

Sur le procédé

## BETOMUR® COFFRÉ

**Famille de produit/Procédé :** Mur à coffrage intégré

**Titulaire(s) :** Société **SORIBA**

### AVANT-PROPOS

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

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

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

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

**Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur**

## Versions du document

| Version | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rapporteur  | Président                   |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| V2      | <p>Cette version, examinée le 29 novembre 2022, annule et remplace l'Avis Technique n° 3/16-845_V1. La présente révision intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise à jour suivant la nouvelle trame des Avis Techniques</li> </ul> <p>Mise à jour des références chantier.</p> | JUNES Angel | BERNARDIN-EZRAN<br>Roseline |

### Descripteur :

Procédé de mur à coffrage intégré constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques verticaux et servant de coffrage en œuvre à un béton prêt à l'emploi, pour réalisation de murs articulés ou encastrés.

Des aciers de liaison sont insérés en œuvre dans le béton coulé sur place ; les panneaux de coffrage peuvent être associés à des éléments structuraux complémentaires coulés sur place ou préfabriqués auxquels ils peuvent être reliés par des aciers de continuité pour constituer des poutres-voiles, poutres ou poteaux.

Les dimensions maximales du « Bétomur® Coffré » sont de 9,80 x 3,80 m pour des épaisseurs comprises entre 18 et 60 cm. L'épaisseur nominale des parois est d'au moins 45 mm (50 mm dans le cas de levage par les ancrs de levage KE III).

Le procédé « Bétomur® Coffré » fait l'objet d'une certification selon le référentiel NF 548.

Les panneaux sont destinés à la réalisation de murs intérieurs et de murs extérieurs. Lorsque cela est nécessaire, ils sont complétés en œuvre soit par un système d'isolation thermique par l'extérieur soit par un doublage intérieur isolant.

Les menuiseries sont rapportées en œuvre. Les huisseries métalliques peuvent être incorporées.

#### Revêtements

- Extérieur : parement de la paroi extérieure en béton brut ou complété par un revêtement mince type peinture ou parement du système d'isolation extérieure.
- Intérieur : finitions classiques sur béton lisse ou finitions classiques sur doublage isolant selon le cas.

## Table des matières

|         |                                                                    |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Avis du Groupe Spécialisé.....                                     | 5  |
| 1.1.    | Domaine d'emploi accepté .....                                     | 5  |
| 1.1.1.  | Zone géographique .....                                            | 5  |
| 1.1.2.  | Ouvrages visés .....                                               | 5  |
| 1.2.    | Appréciation.....                                                  | 5  |
| 1.2.1.  | Aptitude à l'emploi du procédé.....                                | 5  |
| 1.2.2.  | Durabilité.....                                                    | 6  |
| 1.2.3.  | Impacts environnementaux .....                                     | 6  |
| 1.3.    | Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....                | 7  |
| 2.      | Dossier Technique .....                                            | 9  |
| 2.1.    | Mode de commercialisation .....                                    | 9  |
| 2.1.1.  | Coordonnées .....                                                  | 9  |
| 2.1.2.  | Identification.....                                                | 9  |
| 2.2.    | Description .....                                                  | 9  |
| 2.2.1.  | Principe .....                                                     | 9  |
| 2.2.2.  | Caractéristiques des composants.....                               | 9  |
| 2.3.    | Dispositions de conception .....                                   | 11 |
| 2.3.1.  | Généralités.....                                                   | 11 |
| 2.3.2.  | Epaisseurs minimales.....                                          | 11 |
| 2.3.3.  | Enrobage des armatures .....                                       | 12 |
| 2.3.4.  | Enrobage des raidisseurs.....                                      | 12 |
| 2.3.5.  | Recouvrement des armatures .....                                   | 13 |
| 2.3.6.  | Eclissage des armatures.....                                       | 13 |
| 2.3.7.  | Dispositions parasismiques .....                                   | 13 |
| 2.3.8.  | Sécurité au feu .....                                              | 14 |
| 2.3.9.  | Eléments sollicités dans leur plan .....                           | 14 |
| 2.3.10. | Eléments sollicités perpendiculairement à leur plan .....          | 15 |
| 2.4.    | Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication ..... | 15 |
| 2.4.1.  | Fabrication .....                                                  | 15 |
| 2.4.2.  | Contrôle interne.....                                              | 16 |
| 2.4.3.  | Contrôle externe .....                                             | 16 |
| 2.4.4.  | Marquage.....                                                      | 16 |
| 2.4.5.  | Manutention et stockage des éléments préfabriqués.....             | 17 |
| 2.5.    | Dispositions de mise en œuvre.....                                 | 17 |
| 2.5.1.  | Critère de bétonnage du noyau .....                                | 17 |
| 2.5.2.  | Transport des panneaux.....                                        | 17 |
| 2.5.3.  | Levage des panneaux .....                                          | 18 |
| 2.5.4.  | Pose des panneaux.....                                             | 18 |
| 2.6.    | Maintien en service du produit ou procédé.....                     | 18 |
| 2.7.    | Données environnementales .....                                    | 18 |
| 2.8.    | Assistante technique .....                                         | 18 |
| 2.9.    | Rôle des intervenants .....                                        | 18 |
| 2.10.   | Mention des justificatifs .....                                    | 18 |
| 2.10.1. | Résultats expérimentaux .....                                      | 18 |
| 2.10.2. | Références chantiers .....                                         | 18 |
| 3.      | Schémas de mise en œuvre .....                                     | 20 |
| 4.      | Annexe 1 – Vitesse de bétonnage .....                              | 40 |



# 1. Avis du Groupe Spécialisé

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

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

Possibilité d'emploi en zone sismique 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, moyennant les dispositions constructives définies dans le Dossier Technique et complétées par les prescriptions du CPT MCI (cahier du CSTB 3690\_V2).

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé « BETOMUR® Coffré » est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs en infrastructure et en superstructure, en périphérie des bâtiments ou comme mur de refend et peut intégrer des poutres voiles, des poutres et des poteaux.

Le procédé « BETOMUR® Coffré » est destiné à la réalisation de :

- Bâtiments tertiaires, scolaires, de commerce, industriels, agricoles ;
- Stockage et réservoirs agricoles ;
- Logements collectifs et individuels ;
- Etablissement recevant du public ;
- Hôpitaux.

Les limites de hauteur résultent de l'application des règles de dimensionnement approuvées, définies dans le Dossier Technique.

---

## 1.2. Appréciation

---

### 1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

#### 1.2.1.1. Aptitude au levage

Ne sont pas visés au titre du présent Avis :

- les accessoires de levage non incorporés aux MCI « BETOMUR COFFRE » (élingues, chaînes, sangles, câbles, ...).
- les appareils de levage (grue mobile ou fixe, ...).
- les équipements de protection collective ou individuelle pour la sécurité des personnes (garde-corps, crochet, ...).

L'aptitude au levage du procédé est uniquement visée avec l'utilisation des ancrs KE III et KE IV de la société H-BAU. Les conditions d'utilisation des valeurs de CMU de ces ancrs de levage sont précisées dans l'Annexe « CMU des boucles de levage » de la partie Avis.

Vis-à-vis de leur aptitude au levage par des ancrs KE III et KE IV, seuls les murs d'épaisseur totale comprise entre 18 cm et 40 cm sont visés par l'Avis dans la limite des épaisseurs minimales de parois suivantes :

- 45 mm pour les ancrs KE III ;
- 60 mm pour les ancrs KE IV.

#### 1.2.1.2. Stabilité

La stabilité des ouvrages à laquelle peuvent être associés, dans les limites résultant de l'application du dossier technique ci-après, les murs réalisés selon ce procédé, peut être normalement assurée.

Les systèmes associés à ce procédé de mur, et en particulier les systèmes de plancher, doivent être vérifiés suivant les prescriptions des textes de référence s'y rapportant (DTU ou Avis Technique suivant la traditionalité ou non du système concerné).

#### 1.2.1.3. Sécurité au feu

Les durées des critères d'exigence coupe-feu ou stabilité au feu d'un mur réalisé selon le procédé « Béto-mur® Coffré » peuvent être justifiées par application des règles de calcul de la norme NF EN 1992-1-2 avec son annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA à l'ensemble du mur considéré comme homogène de ce point de vue.

Les actions dues à la température sont déterminées suivant la norme NF EN 1992-1-2 avec son annexe nationale française NF EN 1992-1-2/NA. Les joints entre prémurs dont la largeur reste inférieure ou égale à 20mm sont négligés pour le calcul des températures. Les actions mécaniques sont combinées en situation accidentelle, conformément à la norme NF EN 1990 avec son annexe nationale française NF EN 1990/NA.

#### 1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Le système permet de l'assurer normalement.

### 1.2.1.5. Isolement acoustique

À défaut de résultat expérimental, l'indice d'affaiblissement acoustique d'un mur peut être estimé à l'aide de l'annexe B de la norme NF EN 12354-1 appliqué à l'ensemble des peaux coffrantes et du béton coffré, considéré comme homogène de ce point de vue ; la présence de joints entre peaux coffrantes est considérée comme peu influente sur cet indice. L'estimation de la performance acoustique des bâtiments intégrant ce type de procédé pourra aussi s'appuyer sur les normes de la série NF EN 12354 (-1 à 6).

### 1.2.1.6. Isolation thermique

Elle est assurée par le système d'isolation thermique rapporté, par l'intérieur ou l'extérieur. La vérification est à effectuer selon les « Règles Th-Bât », en se référant, le cas échéant, à l'Avis Technique visant ce système.

### 1.2.1.7. Confort d'été

Pour la détermination de la classe d'inertie thermique quotidienne des bâtiments, qui constitue un facteur important du confort d'été, les murs extérieurs de ce procédé appartiennent à la catégorie des parois lourdes à isolation rapportée à l'extérieur ou à l'intérieur. Leur inertie est déterminée au moyen des règles TH-Bât.

### 1.2.1.8. Étanchéité des murs extérieurs

Moyennant le choix de l'organisation appropriée, par application des critères définis dans le Dossier Technique, l'étanchéité des ouvrages et bâtiments du domaine d'emploi accepté peut-être considérée comme normalement assurée.

Dans le cas où les joints sont inaccessibles, l'étanchéité des ouvrages avec pression hydrostatique repose sur celle du béton seul. Dans d'autres cas, l'étanchéité (ou l'imperméabilité dans le cas de murs soumis au seul ruissellement d'eau) dépend en partie, de l'organisation du dispositif d'étanchéité des joints.

### 1.2.1.9. Risques de condensation superficielle

Le système d'isolation thermique par l'extérieur, associé à ce procédé dans les façades à isolation par l'extérieur, permet d'éviter les ponts thermiques courants ; les risques de condensation superficielle sur ces murs sont donc très limités.

Les façades à isolation rapportée à l'intérieur comportent, à leur jonction avec un mur de refend et avec un plancher, les mêmes ponts thermiques que les systèmes de murs traditionnels de même configuration, qui risquent de favoriser l'apparition de condensations.

### 1.2.1.10. Finition – Aspect

Les finitions prévues sont à l'extérieur soit celles d'un enduit sur isolant, soit les finitions classiques sur béton ; à l'intérieur on trouve, en correspondance, soit les finitions classiques sur béton soit les finitions du parement du doublage isolant. Leur comportement ne devrait pas poser de problème particulier si leurs conditions de mise en œuvre satisfont aux Prescriptions du dossier technique ci-après. Il ne peut être cependant totalement exclu que, malgré la présence nécessaire d'aciers de liaison, de fines fissures, sans autre inconvénient que leur aspect, se manifestent au droit de certains joints entre panneaux de coffrage non revêtus. En cas d'absence d'aciers de liaison dans les jonctions intérieures, une fissuration du mur au droit des joints est probable.

## 1.2.2. Durabilité

Moyennant les précautions de fabrication et de mise en œuvre, et les limitations précisées dans les Prescriptions Techniques, les murs de ce procédé ne devraient pas poser de problème particulier de durabilité. Il est entendu que, pour les ouvrages d'isolation associés, il y a lieu de se référer, cas par cas, soit à l'Avis Technique spécifique dont ils relèvent lorsqu'ils ne sont pas traditionnels, soit au DTU les concernant lorsqu'ils sont traditionnels. Dans le cas de garniture de mastic disposée dans les joints extérieurs des façades à isolation intérieure, sa réfection est à prévoir périodiquement.

## 1.2.3. Impacts environnementaux

### 1.2.3.1. Données environnementales

Le procédé de MCI « Bétonmur Coffré » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 août 2015.

Pour revendiquer une performance environnementale, le procédé de MCI « Bétonmur Coffré » doit faire l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 août 2015.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

### 1.2.3.2. Aspects sanitaires

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

---

### **1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

La principale différence que présente le procédé par rapport à la solution traditionnelle de béton banché réside dans la discontinuité des armatures incorporées dans les voiles coffrants au droit des joints verticaux comme des joints horizontaux entre panneaux coffrants. Des dispositions spécifiques d'armatures rapportées permettent de compenser dans une certaine mesure cette discontinuité mais leur application, qui nécessite du soin, ne doit en aucun cas être improvisée lors du montage des murs. C'est pourquoi l'Avis prescrit de n'effectuer les justifications de calcul de l'ouvrage qu'après avoir procédé au découpage des murs en panneaux, la démarche inverse étant prohibée.

Ce sont les joints entre coffrages qui apparentent le plus ce procédé aux systèmes de panneaux préfabriqués, particulièrement dans le cas de murs de façade à isolation intérieure qui appellent un traitement spécifique de ces joints du point de vue de leur étanchéité à l'eau. Il est cependant noté qu'en raison de la fréquence des raidisseurs verticaux, les variations d'ouverture susceptibles d'affecter les joints tant verticaux qu'horizontaux et donc de solliciter la garniture de mastic correspondante ne peuvent être que très limitées dans des murs de façades ainsi réalisés, ce qui est favorable à la durabilité de cette garniture.

En ce qui concerne l'appréciation de l'aptitude au levage du procédé, le Groupe tient à préciser que l'Avis porte sur la résistance des inserts de levage et sur l'impact de leur intégration sur les performances du mur vis à vis de la résistance en phase provisoire et définitive sans préjuger des dispositions nécessaires à la sécurité des intervenants suivant la réglementation en vigueur.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3.2

## Annexe – CMU des BOUCLES de LEVAGE

La présente annexe fournit les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par boucle pour les murs à coffrage intégré « Bétonmur® Coffré » d'épaisseur totale au plus égale à 400 mm et pour lesquels l'épaisseur nominale des parois est au moins égale à 50 mm. Les boucles associées relèvent de l'Avis Technique « Ancres de levage KE III et KE IV » détenu par la société H-BAU. Les boucles sont utilisées dans les conditions de l'Avis Technique qui leur est propre et qui est en cours de validité. Les valeurs de CMU affichées sont valables pour des MCI certifiés.

Cette annexe fait partie intégrante du Document Technique d'Application : le respect des valeurs indiquées est une condition impérative de la validité de l'Avis.

*Commentaire : La situation critique correspond parfois à un levage à 60° mais les résultats sont transposés pour afficher la valeur équivalente en levage droit.*

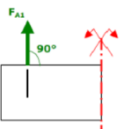
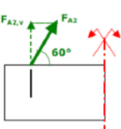
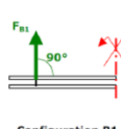
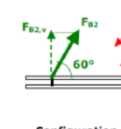
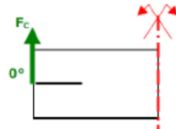
Tableau 1 CMU des boucles

| Réf. boucle | Diamètre boucle<br>$\phi_1$ | Epaisseur nominale du mur<br><b>b</b> | Epaisseur minimale paroi<br>$h_1, h_2$ | Enrobage interne effectif de la boucle<br>$C_{1bc,int}, C_{2bc,int}$ | Enrobage extérieur effectif de la boucle<br>$C_{1bc,ext}, C_{2bc,ext}$ | Levage en position verticale<br><b>CMU1</b> | Levage à plat du MCI<br><b>CMU2</b> | Retournement du MCI<br><b>CMU3</b> |
|-------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| KE III      | 13 mm                       | 18 à 40 cm                            | ≥ 45 mm                                | ≥ 10 mm                                                              | ≥ 15 mm                                                                | 21,80 kN                                    | 4,25 kN                             | 13,30 kN                           |
| KE IV       | 15,5 mm                     | 18 à 40 cm                            | ≥ 60 mm                                | ≥ 15 mm                                                              | ≥ 20 mm                                                                | 45,30 kN                                    | Non visé                            | 20,70 kN                           |

Où  $\phi_1$  correspond au diamètre de l'acier façonné de l'ancre de transport KE

Nota : La détermination de l'épaisseur des parois des MCI/MC2I est définie dans le § 1.1.1.6 du CPT 3690\_V2.

