

Sur le procédé

## Prémur

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

**Titulaire(s) :** Société SPURGIN LEONHART

### 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
V4	<p>Cette version, examinée le 7 février 2023, annule et remplace l'Avis Technique n°3.2/17-937_V3.</p> <p>Cette 4<sup>ème</sup> version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mise à jour de la trame ;</li> <li>Modification de la résistance minimale du béton à la première manutention en usine par les crochets de Type 1, Type 2 et Type 4 : Revendication d'une résistance minimale du béton à la première manutention en usine par les crochets de Type 1, Type 2 et Type 4 est de 12 MPa sur cube 10x10x10cm ;</li> <li>Ajout d'un nouveau crochet de levage de Type 5.</li> </ul>	JUNES Angel	BERNARDIN-EZRA 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 Prémur sont de 12,36 x 3,70 m pour des épaisseurs comprises entre 16 et 40 cm.

L'épaisseur des parois est comprise entre 45 et 70 mm. Lorsque la paroi est matricée, l'épaisseur de la paroi pourra être supérieure à 70mm.

Les panneaux sont destinés à la réalisation de murs intérieurs et de murs extérieurs 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.

Les menuiseries sont rapportées en œuvre.

#### Revêtements

- Extérieur : parement du voile extérieur 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 .....	6
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé .....	8
2.	Dossier Technique.....	10
2.1.	Mode de commercialisation .....	10
2.1.1.	Coordonnées.....	10
2.1.2.	Mise sur le marché.....	10
2.1.3.	Identification.....	10
2.2.	Description.....	10
2.2.1.	Principe.....	10
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	10
2.3.	Dispositions de conception .....	12
2.3.1.	Conception de la paroi structurale.....	12
2.3.2.	Types de liaisons .....	15
2.3.3.	Dispositions spécifiques aux planchers à prédalles suspendues .....	16
2.3.4.	Dispositions parasismiques.....	17
2.3.5.	Traitement des joints.....	17
2.3.6.	Finitions et aspect.....	17
2.3.7.	Traitement de la tête des prémurs .....	18
2.3.8.	Etanchéité à l'eau .....	18
2.4.	Dispositions de mise en œuvre .....	18
2.4.1.	Prescriptions concernant la manutention des panneaux .....	18
2.4.2.	Prescriptions concernant le transport des panneaux .....	19
2.4.3.	Prescriptions concernant le stockage des panneaux.....	19
2.4.4.	Conditions de mise en œuvre.....	19
2.4.5.	Chronologie pour les prémurs courants.....	19
2.4.6.	Chronologie pour les prémurs avec les liaisons type A .....	20
2.4.7.	Critères de bétonnage .....	20
2.5.	Traitement en fin de vie .....	22
2.6.	Assistance technique.....	22
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	22
2.7.1.	Conditions de fabrication.....	22
2.7.2.	Contrôles de fabrication .....	23
2.8.	Conditions d'exploitation du procédé.....	23
2.8.1.	Aide à la mise en œuvre .....	24
2.9.	Mention des justificatifs.....	24
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	24
2.9.2.	Données Environnementales.....	25
2.9.3.	Références chantiers.....	25
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre .....	26





# 1. Avis du Groupe Spécialisé

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

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

Cet Avis est formulé pour les utilisations en France métropolitaine. Le procédé « PREMUR » est utilisable en zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 Octobre 2010 modifié, pour des bâtiments de catégorie d'importance I à IV, moyennant les dispositions spécifiques définies dans cet Avis Technique.

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé de mur à coffrage intégré PREMUR, est destiné à la réalisation de murs d'ouvrages, de locaux d'habitation, bureaux, établissements recevant du public, locaux industriels pouvant comporter plusieurs niveaux de sous-sol, en situation immergée ou non. Les limites de hauteur résultent de l'application des règles de dimensionnement approuvées, définies ci-après.

Les murs « PREMUR » peuvent être utilisés dans des ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté de 22 octobre 2010 modifié.

L'utilisation des murs de 16 cm est limitée aux conditions de fabrications du dossier technique, et à l'utilisation de raidisseurs spécifiques, conformément au § 2.2.2.3.1.2 du 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 au procédé « Prémur » (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 boucles de levage et du cylindre décrites dans le Dossier Technique.

Les conditions d'utilisation des valeurs de CMU de ces boucles de levage et cylindre sont précisées dans l'Annexe « CMU des boucles de levage » de la partie Avis.

Vis-à-vis de leur aptitude au levage seuls les murs d'épaisseur totale comprise entre 16 et 40 cm et d'épaisseurs de parois au moins égales à 45 mm sont visés par l'Avis.

#### 1.2.1.2. Stabilité

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

Les systèmes associés à ce procédé de mur, 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 « Prémur » peuvent être justifiées par application des règles de calcul 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. En particulier, les voiles porteurs seront justifiés par application de la clause 5.4.2, les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan seront justifiés par application de la clause 5.7 et les poutres seront justifiées par application de la clause 5.6.

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 « Prémur » dont la largeur reste inférieure ou égale à 20 mm 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

Le système permet de l'assurer normalement.

#### 1.2.1.5. Isolation acoustique

A 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. 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.

#### 1.2.1.8. 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.

#### 1.2.1.9. 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.

#### 1.2.1.10. Finitions – Aspects

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. 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.

#### 1.2.1.11. Aspects sanitaires

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

### 1.2.2. Durabilité

Moyennant les précautions de fabrication et de mise en œuvre, et les limitations précisées dans les prescriptions du Dossier Technique, 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, au 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

Il existe des Déclarations Environnementales (DE) vérifiées par tierce partie indépendante pour ce procédé mentionnées au paragraphe 2.9.2 du Dossier Technique.

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

---

## 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

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.

Les raidisseurs doivent faire l'objet d'une certification par un organisme extérieur telle que décrite dans le Dossier Technique. Cette certification porte sur le contrôle de la hauteur et de la résistance des soudures des raidisseurs.

Le Groupe tient à préciser que les schémas annexés au Dossier Technique sont à considérer comme des illustrations des prescriptions déjà admises dans le CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2) et non pas comme des dispositions complémentaires, non visées dans le CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

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.

## 1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé

### CMU des BOUCLES de LEVAGE

La présente annexe fournit les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par insert pour les murs à coffrage intégré « PREMUR » d'épaisseur comprise entre 16 et 40 cm et pour lesquels l'épaisseur nominale des parois est au moins égale à 45 mm : le respect des valeurs indiquées est une condition impérative de la validité de l'Avis.

Sur la base des essais de qualification fournis par SPURGIN, les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par boucle sont données dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs correspondent à des charges équivalentes pour un levage droit. Elles peuvent être considérées pour un levage avec accrochage direct du crochet d'élingue sur la boucle ou dans le cas d'interposition d'une élingue câble telle que définie dans le dossier technique.

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


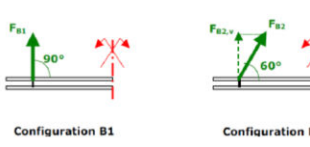
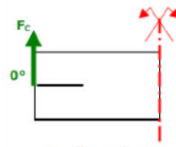
Réf. boucle	Diamètre boucle	Epaisseurs nominales parois		Enrobages nominaux		Levage en position verticale	Levage à plat du MCI	Retournement du MCI
	ϕ1	h1	h2	Cint	Cext	CMU1	CMU2	CMU3
16 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 25 cm								
Type 1	14 mm	45 mm	50 mm	≥ 10 mm	≥ 21 mm	27,2 kN	/	/
18 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 20 cm								
Type 1	14 mm	≥ 50 mm	≥ 55 mm	≥ 10 mm	≥ 26 mm	23,6 kN	5,7 kN	12,9 kN
20 cm < épaisseur de mur ≤ 25 cm								
Type 1	14 mm	≥ 50 mm	≥ 55 mm	≥ 10 mm	≥ 26 mm	23,6 kN	/	12,9 kN
25 cm < épaisseur de mur ≤ 40 cm								
Type 2	16 mm + entretoise ϕ20	≥ 60 mm		≥ 10 mm	≥ 26 mm	26,4 kN	8,3 kN	13,8 kN
Épaisseur de mur = 20 cm								
Type 3	Insert Combar® ϕ32 + sangle	≥ 50 mm	≥ 55 mm	-	20,0 kN avec dispositif de centrage	5,3 kN	20,0 kN	
					14,0 kN sans dispositif de centrage			
18 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 40 cm								
Type 4	Cylindre ϕ139,7 mm	≥ 50 mm	≥ 55 mm	-		70,5 kN	/	56,7 kN
16 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 40 cm								
Type 5	16 mm + entretoise carrée	45 mm	50 mm	< 10 mm	≥ 21 mm	34,7 kN	/	/
18 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 25 cm								
Type 5	16 mm + entretoise carrée	≥ 50 mm	≥ 55 mm	< 10 mm	≥ 26 mm	36,2 kN	/	29,1 kN
25 cm < épaisseur de mur ≤ 40 cm								
Type 5	16 mm + entretoise carrée	≥ 60mm		≥ 10 mm	≥ 26 mm	36,2 kN	/	36,0 kN

Tableau 1 – CMU des ancrs de levage

Le tableau 1 donne les valeurs :

- De CMU1 pour un béton de résistance minimale de 12 MPa mesurée sur cube 10X10x10 cm (sauf si la manutention est réalisée au moyen des inserts Type 3, où la résistance du béton des parois garantie à la première manutention sera de 20 MPa mesurée sur cube 10x10x10 cm).

- De CMU2 et CMU3 pour un béton de résistance minimale de 20 MPa sur cube 10 x 10 x 10 cm lors de la première manutention.

Vérification de la résistance des boucles au levage			
Situation de levage	Levage en position verticale <sup>(1)</sup>	Levage à plat	Retournement
Vérification	$CMU_1 \geq \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$	$CMU_2 \geq \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$	$CMU_3 \geq \frac{1}{2} \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$
Schémas cas de levage	 Configuration A1      Configuration A2	 Configuration B1      Configuration B2	 Configuration C

(1) 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.

**Tableau 2 – Vérification de la résistance des cylindres au levage**

$p$  = poids surfacique du mur de coffrage intégré [kN/m<sup>2</sup>]

$A$  = surface du mur de coffrage intégré [m<sup>2</sup>]

$Q$  = 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 cylindres 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

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : SPURGIN LEONHART

Route de Strasbourg

BP 20151

F – 67603 SELESTAT CEDEX

#### 2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011, le produit « PREMUR » fait l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14992 ou de la norme NF EN 15258.

Les produits conformes à cette déclaration de performance sont identifiés par le marquage CE.

#### 2.1.3. Identification

L'identification se fait par mention sur une étiquette comprenant le nom du client, le nom du chantier, le numéro d'affaire, le numéro du plan, le numéro de la pièce et le numéro du tas.

---

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Le procédé de mur à coffrage intégré « PREMUR » est constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques verticaux espacés de 60 cm maximum 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 Prémur sont de 12,36 x 3,70 m pour des épaisseurs comprises entre 16 et 40 cm. L'épaisseur des parois est comprise entre 45 et 70 mm. Lorsque la paroi est matricée, l'épaisseur de la paroi pourra être supérieure à 70 mm.

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

Des armatures de type poteau, longrine, linteau, encadrement d'ouverture peuvent être incorporées aux panneaux ou rapportées en œuvre. De même, les gaines électriques, boîtiers, platines, négatifs, goujons et autres équipements peuvent être incorporés aux panneaux ou rapportés sur chantier dans des réservations prévues à cet effet.

Les menuiseries sont rapportées en œuvre.

#### 2.2.2. Caractéristiques des composants

##### 2.2.2.1. Béton des parois préfabriquées

Le béton des parois préfabriquées respecte l'ensemble des exigences de la NF EN 206+A2/CN concernant les classes d'environnement.

La résistance minimale du béton des parois préfabriquées garantie à la première manutention est de 12 MPa mesurée sur cube 10x10x10 cm (sauf si la manutention est réalisée au moyen des inserts Type 3, où la résistance du béton des parois garantie à la première manutention sera de 20 MPa mesurée sur cube 10x10x10 cm).

La résistance minimale du béton des parois préfabriquées garantie à la livraison est de 20 MPa, mesurée sur cube 10x10x10 cm.

##### 2.2.2.2. Béton de remplissage du noyau

Béton Prêt à l'Emploi, conforme au projet et à la norme NF EN 206+A2/CN et 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 :

- Pour des épaisseurs de remplissage inférieures ou égales à 9 cm :  $D_{max}$  12,5 mm ;
- Pour des épaisseurs de remplissage supérieures à 9 cm :  $D_{max}$  16 mm.

Le béton de remplissage devra bénéficier selon les recommandations d'une valeur cible pour l'affaissement de 200 mm, portée à 220 mm lorsque les spécificités de bétonnage l'exigent (densité d'armatures élevée, faible épaisseur de l'élément...). La consistance fluide est obtenue par ajout d'un superplastifiant.

La mise en œuvre de bétons à compositions prescrites (BCP) ou de béton auto plaçant (BAP) dans le noyau des PREMUR est possible sous réserve de concertation avec SPURGIN et validation par ce dernier.

La mise en œuvre de BCP est réservée à des opérations faisant l'objet d'une concertation entre le préfabricant et l'entrepreneur afin de définir le mode d'utilisation : la composition du béton ainsi que le mode de mise en œuvre ne peuvent être généralisés à tous les ouvrages et sont soumis à l'acceptation du préfabricant.

Les bétons BCP sont déconseillés pour les noyaux très ferrailés.

Parmi les caractéristiques communiquées au fournisseur de BPE, il est recommandé de retenir les critères suivants :

- Valeur cible pour l'affaissement de 150 mm avec une tolérance resserrée de 20 mm ;
- $D_{max}$  des granulats inférieur ou égal à 10 mm ;
- Rapport G/S proche de 1.

### 2.2.2.3. Armatures

#### 2.2.2.3.1. Armatures en acier

Tous les aciers sont certifiés NF et conformes à la norme NF EN 10080.

##### 2.2.2.3.1.1. Armatures incorporées aux parois préfabriquées

Dans le cas courant, les armatures minimales devant être mises en place dans le prémur sont décrites au paragraphe 1.1.1.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690\_V2).

Pour les parois devant assurer une étanchéité, la paroi en contact avec l'eau comprend au minimum :

- 0,125 % de la section totale de béton dans le sens vertical ;
- 0,125 % de la section totale de béton dans le sens horizontal ;
- Diamètre des armatures supérieur ou égal à 8 mm pour la paroi en contact avec l'eau ou le milieu agressif ;
- Espacement maximum des aciers dans les deux sens inférieur ou égal à 20 cm.

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 « PREMUR ».

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

##### 2.2.2.3.1.2. Raidisseurs

Les treillis raidisseurs font l'objet d'un contrôle par CSTB dans le cadre de la certification NF 548 sur le procédé « PREMUR ». Les seuils de résistance des soudures sont ceux définis dans la NF A35 028 et les tolérances dimensionnelles sur la hauteur sont celles définies au § 2.7.2.3. Les critères de certification sont conformes au cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1. 1.2.

##### 2.2.2.3.1.3. Armatures complémentaires

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.

#### 2.2.2.3.2. Levage




Les ancrs de levage existent en différents types :

Type 1 et 2 : Crochet de diamètre 14 et 16 mm. Leur façonnage est défini en Figure e et Figure f. Les crochets comportent un bouton renforcé ou non selon le diamètre et une épingle en partie inférieure.

L'armature principale et le bouton du crochet sont réalisés en acier B235 conforme à la norme NF A 35-015.

L'épingle est réalisée en acier B500 B, conforme à la norme NF-35-080-1.

Type 3 : Jonc en ComBAR® en diamètre 32 mm (Figure g). Le levage devra se faire obligatoirement avec une sangle incorporée dont les caractéristiques mécaniques sont données dans le tableau suivant.

Forme			
Couleur	Couleur Verte	Couleur Lilas	Couleur Jaune
Coefficient de forme	1	2	0.8
CMU	2 Tonnes	2 Tonnes	2.4 Tonnes

**Tableau 3 – Ancres de levage**

Type 4 : Tube de diamètre extérieur de 139,7 mm et de paroi d'épaisseur de 5 mm. (Figure h)

Les tubes sont réalisés en acier S235 JRH et conformes à la norme NF EN 10219.

Type 5 : Crochet de diamètre 16 mm. Le crochet comporte une entretoise carrée. Leur façonnage est défini en Figure i en Annexe.

### 2.2.2.3.3. Panier de centrage

La fonction de ce panier d'armature est exclusivement de maintenir l'élingue en position centrée dans le noyau du Prémur lors de l'utilisation d'ancres de type 3 ou 4. Cette fonction est assurée depuis la phase de fabrication du Prémur jusqu'à la fin des étapes de manutention et de pose sur chantier.

Cet élément de maintien a une double fonction :

- Maintenir la sangle hors du béton lors de la phase de retournement.
- Garantir, de par la géométrie de ce panier ajusté en fonction des données géométriques du Prémur, la position centrée de la sangle dans le noyau.

L'élingue est maintenue contre le panier par l'intermédiaire d'élastiques spécifiques.

### 2.2.2.3.4. Douilles

Des douilles métalliques type PFEIFER (Cf. Figure 3) ou équivalent sont scellés dans l'une des parois des panneaux. Elles assurent la liaison des parois du prémur avec les étais tire - pousse pendant le montage et le bétonnage. Elles sont utilisées en combinaison avec des vis métalliques adaptées (M16, M20, ...). Elles sont à usage multiples (serrage - desserrage).

## 2.3. Dispositions de conception

### 2.3.1. Conception de la paroi structurale

#### 2.3.1.1. Généralités

Les prémurs sont dimensionnés selon les règles usuelles de la résistance des matériaux et du béton armé en flexion simple ou composée avec le cas échéant vérification de la stabilité de forme.

Le BET Structure détermine les efforts, les épaisseurs de mur et les sections d'armatures. Le calepinage est effectué par le titulaire de l'Avis. Le BET du titulaire (ou BET ayant l'accord du titulaire et soumis à son contrôle), réalise le dimensionnement des points spécifiques (liaisons entre murs, monolithisme, ...) conformément aux prescriptions du CPT MCI (Cahier du CSTB 3690\_V2).

#### 2.3.1.2. Règle de dimensionnement

##### 2.3.1.2.1. Vérification en zone courante

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.1 « Règles de dimensionnement » s'appliquent.

##### 2.3.1.2.2. Vérification au niveau des joints

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.1 « Règles de dimensionnement » s'appliquent.

#### 2.3.1.3. Armatures minimales

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.3 « Armatures minimales » s'appliquent.

#### 2.3.1.4. Epaisseur minimales

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.4 « Epaisseur minimales » s'appliquent.

#### 2.3.1.5. Enrobage des armatures

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.5 « Enrobage des armatures » s'appliquent.

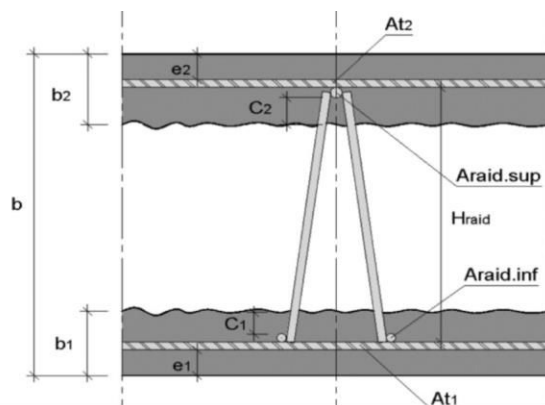
#### 2.3.1.6. Enrobage des raidisseurs

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.6 « Enrobage des treillis raidisseurs » s'appliquent.

Les valeurs d'enrobage nominal sont déterminées à partir des valeurs d'enrobage minimal définies en tenant compte des tolérances d'exécution, soient :



- $\Delta e_1^+$  : la tolérance en plus sur l'enrobage  $e_1$  de la 1<sup>ère</sup> face ;  $\Delta e_1^+ = 1 \text{ mm}$
- $\Delta e_1^-$  : la tolérance en moins sur l'enrobage  $e_1$  de la 1<sup>ère</sup> face ;  $\Delta e_1^- = 1 \text{ mm}$
- $\Delta b_{p1}^-$  : la tolérance en moins sur l'épaisseur de la 1<sup>ère</sup> face ;  $\Delta b_{p1}^- = 3 \text{ mm}$
- $\Delta b_{p2}^-$  : la tolérance en moins sur l'épaisseur de la 2<sup>ème</sup> face ;  $\Delta b_{p2}^- = 3 \text{ mm}$
- $\Delta b^+$  : la tolérance en plus sur l'épaisseur totale ;  $\Delta b^+ = 3 \text{ mm}$
- $\Delta H_{raid}^-$  : la tolérance en moins sur la hauteur du raidisseur ;  $\Delta H_{raid}^- = 2 \text{ mm}$ .



### 2.3.1.7. Chevillage sur la paroi intérieure

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.9 « Chevillage » s'appliquent.

### 2.3.1.8. Principes constructifs

#### 2.3.1.8.1. Equivalence des raidisseurs

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.10 « Principes constructifs » s'appliquent.

La substitution des sections des coutures est basée sur le tableau de correspondance suivant :

Largeur de la partie structurale (cm)	Type de raidisseur	Section cm <sup>2</sup> /ml	Equivalent espacement armatures classiques en cm		
			$\phi 6$	$\phi 8$	$\phi 10$
18	KT 125 8-5-5	2,95	9	17	26
20	KT 145 8-5-5	3,14	9	16	25
22	KT 165 8-5-5	3,28	8	15	23
24	KT 185 8-5-5	3,39	8	14	23
25	KT 195 8-5-5	3,43	8	14	22
30	KT 245 8-5-5	3,59	7	14	21
36	KT 305 8-5-5	3,70	7	13	21
40	KT 345 8-5-5	3,75	7	13	20

*Nota : les types de raidisseur en fonction des épaisseurs de murs sont donnés à titre indicatif. Elles sont sujettes à variation en fonction des enrobages et des aciers du PREMUR*

#### 2.3.1.8.2. Recouvrement des armatures




Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.11 « Recouvrement des armatures » s'appliquent.

Pour le calcul de la contrainte d'adhérence ultime  $f_{bd}$  selon l'article 8.4.2 de la NF EN 1992-1-1, le coefficient d'adhérence des armatures dans le béton non vibré est pris égal à  $\eta_1 = 0,7$  pour les armatures horizontales de diamètre supérieur à 12 mm ; dans tous les autres cas,  $\eta_1 = 1,0$ .

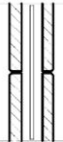
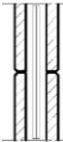
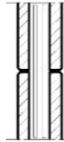
#### 2.3.1.8.3. Eclissage des armatures

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.12 « Eclissage possible » s'appliquent.

Tableau des limites des diamètres des éclissages horizontales en mm (linéaire ou ponctuel)

Epaisseur structurale (cm)	Ep. Paroi (cm)			
18	5/5.5	$\phi 14$	2 $\phi 8$	Impossible
20		$\phi 25$	2 $\phi 14$	2 $\phi 10$
22		$\phi 25$	2 $\phi 20$	2 $\phi 14$
25		$\phi 32$	2 $\phi 32$	2 $\phi 25$
30 et plus	6/6	$\phi 32$	2 $\phi 32$	2 $\phi 32$

**Tableau 4 – Exemple d'écissage des armatures horizontales**

Epaisseur structurale (cm)	Ep. Paroi (cm)			
18	5/5.5	$\phi 12$	2 $\phi 8$	Impossible
20		$\phi 25$	2 $\phi 14$	2 $\phi 12$
22		$\phi 25$	2 $\phi 20$	2 $\phi 16$
25		$\phi 32$	2 $\phi 32$	2 $\phi 25$
30 et plus	6/6	$\phi 32$	2 $\phi 32$	2 $\phi 32$

**Tableau 5 - Exemple d'écissage des armatures verticales****2.3.1.8.4. Calepinage**

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.

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.7 « Calepinage » s'appliquent.

**2.3.1.9. Prescriptions particulières aux éléments essentiellement sollicités dans leur plan****2.3.1.9.1. Prescriptions particulières aux murs courants**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.2.1 « Prescriptions particulières aux murs courants » s'appliquent.

**2.3.1.9.2. Prescriptions particulières aux poteaux**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.2.2 « Prescriptions particulières aux poteaux » s'appliquent.

**2.3.1.9.3. Prescriptions particulières aux poutres**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.2.3 « Prescriptions particulières aux poutres » s'appliquent.

**2.3.1.9.4. Prescriptions particulières aux poutres-cloisons**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.2.4 « Prescriptions particulières aux poutres-cloisons » s'appliquent.

**2.3.1.9.5. Prescriptions particulières aux acrotères**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.2.5 « Prescriptions particulières aux acrotères » s'appliquent.

**2.3.1.10. Prescriptions particulières aux éléments inclinés**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.3 « Prescriptions particulières aux éléments inclinés » s'appliquent.

**2.3.1.11. Prescriptions particulières aux éléments essentiellement sollicités perpendiculairement à leur plan****2.3.1.11.1. Prescriptions communes**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.1 « Prescriptions communes » s'appliquent.

**2.3.1.11.2. Prescriptions particulières pour les éléments bi-articulés en 1er niveau de sous-sol**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.2 « Prescriptions particulières pour les éléments bi-articulés en 1er niveau de sous-sol » s'appliquent.

**2.3.1.11.3. Murs enterrés**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.3 « Prescriptions particulières pour les murs enterrés » s'appliquent.

#### 2.3.1.11.4. Murs de soutènement

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.4 « Prescriptions particulières pour les murs de soutènement » s'appliquent.

#### 2.3.1.11.5. Murs de silos ou de magasins de stockage

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.5 « Prescriptions particulières pour les murs de silos ou de magasins de stockage » s'appliquent.

#### 2.3.1.11.6. Murs de bassins ou de piscines

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.6 « Prescriptions particulières pour les murs de bassins ou de piscines » s'appliquent.

#### 2.3.1.11.7. Murs de galeries souterraines

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.4.7 « Prescriptions particulières pour les murs de galeries souterraines » s'appliquent.

### 2.3.2. Types de liaisons

#### 2.3.2.1. Articulation entre panneaux

Ce type de liaison n'est pas utilisable pour les ouvrages nécessitant une étanchéité garantie par le béton, ni dans le cas des poutres voiles.

##### 2.3.2.1.1. Joint vertical droit, d'angle droit, biais, T, joint horizontal droit

L'armature disposée dans le noyau permet de transmettre les cisaillements d'un voile à un autre (Cf. Figure 10, 11, 12, 13). La section d'armature de la liaison est fonction des armatures disposées dans le prémur.

#### 2.3.2.2. Articulation couturée entre panneaux

Ce type de liaison est utilisable pour les ouvrages nécessitant une étanchéité garantie par le béton réalisé avec un système d'encastrement en pied.

##### 2.3.2.2.1. Joint vertical droit, joint horizontal droit

L'armature de couture disposée dans le noyau permet de transmettre les cisaillements d'un voile à un autre (Cf. Figure 17), les chaînages et les raidisseurs en about de chaque prémur assurent la couture du panier d'armature de liaison.

##### 2.3.2.2.2. Joint d'angle droit vertical, en T

Le principe constructif est similaire à la solution des joints verticaux droits (Cf. Figure 18).

