont réalisés dans le cadre des contrôles de la fabrication standard des blocs béton NF.
- Contrôle dimensionnel à chaque série de fabrication au rythme d'un contrôle toutes les 1000 opérations :
  - Mesure des côtes A, B, C, D et E (voir plan ci-après) conformément aux tolérances dimensionnelles décrites ci-dessous.

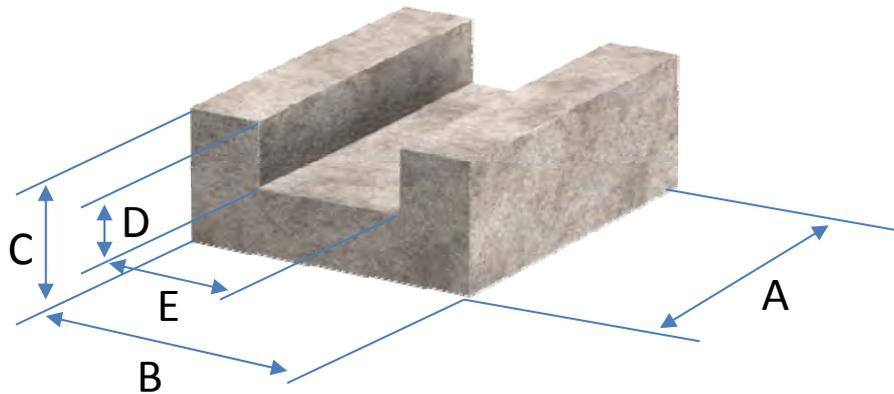


Figure 26 : tolérances dimensionnelles de la semelle de départ

A = 250 mm (+/- 2)
B = 200 mm (+/- 1)
C = 100 mm (+/- 1)
D = 50 mm (+/- 0.5)
E = 100 mm (+/- 0.5)

## 1.8 Mise en œuvre

### 1.8.1 Préparation du support

- Mise en place des armatures en attente du coulage des fondations
- Vérification de la planéité du support
- Pose des semelles de départ au bord extérieur de la fondation sur un lit de mortier hydrofuge.
- Protection des remontées d'humidité par la pose d'une bande d'arase.

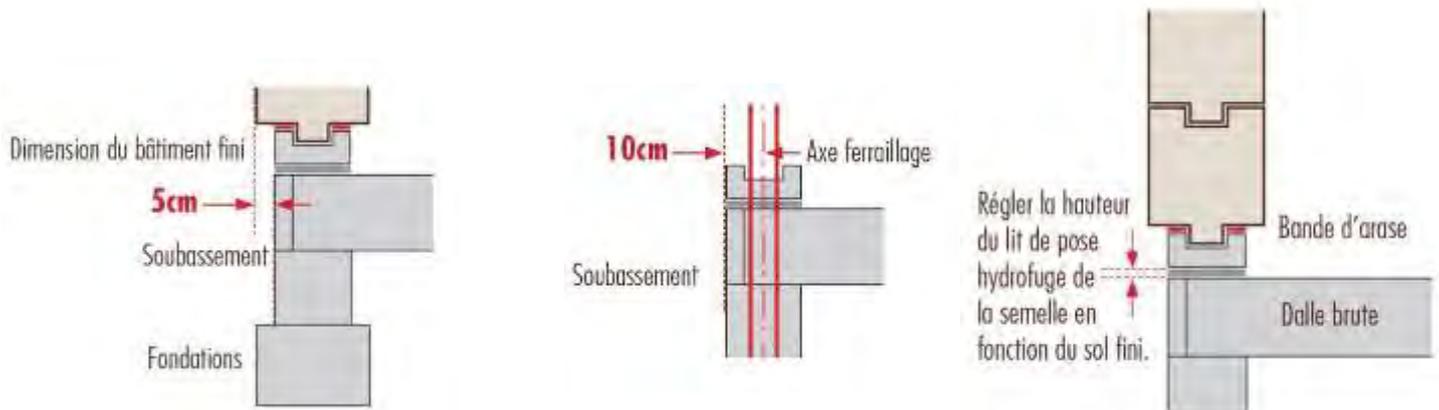


Figure 28 : Implantation du soubassement, du ferrailage et de la semelle de départ

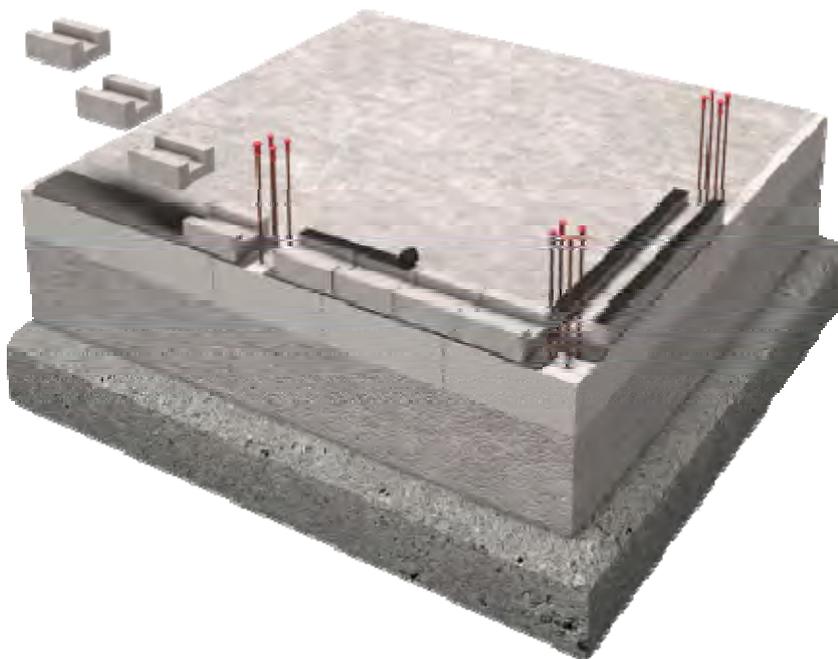


Figure 27 : vue d'ensemble du système de départ

## 1.8.2 Montage des murs

### 1.8.2.1 Montage de la 1ère rangée (sur la semelle de départ)

La première rangée de panneaux est positionnée par emboîtement des languettes des blocs de béton de chanvre BIOSYS dans les rainures des blocs constituant la semelle de départ.