Tableau 2 Vérification de la résistance des boucles au levage

| Situation de levage   | Levage en position verticale <sup>(1)</sup>                                                                                                                             | Levage à plat                                                                                                                                                             | Retournement                                                                          |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Vérification          | $CMU1 \geq \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$                                                                                                               | $CMU2 \geq \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$                                                                                                                 | $CMU3 \geq \frac{1}{2} \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$                 |
| Schémas cas de levage |   |   |  |

<sup>(1)</sup> La formule ci-dessus correspond à une disposition symétrique des boucles par rapport au centre de gravité. Dans les autres cas, on tiendra compte du positionnement des boucles pour la détermination des efforts.

$p$  = poids surfacique du mur de coffrage intégré [kN/m²]

$A$  = surface du mur de coffrage intégré [m²]

$Q$  = poids des équipements de sécurité éventuels [kN]

$n_b$  = nombre de points de levage effectifs : 2 dans le cas courant, 4 dans le cas de levage avec 4 boucles et système équilibrant

$\gamma_{ed}$  = coefficient d'effet dynamique dû au levage = 1,15

$\gamma_{pp}$  = coefficient d'incertitude sur poids propre = 1,05

## 2. Dossier Technique

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

### 2.1. Mode de commercialisation

En application du règlement (UE) n°305/2011, le procédé de mur à coffrage intégré « Bétomur® Coffré » fait l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par SORIBA sur la base de la norme NF EN 14992 ou de la norme NF EN 15258.

Les produits conformes à cette DoP sont identifiés par le marquage CE.

#### 2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire SORIBA.

Adresse : Rue Gustave Eiffel

BP 515

FR-85305 CHALLANS cedex

Tél. : 02 51 93 29 01

Fax : 02 51 49 21 04

E-mail : [soriba@soriba.fr](mailto:soriba@soriba.fr)

#### 2.1.2. Identification

Tous les éléments sont identifiés à l'aide d'une étiquette apposée sur chaque élément et contenant les données suivantes :

- Date de production
- Poids de l'élément
- Repère de l'élément
- Nom du client ou du projet
- Numéro et code du dossier de commande
- Nom de l'usine de production

### 2.2. Description

#### 2.2.1. Principe

Le procédé de mur à coffrage intégré pour façade, « BETOMUR® Coffré » est constitué de deux parois en béton armé reliés par des raidisseurs métalliques.

Les dimensions maximales du « Bétomur® Coffré » sont de 9,80 x 3,80 m pour des épaisseurs comprises entre 18 et 60 cm. L'épaisseur nominale des parois est d'au moins 45 mm (50 mm dans le cas de levage par les ancrages KE III).

Le vide, constituant le noyau central du mur, est complété par un béton armé coulé sur chantier.

Ces éléments, constituent l'enveloppe extérieure ainsi que les murs de refend des bâtiments. Éléments porteurs ou non, ils sont posés à l'avancement du chantier.

Dans le cas de mur porteur, les deux parois intérieure et extérieure ainsi que le remplissage du noyau participent à la reprise des charges verticales sollicitant l'ouvrage.

Pour les murs de façade, la face extérieure des éléments est de type béton brut ou tout autre type de parement (béton désactivé, béton acidé, béton matricé, polissage, sablage, négatifs, faux-joints, ...).

Les armatures complémentaires de type poteau, linteau, rive, etc... peuvent être incorporées aux murs lors de la réalisation en usine ou rapportées lors de la mise en œuvre sur chantier. Il en est de même pour les bâtis de menuiseries, les équipements électriques, les inserts, les réservations, etc...

#### 2.2.2. Caractéristiques des composants

##### 2.2.2.1. Béton parois préfabriquées

Pour la paroi intérieure et la paroi extérieure, réalisées en usine, le béton sera de classe C40/50, conforme à la norme NF EN 206/CN.

La nature du ciment et son dosage seront adaptés à la classe d'environnement.

A la première manutention et à la livraison, la résistance à la compression du béton mesurée sur un cube de 10x10x10 cm doit être supérieure à 20 MPa.

### 2.2.2.2. Béton de remplissage du noyau

Le béton de remplissage, coulé sur chantier, est un béton du type prêt à l'emploi (BPE), conforme aux prescriptions de l'opération et à la norme NF EN 206/CN, de résistance caractéristique minimale à 28 jours de 25 MPa (classe de résistance C25/30).

Le diamètre maximal des granulats sera choisi en fonction de l'épaisseur du noyau coulé sur chantier :

- $D_{max} \leq 12,5$  mm pour un noyau d'épaisseur inférieure ou égale à 9 cm ;
- $D_{max} = 16$  mm pour un noyau d'épaisseur supérieure à 9 cm.

La classe d'affaissement du béton est S4 ou S5 au sens du tableau 3 de la norme NF EN 206/CN. La valeur cible d'affaissement au cône d'Abrams est de 200 mm. Elle est portée à 220 mm dans des conditions de bétonnage difficile (fort ferrailage, faible épaisseur de l'élément).

### 2.2.2.3. Armatures

#### 2.2.2.3.1. Armatures incorporées aux parois préfabriquées

Tous les aciers et les raidisseurs de type CKT (INTERSIG) ou équivalent sont conformes à la norme européenne EN 10025 et sont certifiés AFCAB.

Les boîtes d'attente doivent être certifiées AFCAB.

Les armatures, qui sont intégrées aux murs ou utilisées en acier de liaisons, sont de deux types :

- Acier en barres filantes ou façonnées, conforme à la norme NF A 35-080-1,
- Panneaux de treillis soudés, conforme à la norme NF A 35-080-2.

Aciers en bobines et barres, B 500 Ø 6 à 32 mm.

La classe de ductilité de l'acier (A, B ou C) sera adaptée en fonction de la zone de sismicité et de la destination de l'ouvrage.

Treillis soudés standard B 500.

Les parois intérieure et extérieure comprennent au minimum conformément au paragraphe 1.1.1.3 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2) :

- 1,2 cm<sup>2</sup>/ml d'aciers verticaux, et 1,41 cm<sup>2</sup>/ml en cas d'utilisation d'ancres KE III ou KE IV.
- 1,2 cm<sup>2</sup>/ml d'aciers horizontaux, et 1,41 cm<sup>2</sup>/ml en cas d'utilisation d'ancres KE III ou KE IV.
- Un espacement maximum entre barres de 33 cm

Ces valeurs sont minimales et varient en fonction de la hauteur de bétonnage sur chantier et du type de mur (porteur ou non).

L'enrobage des armatures est défini en fonction de la classe d'exposition et sera déterminé en fonction du milieu ambiant où sera mis en œuvre le mur « BETOMUR® Coffré ».

L'enrobage minimum est au moins égal à 20 mm pour la face exposée, et de 10 mm pour la face non exposée.

Des raidisseurs métalliques standards, certifiés NF, du type INTERSIG ou des cages d'armatures assurent la liaison entre la paroi préfabriquée intérieure et le noyau coulé sur chantier. Conformément au paragraphe 1.1.1.3 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), la section d'armature des raidisseurs sera prise en compte dans la section minimale des armatures parallèles aux raidisseurs.

#### 2.2.2.3.2. Armatures complémentaires de chantier

Les armatures complémentaires de type poteau, linteau, rive, etc. peuvent être incorporées aux murs lors de la réalisation en usine ou rapportées lors de la mise en œuvre sur chantier. Ces armatures sont du type HA ou treillis façonnés à la demande.

Les armatures complémentaires à mettre en œuvre sur chantier seront à prévoir par l'entreprise de pose.

### 2.2.2.4. Accessoires de levage et de fixation

#### 2.2.2.4.1. Levage

La manutention, tant pour le démoulage que le stockage, le transport et la pose des éléments est réalisé :

- A partir des organes de levage KE III et KE IV pour la gamme couverte par leur Avis Technique en cours de validité
- Ou à partir d'autres organes de levage pour l'ensemble de la gamme

L'aptitude au levage du procédé est uniquement visée avec l'utilisation des ancres KE III et KE IV de la société H-BAU.

Un élément « BETOMUR® Coffré » comportera, en partie supérieure, au minimum 2 boucles de levage.

Pour les éléments de grande hauteur, devant être transporté sur chant, ils seront équipés de 2 levages en tête et 2 levages sur chant.

Le relevage sur chantier se fera alors à l'aide d'un basculeur.

#### 2.2.2.4.2. Pose sur site

Des douilles métalliques, filetées, ou disposant de filetage métallique, sont scellées en usine dans la paroi préfabriquée pour assurer la liaison aux étais tire-pousse pendant les phases de montage et de bétonnage du noyau.

#### 2.2.2.4.3. Liaison entre les deux parois

La liaison entre les deux parois est assurée par les raidisseurs métalliques standards, du type INTERSIG ou équivalent, faisant l'objet d'une certification NF, (Filant supérieur de HA7 à HA8, filants inférieurs et diagonales HA5 à HA8).

#### 2.2.2.4.4. Autres accessoires

- Douilles de fixation
- Rails d'ancrage
- Réservations
- Boîtiers pour armatures type STABOX
- Boîtiers électriques
- Gaines électriques
- Cales d'armatures

#### 2.2.2.5. Joints d'étanchéité entre panneaux

Un système d'obturation de type cordon de mousse pourra être mise en place comme fond de joint à la pose des murs, tant sur la paroi extérieure que sur la paroi intérieure, pour empêcher les fuites de laitance lors du bétonnage. Ce cordon peut être retiré après séchage du béton et le joint rempli de mortier.

##### 2.2.2.5.1. Paroi extérieure

- La mise en place d'un joint n'est pas nécessaire pour les parois revêtues d'un isolant, d'une vêtture ou d'un bardage.
- Pour les parois destinées à être peintes, les joints doivent être garnis d'un joint mastic dont la compatibilité doit être vérifiée.
- Pour les parois enduites, les joints doivent être remplis à l'aide d'un mortier classique et recouvert d'un entoilage avant enduit.

##### 2.2.2.5.2. Paroi intérieure

- Pour les parois revêtues d'un doublage, le traitement des joints n'est pas nécessaire.
- Dans les autres cas, les joints seront traités à l'aide d'un mortier sans retrait.

##### 2.2.2.5.3. Points singuliers

Au droit des ouvertures, le dispositif de joint d'étanchéité doit permettre une continuité en tous points, notamment entre les tableaux et les pièces d'appui.

Pour les acrotères, le joint sera identique aux joints courants sur tout le contour de l'acrotère avec un traitement particulier pour le relevé d'étanchéité. Pour éviter les infiltrations entre les parois préfabriquées et le noyau coulé sur chantier, la partie supérieure sera protégée par une couverture métallique ou un chaperon en béton.

---

## 2.3. Dispositions de conception

---

### 2.3.1. Généralités

Les murs à coffrage intégré « BETOMUR® Coffré » sont calculés selon les règles usuelles de la résistance des matériaux, conformément aux recommandations du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

Les justifications de calcul de stabilité et de résistance des murs doivent prendre en compte la présence des joints entre panneaux de coffrage et donc n'être arrêtées qu'après calepinage de l'ouvrage.

Sauf à rétablir par armatures rapportées la continuité des armatures de flexion, les jonctions horizontales des panneaux sont à considérer comme articulées. Les armatures de flexion de ces murs doivent être incorporées dans le voile de coffrage tendu. Des poteaux verticaux, disposés à un espacement compatible avec un effet de plaque, peuvent utilement être utilisés en renfort, le cas échéant.

Sauf justification explicite de la stabilité des panneaux, les joints horizontaux entre panneaux doivent se situer au droit des planchers, et en aucun cas entre deux planchers.

On doit disposer un cordon d'étanchéité à l'extrémité d'un voile coffrant, en l'absence d'autre dispositif d'étanchéité spécifique rapporté s'opposant au cheminement éventuel d'infiltrations corrosives pour les aciers traversant le plan de contact entre voile coffrant et béton coffré.

Dans les noyaux de faible dimension, le respect des rayons de courbure et des enrobages ne permet pas de réaliser les liaisons verticales couturées des chainages telles que représentées dans les figures du dossier technique.

### 2.3.2. Epaisseurs minimales

Conformément au paragraphe 1.1.1.6 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), l'épaisseur minimale des parois préfabriquées résulte des exigences d'enrobage, des tolérances d'exécution sur cette dimension et sur le positionnement des armatures. L'épaisseur minimale de la paroi est fixée à 45 mm moyennant les dispositions prises ci-dessous. Dans le cas de parois en béton matricé ou avec faux joints, l'épaisseur  $b_2$  ne prend pas en compte l'emprise des modénatures de la matrice ou du faux joint.

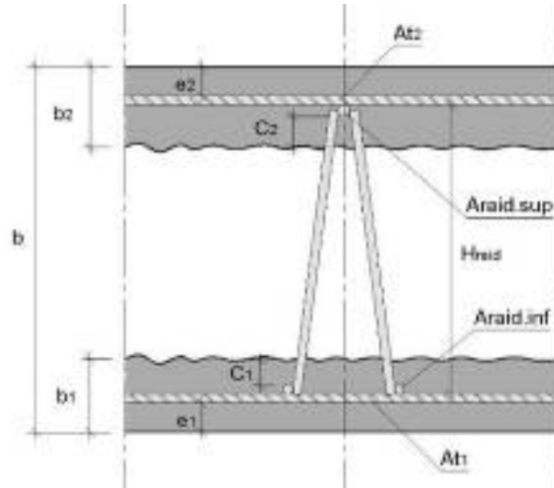
Les épaisseurs des parois préfabriquées doivent vérifier les inégalités suivantes :

$$b_{p1} \geq c_{1min} + e_1 + \emptyset_{tp1} + \emptyset_{raid inf} + \Delta_1$$

Avec :  $\Delta_1 = \sqrt{(\Delta e_1^+)^2 + (\Delta b_{p1}^-)^2}$

$$b_{p2} \geq c_{2min} + (b_{nom} - e_1 - \emptyset_{tp1} - H_{raid}) + \emptyset_{raid sup} + \Delta_2$$

Avec :  $\Delta_2 = \sqrt{(\Delta e_1^-)^2 + (\Delta b_{p2}^-)^2 + (\Delta b^+)^2 + (\Delta H_{raid}^-)^2}$



L'épaisseur minimale du noyau coulé en place est fixée à 70 mm. Cette épaisseur minimale correspond à une épaisseur nominale de 75 mm avec les valeurs par défaut des tolérances définies au paragraphe 1.1.1.6 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

#### Tolérances :

- Parois : +/- 3 mm en moyenne et +/- 6 mm ponctuellement
- Epaisseur du complexe : +/- 3 mm
- Enrobage : +2/- 3 mm
- Raidisseurs : +1/- 3 mm
- Cage armatures : +/- 4 mm

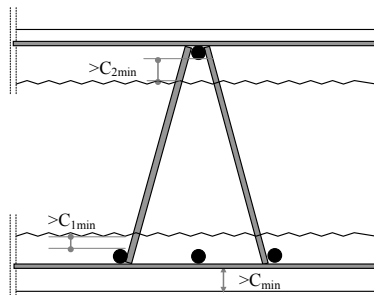
Epaisseur minimum des parois : 45 mm pour les façades non exposée ou poutre/poteau et cages complètes, 55 mm pour les autres cas. L'épaisseur minimale du noyau coulé en place étant de 70 mm.

### 2.3.3. Enrobage des armatures

Conformément au paragraphe 1.1.1.5 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), l'enrobage des armatures est choisi en fonction du diamètre des armatures et de la nature agressive ou non du milieu ambiant dans lequel sera placé le mur.

### 2.3.4. Enrobage des raidisseurs

Conformément au paragraphe 1.1.1.6 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), l'enrobage des raidisseurs doit permettre de respecter les exigences vis-à-vis de la résistance au bétonnage et celles vis-à-vis des coutures entre le voile préfabriqué et le béton coulé en place.



$$C_{1min} = \max(C_{bét1min}; C_{cout1min})$$

$$C_{2min} = \max(C_{bét2min}; C_{cout2min})$$

Les valeurs de  $C_{bét1min}$  et  $C_{bét2min}$  sont données en fonction de la hauteur de bétonnage du noyau et du type de raidisseur utilisé. Sans disposition particulière leur valeur sera de 15 ou 17 mm.

Vis-à-vis des coutures de l'interface paroi/noyau, l'enrobage minimal des armatures longitudinales d'un treillis raidisseur est égal à :

$$C_{cout1min} = 10 \text{ mm pour l'armature soudée à une nappe de treillis ;}$$

$C_{cout2min} = 15 \text{ mm}$  lorsque l'armature est soudée à deux nappes de treillis.

Lorsque la résistance caractéristique du béton préfabriqué est supérieure à 25 MPa, la valeur de  $C_{cout2min}$  peut être réduite à :

$$C_{cout2min} = \max \left[ \sqrt{(1,8/f_{ctk,5\%,p})} \times 15 \text{ mm}; 10 \text{ mm} \right]$$

Avec  $f_{ctk,5\%,p}$  la résistance caractéristique à la traction du béton préfabriqué (fractile 5%).