#### 2.3.2.3. Encastrement entre panneaux

##### 2.3.2.3.1. Joint vertical droit, d'angle droit, biais, horizontal droit

La continuité du moment et du cisaillement entre deux panneaux le long d'un joint vertical ou horizontal est assurée par la mise en œuvre soit :

- D'une clé mécanique réalisée par le croisement des paniers d'armatures (Cf. Figure 19 détail 2 à 4, Figure 20 détail 1 et 3, Figure 21 détail 1, Figure 22).
- D'un recouvrement total des armatures. (Cf. Figure 19 détail 1, Figure 20 détail 2, Figure 21 détail 2 et 3).

#### 2.3.2.4. Encastrement en pied de panneau

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

##### 2.3.2.4.1. Encastrement avec continuité de bétonnage aux jonctions murs/fondations (Solution type A)

Ces solutions reposent sur l'intégration des armatures d'encastrement dans le prémur ou avant la pose du prémur afin de pouvoir bétonner le noyau et la fondation sans reprise de bétonnage. Ce principe constructif est particulièrement adapté à la réalisation d'ouvrages étanches.

###### Solution A1 (cf. figure 23 détail 2)

Elle est particulièrement adaptée à la réalisation des murs séparateurs ou des murs sur fondations avec débords devant être encastres en pied.

Des cadres intégrés au prémur dépassent en pied du prémur.

Des armatures rapportées assurent la continuité de l'encastrement avec la fondation ou le radier.

###### Solution A2 (cf. figure 23 détail 1)

Elle se différencie de la solution précédente par la peau extérieure assurant le coffrage du radier ou de la fondation.

### 2.3.2.4.2. Encastrement avec reprise de bétonnage aux jonctions murs/fondations (Solution type B)

Ces solutions se différencient des précédentes par l'existence systématique d'une reprise de bétonnage à l'encastrement. En général elles ne permettent de mobiliser qu'un moment résistant réduit à l'encastrement en raison de la réduction de hauteur utile du mur.

La continuité de l'encastrement entre le prémur et la fondation est assurée par des armatures en attentes dans la semelle déjà coulée. Ces armatures viennent en recouvrement avec les aciers placés dans les parois du prémur.

Dans le cas, où le moment d'encastrement est repris par des armatures en attente situées dans la fondation et entre deux parois coffrantes (Figure 24 détail 1 et 2) on limitera la densité et les diamètres des aciers en attentes par face dans le prémur aux valeurs du tableau suivant :

Epaisseur du mur	Aciers en attentes	
	Diamètre maxi	Espacement minimum
20 cm	14 mm	15 cm
22 cm		
25 cm		
30 cm	25 mm	15 cm
36 cm		
40 cm	32 mm	15 cm

**Tableau 6 – diamètres des aciers en attente**

Un soin particulier sera apporté au remplissage des joints de calage en pied de prémur et à la mise en place d'un système empêchant les fuites de laitance (bastaings ou joints Compriband ou équivalent), gage du bon fonctionnement de l'encastrement.

Un contrôle systématique du remplissage des joints sera effectué après remplissage des murs. Les joints qui n'auront pas été remplis au bétonnage seront à bourrer au mortier de réparation sans retrait.

Lorsqu'une étanchéité est requise, ces solutions nécessitent un traitement spécifique de la reprise de bétonnage.

#### Solution B1 (cf. Figure 24 détail 1 et 2)

La continuité de l'encastrement entre le prémur et la fondation est assurée par des armatures en attente dans la fondation ou le radier.

La section d'armature d'encastrement est calculée de la manière suivante :

Hauteur utile = épaisseur totale – (épaisseur de la paroi extérieure + enrobage + diamètre des attentes / 2)

Le calage des pré murs en pied devra se faire sur des cales de 3 cm minimum pour garantir le bon remplissage des joints en pied afin de pouvoir transmettre les efforts de compression de la zone comprimée du pré mur vers la fondation ou le radier. Ces joints en pied pourront être coffrés à l'aide de bastaings pour éviter les fuites de laitance.

#### Solution B2 (cf. Figure 24 détail 3)

Cette solution permet de préserver un bras de levier optimal. Elle est particulièrement adaptée aux murs encastrés de grande hauteur.

Elle nécessite le coffrage du pied sur la hauteur de scellement.

Elle nécessite les mêmes dispositions de calage en pied de pré mur que la solution B1.

### 2.3.2.5. Liaison voile / dalle

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.

#### 2.3.2.5.1. Liaison courante

Ce type de liaison correspond à une liaison du type articulé (Cf. Figure 9 et 15).

La dalle peut être posée en tête de pré mur ou suspendue à l'aide d'armatures en attente dans le pré mur type STABOX ou équivalent.

#### 2.3.2.5.2. Liaison encastrée

Pour permettre la mobilisation d'un moment entre la dalle et le pré mur, les aciers sont intégrés en tête de pré mur pour permettre de retourner le moment d'encastrement (Cf. Figure 26).

### 2.3.3. Dispositions spécifiques aux planchers à prédalles suspendues

Dans le cas d'utilisation de prédalles suspendues avec boîtes d'attentes dans les pré murs (cf. Figure 15 détail 3), celles-ci ne pourront pas être visées en zone sismique.

Lorsque le pré mur est composé de réservation sandwich (cf. Figure 15 détail 4), l'emploi de prédalles suspendues est possible en zone sismique. Le principe de phasage de pose est décrit à la Figure 16.

### 2.3.4. Dispositions parasismiques

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.14 « Dispositions parasismiques » s'appliquent.

### 2.3.5. Traitement des joints

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.5 « Traitement des joints » s'appliquent.

En l'absence d'un dispositif spécifique d'étanchéité par le prémur seul, un cordon d'étanchéité doit être placé au niveau des joints entre prémur. Il peut être réalisé de différentes manières selon la destination de l'ouvrage :

- Mastic élastique de classement SNJF F 25 E ;
- Mortiers riches de réparation ajouté à une bande bitumineuse autocollante.

#### 2.3.5.1. Murs courants en superstructure

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.5.1 « Murs courants en superstructure » s'appliquent.

#### 2.3.5.2. Murs courants en infrastructure

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.5.2 « Murs courants en infrastructure » s'appliquent.

#### 2.3.5.3. Murs soumis à des pressions hydrostatiques

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.5.3 « Murs soumis à des pressions hydrostatiques » s'appliquent.

#### 2.3.5.4. Murs coupe-feu

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.5.4 « Murs coupe-feu » s'appliquent.

#### 2.3.5.5. Murs de silos ou magasins de stockage

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.5.5 « Murs de silos ou magasins de stockage » s'appliquent.

### 2.3.6. Finitions et aspect

#### 2.3.6.1. Etat de surface

L'état de surface courant correspond à une surface brute de décoffrage contre moule. Dénomination E (3-3-0) d'après la norme NFP 18-503.

Une des deux faces du prémur peut présenter un aspect structuré grâce à l'utilisation de matrice caoutchouc type RECKLI ou équivalent.

Cependant la matrice doit respecter les conditions suivantes :

- Matrice de forme régulière (permettre le rabouillage des matrices caoutchouc sur les tables de coffrages et permettre le calepinage de ces zones).

#### 2.3.6.2. Teinte

L'homogénéité de la teinte des prémurs n'est pas un paramètre qui peut faire l'objet d'une garantie. Lorsque le prémur doit être lasuré, un homogénéisateur de teinte doit être appliqué afin de garantir l'aspect du parement.

#### 2.3.6.3. Préparation du support

La forte compacité du béton des prémurs doit être pris en compte lors du choix du type de revêtement qui sera appliqué sur le support :

- Lasure ;
- Peinture (pour face apparente) ;
- Imprégnation ;
- Résine ;
- Membrane d'étanchéité (liner) ;
- Carrelage de parement ;
- RPE ;
- Enduit hydraulique ;
- Plot de colle pour fixation des plaques de placoplâtres.

Les désaffleurements éventuels au droit des joints font l'objet d'un ragréage avant la mise en place des finitions qui comportent elles-mêmes des travaux préparatoires habituels propres au type de finition retenu.

### 2.3.7. Traitement de la tête des prémurs

Les têtes de murs exposées aux intempéries sont protégées contre les infiltrations d'eau le long des plans de reprise de bétonnage entre les parois et le béton coulé en place par :

- Un chaperon béton ;
- Une couvertine métallique.

### 2.3.8. Etanchéité à l'eau

#### 2.3.8.1. Par le béton seul

##### 2.3.8.1.1. Utilisation des solutions mécaniques type A

L'utilisation d'une solution mécanique type A permet de garantir l'encastrement en pied de panneau et d'avoir une liberté de translation horizontale du prémur lors de sa mise en œuvre. Il est également possible de coupler une solution mécanique en pied de type A avec une liaison verticale ouverte (Cf. Figure 19 détail 2 et 3, Figure 20 détail 1 et 3). Ces armatures garantissent la couture du joint vertical afin de bloquer la fissuration provoquée par le retrait du béton.

La réalisation du plan d'étanchéité repose sur la chronologie de réalisation de l'ouvrage :

- Coulage du béton de propreté ;
- Pose des prémurs ;
- Mise en place des armatures verticales de clavetage des joints verticaux ;
- Pose du cordon de mousse dans le joint pour empêcher la fuite de laitance ;
- Dépliage des armatures en attente en pied de panneau ;
- Ferrailage du radier ou de la fondation ;
- Bétonnage du radier et prémur sans reprise de bétonnage à l'aide d'un béton à faible retrait ;
- Enlèvement du cordon de mousse ;
- Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage.

Les reprises de bétonnage verticales pour les ouvrages nécessitant un bétonnage en plusieurs phases sont systématiquement réalisées en partie courante du prémur par la mise en œuvre dans le noyau du prémur d'un joint Waterstop ou équivalent permettant d'augmenter le chemin critique de l'eau (cf. Figure 33 annexée au présent Dossier Technique).

La finition des joints est réalisée en fonction de la destination de l'ouvrage (voir § 2.3.5).

##### 2.3.8.1.2. Utilisation des solutions mécaniques type B

L'utilisation des solutions mécaniques type B repose aussi sur la mise en œuvre d'un béton présentant un faible retrait. Le domaine d'utilisation de ce type de solution nécessite la mise en œuvre d'un mur de plus de 28 cm d'épaisseur.

De plus un traitement spécifique de la reprise de bétonnage en pied de panneau doit être réalisé.

Le traitement de la reprise de bétonnage en pied de panneau est réalisé avec un joint hydro gonflant ou un joint Waterstop. Ce joint est disposé à 5 cm de la paroi du prémur en contact à l'eau.

Le joint est traité à l'aide des solutions mécaniques type articulées couturées définies à l'art 2.3.2.2. Les reprises de bétonnage verticales pour les ouvrages nécessitant un bétonnage en plusieurs phases sont systématiquement réalisées en partie courante du prémur par la mise en œuvre dans le noyau du prémur d'un joint Waterstop ou équivalent permettant d'augmenter le chemin critique de l'eau (cf. Figure 34 annexée au présent Dossier Technique).

La finition des joints est réalisée en fonction de la destination de l'ouvrage (voir § 2.3.5).

#### 2.3.8.2. Membrane d'étanchéité

##### 2.3.8.2.1. Utilisation de prémurs à base de Voltex

Le procédé VOLTEX sous Avis Technique en cours de validité peut être utilisé en combinaison avec le prémur pour réaliser le plan d'étanchéité. Le VOLTEX est intégré sur la face concernée en usine de fabrication des prémurs sous la responsabilité du fournisseur de VOLTEX.

La garantie du bon fonctionnement du plan d'étanchéité et les points singuliers au droit des joints sont traités et réalisés sur chantier par l'entreprise responsable de la mise en œuvre du procédé VOLTEX.

La réalisation du plan d'étanchéité par le biais de ce procédé permet de calculer la partie prémur aux états limites ultimes de résistance.

La réalisation des joints dépend de l'accès à la face sur laquelle le VOLTEX est intégrée. Deux cas de figures peuvent se présenter :

- Accès à la face traitée possible : Le phasage de pose est décrit en Figure 35 ;
- Accès à la face traitée impossible : Le phasage de pose est décrit en Figure 36 et 37.

---

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

---

### 2.4.1. Prescriptions concernant la manutention des panneaux

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 3.1 « Prescriptions concernant la manutention des panneaux » s'appliquent. Les panneaux sont manutentionnés avec des grues à tour ou automotrices.

Les caractéristiques de ces engins et éléments de manutention devront être compatibles avec la masse des panneaux à mettre en œuvre.

Les boucles de levage sont réalisées :

- Soit à partir de ronds à béton en acier doux de nuance B 235 de diamètre 14 mm minimum ancrés au droit des raidisseurs et ligaturés sur ces derniers ;
- Soit à partir d'organes spécifiques de levage garantis par le fournisseur et ayant fait l'objet d'un P.V. d'essais.

La largeur et la position de la partie saillante des boucles sont telle que le crochet de l'élingue ne porte pas sur les parois en tête de prémur.

Le dimensionnement de la longueur d'ancrage des boucles tient compte :

- De la résistance du béton en sortie d'étuve ;
- De l'épaisseur des parois ;
- De la masse des prémurs.

#### **2.4.2. Prescriptions concernant le transport des panneaux**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 3.2 « Prescriptions concernant le transport des panneaux » s'appliquent.

Les prémurs sont stockés verticalement en box, rack ou occasionnellement horizontalement en palette en fonction des dimensions du prémur.

Lorsque le nombre de boucles est supérieur à deux, des dispositions doivent être prises, de telle sorte que la répartition des efforts entre les boucles soit connue et compatible avec les prescriptions précédentes.

Dans le cas contraire, l'hypothèse la plus défavorable est prise en compte pour déterminer la charge à reprendre par la boucle.

#### **2.4.3. Prescriptions concernant le stockage des panneaux**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 3.3 « Prescriptions concernant le stockage des panneaux » s'appliquent.

#### **2.4.4. Conditions de mise en œuvre**

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 4 « Conditions de mise en œuvre » s'appliquent.

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 les 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 du Dossier Technique dont il est assorti.

#### **2.4.5. Chronologie pour les prémurs courants**

1. Réalisation des fondations.
2. Implantation et traçage des murs.
3. Déchargement du « PREMUR » à l'aide d'une grue, automotrice, à tour, ou de tout autre moyen de levage compatible avec le poids du « PREMUR ».
4. Pose du « PREMUR » sur des cales d'épaisseur 1 à 2 cm.
5. Stabilisation des panneaux par deux étais tire-pousses ou par un système d'équerrage.
6. Mise en place des aciers de continuité et chaînages éventuels.
7. Pose des prédalles, dalles alvéolées ou coffrage, sur étaie adaptée.
8. Coulage du béton par banchées successives de 70 cm à partir du niveau de la dalle. Une pause de 1 heure est respectée entre deux banchées. Le béton est conforme au § 2.2.2.2. Les hauteurs de chute du béton frais seront limitées suivant les prescriptions du § 2.4.7.1.
9. Le coulage de la dalle peut être effectué en même temps que la dernière banchée des murs.
10. Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage suivant le § 2.3.5.

Après la pose du prémur, ce dernier est maintenu en position par des étais tire-pousse fixés aux murs par l'intermédiaire de vis et de douille métallique pour les ouvrages exposés au vent dimensionnée par SPURGIN (les douilles étant mise en place lors de la fabrication des prémurs).

Le titulaire de l'avis technique propose des recommandations de mise en sécurité à la pose basées sur l'incorporation de douilles ou d'un système plus élaboré à base d'équerres embase de garde-corps ou de passerelles.

Il diffuse systématiquement auprès des utilisateurs un guide pose.

## 2.4.6. Chronologie pour les prémurs avec les liaisons type A

1. Coulage du béton de propreté.
2. Implantation et traçage des murs.
3. Déchargement du « PREMUR » à l'aide d'une grue, automotrice, à tour, ou de tout autre moyen de levage compatible avec le poids du « PREMUR ».
4. Pose du « PREMUR » sur des cales d'épaisseur de 1,5 cm ou sur un lit de mortier. Le cas de joints verticaux décalés avec continuité de moments nécessite le ripage horizontal des murs pour le croisement des corbeilles d'armatures intégrées au « PREMUR » ; ainsi l'emprise de pose des murs doit être impérativement exempte de tout ferrailage en attente horizontal ou vertical, de manière à pouvoir effectuer ce ripage.
5. Stabilisation des panneaux par deux étais tire pousses ou par un système d'équerrage.
6. Mise en place des armatures verticales de clavetage des joints.
7. Pose du cordon de mousse dans le joint pour empêcher la fuite de laitance.
8. Ferrailage de l'encastrement en pied de panneau (Cf. Figure. 23 détail 1 et 2)
9. Ferrailage du radier ou de la fondation,
10. Bétonnage du radier et prémur par banchées successives de 70 cm à partir du niveau de la dalle sans reprise de bétonnage à l'aide d'un béton à faible retrait. Une pause de 1 heure est respectée entre deux banchées. Le béton est conforme au paragraphe 2.2.2.2. Les hauteurs de chute du béton frais seront limitées suivant les prescriptions du § 2.4.7.1.
11. Enlèvement du cordon de mousse.
12. Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage suivant le § 2.3.5.

## 2.4.7. Critères de bétonnage

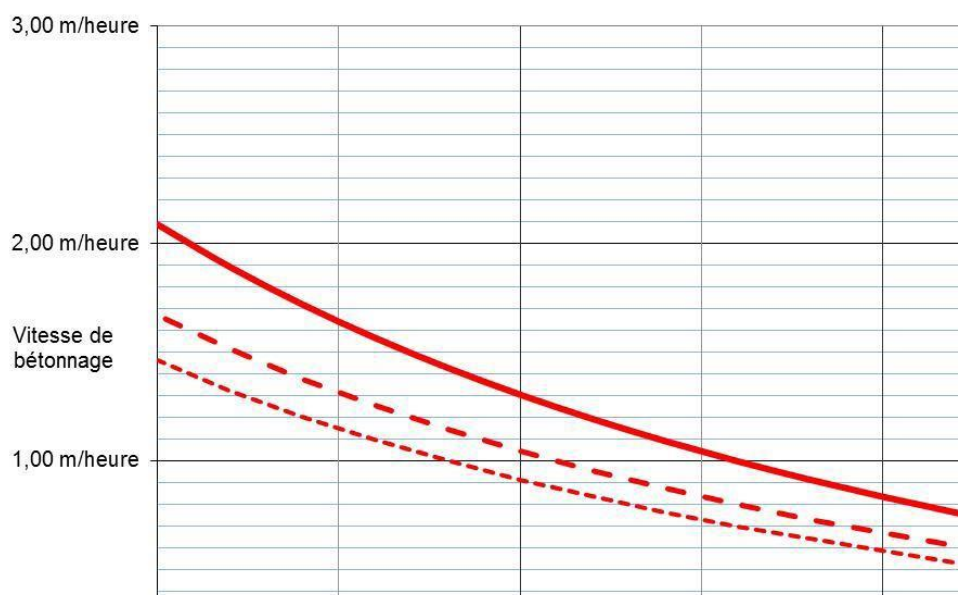
### 2.4.7.1. Hauteur de chute du béton

Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.13 « Hauteur de chute du béton » s'appliquent.

### 2.4.7.2. Vitesse de bétonnage

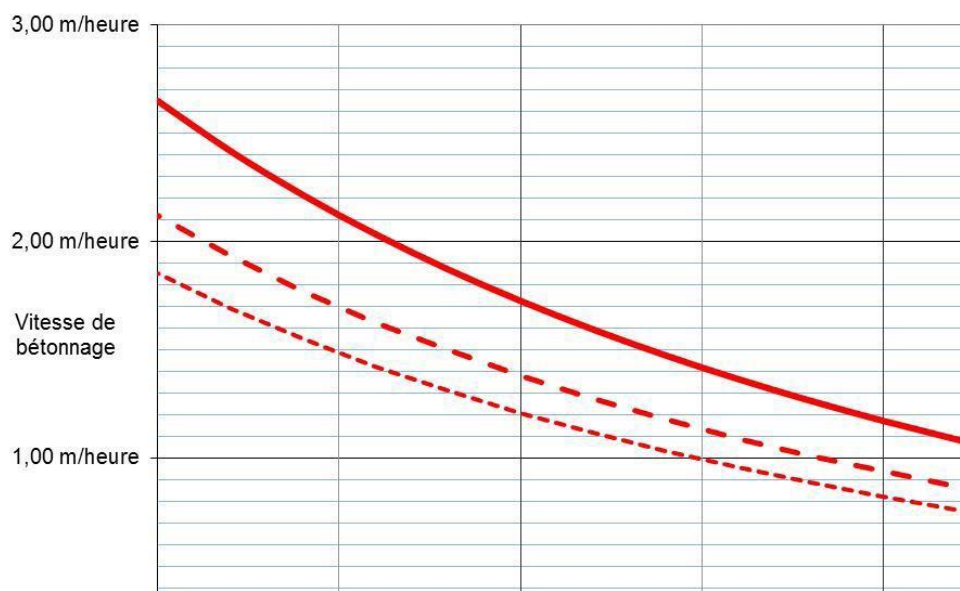
Les prescriptions du cahier du CSTB 3690\_V2 § 1.1.1.13 « Vitesse de bétonnage » s'appliquent.

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...

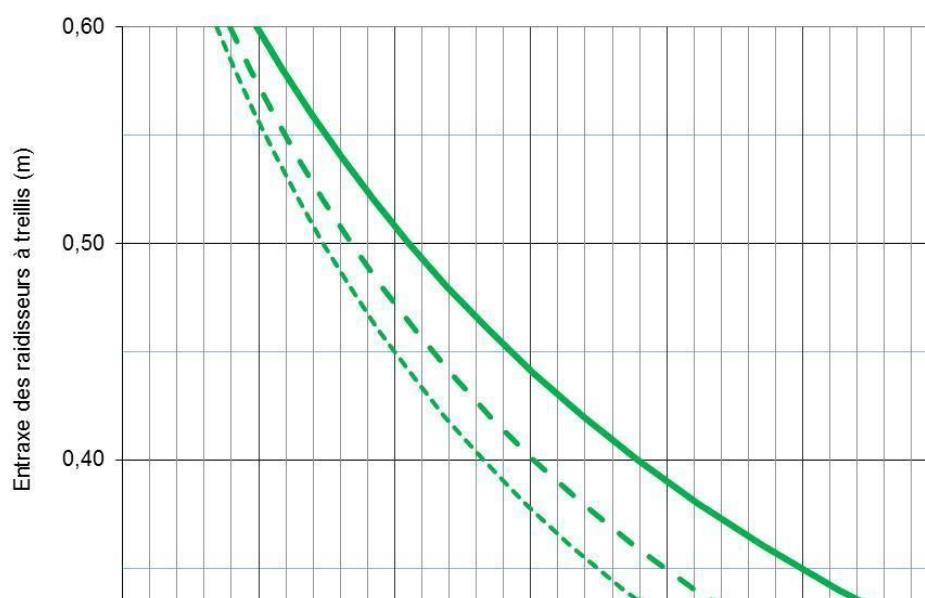


**Figure a – Vitesse de bétonnage pour les bétons BPS-MCI en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs (pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 15 mm).**

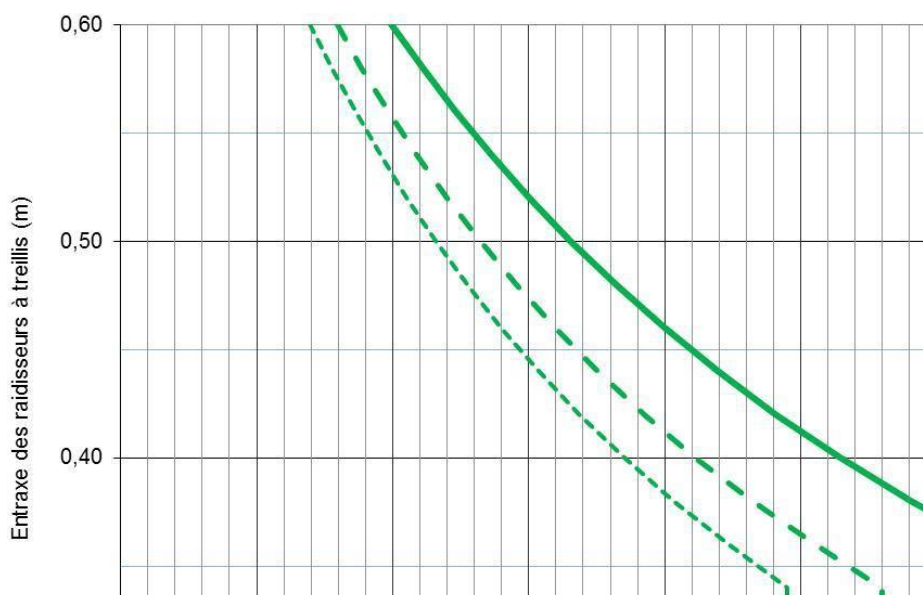




**Figure b – Vitesse de bétonnage pour les bétons BPS-MCI en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs (pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 17 mm)**



**Figure c – 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 de l'armature longitudinale du raidisseur de 15 mm)**



**Figure d – 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 de l'armature longitudinale du raidisseur de 17 mm)**

#### 2.4.7.3. Contrôle du remplissage

Le bon remplissage du noyau du procédé « Prémur » 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.

#### 2.4.7.4. 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. Traitement en fin de vie

Le traitement en fin de vie peut être considéré comme équivalent à celui des murs traditionnels en béton.

## 2.6. Assistance technique

La société SPURGIN LEONHART fournira systématiquement au client une documentation sur les spécificités de mise en œuvre des PREMURS.

De plus l'ensemble des nouveaux clients ou des clients utilisant pour la première fois une technologie de prémurs particulière seront assistés par un expert de la société SPURGIN SAS lors de la préparation et de la mise en place des premiers PREMURS. Cette démarche pourra aussi être mise en place au cas par cas pour l'ensemble des clients utilisateurs du PREMUR.

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

### 2.7.1. Conditions de fabrication

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.

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

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  $b^2$  ;
- 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, nombre d'inserts) ;
- Identification visuelle des inserts de levage.

Le panneau est réalisé en usine à l'aide d'un outil automatisé. Les opérations se déroulent dans l'ordre suivant :

1. Projection automatique d'un décoffrant
2. Traçage automatique de la première face à fabriquer (position des inserts, réservations et ouvertures)
3. Mise en place automatique des joues de coffrage de la première plaque ainsi que des inserts, réservations et ouvertures.
4. Fabrication et préparation sur site des armatures.
5. Disposition des armatures et des raidisseurs sur le moule.
6. Mise en place de canalisations diverses fixées aux armatures et des boîtiers collés au moule.
7. Fabrication du béton dans la centrale située sur le site.
8. Acheminement du béton.
9. Coulage du béton à l'aide d'un répartiteur automatique qui garantit la constance de l'épaisseur mise en place.
10. Vibration automatique, programmée et adaptée pour ce type de fabrication.
11. Durcissement à 28° C pendant environ 8 heures dans une chambre de durcissement.
  - Opérations 1 à 8 identiques pour la deuxième face du PREMUR mais sans mise en place des raidisseurs ;
  - Pour les prémurs d'épaisseur 16 cm, utilisation de tables spécifiques, et raidisseurs conformes au § 2.2.2.3.1.2.
12. Transport et retournement de la première face sur la seconde avec centrage et mise en appui sur des cales extérieures prééglées.
13. Vibration automatique.
14. Enlèvement du moule supérieur.
15. Entreposage dans la chambre de durcissement à 28° C pendant environ 8 heures.
16. Démoulage et stockage sur un conteneur métallique.

