
RÉFÉRENTIEL D'AGRÉMENT

N° identification : GPREF 04



PRÉMUR

REFERENTIEL TECHNIQUE

Version	Date	Partie Modifiée	Modification Effectuée
1	28/01/2026	sans objet	Edition initiale
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Article I. Table des matières

Article I. Table des matières	1
Article II. Champs d'application	3
Article III. Norme de Référence	3
Article IV. Equivalence certification/agrément	4
Article V. Lexique	4
Article VI. Spécifications et exigences relatives aux matériaux utilisés	4
Section VI.01 Matériaux et Fournitures :	4
Section VI.02 Béton des voiles préfabriqués :	5
Section VI.03 Béton de remplissage :	5
Section VI.04 Armatures :	5
Section VI.05 Dispositions relatives à la mise en oeuvre des armatures :	7
Article VII. Conception des Prémurs	8
Section VII.01 Généralités :	8
Section VII.02 Types de murs :	10
Section VII.03 Calcul des boucles de levage :	11
Section VII.04 Liaisons des prémurs :	11
Section VII.05 Type d'ouvrages :	14
Section VII.06 Tolérances dimensionnelles :	14
Article VIII. Dispositions constructives des Prémurs	15
Section VIII.01 Généralités :	15
Section VIII.02 Dispositions parasismiques :	16
Section VIII.03 Dispositions pour l'étanchéité :	18
Section VIII.04 Traitement des joints :	20
Section VIII.05 Aspects des parements :	20
Section VIII.06 Traitement de tête :	21
Section VIII.07 Inserts :	21
Article IX. Principes et étapes de fabrication du Prémur	21
Article X. Liste des produits pour lesquels l'agrément est demandé	22
Article XI. La Fiche technique Produit	22
Article XII. Plan de contrôle - suivi de la conformité	23
Article XIII. L'admission	27
Section XIII.01 Documents additionnels à transmettre :	27
Section XIII.02 Audit d'admission :	27
Section XIII.03 Liste des essais à réaliser en admission :	27
Article XIV. La reconduction annuelle du droit d'usage	27
Section XIV.01 Documents additionnels à transmettre :	27
Section XIV.02 Liste des essais à réaliser dans le cadre de la surveillance :	27
Article XV. Disposition relative au marquage des produits	28
Article XVI. Éléments retirés du référentiel	28
Article XVII. Dispositions de mise en oeuvre	28
Article XVIII. Annexes techniques - figures descriptives	30
ANNEXE A - Liaisons ARTICULÉES :	31

A1.Linteaux incorporés	31
A2.Liaison en T entre prémurs	32
A3.Liaison en L avec mur banché	33
A5.Liaison en pied entre prémurs	34
A6.Liaison en pied de prémur	35
A7.Liaison verticale entre 2 prémurs	36
A8.Liaison horizontale entre 2 prémurs superposés	37
A9.Liaison d'angle	38
A10.Liaison entre prémurs et dalles	40
ANNEXE B - Liaisons COUTURÉES	42
B1.Liaisons couturées verticalement entre prémurs	42
B2.Liaisons couturées horizontalement entre prémurs	43
B3.Liaisons couturées d'angle	44
ANNEXE C - Liaisons ENCASTRÉES	45
C1.Liaisons encastrées en pied entre prémurs	45
C2.Liaisons encastrées en L entre prémurs	46
C3.Liaisons encastrées en T entre prémurs	47
C4.joint vertical biais entre 2 prémurs	48
ANNEXE D - Traitement des joints entre prémurs	49
ANNEXE E - Boucles de levage	50

Article II. Champs d'application

Le présent référentiel concerne :

- La réalisation de murs préfabriqués constitués de béton de masse sur la base d'un procédé de mur à coffrage intégré (**MCI**) constitué de 2 voiles en béton armé préfabriqués maintenues espacées par des raidisseurs métalliques verticaux; l'espace vide entre les 2 voiles coffrant est rempli de béton sur chantier pour constituer un panneau plein.
 - les ouvrages visés sont ceux de la réalisation de murs porteurs ou non porteurs en infrastructure et en superstructure, de murs de refends, de murs de façades, de poutres voiles, de poutres, de poteaux , de murs coupe-feu, de murs de silos à grains ou à engrais, de murs coupe-feu, de murs de bassins ou de piscines, d'ouvrages soumis à une pression hydrostatique extérieure ainsi que les murs enterrés soumis ou non à des pressions hydrostatiques destinés entre autres à la réalisation de caniveaux, garages souterrains, galeries de liaison, sous-sols sur un ou plusieurs niveaux, parois berlinoises ;
 - l'utilisation des murs peut être encastrés ou articulés.
- Les murs d'épaisseur totale nominale compris entre 17,1 cm et 50 cm ; les épaisseurs des parois n'étant pas inférieures à 50 mm.

Article III. Norme de Référence

NF EN 14992 (édition en vigueur) : Produits préfabriqués en béton - Éléments de mur

NF EN 15258 : Murs de soutènement

NF EN 13369 (édition en vigueur) : Règles communes pour les produits préfabriqués en béton

NF EN 206/CN (édition en vigueur) : béton - spécification, performance, production et conformité

[Cahier des prescriptions techniques communes aux procédés de murs à coffrage intégré \(n°3690_V2 - juillet 2014\) ; dénommé CPT](#)

Eurocode 2 - NF EN 1992 calcul de structures béton (édition en vigueur) et son annexe nationale :

- partie 1-1 - règles générales et règles pour les bâtiments
- partie 1- 2 - calcul du comportement au feu

Eurocode 8 - NF EN 1998 calcul de structures pour leur résistance aux séismes (édition en vigueur)

- partie 1-1 - règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments et son annexe nationale
- partie 1- 3 - évaluation et renforcement des bâtiments

CCTG Fascicule 74 - Construction des réservoirs en béton et réhabilitation des réservoirs en béton ou en maçonnerie.

Article IV. Equivalence certification/agrément

Une équivalence peut être établie lorsque le produit/procédé faisant l'objet de la demande d'équivalence est certifié NF conformément aux Règles de certification NF 548 «Murs composites avec ou sans isolant et murs sandwichs ».

Les éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi du produit et du procédé **peuvent être** basés sur les dispositions d'un Document Technique d'Application (DTA) ou d'un avis technique en cours de validité.

Article V. Lexique

Mur composite : mur constitué de 2 voiles en béton armé préfabriqués séparés par un espace et généralement liaisonnés au moyen de treillis raidisseurs. L'ensemble forme un panneau. **appelé Prémur**

Noyau : espace entre les voiles ultérieurement rempli de béton.

Mur à coffrage intégré (MCI) : mur composite + noyau

Boucles de levage : dispositif mis en place pour permettre la manutention des prémurs.

Article VI. Spécifications et exigences relatives aux matériaux utilisés

Les spécifications et méthodes d'essais de références sont définies dans le tableau ci-après.

Ils concernent la confection du mur composite ; **les spécifications ayant trait à la confection du noyau relèvent des opérations et contrôles des intervenants en phase chantier.**

Section VI.01 Matériaux et Fournitures :

Type	Spécification
Ciment	Le ciment doit être agréé RCNC ou certifié par la marque NF (ou tout autre certification reconnue équivalente).
Granulats	Les granulats doivent être agréés RCNC ou conformes à la norme NF EN 12620 complétée par le complément national XP P 18-545.
Additions	Elles seront conformes aux préconisations de l'EN 206.
Eau de gâchage	Doit être conforme à la norme NF EN 1008. L'eau provenant d'un réseau de distribution satisfait à cette condition sans contrôle.
Adjuvants	Ils doivent être certifiés NF « adjuvant pour béton, mortier et coulis – produits de cure » (ou tout autre certification reconnue équivalente).
Agents de cohésion	Ils doivent être produits dans des usines de production d'adjuvants certifiés NF « Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – produits de cure » (ou tout autre certification reconnue équivalente).
Boîtes d'attente	Ils ou elles bénéficieront d'un certificat délivré par l'AFCAB ou d'un agrément RCNC.
Coupleurs d'armatures	
Douilles	Ils ou elles bénéficieront d'un certificat de conformité reconnu ou d'un agrément RCNC.
Matériaux : jointoiement et étanchéité	

Section VI.02 Béton des voiles préfabriqués :

Type	Spécification
Classe de résistance minimale	Au minimum C25/30 mais plus couramment C40/50 et selon classe d'exposition.
Composition du béton	Au choix du fabricant : Conformité au tableau NA.F1 ou NA.F2 de la norme NF EN 206/CN.
Protection contre la dessiccation	Mode de protection selon tableau 1 § 4.2.1.3 de la NF EN 13369. Durée de la protection selon tableau 2 § 4.2.1.3 de la NF EN 13369.
Traitement thermique du béton	Application des dispositions § 4.2.1.4 de la NF EN 13369.
Résistance du béton 1 ^{ère} manutention	Minimum 20 MPa sur cube de 10 x 10 cm ou 18 MPa sur cube de 15 x 15 cm.

Section VI.03 Béton de remplissage :

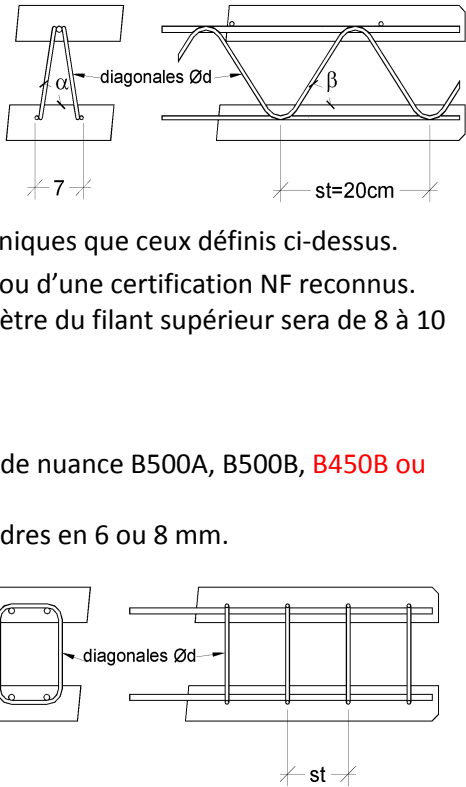
Il doit être conforme au §1.1.1.2 du **CPT**

Le béton, coulé sur chantier est un béton de type prêt à l'emploi (BPE) à propriétés spécifiées (BPS)

Type	Spécification
Résistance caractéristique du béton du noyau $f_{ck,n}$	$f_{ck,n}$ en compression à 28 jours au moins de 20 MPa (classe 20/25)
Classe de consistance	S4 ou S5 (<i>affaissement au cône d'Abrams ≥ 160 mm</i>)
Taille des granulats	Fonction de l'épaisseur du noyau coulé en place : - Dmax égal à 10 mm pour un noyau d'épaisseur inférieure ou égale à 9 cm (<i>type microbéton</i>) - Dmax égal à 16 mm pour un noyau d'épaisseur supérieure à 9 cm.
Utilisation adjuvant	<i>Consistance fluide par ajout d'un plastifiant haut réducteur d'eau cf. NF EN 934-2</i>

Section VI.04 Armatures :

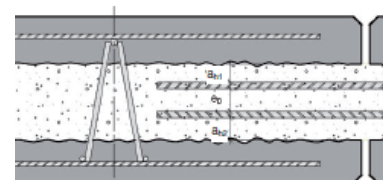
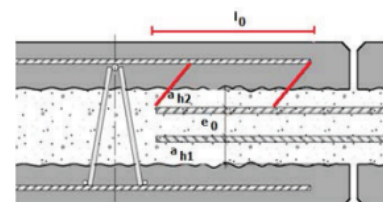
Type	Spécification
Aciers en barres filantes ou façonnées intégrées aux murs à coffrage intégré	cf. norme NF A 35-080-1 - Aciers Pour Béton Armé : Aciers Soudables. Partie 1. Barres Et Couronnes
Panneaux de treillis soudés intégrés aux murs à coffrage intégré ou utilisés en acier de liaison	cf. norme NF A 35-080-2 - Aciers Pour Béton Armé : Aciers Soudables. Partie 2. Treillis Soudés
Treillis raidisseurs assurant la liaison entre les voiles préfabriqués	Ils sont de section triangulaire avec un treillis sinusoïdal et les cages d'armatures sont de section rectangulaire avec des armatures de contreventement. Les cages d'armatures doivent faire l'objet d'un contrôle interne. Les treillis raidisseurs doivent faire l'objet d'une certification par un organisme extérieur.
Aciers pour organes de levage	cf. norme NF A 35-015- Aciers Pour Béton Armé – Ronds Lisses Soudables

Type	Spécification
Nuance des aciers	B500A, B500B (exigences sismiques) et B500C
Armatures minimales : Excepté des conditions plus restrictives du cahier du CCTP du chantier, chaque voile préfabriqué du Prémur comprend au minimum : - o 1,20 cm²/ml d'aciers verticaux, - o 1,20 cm²/ml d'aciers horizontaux. L'espacement maximum des armatures dans les deux directions est inférieur ou égal à 33 cm. Dans la direction parallèle aux raidisseurs, la section d'armatures des raidisseurs est prise en compte dans cette section minimale. <u>Pour les murs devant assurer une étanchéité</u>, la face en contact avec l'eau comprend au minimum : - o 0,125 % de la section totale de béton du mur dans les deux directions, - o l'espacement des barres devant rester inférieur à 20 cm, - o les armatures du lit le plus proche du parement devant avoir un diamètre au moins égal à 8 mm. Treillis raidisseurs : Des raidisseurs métalliques espacés d'au plus 60 cm assurent la liaison entre les 2 voiles préfabriqués. La section des armatures hautes et basses des raidisseurs sera prise en compte dans la section de ferrailage mécaniquement nécessaire parallèlement aux raidisseurs. Le choix du type et de l'espacement des raidisseurs se fera en fonction des critères suivants : - o Sollicitations de cisaillement à l'interface ; - o Epaisseur du Prémur ; - o Vitesse de bétonnage du noyau. Les hauteurs des raidisseurs les plus usuelles seront : 110 – 120 – 130 – 140 – 150 – 160 – 180 – 230 – 240 et 320 mm. Raidisseurs de type en V Les treillis raidisseurs formant couture entre les voiles préfabriqués et le noyau coulé seront conformes à la norme NF A 35-028. Ils seront de type : - o KT800 produits par Badische Drahtwerke GmbH, - o CKT produits par Intersig, - o ou des raidisseurs présentant les mêmes caractéristiques techniques que ceux définis ci-dessus. Ces éléments d'armatures préfabriqués feront l'objet d'un agrément ou d'une certification NF reconnus. Le diamètre des filants inférieurs est compris entre 5 et 6 mm, le diamètre du filant supérieur sera de 8 à 10 mm. Raidisseurs spéciaux Ils sont réalisés sur mesure et en forme de cages d'armatures en acier de nuance B500A, B500B, B450B ou B450C, triangulés pour assurer la rigidité du Prémur. Ces raidisseurs spéciaux auront des filants en 6 - 8 ou 10 mm et des cadres en 6 ou 8 mm. La triangulation sera faite par des diagonales soudées sur les filants. Les tolérances d'exécution sur les dimensions sont : - o Hauteur : + 1 / -3 mm, - o Largeur : +/- 10 mm, - o Espacement des cadres : +/- 25 mm.	
 Les diagrammes illustrent deux types de raidisseurs. Le premier, 'Raidisseurs de type en V', montre une vue en coupe et une vue de face. La coupe indique des diagonales de diamètre Ød et des angles α et β. La vue de face indique un espacement st=20cm. Le second, 'Raidisseurs spéciaux', montre une cage rectangulaire avec des diagonales Ød et un espacement st.	

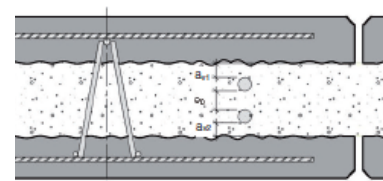
Type	Spécification
	Armatures complémentaires des voiles et armatures mises en oeuvre sur chantier Les aciers mis en œuvre dans les prémurs sont conformes au CPT Les armatures complémentaires de type poteau, linteau, rive, peuvent être incorporées aux murs lors de la réalisation en usine ou rapportées dans le noyau lors de la mise en œuvre sur chantier.
	Boucles de levage La manutention (démoulage - stockage - pose des Prémurs) est réalisée à partir de boucles de levage intégrées aux Prémurs. Elles comportent un bouton en partie supérieure et une épingle en partie inférieure. Ces boucles existent en diamètre 14 et 16 mm : - L'armature principale de la boucle est réalisée en acier B235 ; - Le bouton et l'épingle sont réalisés en acier B500B. ⇒ Les spécifications de fabrication : qualité des soudures et tolérances de fabrication sont définies sur les plans ; ⇒ les boucles seront scellées dans les 2 voiles préfabriqués en vis-à-vis. Une entretoise complémentaire métallique peut maintenir l'écartement des 2 voiles préfabriqués. 1 Prémur comportera, en partie supérieure, au minimum 2 boucles de levage, et 4 boucles de levage si son poids est supérieur à la charge maximale d'utilisation (CMU) correspondant aux 2 boucles de levage. Les Prémurs de grandes dimensions transportés sur chant auront des boucles de levage en tête pour le levage en usine et le déchargement, ainsi que des boucles de levage sur un chant pour la mise en œuvre sur site. Le relevage sur chantier se fera à l'aide d'un retourneur. Façonnage / conditions d'emploi - voir annexe E.