Nota : l'enrobage minimum interne du raidisseur est de 15 mm pour une vitesse de coulage du noyau de 50 cm/h sinon 17 mm pour une vitesse de coulage de 85 cm/h.

### 2.3.5. Recouvrement des armatures

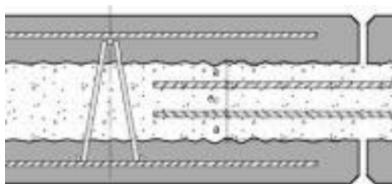
Conformément au paragraphe 1.1.1.11 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), les règles de recouvrements des armatures du noyau avec celles intégrées dans les parois préfabriquées des murs à coffrage intégré, doivent être conformes à la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française.

Pour le calcul, sauf dans le cas où la vibration est aisée, le dimensionnement est réalisé pour les armatures dans le noyau en considérant un coefficient d'adhérence  $\eta_1$  égal à 0,7 pour des armatures horizontales de diamètre supérieur à 12 mm. Dans tous les autres cas, le coefficient d'adhérence  $\eta_1$  est égal à 1.

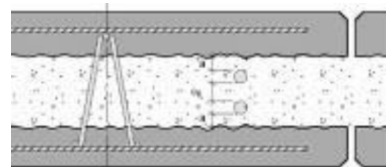
### 2.3.6. Eclissage des armatures

Ces armatures sont soit intégrées dans les murs à coffrage intégré, soit mises en œuvre dans la partie coulée en place.

Conformément au paragraphe 1.1.1.12 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), les règles d'ancrages d'armatures sont celles de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française.



**Exemple d'éclissage des armatures horizontales**



**Exemple d'éclissage des armatures verticales**

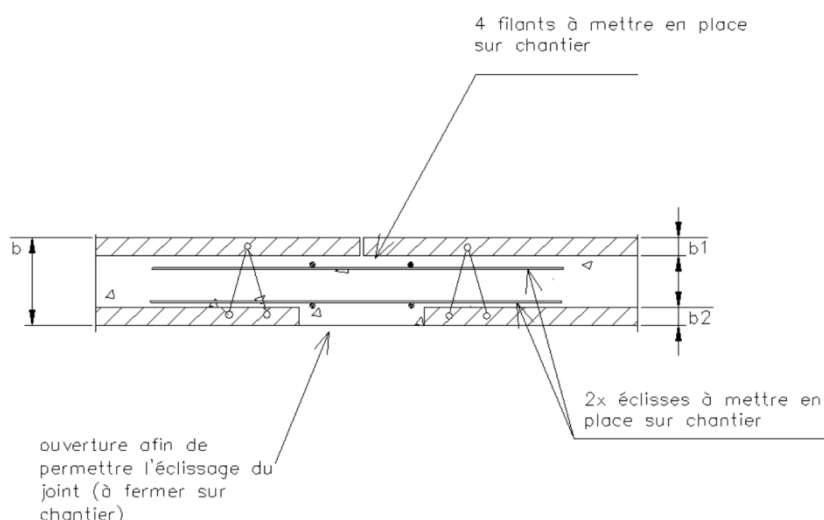
### 2.3.7. Dispositions parasismiques

Conformément au paragraphe 1.1.1.14 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), la détermination des efforts induits par les actions sismiques sur un panneau de mur à coffrage intégré est réalisée sur l'hypothèse d'une section homogène équivalente au mur banché substitué.

#### Liaisons entre murs à coffrage intégré en zone courante

A défaut de calcul spécifique des liaisons :

- Les liaisons horizontales sont proscrites ;
- Pour les liaisons verticales, il y a lieu de réaliser des poteaux au droit des joints selon la figure ci-dessous :



Dans le cas de justifications des liaisons par le calcul, l'effort tranchant sollicitant doit être comparé aux efforts tranchants résistants mobilisables en fonction du type de liaison (horizontale ou verticale) et du cas de charge étudié.

Ces dispositions ne concernent que les murs considérés comme éléments sismiques primaires. Pour les autres voiles considérés comme éléments sismiques secondaires, les liaisons sont conformes aux liaisons préconisées en dehors des zones sismiques.

Le choix du principe de fonctionnement devra être fait lors de la conception de l'ouvrage par le BET Structure du chantier en collaboration avec SORIBA.

### Liaisons entre murs à coffrage intégré et planchers

L'utilisation des boîtes d'attente pour la liaison murs à coffrage intégré / prédalles suspendues est strictement proscrite en cas d'exigence parasismique.

#### 2.3.8. Sécurité au feu

Conformément au paragraphe 1.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), les critères de classification de résistance R, d'étanchéité E et d'isolation I définis à l'article 2 de la norme NF EN 1992-1-2 avec son Annexe nationale française (NF EN 1992-1-2/NA) d'un mur à coffrage intégré peuvent être vérifiés individuellement selon l'une des trois méthodes suivantes et comparés à l'ensemble du mur considéré comme homogène :

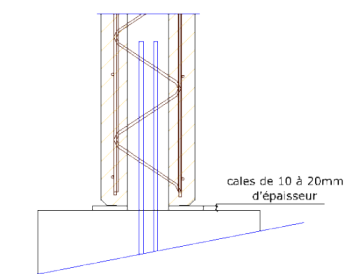
- Valeurs tabulées, section 5 ;
- Méthodes de calcul simplifiées, section 4.2 et annexe B de la NF EN 1992-1-2 et son Annexe nationale française (NF EN 1992-1-2/NA)
- Méthode de calcul avancée, section 4.3.

#### 2.3.9. Eléments sollicités dans leur plan

##### 2.3.9.1. Murs courants

Le dimensionnement se fera selon les règles usuelles de béton armé, conformément au paragraphe 1.1.2.1 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

Les joints en pied sont généralement de type « articulé ».



Les sollicitations doivent être équilibrées au droit des joints selon les règles de dimensionnement de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française, en considérant :

- La résistance caractéristique du béton du noyau ;
- Les armatures ancrées au-delà du joint ;
- La section utile résistante aux efforts, qui est celle du béton du noyau.

### 2.3.9.2. Poteaux

La distinction entre « mur » et « poteau » se fera sur la base du critère usuel suivant :

- Est considéré comme « mur » tout élément dont la longueur est supérieure ou égale à 5 fois son épaisseur,
- Est considéré comme « poteau » tout élément dont la longueur est inférieure à 5 fois son épaisseur.

L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française pour le dimensionnement des poteaux doivent être vérifiées conformément au paragraphe 1.1.2.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.9.3. Poutres

L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française pour le dimensionnement des poutres doivent être vérifiées conformément au paragraphe 1.1.2.3 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.9.4. Poutres voiles

Sur la base du critère usuel, est considérée comme « poutre-voile » ou « poutre-cloison » les poutres droites de section constante dont la hauteur de section est au moins égale à la moitié de la portée.

L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française pour le dimensionnement des poutres voiles doivent être vérifiées conformément au paragraphe 1.1.2.4 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.9.5. Acrotères

Les acrotères en murs à coffrage intégré sont conformes aux prescriptions de l'article 7.2.4 du DTU 20.12 et conformes au paragraphe 1.1.2.5 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

## 2.3.10. Eléments sollicités perpendiculairement à leur plan

Le calcul du moment résistant doit prendre en compte la réduction du bras de levier par rapport au cas d'un voile banché, du fait de l'implantation des armatures en attente dans le noyau conformément au paragraphe 1.1.4 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.10.1. Murs enterrés

La reprise de sollicitations dans les deux directions peut être envisagée à condition d'adopter des dispositions constructives adéquates, conformément au paragraphe 1.1.4.3 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.10.2. Murs de soutènement

Les armatures de reprises en pied peuvent être intégrées dans le mur à coffrage intégré ou dans la partie coulée en place conformément au paragraphe 1.1.4.4 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.10.3. Murs de silos ou de magasin de stockage

Pour le dimensionnement des panneaux destinés aux silos, les « Règles professionnelles de conception et de calcul des silos en béton », conformément au paragraphe 1.1.4.5 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

### 2.3.10.4. Murs de bassins ou de piscine

Conformément au paragraphe 1.1.4.6 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), ils sont dimensionnés aux états limites ultimes de résistance et aux états limites de service conformément au Fascicule 74 du CCTG.

### 2.3.10.5. Murs de galeries souterraines

Conformément au paragraphe 1.1.4.7 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), le cas courant correspond aux murs travaillant en flexion verticale entre fondation et dalle de couverture, l'ensemble de l'ouvrage fonctionnant comme une structure fermée (cadre ou portique).

---

## 2.4. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

---

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le dossier technique établi par le demandeur sont effectifs.

Réalisée en usine fermée spécialement équipée, la fabrication des panneaux de coffrage, qui fait appel pour l'essentiel aux techniques de la préfabrication lourde bénéficie de la précision que permet ce mode classique de fabrication.

Le retournement de la moitié de panneau coulée en première phase constitue l'opération la plus délicate du point de vue de la précision d'assemblage des deux peaux ; la précision requise est obtenue moyennant le contrôle régulier et l'ajustement, si nécessaire, des paramètres de la machine de retournement.

### 2.4.1. Fabrication

Elle s'effectue en usine fermée, sur des tables de préfabrication horizontales, métalliques, intégrées dans un process de production type carrousel.

Les faces vues des deux parois sont coulées en fond de moule.

Le cycle de production se déroule dans l'ordre suivant :

- A. Bétonnage de la paroi intérieure équipée des armatures, des raidisseurs et du système de levage (**Jour J**).
- B. Bétonnage de la paroi extérieure et retournement de la paroi intérieure (**Jour J+1**).
- C. Décoffrage du mur (**Jour J+2**)

Jour J : Paroi intérieure

1. Après nettoyage des équipements, mise en place des différentes joues de coffrage métalliques, à l'aide d'un robot de coffrage. La fixation des joues se fait par l'intermédiaire d'aimants.
2. Mise en place de l'agent de démoulage.
3. Mise en place des encadrements de baies ou portes si nécessaire.
4. Mise en place de l'armature du voile, calée par l'intermédiaire de cales plastiques adaptées.
5. Mise en place des raidisseurs
6. Positionnement du système de levage
7. Mise en œuvre du béton et vibration de la table.
8. Stockage de la table dans une étuve à température et hygrométrie contrôlées.

Jour J+1 :

9. Renouvellement des points 1 à 4 pour la paroi extérieure
10. Retournement de la paroi intérieure sur la paroi extérieure à l'aide d'un équipement de retournement.
11. Stockage de la table dans une étuve à température et hygrométrie contrôlées.

Jour J+2 :

12. Décoffrage à l'aide de ponts roulants et table de relevage
13. Traitement éventuel de la face extérieure du mur
14. Mise sur parc dans des racks, ou directement dans un rack de livraison.

#### 2.4.2. Contrôle interne

Durant le processus de production la qualité est assurée par le personnel de production suivant la procédure qualité décrite dans le manuel qualité.

Le système qualité consiste en un contrôle permanent exécuté par les ouvriers de production : il y a un contrôle après mise en place du coffrage (A), après mise en place des armatures (B), après bétonnage (C), après décoffrage (D) et avant chargement (E).

Chaque panneau est muni d'une étiquette d'identification qui précise que le contrôle a été réalisé.

Les éléments qui nécessitent des réparations ou des ragréages sont placés dans la zone de réparation et font l'objet d'une fiche de non-conformité.

Un contrôle final est réalisé avant chargement pour livraison (E).

#### 2.4.3. Contrôle externe

Les contrôles de fabrication sont réalisés suivant le référentiel NF548 et surveillés par un organisme extérieur (CSTB ou CERIB) quel que soit le site de fabrication.

Les contrôles doivent permettre de garantir les caractéristiques certifiées suivantes :

- La résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton des parois préfabriquées,  $f_{ck,p}$  ;
- Épaisseur des parois,  $b_1$  et  $b_2$  ;
- Enrobages des armatures et des raidisseurs, en considérant une tolérance sur l'enrobage des armatures et des raidisseurs, définie par le fabricant de  $+2/-3$  mm ;
- Spécifications techniques de l'insert (matériau, dimensions et tolérances), avec catalogue des caractéristiques des inserts tenu à disposition de l'organisme certificateur ;
- Conditions de mise en œuvre à la fabrication (enrobage intérieur effectif de l'insert, longueur d'ancrage de l'insert, ferrailage spécifique de renfort autour des inserts, nb d'inserts) ;
- Identification visuelle des inserts de levage.

#### 2.4.4. Marquage

Tous les éléments sont identifiés à l'aide d'une étiquette apposée sur chaque élément et contenant les données suivantes, outre les informations requises au titre du marquage CE :

- Date de production
- Poids de l'élément
- Repère de l'élément
- Nom du client ou du projet
- Numéro et code du dossier de commande
- Nom de l'usine de production

### 2.4.5. Manutention et stockage des éléments préfabriqués

Après maturation du béton, relevage de la table et manutention des éléments à l'aide de ponts roulants.

Après traitement éventuel du voile extérieur stockage des éléments en sortie d'usine, verticalement, dans des racks de stockage.

A première manutention par les ancrs de levage KE de la société H-Bau, la résistance à la compression du béton mesurée sur un cube de 10x10x10 cm doit être supérieure à 20 MPa.

## 2.5. Dispositions de mise en œuvre

Effectuée par des entreprises en liaison dès la phase de conception avec le fabricant titulaire de l'Avis, qui leur livre les panneaux de coffrage accompagnés du plan de pose complet, elle présente d'importantes différences par rapport aux méthodes traditionnelles définies dans le DTU 23.1, entre autres :

- Présence de raidisseurs segmentant le volume à bétonner ;
- Épaisseur du béton de remplissage pouvant être inférieure à 12 cm ;
- Absence de vibration du béton ;
- Limitation à l'épaisseur du seul voile coulé en œuvre des sections de continuité en rives des panneaux ;
- Relative difficulté de mise en place d'aciers de continuité horizontaux dans les jonctions verticales ;
- Impossibilité d'observer la qualité du bétonnage en partie courante.

Ces caractéristiques engendrent des limitations précisées dans le Cahier des Prescriptions Techniques ; elles nécessitent en outre de l'entreprise de mise en œuvre des précautions particulières et un entraînement des équipes de montage. Le titulaire de l'Avis fournira aux entreprises un Cahier des charges de montage et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel. Il leur diffusera le contenu du présent Avis Technique et notamment le domaine d'emploi accepté et les prescriptions techniques dont il est assorti.

### 2.5.1. Critère de bétonnage du noyau

#### 2.5.1.1. Hauteur de chute du béton

Conformément au paragraphe 1.1.1.13 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2), et en référence à la norme NF P 18-504, la hauteur maximale  $H_{Maxi}$  de chute du béton n'excèdera pas 3 m quel que soit l'épaisseur du noyau. Dans le cas contraire, le bétonnage doit être réalisé par introduction d'un tube souple entre les voiles (lorsque l'épaisseur du noyau le permet) ou par une trémie latérale respectant cette même hauteur limite.

#### 2.5.1.2. Vitesse de bétonnage

En l'absence de justifications particulières, les vitesses de coulage des couches de béton frais en fonction du type de béton (BPS-MCI ou BCP-MCI) et de la distance entre les raidisseurs sont données dans les figures dans l'Annexe 1 du dossier technique. Elles sont déduites des courbes données dans la norme NF EN 14992 (annexe B).

Une attention particulière doit être portée lors de bétonnages par temps froid. De plus, la vitesse de bétonnage doit être diminuée de 20% pour des températures de paroi inférieures à 10° et de 30% pour des températures de paroi inférieures à 5°C. L'impact d'un béton chaud en l'absence de préchauffage de l'espace interne du MCI sur la vitesse de bétonnage est limité compte tenu de l'inertie thermique des parois du mur à coffrage intégré.

#### 2.5.1.3. Contrôle du remplissage

Le bon remplissage du noyau des MCI « BETOMUR COFFRE » doit être contrôlé lors de la mise en œuvre en s'assurant de l'absence de poches d'air et de ségrégation du béton.

Un contrôle visuel peut se faire via la présence d'orifices dans la peau intérieure (diamètre de l'ordre de 50 mm), prévus lors de la conception ou réalisés sur chantier. Lorsque les orifices sont prévus à la conception, l'utilisateur doit en faire la demande à l'industriel.

L'orifice peut être utilisé pour injecter un coulis de remplissage si nécessaire.

Le nombre et la localisation des orifices nécessaires au contrôle dépendent des caractéristiques du MCI :

- Dans le cas général, l'orifice de contrôle doit être situé partie basse de chaque MCI ;
- Dans les cas de MCI présentant des zones fortement armées, des orifices supplémentaires doivent être prévus.

Un contrôle par vérification du volume de béton coulé en œuvre et inspection de la non-ségrégation au décoffrage des réservations peut être envisagé.

L'auscultation sonique peut également être envisagée.

Les contrôles en utilisant un maillet ne sont pas adaptés.