## 2.7.2. Contrôles de fabrication

### 2.7.2.1. Contrôles des bétons

Les bétons utilisés pour la réalisation des parois du coffrage sont réalisés dans la centrale SPURGIN, installée dans l'usine de préfabrication. Les résistances des bétons sont contrôlées à l'usine conformément à la norme NF EN 206+A2/CN et au C.C.T.P.

### 2.7.2.2. Contrôles de qualité

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

La totalité de la production est contrôlée avant expédition, conformément à la certification NF sur les murs à coffrage intégré.

Le contrôleur vérifie les dimensions, la rectitude des parois, la localisation et le dimensionnement des réservations, la nature et la quantité des armatures sur la base des plans établis par le bureau d'études SPURGIN et dans la limite des tolérances de fabrication définies ci-après.

### 2.7.2.3. Caractéristiques

Poids propre du PREMUR au m<sup>2</sup> : de 225 à 350 kg/m<sup>2</sup> en fonction de l'épaisseur des parois et du ferrailage.

Dimensions maximales, hauteur x largeur ou largeur x hauteur : 3,70 x 12,36 m.

Épaisseur courante de 16 à 40 cm.

Tolérance dimensionnelle :

- Conforme à la norme EN 14992 et au référentiel NF 548 ;
- Enrobage des armatures : -1 / +1 mm ;
- Tolérance sur la hauteur des raidisseurs : -2 / +1 mm.

## 2.8. Conditions d'exploitation du procédé

Le calcul de l'ensemble de la structure sera effectué par le Bureau d'Etudes Techniques de l'opération. Il transmettra au bureau d'études du Titulaire l'ensemble des torseurs appliqués aux murs considérés. A partir de ces informations, le Bureau d'Etudes

du Titulaire sera en charge des vérifications des points spécifiques (liaisons entre murs, monolithisme, ...) conformément aux prescriptions du CPT MCI (Cahier du CSTB 3690\_V2).

La société SPURGIN LEONHART devra en collaboration avec le B.E.T. effectuer les vérifications des panneaux.

Le calepinage est effectué par SPURGIN LEONHART et approuvé par le B.E.T.

SIEGE				
<b>SPURGIN LEONHART</b> Route de Strasbourg BP 20151 67603 SELESTAT CEDEX				
Fabrication et Commercialisation				
SPURGIN LEONHART EST	SPURGIN LEONHART RHÔNE-ALPES	SPURGIN LEONHART ILE DE FRANCE OUEST	SPURGIN LEONHART NORD	SPURGIN LEONHART SUD
Z.I. rue Louis Renault 68127 STE CROIX EN PLAINE	Allée des Noisetiers – Parc Industriel de la Plaine de l'Ain 01150 BLYES	Z.A. du Bois Gueslin Lieu-dit « Le petit Courtin » 28630 MIGNIERES	Zone d'activité 2 7 route de Ham 80190 NESLE	ZAC du Grand Pont Rue de l'Ouest 13640 LA ROQUE D'ANTHERON

### 2.8.1. Aide à la mise en œuvre

Le titulaire du procédé établit les plans de ferrailages des panneaux, à partir des plans du bureau d'études de structures et des dispositions et règles de calculs propres au procédé.

Le bureau d'études de structures détermine les armatures structurales.

La mise en œuvre est réalisée par l'entreprise titulaire du marché.

Le BET Structure doit fournir les plans de coffrage et de ferrailage de l'ouvrage.

Le titulaire concevra les prémurs avec l'entreprise et le bureau d'études structure sur la base des études de structure de l'ouvrage, en réalisant les études complémentaires liées à l'utilisation des prémurs et des contraintes de chantier. Les documents à fournir par le titulaire sont :

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

Les plans de pose et la notice de pose doivent comprendre 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 devront être clairement identifiables lors de contrôles visuels (peinture, etc...).

Ces données devront respecter les valeurs de CMU données dans le tableau en annexe du présent Avis Technique.

## 2.9. Mention des justificatifs

### 2.9.1. Résultats expérimentaux

Des essais de réalisation de poutres en prémurs ont été réalisés le 27 novembre et le 8 Décembre 2003 au laboratoire du département génie civil de l'IUT Robert Schuman d'Ilkirch Graffenstaden. Le but de ces essais était de valider par des tests les dispositions de conception proposées pour la réalisation de poutres à l'aide de prémur.

Rapport d'essais de qualification de la résistance à l'arrachement des inserts : Rapports de l'INSA Strasbourg.

Rapports d'essais des inserts en  $\phi$  14 (type 1) :

- Configuration A1 et A2 avec pré-chargement : N° 2021\_02A du 3 et 19 novembre 2021 ;
- Configuration A1 et A2 avec pré-chargement : N° 2022\_01 du 18 janvier 2022 ;
- Configuration A1 : N° A-2013-10-2 du 13 juin 2013 ;
- Configuration A2 : N° A-2013-10-1 du 12 juin 2013 ;
- Configuration B1 : N° A-2013-4-2 du 21 mars 2013 ;
- Configuration C : N° A-2012-9 du 20 septembre 2012.

Rapports d'essais des inserts en  $\phi$  16 avec entretoise  $\phi$  20 (type 2) :

- Configuration A1 et A2 avec pré-chargement : N° 2022\_20 du 26 octobre 2022 ;
- Configuration A1 : N° A-2013-6-1 du 16 mai 2013 ;
- Configuration A2 : N° A-2013-7-1 du 23 mai 2013 ;
- Configuration B1 : N° A-2013-6-2 du 16 mai 2013 ;
- Configuration C : N° A-2013-10-3 du 13 juin 2013.

Rapport d'essais des inserts ComBAR® (type 3) :

- Configuration A1 : N° A-2013-9-2 du 7 juin 2013 ;
- Configuration A2 : N° A-2013-12-1 du 26 juin 2013 et N° A-2013-8-1 du 7 juin 2013 ;
- Configuration B1 : N° A-2013-12-3 du 27 juin 2013 et N° A-2013-8-2 du 6 juin 2013.

Rapport d'essais des tubes (type 4) :

- Configuration A1 et A2 avec pré-chargement : N° 2021\_03 du 23 et 26 novembre 2021 ;
- Configuration A1 : N° A-2016-3-1a du 21 janvier 2016 ;
- Configuration A2 : N° A-2016-3-3a du 18 février 2016 ;
- Configuration C : N° A-2016-3-2a du 11 février 2016.

Rapport d'essais des inserts en  $\phi$  16 avec entretoise carrée (type 5) :

- Configuration A1 et A2 avec pré-chargement : N° 2021\_03 du 23 et 26 novembre 2021 ;
- Configuration A1 et A2 avec pré-chargement : N° 2022\_03a du 27 janvier 2022 ;
- Configuration C : N° A-2019-06 du 20 août 2019.

## 2.9.2. Données Environnementales<sup>1</sup>

Le procédé de MCI « PREMUR » (avec et sans remplissage) fait l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) individuelle. Cette DE a été établie en mars 2021 et a fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site [www.inies.fr](http://www.inies.fr)

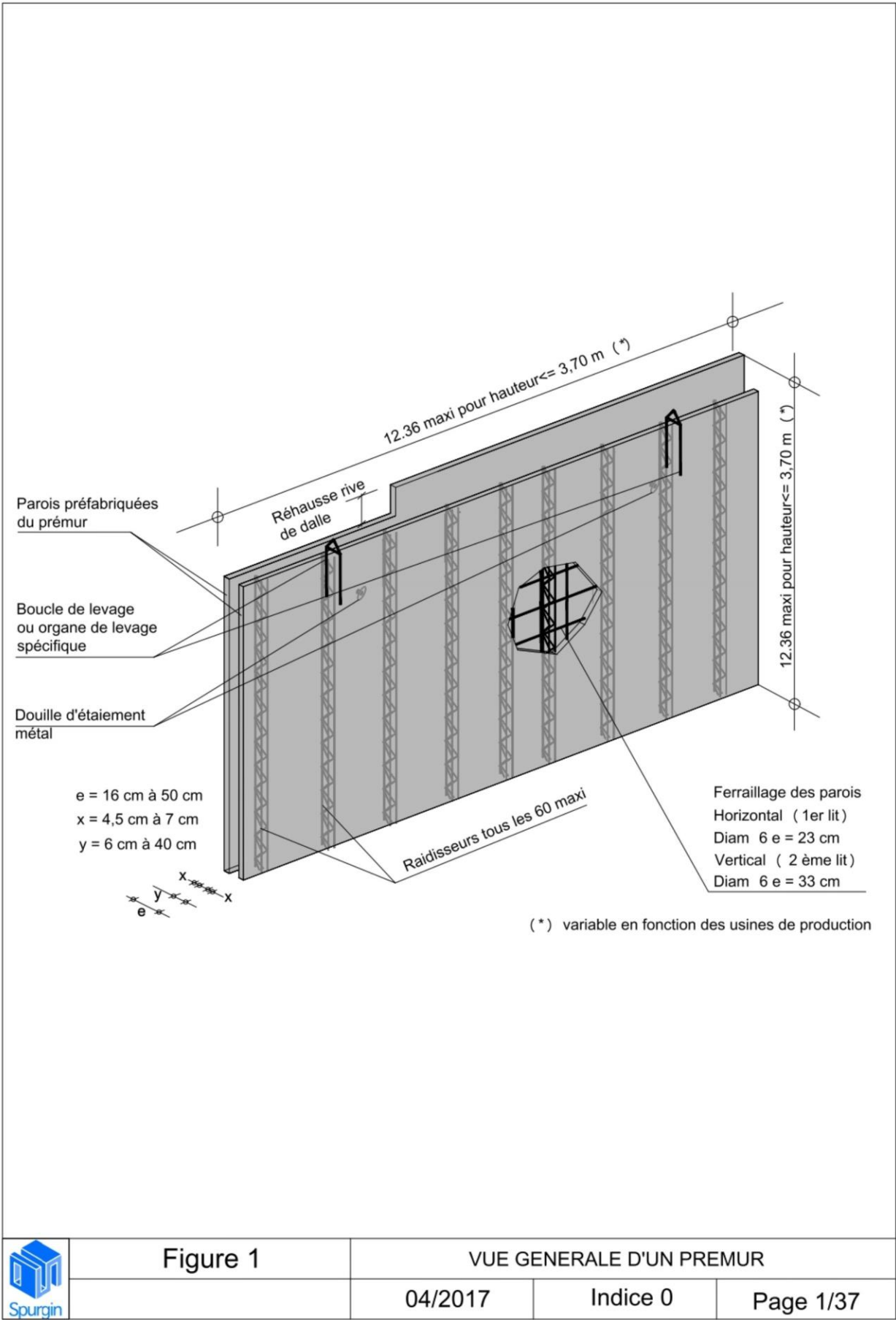
Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

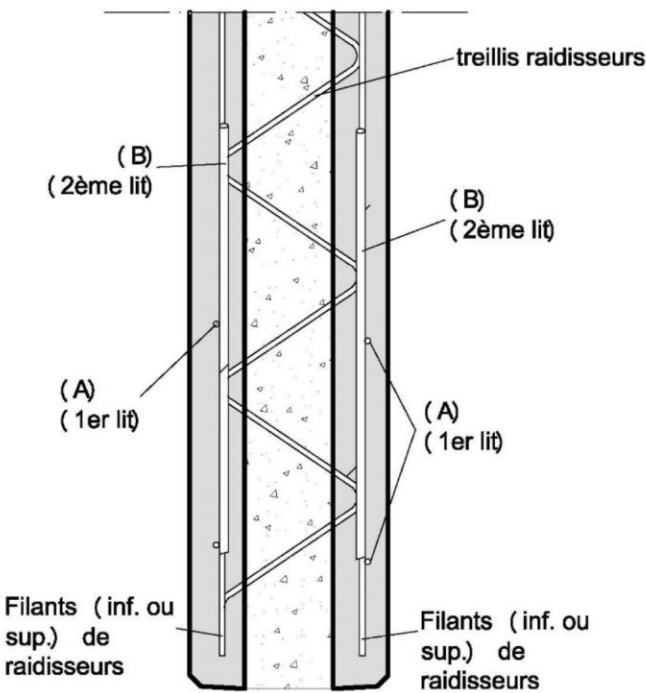
## 2.9.3. Références chantiers

Maitre d'ouvrage	Type de bâtiment	Ville	Surface (m²)	Année
SPIRAL	Logement collectifs	LINGOLSHEIM	1 361	2021
ALDI	ERP	BENFELD	1 493	2021
ROSSIGNOL ET TOURNEUX	Logement collectifs	JOUGNE	521	2021
EIFPAGE	Logement collectifs et tertiaire	DIJON	2 392	2021

<sup>1</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

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





(A) : armatures perpendiculaires aux treillis raidisseurs  
(B) : armatures parrallèles aux treillis raidisseurs



Figure 2

PRINCIPES DE FERRAILLAGE DES PREMURS

04/2017

Indice 0

Page 2/37

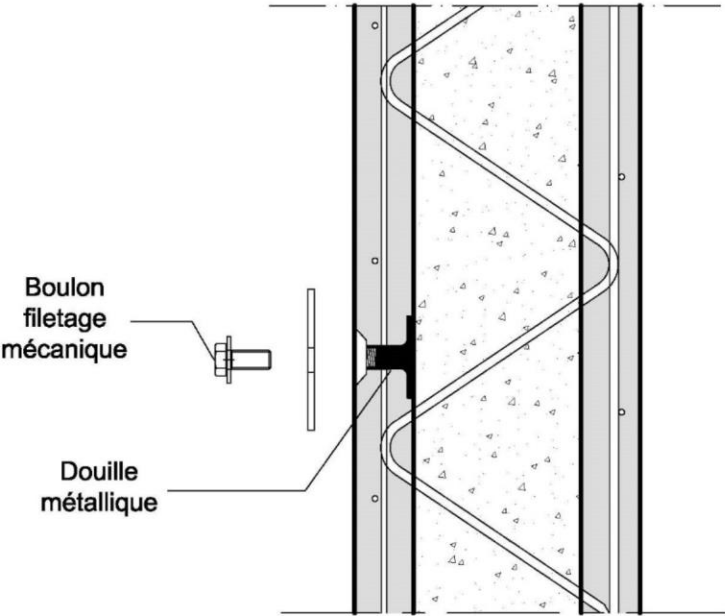


Figure 3

DOUILLES DE FIXATION INTEGREES

04/2017

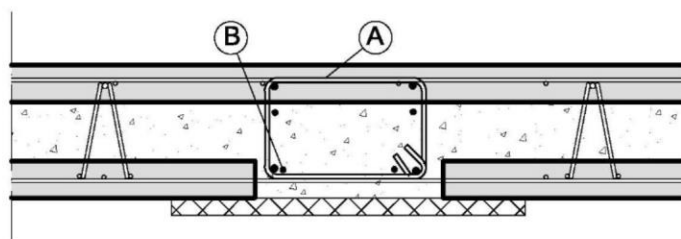
Indice 0

Page 3/37

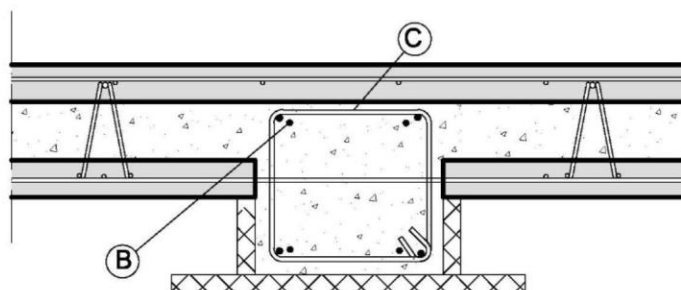


**Détail 1:**

poteau intégré au MCl avec coffrage d'une face sur chantier

**Détail 2:**

poteau excentré avec coffrage d'une face sur chantier

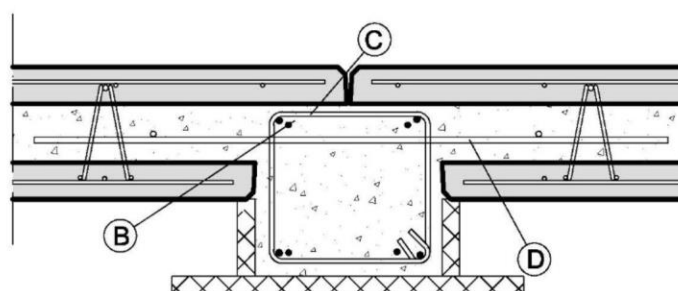


- Ⓐ cadres et filants intégrés dans les parois
- Ⓑ armatures en attente de poteaux
- Ⓒ cadres et filants mis en oeuvre sur chantier

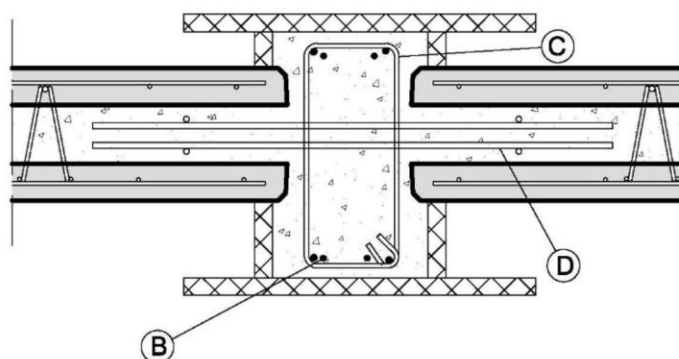
**Figure 4****REALISATION DE POTEAUX INCORPORES ( 1/2)****04/2017****Indice 0****Page 4/37**

**Détail 3:**

poteau excentré coulé en place au droit d'un joint vertical et avec coffrage d'une face

**Détail 4:**

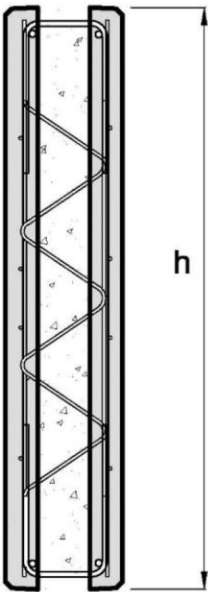
poteau excentré coulé en place avec coffrage deux faces



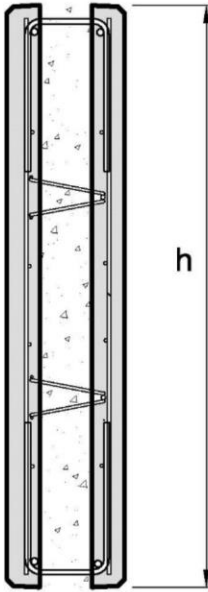
- Ⓑ armatures en attente de poteau
- Ⓒ cadres et filants mis en oeuvre sur chantier
- Ⓓ armatures de continuité horizontales conformes aux détails de liaisons verticales droites
- Ⓔ armatures de continuité horizontales conformes aux détails de liaisons verticales droites

COUPES VERTICALES

Détail 1:  $h > 80\text{cm}$   
cas des raidisseurs verticaux



Détail 2:  $h < 80\text{cm}$   
cas des raidisseurs horizontaux



Détail 3:  
cas des cadres + épingles

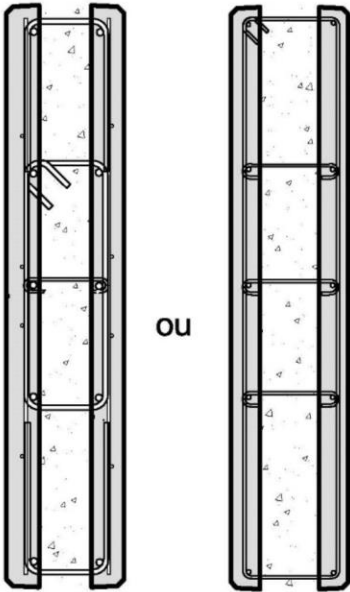


Figure 6

PRINCIPES DE FERRAILLAGE DES POUTRES

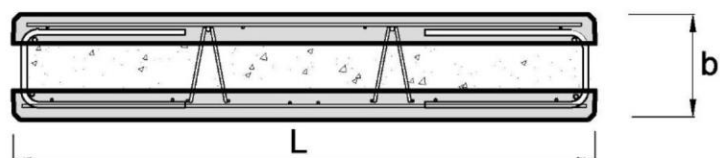
04/2017

Indice 0

Page 6/37

**Détail 1:**

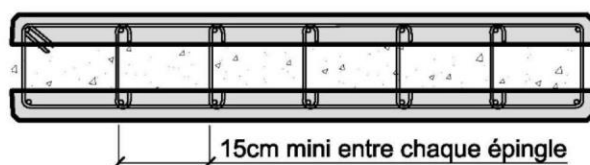
utilisation de raidisseurs + U de fermeture

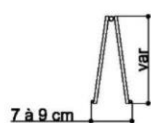
**Détail 2:**

utilisation de cadres + U de fermeture

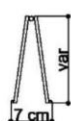
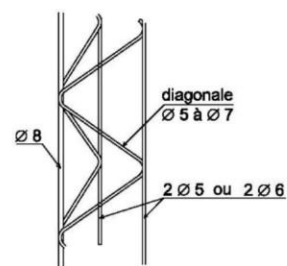
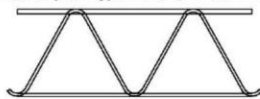
**Détail 3:**

utilisation de cadres + épingles

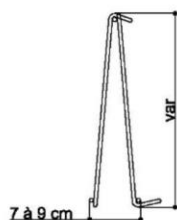
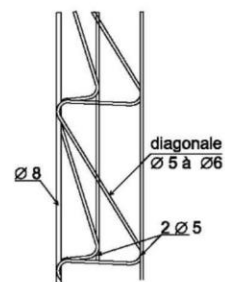
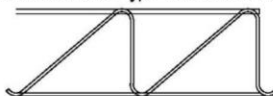




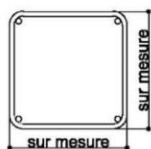
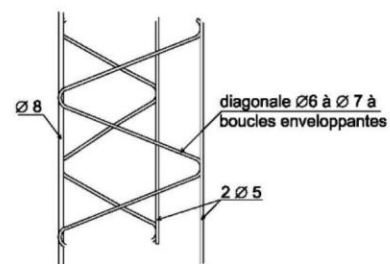
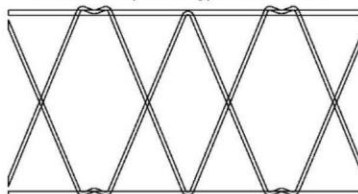
Raidisseurs standards profil type ACOR, KT de BDW ou équivalent



Raidisseurs de couture type KTS de BDW ou équivalent



Raidisseurs spéciaux type KTW de BDW



Raidisseurs sur mesure

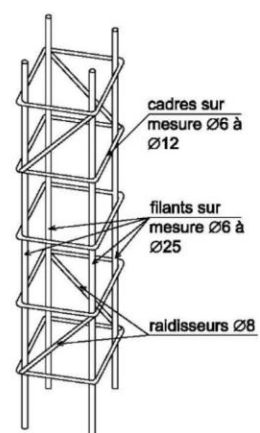
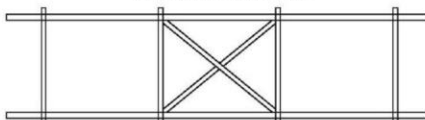


Figure 8

## POUTRELLES RAIDISSEURS

04/2017

Indice 0

Page 8/37

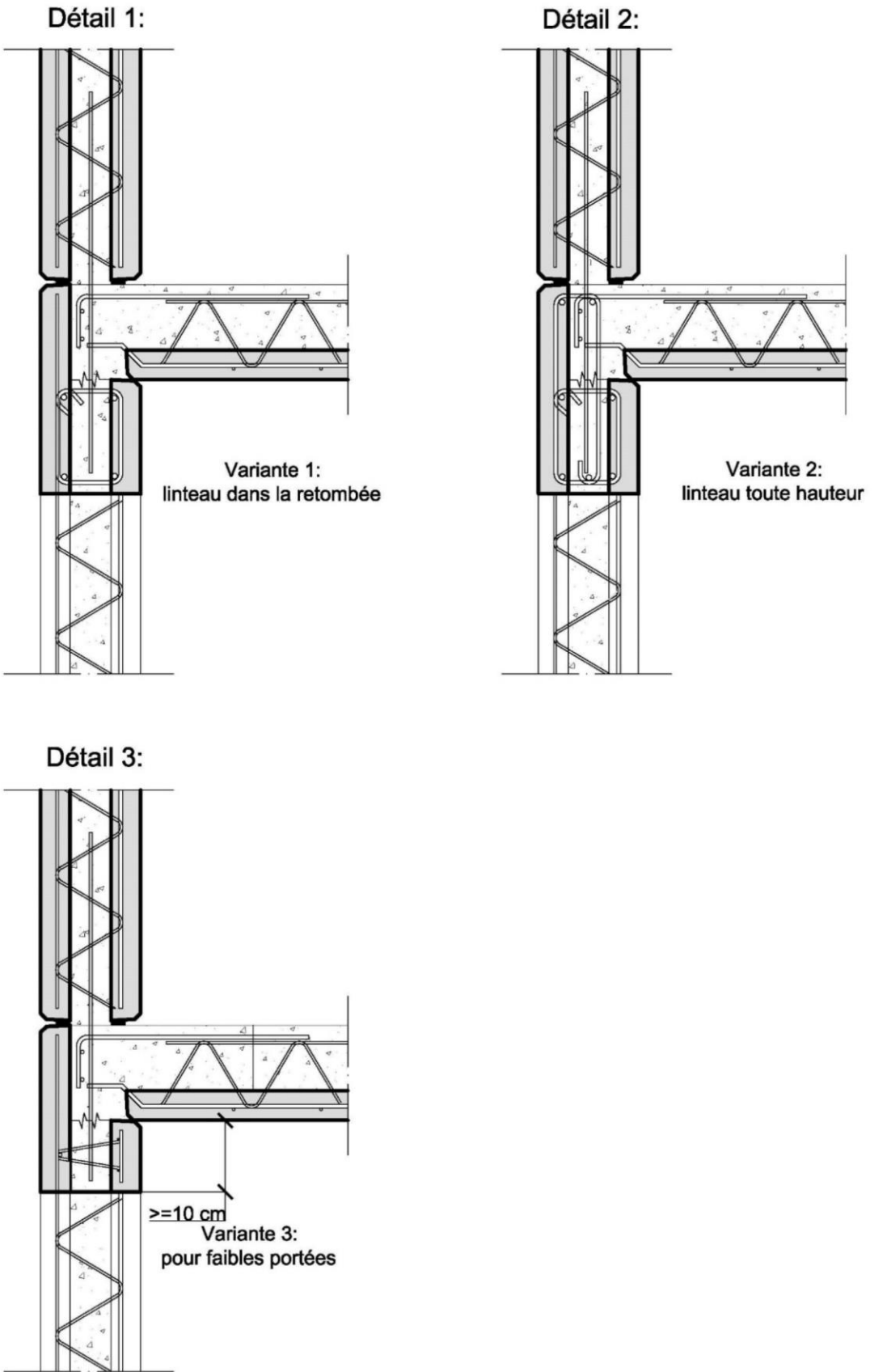


Figure 9

COUPE SUR LINTEAUX INCORPORES

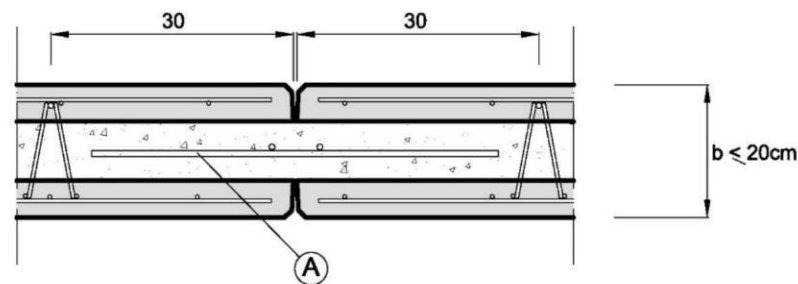
04/2017

Indice 0

Page 9/37

LIAISON JOINT VERTICAL "DROIT"

