Document Technique d'Application

Référence Avis Technique 3.2/17-937_V3

Annule et remplace l'Avis Technique 3.2/17-937_V2

Mur à coffrage intégré Composite wall

Prémur

Relevant de la norme

NF EN 14992 NF EN 15258

Titulaire: SPURGIN LEONHART

Route de Strasbourg

BP 20151

FR-67603 Sélestat cedex

Tél.: 03 88 58 88 30 Fax: 03 88 82 83 97 E-mail: info@spurgin.fr Internet: www.spurgin.fr

Groupe Spécialisé n° 3.2

Murs et accessoires de mur

Publié le 15 mars 2021



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2 Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr Le Groupe Spécialisé n° 3.2 « Murs et accessoires de mur » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 26 novembre 2020, le procédé de mur à coffrage intégré PRÉMUR présenté par la société SPURGIN LEONHART. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 3.2/17-937_V2. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

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 12,50 x 3,70 m pour des épaisseurs comprises entre 16 et 50 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.

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

Revêtements

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

1.2 Mise sur le marché

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

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

1.3 Identification

L'identification des composants se fait comme indiqué au paragraphe A.1 du Dossier Technique par le tenant du système.

Ces produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par les normes européennes NF EN 14992 et NF EN 15258.

2. AVIS

L'Avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées par les Prescriptions Techniques (§2.3).

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, ...)

2.1 Domaine d'emploi accepté

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.

Possibilité d'emploi en zone sismique moyennant les dispositions constructives définies dans le Dossier Technique et complétées par les prescriptions du CPT MCI (cahier du CSTB 3690_V2).

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 \S 2.32 du Dossier Technique.

Vis-à-vis de leur aptitude au levage, seuls les murs d'épaisseur totale comprise entre 18 et 40 cm et d'épaisseurs de parois au moins égales à 50 mm sont visés par l'Avis.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi.

Stabilité

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

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

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.

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.

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

Le système permet de l'assurer normalement.

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).

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-U », en se référant, le cas échéant, à l'Avis Technique visant ce système.

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-I.

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.

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.

Finitions-Aspect

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

Données environnementales

Il existe une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) collective pour cette famille de procédés. Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

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.

2.22 Durabilité-Entretien

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

2.23 Fabrication et contrôle

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

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

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

2.24 Mise en œuvre

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

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

Ces caractéristiques engendrent des limitations précisées dans 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 techniques dont il est assorti.

2.3 Prescriptions Techniques

Les éléments constituant ce procédé doivent être fabriqués, calculés, mis en œuvre et utilisés conformément au Cahier des Prescriptions Techniques communes aux procédés de murs à coffrage intégrés (CPT MCI, *Cahier du CSTB 3690_V2*) et aux prescriptions particulières complémentaires suivantes.

2.31 Conditions de conception

- 1- 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- 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.
- 3- Sauf à rétablir par armatures rapportées la continuité des raidisseurs, les jonctions horizontales des panneaux sont à considérer comme articulées. Les armatures de flexion de ces murs doivent être incorporées dans le voile de coffrage tendu. Des poteaux verticaux, disposés à un espacement compatible avec un effet de plaque, peuvent utilement être utilisés en renfort, le cas échéant.
- 4- 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.
- 5- On doit disposer un cordon d'étanchéité à l'extrémité d'un voile coffrant, en l'absence d'autre dispositif d'étanchéité spécifique rapporté s'opposant au cheminement éventuel d'infiltrations corrosives pour les aciers traversant le plan de contact entre voile coffrant et béton coffré.

2.32 Contrôle et certification

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, b₁ et b₂
- Tolérance de l'enrobage des armatures et des raidisseurs définis par le fabricant de -1/+1 mm
- Spécifications techniques de l'insert (matériau, dimensions et tolérances), avec catalogue des caractéristiques des inserts tenu à disposition de l'organisme certificateur
- Conditions de mise en œuvre à la fabrication (enrobage intérieur effectif de l'insert, longueur d'ancrage de l'insert, ferraillage spécifique de renfort autour des inserts, nombre d'inserts)
- Identification visuelle des inserts de levage

2.33 Conditions de mise en œuvre

Les documents à fournir par le titulaire et/ou le BET Structure sont :

- Les plans de calepinage et de préconisation de pose ;
- Les plans de coffrage et de ferraillage ;
- 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 les tableaux 1 et 2 en annexe du présent Avis.

3,2/17-937 V3 3

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

Validité

À compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 septembre 2024.

Pour le Groupe Spécialisé n° 3.2 Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cette version de l'Avis Technique intègre les modifications suivantes :

- Ajout de l'usine SPURGIN LEONHART SUD
- Remplacement de la certification CSTBat par la certification NF (selon le référentiel NF 548).

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 qarniture.

Les raidisseurs doivent faire l'objet d'une certification par un organisme extérieur telle que décrite dans le DTED. 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 établi par le demandeur sont à considérer comme des illustrations des prescriptions déjà admises dans le CPT MCI et non pas comme des dispositions complémentaires, non visées dans le CPT.

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 règlementation en vigueur.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3.2

4 3,2/17-937 V3

Annexe - CMU des ancres 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 18 et 40 cm et pour lesquels l'épaisseur nominale des parois est au moins égale à 50 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.

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

Tableau 1 - CMU des ancres de levage

| Réf. boucle | Diamètre boucle | Epaisseurs nominales parois | Enrobages nominaux | Levage en position verticale | Levage à plat du MCI | Retournement du MCI |
|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------|------------------------|
| | ф1 | h1, h2 | C _{1,} C ₂ | CMU1 | CMU2 | СМИЗ |
| | 18 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 20 cm | | | | | |
| Type 1 | 14 mm | ≥ 50 mm | ≥ 10 mm | 21,2 kN | 5,7 kN | 12,9 kN |
| | Épaisseur de mur = 20 cm | | | | | |
| Type 3 | Insert Combar® | ≥ 50 mm | | 20,0 kN avec dispositif de centrage | - 5,3 kN | 20,0 kN |
| туре 3 | φ32 + sangle ≥ 50 mm | | | 14,0 kN sans dispositif de centrage | 5,5 KN | 20,0 KN |
| | | | 20 cm ≤ épaisseur | de mur ≤ 25 cm | | |
| Type 1 | 14 mm | ≥ 50 mm | ≥ 10 mm | 21,2 kN | / | 12,9 kN |
| | | | 25 cm ≤ épaisseur | de mur ≤ 40 cm | | |
| Type 2 | 16 mm + entretoise ¢20 | ≥ 60 mm | ≥ 10 mm | 23,8 kN | 8,3 kN | 13,8 kN |
| | | | 18 cm ≤ épaisseur | de mur ≤ 40 cm | | |
| Type 4 | Cylindre ¢139,7 mm | ≥ 50 mm | - | 85,6 kN | / | 56,7 kN |