### 1.8.2.2 Montage des angles

Les blocs forment un harpage aux angles. Les languettes sont découpées au niveau des angles pour permettre la pose croisée.

Les ouvertures restantes après montage du mur sont bouchées à l'aide des chutes de blocs. Les languettes débordantes par rapport à la façade sont découpées.

### 1.8.2.3 Montage des rangées suivantes

- Pose des blocs par simple emboîtement à joint décalé (minimum de 20 cm).
- Calepinage nécessaire pour prise en compte des baies, fenêtres et portes.
- Comblement des espaces restant entre 2 blocs.
  - Cas 1 : supérieur à 10 cm : découpe de bloc et création avec outillage spécifique de la rainure du bloc en partie latérale.



Figure 29 : montage en mur courant avec espace restant supérieur à 10 cm

- Cas 2 : inférieur ou égal à 10 cm : coffrage de l'espace et déversement d'un béton de chanvre (prescription Vicat).



Figure 30 : montage en mur courant avec espace restant inférieur à 10 cm

- Découpe dans le bloc poteau pour continuité de l'emboîtement.

### 1.8.3 Réalisation des poteaux avec armatures

- Poteau en mur courant, poteau d'angle, poteau pour ouvertures (porte et fenêtre).

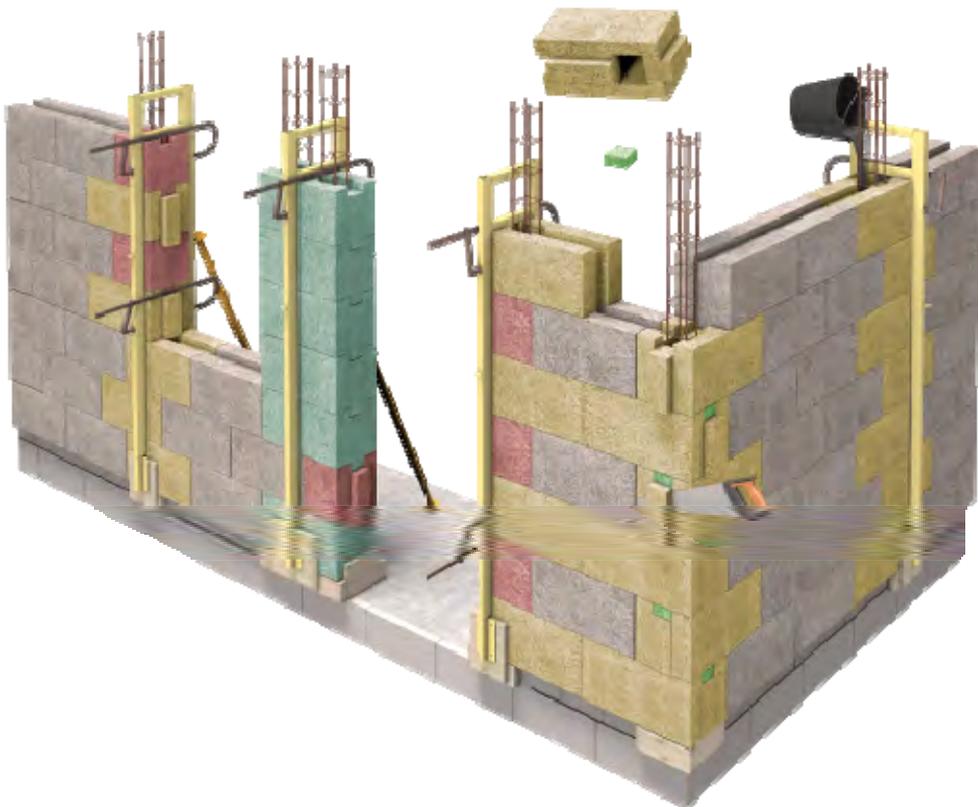


Figure 31 : vue d'ensemble des différents types de poteaux

- Découpe des languettes pour pose croisée et reprise pour bouchage des ouvertures restantes.
- Mise en place des armatures avec calage permettant d'assurer l'enrobage minimal.
- Coffrage en pied de poteau.

- Mise en place des piges de maintien et reprise de l'aplomb.
- Coulage du béton dans les poteaux.

#### 1.8.4 Coulage du béton

Le coulage du béton dans les blocs poteau et double poteau est réalisé par passe de 2,15 m de hauteur maximale. La mise en œuvre du béton est réalisée sans vibration.

#### 1.8.5 Raccord avec le reste du gros œuvre

##### 1.8.5.1 Planchers

Les planchers sont en béton de type poutrelles et hourdis.

- Mise en place des armatures de chaînage
- Mise en place des poutrelles béton
- Etayage en rive
- Mise en place des entrevous pour poutrelles béton
- Mise en place des aciers de liaison
- Coulage du béton