Détail 1:  
1 lit d'armatures horizontales



Détail 2:  
2 lits d'armatures horizontales

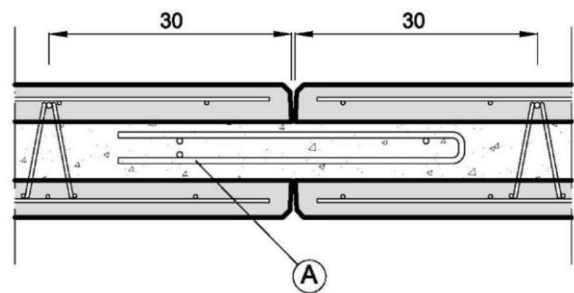


Figure 10

SOLUTIONS LIAISONS VERTICALES ARTICULEES ( 1/2)

04/2017

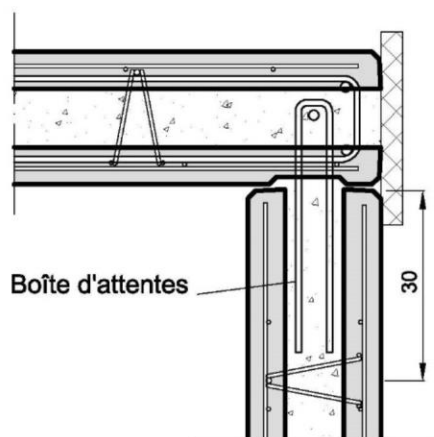
Indice 0

Page 10/37

## LIAISON JOINT VERTICAL "ANGLE"

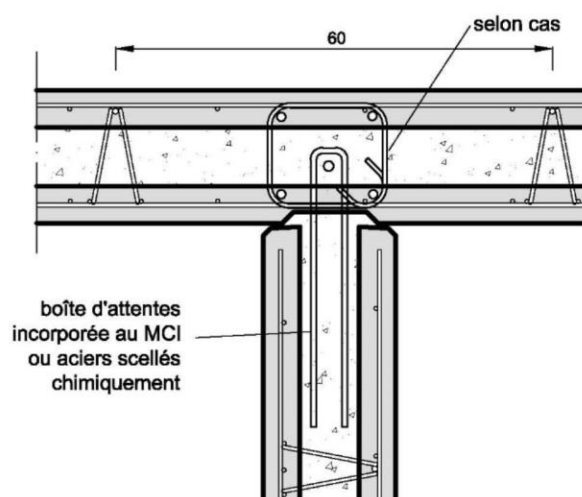
## Détail 1:

liaison par boîte d'attentes



## Détail 2:

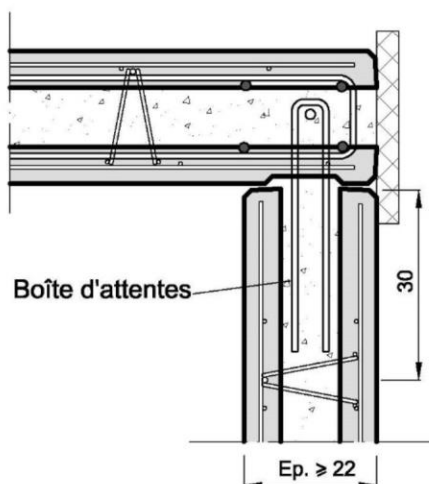
liaison avec boîte d'attentes



Ⓒ Ⓓ aciers à mettre en place sur chantier

## Détail 3:

liaison par boîte d'attentes



Ⓐ treillis soudé ou acier façonné avec filants de montage, à mettre en place sur chantier  
la section de ces armatures est égale à la section des armatures horizontales disposée dans le MCI



Figure 11

SOLUTIONS LIAISONS VERTICALES ARTICULEES ( 2/2)

04/2017

Indice 0

Page 11/37



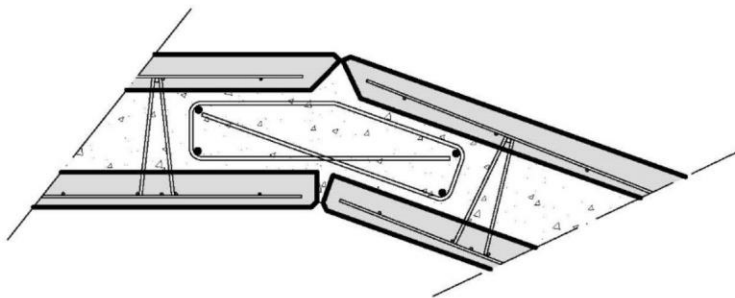


Figure 12

LIAISONS VERTICALES BIAISES ARTICULEES

04/2017

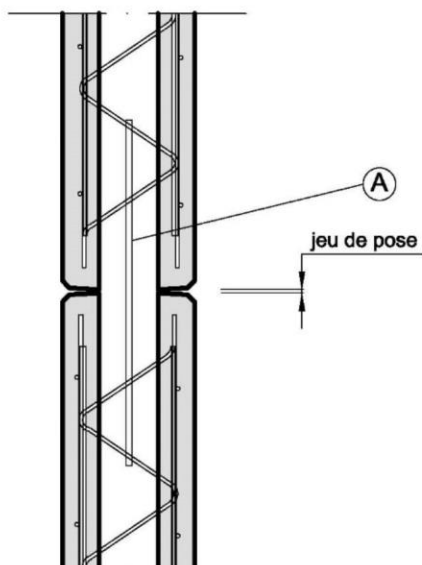
Indice 0

Page 12/37

## LIAISON JOINT HORIZONTAL "DROIT"

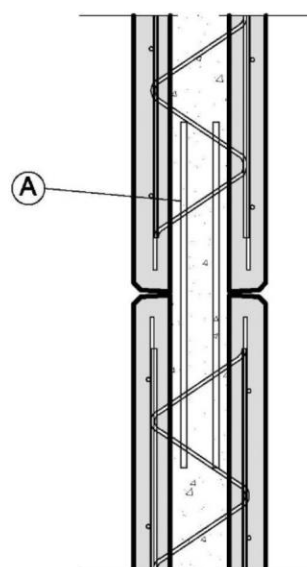
## Détail 1:

1 lit d'armatures verticales



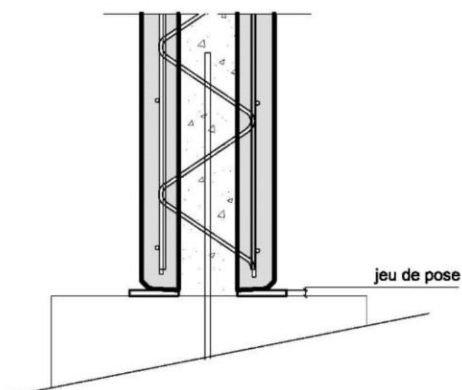
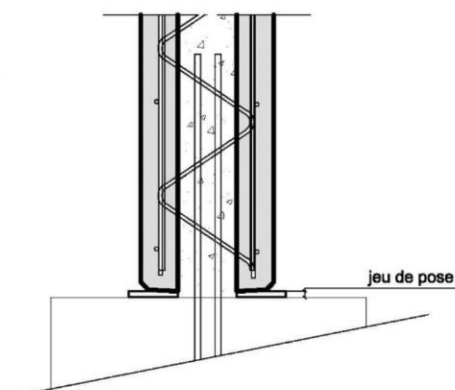
## Détail 2:

2 lits d'armatures verticales

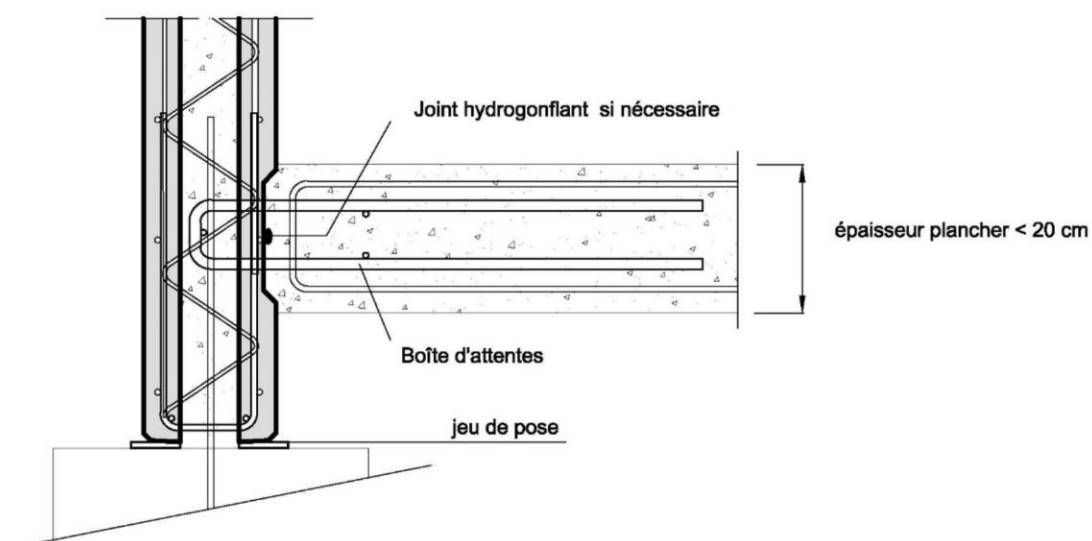


Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier

## LIAISON JOINT HORIZONTAL "EN PIED"

**Détail 1:** 1 lit d'armatures verticales\***Détail 2:** 2 lits d'armatures verticales\*

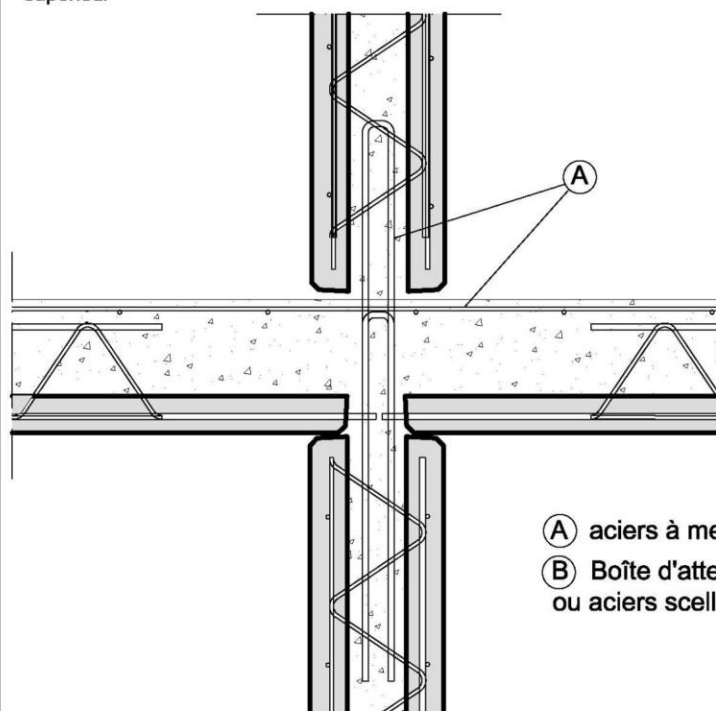
Détails valables sur support coulé en place (fondation,dalle,...)

**Détail 3:** liaison couturée avec un plancher bas

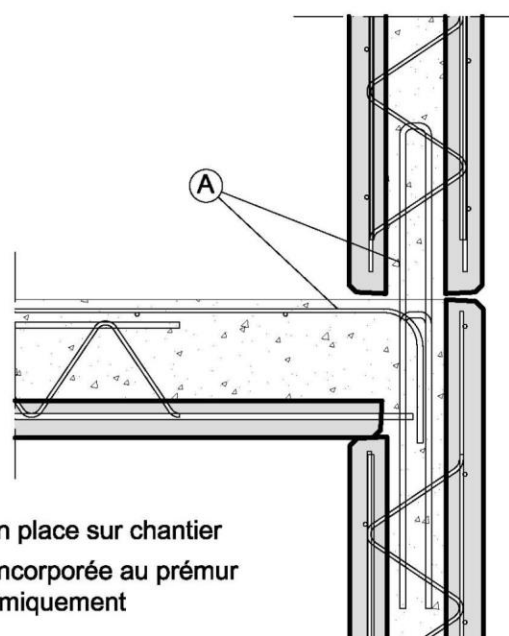
## LIAISON JOINT HORIZONTAL AVEC DALLE

**Détail 1:**

cas d'un appui intermédiaire avec ou sans niveau supérieur

**Détail 2:**

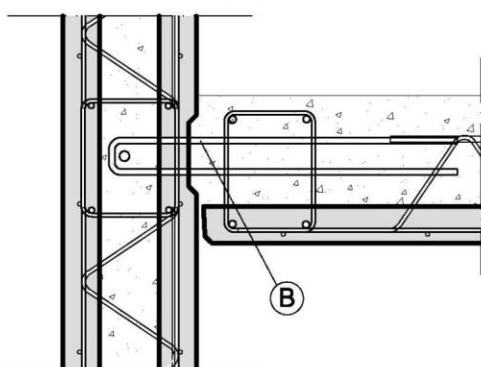
cas d'un appui de rive avec ou sans niveau supérieur



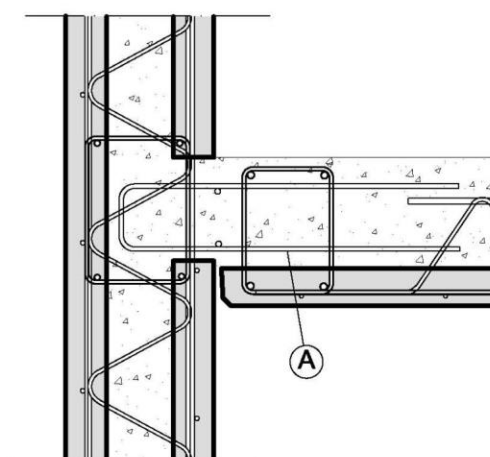
- (A) aciers à mettre en place sur chantier  
 (B) Boîte d'attentes incorporée au précur ou aciers scellés chimiquement

**Détail 3:**

plancher suspendu avec boîte d'attentes (non visé en zone sismique)

**Détail 4:**

plancher suspendu avec armatures mises sur chantier



Les planchers sont représentés avec des prédalles, ils peuvent être coulés en place.

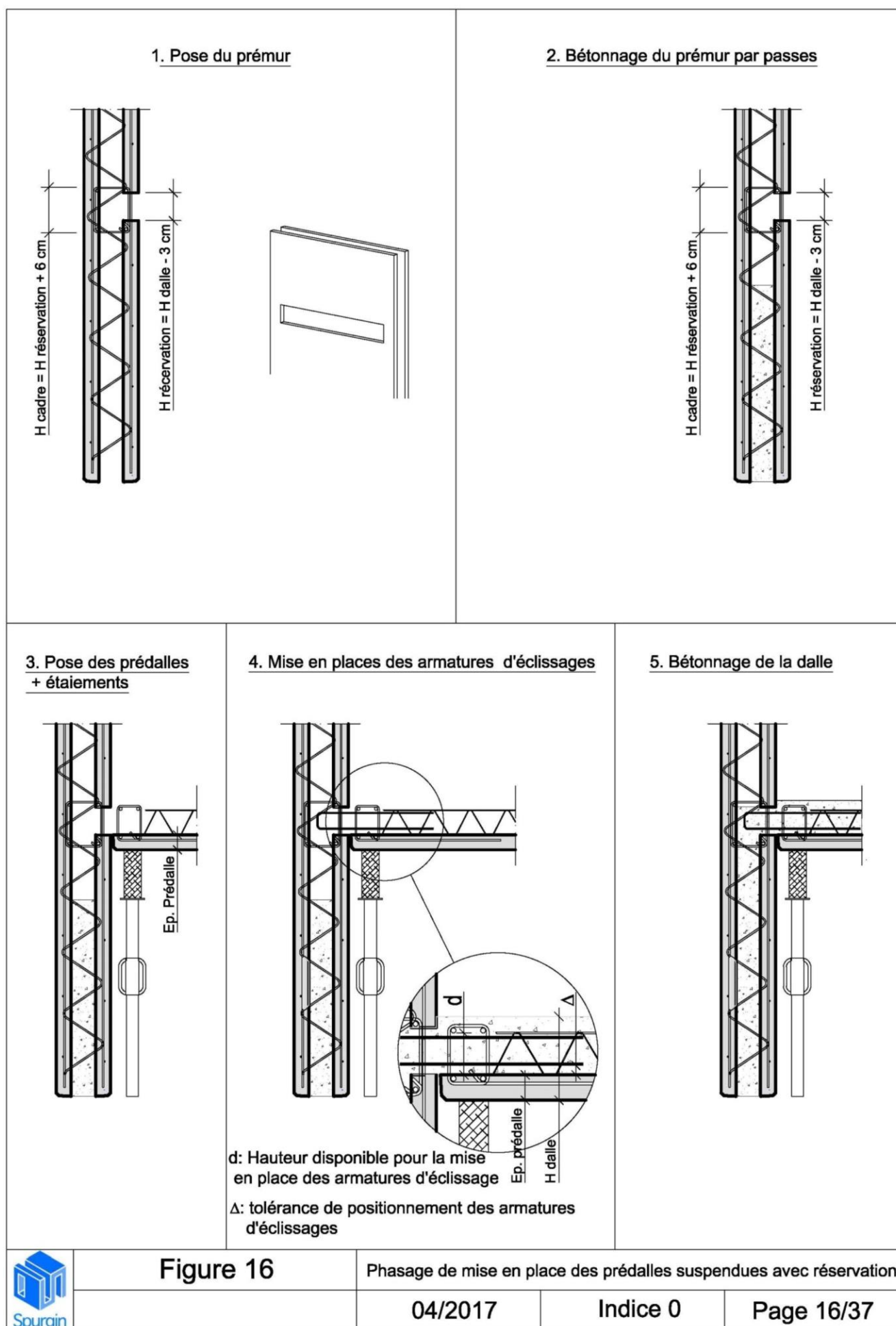
**Figure 15**

SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ARTICULEES (3/3)

04/2017

Indice 0

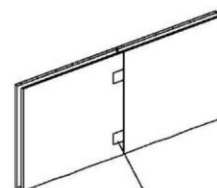
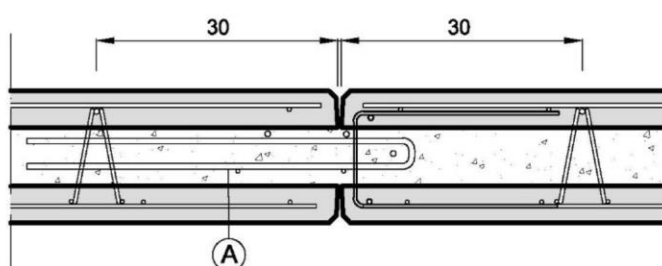
Page 15/37



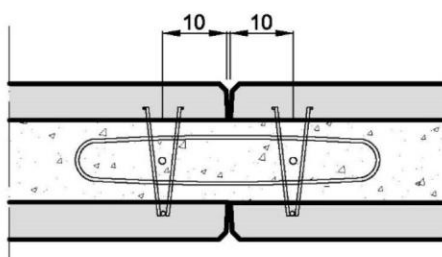
## LIAISON JOINT VERTICAL "DROIT"

## Détail 1:

Liaisons couturée, 2 lits d'armatures horizontales

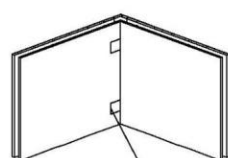
Lumière de tirage  
pour corbeille de liaison

## Détail 2: Liaison Zip Box

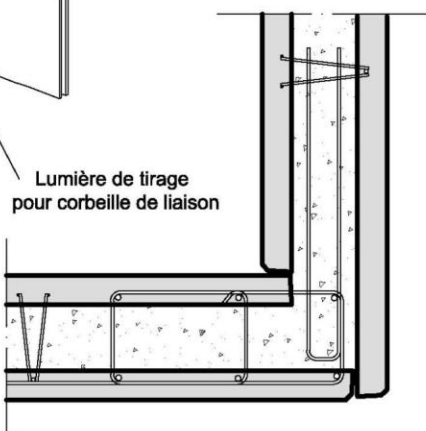


Ⓐ treillis soudé ou acier façonné avec filants de montage, à mettre en place sur chantier  
la section de ces armatures est égale à la section des armatures horizontales disposée dans le MCI

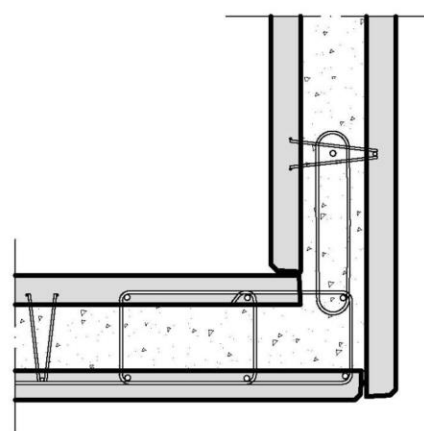
## LIAISON JOINT VERTICAL "ANGLE"



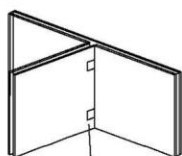
Détail 1:



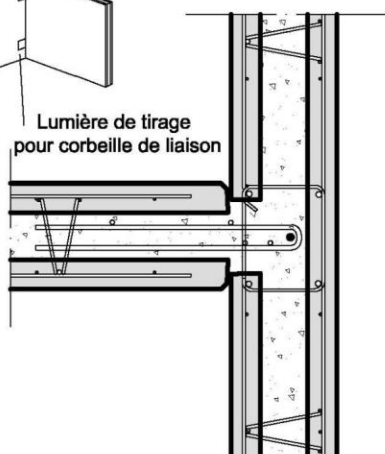
Détail 2: Liaison Zip Box



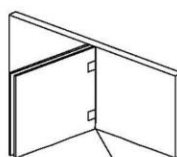
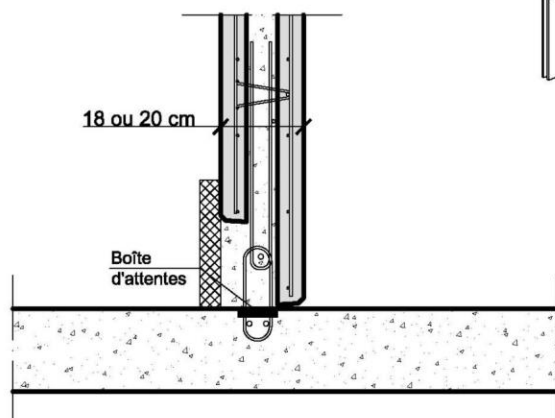
## LIAISON JOINT VERTICAL "INTERSECTION"



Détail 3:

Lumière de tirage  
pour corbeille de liaison

Détail 4:



Détail 5:

$\geq 25$  cm

Lumière de tirage  
pour corbeille de liaison

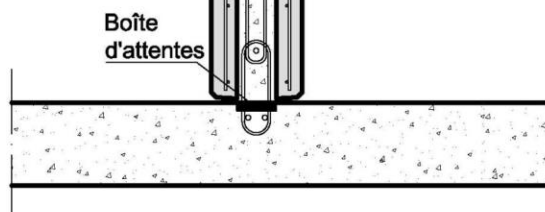


Figure 18

SOLUTIONS LIAISONS VERTICALES COUTUREES

04/2017

Indice 0

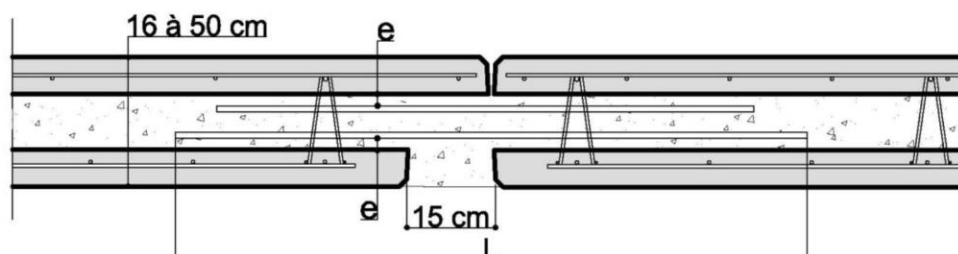
Page 18/37



## LIAISON JOINT VERTICAL "DROIT"

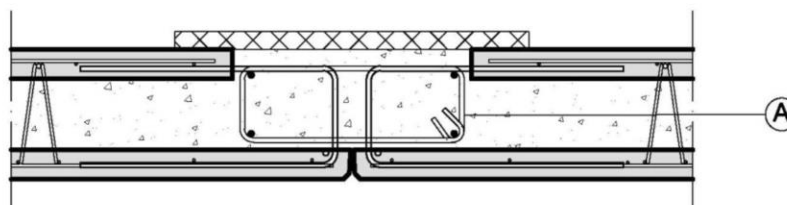
## Détail 1:

enrobage (e) = 2 ou 3 cm selon le cas  
 $88\varnothing + 25 \text{ cm} < L < 132\varnothing + 25 \text{ cm}$



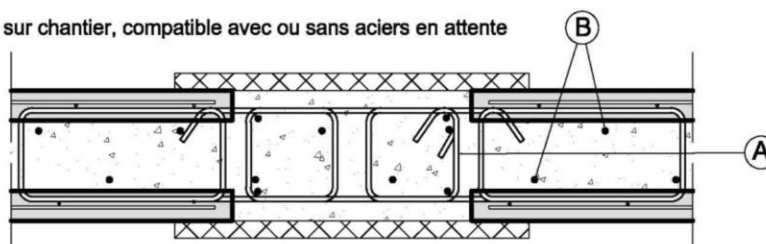
## Détail 2:

solution avec coffrage d'une face sur chantier, compatible avec ou sans aciers en attente