Tableau 2 - Vérification de la résistance des boucles au levage

| | Vérification de la résistance des boucles au levage | | | | | |
|--------------------------|---|--|---|--|--|--|
| Situation de levage | Levage en position verticale ⁽¹⁾ | Levage à plat | Retournement | | | |
| Vérification | $\frac{CMU1 \ge}{\left(p A + Q\right) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}$ n_b | $CMU2 \ge \frac{(p A + Q) \gamma_{ed} \gamma_{pp}}{n_b}$ | $\frac{CMU3 \ge}{\frac{1}{2} \frac{(pA+Q)\gamma_{ed}\gamma_{pp}}{n_b}}$ | | | |
| Schémas cas de levage | FAL | Feat Feat Feat Feat Feat Feat Feat Feat | 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.

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

A = surface du mur de coffrage intégré [m²]

 $\mathit{Q}=$ 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

3,2/17-937_V3

Dossier Technique établi par le demandeur

A. Description

1. Description du procédé

1.1 Destination

Le procédé de mur à coffrage intégré « PREMUR » est destiné à la réalisation de parois porteuses ou non porteuses en infrastructure et en superstructure, de murs de refends, de façades, poutres voiles, de poutres et de poteaux.

De manière plus spécifique, le « PREMUR » peut être destiné à la réalisation de murs de soutènement, 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 carnaux, garages souterrains, galeries de liaison, soussols sur un ou plusieurs niveaux.

1.2 Principe

Le procédé de mur à coffrage intégré pour façade « PREMUR » est constitué de deux parois en béton armé reliés par des raidisseurs métalliques espacés de 60 cm maximum.

Le « PREMUR » permet de réaliser des murs d'épaisseurs comprises entre 16 et 50 cm. Les parois en béton armé ont une épaisseur comprise entre 4.5 et 7 cm. Lorsque la paroi est matricée, l'épaisseur de la paroi pourra être supérieure à 7 cm.

Le « PREMUR » peut être associé à d'autres éléments de structure tels que poteaux et poutres préfabriqués ou coulé en place, prédalles, dalles alvéolées

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

Les murs de façade reçoivent une isolation thermique soit par un système d'isolation par l'extérieur (système d'enduit sur isolant, bardage, etc...) soit par un système de doublage intérieur.

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. Matériaux utilisés

2.1 Béton des parois préfabriquées

Le béton des parois préfabriqués respecte l'ensemble des exigences de la NF EN 206/CN.

Conformément au cahier du CSTB 3690_V2, la résistance minimale du béton à 28 jours des parois préfabriquées est de 25 MPa.

2.2 Béton de remplissage

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

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

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 ferraillés.

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

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

2.3 Aciers pour armature

B 500 : acier en barres filantes ou façonnées intégrées aux prémurs.

B 500 : panneaux de treillis soudés intégrés aux prémurs ou utilisés en acier de liaison.

(Cf. Figure 2)

B 235 : Acier pour boucles et organes de levage ou manutention. (Voir $\S\ 2.41$)

2.31 Armatures de peaux

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.

2.32 Raidisseurs

Des treillis raidisseurs sont utilisées pour liaisonnés les parois préfabriquées. Elles doivent être conformes au paragraphe 1.1.1.2 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*), la section d'armatures des raidisseurs pourra être prise en compte dans la section minimale des armatures parallèles aux raidisseurs. (Cf. Figure 8)

2.33 Armatures complémentaires de chantier

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

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

2.4 Accessoires de levage et fixation

2.41 Levage

Les ancres de levage existent en différents types :

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

L'armature principale et le buton 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 32mm (cf. Annexe 1). Le levage devra se faire obligatoirement avec une sangle incorporée dont les caractéristiques mécaniques sont données dans le tableau suivant.

6 3,2/17-937 V3

| Forme | 0 | ۳ | 6 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Couleur | Couleur Verte | Couleur Lilas | Couleur Jaune |
| Coefficient de forme | 1 | 2 | 0.8 |
| CMU | 2 Tonnes | 2 Tonnes | 2.4 Tonnes |

Type 4 : Tube de diamètre extérieur de 139,7 mm et de paroi d'épaisseur de 5 mm. (cf. Annexe 1)

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

2.42 Panier de centrage

La fonction de ce panier d'armature est exclusivement de maintenir l'élingue en position centrée dans le noyau du Prémur. (Voir annexe 2). 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 (voir annexe 2).

2.43 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).

3. Conception

3.1 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.

3.2 Bases de calcul

3.21 Valeurs caractéristiques de calculs

Le calcul de la capacité résistante en compression du prémur doit être mené conformément au paragraphe 1.1.1.1 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

3.22 Vérification de la contrainte de cisaillement à l'interface prémur / noyau

La vérification est accomplie selon les prescriptions du paragraphe 1.1.4.1 et de l'Annexe IV du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

3.23 Stabilité au feu des structures

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

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

3.3 Famille de prémur

3.31 Principes constructifs

3.311 Epaisseurs minimales

Conformément au paragraphe 1.1.1.6 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*) l'épaisseur minimale des parois préfabriquées résulte des exigences d'enrobage, des tolérances d'exécution sur cette dimension et sur le positionnement des armatures. L'épaisseur minimale de la paroi fixée à 45 mm moyennant les dispositions prises ci-dessous. Dans le cas de parois en béton matricé ou avec faux joints, l'épaisseur b₂ ne prend pas en compte l'emprise des reliefs de la matrice ou du faux joint.