Section VI.05 Dispositions relatives à la mise en oeuvre des armatures :

Type	Spécification
	Enrobage des armatures des voiles préfabriqués Les enrobages des armatures doivent respecter les prescriptions définies dans la section 4 (durabilité et enrobage) de l'Eurocode 2 - partie 1-1. Dans le cas de parois situées dans des locaux couverts, clos et exposées aux condensations, l'enrobage minimal est de 10 mm. Enrobage des raidisseurs L'enrobage minimal des raidisseurs est de 15 mm. Eclissage des armatures Ces armatures sont soit intégrées dans les murs à coffrage intégré, soit mises en œuvre dans la partie coulée en place. Les dispositions constructives pour la mise en œuvre de ces armatures doivent respecter les prescriptions du § 1.1.1.12 du CPT. Recouvrement des armatures Le recouvrement l_0 des armatures du noyau avec celles intégrées dans les voiles préfabriqués des MCI doit être conforme à l'article 8.7 de l'eurocode 2 partie 1-1. Pour le calcul de la contrainte d'adhérence du béton du voile f_{bd} ultime selon l'article 8.4.2 de l'eurocode 2 partie 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, $\eta_1 = 1,0$.



Exemple de l'éclissage des armatures horizontales



Exemple de l'éclissage des armatures verticales

Article VII. Conception des Prémurs

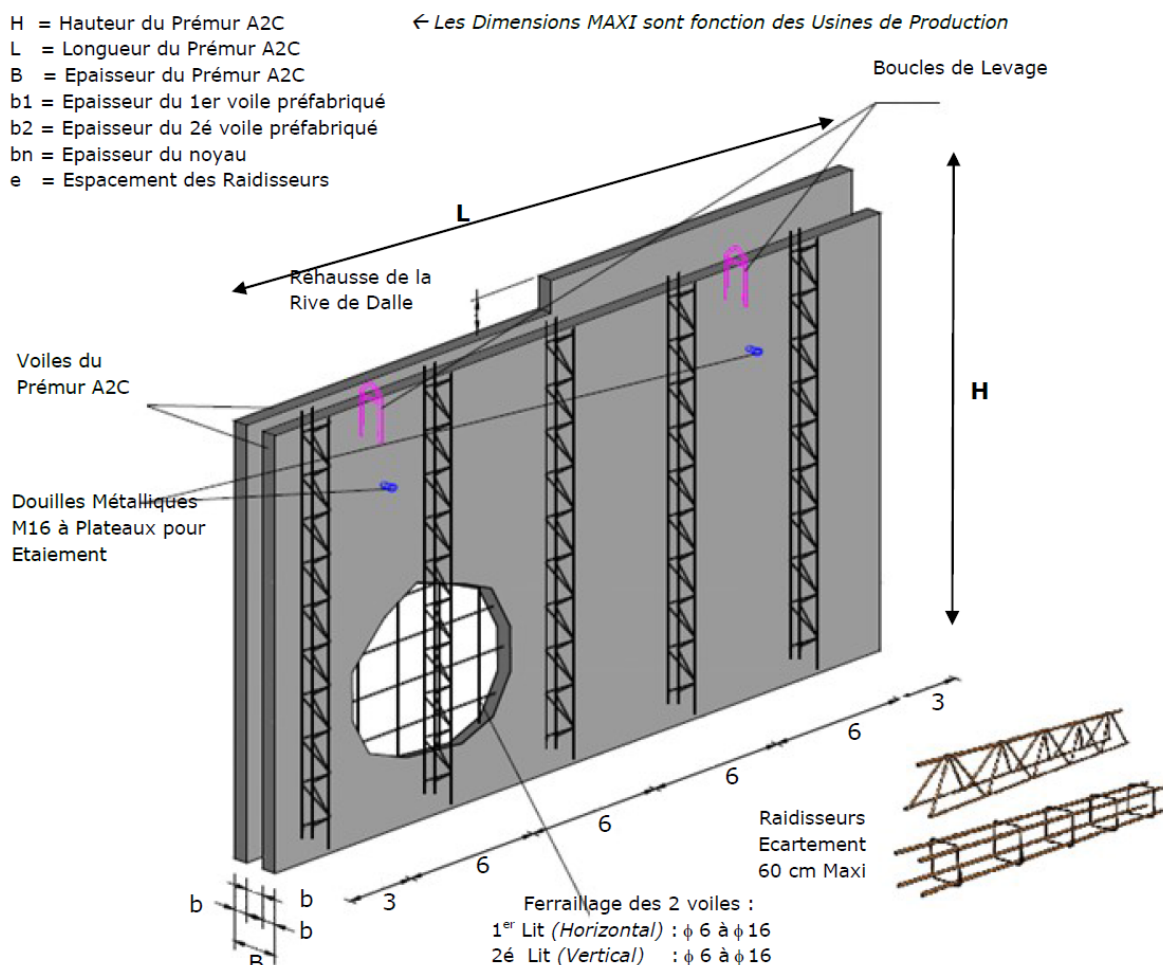
Section VII.01 Généralités :

Le calcul des structures est réalisé par le Bureau d'Études Structures en charge du dimensionnement dans la cadre de l'*exécution des travaux*, en tenant compte des spécificités du procédé développées dans un dossier technique spécifié et le **CPT**:

- Le bureau d'études industriel pourra être sollicité afin d'aider à la conception et au calcul des ouvrages à réaliser ;
- Le calepinage est effectué par le bureau d'études industriel et **validé** par le Bureau d'Études Structures en charge du dimensionnement et l'entreprise en charge de la pose.
- Le bureau d'études industriel réalise le dimensionnement des points spécifiques (liaisons entre et avec les prémurs et monolithisme)

Le comportement final d'un mur réalisé à partir de Prémur n'est pas différent de celui du même mur coulé in situ. Son dimensionnement est similaire à celui d'un mur traditionnel. Il nécessite toutefois des vérifications spécifiques pour tenir compte de la présence des joints.

vue 3D d'un prémur



Dimensionnement

Les MCI sont dimensionnés selon les règles usuelles de la résistance des matériaux et du béton armé avec le cas échéant vérification de la stabilité de forme.

Le dimensionnement des murs se fait sur la base des règles usuelles du béton armé de l'Eurocode 2 et complété pour le cas des réservoirs du DTU 14.1 et du Fascicule 74 du CCTG.

Les prescriptions données au sein du **CPT** s'ajoutent ou, pour certaines d'entre elles, se substituent à ces règles.

Les liaisons doivent assurer la continuité mécanique entre :

- la fondation et le MCI ;
- 2 MCI ;
- le MCI et les ouvrages appartenant au même système statique (plancher, balcon, etc...).

Stabilité

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.

Monolithisme & vérification du cisaillement à l'interface Prémur / noyau.

La vérification est faite conformément aux prescriptions du § 1.1.4.1 et à l'Annexe IV du **CPT**.

Comportement au feu (les MCI sont considérés comme des éléments pleins)

Conformément au §1.2 du **CPT** , les critères (REI) de classification de résistance R, d'étanchéité E et d'isolation I définis à l'article 2 de l'eurocode 2 partie 1-2 d'un MCI peuvent être vérifiés individuellement selon l'une des 3 méthodes suivantes et comparés à l'ensemble du mur considéré comme homogène :

- Valeurs tabulées, section 5 du **CPT** MCI ;
- Méthodes de calcul simplifiées, section 4.2 du **CPT** et annexe B de l'eurocode 2 partie 1-2 ;
- Méthode de calcul avancée, section 4.3 du **CPT**.

Les actions dues à la température sont déterminées suivant l'eurocode 2 partie 1.2.

Les joints entre les MCI dont la largeur est inférieure ou égale à 20 mm sont négligés pour le calcul des températures.

Les actions mécaniques sont combinées, en situation accidentelle, conformément à la base de calcul des structures des eurocodes structuraux NF EN 1990.

Les éléments comprimés doivent être traités comme des éléments comprimés standards et les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan comme des poutres.

Epaisseurs minimales des voiles préfabriqués

Conformément au § 1.1.1.6 du **CPT** , l'épaisseur minimale des voiles préfabriqués résulte des exigences d'enrobage, des tolérances d'exécution sur cette dimension et sur le positionnement des armatures.

L'épaisseur minimale du voile préfabriqué est fixée à 50 mm moyennant les dispositions prises ci-après, sauf au droit des boucles de levage où l'épaisseur minimum est de 55 mm.

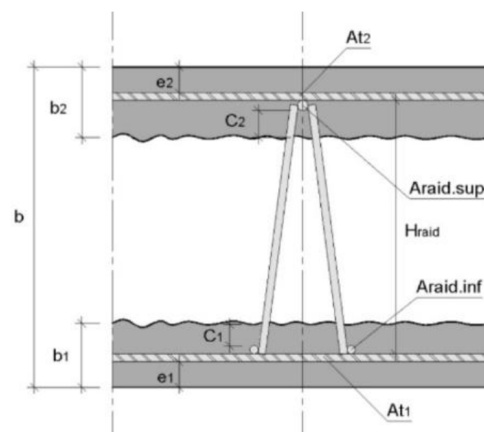
Dans le cas de murs en béton matricé ou avec des faux joints, l'épaisseur du voile préfabriqué ne prend pas en compte l'emprise des modénatures de la matrice ou du faux joint.

L'épaisseur minimale du noyau coulé en place est de 60 mm.

Cette épaisseur minimale correspond à une épaisseur nominale minimale de 70 mm avec les valeurs par défaut des tolérances définies ci-après.

Les tolérances dimensionnelles utilisées sur les enrobages e_1 et e_2 respectivement dans le premier et dans le deuxième voile préfabriqué pour la conception du Prémur, sur la base des notations du **CPT** sont les suivantes :

- o $\Delta e_1 +$ et $\Delta e_2 + = 2 \text{ mm}$;
- o $\Delta e_1 -$ et $\Delta e_2 - = 2 \text{ mm}$;
- o $\Delta b_1 - = 3 \text{ mm}$;
- o $\Delta b_2 - = 3 \text{ mm}$;
- o $\Delta b + = 3 \text{ mm}$;
- o $\Delta H_{\text{raid}} - = +1/- 3 \text{ mm}$.



Section VII.02 Types de murs :

Murs courants

Les joints en pied sont généralement de type articulés.

Les sollicitations doivent être équilibrées au droit des joints selon les règles en considérant :

- o La résistance caractéristique du béton du noyau $f_{ck,n}$;
- o Les armatures ancrées au-delà du joint ;
- o La section utile résistante aux efforts, qui est celle du béton du noyau.

- Murs exposés ou non aux intempéries

Les ouvertures et baies sont obtenues au moyen de mannequins fixés sur les tables de production. Elles sont renforcées par des armatures périphériques intégrées aux voiles préfabriqués conformément au plan du Bureau d'Études Structures.

- Murs inclinés

Suivant les prescriptions du § 1.1.3.CPT.

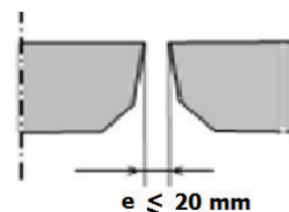
- Murs coupe-feu

Les murs coupe-feu seront justifiés par vérification du comportement au feu.

Les joints seront vérifiés conformément à l'art 4.6 de l'eurocode 2 partie 1.2

S'agissant du critère I, il convient que la largeur des vides des jonctions n'excède pas la limite de 20 mm

Le mur coupe-feu réalisé à l'aide des Prémurs peut être réalisé suivant plusieurs principes statiques:



- Mur en console encastré en pied complètement indépendant des structures avoisinantes ;
- Mur de remplissage entre poteaux avec pose en général des Prémurs horizontalement ;
- Mur articulé en pied et en tête fixé à la charpente avoisinante.

Pour des durées de résistance au feu élevées, les armatures du Prémur peuvent être disposées dans l'espace entre les deux voiles préfabriqués.

Poteaux

Suivant l'appréciation de distinction entre « mur » et « poteau »

Un poteau est un élément dont le grand côté de la section transversale ne dépasse pas 4 fois le petit côté de celle-ci et dont la hauteur est au moins égale à 3 fois le grand côté. Lorsque ce n'est pas le cas, il convient de considérer l'élément comme un voile.

⇒ L'ensemble des prescriptions de l'eurocode 2 pour le dimensionnement des poutres doivent être vérifiées et complétées par les justifications définies au § 1.1.2.2 du **CPT**.

Poutres

L'ensemble des prescriptions de l'eurocode 2 pour le dimensionnement des poutres doivent être vérifiées et complétées par les justifications définies au § 1.1.2.3 du **CPT**.

Poutres-cloisons

Suivant l'appréciation de distinction entre « poutre » et « poutre cloison »

Une poutre est un élément dont la portée est supérieure ou égale à 3 fois la hauteur totale de la section. Lorsque ce n'est pas le cas, il convient de la considérer comme une poutre-cloison.

⇒ L'ensemble des prescriptions de l'eurocode 2 pour le dimensionnement des poutres-cloisons doivent être vérifiées et complétées par les justifications définies au § 1.1.2.4 du **CPT**.

Acrotères

Les acrotères réalisés en MCI seront conformes aux prescriptions du DTU 20.12 (NF P 10.203 - maçonnerie des toitures et d'étanchéité - gros œuvre) et complétées par les prescriptions particulières du § 1.1.2.5 du **CPT**.

Section VII.03 Calcul des boucles de levage :

La dimension transversale des boucles est définie en fonction de l'épaisseur du mur, des enrobages extérieurs ($e1$ et $e2$) et du diamètre des armatures ($\varphi t1$ et $\varphi t2$).

Les épaisseurs des peaux préfabriquées ($b1$ et $b2$) sont déterminées pour obtenir les enrobages nominaux ($c1$ et $c2$) définis selon les spécifications définies pour le prémur.

Les boucles de levage sont représentées sur les calepins de fabrication.

Un calcul (logiciel) vérifie pour chaque prémur que la CMU par boucle n'est pas dépassée. (voir annexe E)

Section VII.04 Liaisons des prémurs :

Les liaisons des armatures sont conformes aux exigences du **CPT**.

Ils sont à compléter par les détails des joints en annexes.

Les liaisons assurent la continuité mécanique au droit des joints entre 2 Prémurs et entre les Prémurs et les ouvrages avoisinants.

Les types de liaisons se classent en 3 familles :

- o liaison **articulée** ;
- o liaison **couturée** ;
- o liaison **encastrée**.

⇒ pour les 3 cas, il est à distinguer les liaisons verticales et horizontales.

Le choix du type de liaison à utiliser est fonction de plusieurs paramètres :

- efforts de calcul à reprendre (*moment et tranchant*) ;
- contraintes de chantier, méthodologie de pose ;
- étanchéité ;
- sismicité.

Dans le cas où la liaison entre les MCI doit être vérifiée, l'effort tranchant sollicitant est comparé à l'effort tranchant résistant au droit du joint tel que présenté à l'Annexe I du **CPT**.

Liaison Articulée :

Les armatures de liaison sont ajoutées uniquement dans le noyau.

Liaison Couturée :

Ce type de liaison est préconisé essentiellement pour les poutres-voiles et pour les ouvrages qui doivent être étanches par le béton seul et dont la liaison entre le mur et la fondation est réalisée avec une des solutions avec reprise de bétonnage ainsi que pour les cisaillements importants au droit des joints (Dans ce cas, le calcul de la liaison couturée se fera conformément aux annexes I et II du **CPT**).

- La caractéristique de ce type de liaison est que le panier d'armature qui assure la couture au droit du joint est disposé dans le béton coulé en place et liaisonné avec des armatures en U intégrées dans les voiles du Prémur.
- Ces aciers de forme U intégrés au Prémur et disposés aux abouts permettent de garantir une couture optimale de la liaison entre les murs.
- L'ensemble des solutions nécessite une fenêtre de tirage en partie inférieure du Prémur pour permettre la bonne mise en place du panier d'armature de liaison.

Liaison Encastrée :

Ce type de liaison est préconisé pour les ouvrages qui doivent être étanches par le béton seul ou qui doivent assurer la continuité du moment et de la transmission de l'effort tranchant entre Prémurs..

La section des armatures est calculée en appliquant les règles de l'Eurocode 2 - partie 1-1 et suivant les efforts résistants des plans de rupture possibles selon l'annexe I du **CPT**.

Si les armatures de reprise en pied ne permettent pas le ripage du Prémur, une fenêtre de tirage ou l'ouverture du voile préfabriqué doit être prévue, pour permettre la bonne mise en place du panier d'armatures.

Les liaisons encastrées sont le plus souvent utilisées pour les murs de soutènement, les murs des bassins ou des piscines.

Joint vertical biais :

Le principe constructif est fonction de l'angle entre les 2 murs :

- o Pour un angle supérieur à 135° le ferrailage de l'angle peut être intégré dans le Prémur selon la même méthode que la solution pour les joints droits.
- o Pour les angles inférieurs à 135° l'armature sera rapportée dans la partie coulée en place.