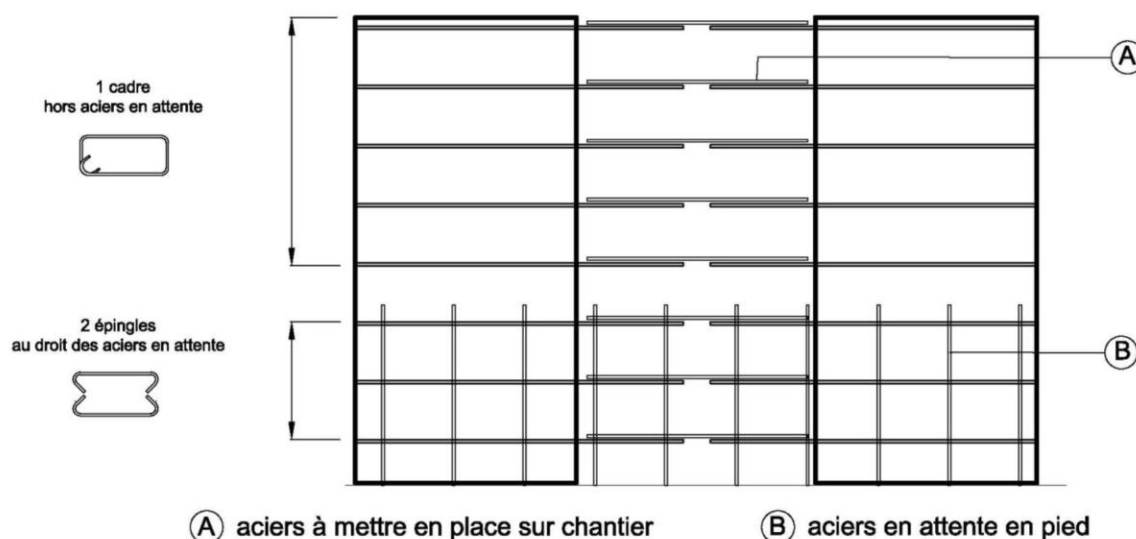
## Détail 3:

solution avec coffrage de deux faces sur chantier, compatible avec ou sans aciers en attente



## Détail 4:

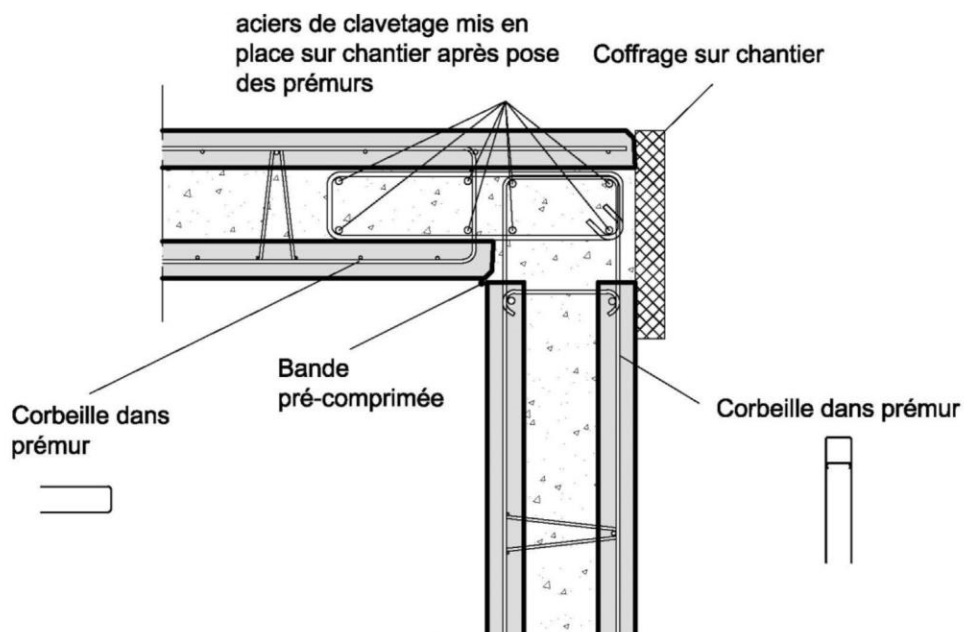
élévation de la répartition des aciers (A)





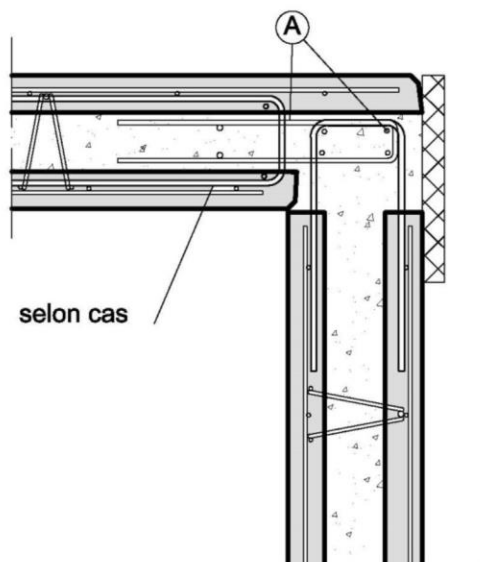
## LIAISON JOINT VERTICAL "ANGLE"

## Détail 1:



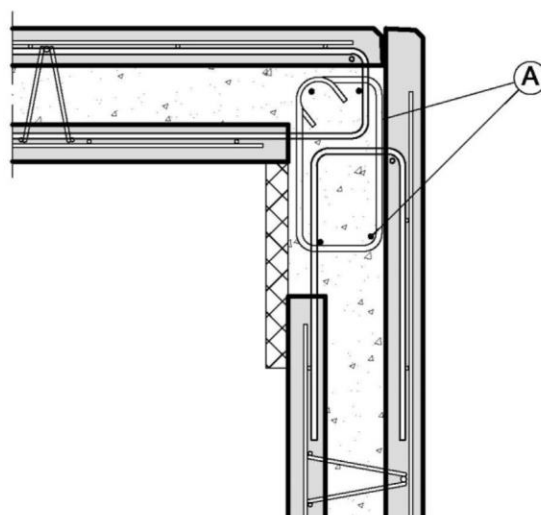
## Détail 2:

solution avec coffrage d'une face extérieure sur chantier, compatible avec ou sans aciers en attente



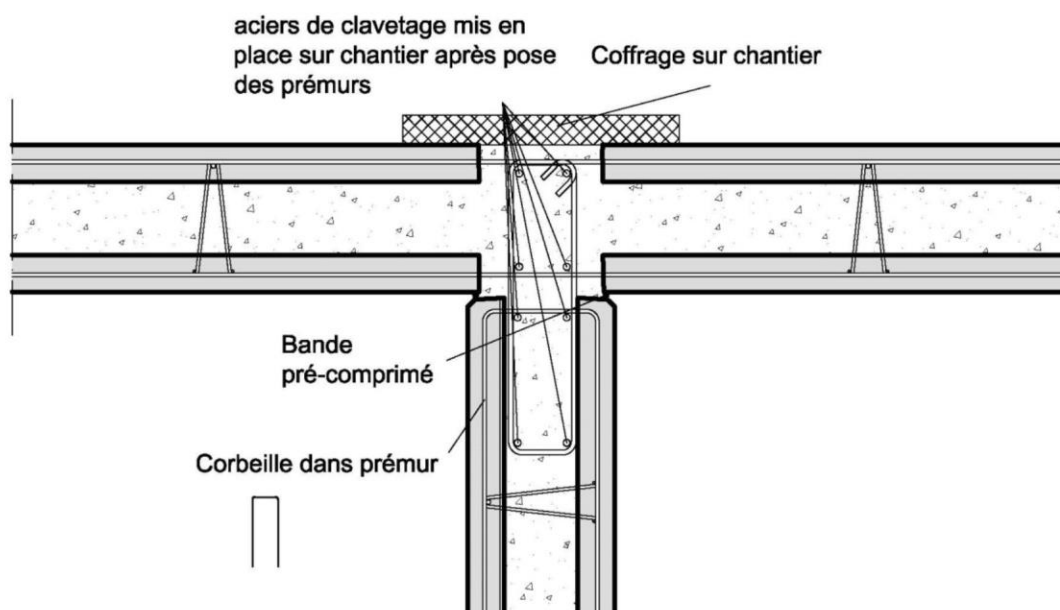
## Détail 3:

solution avec coffrage de la face intérieure sur chantier, compatible avec ou sans aciers en attente

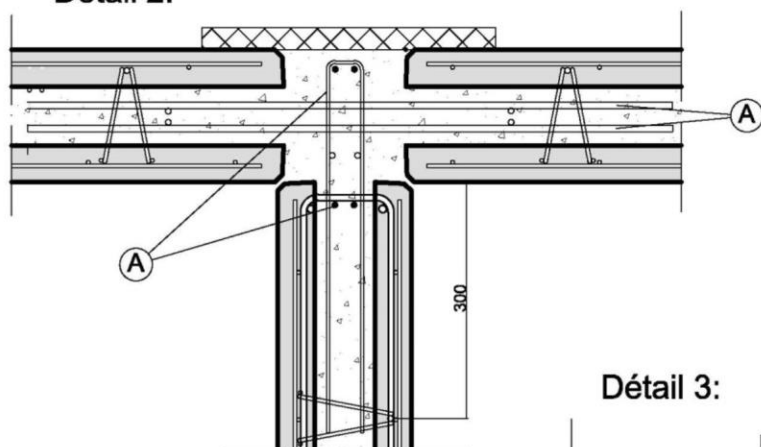


## LIAISON JOINT VERTICAL "INTERSECTION"

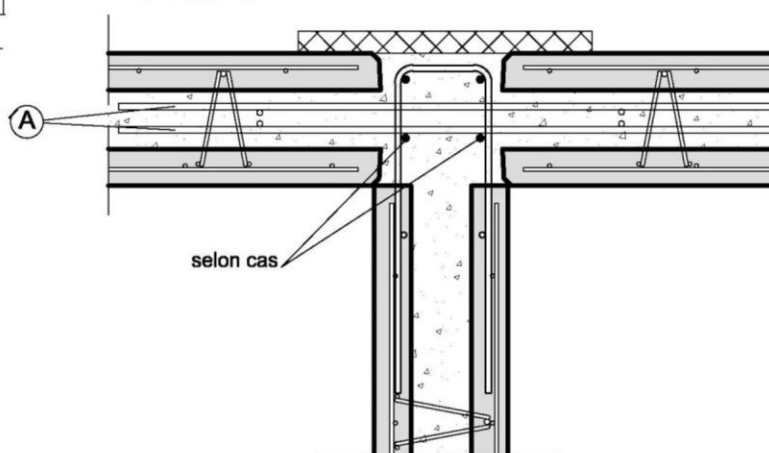
Détail 1:



Détail 2:



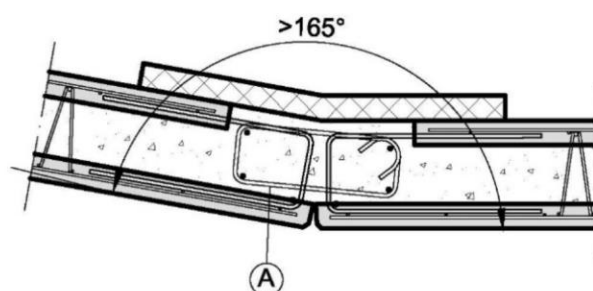
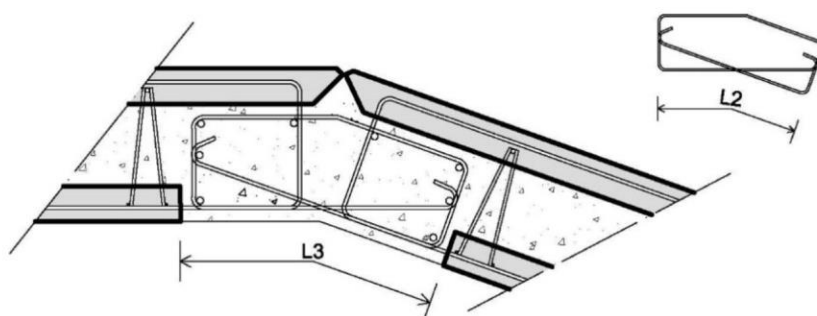
Détail 3:



(A) aciers à mettre en place sur chantier

**Détail 1:**

solution particulière pour les angles supérieurs à 165°

**Détail 2**

$$L2 \geq 32\varnothing + 14 \text{ cm}$$

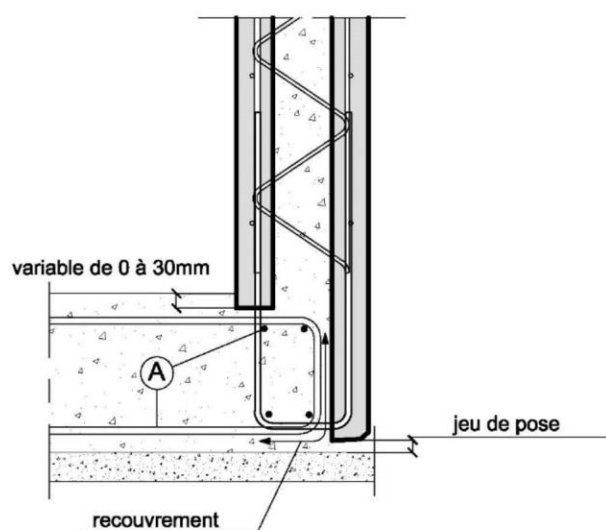
$$L3 = L2 + 5 \text{ cm}$$

Ø	8	10	12	14	16
L2	40	46	53	59	66
L3	45	51	58	64	71

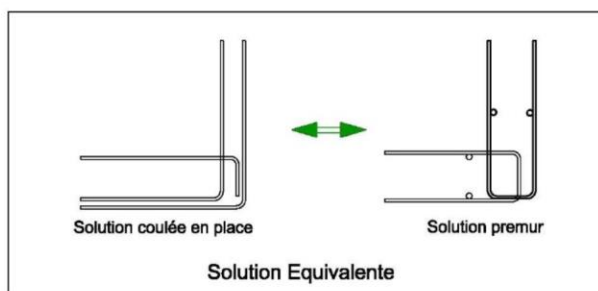
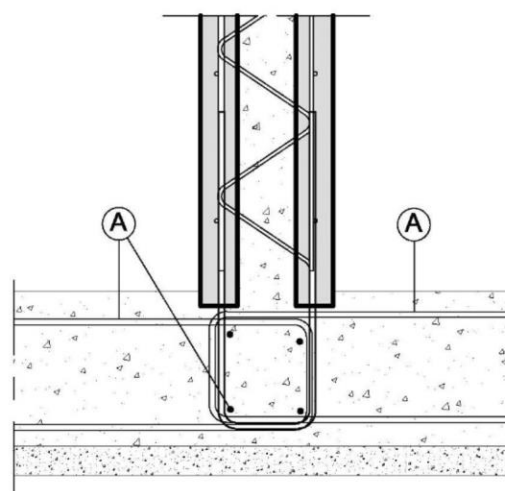
## LIAISON JOINT HORIZONTAL "EN PIED" ARMATURES INTEGREES

**Détail 1:**

MCI de rive ou semelle excentrée

**Détail 2:**

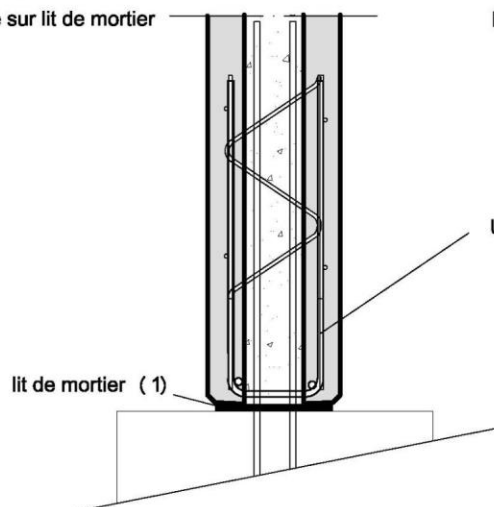
MCI de refend ou semelle centrée



## LIAISON JOINT HORIZONTAL "EN PIED" ARMATURES EN ATTENTES

**Détail 1:**

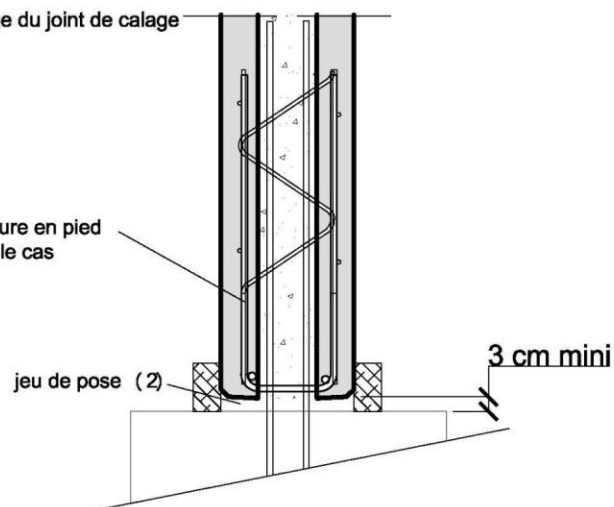
Pose sur lit de mortier



lit de mortier (1)

**Détail 2:**

Remplissage du joint de calage



jeu de pose (2)

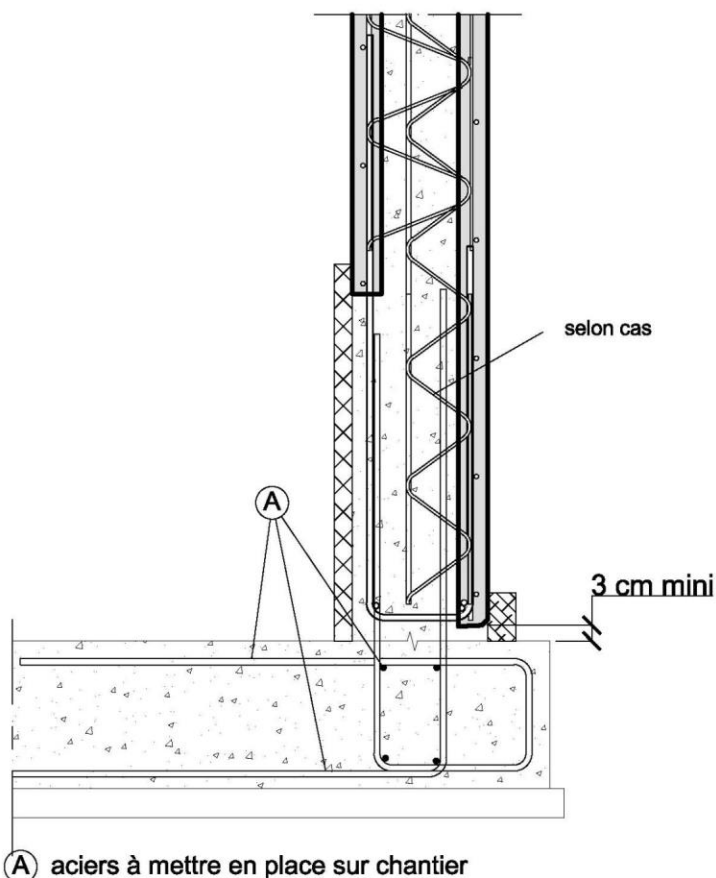
3 cm mini

(1) pose des prémurs sur un lit de mortier d'épaisseur 20mm et de résistance au moins égale à 25 MPa

(2) un soin particulier doit être apporté au remplissage des joints de calage en pied (30mm) et à la mise en place d'un système empêchant les fuites de laitance (bastaing par exemple)

**Détail 3:**

Coffrage d'une face sur chantier\*



selon cas

3 cm mini

(A) aciers à mettre en place sur chantier

**Figure 24**

SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES TYPE B

04/2017

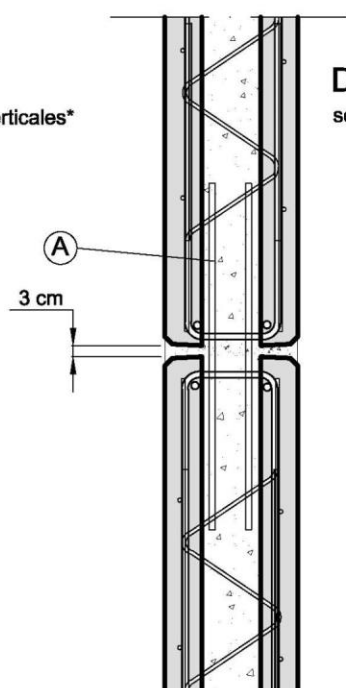
Indice 0

Page 24/37

## LIAISON JOINT HORIZONTAL "DROIT"

## Détail 1:

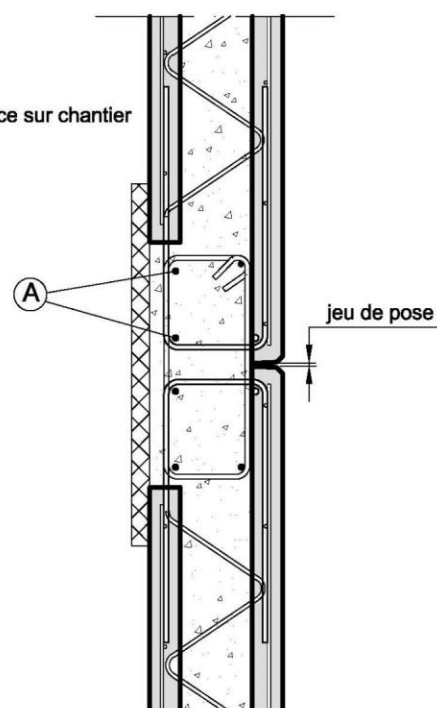
2 lits d'armatures verticales\*



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier

## Détail 2:

solution avec coffrage d'une face sur chantier

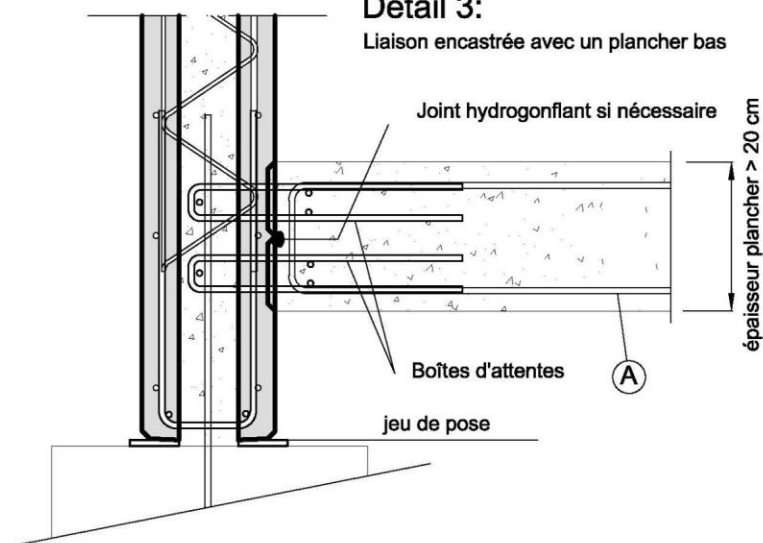


un soin particulier devra être apporté au remplissage des joints de calage en pied et à la mise en place d'un système empêchant les fuites de laitance (bastaing par exemple), gage du bon fonctionnement de l'encastrement

## LIAISON JOINT HORIZONTAL AVEC DALLE

## Détail 3:

Liaison encastrée avec un plancher bas



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier



Figure 25

SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES ( 1/2)

04/2017

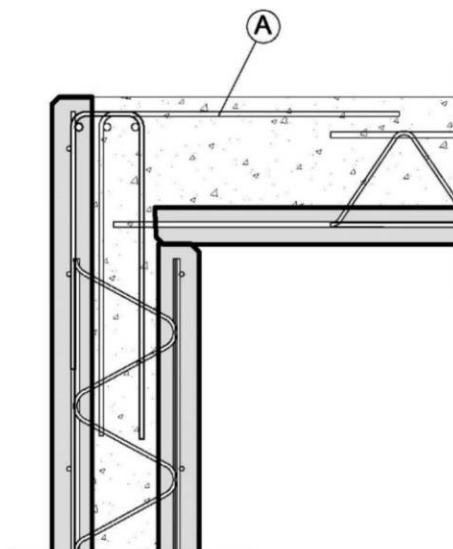
Indice 0

Page 25/37



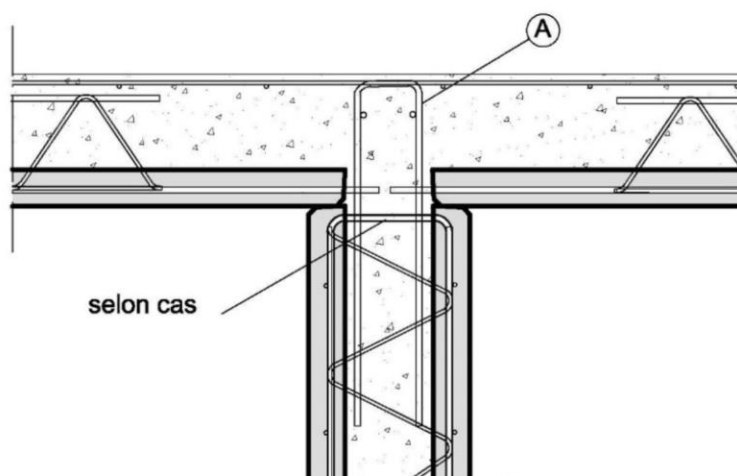
## LIAISON HORIZONTALE EN RIVE DE DALLE

**Détail 1:**  
cas d'un appui de rive



## LIAISON HORIZONTALE MUR INTERMEDIAIRE AVEC DALLE

**Détail 2:**  
cas d'un appui intermédiaire



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier

Les planchers sont représentés avec des prédalles, ils peuvent être coulés en place.



**Figure 26**

SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES ( 2/2)

04/2017

Indice 0

Page 26/37

Le prémur d'épaisseur 16 cm est basé sur le même concept que les prémurs courants. Ce prémur a des épaisseurs de peaux réduites 4,5 cm et 5 cm.  
 Étant donné la limitation sur l'enrobage de ce type de prémur, son emploi n'est pas possible dans les zones nécessitant un enrobage supérieur à 3 cm avec un béton classique type C25/30.