Les épaisseurs des parois préfabriquées doivent vérifier les inégalités suivantes :

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

Avec:

$$\begin{split} \Delta_1 &= \sqrt{(\Delta e_1^+)^2 + \left(\Delta b_{p1}^-\right)^2} \\ b_{p2} &\geq c_{2min} + \left(b_{nom} - e_1 + \emptyset_{tp1} - H_{raid}\right) + \emptyset_{raid\ sup} + \Delta_2 \end{split}$$

Avec:

$$\Delta_{2} = \sqrt{(\Delta e_{1}^{-})^{2} + (\Delta b_{p2}^{-})^{2} + (\Delta b^{+})^{2} + (\Delta H_{raid}^{-})^{2}}$$

$$b$$

$$C_{2}$$

$$A_{s,p2}$$

$$A_{raid.sup}$$

$$H_{raid}$$

$$A_{raid.inf}$$

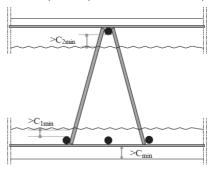
L'épaisseur minimale du noyau coulé en place est fixée à 60 mm. Cette épaisseur minimale correspond à une épaisseur nominale de 70 mm avec les tolérances déclarées dans le cadre de la certification définies au paragraphe 5.3 de ce document.

3.312 Enrobage des armatures

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

3.313 Enrobage des raidisseurs

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



 $C_{1min} = max (C_{b\acute{e}t1_min}; C_{cout_1min})$

 $C_{2min} = max (C_{b\acute{e}t2_min} ; C_{cout_2min})$

Les valeurs de $C_{b\acute{e}t1min}$ et $C_{b\acute{e}t_2min}$ sont données en fonction de la hauteur de bétonnage du noyau et du type de raidisseur utilisé. Sans disposition particulière leur valeur sera de 15 ou 17 mm.

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

 C_{cout_1min} = 10 mm pour l'armature soudée à une nappe de treillis ;

 C_{cout_2min} = 15 mm lorsque l'armature est soudée à deux nappes de treillis.

Lorsque la résistance caractéristique du béton préfabriqué est supérieure à 25 MPa, la valeur de $C_{cout\ 2min}$ peut être réduite à :

$$C_{cout_2min} = max \left(15 \text{ } mm \times \sqrt{\frac{1.8}{f_{ctk,5\%,p}}}; 10 \text{ } mm\right)$$

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

3.314 Recouvrement des armatures

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

Pour le calcul 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 12mm ; dans tous les autres cas, $\eta 1$ =1,0.

3.315 Equivalence des raidisseurs

L'utilisation de raidisseurs en substitution des chaînages des bords libres est définie à l'article 1.1.1.10 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

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

| r n) | | | Ed | quivale | ent | |
|--------------------------|--------------|-------------------|------------|---------|------|--|
| Epaisseur prémur (cm) | TYPE DE | 딩 | espacement | | | |
| aiss | RAIDISSEUR | Section cm²/ml | | matur | | |
| Eps ér | IVAIDIOOLOIK | Se | clas | sique | s en | |
| P. P. | | | φ6 | ф8 | ф 10 | |
| 18 | KT 813 8-5-5 | 2,75 | 11 | 19 | 29 | |
| 20 | KT 815 8-5-5 | 2,74 | 11 | 19 | 29 | |
| 20 | KTW 214 | 2,66 | 11 | 19 | 30 | |
| 22 | KT 817 8-5-5 | 2,69 | 11 | 19 | 30 | |
| | KTW 217 | 2,66 | 11 | 19 | 30 | |
| 24 | KT 819 8-5-5 | 2,65 | 11 | 19 | 30 | |
| 24 | KTW 219 | 2,65 | 11 | 19 | 30 | |
| 25 | KT 820 8-5-5 | 2,63 | 11 | 20 | 30 | |
| 25 | KTW 220 | 2,64 | 11 | 20 | 30 | |
| 30 | KT 825 8-5-6 | 3,68 | 8 | 14 | 22 | |
| 30 | KTW 225 | 3,52 | 9 | 15 | 23 | |
| 36 | KT 830 8-5-6 | 3,58 | 8 | 15 | 22 | |
| 36 | KTW 230 | 3,44 | 9 | 15 | 23 | |
| 40 | KTW 236 | 3,36 | 9 | 15 | 24 | |

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 des aciers du prémur.

3.316 Eclissage des armatures

Ces armatures sont mises en œuvre dans la partie coulée en place. Conformément au paragraphe 1.1.1.12 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*), les règles d'ancrages d'armatures sont celles de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française.

Exemple d'éclissage des armatures horizontales

| Epaisseur structurell e (cm) | Ep. Paroi (cm) | | | |
|------------------------------------|----------------------|------|--------------------------|--------------------------|
| 18 | | ф 14 | 2 φ 8 | Impossible |
| 20 | 5/5.5 | φ 25 | 2 o 14 | 2 o 10 |
| 22 | | φ 25 | 2 _{\$\phi\$} 20 | 2 φ 14 |
| 25 | | ф 32 | 2 ¢ 32 | 2 _{\$\phi\$} 25 |
| 30 et plus | 6/6 | ф 32 | 2 _{\$\phi\$} 32 | 2 φ 32 |

Exemple d'éclissage des armatures verticales

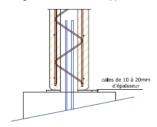
| Epaisseur structurelle (cm) | Ep. Paroi (cm) | 2000 0000 | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------|----------------|------------|
| 18 | | φ 12 | 2 ø 8 | Impossible |
| 20 | E / E E | φ 25 | 2 φ 1 4 | 2 φ 12 |
| 22 | 5/5.5 | φ 25 | 2 ø 20 | 2 ø 16 |
| 25 | | ф 32 | 2 ø 32 | 2 φ 25 |
| 30 et plus | 6/6 | ф 32 | 2 ø 32 | 2 ø 32 |

3.32 Eléments sollicités dans leur plan

3,321 Murs courants

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

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



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

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

3.322 Murs coupe-feu

- Les voiles non porteurs seront justifiés par application de la clause 5.4.1 de la norme NF EN 1992-1-2;
- Les voiles porteurs seront justifiés par application de la clause 5.4.2 de la norme NF EN 1992-1-2;
- Les murs coupe-feu seront justifiés par application de la clause 5.4.3 de la norme NF EN 1992-1-2. Le paragraphe 1.5.4 de la norme NF EN 1992-1-2 traite le cas des joints vis-à-vis du critère d'isolation I;
- Les poutres sont justifiées par application de la clause 5.6 de la norme NF EN 1992-1-2;
- Les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan seront justifiés par application de la clause 5.7 de la norme NF EN 1992-1-2.