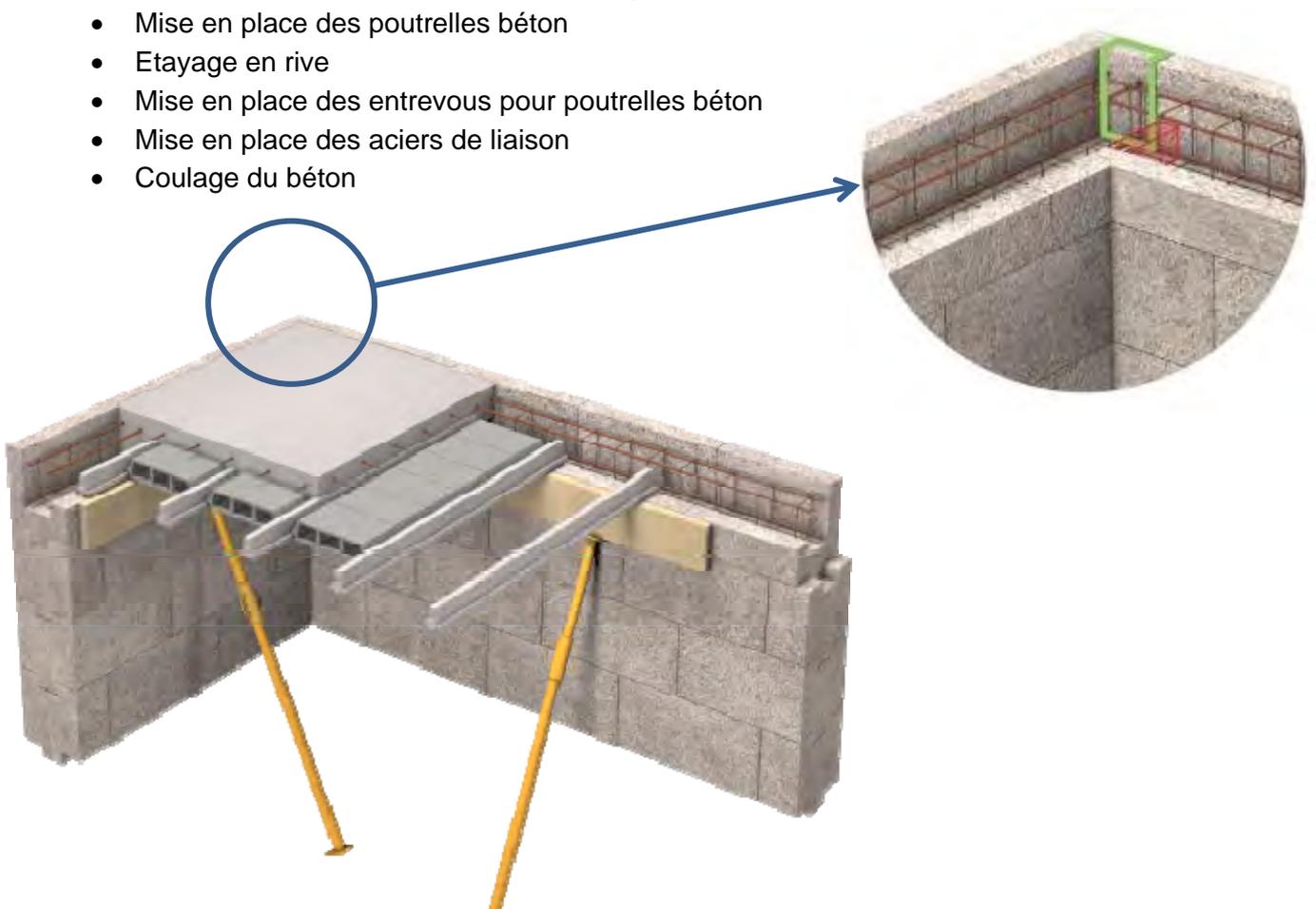


Figure 32 : vue d'ensemble de la mise en œuvre d'un plancher béton de type poutrelles/hourdis

Hauteur finie sous plancher définie en fonction du plan de calepinage

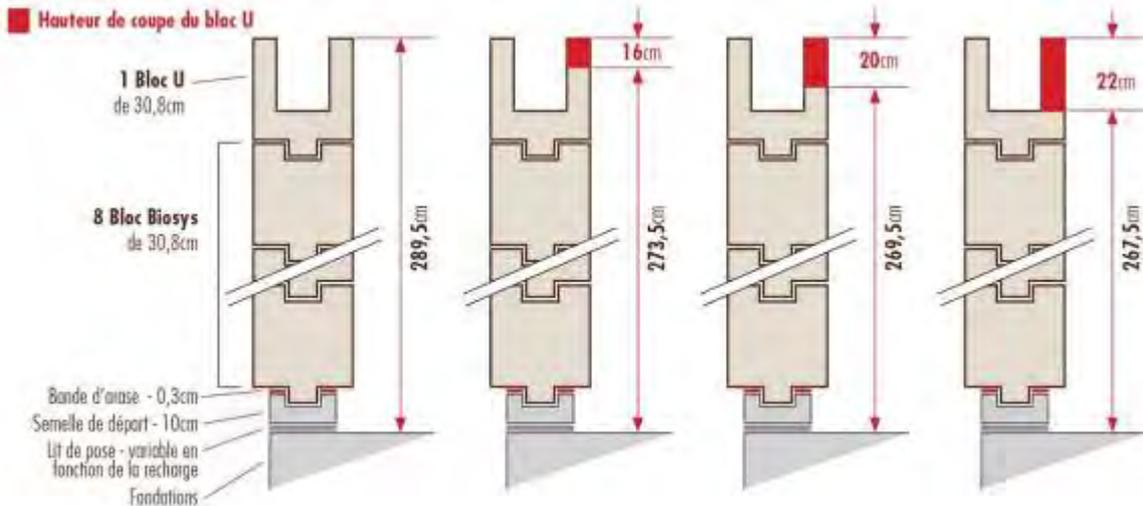


Figure 33 : calepinages des hauteurs entre dalle brute et sous-face de plancher

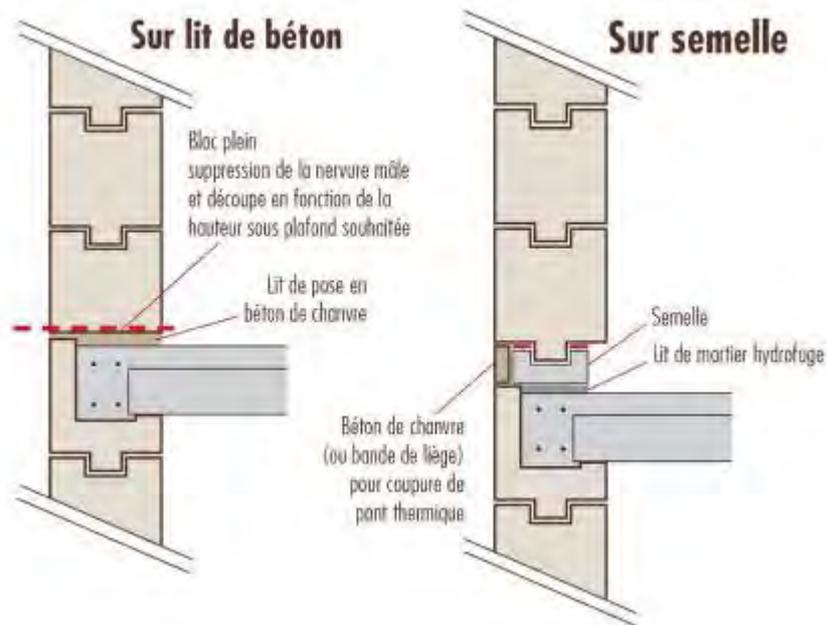


Figure 34 : principes de redémarrage de mur sur plancher de haut de rez-de-chaussée

### 1.8.5.2 Refends

Les murs de refend seront réalisés en maçonnerie ou en béton armé. Les murs de refend sont montés affleurant à la maçonnerie en blocs de béton de chanvre BIOSYS. La stabilité du mur de refend est assurée par son propre ferrailage ainsi qu'à sa liaison avec le plancher qu'il supporte.