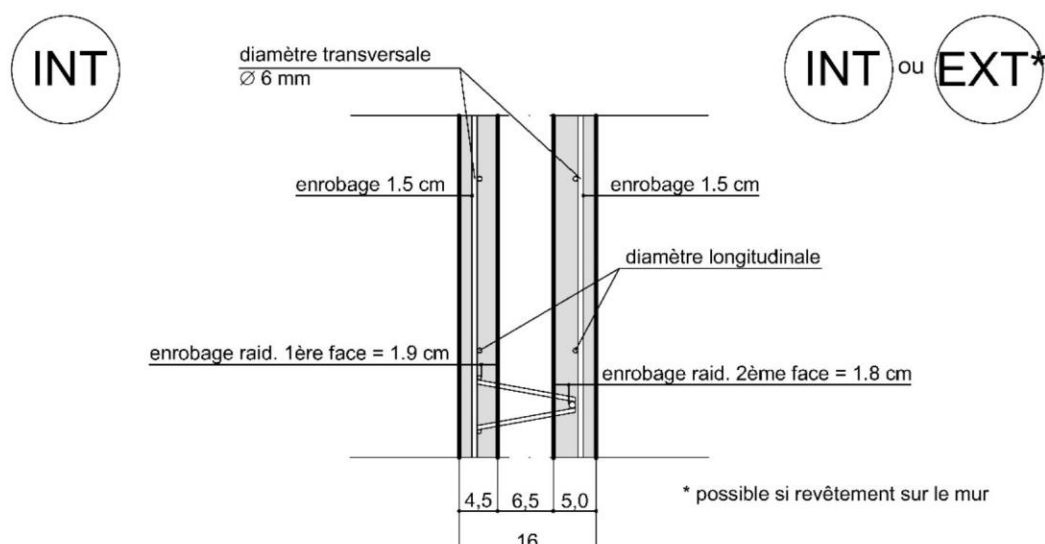


Figure 27

PREMUR DE 16 CM D'ÉPAISSEUR

04/2017

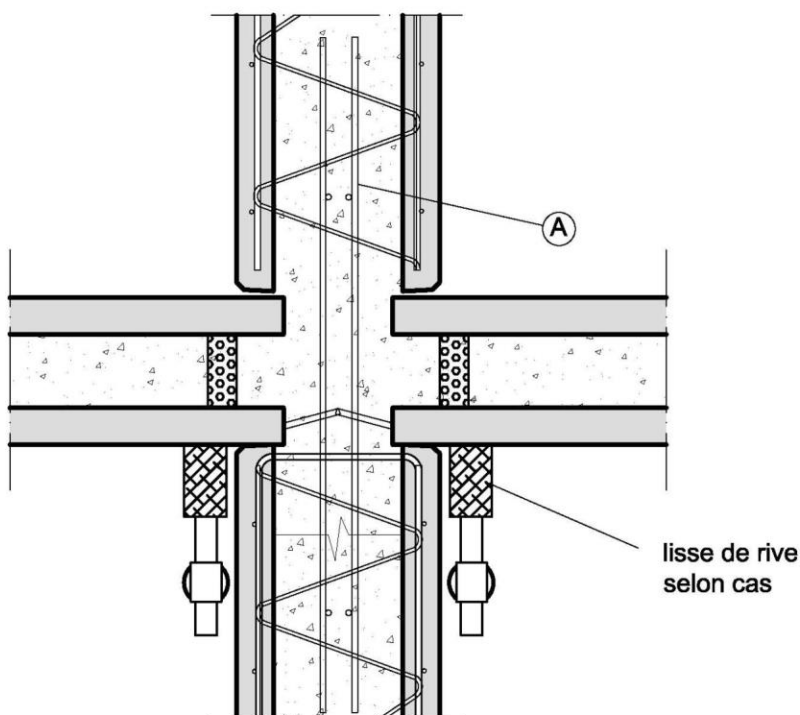
Indice 0

Page 27/37

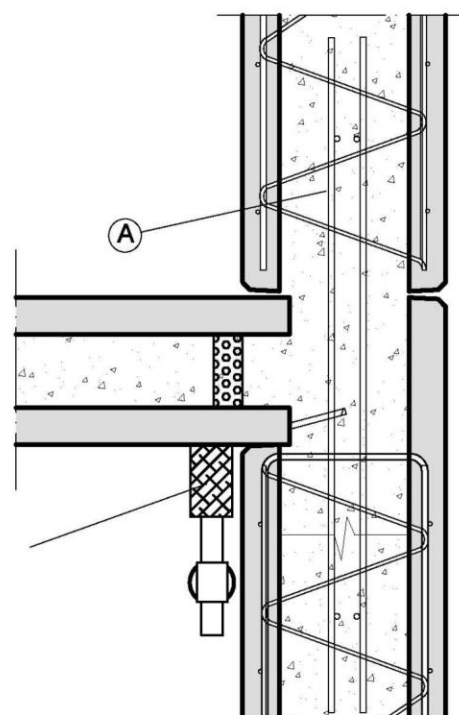


**Détail 1:**

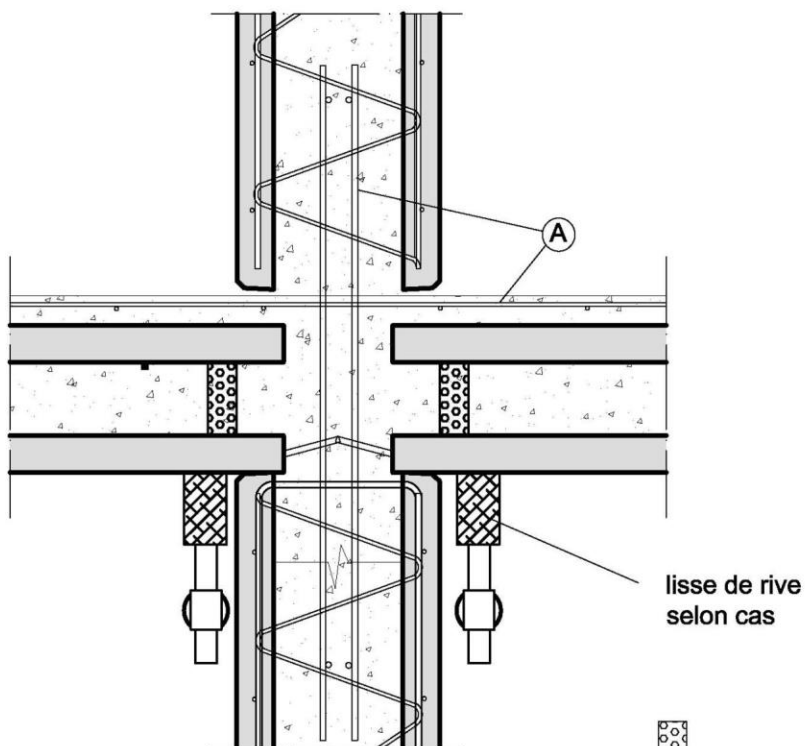
cas d'un appui intermédiaire d'une DA sans table de compression avec ou sans niveau supérieur

**Détail 2:**

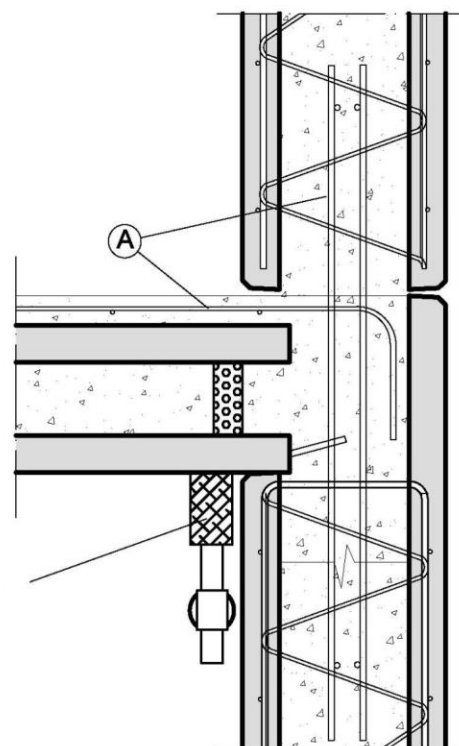
cas d'un appui rive d'une DA sans table de compression avec ou sans niveau supérieur

**Détail 3:**

cas d'un appui intermédiaire d'une DA avec table de compression avec ou sans niveau supérieur

**Détail 4:**

cas d'un appui rive d'une DA avec table de compression avec ou sans niveau supérieur



(A) aciers à mettre en place sur chantier



Obturation des alvéoles



**Figure 28**

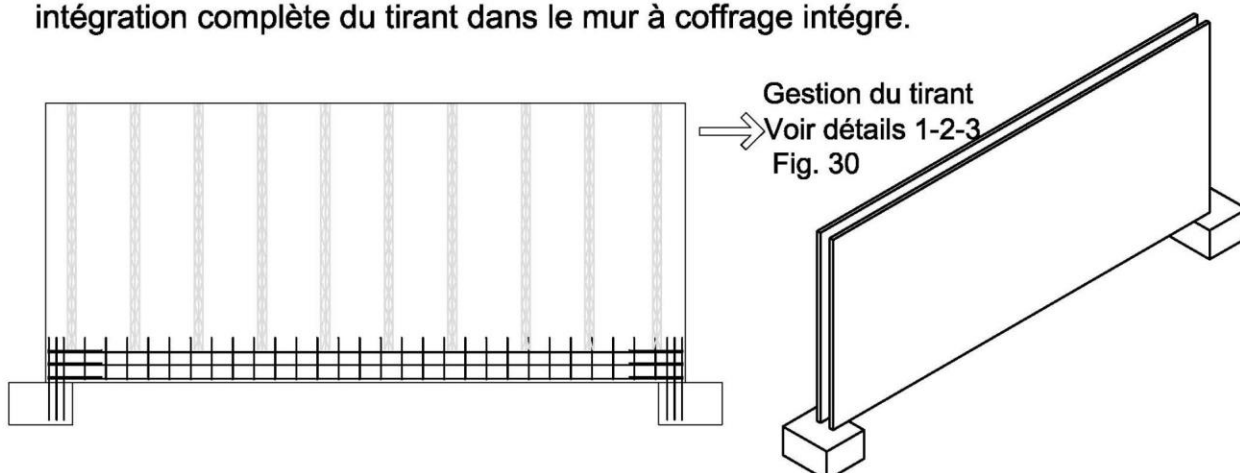
**SOLUTION DALLE ALVEOLEE AVEC REPOS D'APPUI**

04/2017

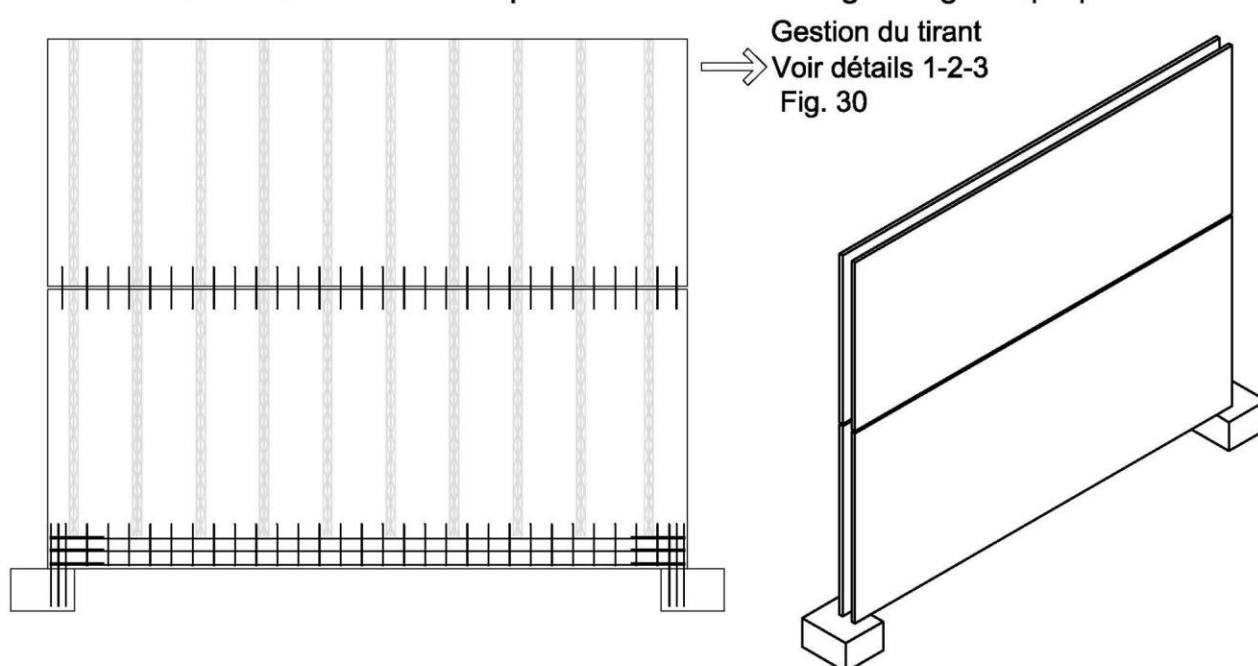
Indice 0

Page 28/37

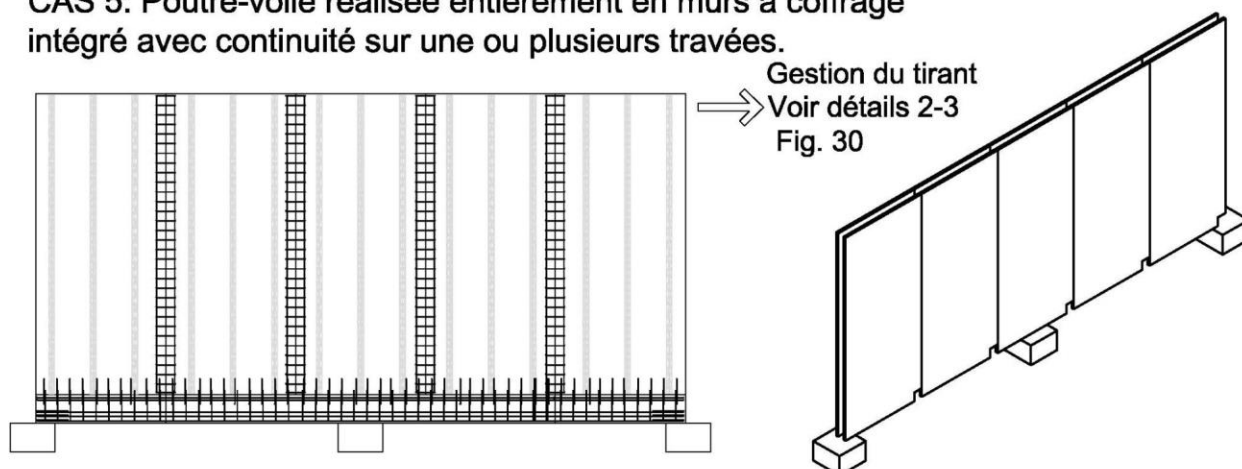
**CAS 1 : Poutre-voile réalisée en un seul tenant avec intégration complète du tirant dans le mur à coffrage intégré.**



**CAS 2: Poutre-voile réalisée en plusieurs murs à coffrage intégré superposés.**



**CAS 5: Poutre-voile réalisée entièrement en murs à coffrage intégré avec continuité sur une ou plusieurs travées.**



**Figure 29**

POUTRES VOILES SANS PLANCHER INFÉRIEUR SUSPENDU

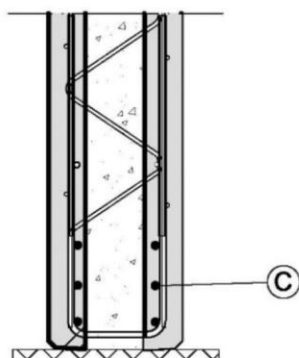
04/2017

Indice 0

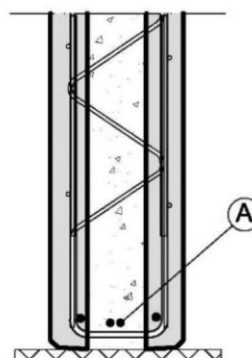
Page 29/37

**Détail 1:**

Tirant intégré au MCI dans les deux parois  
sans joint vertical

**Détail 2:**

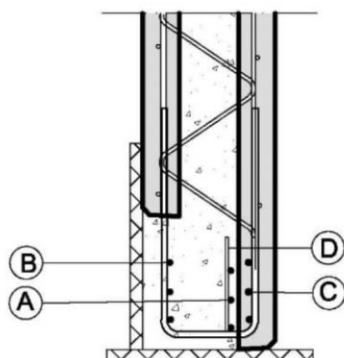
Tirant intégré au MCI avec joint vertical (\*) et  
sans décalage de parois



(A) éclisses au droit des joints verticaux

**Détail 3:**

Tirant intégré au MCI avec joint vertical (\*)  
et décalage de parois



- (A) éclisses au droit des joints verticaux
- (B) armatures du tirant mises en oeuvre sur chantier, toute longueur
- (C) armatures du tirant intégrées dans la paroi
- (D) acier de montage
- (E) armatures verticales en attente

\* Dans le cas de présence de joint vertical, les assemblages sont effectués conformément aux détails de liaison verticale droite

**Figure 30**

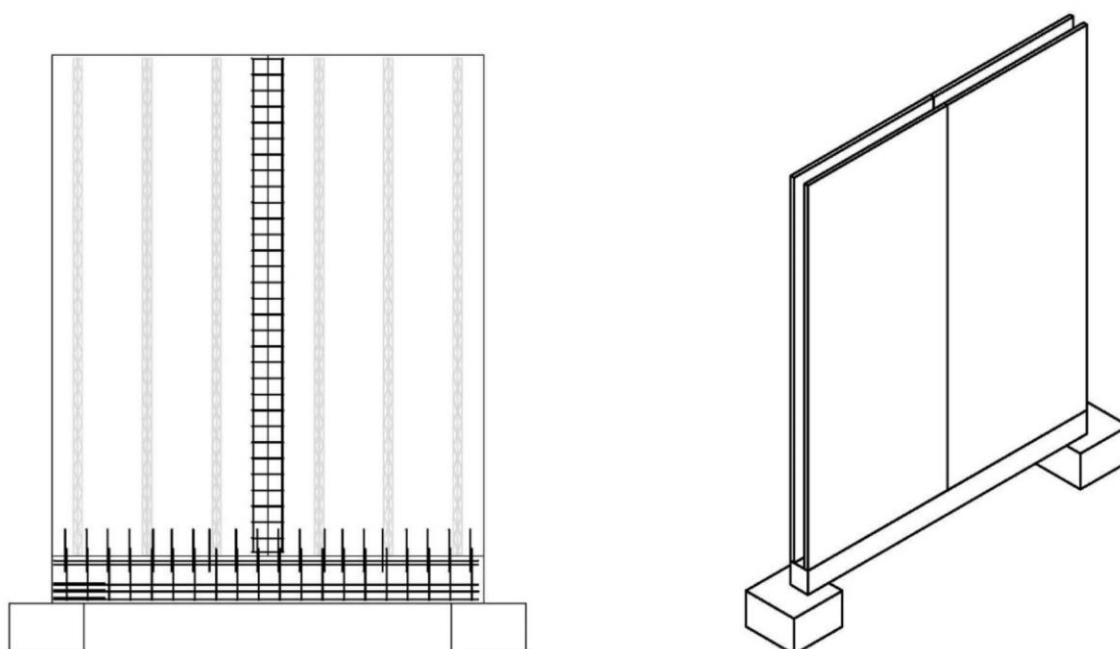
POUTRES VOILES SANS PLANCHER INFÉRIEUR SUSPENDU

04/2017

Indice 0

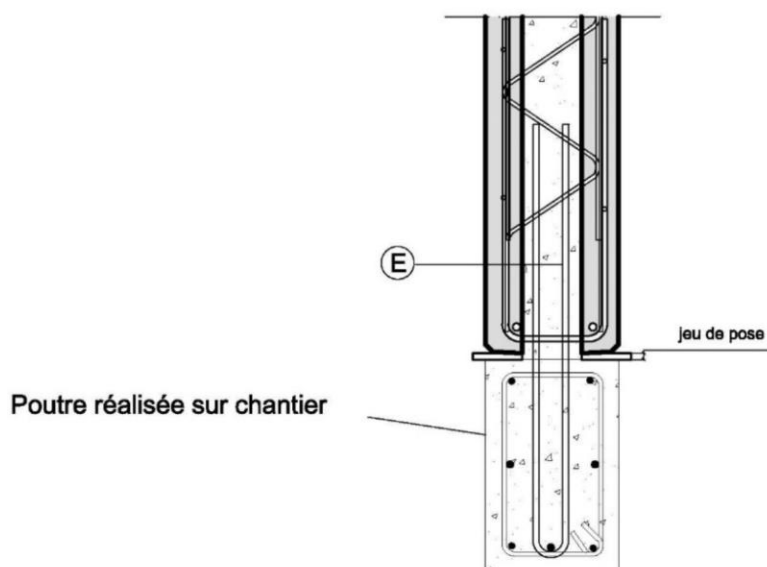
Page 30/37

## CAS 3: Poutre-voile en plusieurs parties



## Détail 4:

Tirant réalisé sur chantier



(E) armatures verticales en attente

\* Dans le cas de présence de joint vertical, les assemblages sont effectués conformément aux détails de liaison verticale droite



Figure 31

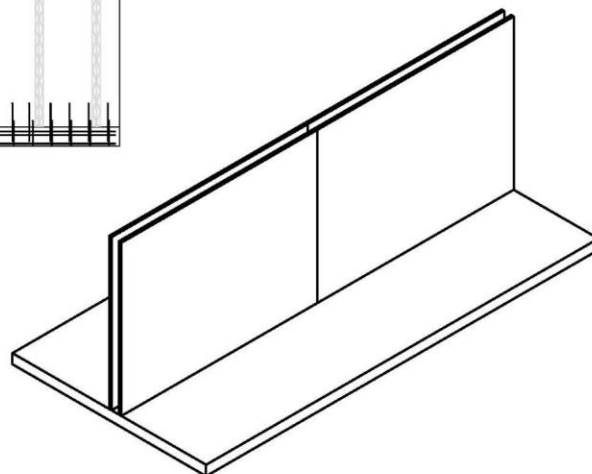
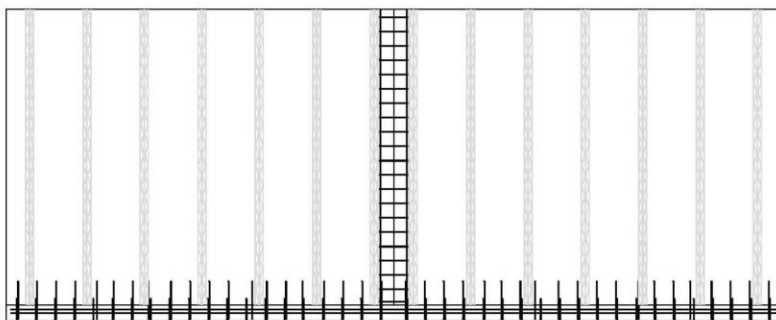
POUTRES VOILES SANS PLANCHER INFÉRIEUR SUSPENDU

04/2017

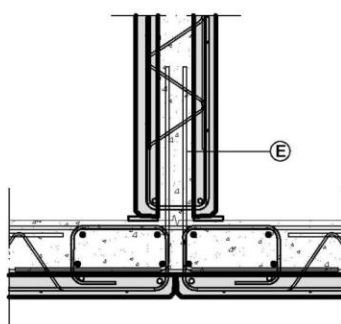
Indice 0

Page 31/37

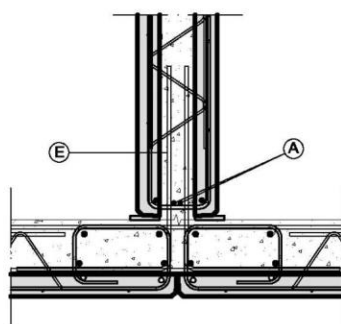
## CAS 4: Poutre-voile reprenant la dalle inférieure

**Détail 1:**

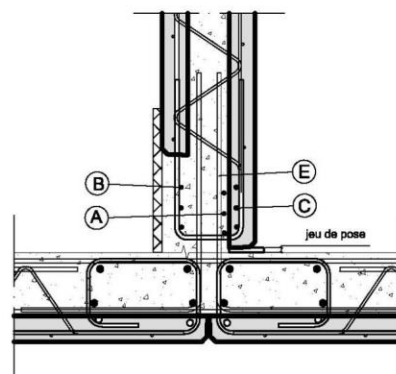
Tirant intégré dans le plancher inférieur

**Détail 2:**

Tirant intégré dans le plancher inférieur et le MCI avec ou sans joint vertical (\*) et sans décalage de parois

**Détail 3:**

Tirant intégré dans le plancher inférieur et le MCI avec joint vertical (\*) et sans décalage de parois



- (A) éclisses au droit des joints verticaux
- (B) armatures du tirant mises en oeuvre sur chantier, toute longueur
- (C) armatures du tirant intégrées dans la paroi
- (E) armatures verticales et de suspensoir en attente

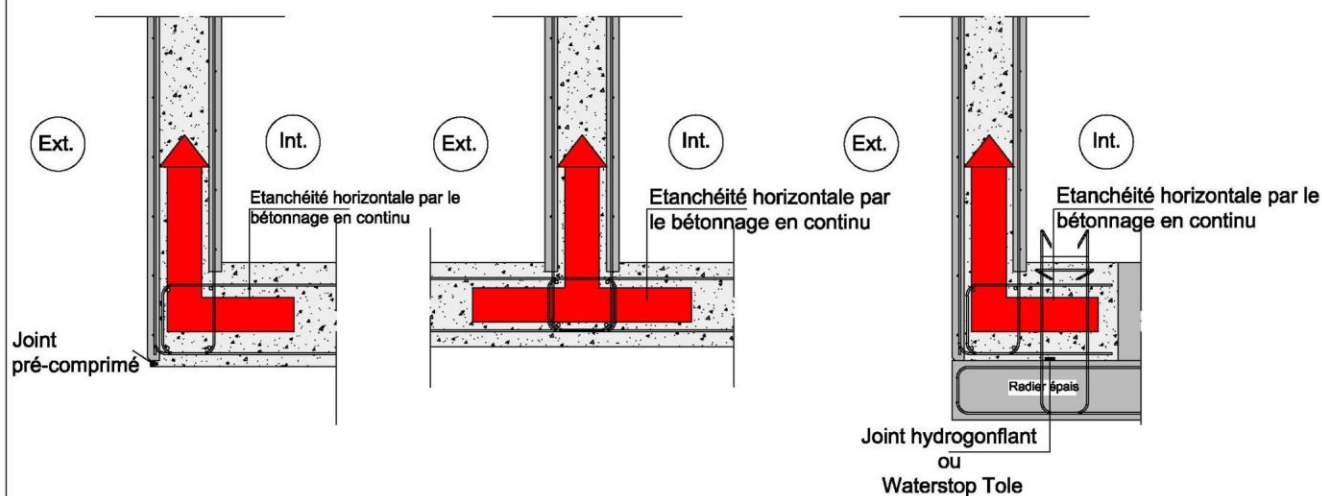
\* Dans le cas de présence de joint vertical, les assemblages sont effectués conformément aux détails de liaison verticale droite



## Définition du plan d'étanchéité

Ce dernier est assuré par le coulage en continu du moyau du prémur (70 cm/h) et du radier.  
De plus les joints physique entre les panneaux sont couturés.