3.323 Poteaux

La distinction entre « mur » et « poteau » se fera sur la base du critère usuel suivant : (Cf. Figure 7)

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

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

3.324 Poutres

L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française pour le dimensionnement des poutres doivent être vérifiées conformément au paragraphe 1.1.2.3 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*). (Cf. Figure 6)

3.325 Poutres voiles

Sur la base du critère usuel, est considérée comme « poutre-voile » ou « poutre-cloison » les poutres droites de section constante dont la hauteur de section est au moins égale à la moitié de la portée. L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale française pour le dimensionnement des poutres voiles doivent être vérifiées conformément au paragraphe 1.1.2.4 et annexe V du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2). (Cf figures 29 à 32).

3.326 Acrotères

Les acrotères en murs à coffrage intégré sont conformes aux prescriptions de l'article 7.2.4 du DTU 20.12 partie 1 et conformes au paragraphe 1.1.2.5 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

3.33 Eléments sollicités perpendiculairement à leur plan

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

3.331 Murs enterrés

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

3,2/17-937 V3

3.332 Murs de soutènement

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

3.333 Murs de silos ou de magasins de stockage

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

3.334 Murs de bassins ou de piscine

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

3.335 Murs de galerie souterraines

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

3.34 Eléments inclinés

Conformément au paragraphe 1.1.3 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*), les éléments auront une inclinaison minimale de 75° par rapport à l'horizontale. Dans le cas des murs utilisés en couverture, les murs peuvent être inclinés à 45°.

3.4 Type de liaison

3.41 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.

3.411 Joint vertical droit, d'angle droit, biais, T, ioint 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 disposée dans le prémur.

3.42 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.

3.421 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 prémurs assurent la couture du panier d'armature de liaison.

3.422 Joint d'angle droit vertical, en T

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

3.43 Encastrement entre panneaux

3.431 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, fig 20 détail 1 et 3, fig 21 détail 1, fig 22).
- D'un recouvrement total des armatures. (Cf. Figure 19 détail 1, fig 20 détail 2, fig 21 détail 2 et 3).

3.44 Encastrement en pied de panneau

3.441 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 encastrés 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 l'intégration partielle des armatures d'encastrement dans le prémur.

Cette solution permet de travailler avec des diamètres supérieurs à

Le moment d'encastrement mobilisable reste optimal.

La peau extérieure assure le coffrage du radier ou de la fondation.

3.442 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 (fig 24 détail 1 et 2) on limitera la densité et les diamètres des aciers en attentes par face dans prémur aux valeurs du tableau suivant :

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

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 prémurs 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 prémur 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 prémur que la solution B1.

3.45 Liaison voile/dalle

3.451 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 prémur ou suspendue à l'aide d'armatures en attente dans le prémur type STABOX ou équivalent.

3.452 Liaison encastrée

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

3.5 Dispositions spécifiques aux planchers à prédalles suspendues

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

Lorsque le prémur 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.

3.6 Dispositions parasismiques

La conception et la vérification des joints sous sollicitations sismiques devront être conformes au paragraphe 1.1.1.14 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

3.61 Stabilité d'ensemble

Pour le calcul des raideurs des voiles, la présence des joints entre panneaux est négligeable. La détermination des efforts induits par les actions sismiques sur un voile réalisé en prémur se base sur la section homogène équivalente au voile banché substitué.

4. Traitement des parois et des joints

4.1 Traitement des joints

Selon la destination de l'ouvrage, le traitement du joint devra être mis en place selon les règles de l'article 1.5 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

4.11 Murs courants en superstructure

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs courants en superstructures sont définies à l'article 1.5.1 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

4.12 Murs courants en infrastructure

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs courants en infrastructures sont définies à l'article 1.5.2 du CPT MCI ($Cahier\ CSTB\ 3690_V2$).

4.13 Murs avec pression hydrostatique

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs avec pression hydrostatique sont définies à l'article 1.5.3 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690 V2*).

4.14 Murs CF

Les murs coupe-feu non exposés aux intempéries, ne nécessitent pas de traitement particulier du joint si ce dernier est inférieur à 2 cm (Cf. Art. 1.5.4 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

Pour les parois exposées aux intempéries, on se reporte à l'Art 1.5.1.1 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

4.15 Murs de silos ou magasin de stockage

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs de silos ou magasin de stockage sont définies à l'article 1.5.5 du CPT MCI (*Cahier CSTB 3690_V2*).

4.2 Aspects des parements

Tous les panneaux présentent une surface brute de décoffrage.

4.21 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 raboutage des matrices caoutchouc sur les tables de coffrages et permettre le calepinage de ces zones)

4.22 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.

4.23 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 désafleurements 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.

4.3 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

4.4 Définition du plan d'étanchéité à l'aide de prémur

Pour les cas de figures nécessitant une étanchéité assurée par le béton seul les solutions à base de prémurs reposent sur deux modes de mise en œuvre du plan d'étanchéité :

L'utilisation des solutions mécaniques type A et des joints verticaux décalés ou des joints ouverts 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 à faible retrait.

L'utilisation des solutions mécaniques type B, complétées par le traitement spécifique des reprises de bétonnages.

4.5 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 horizontal 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, fig 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,
- Ferraillage 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 en tôle type STREMAFORM ou toute autre tôle galvanisée d'arrêt de bétonnage 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 § 4.1)

4.6 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 SIKA JOINT EXPANSIF WS 2005 ou un joint Waterstop tôle type STREMAFORM ou des dispositifs similaires joints hydrogonflants ou joints waterstop en tôle galvanisée. 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 3.4.2.1. 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'une bande d'arrêt d'eau en tôle type STREMAFORM ou toute autre tôle galvanisée d'arrêt de bétonnage

10 3,2/17-937 V3

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 § 4.1).

4.7 Utilisation de prémurs à base de Voltex

Le procédé VOLTEX sous avis technique 5/16-2531 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 fig. 35.
- Accès à la face traitée impossible : Le phasage de pose est décrit en fig. 36 et 37.

5. Fabrication des « PRÉMURS »

5.1 Fabrication

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.

Disposition des armatures et des raidisseurs sur le moule.