### 1.8.5.3 Charpente

Le procédé constructif BIOSYS accepte les charpentes de type traditionnelles ou de type industrielles. Le raccordement de la charpente à la maçonnerie en blocs BIOSYS se fait de façon traditionnelle. La présence de la structure poteaux/poutres inclinées en pignon permet l'ancrage de la charpente à la maçonnerie en bloc de béton de chanvre BIOSYS.

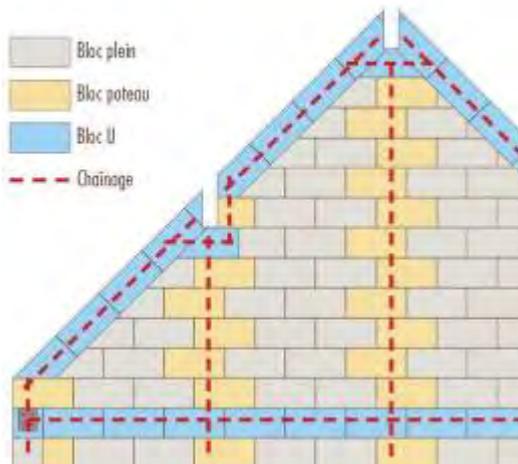


Figure 35 : principes de chaînage des pignons pour charpente traditionnelle

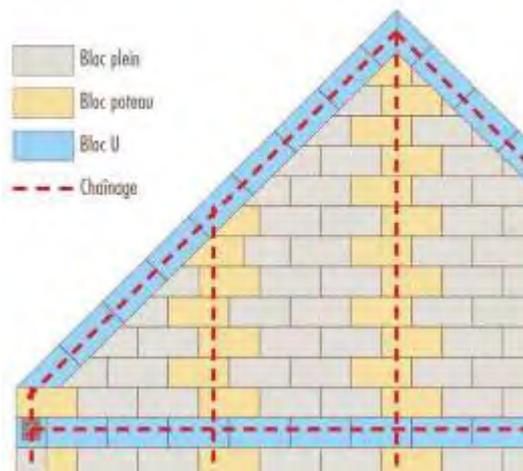


Figure 36 : principe de chaînage des pignons pour charpente industrielle

### 1.8.6 Points singuliers

La mise en œuvre des points singuliers est décrite ci-dessous.

#### 1.8.6.1 Traitements des chaînages hauts des pignons

- Traçage la pente du pignon avec retrait de 30,8 cm par rapport à la cote finie.
- Découpe des blocs avec outillage et système de guidage.



Figure 37 : principe de découpe du pignon

- Coulage du béton dans les poteaux du pignon.
- Création d'une rainure avec outillage adéquat (rainureuse électrique spécifique, voir page 16).
- Mise en place des blocs U.
- Mise en place des armatures des poteaux.
- Découpe des blocs U pour continuité des armatures des poteaux.

Nota : l'étaielement du pignon est obligatoire tant que sont contreventement définitif n'est pas assuré.

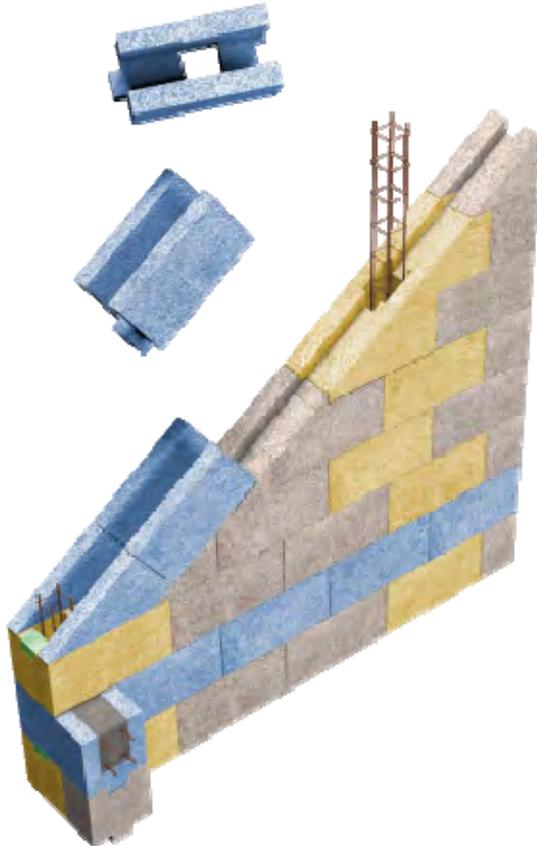


Figure 38 : principe de mise en œuvre des blocs U en pignon

- Mise en place des armatures de chaînage de pignon.
- Coulage du béton



Figure 39 : coulage du béton en chaînage de pignon

### 1.8.6.2 Menuiseries

Le procédé constructif BIOSYS accepte tous les types de menuiserie disponibles pour les systèmes constructifs de type monomur.

#### ***Pose en applique au nu intérieur***

La feuillure est réalisée par découpe du bloc de chanvre, de manière à conserver un recouvrement minimale entre le dormant et la paroi. Les dimensions de la découpe sont adaptées au cadre du dormant de la menuiserie.

Le calfeutrement de la menuiserie est réalisé conformément au DTU 36.5 entre le bloc de chanvre et la menuiserie.