### TRAITEMENT DU PLAN HORIZONTAL



### TRAITEMENT DU PLAN VERTICAL

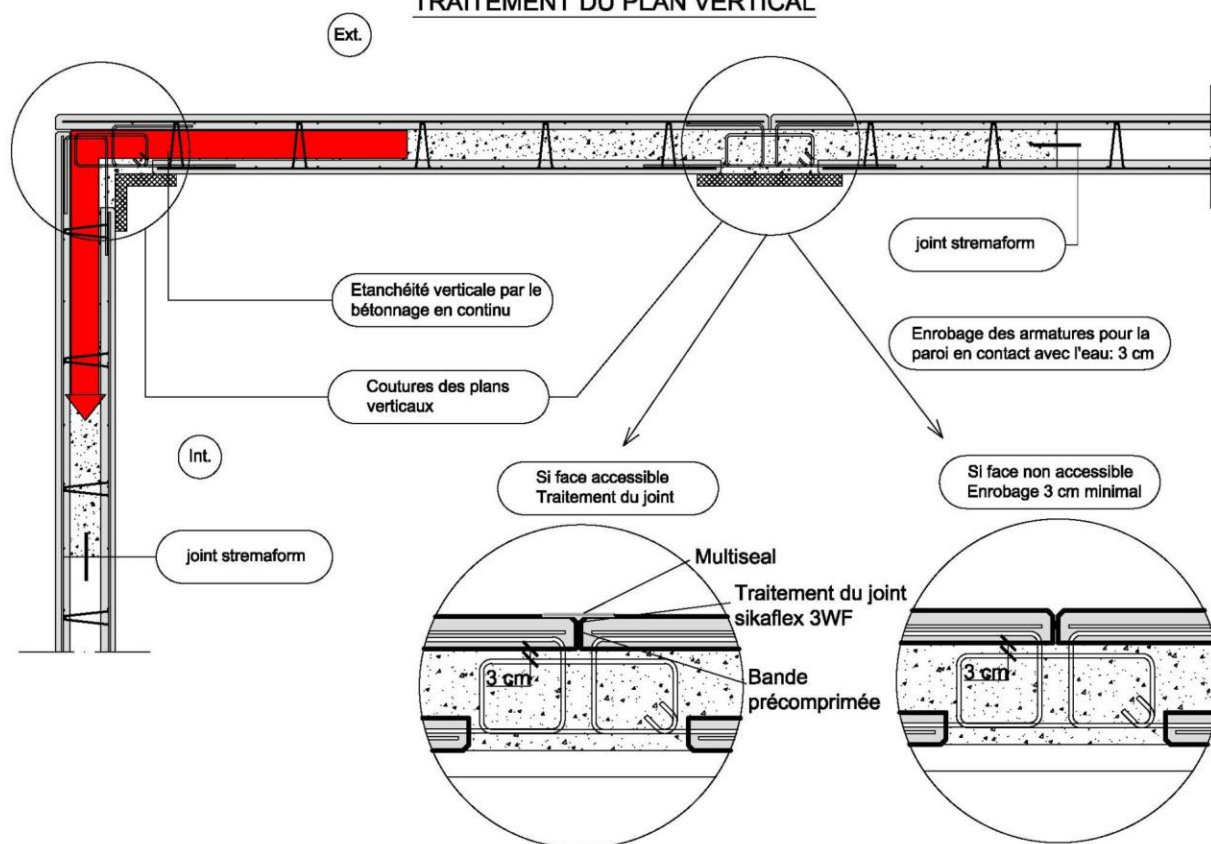


Figure 33

ETANCHEITE D'UN MUR D'EPAISSEUR 25 CM

04/2017

Indice 0

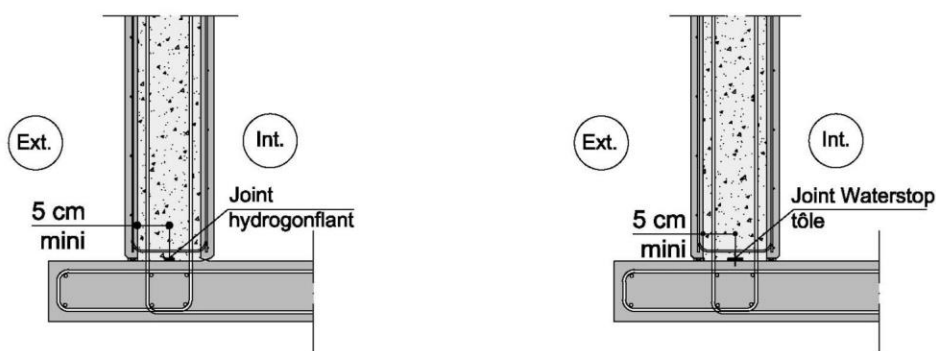
Page 33/37

## Définition du plan d'étanchéité

La reprise de bétonnage du plan horizontal est assurée par la mise en oeuvre d'un joint hydrogonflant ou d'un joint waterstop en tête

Les plans verticaux sont garantis par la mise en place de coutures dans les zones du joint physique entre panneaux et du bétonnage en continu dans ces zones. Les reprises de bétonnage sont effectuées en zone centrale des prémurs et sont réalisées à l'aide de joint waterstop en tête.

### TRAITEMENT DU PLAN HORIZONTAL



### TRAITEMENT DU PLAN VERTICAL

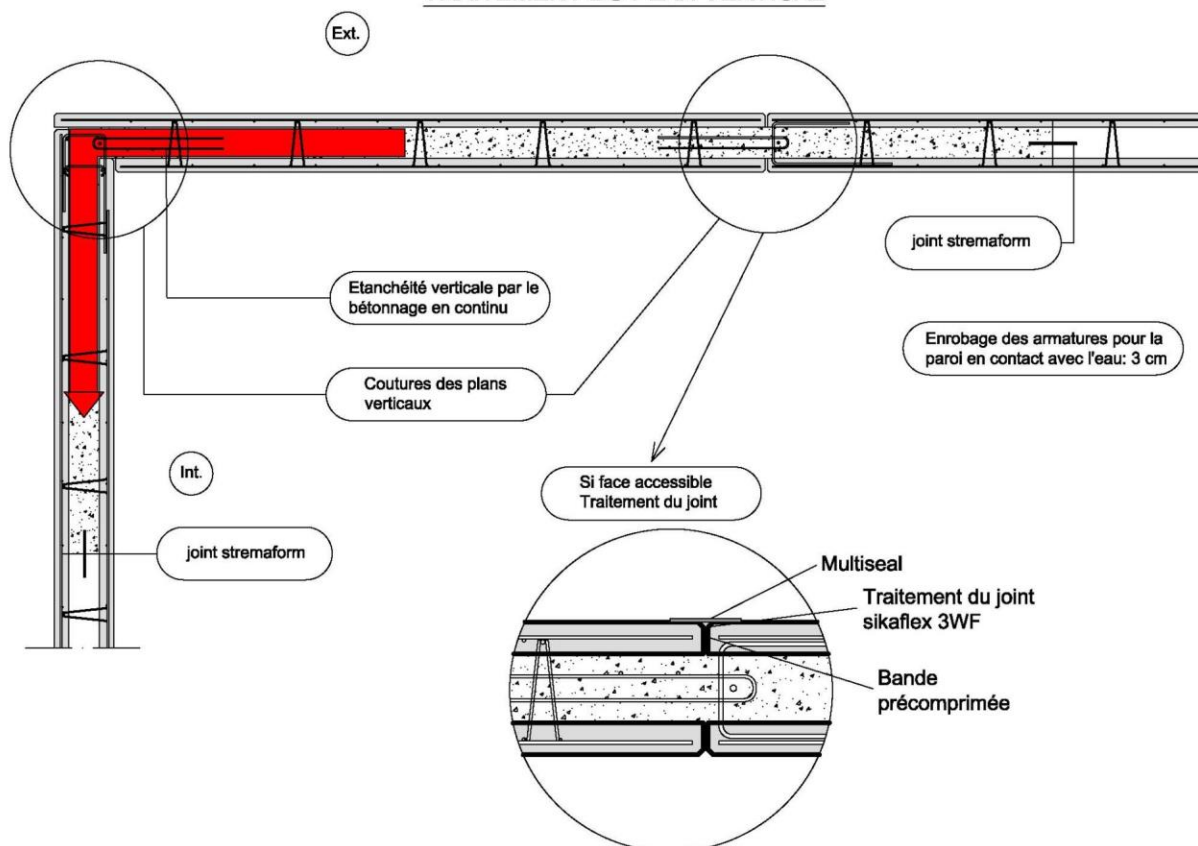


Figure 34

ETANCHEITE D'UN MUR D'EPAISSEUR 30 CM

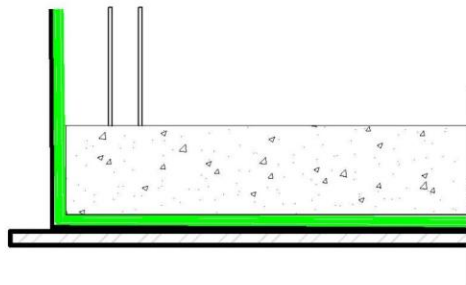
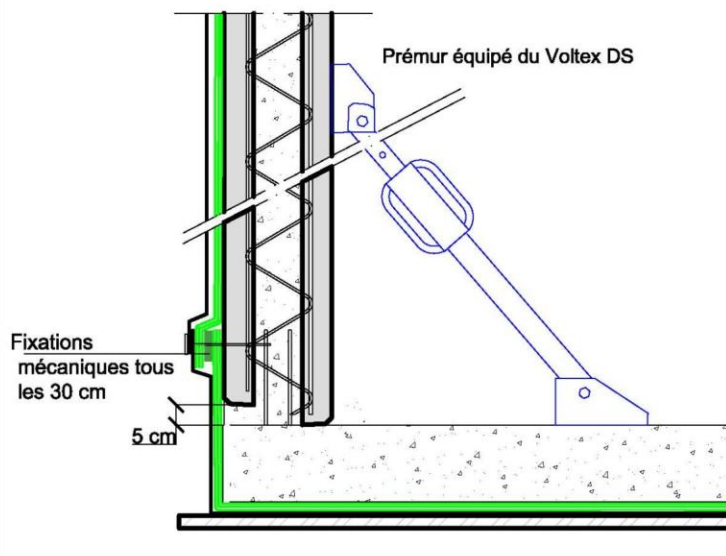
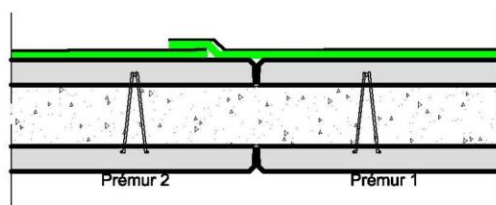
04/2017

Indice 0

Page 34/37

## SOLUTION AVEC ACCES A LA PAROI

Phase 1 : Mise en place du Voltex DS sous radier

Phase 2 : Mise en place du Voltex DS  
Traitement du Raccord Radier / PremurPhase 3 : Traitement des recouvrements verticaux  
Mettre en place les prémurs et couler le béton.  
Les recouvrements verticaux seront traités ultérieurement.

Phase 4 : Fermeture des recouvrements

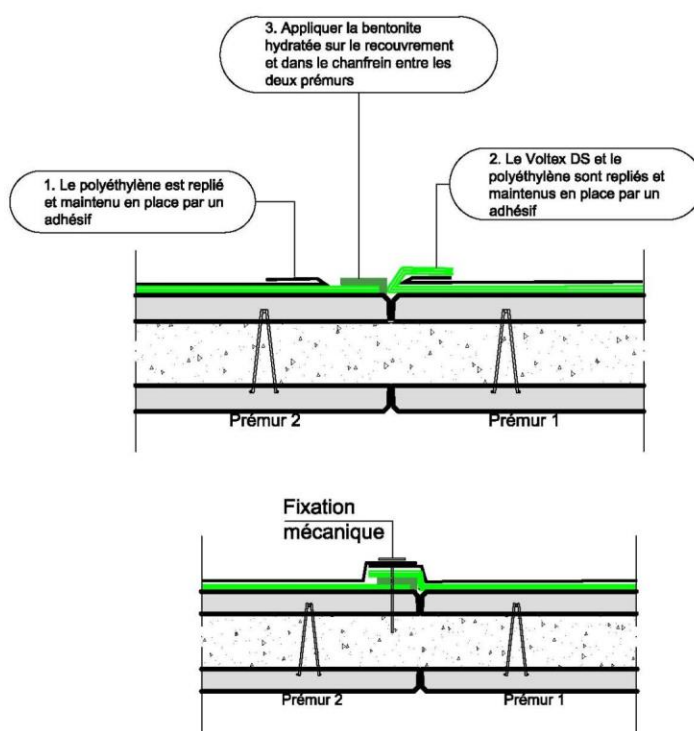


Figure 35

PLAN D'ETANCHEITE AVEC VOLTEX DS INTEGRE ( 1/3)

04/2017

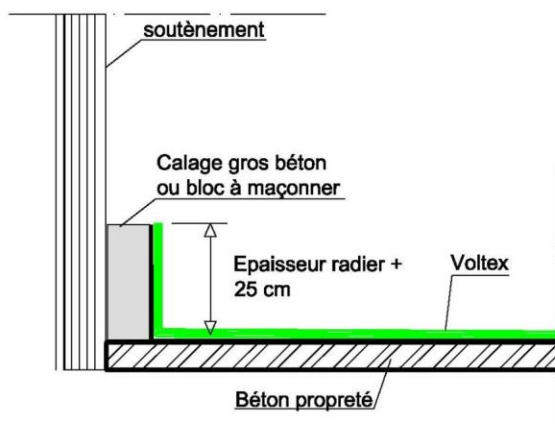
Indice 0

Page 35/37

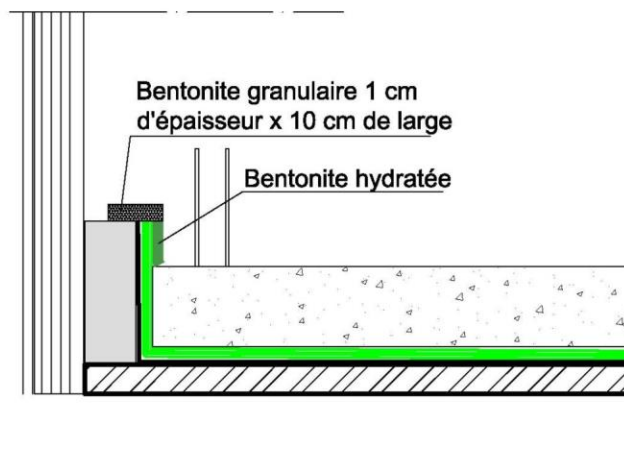


### SOLUTION SANS ACCES A LA PAROI (1)

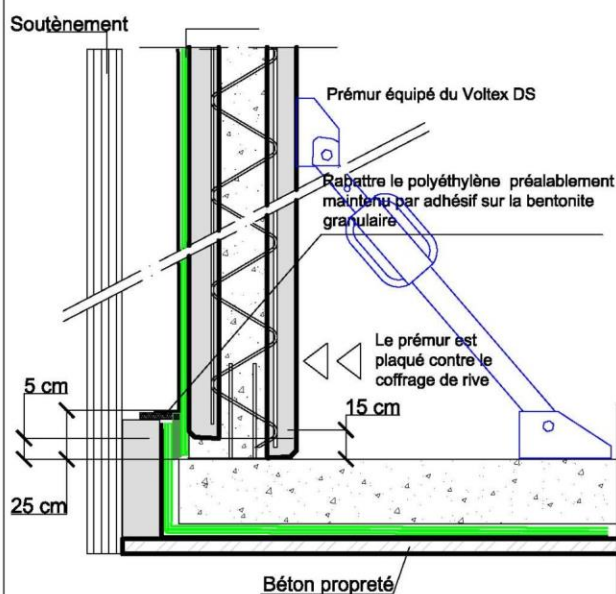
### Phase 1



## Phase 2



### Phase 3 : Mise en place du 1er prémur équipé du Voltex DS



#### Phase 4

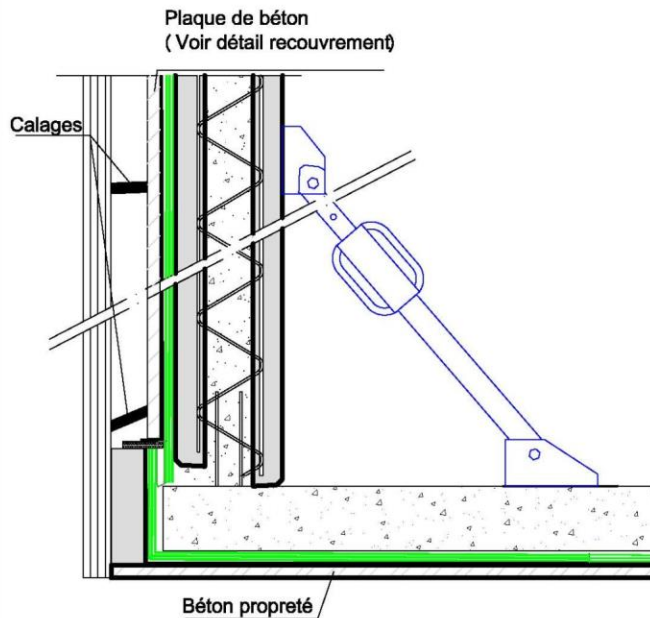


Figure 36

## PLAN D'ETANCHEITE AVEC VOLTEX DS INTEGRE ( 2/3)

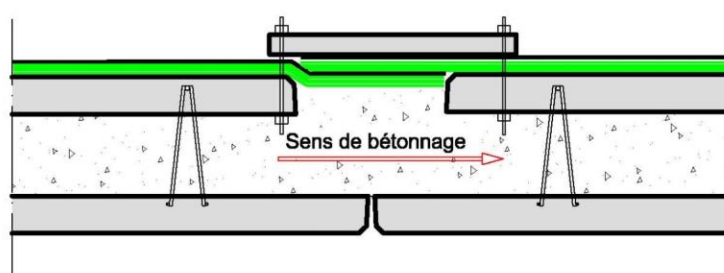
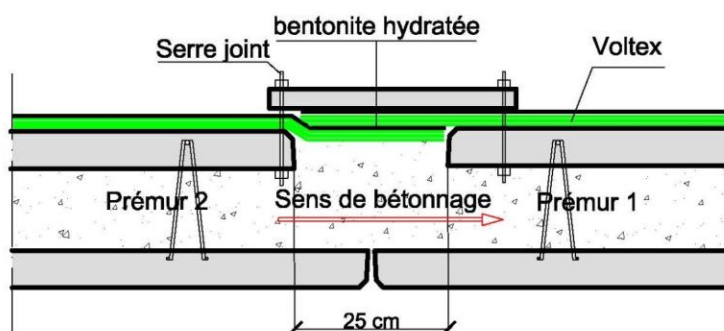
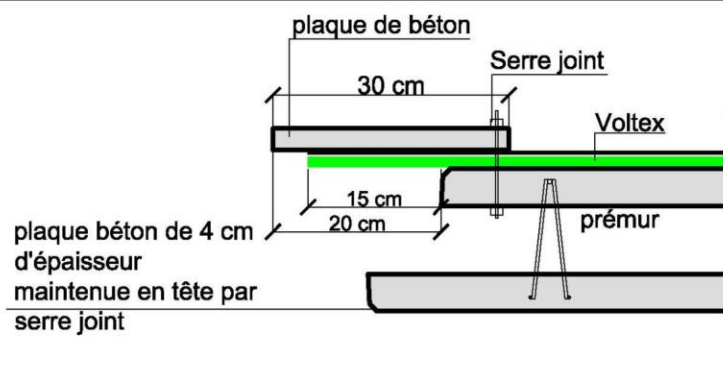
04/2017

Indice 0

Page 36/37

## SOLUTION SANS ACCES A LA PAROI ( 2 )

Phase 4 ( suite)



Phase 5

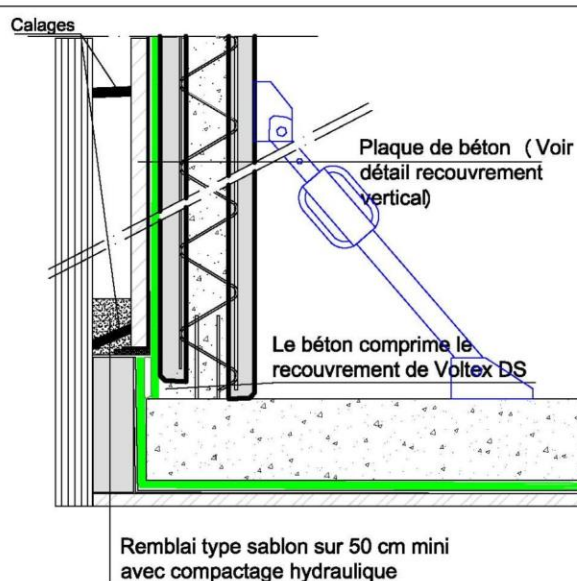


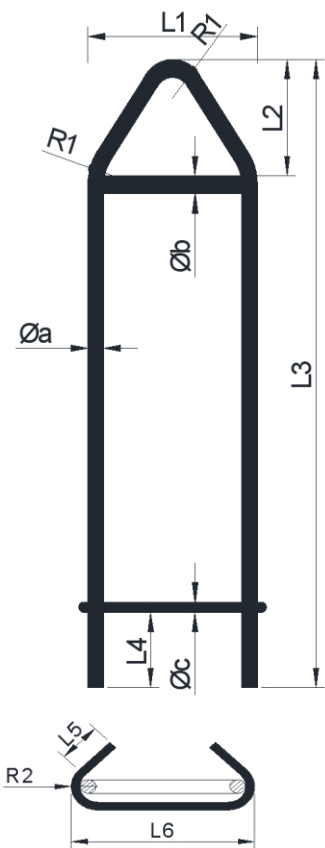
Figure 37

PLAN D'ETANCHEITE AVEC VOLTEX DS INTEGRE ( 3/3 )

04/2017

Indice 0

Page 37/37



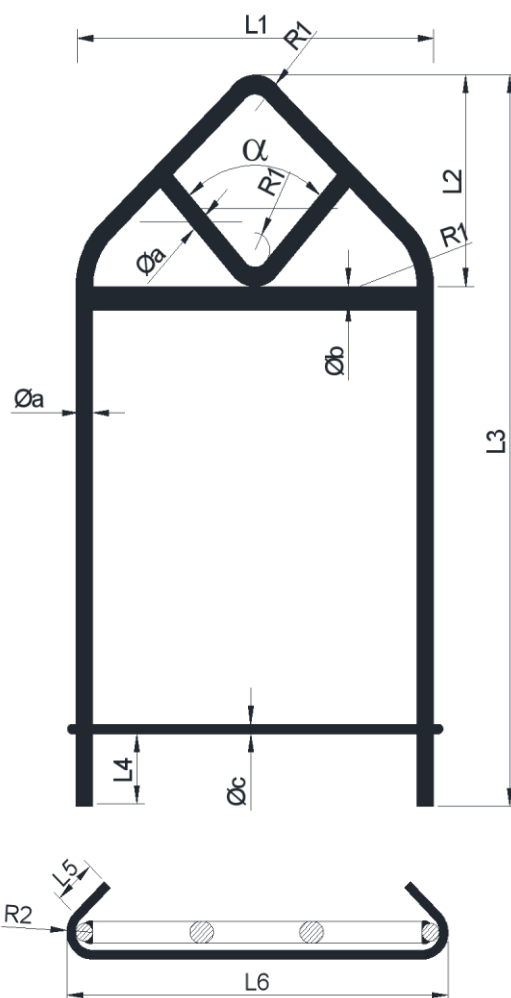
Tolérance sur la largeur du crochet : 0 / + 3 mm

Tolérance sur la largeur de l'épingle : 0 / + 3 mm

Tolérances dimensionnées globales : -5 / + 5 mm

Description	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16	A 17	A 18	A 19	A 20	A 21
φ <sub>a</sub> (mm)	14									
φ <sub>b</sub> (mm)	14									
φ <sub>c</sub> (mm)	8									
L <sub>1</sub> (mm)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
L <sub>2</sub> (mm)	130									
L <sub>3</sub> (mm)	510									
L <sub>4</sub> (mm)	50									
L <sub>5</sub> (mm)	40									
L <sub>6</sub> (mm)	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226
R <sub>1</sub> (mm)	35									
R <sub>2</sub> (mm)	16									

Figure e – Inserts de levage type 1



Tolérance sur la largeur du crochet : 0 / + 3 mm

Tolérance sur la largeur de l'épingle : 0 / + 3 mm

Tolérances dimensionnelles globales : -5 / + 5 mm

Description	A 22	A 23	A 24	A 25	A 26	A 30	A 31	A 32	A 33	A 34	A 35
$\phi_a$ (mm)	16										
$\phi_b$ (mm)	20										
$\phi_c$ (mm)	8										
$L_1$ (mm)	220	230	240	250	260	300	310	320	330	340	350
$L_2$ (mm)	175										
$L_3$ (mm)	605										
$L_4$ (mm)	60										
$L_5$ (mm)	40										
$L_6$ (mm)	236	246	256	266	276	316	326	336	346	356	366
$R_1$ (mm)	35										
$R_2$ (mm)	16										
$\alpha$ (°)	90										

Figure f – Inserts de levage type 2

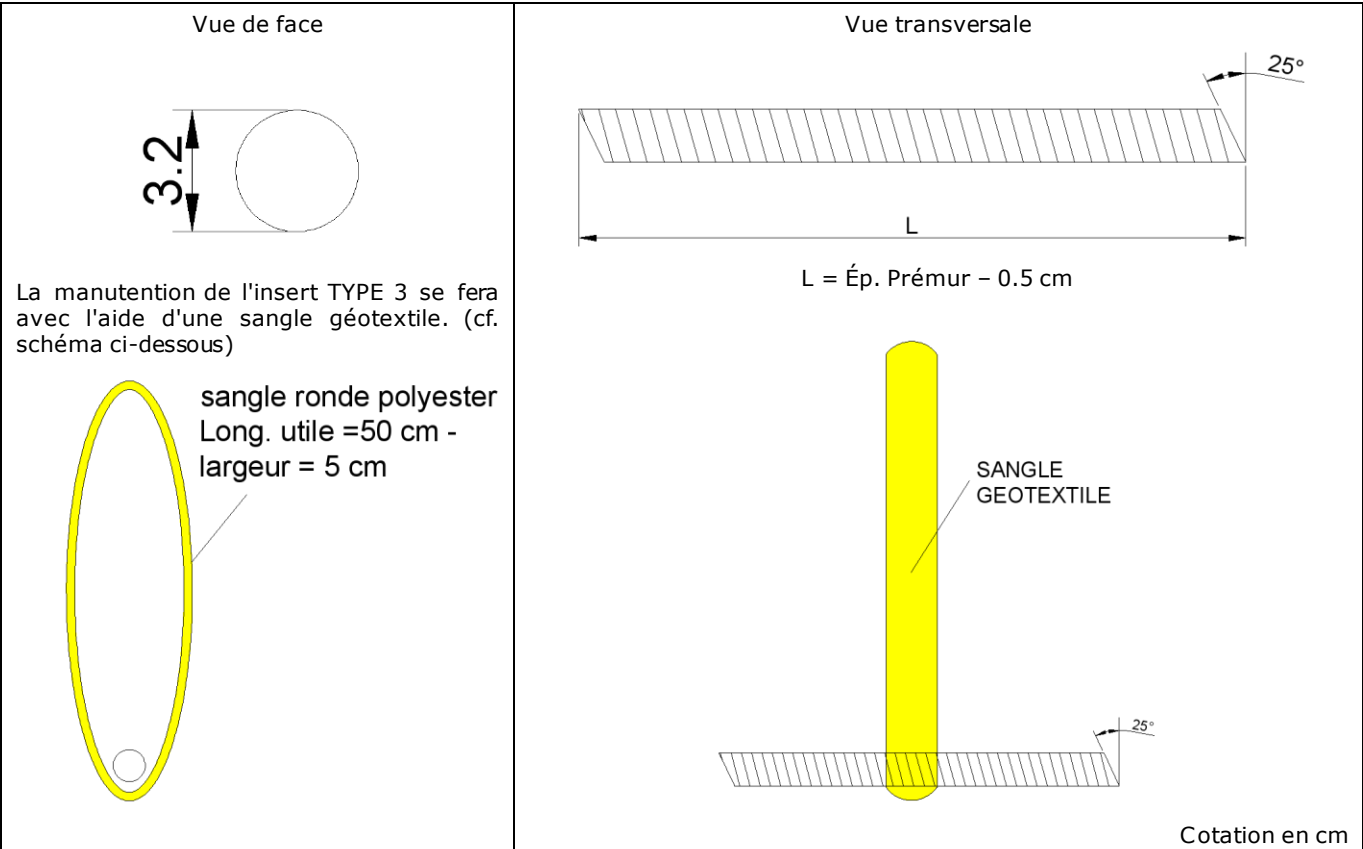


Figure g – Inserts de levage type 3

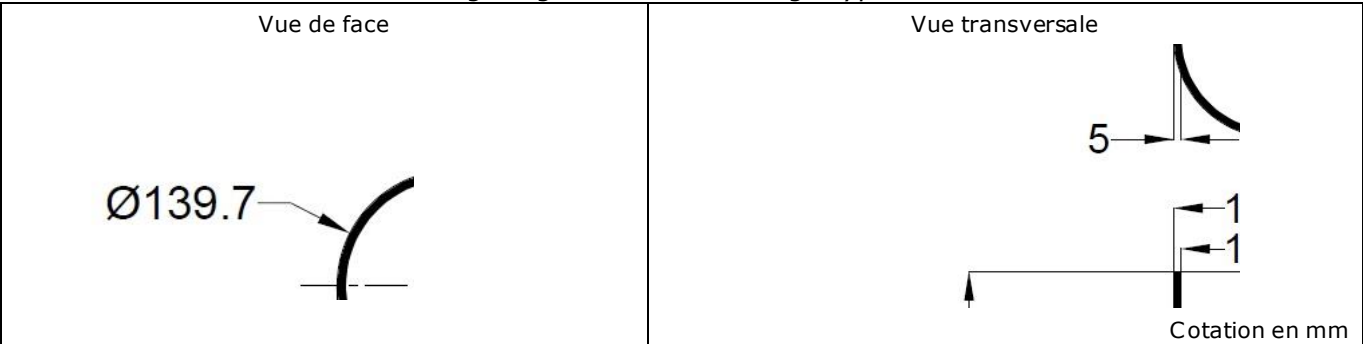
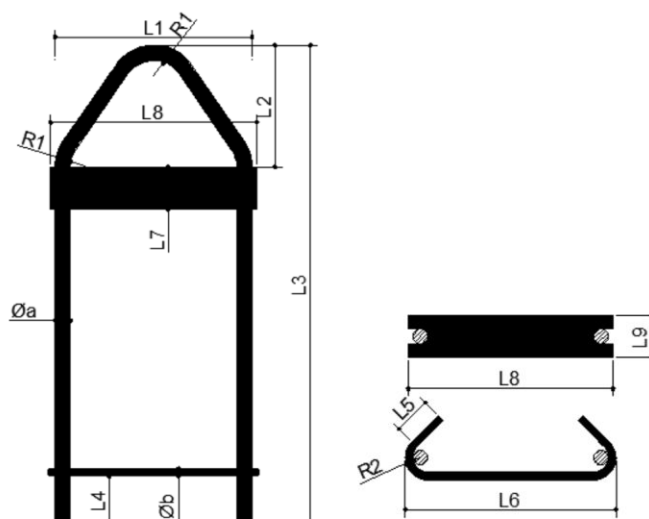