- 5. Mise en place de canalisations diverses fixées aux armatures et des boîtiers collés au moule.
- 6. Fabrication du béton dans la centrale située sur le site.
- 7. Acheminement du béton.
- 8. Coulage du béton à l'aide d'un répartiteur automatique qui garantit la constance de l'épaisseur mise en place.
- Vibration automatique, programmée et adaptée pour ce type de fabrication.
- 10. 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 § 2.32.
- 11. Transport et retournement de la première face sur la seconde avec centrage et mise en appui sur des cales extérieures préréglées.
- 12. Vibration automatique.
- 13. Enlèvement du moule supérieur.
- 14. Entreposage dans la chambre de durcissement à 28° C pendant environ 8 heures.
- 15. Démoulage et stockage sur un conteneur métallique.

5.2 Contrôles de fabrication

5.21 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/CN et au C.C.T.P.

5.22 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.

5.3 Caractéristiques

 Poids propre du PREMUR au m²: de 225 à 350 kg/m² en fonction de l'épaisseur des parois et du ferraillage.

- Dimensions maximales, hauteur x largeur ou largeur x hauteur : 3,70 x 12.50 m.
- Epaisseur courante de 16 à 50 cm.
- Tolérance dimensionnelle

Conforme à la norme EN 14992 et au référentiel NF 548

- Enrobage des armatures et des raidisseurs : -1 /+1 mm
- Tolérance sur la hauteur des raidisseurs : -2/+1 mm

Chronologie générale de la mise en œuvre des murs

6.1 Chronologie pour les prémurs courants

- 1. Réalisation des fondations.
- 2. Implantation et traçage des murs.
- 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.
- 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 étaiement adapté.
- 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 paragraphe 2.2. Les hauteurs de chute du béton frais seront limitées suivant les prescriptions du § 6.31.
- 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 (Cf. Art 4)

6.2 Chronologie pour les prémurs avec les liaisons type A

- 1. Coulage du béton de propreté,
- 2. Implantation et traçage des murs.
- 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 ferraillage 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. Ferraillage de l'encastrement en pied de panneau (Cf. fig. 23 détail 1 et 2)
- 9. Ferraillage 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. Les hauteurs de chute du béton frais seront limitées suivant les prescriptions du § 7 3
- 11. Enlèvement du cordon de mousse,
- 12. Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage (Cf. Art 4).

6.3 Critères de bétonnage du noyau

6.31 Hauteur de chute du béton

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

6.32 Vitesse de bétonnage

En l'absence de justifications particulières, les vitesses de coulage des couches de béton frais en fonction du type de béton (BPS-MCI ou BCP-MCI) et de la distance entre les raidisseurs sont données dans les figures dans l'Annexe 3 du dossier technique. Elles sont déduites des courbes données dans la norme NF EN 14992 (Annexe B).

Une attention particulière doit être portée lors de bétonnages par temps froid. De plus, la vitesse de bétonnage doit être diminuée de 20% pour des températures de paroi inférieures à 10° et de 30% pour des températures de paroi inférieures à 5°C.

6.33 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.

6.34 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.

7. Manutention, Montage, Transport

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.

7.1 Boucles de levages

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

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

7.2 Conditions particulières

Lorsque le nombre de boucles est supérieur à deux, les 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.

7.3 Mise en place

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.

7.4 Transport et stockage

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

8. Divers

8.1 Conditions d'exploitation du procédé

Calcul des structures :

Il est fait par le Bureau d'Etudes Techniques de l'opération en tenant compte du procédé. Le calepinage est effectué par SPURGIN et approuvé par le B E T

| par le B E I | | | | |
|---------------------------------|--|--|------------------------------------|--|
| SIEGE | | | | |
| | SP | URGIN LEONHA | RT | |
| | R | oute de Strasbou | rg | |
| | | BP 20151 | | |
| | 676 | 03 SELESTAT CE | DEX | |
| | Fabrica | tion et Commerci | alisation | |
| SPURGIN LEONHART EST | SPURGIN LEONHART RHÔNE- ALPES | SPURGIN LEONHART ILE DE FRANCE OUEST | SPURGIN LEONHART NORD | SPURGIN LEONHART SUD |
| Z.I. rue Louis Renault | Allée des Noisetiers – Parc Industriel de | Z.A. du Bois Gueslin Lieu-dit « Le | Zone d'activité 2 7 route de | ZAC du Grand Pont Rue de |
| 68127 STE CROIX EN PLAINE | la Plaine de l'Ain 01150 BLYES | petit Courtin » 28630 MIGNIERES | Ham 80190 NESLE | I'Ouest 13640 LA ROQUE D'ANTHERON |

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

8.2 Aide à la mise en œuvre

La société SPURGIN SAS 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.

12 3,2/17-937 V3

B. 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'Illkirch 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 :

- Configuration A1 : N° A-2013-10-2 du 13 juin 2013 (type 1)
- Configuration A2 : N° A-2013-10-1 du 12 juin 2013 (type 1)
- Configuration B1 : N° A-2013-4-2 du 21 mars 2013 (type 1)
- Configuration C : N° A-2012-9 du 20 septembre 2012 (type 1)

Rapports d'essais des inserts en ϕ 16 :

- Configuration A1 : N° A-2013-6-1 du 16 mai 2013
- Configuration A2: No A-2013-7-1 du 23 mai 2013
- Configuration B1: No A-2013-6-2 du 16 mai 2013
- Configuration C: No A-2013-10-3 du 13 juin 2013

Rapport d'essais des inserts ComBAR®:

- Configuration A1: No 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 :

- Configuration A1 : N° A-2016-3-1a du 21 janvier 2016
- Configuration A2 : Nº A-2016-3-3a du 18 février 2016
- Configuration C: N° A-2016-3-2a du 11 février 2016

C. Références

C1. Données environnementales1

Il existe une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) collective pour cette famille de procédés (259.E-CERIB)