La fixation des menuiseries à la structure est réalisée par des vis de dimensions adaptées, en traverses hautes et basses et sur chaque montant, en nombre suffisant conformément au DTU 36.5, traversant le bloc de chanvre et fixées à l'encadrement béton.

Afin de protéger la baie de la stagnation d'eau en partie basse lors de la mise en œuvre, il convient que l'entreprise en charge de la pose de la menuiserie mette également en œuvre la bavette ou une protection temporaire type membrane en partie basse.



Figure 40 : schémas de principe de la pose de la menuiserie en feuillure

**Pose en tunnel**

Le plan de joint est réalisé conformément au DTU 36.5 entre le bloc de chanvre et la menuiserie.

La fixation des menuiseries à la structure est réalisée par des vis de dimensions adaptées, en traverses hautes et basses et sur chaque montant, en nombre suffisant conformément au DTU 36.5, traversant le bloc de chanvre et fixées à l'encadrement béton.

Afin de protéger la baie de la stagnation d'eau en partie basse lors de la mise en œuvre, il convient que l'entreprise en charge de la pose de la menuiserie mette également en œuvre la bavette ou une protection temporaire type membrane en partie basse.

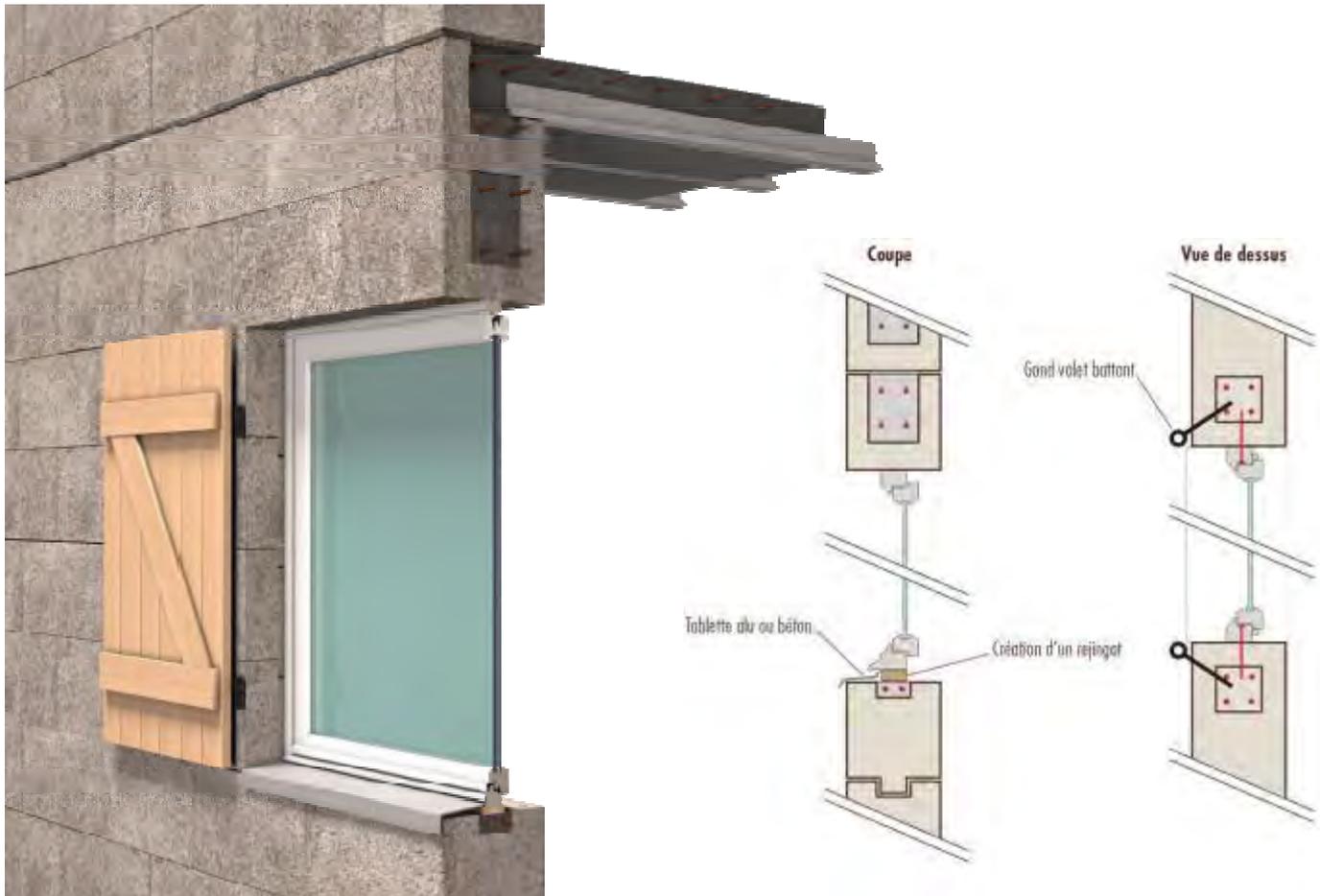


Figure 41 : schémas de principe de la pose de la menuiserie en tunnel

### 1.8.6.3 Appuis de fenêtre

- Mise en œuvre d'aciers liaisonnés aux poteaux dans la rainure.

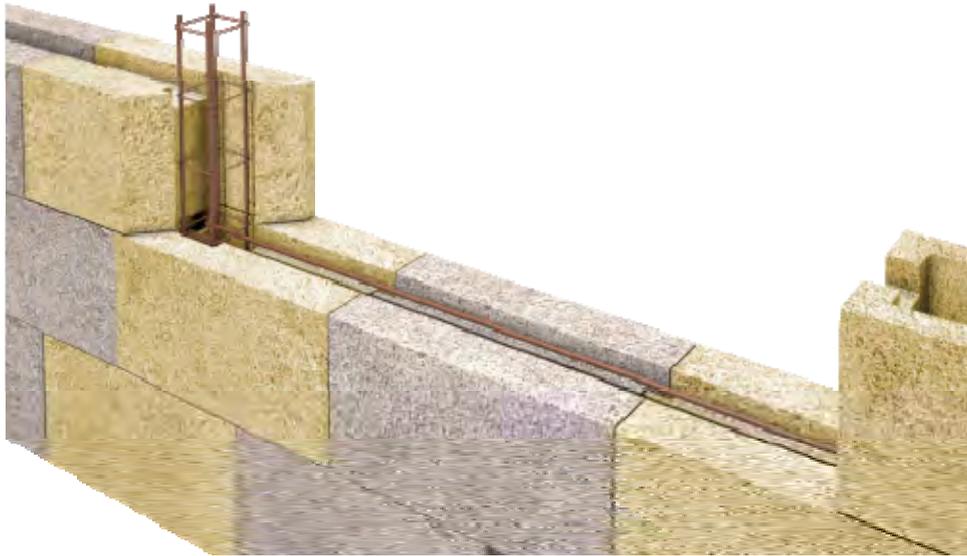


Figure 42 : vue de la liaison des aciers de l'appui de fenêtre et des aciers des poteaux

- Coulage du béton dans la rainure.