#### 2.5.1.4. Reprise de bétonnage

Dans tous les cas où la reprise de bétonnage a un rôle mécanique, l'arrêt du coulage doit être effectué à une distance minimale de 200mm sous l'arase. Cette distance doit être compatible avec la longueur de recouvrement des armatures.

### 2.5.2. Transport des panneaux

Transport des éléments, verticalement, à l'aide de remorques porte-panneaux type FAIMONVILLE.

Afin que le déchargement d'un élément ne compromette pas la stabilité du reste du chargement, les panneaux sont arrimés au support indépendamment les uns des autres. Les liaisons individuelles sont supprimées lorsque le panneau est repris par la grue conformément à la notice de manutention.

### **2.5.3. Levage des panneaux**

L'entreprise SORIBA n'assure pas le déchargement sur chantier.

Les panneaux sont levés à l'aide d'une grue, de puissance adaptée au poids des panneaux.

### **2.5.4. Pose des panneaux**

L'entreprise SORIBA n'assure pas la pose des éléments. Un cahier des charges, transmis par SORIBA décrit toutes les étapes du montage.

En cas de besoin, notamment en zone de sismicité 5, une assistance technique de la part de SORIBA pourra être proposée.

---

## **2.6. Maintien en service du produit ou procédé**

---

La durabilité des ouvrages comportant le procédé est similaire à celle des ouvrages traditionnels en béton armé.

---

## **2.7. Données environnementales**

---

Il existe une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) collective pour cette famille de procédés (249.E-CERIB).

---

## **2.8. Assistante technique**

---

Des documents seront fournis par le titulaire et/ou le BET structure :

- Les plans de calepinage et de préconisation de pose ;
- Les plans de coffrage et de ferrailage ;
- La notice de pose.

Les plans de pose et la notice de pose comprendront à minima :

- L'angle limite de levage ;
- Le nombre de points de levage ;
- L'utilisation d'un système équilibrant si les MCI sont pourvus de plus de 2 inserts de levage ;
- Les charges des équipements de sécurité prévues pour le domaine d'utilisation considéré (type de MCI, poids limite d'utilisation) ;
- Les inserts de levage seront clairement identifiables lors de contrôles visuels (peinture, etc....).

Ces données devront respecter les valeurs de CMU données dans les tableaux 1 et 2 en annexe du présent Avis.

---

## **2.9. Rôle des intervenants**

---

Le dimensionnement de la partie structurelle n'est en aucun cas réalisé par le Bureau d'Etudes SORIBA.

Le Bureau d'Etudes Techniques Structure du chantier devra calculer les efforts transmis et définir les épaisseurs de mur ainsi que les équilibrages et sections d'armatures nécessaires à leur stabilité, ainsi que les sections d'armatures à mettre en œuvre au droit des joints.

Le calepinage est effectué par le titulaire SORIBA.

Le Bureau d'Etude SORIBA réalise le dimensionnement des points spécifiques (liaisons entre murs, monolithisme, ...) conformément aux prescriptions du CPT MCI (cahier du CSTB 3690\_v2). En zone sismique, les liaisons seront dimensionnées par le BET Structures du chantier après mise au point technique avec le Bureau d'Etude SORIBA.

---

## **2.10. Mention des justificatifs**

---

### **2.10.1. Résultats expérimentaux**

Sans objet.

### **2.10.2. Références chantiers**

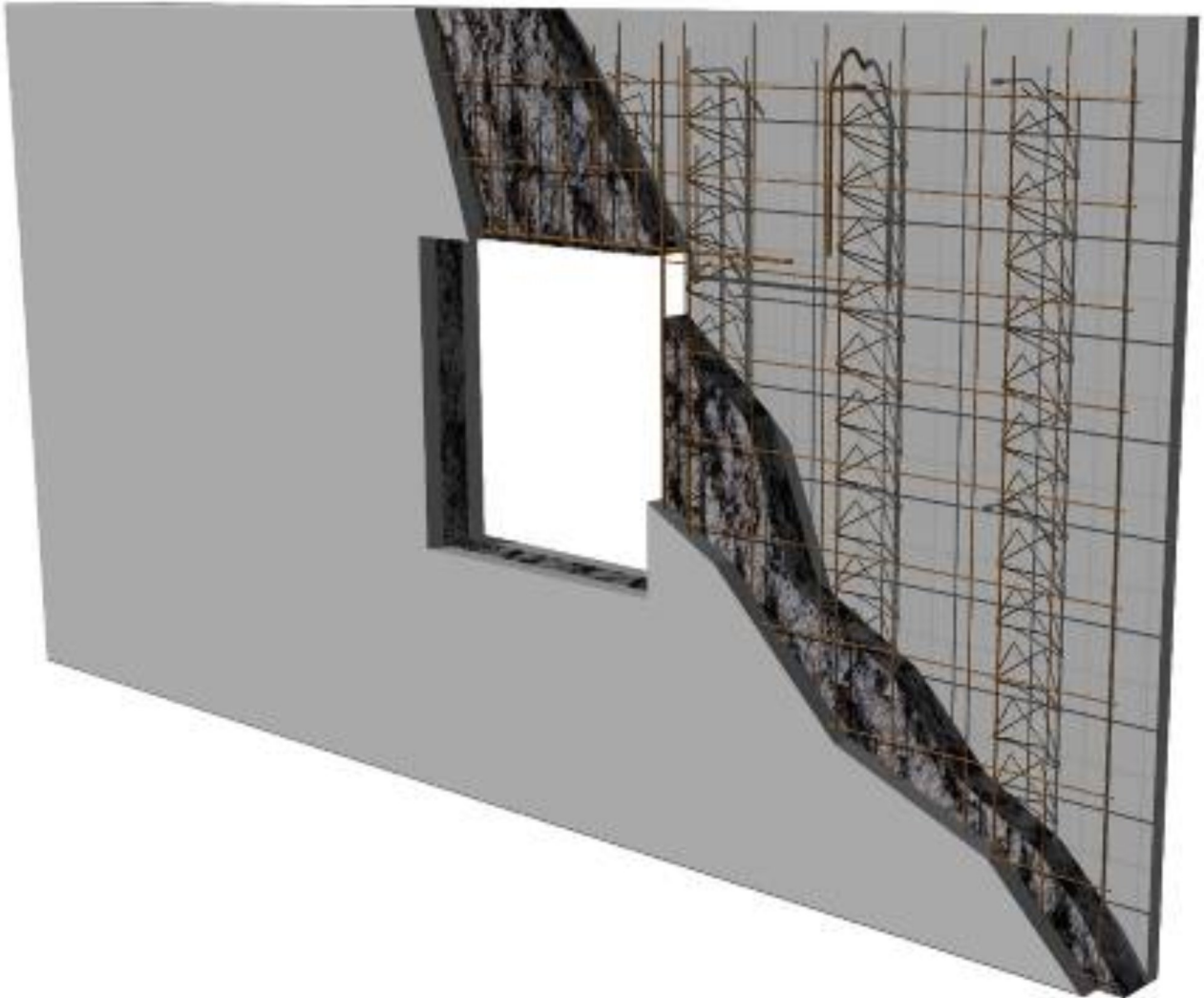
A ce jour, environ 65 000 m<sup>2</sup> de BETOMUR® Coffré ont été mis en œuvre.

Une liste des principaux chantiers est donnée ci-après.

| Intitulé                                                | Type de bâtiment                 | Surface                                                               | Année     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Salle multifonctions – La-Barre-de-Monts (85)           | E.R.P.                           | 1 110 m²                                                              | 2012      |
| Rue du 8 mai - Vertou (44)                              | Logements collectifs             | 1 110 m²                                                              | 2012      |
| Sevria – Nantes (44)                                    | Logements collectifs             | 1 275 m²                                                              | 2012      |
| Zone Commercial HUET – Challans (85)                    | Commerce                         | 2 065 m²                                                              | 2012      |
| E. LECLERC – Le Poiré-sur-Vie (85)                      | Commerce                         | 2 990 m²                                                              | 2012      |
| Village de la Bloire – Challans (85)                    | Locaux industriel et commercial  | 930 m²                                                                | 2012      |
| Complexe sportif de l'Angevinière – Saint-Herblain (44) | E.R.P.                           | 1 670 m²                                                              | 2013      |
| Château de la Coquille – Vertou (44)                    | Local agricole                   | 1 120 m²                                                              | 2013      |
| SUPER U – Brétignolles-sur-Mer (85)                     | Commerce                         | 2 210 m²                                                              | 2013/2014 |
| Salle Omnisports – Saint-Hilaire-de-Riez (85)           | E.R.P.                           | 1 310 m²                                                              | 2013/2014 |
| Complexe Multisport – Challans (85)                     | E.R.P.                           | 2 145 m²                                                              | 2014      |
| Salle culturelle – Chasseneuil-du-Poitou (86)           | E.R.P.                           | 1 650 m²                                                              | 2014      |
| Cœur de Mer – Les Sables d'Olonne (85)                  | Logements collectifs             | 1 640 m²                                                              | 2014      |
| Les Orangeries – Le Château d'Olonne (85)               | Logements collectifs             | 1 210 m²                                                              | 2014      |
| SUPER U – Saint-Jean-de-Monts (85)                      | Commerce                         | 2 380 m²                                                              | 2014/2015 |
| Foyer jeunes travailleurs - Valognes (50)               | Logements collectifs             | 223 m²                                                                | 2022      |
| Site TOLLENS - NANTES (44)                              | Logements collectifs             | 400m² de Bétonur Coffré lisse et 525m² de Bétonur Coffré sablé (gris) | 2021-2023 |
| Les Terrasses de Loire - Saumur (49)                    | Logements collectifs             | 1050m² de Bétonur Coffré lisse ton pierre                             | 2021      |
| Capitainerie - Calais (62)                              | Bureaux                          | 670m² de Bétonur Coffré CM3 gris poché                                | 2022      |
| Villa Canopee - Vertou (44)                             | Logements collectifs et Commerce | 435m² de Bétonur Coffré gris matricé (lasuré sur chantier)            | 2022      |
| ABCM - St Nazaire (44)                                  | Bureaux et Laboratoires          | 995m² de Bétonur Coffré blanc lisse                                   | 2021      |

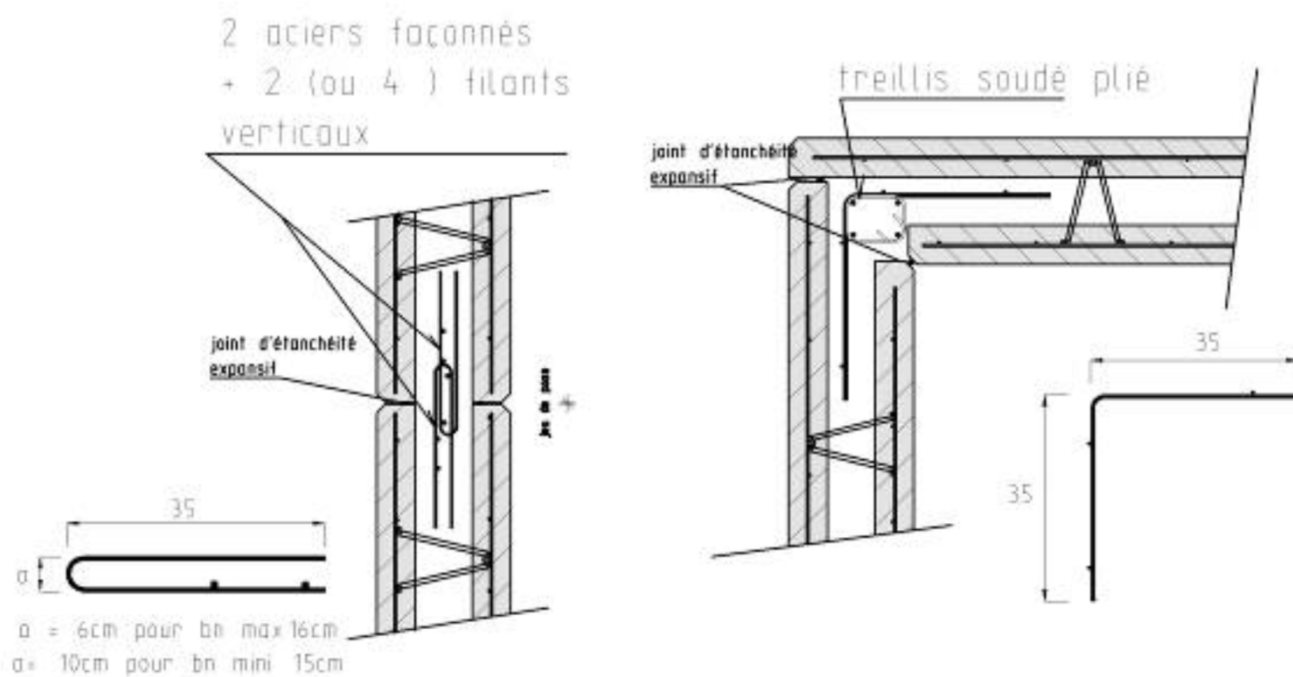
### 3. Schémas de mise en œuvre

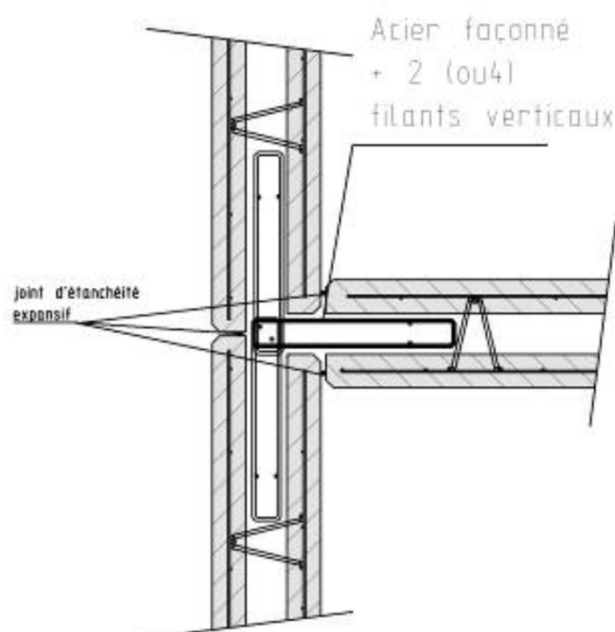
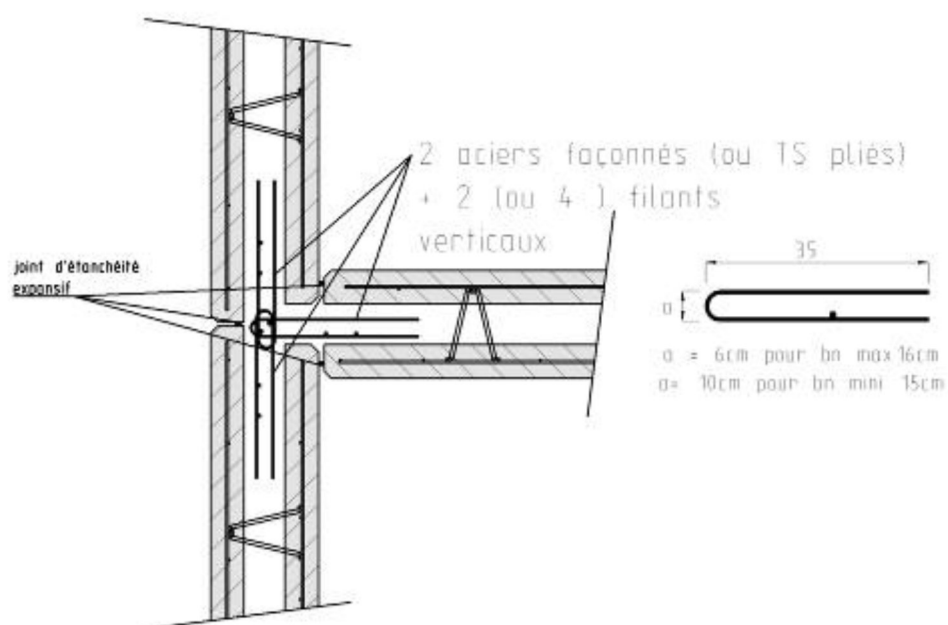
#### Principes généraux