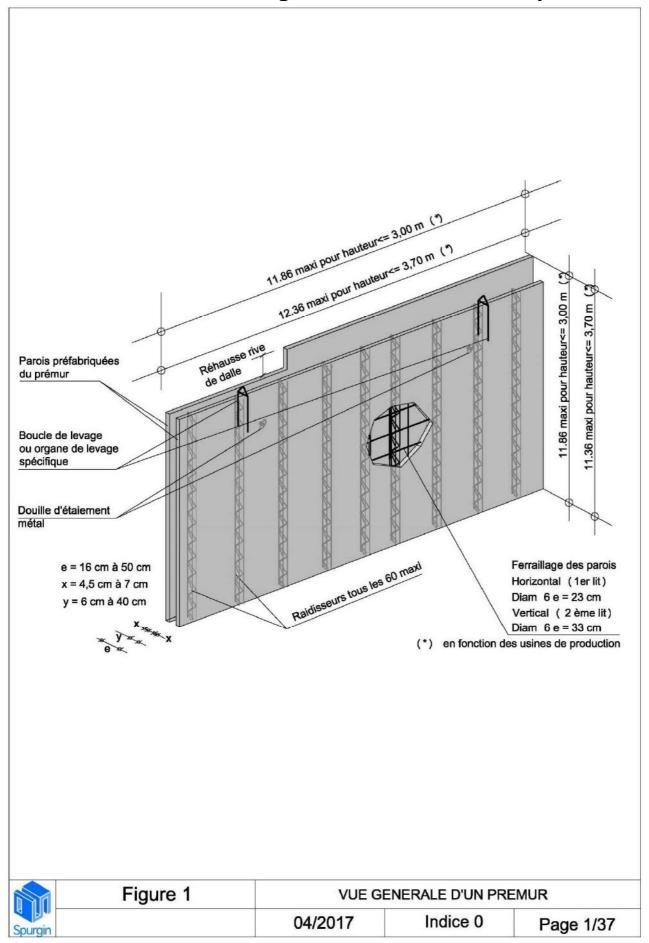
C2. Autres références

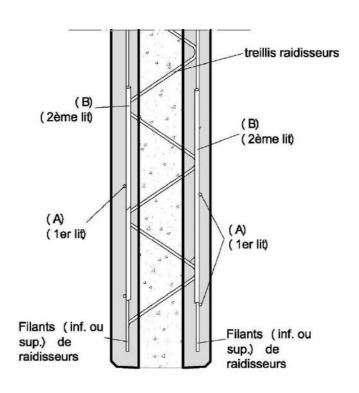
Environ 7 000 000 m² depuis 2002

| Maitre d'ouvrage | Type de bâtiment | Ville | Surface (m²) | Année |
|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|-------|
| MICHELIN | ERP | CLERMONT FERRAND | 11000 | 2015 |
| REALSTONE SA | Logement collectifs | BERNE PAR LE LOCLE | 10500 | 2015 |
| AKERA | Logement collectifs | ROSNY SUR SEINE | 7000 | 2016 |

 $^{^{\}rm 1}\,{\rm Non}$ examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet ${\rm Avis}$

Tableaux et figures du Dossier Technique

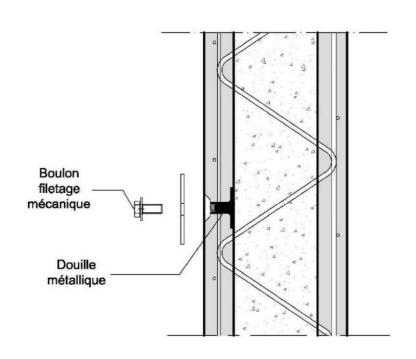




(A) : armatures perpendiculaires aux treillis raidisseurs

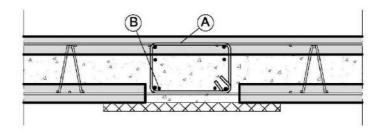
(B) : armatures parrallèles aux treillis raidisseurs

| | Figure 2 | PRINCIPES DE FERRAILLAGE DES PREMURS | | |
|---------|----------|--------------------------------------|----------|-----------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 2/37 |

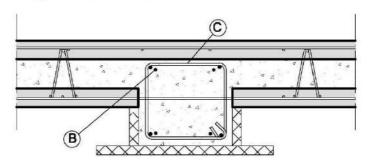


| | Figure 3 | DOUILLES DE FIXATION INTEGREES | | |
|---------|----------|--------------------------------|----------|-----------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 3/37 |

Détail 1: poteau intégré au MCI avec coffrage d'une face sur chantier



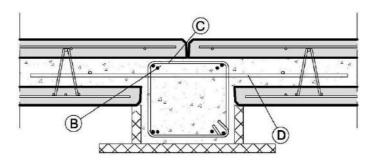
Détail 2: poteau excentré avec coffrage d'une face sur chantier



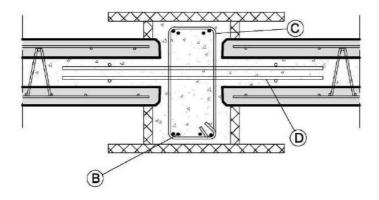
- (A) cadres et filants intégrés dans les parois
- (B) armatures en attente de poteaux
- (C) cadres et filants mis en oeuvre sur chantier

| | Figure 4 | REALISATION D | REALISATION DE POTEAUX INCORPORES (1/2) | | |
|---------|----------|---------------|---|-----------|--|
| Spurgin | | 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



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

| | Figure 5 | REALISATION DE POTEAUX INCORPORES (2/2) | | |
|---------|----------|---|----------|-----------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 5/37 |

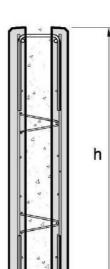
COUPES VERTICALES

cas des raidisseurs horizontaux

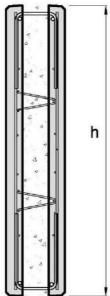
Détail 2: h< 80cm

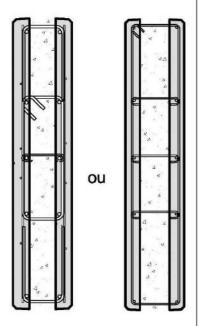
Détail 1: h> 80cm cas des raidisseurs verticaux

h



Détail 3: cas des cadres + épingles

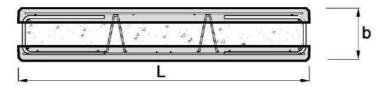




| | Figure 6 | PRINCIPES DE | FERRAILLAGE DES POUTRES | |
|---------|----------|--------------|-------------------------|-----------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 6/37 |