Figure 43 : coulage du béton dans l'appui de fenêtre

Seuil pour porte coulé en place (conforme au DTU 20.1).

### 1.8.6.4 Linteaux

Cas 1 : linteau en bloc de volet roulant :

- Découpe des blocs poteaux pour mise en place du coffre.
- Pose du demi-coffre de volet roulant.
- Découpe de la languette sous le bloc U.
- Coulage d'un mortier de pose pour mise en place du bloc U.

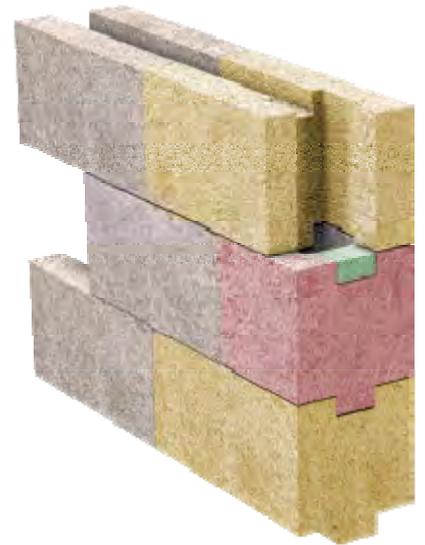


Figure 44 : détail de la coupe des blocs pour mise en œuvre du coffre pour volet roulant

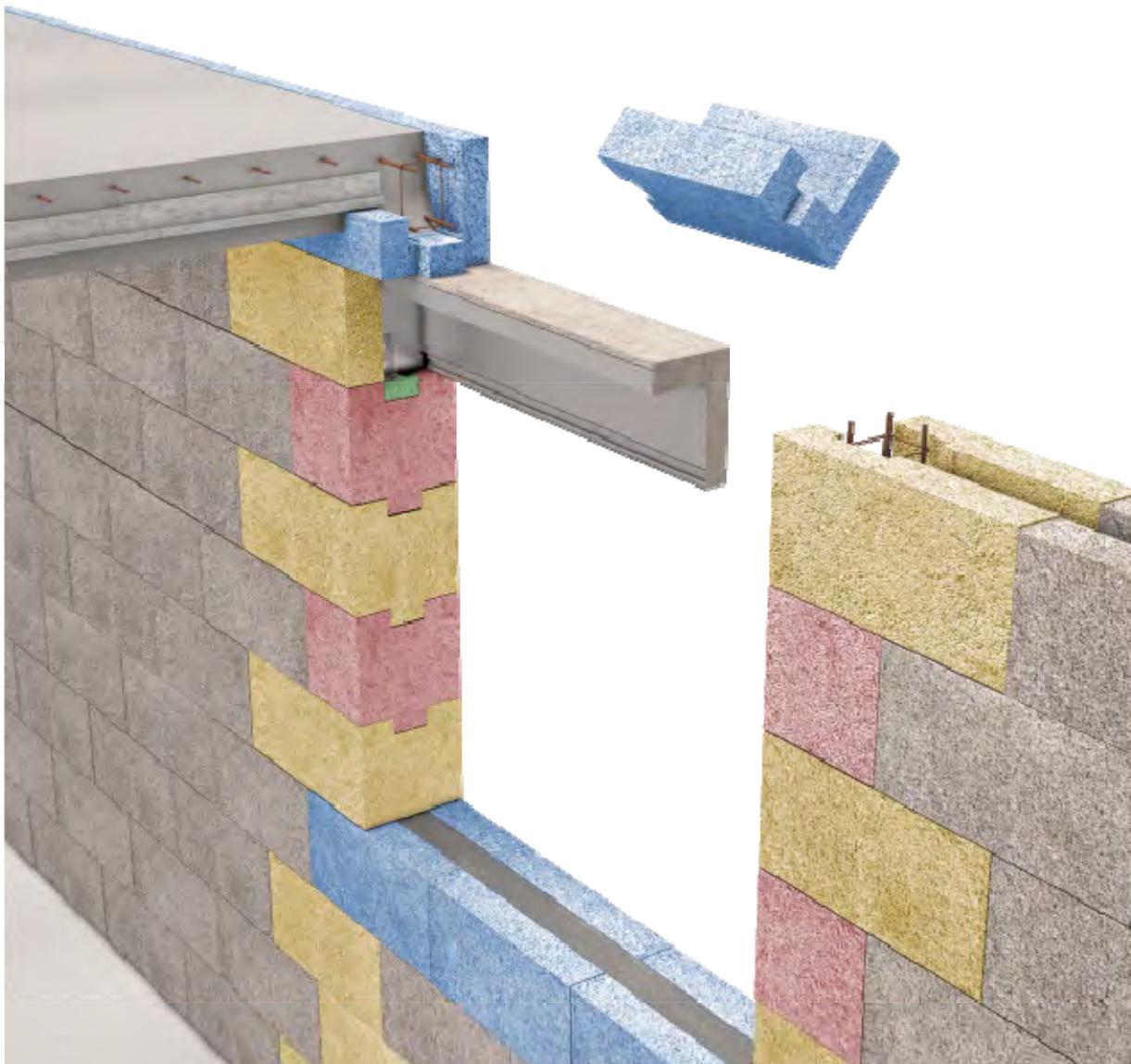


Figure 45 : vue d'ensemble de la maçonnerie pour fenêtre posée en applique avec volet roulant

**Cas 2 : linteau en bloc chaînage :**

- Etayage pour pose des blocs U en linteau.
- Découpe des blocs poteaux pour mise en place des blocs U.
- Pose des blocs U avec appuis de 7,5 cm de chaque côté de la baie.
- Mise en place des aciers.
- Coulage du béton.
- Coulage d'un mortier de pose pour mise en place du bloc U.