Figure h – Inserts de levage type 4



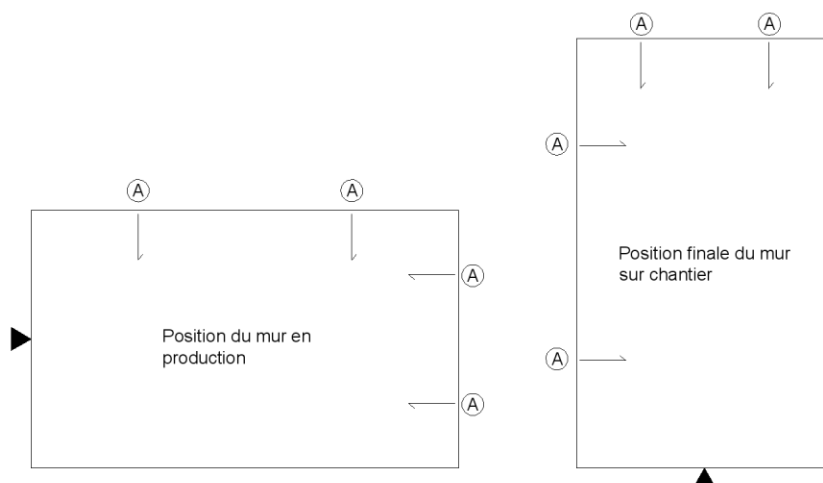
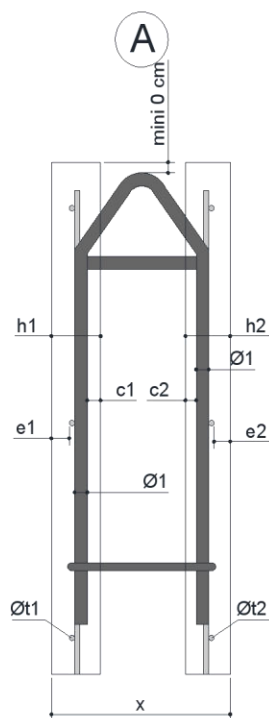
Tolérance sur la largeur du crochet : 0 / + 3 mm

Tolérance sur la largeur de l'épingle : 0 / + 3 mm

Tolérances dimensionnées globales : -5 / + 5 mm

Description	B 12	B 13	B 14	B 15	B 16	B 17	B 18	B 19	B 20	B 21	B 22	B 23
$\phi_a$ (mm)	16											
$\phi_b$ (mm)	8											
L <sub>1</sub> (mm)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
L <sub>2</sub> (mm)	130											
L <sub>3</sub> (mm)	510											
L <sub>4</sub> (mm)	50											
L <sub>5</sub> (mm)	40											
L <sub>6</sub> (mm)	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246
L <sub>7</sub> (mm)	45											
L <sub>8</sub> (mm)	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
L <sub>9</sub> (mm)	45											
R <sub>1</sub> (mm)	35											
R <sub>2</sub> (mm)	16											
Description	B 24	B 25	B 26	B 27	B 28	B 29	B 30	B 31	B 32	B 33	B 34	B 35
$\phi_a$ (mm)	16											
$\phi_b$ (mm)	8											
L <sub>1</sub> (mm)	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
L <sub>2</sub> (mm)	130											
L <sub>3</sub> (mm)	510											
L <sub>4</sub> (mm)	50											
L <sub>5</sub> (mm)	40											
L <sub>6</sub> (mm)	256	266	276	286	296	306	316	326	336	346	356	366
L <sub>7</sub> (mm)	45											
L <sub>8</sub> (mm)	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360
L <sub>9</sub> (mm)	45											
R <sub>1</sub> (mm)	35											
R <sub>2</sub> (mm)	16											

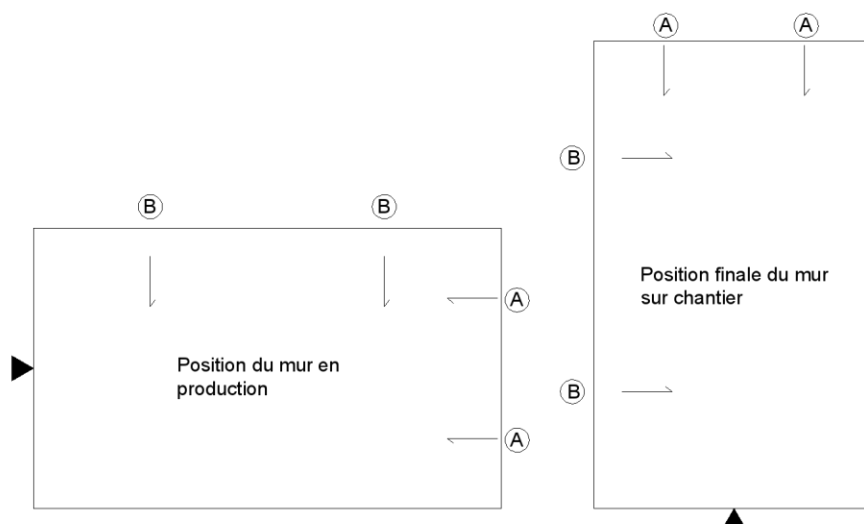
Figure i – Inserts de levage type 5

$18 \text{ cm} \leq x \leq 25 \text{ cm}$ 

**INSERT  $\phi 14$** 
Schéma d'intégration des boucles dans le pré-mur


Epaisseur paroi 1<sup>ère</sup> face ( $h_1$ )  $\geq 5 \text{ cm}$   
 Epaisseur paroi 2<sup>ème</sup> face ( $h_2$ )  $\geq 5.5 \text{ cm}$   
 $c_1$  et  $c_2 \geq 10 \text{ mm}$

Figure j – Disposition du TYPE 1 dans le MCI

**25 cm < x ≤ 40 cm**



**INSERT  $\phi$  16 + ENTRETOISE  $\phi$  20**

*Schéma d'intégration des boucles dans le précur*

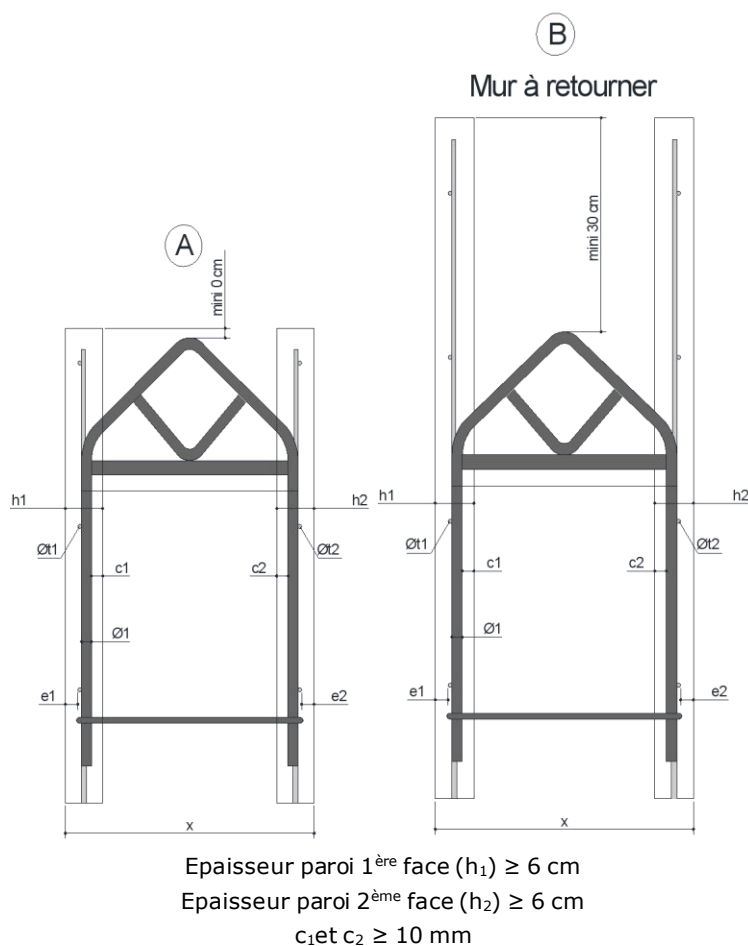
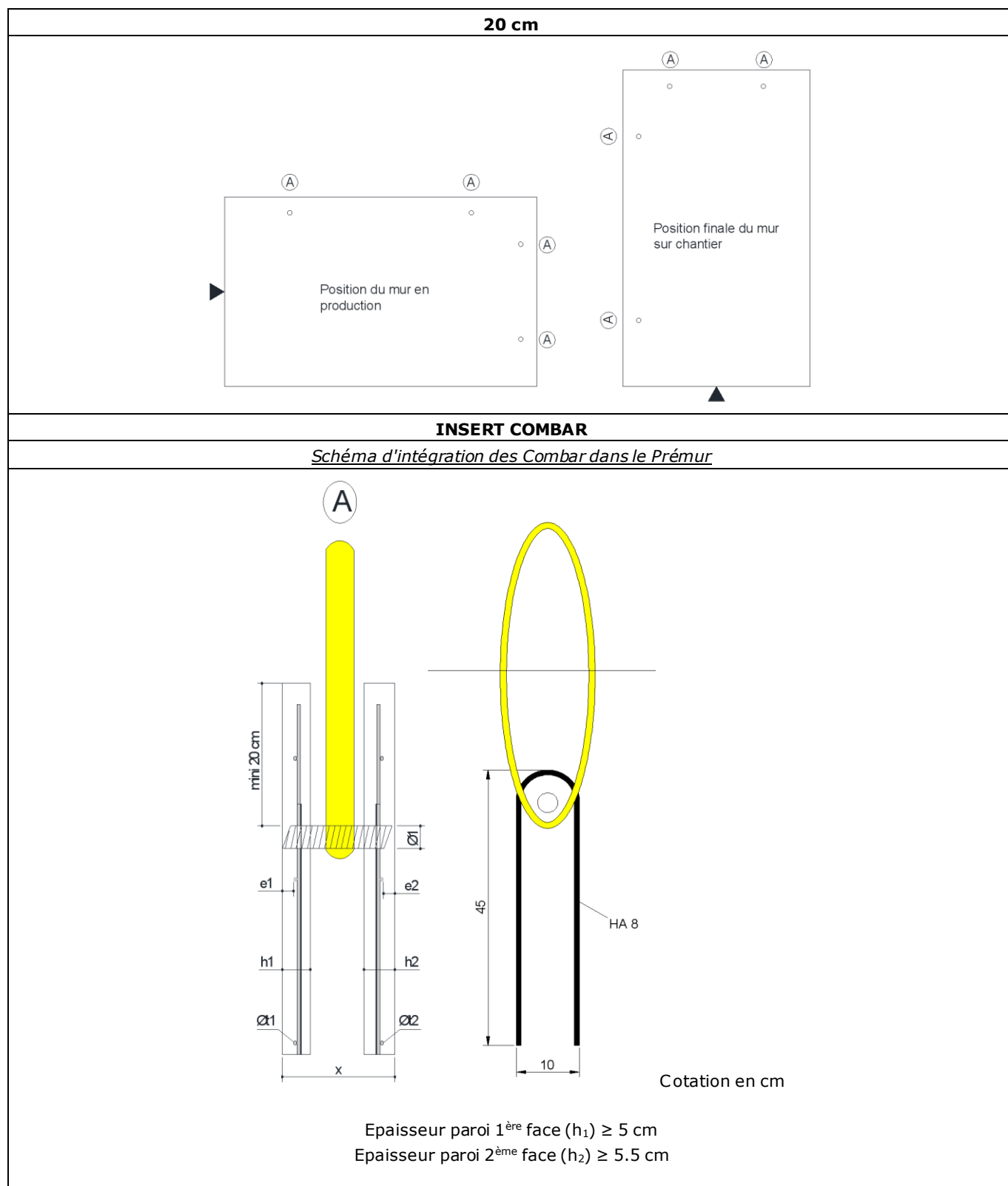


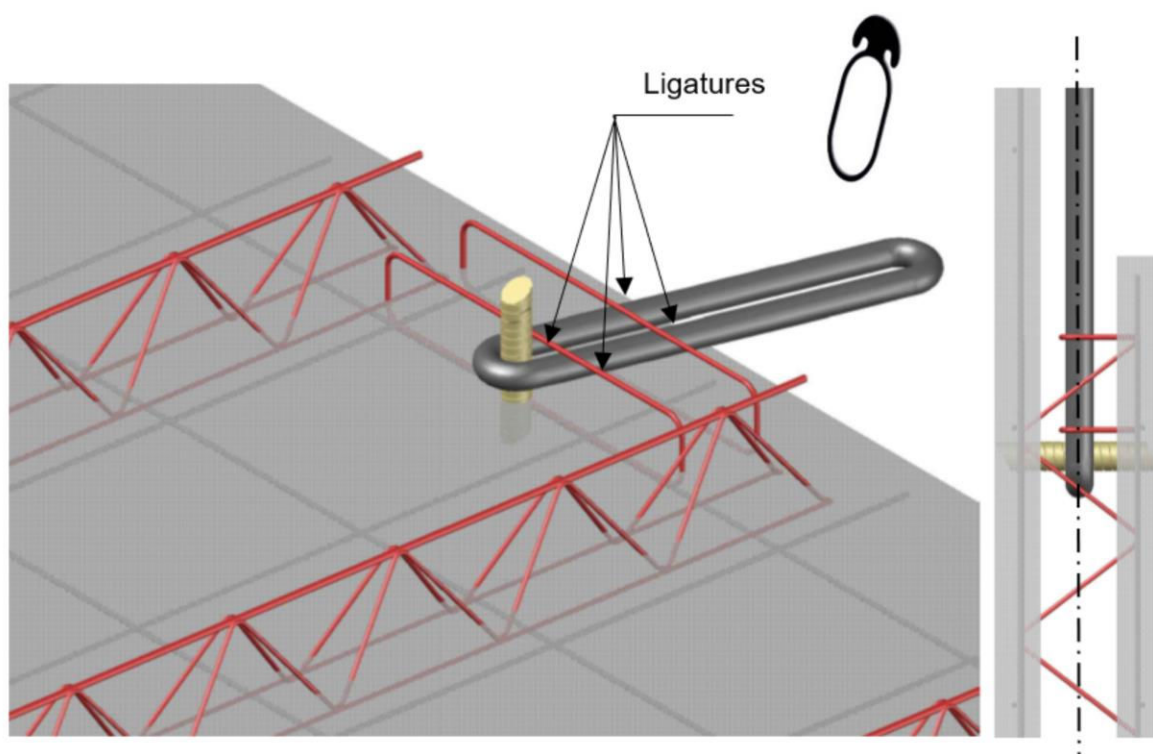
Figure k – Disposition du TYPE 2 dans le MCI





*Figure I – Disposition du TYPE 3 dans le MCI*

**Schéma de principe du panier de centrage et de maintien des élingues en phases provisoire pour l'insert COMBAR**



Diamètre des armatures du panier : 6 mm

Dimensions du cadre fonction de la configuration du Prémur (épaisseur totale, enrobages, diamètre des armatures de peau, ...)

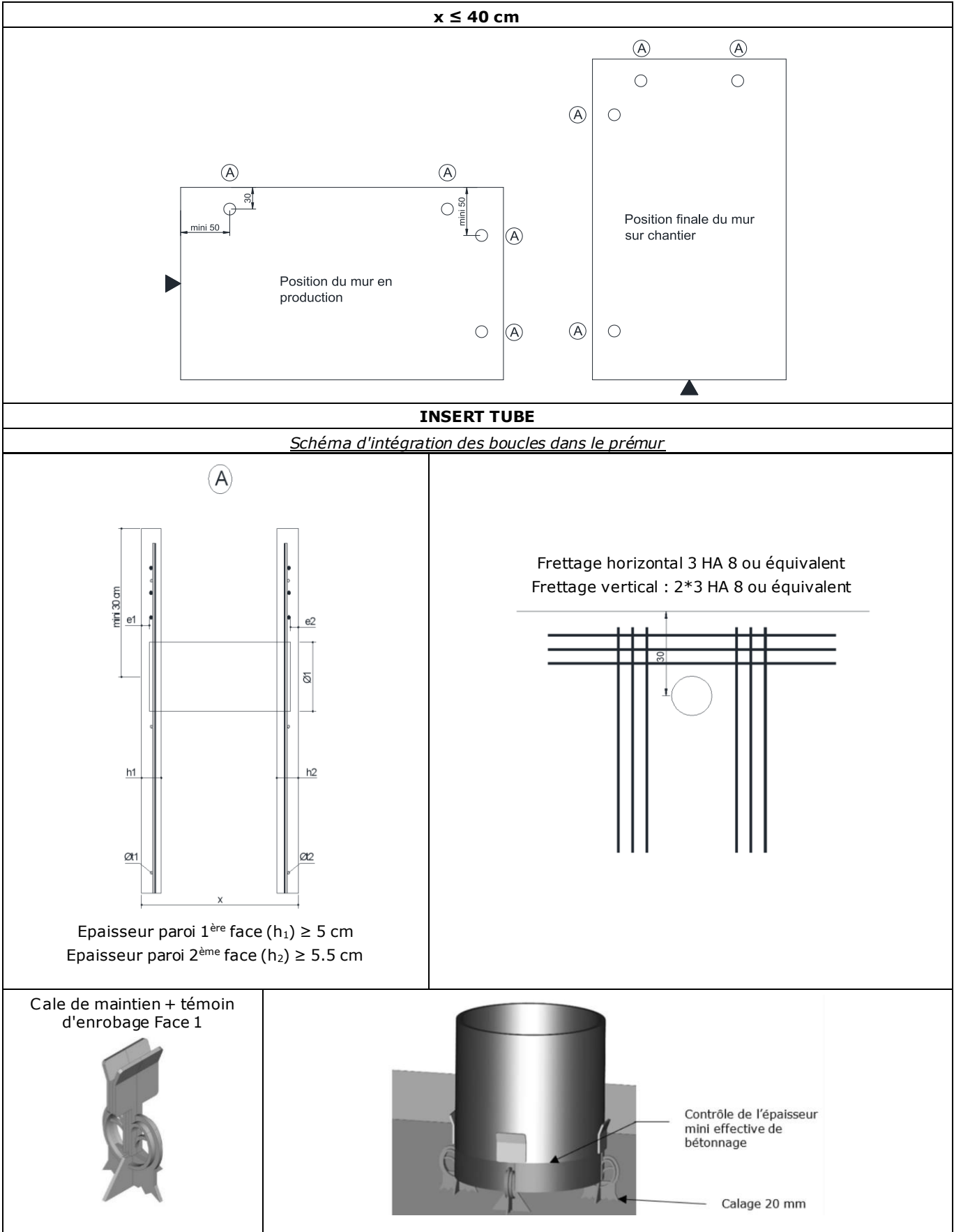
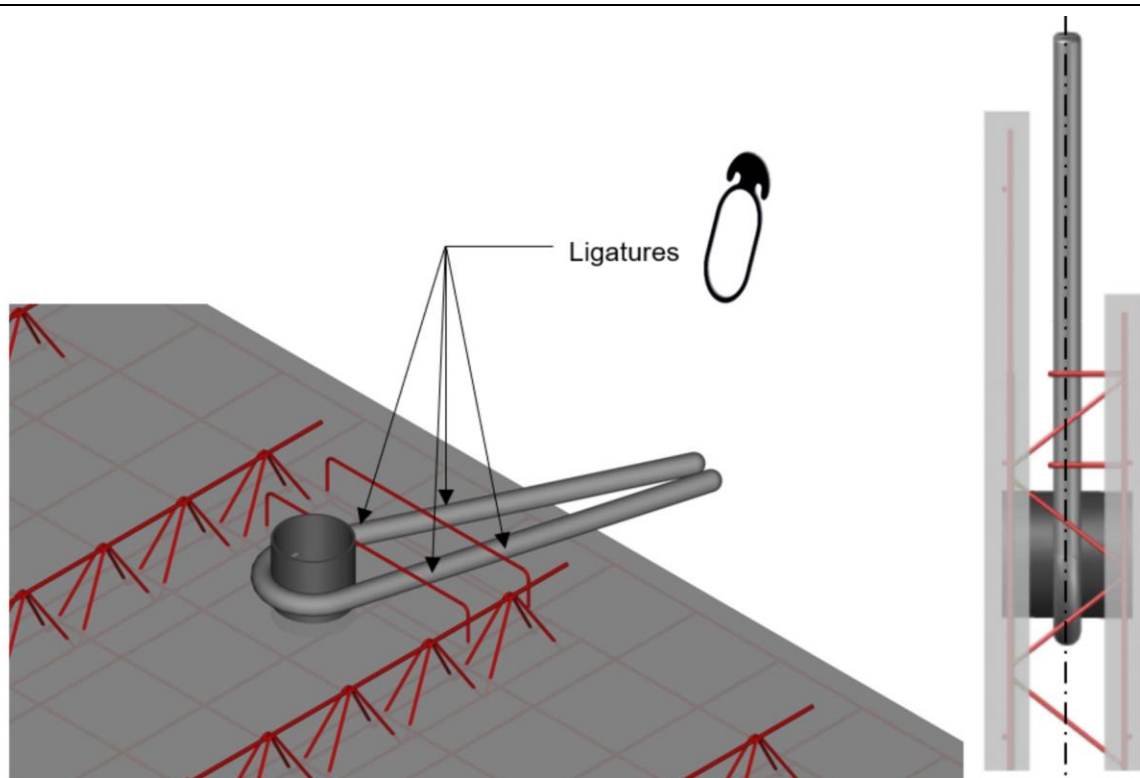


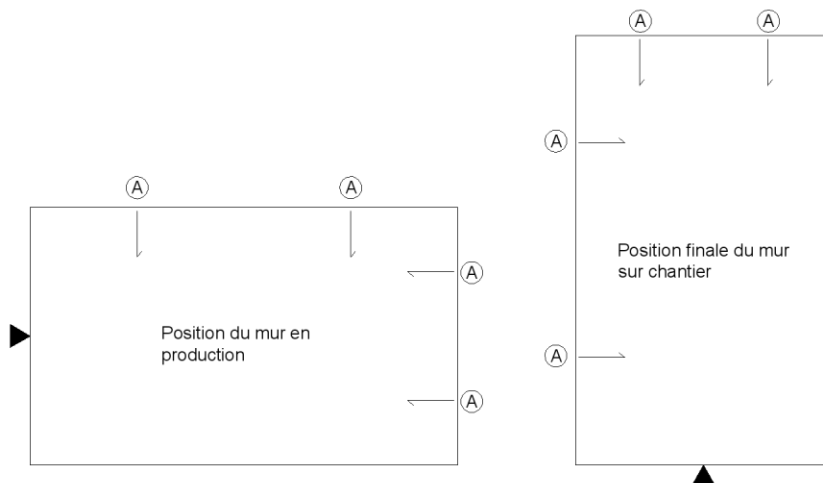
Figure m – Disposition du TYPE 4 dans le MCI

**Schéma de principe du panier de centrage et de maintien des élingues en phases provisoire pour l'insert TUBE**



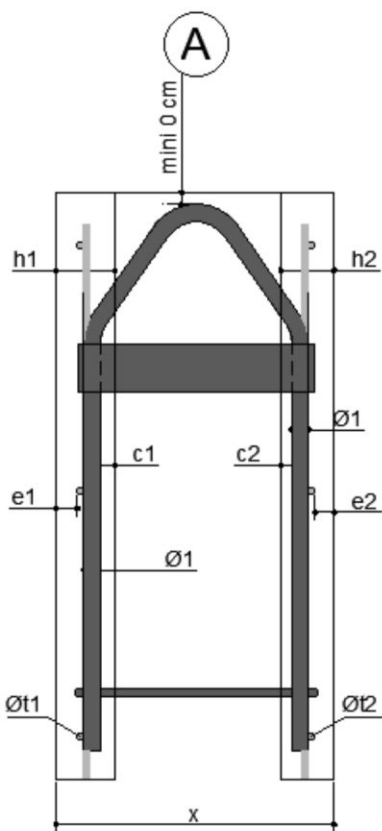
Diamètre des armatures du panier : 6 mm

Dimensions du cadre fonction de la configuration du Prémur (épaisseur totale, enrobages, diamètre des armatures de peau, ...)

$$18 \text{ cm} \leq x \leq 40 \text{ cm}$$


**INSERT Ø 16 + ENTRETOISE CARREE**

### Schéma d'intégration des boucles dans le prémur



Epaisseur paroi 1<sup>ère</sup> face ( $h_1$ )  $\geq 5$  cm  
Epaisseur paroi 2<sup>ème</sup> face ( $h_2$ )  $\geq 5.5$  cm  
 $c_1$  et  $c_2 < 10$  mm

Figure n – Disposition du TYPE 5 dans le MCI