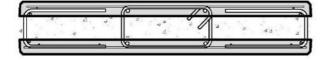
Détail 1:

utilisation de raidisseurs + U de fermeture



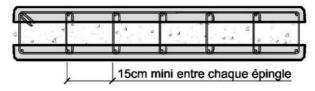
Détail 2:

utilisation de cadres + U de fermeture

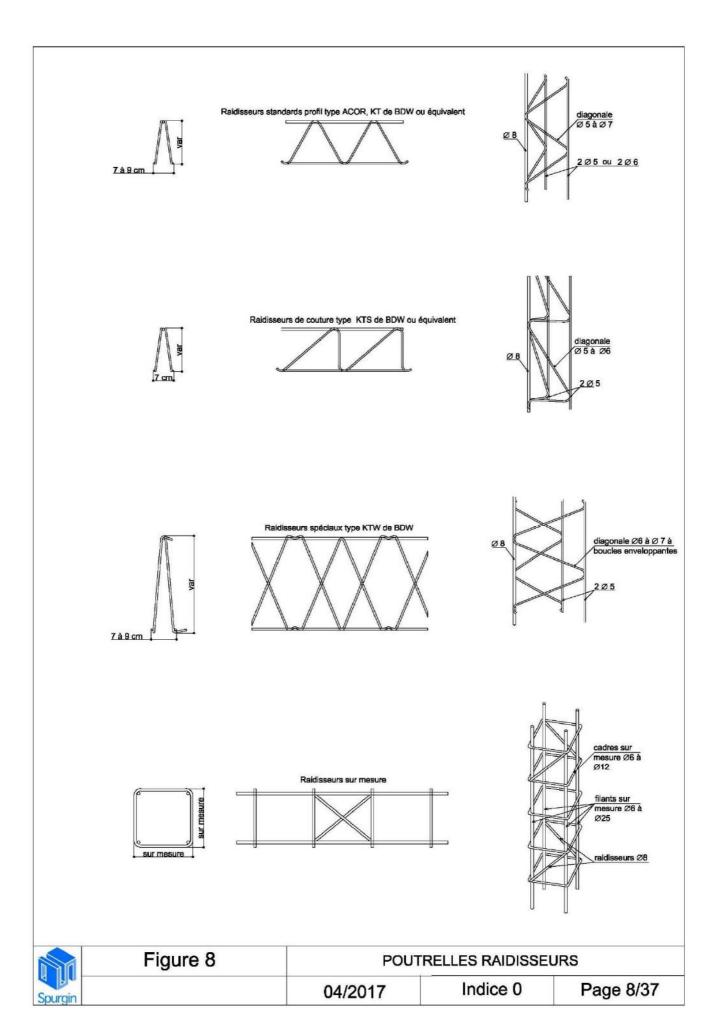


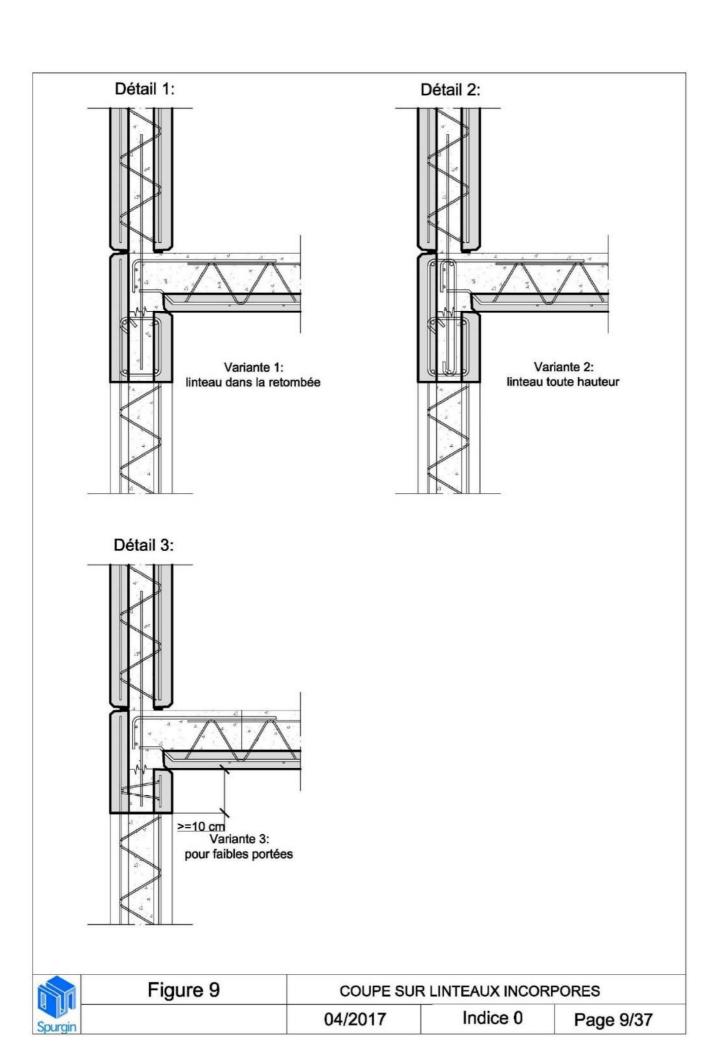
Détail 3:

utilisation de cadres + épingles



| | Figure 7 | PRINCIPES DE FERRAILLAGE DES POTEAUX | | | |
|---------|----------|--------------------------------------|----------|-----------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 7/37 | |

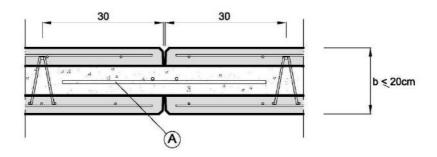




LIAISON JOINT VERTICAL "DROIT"

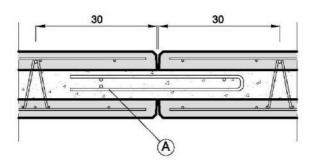
Détail 1:

1 lit d'armatures horizontales



Détail 2:

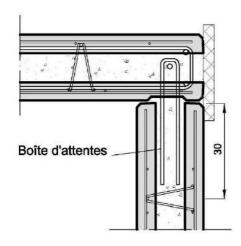
2 lits d'armatures horizontales



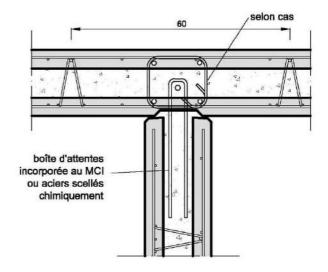
| | Figure 10 | SOLUTIONS LIAISO | ONS VERTICALES | ARTICULEES (1/2) |
|---------|-----------|------------------|----------------|------------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 10/37 |

LIAISON JOINT VERTICAL "ANGLE"