Figure 46 : détail de la coupe des blocs pour mise en œuvre du bloc U en linteau

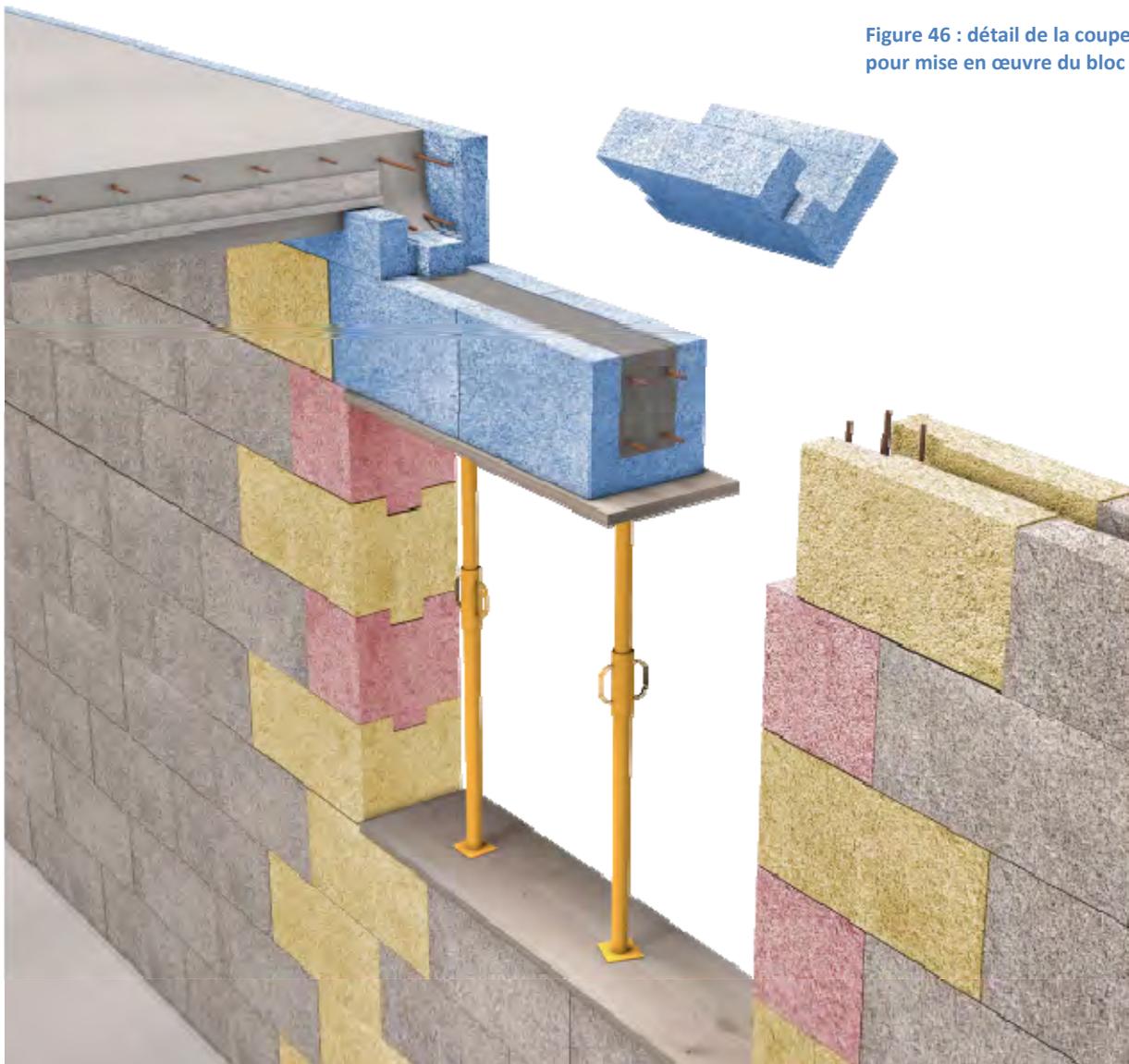


Figure 47 : vue d'ensemble de la maçonnerie pour fenêtre posée en tunnel

## **1.9 Distribution et assistance technique**

### **1.9.1 Distribution**

Le procédé constructif BIOSYS est fabriqué et commercialisé par le fabricant sous licence VICAT. Il incombe au fabricant de mettre en place les réseaux de distributions conventionnels, ou de vendre les produits en direct aux utilisateurs.

### **1.9.2 Assistance technique**

A la demande de l'utilisateur, une assistance technique au démarrage du chantier est assurée par VIELLE MATERIAUX. Les modalités de l'assistance technique proposée sont décrites en annexe 24.

Nota : cette assistance ne peut être assimilée ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre.

Un Plan d'Assurance Qualité chantier type est donné en annexe 25.

Le présent dossier technique est téléchargeable sur le site du fabricant : [www.bloc-biosys.fr](http://www.bloc-biosys.fr)

## 2 RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les blocs et le procédé constructif BIOSYS ont fait l'objet d'essais. Ces essais ont donné lieu à des rapports d'essai résumés ci-après et disponibles en Annexes.