Description et détails des articulations :

Type articulée	Spécification
liaison articulée en pied de prémur	annexe A 6.
liaison articulée en pied entre prémurs	annexe A 5
liaison articulée verticalement entre 2 prémurs	annexe A 7
liaison articulée horizontalement entre 2 prémurs superposés	annexe A 8
liaison articulée d'angle	annexe A 9
liaison articulée en T entre prémurs	annexe A 2
liaisons articulées - linteaux incorporés	annexe A 1
liaison en L avec mur banché	annexe A 3
liaison articulée prémurs- poteau	annexe A 4
liaison articulée entre prémurs et dalles	annexe A 10

Type couturée	Spécification
liaison couturée verticalement entre 2 prémurs	annexe B 1
liaison couturée horizontalement entre 2 prémurs	annexe B 2
liaison couturée d'angle	annexe B 3

Type encastrée	Spécification
liaison encastrée en pied entre 2 prémurs	annexe C 1
liaison encastrée en L entre 2 prémurs	annexe C 2
liaison encastrée en T entre prémurs	annexe C 3
joint vertical biais (angle > 165°)	annexe C 4

Section VII.05 Type d'ouvrages :

Murs enterrés ou semi-enterré

La reprise de sollicitations dans les 2 directions peut être envisagée à condition d'adopter des dispositions constructives adéquates conformément au §1.1.4.3 du **CPT**.

Murs de soutènement

Les armatures de reprise en pied peuvent être intégrées dans le Prémur ou dans la partie coulée en place, conformément au § 1.1.4.4 du **CPT**.

Murs de silos ou de magasins de stockage

Dimensionnement des Prémurs conformément à l'eurocode 2 partie 1-3 silos et réservoirs. Respect des prescriptions du §1.1.1 du **CPT**.

Les liaisons en pied sont encastrees (avec ou sans reprise de bétonnage), les liaisons verticales ou horizontales entre panneaux sont fonction de la conception de l'ouvrage.

Murs de bassins ou de piscines

Ils sont dimensionnés aux états limites ultimes de résistance et aux états limites de service conformément au CCTG Fascicule 74.

Les prescriptions particulières concernant ce type de murs sont celles du § 1.1.4.6 du **CPT**.

Lorsque l'étanchéité est réalisée par une membrane d'étanchéité rapportée (*de type Liner*), la fissuration n'est plus préjudiciable.

Murs de galeries, garages souterrains

Cas courant correspondant aux murs travaillant en flexion verticale entre la fondation et la dalle de couverture, l'ensemble de l'ouvrage fonctionnant comme une structure fermée (*cadre ou portique*)

Section VII.06 Tolérances dimensionnelles :

a) Caractéristiques géométriques :

Hors cas de tolérances exprimées dans les section précédentes, les caractéristiques géométriques sont précisées dans le tableau suivant ; pour les prémurs de grandes dimensions > 10 m, la tolérance est de ± 10 mm.

b) Positionnement des armatures et des treillis raidisseurs :

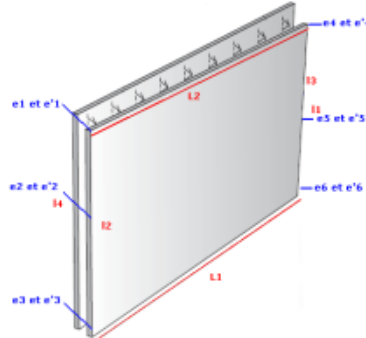
Les armatures et les treillis raidisseurs doivent être positionnées conformément aux dessins d'exécution (qui doivent eux-mêmes respecter les conditions minimales d'enrobage toutes tolérances épuisées) et maintenues de façon à assurer le respect des tolérances.

Les tolérances sur les positions des armatures et des treillis raidisseurs sont :

- cas des murs composites - positionnement des armatures dans le plan : ± 50 mm ;
- dans l'épaisseur de la paroi : les tolérances en conformité avec l'évaluation avérée positive d'aptitude à l'usage du procédé.

c) La tolérance relative à la planéité des surfaces est de 5 mm pour 3 m.

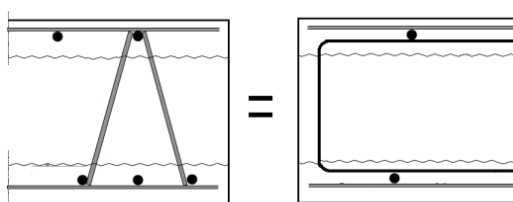
Mesures sur le produit	Tolérances
Longueur sur deux côtés de chaque paroi L ≤ 3 m 3 m < L ≤ 6 m 6 m < L ≤ 10 10 m < L	± 5 mm ± 6 mm ± 8 mm ± 8 mm
Largeur sur deux côtés de chaque paroi L ≤ 3 m 3 m < L ≤ 6 m 6 m < L ≤ 10 10 m < L	± 5 mm ± 6 mm ± 8 mm ± 8 mm
Equerrage et diagonales de chaque paroi L ≤ 3 m 3 m < L ≤ 6 m 6 m < L ≤ 10 10 m < L	± 5 mm ± 6 mm ± 8 mm ± 8 mm
Rectitude des arêtes	± 4 mm
Planéité (règle de 3m)	5 mm
Décalage des parois dans la longueur (une mesure à l'équerre aux quatre coins)	± 5 mm
Décalage des parois dans la largeur (une mesure à l'équerre aux quatre coins)	± 5 mm
Défaut d'aplomb des ouvertures	2 mm/ml
Cas des murs composites avec ou sans isolant	
Epaisseur de la 1 ^{ère} paroi coulée (deux mesures en pied, en tête et à mi-hauteur) soit 6 mesures	Moyenne des mesures -3/+5 mm Chaque valeur individuelle -6/+8 mm
Epaisseur de la 2 ^{ème} paroi coulée (deux mesures en pied, en tête et à mi-hauteur) soit 6 mesures	Moyenne des mesures -3/+5 mm Chaque valeur individuelle -6/+8 mm
Epaisseur du mur (deux mesures en pied, en tête et à mi-hauteur) soit 6 mesures	Moyenne des mesures ± 3 mm Chaque valeur individuelle ± 6 mm
Dispositif de manutention (position longitudinale)	± 100 mm
Douilles de fixation d'étalement	± 100 mm
Positionnement des ouvertures et des autres inserts (hors levage)	± 10 mm



Article VIII. Dispositions constructives des Prémurs

Section VIII.01 Généralités :

Conformément au **CPT**, les renforcements des ouvertures et des bords libres usuellement prévus dans les voiles préfabriqués du Prémur (*dispositions du paragraphe 4.1 du DTU 23.1*) pourront être réalisés dans les MCI à l'aide des raidisseurs définis ci-avant.



De même les épingles de construction utilisées dans les ferrailages, en particulier pour les poutres et les poteaux, pourront être remplacées par des **raidisseurs spéciaux**.

Le choix du raidisseur de substitution sera fait sur la base des équivalences données dans le tableau suivant :

Prémur cm	Type de Raidisseur	Section cm ² /m	φ6	φ8	φ10
17,1	KT 811 8-5-5	2.76	10	18	28
18	KT 813 8-5-5	2.75	10	18	28
20	KT 815 8-5-5	2.72	10	18	28
22	KT 817 8-5-5	2.69	10	18	29
25	KT 820 8-5-5	2.63	10	19	29
30	KT 825 8-5-5	2,55	11	19	30
35	KT 830 8-5-5	2,51	11	20	31
40 à 50	KT 830 8-5-5	2,35	12	21	33

Nota : les types de raidisseurs sont donnés à titre indicatif. Ils sont sujets à variation en fonction des enrobages des aciers du Prémur.

La section des armatures supérieures et inférieures des treillis raidisseurs est prise en compte dans le calcul de la section résistante.

Les cages d'armatures convenablement bouclées dans les voiles préfabriqués peuvent jouer le rôle assuré par les treillis raidisseurs pour la couture de l'interface et/ou la tenue des voiles pendant la phase de coulage.

Section VIII.02 Dispositions parasismiques :

Les MCI à partir des prémurs peuvent être utilisés dans les zones sismiques de 1 à 4.

En situation sismique, il convient de prévoir par défaut (sans calcul spécifique des liaisons) les dispositions constructives que sont les liaisons couturées au droit des joints et celles ci-dessous.

L'absence de réglementation sismique sur le territoire impose :

- la définition des exigences à retenir pour assurer le dimensionnement et le calcul conformément aux dispositions prévues par :
 - l'eurocode 8 parties 1 - règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments - 3 évaluation et renforcement des bâtiments - 4 silos, réservoirs et canalisations et 5 fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques ;
 - les règles de construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés (NF P 06-014) le cas échéant.

Ces exigences devront faire l'objet d'un engagement du maître de l'ouvrage (MOA) vis-à-vis du maître d'œuvre (MOE) puis des MOA & MOE vis-à-vis du bureau d'études structures en charge du dimensionnement dans la cadre de l'exécution des travaux.

Dans le cadre d'un ouvrage soumis aux vérifications sous sollicitations sismiques, le Bureau d'Études Structures en charge du dimensionnement dans la cadre de l'exécution des travaux fournit au BE de l'Industriel les efforts à reprendre par les murs considérés afin qu'il puisse

effectuer les vérifications au droit des joints entre Prémurs conformément à l'Annexe I du **CPT**, ce qui permet de définir les types de liaisons entre les Prémurs.

Les dispositions suivantes ne concernent que les murs considérés comme éléments sismiques primaires, c'est-à-dire les murs faisant partie du système structural résistant aux actions sismiques.

(La détermination des efforts induits par les actions sismiques sur un panneau de mur à coffrage intégré et le respect des critères de ductilité sont réalisés sur l'hypothèse d'une section homogène équivalente au mur banché substitué).

Pour les murs considérés comme éléments secondaires qui ne sont pas considérés comme faisant partie du système résistant aux actions sismiques et dont la résistance et la rigidité vis-à-vis des actions sismiques sont négligées, les liaisons entre panneaux sont similaires aux liaisons préconisées en dehors des zones sismiques.

Les tirants et chaînages adéquats issus du calcul peuvent être intégrés dans les **MCI**.

- En référence au § 5.11.1.4 de l'Eurocode 8 - partie 1, concernant l'utilisation d'éléments préfabriqués pour la résistance au séisme, il convient de prendre le coefficient de réduction k_p égal à 1.
- Pour le calcul des raideurs des murs, la présence des joints entre panneaux est négligeable. La détermination des efforts induits par les actions sismiques sur un mur réalisé en MCI se base sur la section homogène équivalente au mur banché substitué.
- Les armatures transversales des poutres et poteaux doivent respecter les dispositions constructives définies dans l'Eurocode 2 partie 1-1 et dans l'Eurocode 8 partie 1.

Types de liaison en zone sismique : (voir § 1.1.1.1.14 du CPT)

- Liaison entre MCI en zone courante ;
- Liaison entre MCI au droit d'une dalle ;
- Liaison à l'intersection de 2 ou plusieurs MCI.

Les liaisons horizontales hors zone de planchers ne sont pas autorisées.

Liaisons verticales : en fonction des efforts dans les joints, 4 cas peuvent se présenter :

- Ouvrir une face du Prémur comme spécifié à la figure ci-dessous A-16 du **CPT**. Dans ce cas, aucun calcul complémentaire n'est requis ;

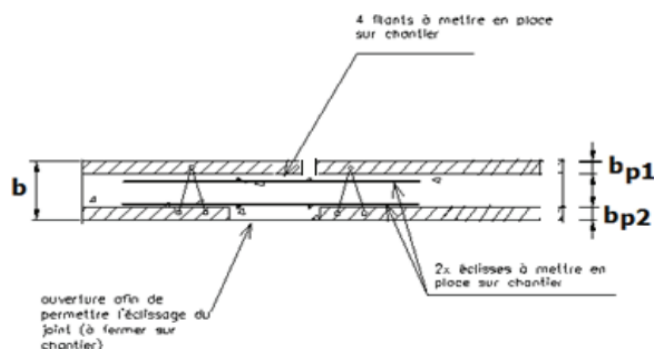


Figure A-16 – Liaison verticale en zone sismique sans justification par le calcul

- Pour de faibles efforts : Liaison **sans** couture aux abouts des Prémurs : détail 13.2 annexe A7 ;
- Pour des efforts plus importants : Liaison **avec** coutures aux abouts des Prémurs: détail 13.3 annexe A7 ;
- Pas d'utilisation des Prémurs, s'il est impossible de vérifier les joints entre MCI par les calculs de l'Annexe I du **CPT** et si l'entreprise de Gros-Œuvre ne peut pas ouvrir une face au droit des joints ou épaissir les Prémurs.

L'utilisation des boîtes d'attente pour la liaison **MCI** / planchers est strictement proscrite en cas d'exigence sismique.

Remarque :

Le choix du principe de fonctionnement devra être fait lors de la conception de l'ouvrage par le Bureau d'Étude Structures en charge du dimensionnement dans le cadre de l'exécution des travaux en collaboration avec le BE de l'industriel.

Les dispositions de ferrailage minimales en zones sismiques peuvent conduire à des encombrements incompatibles avec les plus faibles épaisseurs de noyau. Une augmentation de l'épaisseur totale des éléments de murs à coffrage intégré est alors nécessaire.

Section VIII.03 Dispositions pour l'étanchéité :

A - Cas de l'étanchéité assurée par le béton seul :

Les solutions à base de Prémurs reposent sur 2 modes de mise en oeuvre du plan d'étanchéité :

- (1) Utilisation des solutions mécaniques SANS reprise de bétonnage et des joints verticaux décalés qui permettent de garantir une étanchéité par la continuité du bétonnage du noyau central à l'aide d'un béton présentant un compactage optimal et un faible retrait**

Cela 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.

Les 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 les joints entre les Prémurs 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 de la bande pré comprimée ;

- o 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 en tôle galvanisée (type STREMAFORM) ou toute autre système d'arrêt de bétonnage permettant d'augmenter le chemin critique de l'eau.

(2) Utilisation des solutions mécaniques AVEC reprise de bétonnage, complétée par le traitement spécifique des reprises de bétonnage.

L'utilisation des solutions mécaniques avec reprise de bétonnage repose aussi sur la mise en œuvre d'un béton présentant un faible retrait.

Un traitement spécifique de la reprise de bétonnage en pied de panneau doit être réalisé.

La reprise de bétonnage en pied de panneau est traitée avec un joint hydrogonflant (type SIKA JOINT EXPANSIF WS 2005) ou un joint waterstop en tôle galvanisée (type STREMAFORM).

Ces dispositifs sont disposés à 5 cm minimum du voile du Prémur en contact avec l'eau.

Le traitement du joint vertical entre 2 Prémurs peut être réalisé de 2 manières différentes en fonction des contraintes de chantier.

(1) Joints classiques

Le joint est traité comme un joint classique au niveau du bétonnage et du ferrailage, il est complété par la mise en place d'un joint (type SIKADUR COMBIFLEX), ou toute bande d'étanchéité pour joints à haute flexibilité collée sur les lèvres du joint et garantissant la parfaite étanchéité au contact d'eaux en pression. Le joint est à mettre en œuvre en règle générale sur la face en contact avec l'eau. Néanmoins il peut travailler sous pression moyennant des dispositions de mise en œuvre particulière définies par les fabricants.

(2) Joints encastrés

Le joint est traité à l'aide des solutions mécaniques type rotulées couturées. 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 oeuvre dans le noyau du mur d'un joint Waterstop (type STREMAFORM) ou toute autre système d'arrêt de bétonnage permettant d'augmenter le chemin critique de l'eau.

La finition des joints est réalisée en fonction de la destination de l'ouvrage.

B - Utilisation des solutions avec étanchéité rapportée type PENTAFLEX

Le procédé PENTAFLEX (sous couvert d'Avis Technique) est un système de bande d'étanchéité pour reprise de bétonnage.

- Les applications concernent les sous-sols étanches, les ouvrages en contact avec l'eau de mer, les stations d'épuration, les réservoirs d'eau potable et les bassins ;
- Pas besoin de liaisons couturées car le joint est étanché par le système PENTAFLEX.

C - Utilisation des solutions avec étanchéité rapportée type VOLTEX

Le procédé VOLTEX DS (sous couvert d'Avis Technique) peut être utilisé en combinaison avec le Prémur pour réaliser le plan d'étanchéité.

- Le VOLTEX DS est intégré sur la face concernée en usine de fabrication des Prémurs sous la responsabilité du fournisseur de VOLTEX DS ;
- La réalisation du plan d'étanchéité par le biais de ce procédé permet de calculer les Prémurs en fissuration non préjudiciable.

Dans le cadre de la mise en œuvre des dispositifs A, B & C, 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 des MCI.

Section VIII.04 Traitement des joints :

Selon la destination de l'ouvrage, le traitement du joint devra être mis en place selon les règles du § 1.5 du **CPT** et les croquis de l'annexe VI du **CPT** complétée par l'annexe D.

Section VIII.05 Aspects des parements :

Les panneaux présentent une surface brute de décoffrage, ou une finition chimique ou mécanique.

Etat de surface

L'état de surface courant correspond à une surface de décoffrage contre moule.

Le parement standard du Prémur est classé P(3), E(3-3-0), T(0) (cf. FD P 18-503)

Une des deux faces du Prémur peut présenter un aspect structuré grâce à l'utilisation de matrices caoutchouc.

L'empreinte doit néanmoins être de forme régulière afin de permettre le raboutage des matrices caoutchouc sur les tables de coffrage et le calepinage de zones.