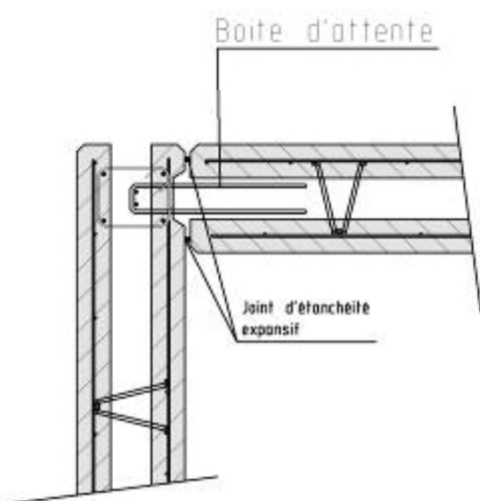
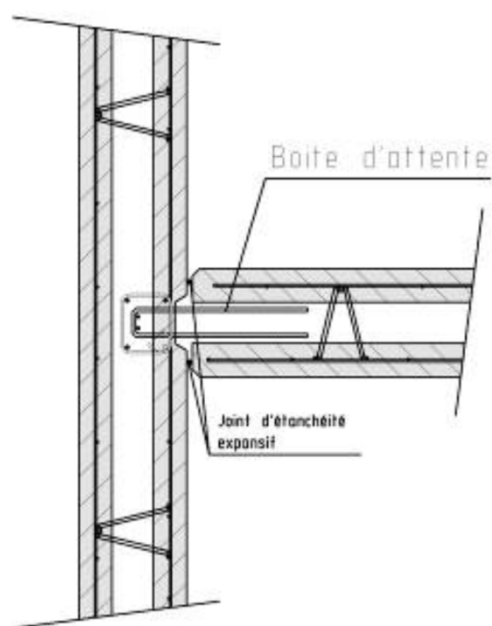
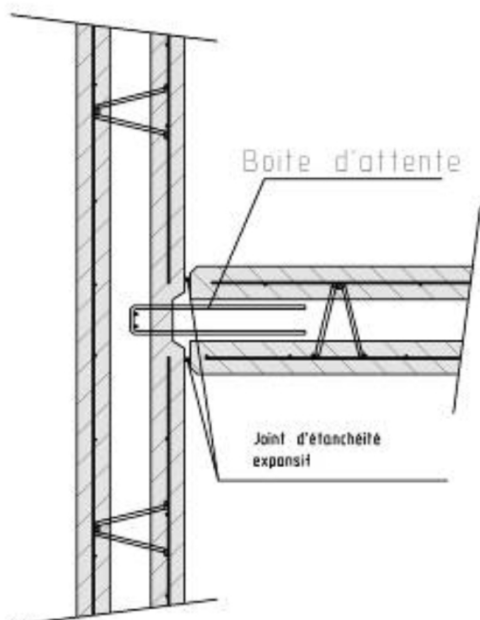
**BETOMUR® Coffré muni de crochets de levage**

## Détails propres BETOMUR® Coffré

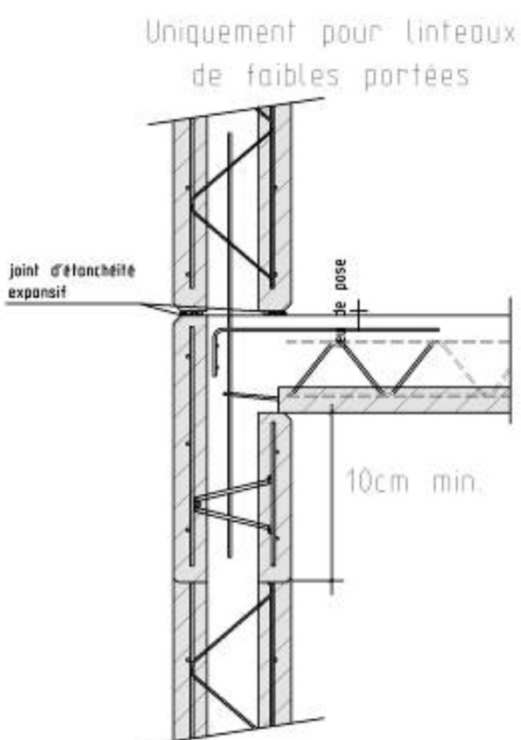
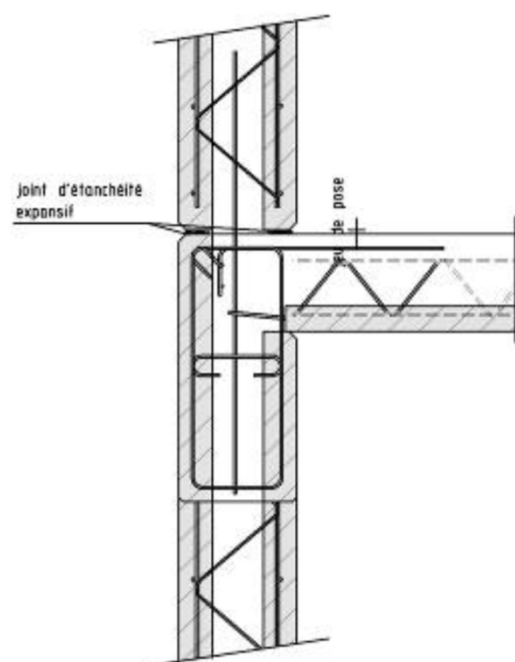
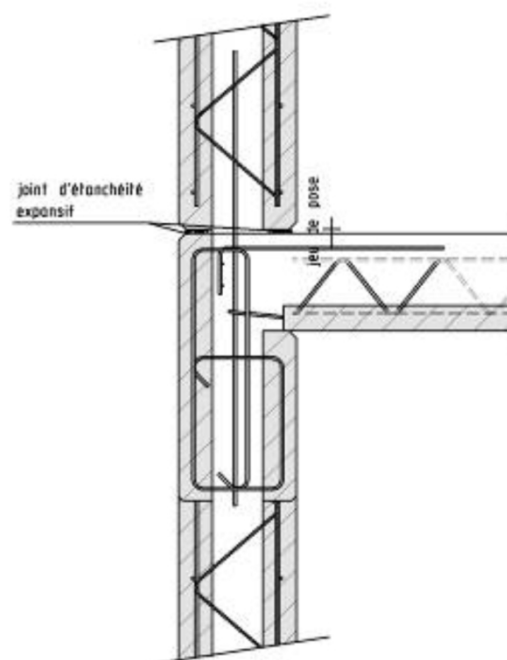
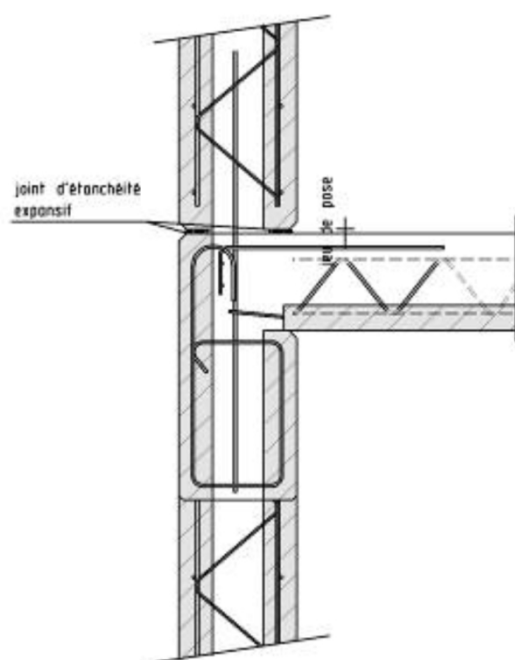
**Liaison verticale courante (rotulée)**



***Liaison verticale courante (rotulée) entre plusieurs murs***

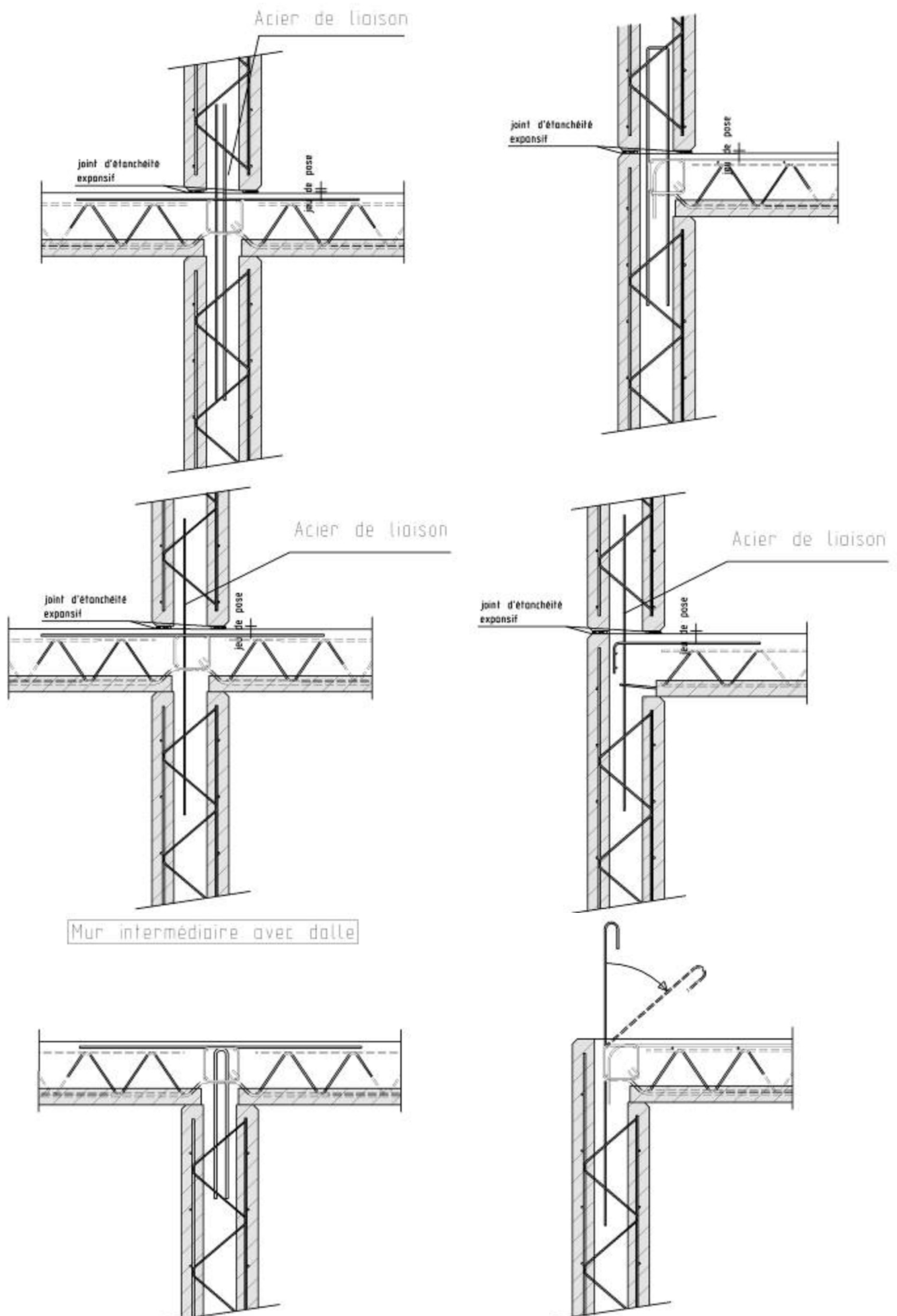


**Liaison verticale par boite d'attente**

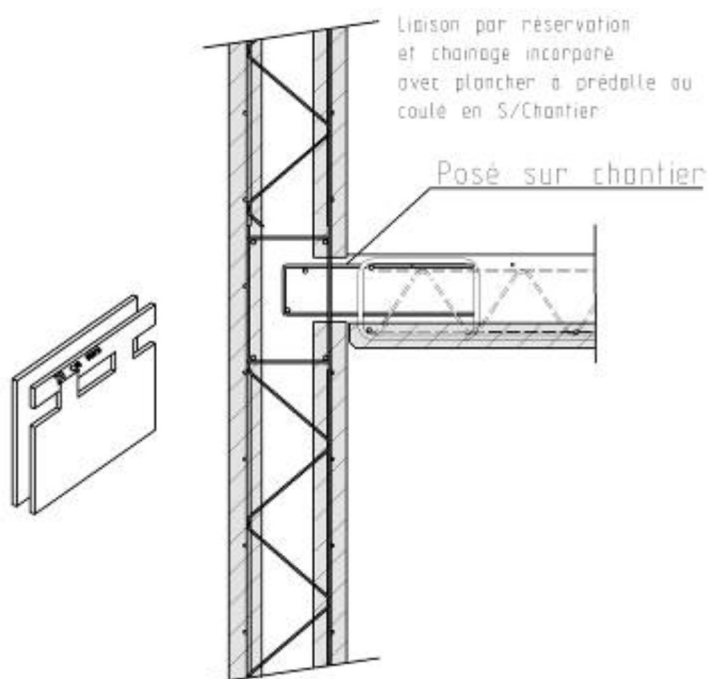
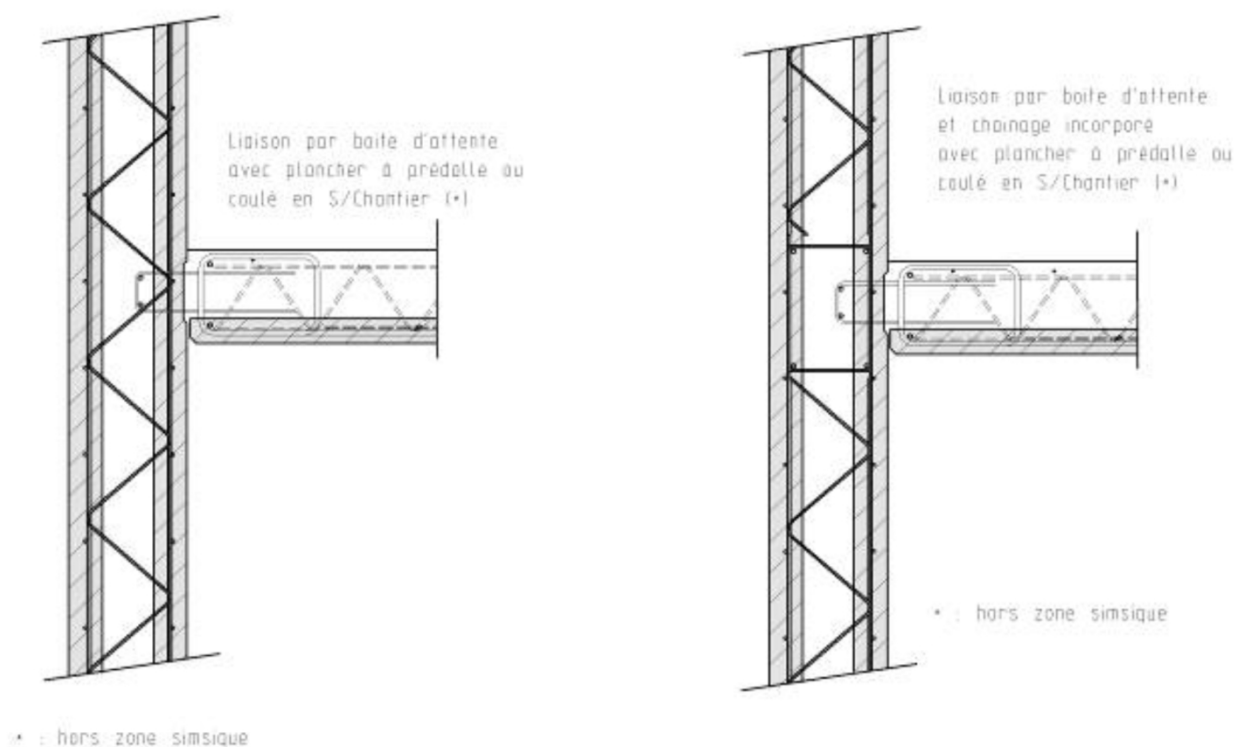


### Coupes sur linteaux incorporés



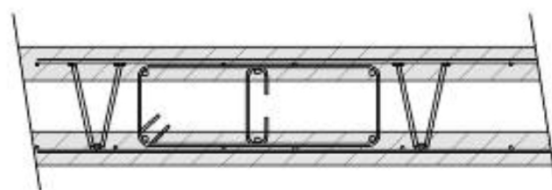


***Liaison horizontale courante (rotulée) avec dalle***

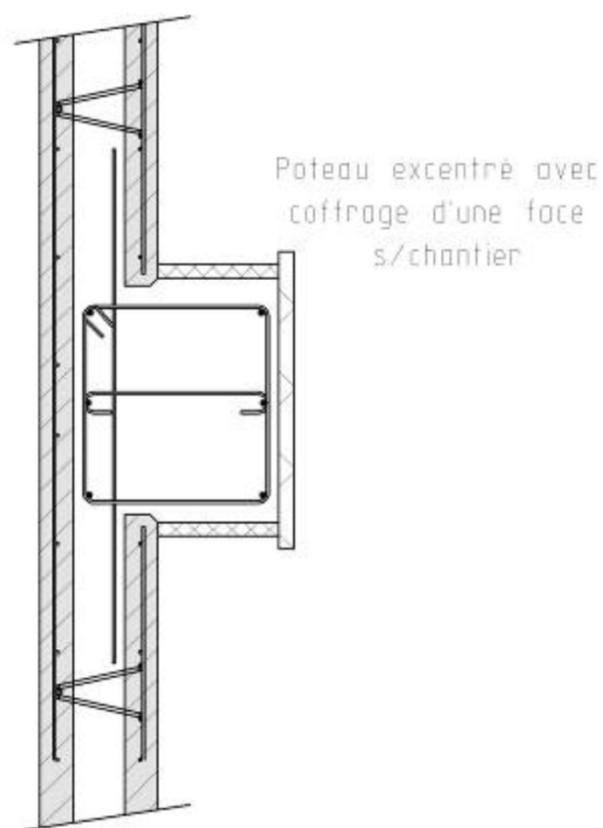
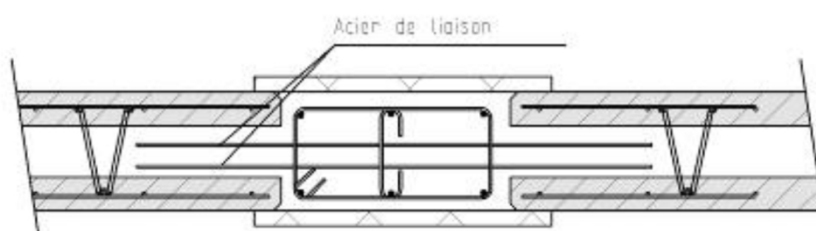