**Annexe 1** : Essais d'amplitude de variation dimensionnelle selon NF EN 772-14

- Rapport d'essais : 2016 CERIB 7069 du 29/11/2016
- Rapport d'essais : 2016 CERIB 7070 du 13/01/2017

**Annexe 2** : Essais de remplissage et d'adhérence des armatures des murs en blocs BIOSYS, pour valider la stabilité en phase provisoire et la qualité de remplissage du béton

- Rapport d'essais : 2016 CERIB 8051 du 16/02/2017

**Annexe 3** : Essais de résistance à la traction par flexion des parois du bloc BIOSYS

- Rapport d'essais : 2017 CERIB 8312 du 30/03/2017

**Annexe 4** : Essais de compatibilité des fixations avec le bloc

- Rapport de préconisation : Réf. O.T. 14418 du 25/01/2016

**Annexe 5** : Essai de résistance au feu d'un mur porteur constitué de blocs en béton de chanvre « BIOSYS » assemblés sans mortier et avec chainages verticaux et horizontaux, exposé au feu selon la courbe normalisée

- Rapport d'essai : n° 009251-e du 07/09/2017
- Procès-verbal de Classement n° 009241

**Annexe 6** : Essai de réaction au feu suivant NF EN ISO 1716

- Rapports d'essais n° RE 1E 1107/02/059A Amdt 1, RE 3E 1107/03/190A Amdt 1 et RE 5E 1107/02/059A Amdt 1
- Rapport d'essai de classement de la réaction au feu conformément à la norme NF EN 13501-1 : 2007 - n°de rapport de classement : 1107/03/190 A du 15/07/2013

**Annexe 7** : Essai de résistance aux chocs sur éléments de mur en blocs de béton de chanvre BIOSYS

- Rapport d'essai : n° 2017 CERIB 008138 du 06/03/2017

**Annexe 8** : Essai de chargement alterné dans le plan concernant un mur à base de briques BIOSYS en béton de chanvre

- Rapport d'essais : n° MRF 17 26065538 du 22/09/2017

**Annexe 9** : Essais de résistance à l'arrachement de la surface des blocs de béton de chanvre BIOSYS

- Rapport d'essai : n° 2016 CERIB 6964 du 03/11/2016

**Annexe 10** : Essai de détermination de la résistance thermique par la méthode de la plaque chaude gardée

- Rapport d'essai : n° RE0917BL-002 du 05/09/2017

**Annexe 11** : Rapport d'analyses microbiologiques – rapport technique de suivi de l'activité microbienne d'un échantillon de chanvre ré-humidifié après 90 jours de séchage

- Rapport technique : CONIDIA N° DEV0713-003 du 06/08/2013

**Annexe 12** : Essais d'application de solutions d'enduisage de murs à base de bloc de béton de chanvre BIOSYS

- Rapport d'essais : REF 17/0011 VPI du 19/10/2017

**Annexe 13** : Essais de compression de blocs de béton de chanvre BIOSYS

- Rapport d'essai : n° 2017 CERIB 008311 du 30/03/2017

**Annexe 14** : Essai de détermination de l'indice d'affaiblissement acoustique R d'une paroi maçonnée

- Rapport d'essais : N° AC13-26043251 du 30/08/2013

**Annexe 15** : Essai d'absorption d'eau par capillarité selon les normes NF EN 772-11 (août 2011)

- Rapport d'essais : n° 2017 CERIB 7410 du 25/01/2017

**Annexe 16**: Etude du comportement hygrothermique d'une paroi en béton de chanvre munie d'un poteau en béton

- Rapport technique n° DTS/LV/2017/326 indice B – projet n° 10 03352 du 12/03/2018

**Annexe 17** : Détermination de la résistance thermique d'une maçonnerie en blocs de béton de chanvre BIOSYS et des coefficients de déperdition linéiques des principaux ponts thermiques

- Rapport CERIB du 22/11/2017

**Annexe 18** : Etudes de faisabilité d'une maison individuelle avec poteaux en 15 x 15 - Justification de la capacité portante des murs par l'introduction d'un système d'ossature poteaux-poutres en béton armé noyé dans les blocs BIOSYS

- Note technique : N004\_A544\_2016\_VICAT\_B

**Annexe 19** : Calculs de l'influence du retrait/gonflement empêché

- Note de calcul CERIB du 11/12/2017

**Annexe 20** : Label « chanvre- bâtiment » de la commission label de Construire en Chanvre depuis le 27/11/2015 sous le numéro 001/003/001 obtenu par la chènevotte bâtiment fournie par EUROCHANVRE

**Annexe 21** : Etanchéité à l'air selon la norme NF EN 13829 et son Guide d'Application GA P 50-784

- Rapport référence : NRJ1703731-24\$ du 11/04/2017

**Annexe 22** : Protocole de suivi du procédé.

**Annexe 23** : Plan Assurance Qualité de la fabrication des blocs.

**Annexe 24** : Plan de formation.

**Annexe 25** : Plan Assurance Qualité chantier type

### 3 REFERENCES

Le procédé constructif BIOSYS a déjà fait l'objet de plusieurs constructions dont la liste se trouve ci-dessous.

#### **Chantier 1 :**

Maitre d'ouvrage : Mr et Mme FOURNIER

Commune : Mamirolle

Département : Doubs (25)

Type : Maison individuelle

Niveaux : RDC + 1

Surface (m<sup>2</sup>) : 84

#### **Chantier 2 :**

Maitre d'ouvrage : Mr et Mme DELACROIX

Commune : Arçon

Département : Doubs (25)

Type : Maison individuelle

Niveaux : plain-pied

Surface (m<sup>2</sup>) : 70

**Chantier 3 :**

Maitre d'ouvrage : Mr Norbert PERRIN  
Commune : Port-sur-Saône

Département : Haute-Saône (70)  
Type : Maison individuelle  
Niveaux : plain-pied  
Surface (m<sup>2</sup>) : 127

**Chantier 4 :**

Maitre d'ouvrage : Mr REMY & Melle PERRIN  
Commune : Port-sur-Saône  
Département : Haute-Saône (70)  
Type : Maison individuelle  
Niveaux : RDC + 1  
Surface (m<sup>2</sup>) : 208

**Chantier 5 :**

Maitre d'ouvrage : Mr SALVI-FOURCADE & Melle MARTIN  
Commune : Fournets-Luisans  
Département : Doubs (25)  
Type : Maison individuelle  
Niveaux : S/S + RDC + 1  
Surface (m<sup>2</sup>) : 149

**Chantier 6 :**

Maitre d'ouvrage : Mme COLLARDEY  
Commune : Montfort  
Département : Doubs (25)  
Type : Maison individuelle  
Niveaux : RDC + 1  
Surface (m<sup>2</sup>) : 147