Teinte

La teinte du parement des Prémurs peut varier d'un mur à l'autre.

L'homogénéité de la teinte n'est pas un paramètre qui peut faire l'objet d'une garantie du fait d'incorporation d'ajouts dans le ciment.

Lorsque la finition du Prémur est une lasure dont l'aspect doit être uniforme sur toute la surface du parement, il est impératif de préparer le support à l'aide d'un opacifiant ou homogénéisateur de teinte, appliqué au préalable, de manière à garantir l'aspect final de la lasure.

Préparation du support

La forte compacité du béton des Prémurs doit être prise en compte lors du choix du type de revêtement qui sera appliqué sur le support. (*Lasure, peinture, imprégnation, résine, membrane d'étanchéité, carrelage de parement, RPE, plot de colle pour fixation des plaques de plâtre, ...*)

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.

Section VIII.06 Traitement de tête :

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

- o un chaperon béton ;
- o une couvertine métallique ;
- o un micro-mortier hydraulique de protection et d'imperméabilisation du béton (type SIKATOP 107 PROTECTION), appliqué sur une imprégnation époxydique type flexible, et imperméable à l'eau (type SIKADUR IMPREGNATION) ;
- o tout revêtement d'imperméabilisation à base de liant hydraulique.

Les produits seront conformes aux exigences de mise en œuvre pour les travaux de protection du béton.

Section VIII.07 Inserts :

Différents types d'inserts peuvent être incorporées dans les Prémurs (pots électriques, gaines électriques, boîtes d'attentes, douilles, baguettes, fourreaux PVC et métalliques, faux trous de banches, tubes de sécurité, platines métalliques, rails de fixation type Halfen, ...).

Ces produits font l'objet des conformités requises pour leur domaine d'emploi.

Article IX. Principes et étapes de fabrication du Prémur

Le panneau est réalisé en usine à l'aide d'un outil automatisé.

Les opérations se déroulent dans l'ordre suivant :

1. Nettoyage de la première table et projection automatique d'un décoffrant ;
2. Traçage par le robot des positions des règles de coffrage ou séparateurs, des inserts, des réservations et des ouvertures ;
3. Mise en place manuelle des règles de coffrage du premier voile ;
4. Mise en place manuelle des douilles et pots électriques,
Mise en place manuelle des autres inserts, réservations, et ouvertures ;
Mise en place des cales d'enrobage ;
5. Débit automatique aux longueurs nécessaires des armatures courantes, et mise en place sur la table manuellement ;
6. Mise en place des raidisseurs découpés automatiquement par la machine ou manuellement ;
7. Les boucles sont positionnées sur la première peau et ligaturées sur la nappe d'armature par le brin de l'épingle faisant un retour d'équerre de 150 mm.
8. Une armature de diamètre 10 mm est disposée au voisinage du bord du MCI avec un enrobage de 20 mm (*voir Annexe E*) ;
9. Mise en place manuelle des corbeilles complémentaires de ferrailage ;
10. Fabrication du béton dans la centrale située sur le site ;

11. Acheminement du béton par le béton bus ou par une toupie ;
12. Coulage du béton à l'aide d'une distributrice automatique ;
13. Secouage automatique, programmée et adapté pour ce type de fabrication ;
14. Etuvage de la première face du Prémur ;
15. Opérations 1 à 14 identiques pour la deuxième face du Prémur, mais sans mise en place de raidisseurs, puis :
16. Transport et retournement de la première face sur la seconde avec centrage et mise en appui sur des cales extérieures prééglées.
17. Secouage automatique,
18. Enlèvement de la table supérieure,
19. Etuvage de l'ensemble,
20. Démoulage à l'aide d'une table de relevage,
21. Éventuel ragréage,
22. Stockage sur un E.T.S. (*Équipement de Transport et de Stockage*).

Nota :

- Le temps d'auto-étuvage ou d'étuvage dépend de la résistance minimale qu'il faut atteindre pour le béton des prémurs ;
- Après le temps nécessaire d'auto-étuvage ou d'étuvage, le signal de décoffrage est donné pour l'écrasement d'éprouvettes cubiques de contrôle ;
- Si la valeur de la résistance minimale est obtenue □ décoffrage, sinon, un temps d'attente supplémentaire est requis afin d'obtenir la résistance minimale du béton des prémurs.

Article X. Liste des produits pour lesquels l'agrément est demandé

La liste des produits dans les demandes d'agrément doit être formulée de la manière suivante :

- Unité de production ;
- Appellation commerciale ;
- Dimensions de fabrication ;
- Classe d'appellation de destination ;
- Catégorie de béton.

Article XI. La Fiche technique Produit

La particularité du produit est son inscription dans un procédé de dimensionnement propre aux ouvrages de construction béton auxquels il est dédié. La conception et la mise en œuvre de MCI à partir de Prémurs demeurent assujetties aux règles de conception de mur en béton armé en prenant en compte les spécificités décrites du présent référentiel.

Chaque Prémur est identifié dans un dossier technique, spécifié au chantier, de l'industriel comportant un carnet de plans et les préconisations de mise en œuvre.

Elle doit comprendre :

- La mention : produit conforme au référentiel d'agrément GPREF 04 du RCNC
- Identification du produit : cf. information Article IX
- la référence du mur ;

- le nom du chantier ;
- les dimensions du mur ;
- le poids du mur ;
- la classe de résistance du béton f_{ck} ;
- la date de fabrication ;
- l'épaisseur du Prémur ;
- l'épaisseur de chaque voile préfabriqué ;
- le nom et l'adresse de l'usine ;
- la référence de l'agrément RCNC ;
- la mention d'engagement du fabricant sur les caractéristiques suivantes :
 - les caractéristiques géométriques ;
 - la résistance mécanique ;
 - les préconisations de montage à remettre ;
 - le classement au feu ;
 - le n° prémur selon plan de pose (rack constitué à l'avancement).

La fourniture des conditions de mise en œuvre est incluse dans le dossier technique de chantier qui matérialise la fiche produit technique produit (dédié à l'opération suivant les différentes mises à pied d'œuvre).

Article XII. Plan de contrôle - suivi de la conformité

Le fabricant doit établir, documenter, tenir à jour et appliquer un système de contrôle de la production en usine (CPU) pour assurer que le produit fourni satisfait aux spécifications du présent document et est conforme aux valeurs spécifiées et aux spécifications de la documentation technique.

Les tâches, les compétences, les responsabilités et l'autorité du personnel impliqué dans le contrôle de la production en usine doivent être définies, documentées, tenues à jour et mises en œuvre, y compris les procédures relatives aux actions ci-après :

- a) la démonstration de la conformité du produit aux étapes appropriées ;
- b) l'identification, l'enregistrement et le traitement de tout cas de non-conformité ;
- c) l'établissement des causes de non-conformité et des actions correctives possibles (conception, matériaux ou méthodes de fabrication).

Un organigramme doit indiquer clairement les activités énumérées de a) à c) pour le personnel concerné.

Le producteur doit établir un plan de contrôle avec les dispositions minimales définies dans le tableau ci-dessous afin de s'assurer de la conformité du produit.

Le système de contrôle de la production en usine doit être constitué de procédures, instructions, contrôles réguliers, essais et utiliser les résultats obtenus afin de contrôler le matériel, les matières premières et autres matériaux incorporés, le procédé de fabrication et les produits finis.

La conformité du produit est établie sur la base d'un dossier de conception défini et fourni par le fabricant conformément à la commande du client (Bureau études structures de l'opération).

Les contrôles ci-après s'entendent au cours des phases de production*. Après une interruption de production, l'ensemble des contrôles doit être effectué en réinitialisation.

on distingue

Le contrôle de fabrication : procédé industriel

le contrôle du béton :

Les bétons utilisés pour la réalisation des voiles préfabriqués des Prémurs sont fabriqués dans la centrale installée sur le site de l'usine de préfabrication.

Les formulations des bétons sont établies par le laboratoire du Service Qualité du fabricant.

le contrôle de qualité :

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

Le système qualité consiste en un contrôle permanent exécuté par les ouvriers de production.

- après mise en place du coffrage ;
- après mise en place des armatures ;
- après le bétonnage ;
- après le décoffrage ;
- avant le chargement.

La totalité de la production est contrôlée à chaque stade de la fabrication par un autocontrôle défini pour chaque poste dans le C.P.U. et avant expédition/livraison.

Le contrôle porte sur :

- o Les matières premières (*Granulat, Ciment, adjuvant, eau de gâchage, armatures, raidisseurs, boucles de levage, béton, ...*) ;
- o Les boucles de levage : diamètre, longueur, épaisseur, et positionnement avant la phase de coulage du premier voile préfabriqué ;
- o La résistance à la compression du béton au décoffrage et à 28 jours ;
- o la fabrication du produit (*autocontrôle pour chaque poste de moules, armatures, raidisseurs et leur positionnement, qualité du béton mis en place, ...*) ;
- o les produits finis (*caractéristiques géométriques, état de surface fini, enrobage des armatures, positionnement des réservations, ...*).

Chaque Prémur dispose d'une identification qui précise que le contrôle a été réalisé.

Les Prémurs qui nécessitent une éventuelle réparation ou un ragréage sont placés dans la zone de réparation et font l'objet d'une fiche de non-conformité.

Un contrôle final est réalisé avant chargement pour livraison.

La traçabilité du produit est assurée.

Le produit est identifié dans chaque étape de production jusqu'au moment de son intégration dans l'ouvrage.

Un contrôle est effectué sur un produit par jour.

Matériaux / Contrôles	Fréquence minimale	Critère de conformité
Matériaux et fournitures		
Ciment	Contrôle réception fourniture	Vérification de la cohérence entre la commande et le bon de livraison
Granulométrie et propreté des granulats	1 fois/semaine*	Évaluer la conformité au fuseau granulaire et la propreté convenue (équivalent de sable ou bleu de méthylène)
Adjuvants/agents de cohésion	à chaque réception	Vérification de la cohérence entre la commande et le bon de livraison
Analyse chimique de l'eau ne provenant pas du réseau public	À la 1 ^{ère} utilisation en nouvelle origine Eau provenant d'un réseau à ciel ouvert : 3 fois / an Autres origines : 1 fois / an	Conforme à la NF EN 1008
Eau recyclée	1 fois/semaine*	Vérification visuelle de l'aspect
	En cas de doute	Vérification de la teneur en matières en suspension et la présence de polluants
Acier / Armature	à chaque réception	Vérification de la cohérence entre la commande et le bon de livraison
Boucle de levage	à chaque réception	
insert	à chaque réception	
Maîtrise des équipements de production		
Stockage des matières première	1 fois/semaine*	Vérification visuelle : pas de mélange, ni de salissure
Doseur ciment/granulats	1 fois par an (justesse et fidélité)	Erreur maximale tolérée : 3 %
Doseur à adjuvants ou colorants	1 fois par an	Erreur maximale tolérée : 5 %
Doseur en eau	1 fois par an	Conforme à la documentation qualité usine
Malaxeur	1 fois/semaine*	Vérification visuelle de l'usure
Moule : Contrôle dimensionnel	A chaque utilisation et remise en service	Conforme aux tolérances dimensionnelles
Moule : Propreté/huilage	1 fois par jour*	Conforme à la documentation qualité du fabricant
Moule : Huilage	A chaque utilisation	
Équipement pour la mise en place du béton (bon compactage)	1 fois/mois*	Conforme à la documentation qualité du fabricant au regard des équipements utilisés.
Maîtrise du matériel de laboratoire		
Matériel d'essai de résistance mécanique (presse)	1 fois / an	Vérification suivant la norme NF EN 12390-4 par un organisme reconnu pour la vérification de machines d'essais
Matériel de mesurage	1 fois / an	Mètre ruban de classe 2 (à gérer comme un consommable)
Matériel de vérification de l'épaisseur d'enrobage béton des armatures (profomètre)	1 fois / an	Vérification ou étalonnage à l'aide d'un bloc étalon
Matériel de pesage (cas de béton NA F 2)	1 fois / an	Etalonnage par un organisme reconnu

Matériaux / Contrôles	Fréquence minimale	Critère de conformité
Maîtrise de la confection du béton		
Résistance à 28 j	3 éprouvettes par semaine de fabrication <i>Note : les valeurs obtenues sur cube de 100 mm confectionnés et conservés dans les conditions de fabrication doivent être multipliées par le coefficient 0.9 pour obtenir la valeur équivalente sur cylindre 150 x 300 mm.</i> Vérification de la conformité sur 15 résultats	Tous les résultats $\geq F_{ck}28 - 4 \text{ Mpa}$ Moyenne $\geq F_{ck}28 + 4 \text{ Mpa}$ Après 15 séries de 3 éprouvettes détermination de l'écart type des moyennes : σ_{15} Tous les résultats $\geq F_{ck}28 - 4 \text{ Mpa}$ Moyenne $\geq F_{ck}28 + 1,48 \times \sigma_{15}$ (Toutes les 15 séries d'essais, réévaluation de σ_{15})
Absorption d'eau (cas des bétons tableau NA F2 - NF EN 206)	3 éprouvettes par semaine de fabrication	Vérification de la conformité avec la valeur visée
Teneur en eau du béton frais	1 fois par semaine*	Évaluer la conformité de la teneur en eau à la valeur visée
Teneur en chlorure du béton	Au démarrage En cas d'augmentation de la teneur en chlorure des constituants.	Teneur maximum en chlorure non dépassée
Étalement au cône d'Abrams selon la norme NF EN 12350-8	1 fois / jour*	Vérification de la conformité avec la valeur visée
Maîtrise des Armatures		
Positionnement	1 fois par produit* et moule	Spécifications et mesurage conformes aux spécifications au plan de fabrication
Maîtrise de la Protection contre la dessiccation		
Contrôle visuel	1 fois / jour	Conforme aux dispositions du § 4.2.1.3 NF EN 13369 et à la documentation qualité du fabricant
Degré de durcissement du béton	1 fois / semaine*	
Maîtrise du Traitement thermique		
Vérification des conditions	1 fois par poste et par jour*	Conforme aux dispositions du § 4.2.1.4 NF EN 13369 et à la documentation qualité du fabricant
Enregistrement du cycle d'étuvage	1 enregistrement par cycle	
Contrôle du produit		
Contrôle visuel aspect et texture	1 fois / jour*	conforme au classement P(3), E(3-3-0), T(0) (cf. FD P 18-503)
Contrôle dimensionnel	chaque Prémur	Conforme au plan de fabrication
Contrôle de l'enrobage	Sur chaque voile et prémur	
Stockage	1 fois par jour*	Conforme aux dispositions de stockage

L'Interprétation des résultats des essais et des contrôles est opérée selon les types de murs en fonction des produits à livrer et du dimensionnement précisé.

Article XIII. L'admission

Section XIII.01 Documents additionnels à transmettre :

Un dossier type de réalisation comprenant les plans, les calepinages, les calculs de dimensionnement requis et le contrôle provenance des matériaux.

Section XIII.02 Audit d'admission :

La durée de l'audit est à l'initiative de l'auditeur et ne peut être inférieure à 1 journée.

Section XIII.03 Liste des essais à réaliser en admission :

On distingue les essais :

- Réalisés lors de l'audit d'admission ;
- Les essais réalisés par des organismes d'essais agréés RCNC ;
- Les essais peuvent être fournis et documentés par des fournisseurs sous réserve que les essais soient réalisés par des organismes d'essais dans le cadre de leur certification produits.

L'audit devra porter sur:

a) le contrôle production : (inspection en usine)

- la vérification de la réalisation des contrôles et des enregistrements des éléments de production (matières, constituants, fabrication, produits finis) ;
- la vérification des dispositions de maîtrise de la qualité : métrologie, conditionnement, stockage, traçabilité, marquage du produit, traitement des non conformités et des réclamations client ;
- la supervision d'essais de caractéristiques réalisés par le demandeur, le cas échéant suivant le cycle de production en cours.

b) le contrôle conformité :

- la vérification du dossier de conception : justification des propriétés appropriées du produit par les calculs.

Article XIV. La reconduction annuelle du droit d'usage

Section XIV.01 Documents additionnels à transmettre :

Sans objet

Section XIV.02 Liste des essais à réaliser dans le cadre de la surveillance :

Idem section XIII.03

En fonction de la production significative et établie de l'année.

Article XV. Disposition relative au marquage des produits

Le produit est marqué/identifié de façon lisible et durable.

Le marquage est apposé directement sur le produit ou son conditionnement et dans les dossiers de conception remis au client.

Dans tous les cas, la lisibilité et la durabilité du marquage doivent être assurées au moins jusqu'à la pose du produit et au sein des dossiers de plans établis et remis.

Le marquage comprend sous forme d'étiquetage :

- Le logo RCNC, tel que défini dans la réglementation ;
- L'identification de l'usine productrice ;
- La classe d'appellation de destination ;
- La date de fabrication ;
- La référence du plan de calepinage ;
- Les dimensions du Prémur.

Article XVI. Éléments retirés du référentiel

Sans objet.

Article XVII. Dispositions de mise en oeuvre

Les prescriptions relatives à la manutention et au transport des Prémurs sont celles précisées dans le **CPT** complétées des spécifications de l'industriel dans le document spécifié de l'ouvrage et les documents remis à la livraison sur le chantier.