**Liaison horizontale courante (rotulée) avec dalle suspendue (utilisable uniquement hors disposition parasismique)**

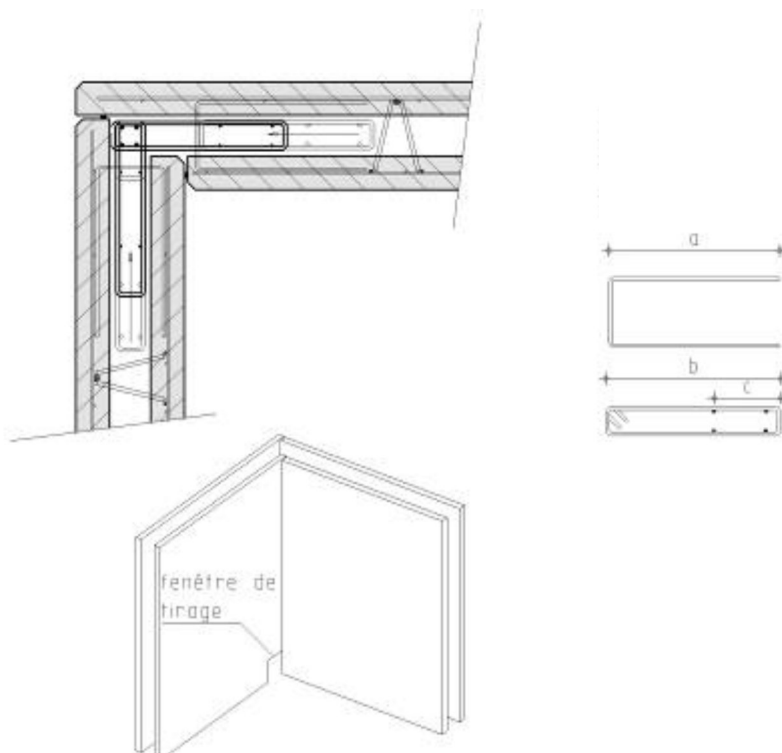
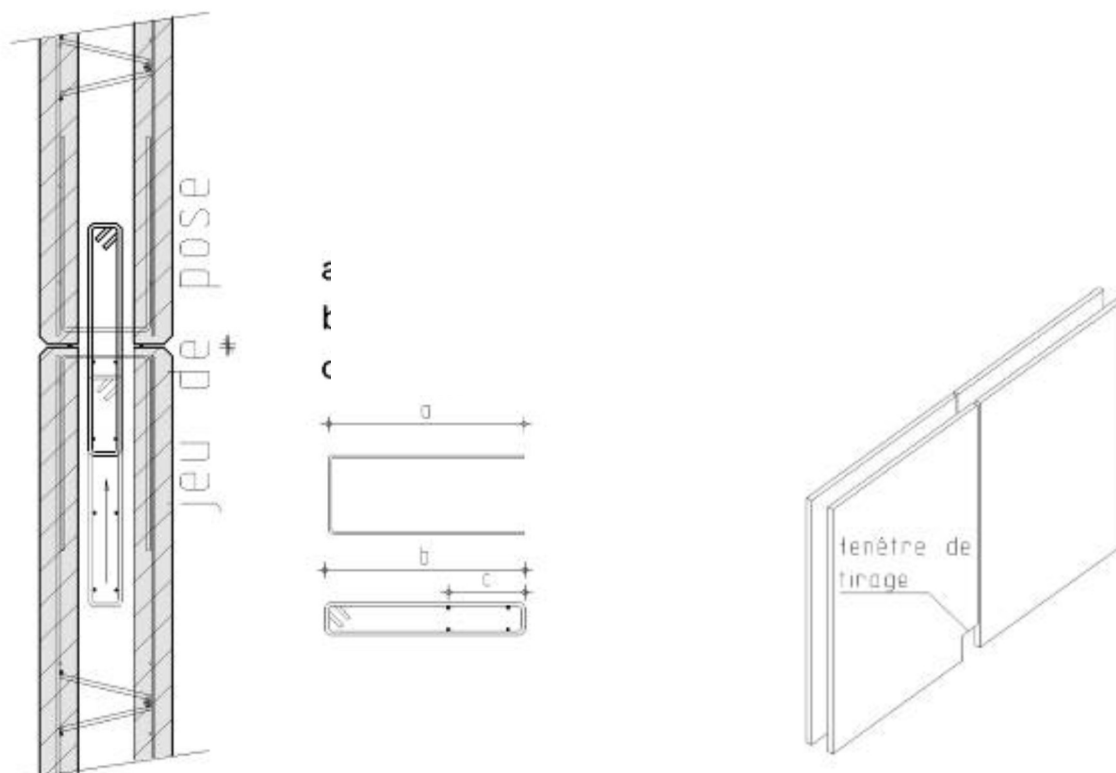
Poteau intégré au BETOMUR Coffré



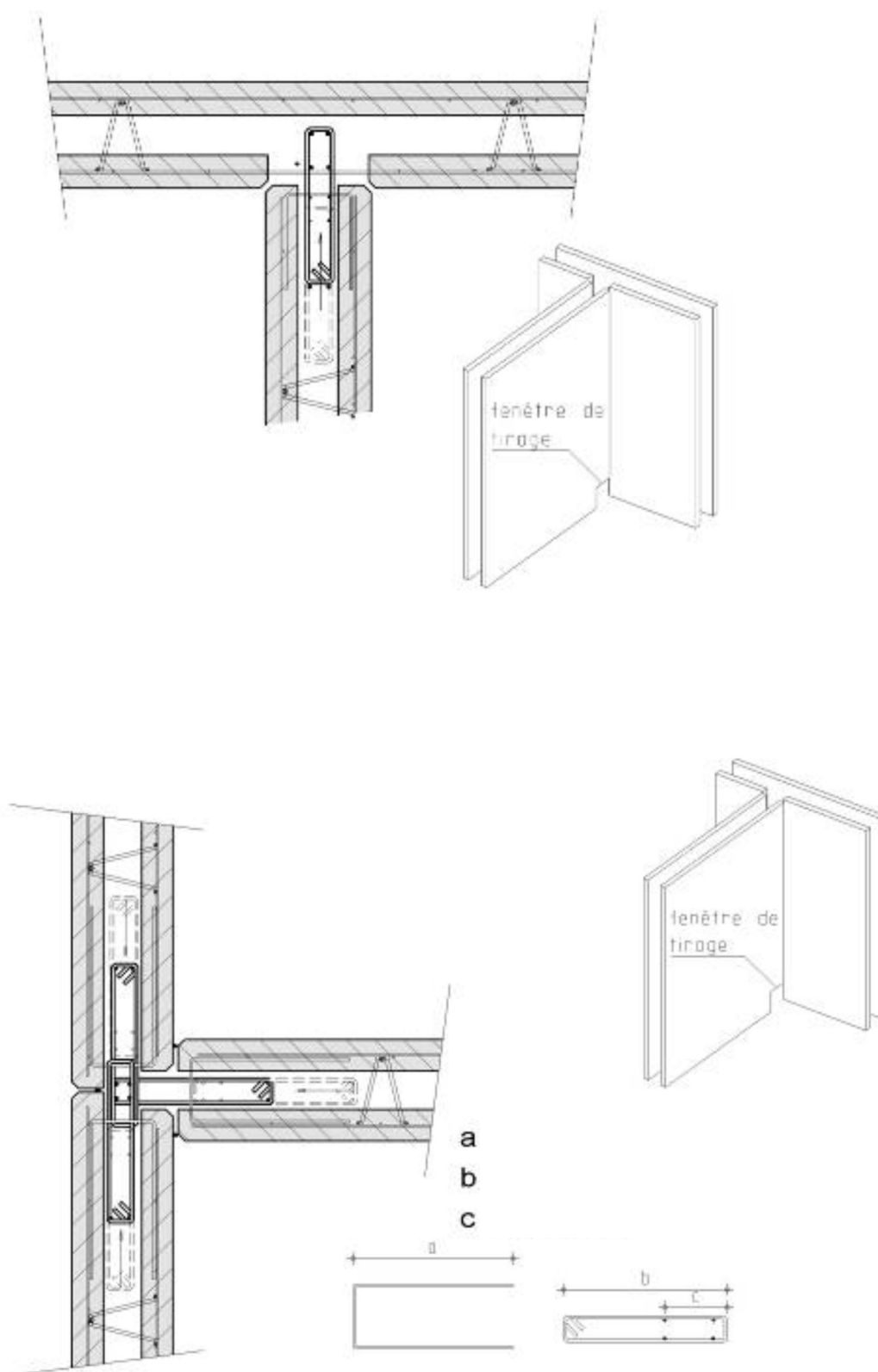
Poteau coulé sur place avec coffrage des 2 faces S/Chantier



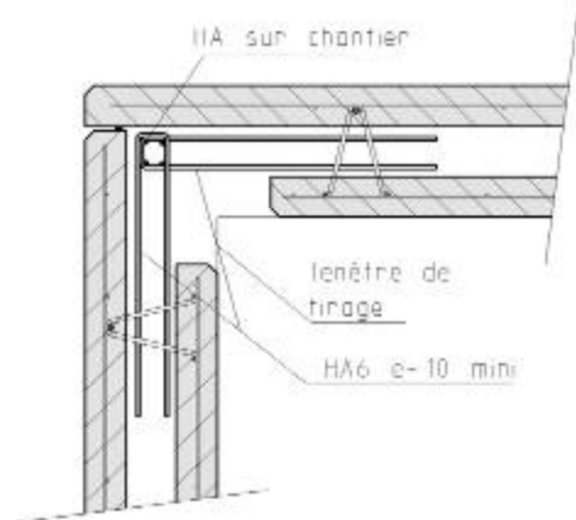
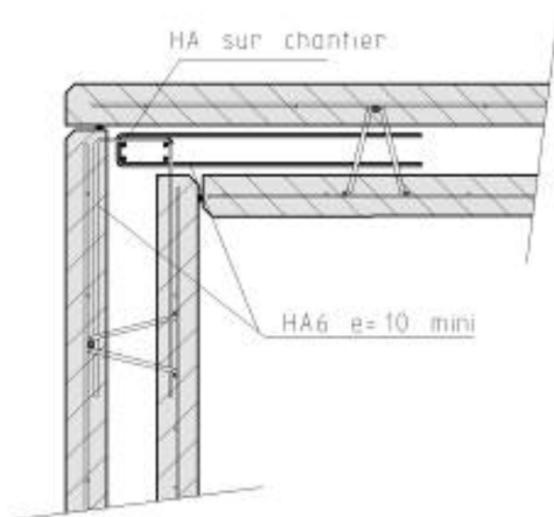
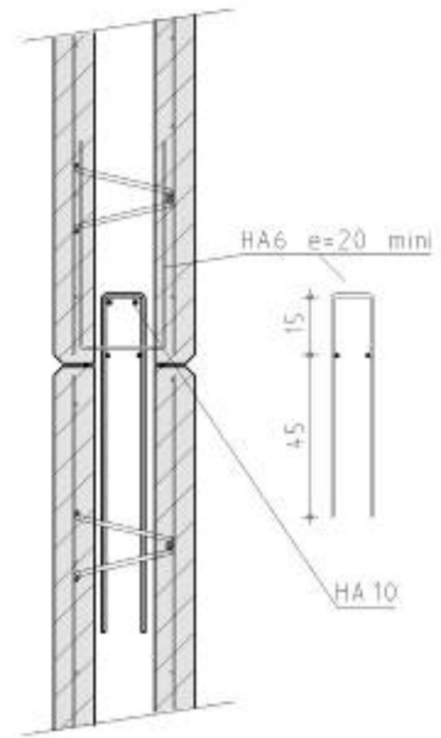
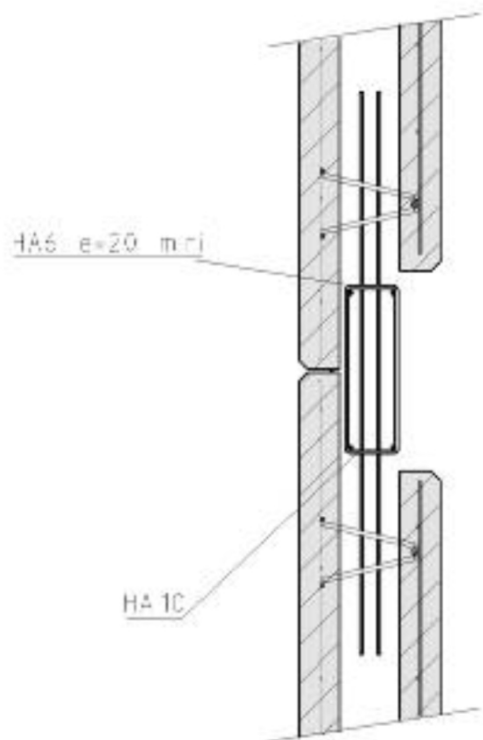
### Coupes sur poteaux



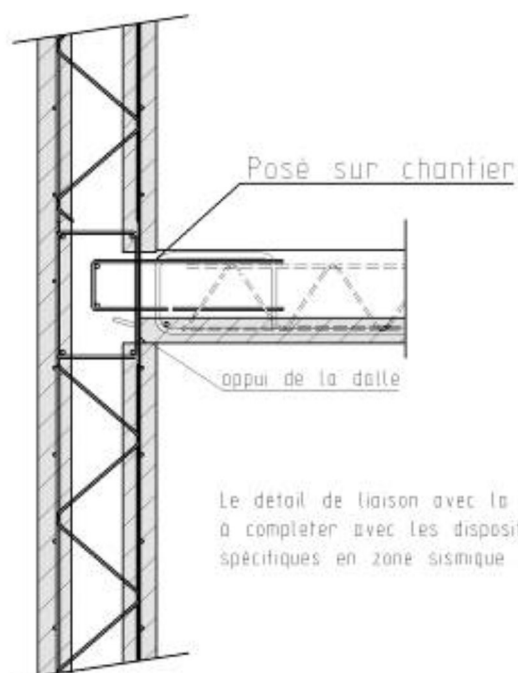
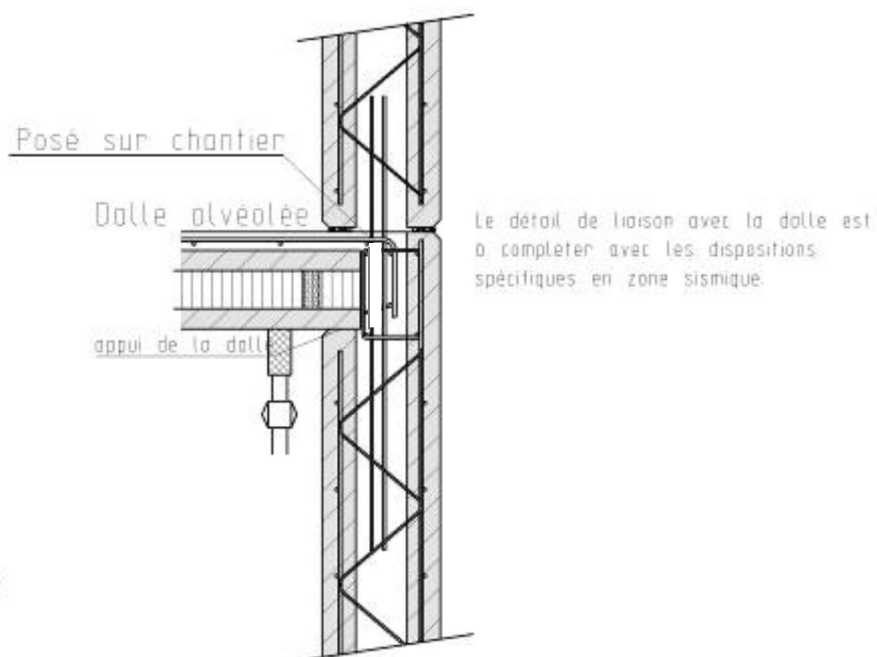
**Liaison verticale couturée**