Les Prémurs sont mis en oeuvre conformément :

- o au plan de préconisation de pose du fabricant ;
- o à la notice d'instructions de pose de fabricant ;
- o aux prescriptions minimales à intégrer à la conception des MCI pour une mise en œuvre en sécurité - *Guide INRS n° ED 6118 dans sa dernière édition.*

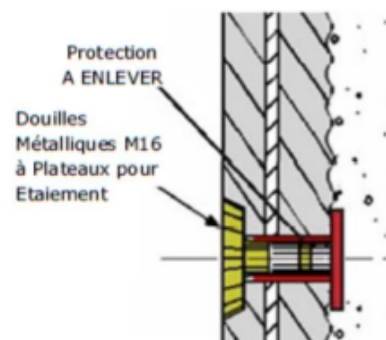
Le Prémur est positionné précisément dans son emplacement définitif sur des cales permettant de vérifier les jeux nécessaires.

- la stabilité provisoire

La stabilité des MCI, en phase provisoire, nécessite une attention particulière, vis-à-vis d'éventuels efforts principalement dus au vent.

Les panneaux sont présentés, réglés et calés à leur position définitive. Leur stabilité est assurée par des étais «tirant-poussant» fixés aux panneaux au moins aux 2/3 de la hauteur grâce aux douilles incorporées dans les voiles préfabriqués.

En pied, les étais «tirant-poussant» prennent appui soit sur un massif en béton, soit directement sur l'ouvrage déjà exécuté (dalle ou radier en béton par exemple).



Le dimensionnement des douilles et des étais est réalisé pour les valeurs de vitesse de vent spécifiées dans les pièces marchés.

En l'absence de vitesse de vent spécifiée, dans les documents particuliers du marché, une valeur de 85 km/h, quelle que soit la direction du vent, sera retenue (NF P93-350 - art 7.2.5 et 8).

D'autres systèmes de stabilisation peuvent être proposés, tels que des dispositifs d'équerrage.

Les élingues peuvent être décrochées lorsque la stabilité du mur est assurée.

Les étais sont maintenus en place jusqu'au durcissement du béton de remplissage et la solidarisation du mur avec le restant de la structure.

- le bétonnage (§ 1.1.1.13 du CPT)

Pour éviter les fuites de laitance, les joints d'épaisseur nominale inférieure à 3 cm doivent être préalablement calfeutrés avec un cordon de mousse polyuréthane.

L'utilisation de mousse expansive est interdite.

Les joints d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 3 cm doivent être coffrés sur les faces extérieures du mur pour assurer le remplissage par le béton sur toute la largeur du mur.

Les faces intérieures des Prémurs doivent être humidifiées.

L'eau accumulée en pied de coffrage doit être éliminée avant bétonnage. Le béton de consistance fluide est généralement mis en place sans vibration en respectant les prescriptions relatives à la hauteur de chute et à la vitesse de bétonnage.

La vibration est cependant obligatoire :

- o au voisinage des joints, dans le cas des ouvrages pour lesquels :
 - ☑ l'étanchéité est assurée par le béton ;
 - ☑ des poutres ou des poutres voiles.
- o au droit des zones à forte densité de ferrailage (*par exemple poteaux*).

La hauteur de chute du béton et la vitesse de bétonnage sont déterminées suivant les prescriptions ci-après et mentionnées sur le plan de préconisation de pose.

Le coulage de la dalle haute en appui sur le Prémur peut éventuellement être réalisé en même temps que la dernière banchée de remplissage du Prémur.

a) hauteur de chute du béton

La hauteur maximale de chute du béton n'excédera pas 3 m quel que soit l'épaisseur du noyau du Prémur.

Dans le cas contraire, le bétonnage doit être réalisé par introduction d'un tube souple entre les voiles préfabriqués (*lorsque l'épaisseur du noyau le permet*) ou par une trémie de coulage respectant cette même hauteur limite.

La vérification d'absence de ségrégation ou de fuites de laitance doit systématiquement être réalisée par l'opérateur.

b) vitesse de bétonnage

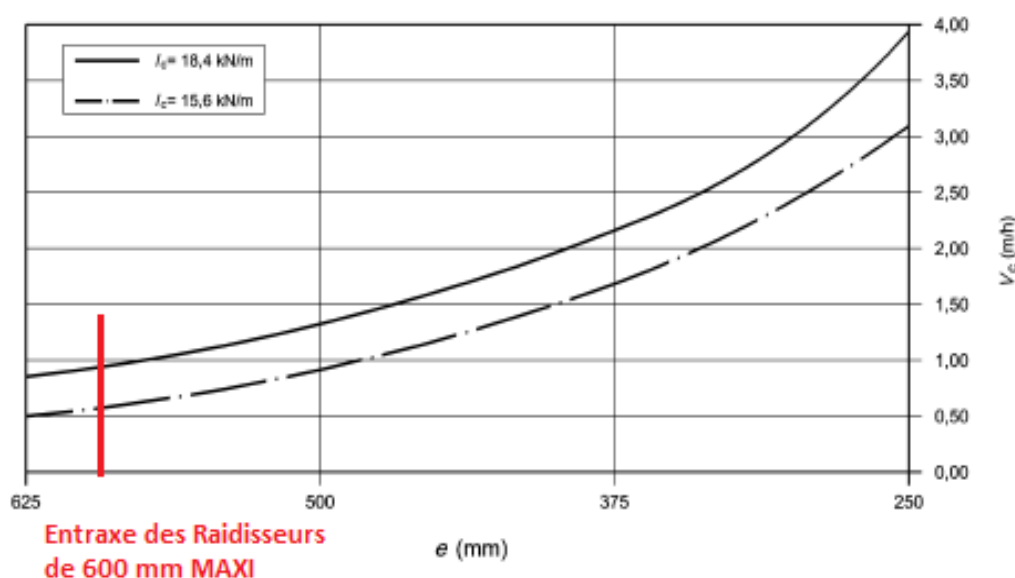
La vitesse maximale de bétonnage est déterminée (Annexe B -NF EN 14992) en fonction :

- de l'écartement des raidisseurs ;
- de leur enrobage (*c1 ou c2*) par rapport à la face intérieure des voiles préfabriqués ;
- de la classe de consistance ;
- de la température du voile et du béton "jeune" à 3 jours.

La charge admissible par mètre linéaire de raidisseur (*ou charge de bétonnage*) est définie selon l'enrobage minimale du raidisseur $c \geq 15 \text{ mm}$ ou $c \geq 17 \text{ mm}$.

La lecture du graphe ci-après permet de définir les vitesses de bétonnage maximales suivant l'espacement des raidisseurs :

- 70 cm/heure pour des raidisseurs espacés de 600 mm.
- pour des cas de coulage par passe de 3 m maximum afin de pouvoir réaliser les murs de hauteur d'étage courant $\leq 3\text{m}$ de haut en une seule passe de 3m/heure, une étude spécifique de position des raidisseurs dans les Prémurs est réalisée avec en production des raidisseurs avec un écartement maximum de 30 cm.



- **document de pose :**

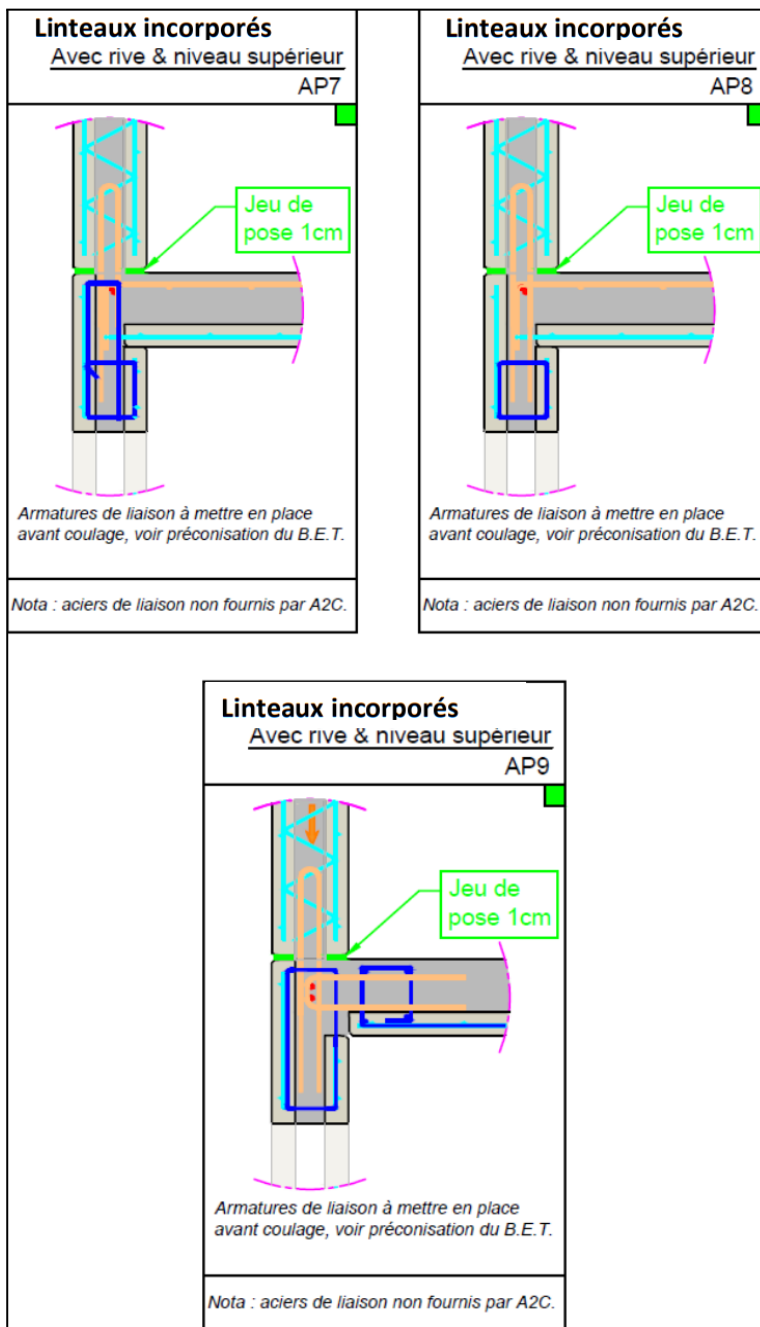
Outre les plans de pose et de calepinage, une notice de pose est remise sur chantier à l'entreprise en charge de la mise en œuvre des MCI. Elle comprend les dispositions de manutention identifiant les angles limites de levage, le nombre de points de levage et l'identification des boucles de levage.

Article XVIII. Annexes techniques - figures descriptives

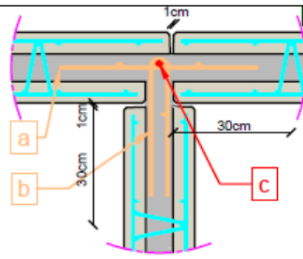
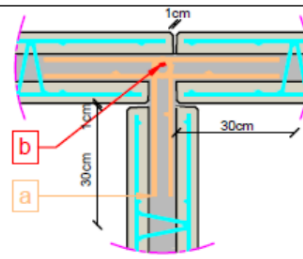
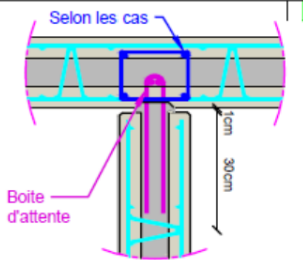
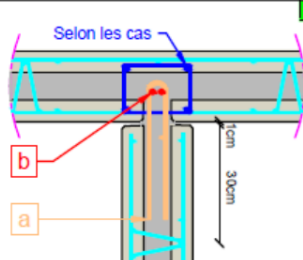
Le référencement édicté au titre du référentiel, des figures sont suivant les annexes ci-après :

ANNEXE A - Liaisons ARTICULÉES :

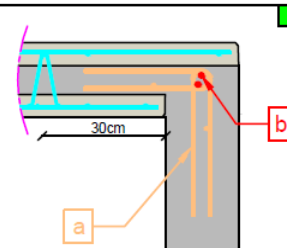
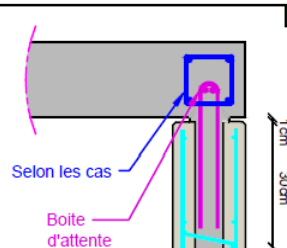
A1.Linteaux incorporés



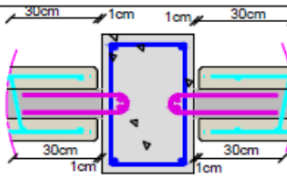
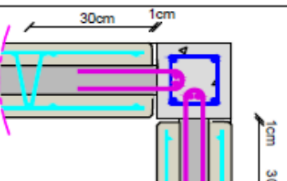
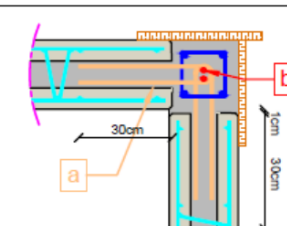
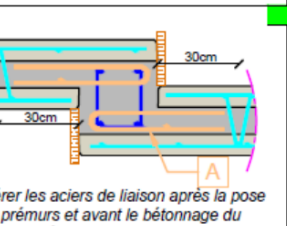
A2.Liaison en T entre prémurs

En T, entre Prémurs <20cm. Par TS Détail 18.2CPT MCI AT1  a ST 25C 50 cm b U en HA## esp : ##cm 30 cm Type L2 ou L4 c + xHA## <i>Nota : aciers de liaison non fournis par A2C.</i>	En T, entre Prémurs ≥20cm. Par U Détail 19.2CPT MCI AT2  a U en HA## esp : ##cm 30 cm Type L2 ou L4 b + xHA## <i>Nota : aciers de liaison non fournis par A2C.</i>
En T, entre Prémurs. Par boîte d'attente Détail 19.3CPT MCI AT3  <i>Déplier les aciers en attente avant la pose du prémur perpendiculaire.</i>	En T, entre Prémurs. Par R.A.T. AT4  <i>Insérer les aciers de liaison (a et b) après la pose de prémur et avant le bétonnage du mur banché.</i> a U en HA## esp : ##cm 30 cm Type L2 ou L4 b + xHA## <i>Nota : aciers de liaison non fournis par A2C.</i> <i>R.A.T. : Réserve Acier Traversant</i>

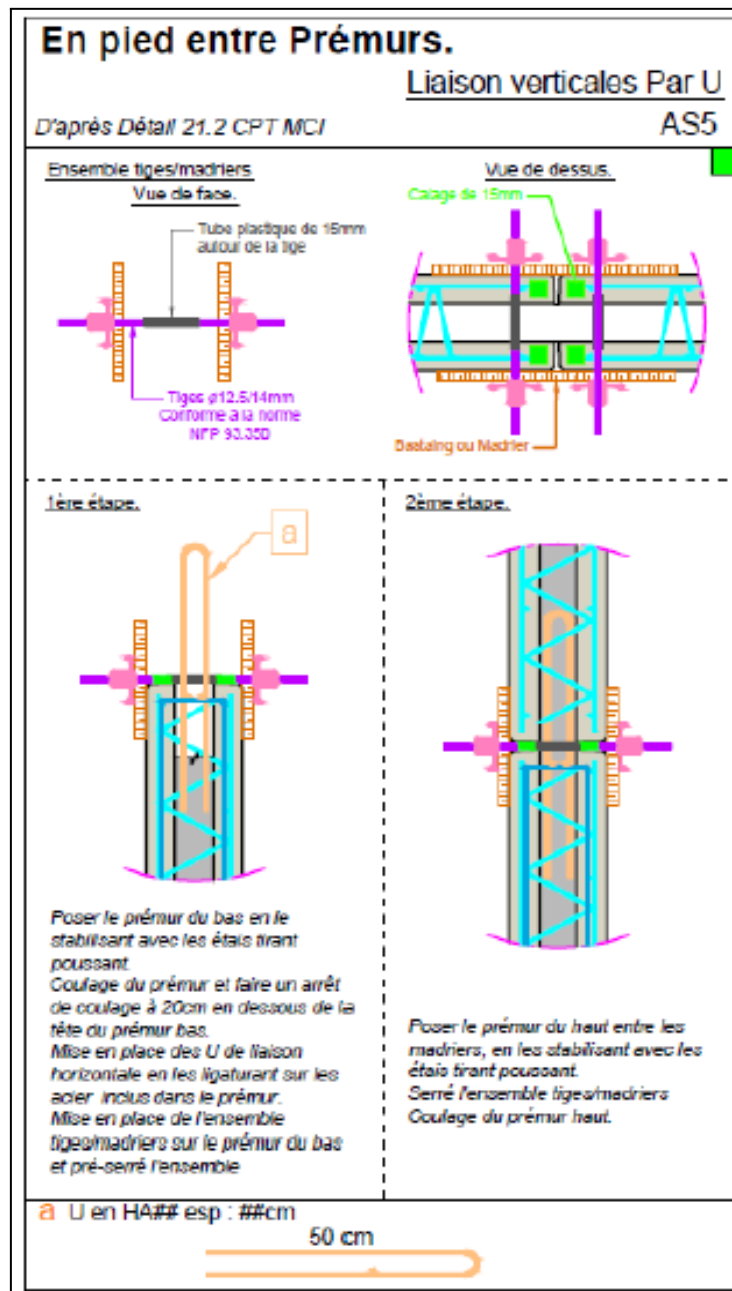
A3.Liaison en L avec mur banché

En L, avec banché ≥20cm. Par U ABL2  Insérer les aciers de liaison (a et b) après la pose du prémur et avant le bétonnage du mur banché. a U en HA## esp : ##cm 30 cm Type L2 ou L4 b 2HA##	En L, avec banché Boîte d'attente dans le banché ABL4  Selon les cas Boîte d'attente Déplier les aciers en attente avant la pose de la banche.
--	---

A4.Liaison prémurs - poteau

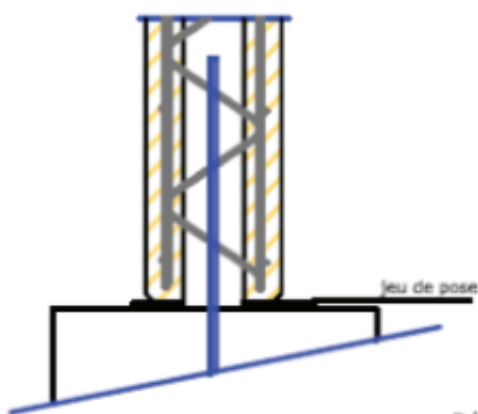
Prémurs & Poteau Préfabriqué APP5  Déplier les aciers en attente avant la pose des prémurs	Prémurs & Poteau Préfabriqué en L APP6  Déplier les aciers en attente avant la pose des prémurs
Prémurs & Poteau Coulée Sur Place en L APP3  Insérer les aciers de liaison après la pose des prémurs et avant le bétonnage du mur banché. Armatures du poteau, voir préconisation du B.E.T. a U en HA## esp : ##cm 35 cm b 2HA## Nota : aciers de liaison non fournis par A2C.	Prémurs & Poteau Coulée Sur Place en Z APP4  Insérer les aciers de liaison après la pose des prémurs et avant le bétonnage du mur banché. Armatures du poteau, voir préconisation du B.E.T. a U en HA## esp : ##cm 35 cm Nota : aciers de liaison non fournis par A2C.

A5.Liaison en pied entre prémurs



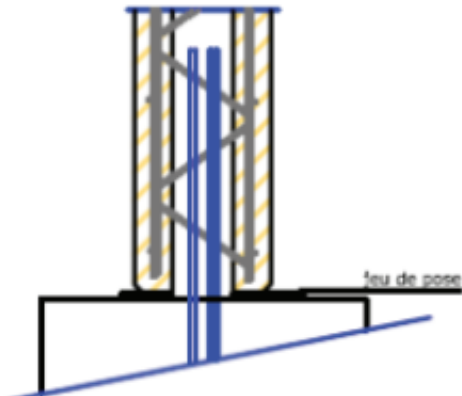
A6.Liaison en pied de prémur

(CSTB - cahier 3690_V2 -juillet 2014 - annexe 9)



Détail 7.1:

1 lit d'armatures verticales*



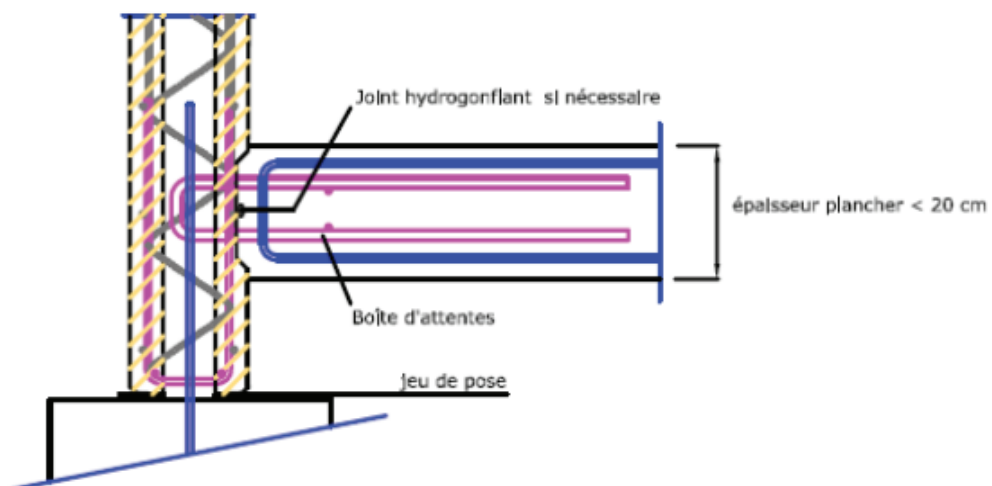
Détail 7.2:

2 lits d'armatures verticales*

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

Détail 7.3:

Liaison couturée avec un plancher bas

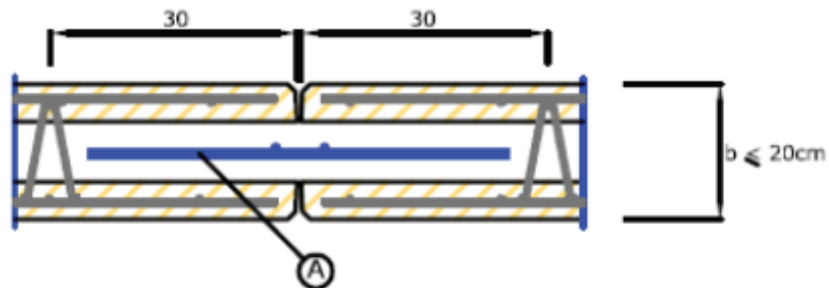


A7.Liaison verticale entre 2 prémurs

(CSTB - cahier 3690_V2 -juillet 2014 - annexe 9)

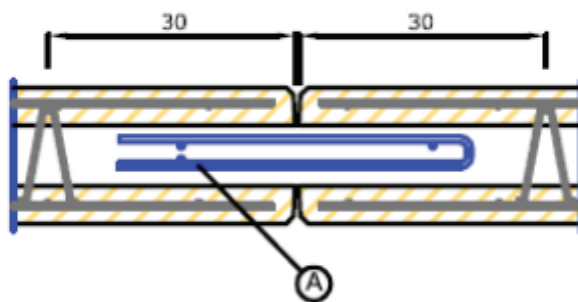
Détail 13.1:

1 lit d'armatures horizontales



Détail 13.2:

2 lits d'armatures horizontales



Détail 13.3:

Liaisons bout à bout, 2 lits d'armatures horizontales

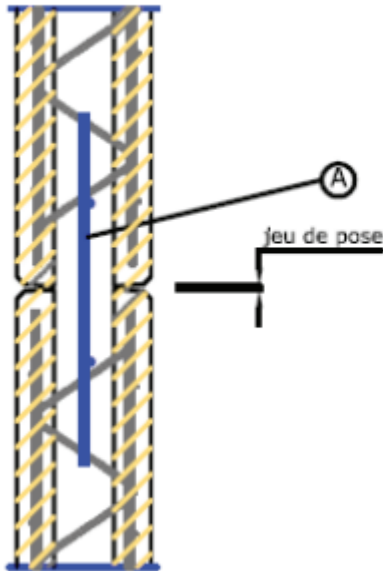


(A) aciers à mettre en place sur chantier

A8.Liaison horizontale entre 2 prémurs superposés
(CSTB - cahier 3690_V2 -juillet 2014 - annexe 9)

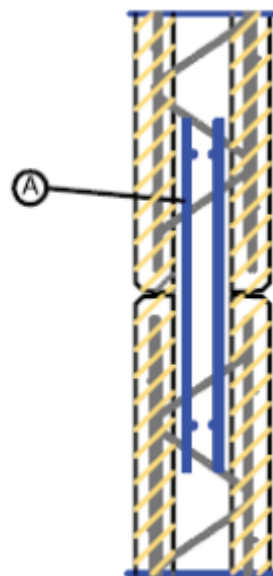
Détail 21.1:

1 lit d'armatures verticales



Détail 21.2:

2 lits d'armatures verticales



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier

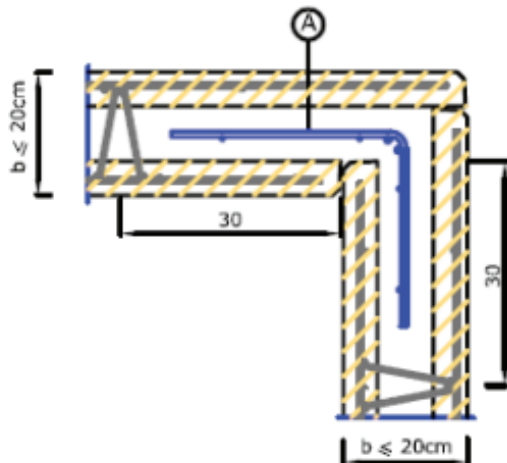
A9.Liaison d'angle

(CSTB - cahier 3690_V2 -juillet 2014 - annexe 9)

solutions articulées avec chaînage 1 ou 2 filant(s)

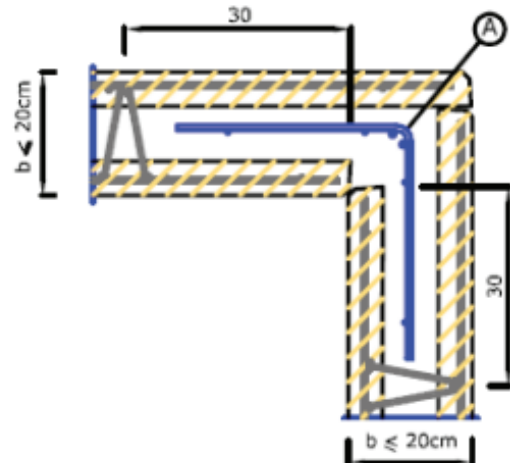
Détail 15.1:

1 lit d'armatures horizontales, parois intérieures croisées



Détail 15.2:

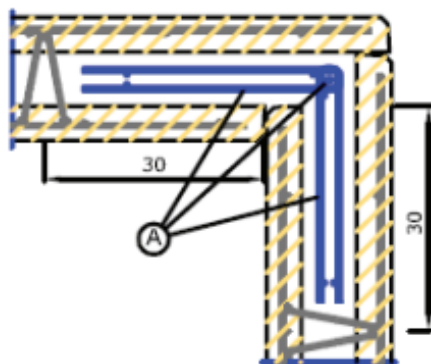
1 lit d'armatures horizontales, parois intérieures décroisées



Détail 15.3:

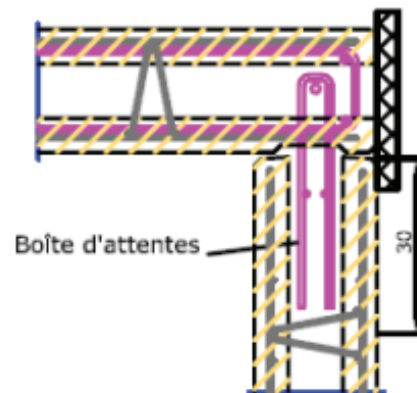
2 lits d'armatures horizontales

Les parois intérieures sont croisées ou décroisées



Détail 15.4:

liaison par boîte d'attentes

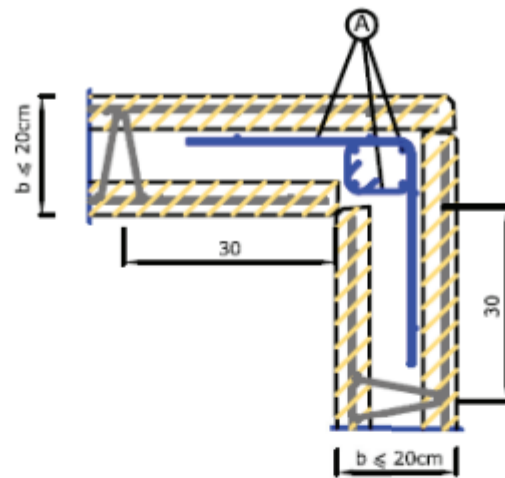


(A) treillis soudé ou acier façonné avec filants de montage, à mettre en place sur chantier
la section de ces armatures est égale à la section des armatures horizontales disposée dans le MCI

solutions articulées avec chaînage 4 filants

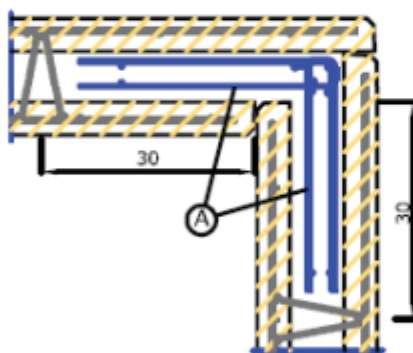
Détail 16.1:

1 lit d'armatures horizontales, parois intérieures décroisées



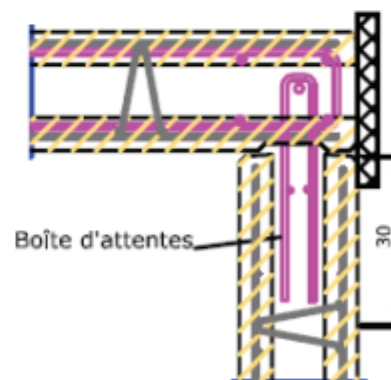
Détail 16.2:

2 lits d'armatures horizontales, parois intérieures croisées



Détail 16.3:

liaison par boîte d'attentes



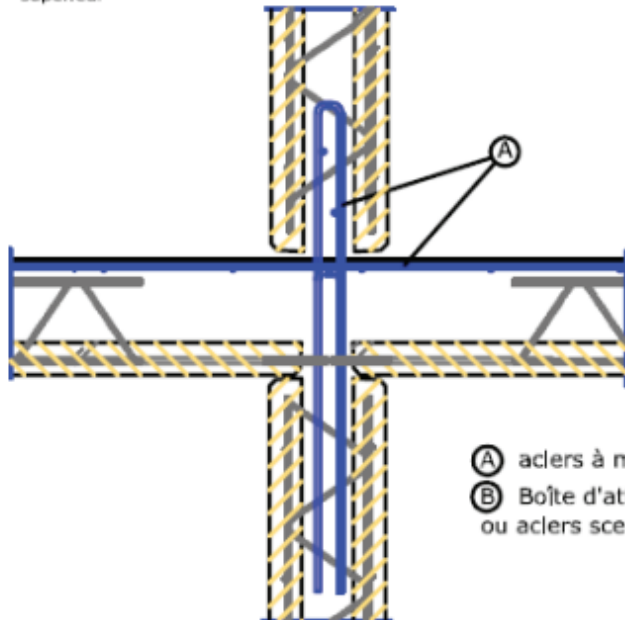
Ⓐ treillis soudé ou acier façonné avec filants de montage, à mettre en place sur chantier
la section de ces armatures est égale à la section des armatures horizontales disposée dans le MCI

A10.Liaison entre prémurs et dalles

(CSTB - cahier 3690_V2 -juillet 2014 - annexe 9)

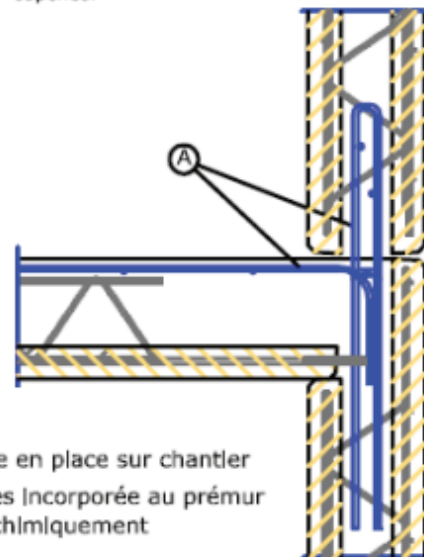
Détail 10.1:

cas d'un appui intermédiaire avec ou sans niveau supérieur



Détail 10.2:

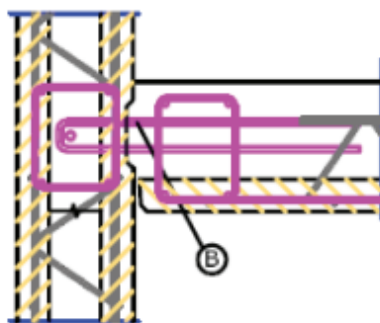
cas d'un appui de rive avec ou sans niveau supérieur



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

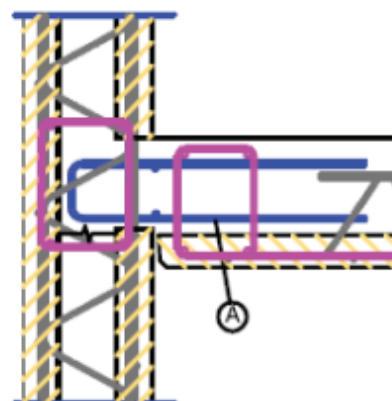
Détail 10.3:

plancher suspendu avec boîte d'attentes



Détail 10.4:

plancher suspendu avec armatures mises sur chantier

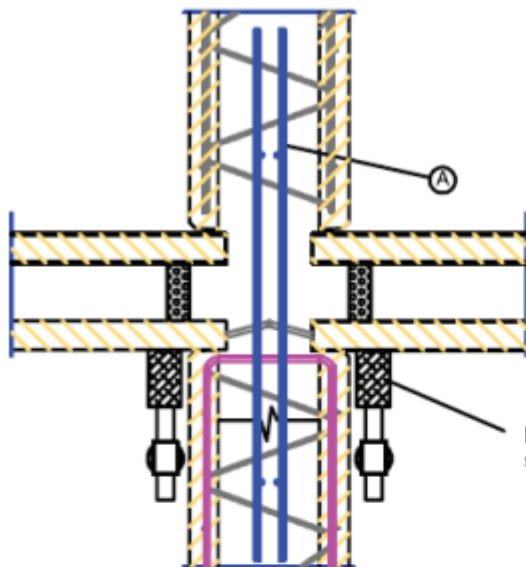


Les planchers sont représentés avec des prédalles, ils peuvent être coulés en place.