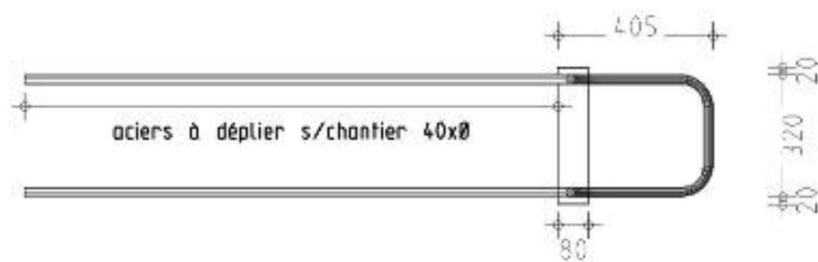
**Liaison verticale couturée**



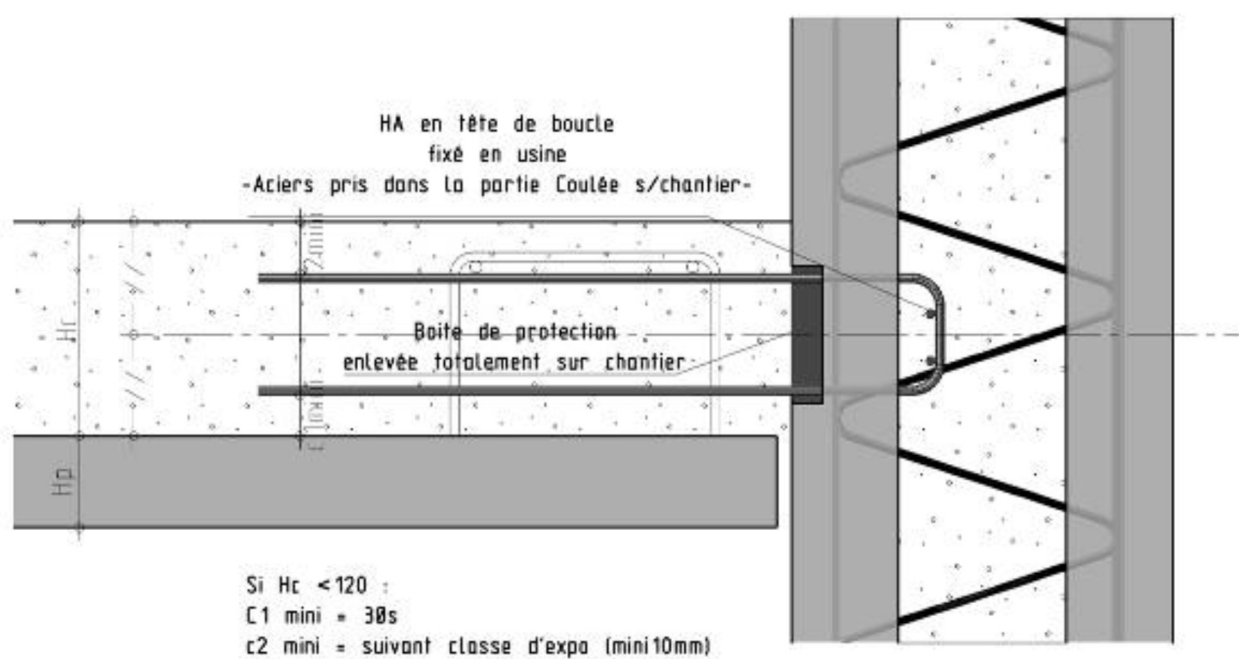
### ***Liaison verticale avec disposition parasismique***



### ***Liaison horizontale avec disposition parasismique***

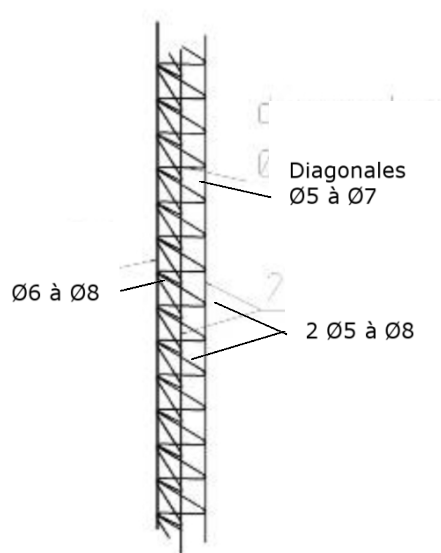


\* : hors zone sismique



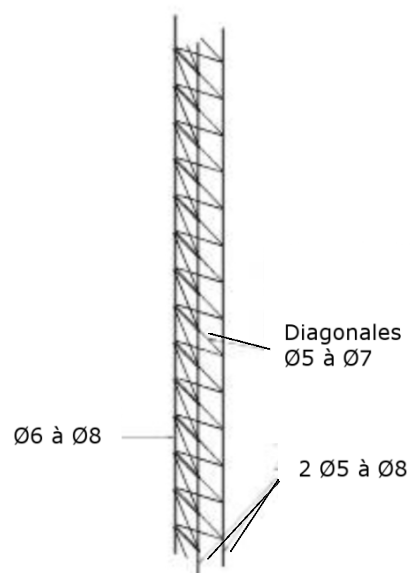
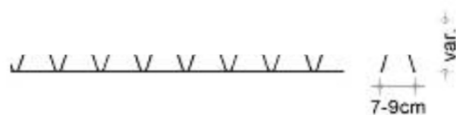
**Coupe sur boîte d'attente**



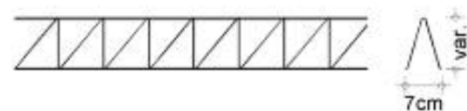


Raidisseur Standard

Raidisseur standard type CKT d'Intersig ou équivalent

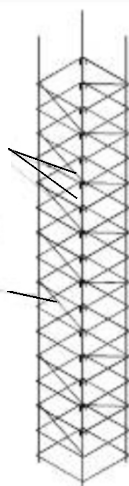


Raidisseur de couture type KTS ou équivalent

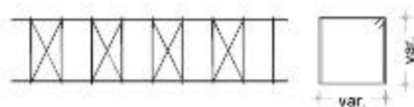


Cadres sur mesure  
Ø6 à Ø16

Filants sur mesure  
Ø6 à Ø32



Raidisseur sur mesure



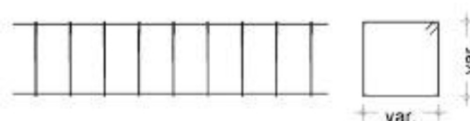
Cadres sur mesure  
Ø6 à Ø16

Filants sur mesure  
Ø6 à Ø32

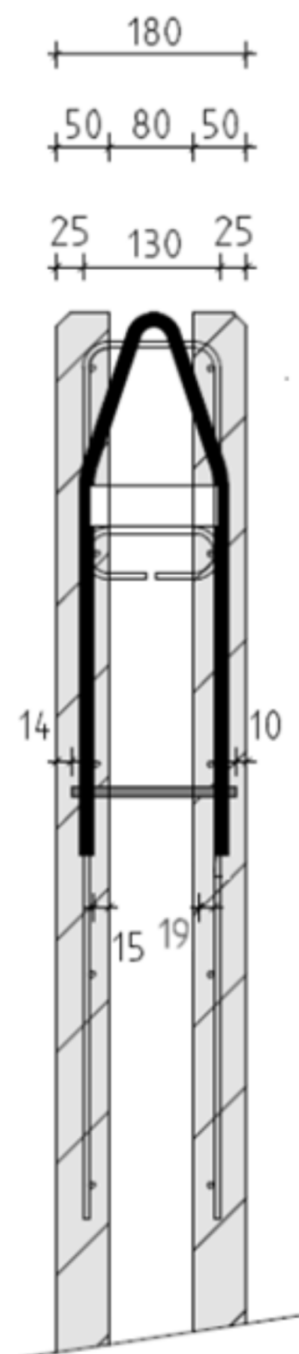


Raidisseur sur

Raidisseur sur mesure

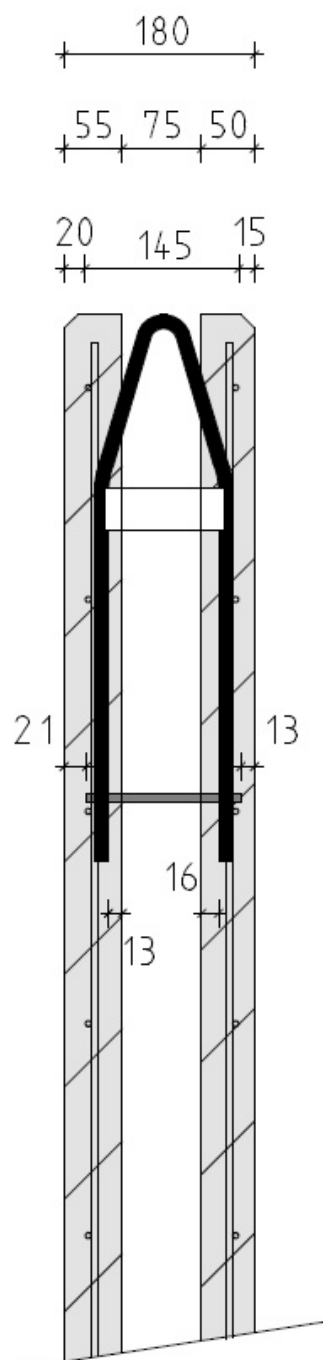


**Type de raidisseur intégré au BETOMUR® Coffré**



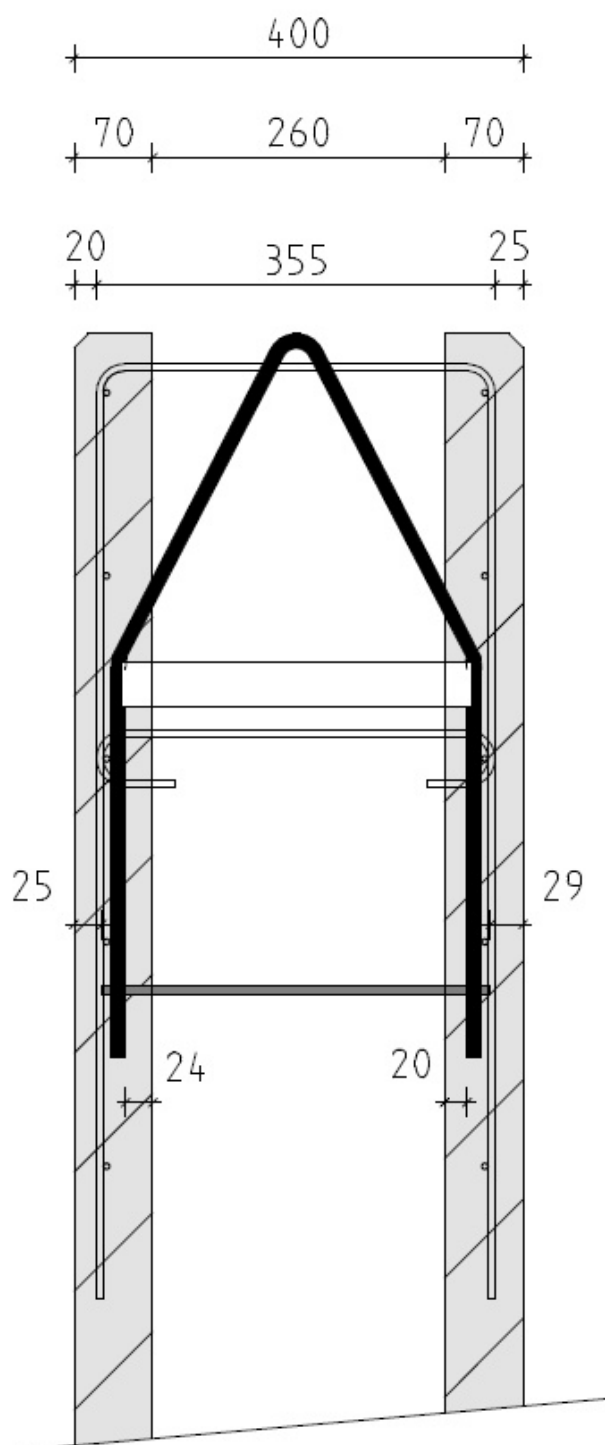
Intégration de l'ancre  
à la fabrication de  
la cage d'armature.