solutions dalle alvéolée avec repos d'appui

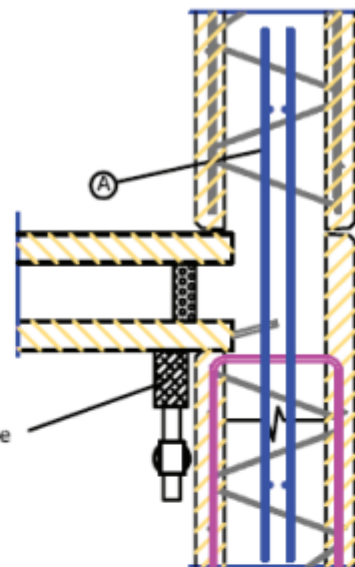
Détail 12.1:

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



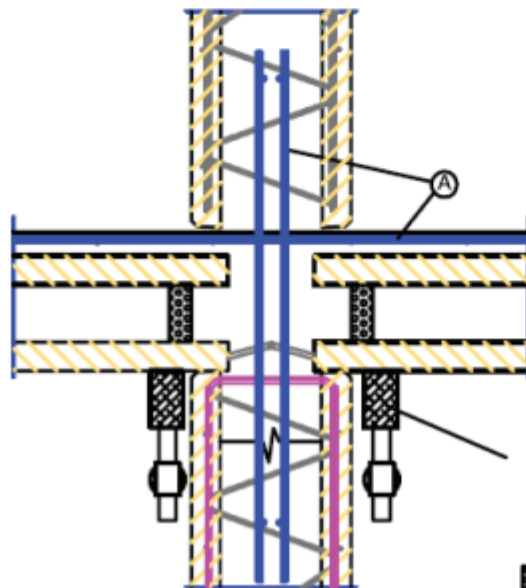
Détail 12.2:

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



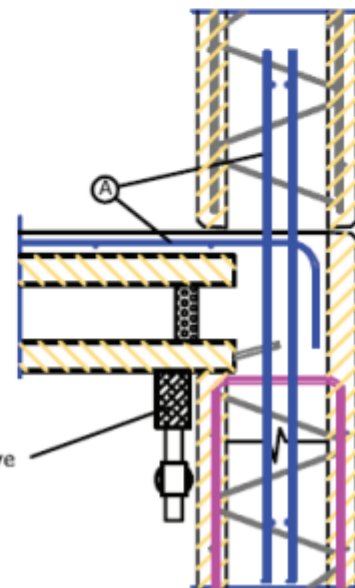
Détail 12.3:

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



Détail 12.4:

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

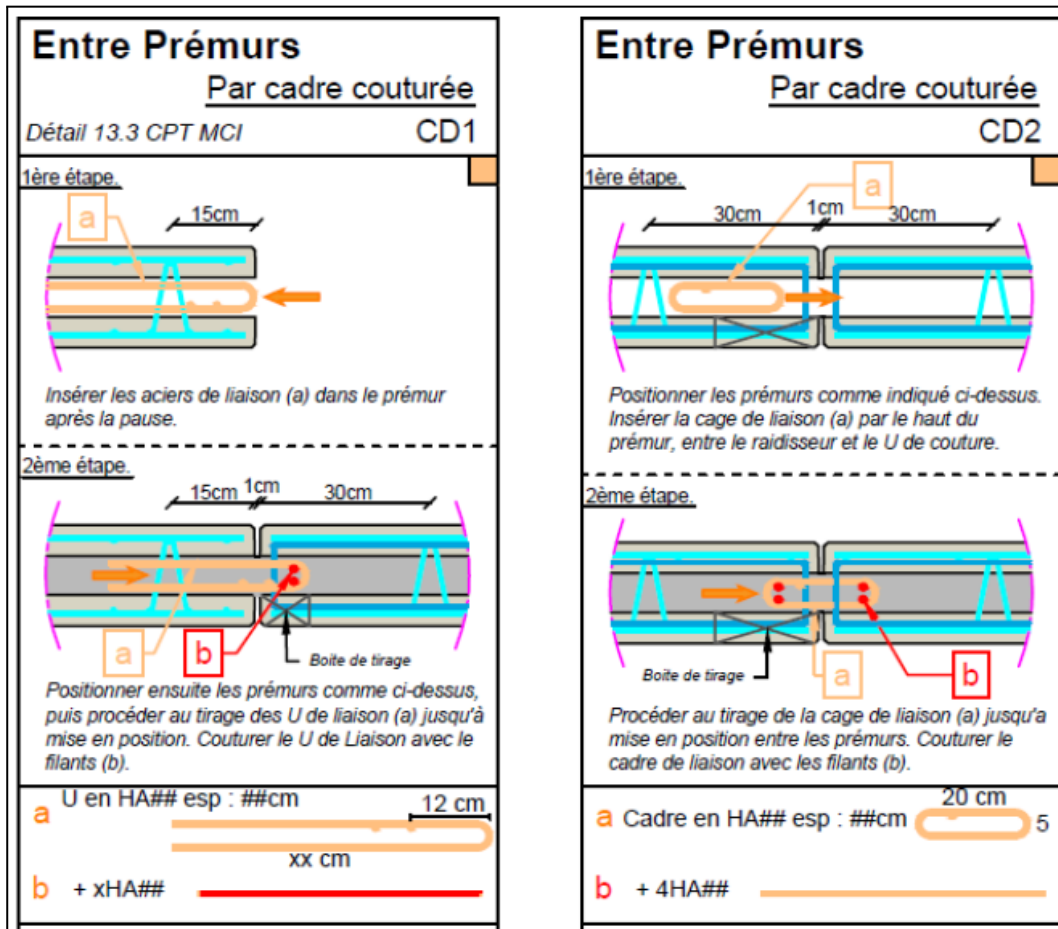


(A) aciers à mettre en place sur chantier

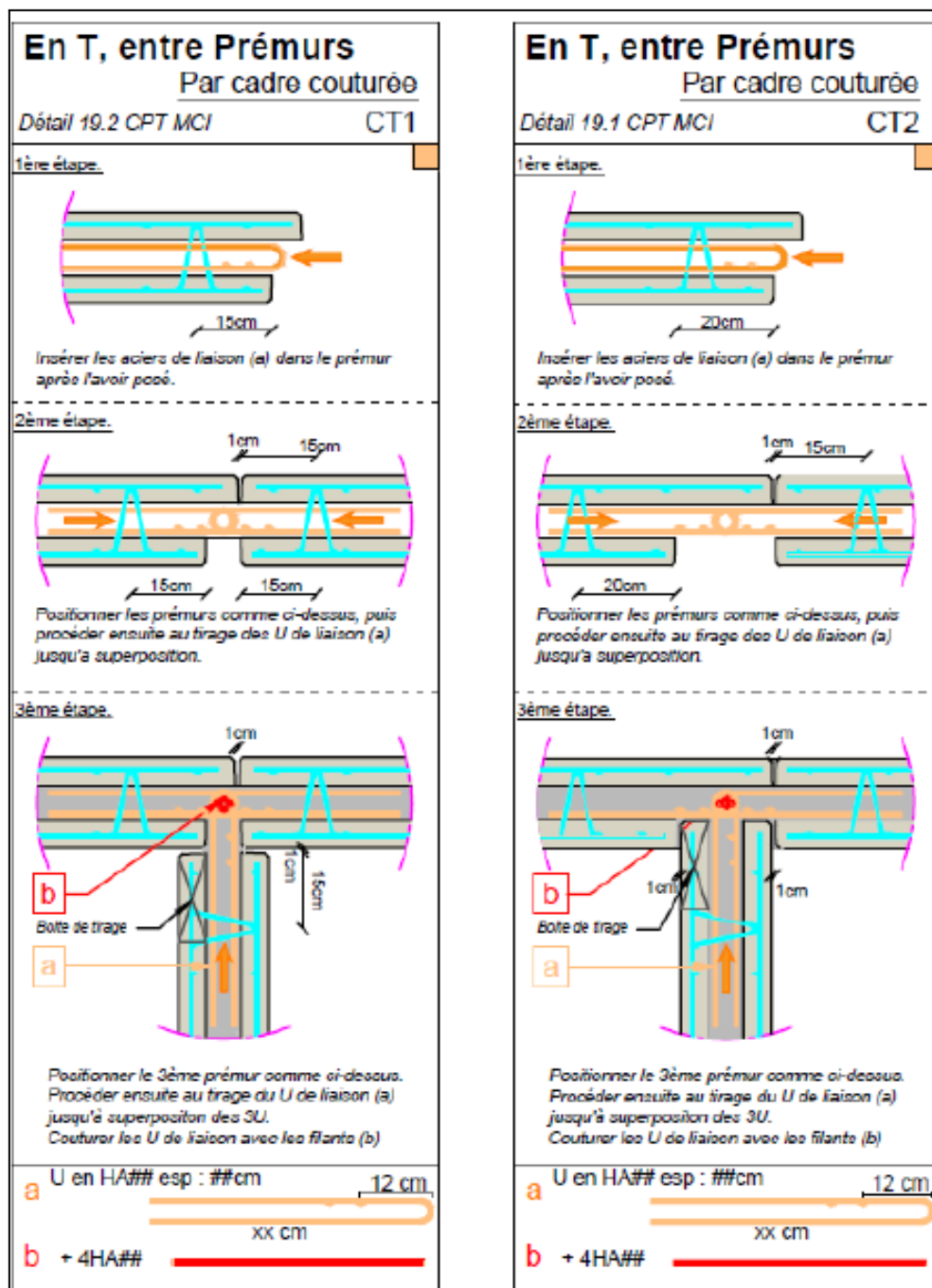
Obturation des alvéoles

ANNEXE B - Liaisons COUTURÉES

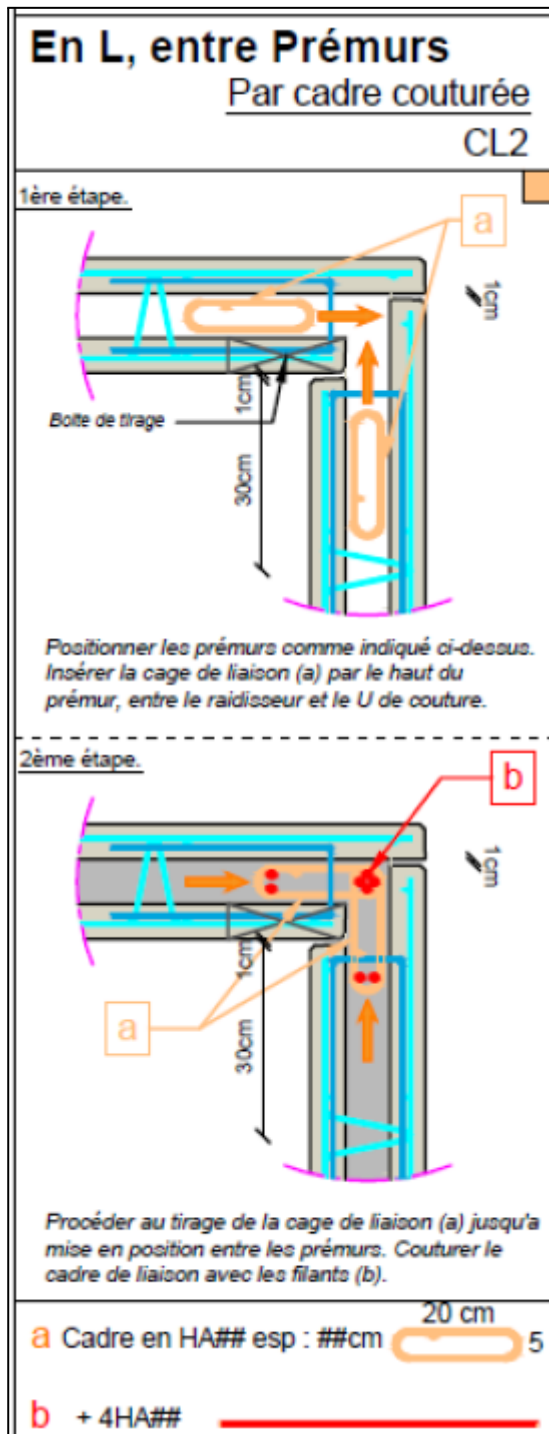
B1.Liaisons coutureées verticalement entre prémurs



B2.Liaisons couturees horizontalement entre prémurs

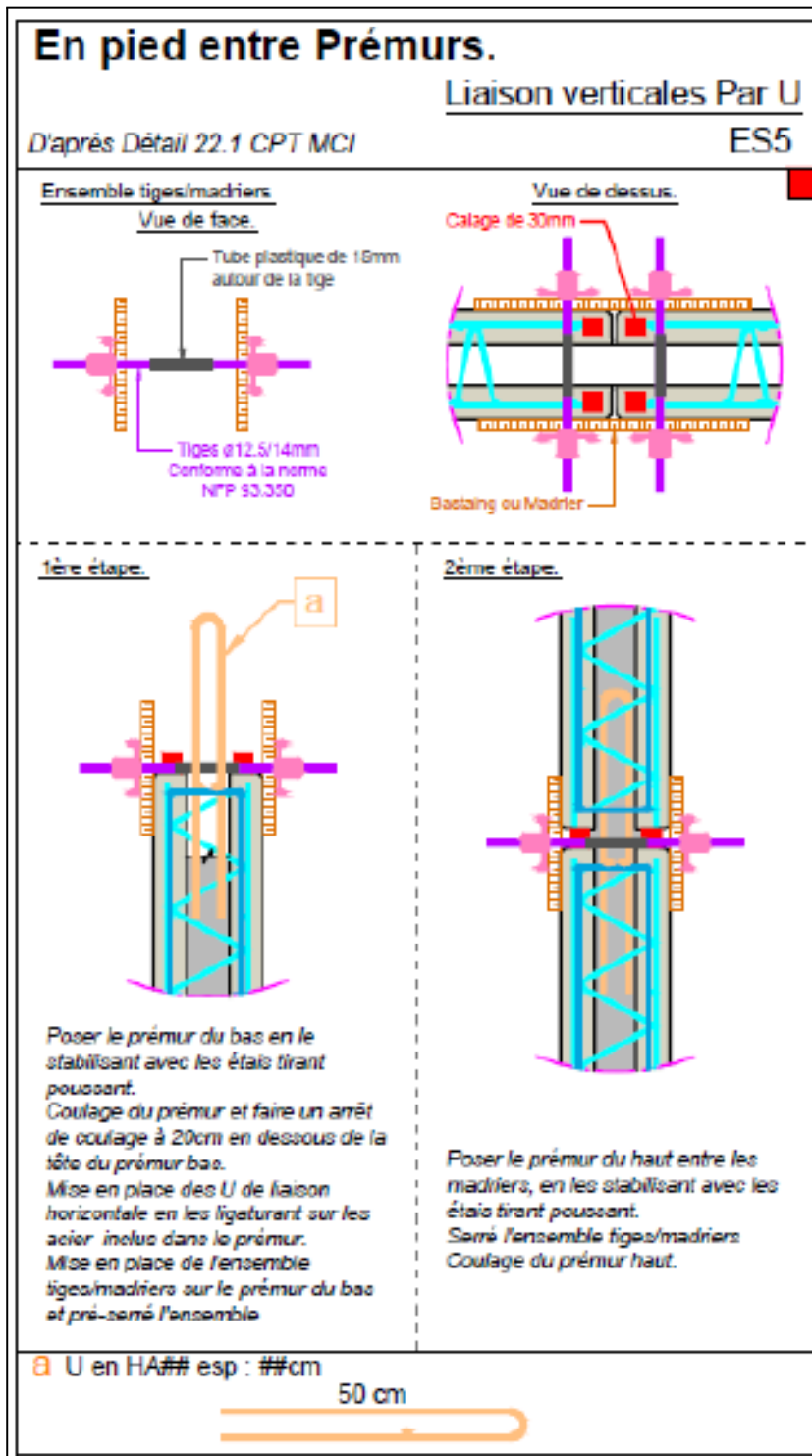


B3.Liaisons couturées d'angle



ANNEXE C - Liaisons ENCASTRÉES

C1.Liaisons encastrées en pied entre prémurs



C2.Liaisons encastrées en L entre prémurs

En L, entre Prémurs

Pose après coulage de la dalle

Détail 17.3 CPT MCI EL1

1ère étape.

Positionner les prémurs comme indiqué ci-dessus.

2ème étape.