KE III  
140

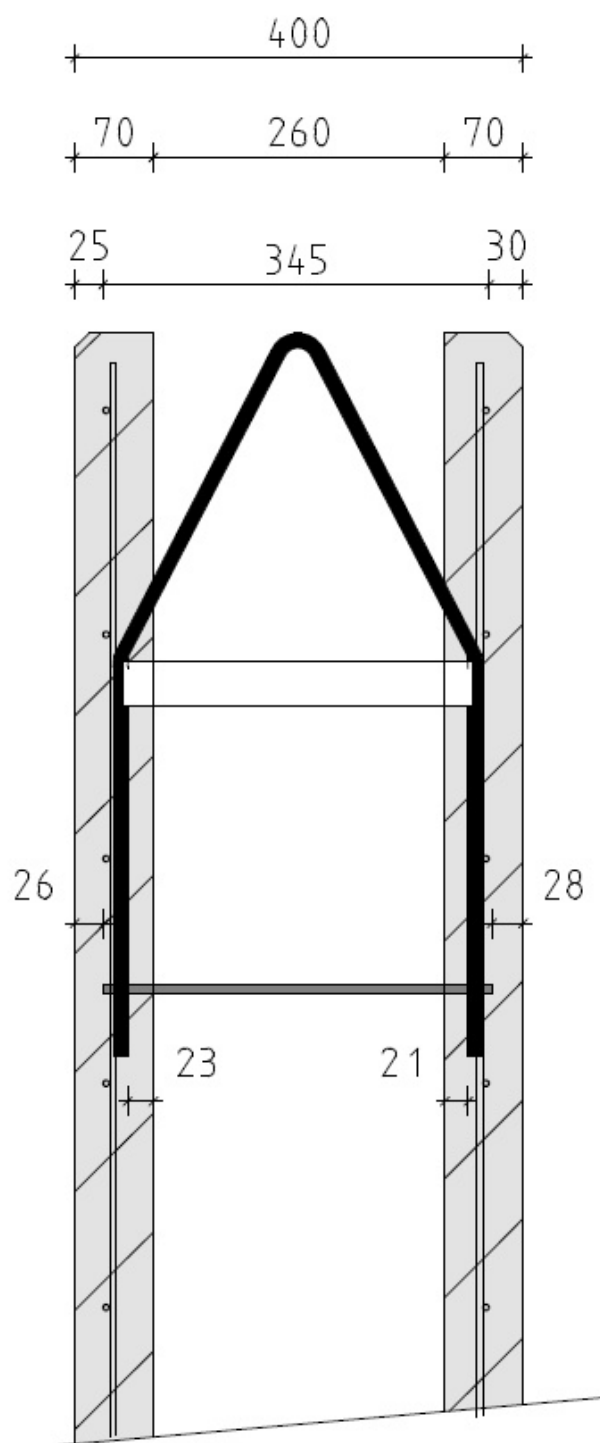


KE III  
130

**Ancre de levage KE III (modèles 130 et 140) intégrées à des murs de 18 cm d'épaisseur**

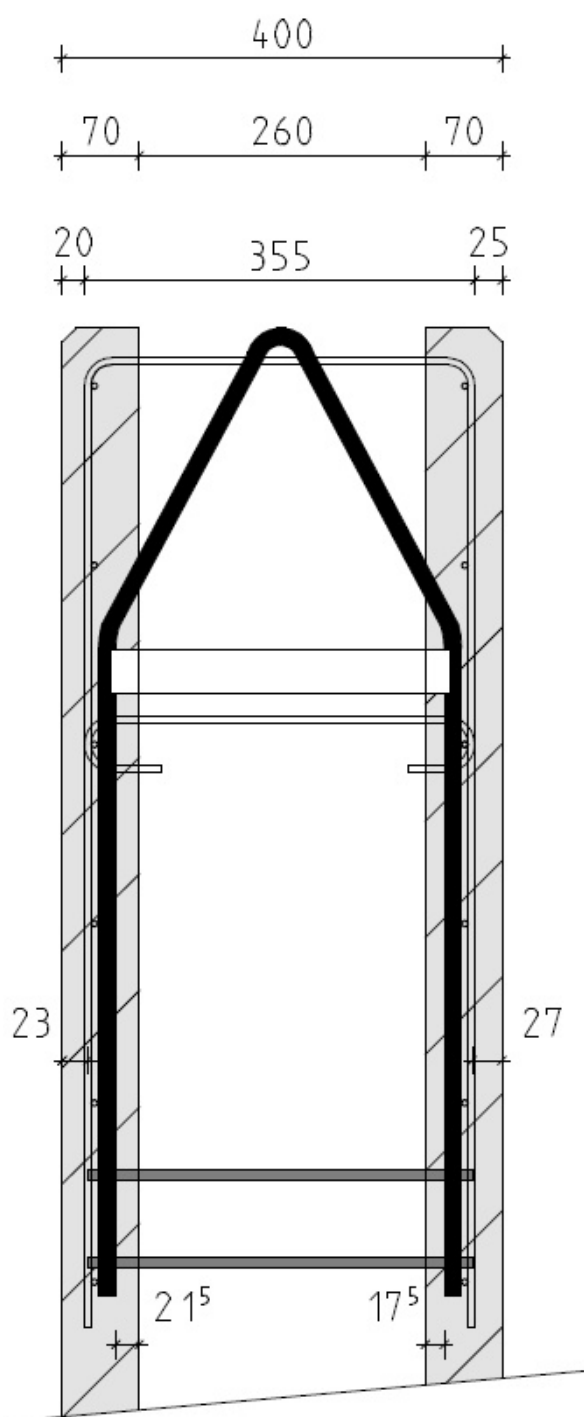


KE III  
330

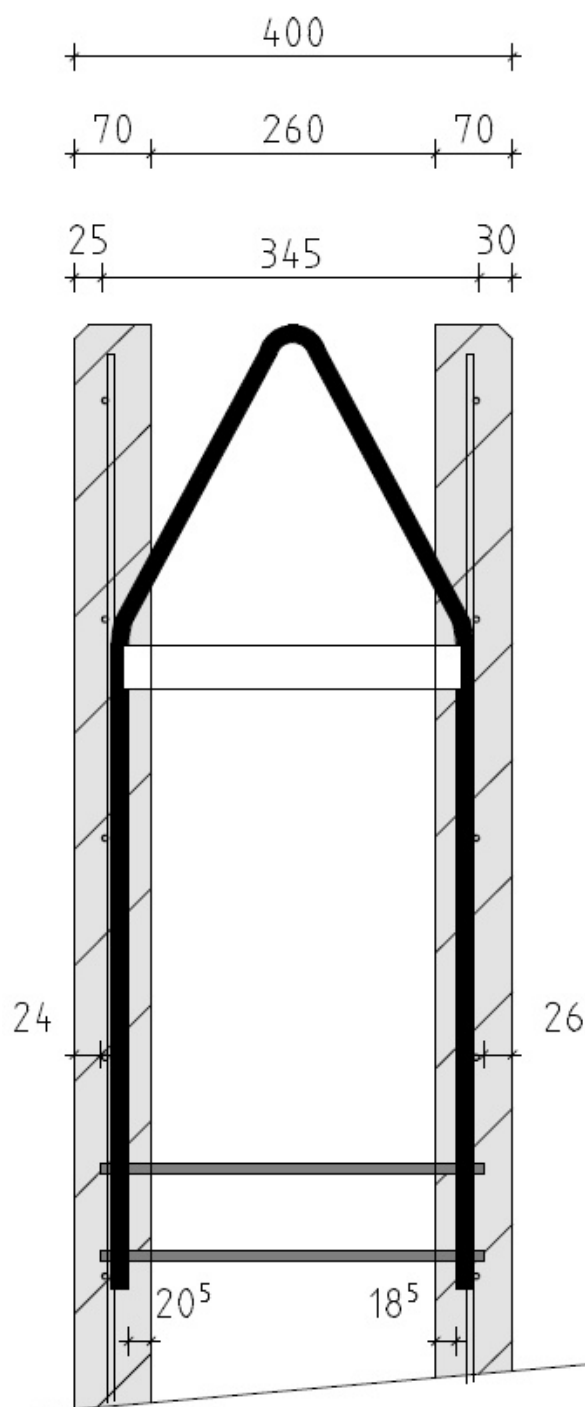


KE III  
330

**Ancre de levage KE III (modèle 330) intégrées à des murs de 40 cm d'épaisseur**



KE IV  
330

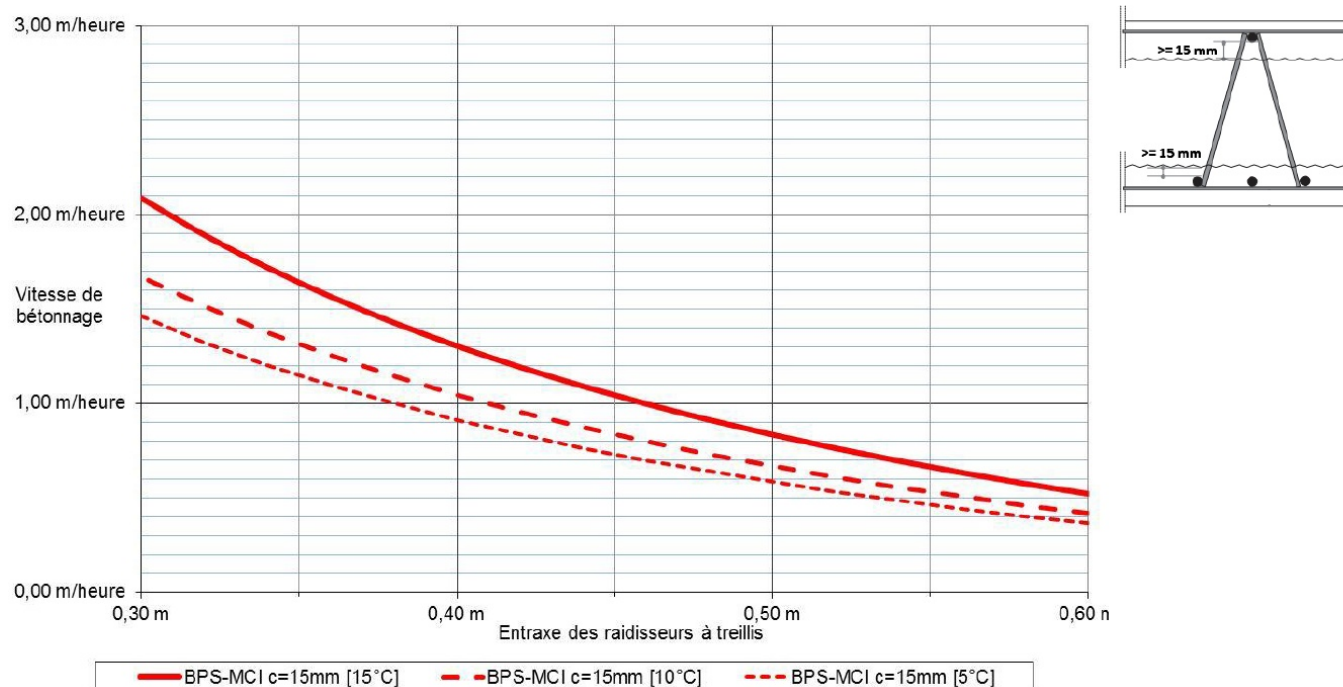


KE IV  
330

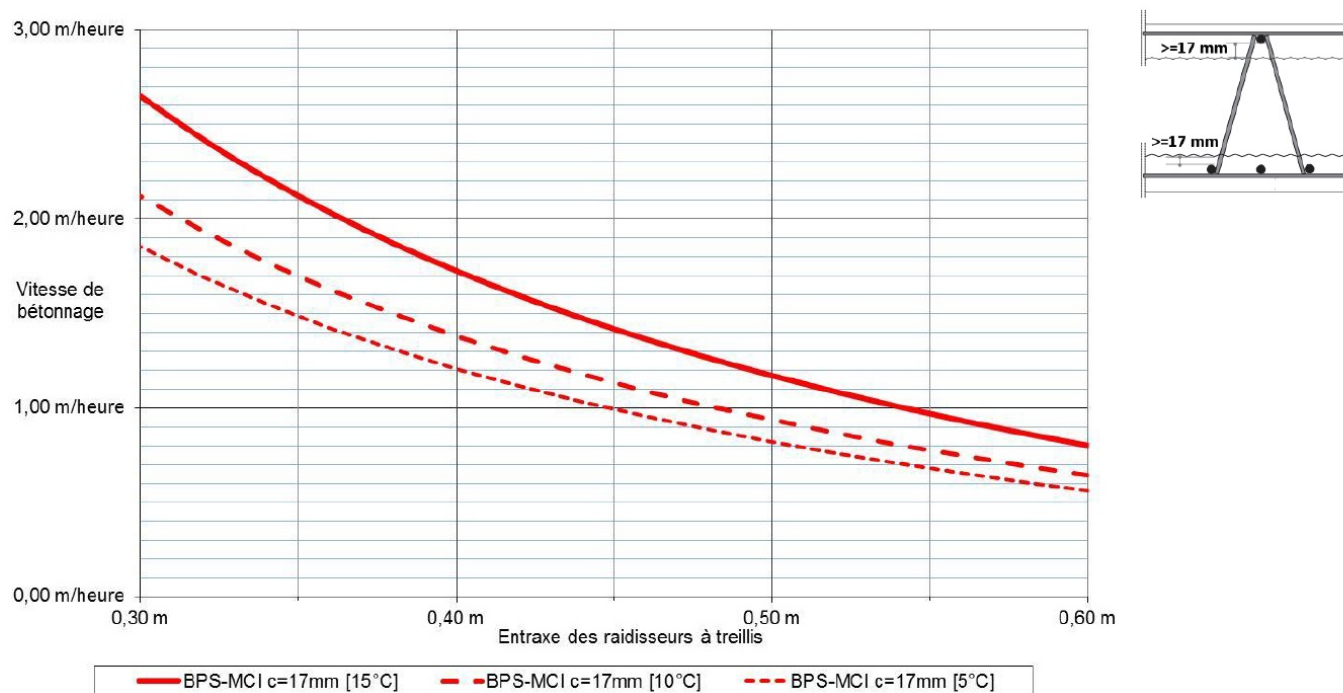
**Ancre de levage KE IV (modèle 330) intégrées à des murs de 40 cm d'épaisseur**

## 4. Annexe 1 – Vitesse de bétonnage

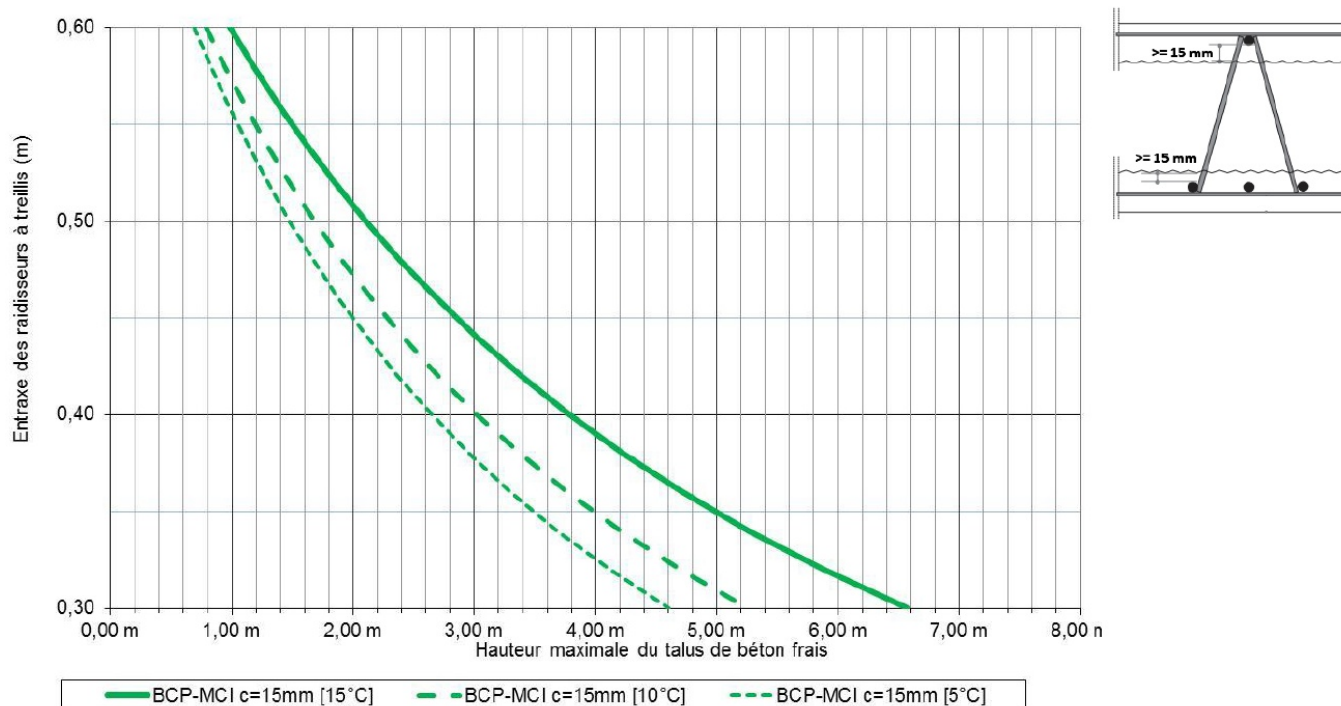
Les figures ci-après permettent la détermination de la vitesse de bétonnage maximale admissible en fonction des différents paramètres afférents à la mise en œuvre tels que la température, l'entraxe des treillis raidisseurs, l'enrobage intérieur des treillis, etc...



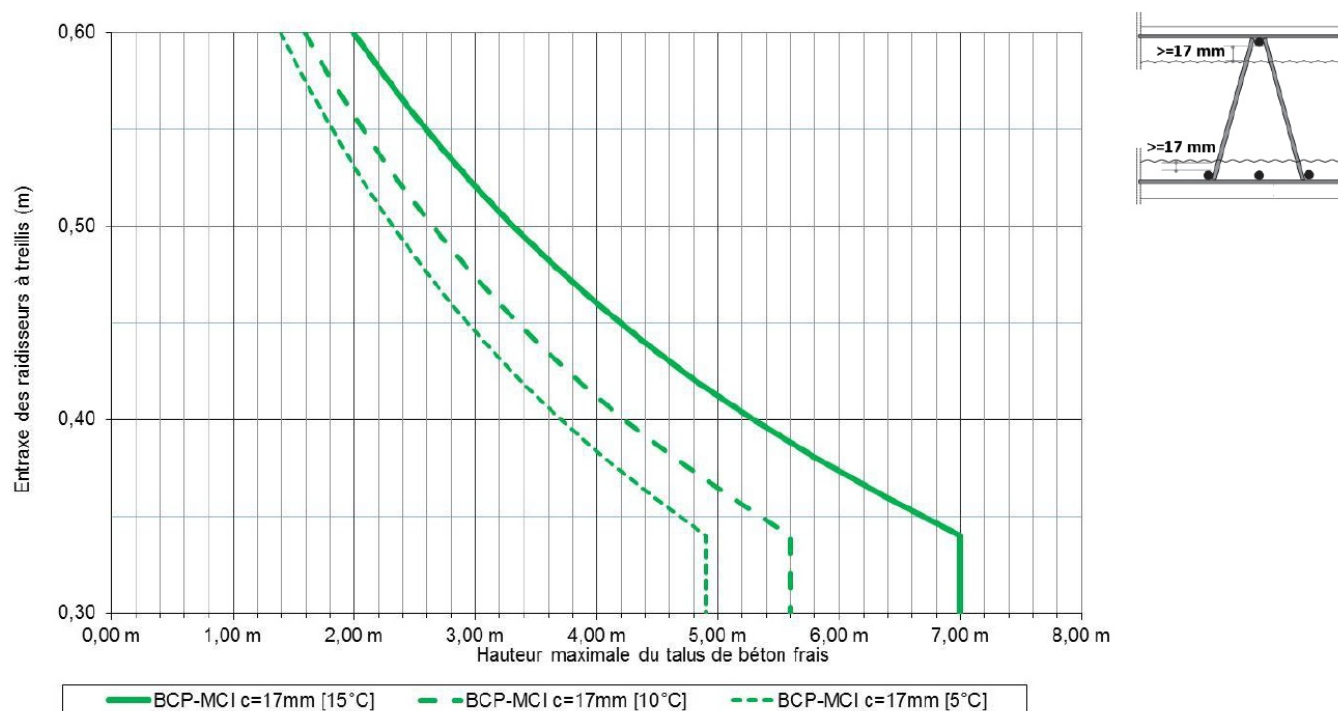
**Figure 1-1 – Vitesse de bétonnage pour les bétons BPS-MCI en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 15 mm**



**Figure 1-2 – Vitesse de bétonnage pour les bétons BPS-MCI en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 17 mm**



**Figure 1-3 – Choix de l'entraxe des raidisseurs en fonction de la hauteur maximale du talus de béton frais dans le cas des bétons BCP-MCI en fonction de la température pour un enrobage l'armature longitudinale du raidisseur de 15 mm**



**Figure 1-4 – Choix de l'entraxe des raidisseurs en fonction de la hauteur maximale du talus de béton frais dans le cas des bétons BCP-MCI en fonction de la température pour un enrobage l'armature longitudinale du raidisseur de 17 mm**