Insérer la cage d'armature (a) au travers des U dans la partie sans armatures d'attentes. Au droit des armatures en attente mettre les épingles (c), puis couturer avec les filants (b).

a Cadre en HA# esp : #cm 30 cm

x

b + 4HA#

c Épingles en HA# esp : #cm 30 cm

30 cm

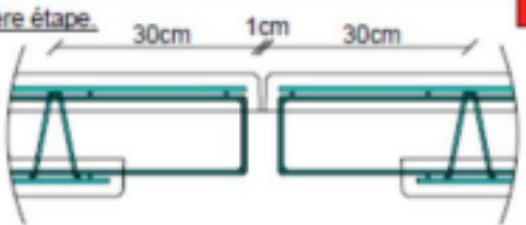
C3.Liaisons encastrées en T entre prémurs

En T, entre Prémurs

Pose après coulage de la dalle

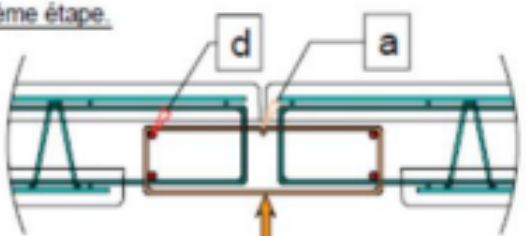
ET1

1ère étape.



Positionner les prémurs comme indiqué ci-dessus.

2ème étape.



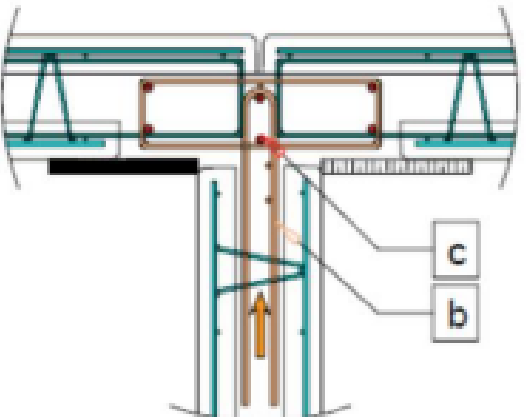
Insérer la cage d'armature (a) au travers des U, puis couturer avec les filants (c)

Elevation de la répartition des aciers a.



Insérer la cage d'armature (a) au travers des U dans la partie sans armatures d'attentes. Au droit des armatures en attente mettre les épingles (c), puis couturer avec les filants (b).

3ème étape.



Positionner le 3ème prémur comme ci-dessus. Procéder ensuite au tirage du U de liaison (b) jusqu'à superposition des 3U. Couturer les U de liaison avec les filants (c)

a Cadre en HA# esp : #cm 35 cm



b U en HA# esp : #cm 12 cm



c Epingles en HA# esp : #cm 35 cm



d + 6HA#

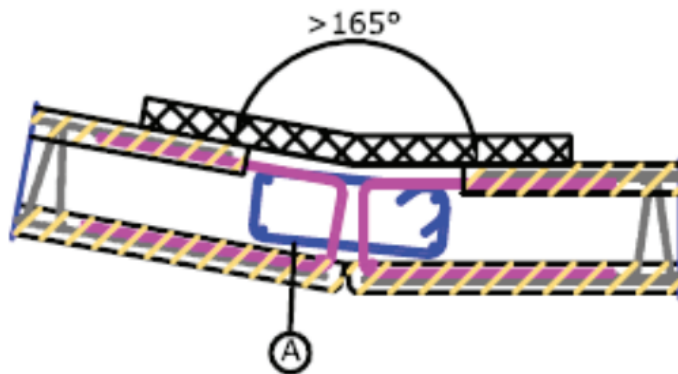


C4.joint vertical biais entre 2 prémurs

(CSTB - cahier 3690_V2 -juillet 2014 - annexe 9)

Détail 17.2:

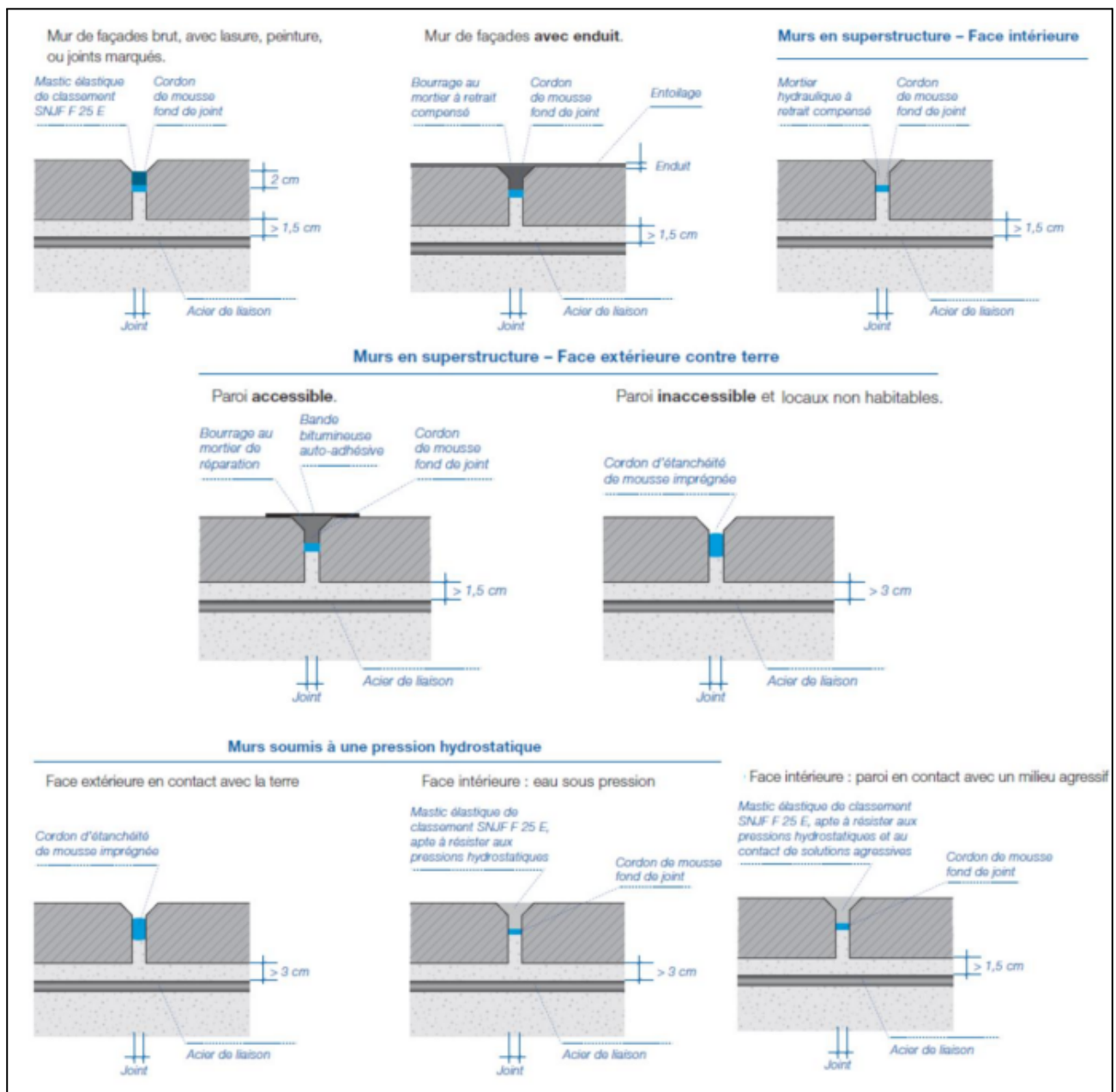
solution particulière pour les angles supérieurs à 165°



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier

ANNEXE D - Traitement des joints entre prémurs

(DTA 3.2/17-9 - PRÉMUR A2C figure 20)



ANNEXE E - Boucles de levage

Formes et dimensions:

Un dossier des dispositions et des recommandations et pratiques de levage est fourni à l'entreprise chargée de la mise en œuvre sur chantier.

CROCHETS de LEVAGE PREMURS en diamètre 14 mm

Les NOUVEAUX CROCHETS de LEVAGE RETENUS sont $H =$

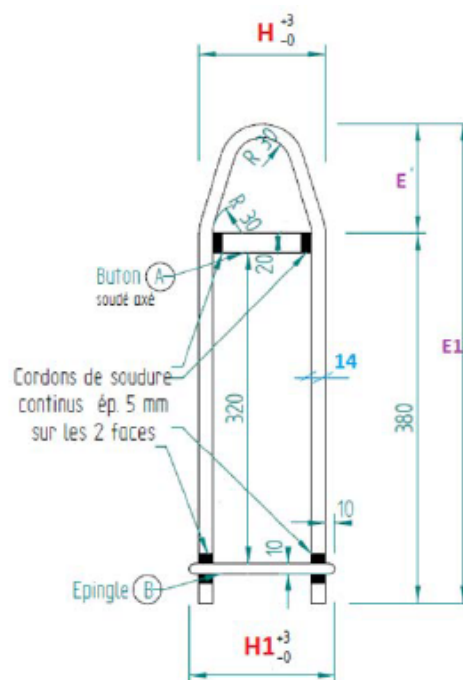
H	• Hauteur 110 mm	crochets de levage en ϕ 14 mm,	$E = 112$ mm
	• Hauteur 120 mm	crochets de levage en ϕ 14 mm,	$E = 112$ mm
	• Hauteur 130 mm	crochets de levage en ϕ 14 mm,	$E = 112$ mm
	• Hauteur 140 mm	crochets de levage en ϕ 14 mm,	$E = 132$ mm
	• Hauteur 150 mm	crochets de levage en ϕ 14 mm,	$E = 132$ mm
	• Hauteur 160 mm	crochets de levage en ϕ 14 mm,	$E = 132$ mm

De ce fait :

- Les PREMURS A2C de 17,1 à 22 cm : crochets de levage en ϕ 14 mm

$$H1 = H + 20 \text{ mm}$$

$$E1 = E + 380 \text{ mm}$$



CROCHETS de LEVAGE PREMURS en diamètre 16 mm

Les NOUVEAUX CROCHETS de LEVAGE RETENUS sont $H =$

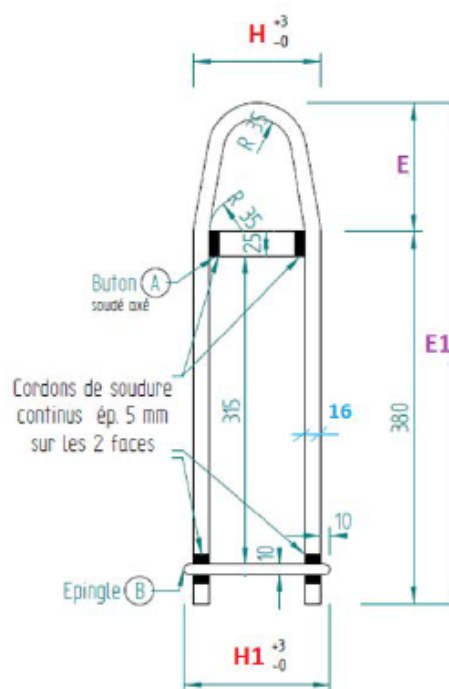
H	• Hauteur 180 mm	crochets de levage en ϕ 16 mm,	$E = 132$ mm
	• Hauteur 230 mm	crochets de levage en ϕ 16 mm,	$E = 220$ mm
	• Hauteur 240 mm	crochets de levage en ϕ 16 mm,	$E = 220$ mm
	• Hauteur 270 mm	crochets de levage en ϕ 16 mm,	$E = 220$ mm
	• Hauteur 320 mm	crochets de levage en ϕ 16 mm,	$E = 270$ mm

De ce fait :

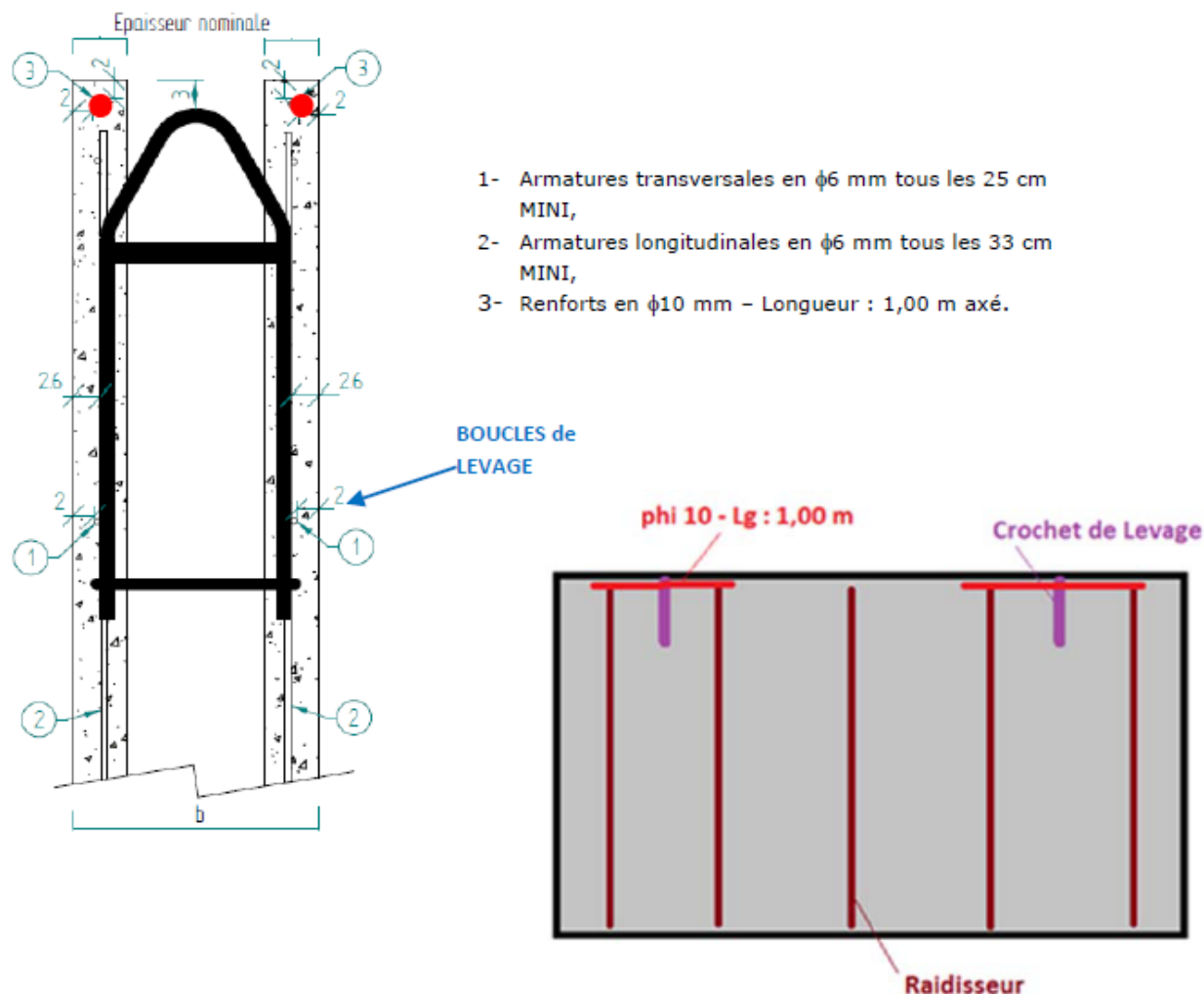
- Les PREMURS A2C de 25 à 40 cm : crochets de levage en ϕ 16 mm.

$$H1 = H + 20 \text{ mm}$$

$$E1 = E + 380 \text{ mm}$$



Position des boucles de levage dans les voiles préfabriqués du Prémur :



Charge maximale d'utilisation (CMU) des boucles de levage

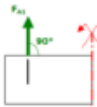
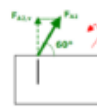
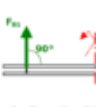
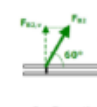
Les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par boucle sont données dans le tableau ci-dessous.

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 $\phi 1$ [mm]	Epaisseur nominale paroi h1 [mm]	Enrobages nominaux c1 [mm]	Levage en position verticale CMU1 [kN]	Levage à plat du MCI CMU2 [kN]	Retournement du MCI CMU3 [kN]
D14 H350	14	≥ 55	≥ 15	24,6	5,3	12,4
D16 H350	16	≥ 55	≥ 13	26,8	6,8	15,4
D16 H350	16	≥ 65	≥ 23	32,3	6,8	16,6

Vérification de la résistance des boucles au levage			
Situation de levage	Levage en position verticale ⁽¹⁾	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 correspond à une disposition symétrique des boucles par rapport au centre de gravité.

Pour les autres cas, on tient compte du positionnement des boucles pour la détermination des efforts

- p = poids surfacique du mur de coffrage intégré [kN/m²]
- A = surface du mur de coffrage intégré [m²]
- Q = poids des équipements de sécurité éventuels [kN]
- n_b = nombre de points de levage effectifs : 2 dans le cas courant, 4 dans le cas de levage avec 4 boucles et système équilibrant.
- γ_{ed} = coefficient d'effet dynamique dû au levage = 1,15
- γ_{pp} = coefficient d'incertitude sur poids propre = 1,05

La **situation critique** correspond parfois à un levage à 60° mais les résultats sont transposés pour afficher la valeur équivalente en levage droit. Le coefficient d'effet dynamique de 1,15 est un coefficient dynamique forfaitaire indépendant des vitesses de manutention et valable pour des conditions de levage usuelles : grue à tour et grue mobile à poste fixe.