Détail 1: liaison par boîte d'attentes

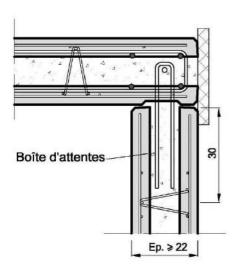


Détail 2: liaison avec boîte d'attentes



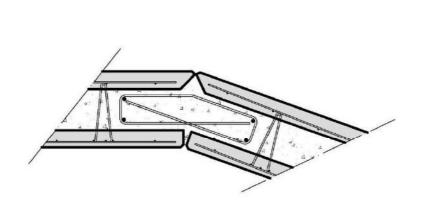
(C) (D) aciers à mettre en place sur chantier

Détail 3: 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

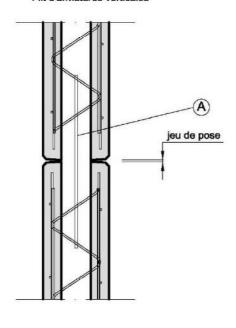
| | Figure 11 | SOLUTIONS LIAISONS VERTICALES ARTICULEES (2/2) | | | |
|---------|-----------|--|----------|------------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 11/37 | |



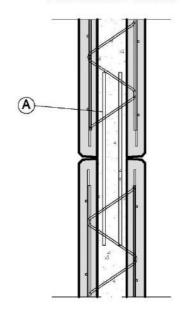
| | Figure 12 | LIAISONS VERTICALES BIAISES ARTICULEES | | | |
|---------|-----------|--|----------|------------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 12/37 | |

LIAISON JOINT HORIZONTAL "DROIT"

Détail 1: 1 lit d'armatures verticales



Détail 2: 2 lits d'armatures verticales

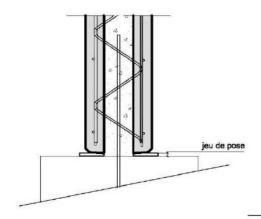


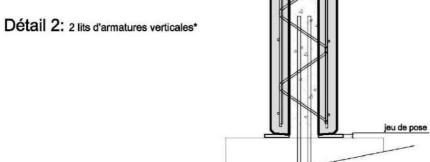
A aciers à mettre en place sur chantier

| | Figure 13 | SOLUTIONS LIAISON | NS HORIZONTALES | ARTICULEES (1/3) |
|---------|-----------|-------------------|-----------------|------------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 13/37 |

LIAISON JOINT HORIZONTAL "EN PIED"

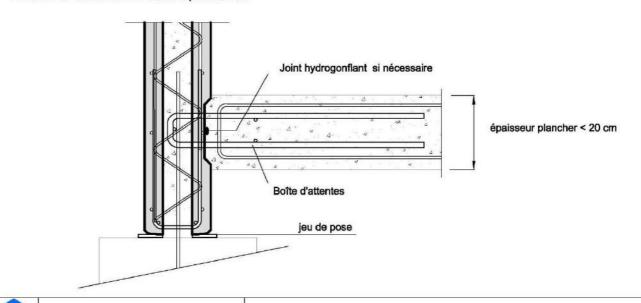
Détail 1: 1 lit d'armatures verticales*





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

Détail 3: liaison couturée avec un plancher bas

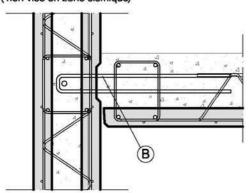


| | Figure 14 | SOLUTIONS LIAISON | IS HORIZONTALES | HORIZONTALES ARTICULEES (2/3) | |
|---------|-----------|-------------------|-----------------|-------------------------------|--|
| Spurgin | **** | 04/2017 | Indice 0 | Page 14/37 | |

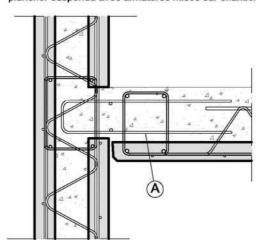


Détail 1: cas d'un appui intermédiaire avec ou sans niveau supérieur A aciers à mettre en place sur chantier B Boîte d'attentes incorporée au prémur ou aciers scellés chimiquement

Détail 3: plancher suspendu avec boîte d'attentes (non visé en zone sismique)

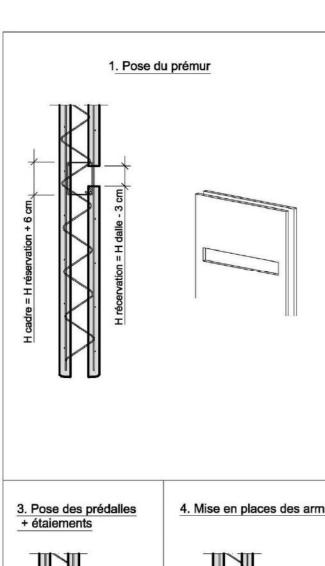


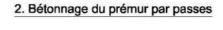
Détail 4: plancher suspendu avec armatures mises sur chantier

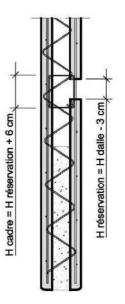


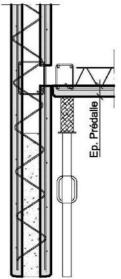
Les planchers sont représentés avec des prédalles, ils peuvent être coulés en place.

| | Figure 15 | SOLUTIONS LIAISON | ARTICULEES (3/3) | |
|---------|-----------|-------------------|------------------|------------|
| Spurgin | 772 | 04/2017 | Indice 0 | Page 15/37 |

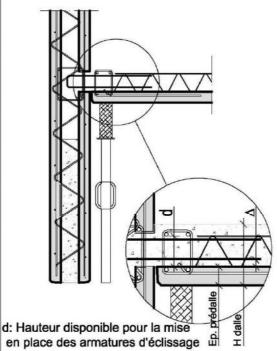




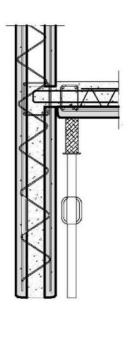




4. Mise en places des armatures d'éclissages



5. Bétonnage de la dalle

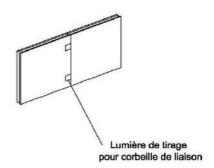


| | Figure 16 | Phasage de mise en place des prédalles suspendues avec réservation | | |
|---------|-----------|--|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 16/37 |

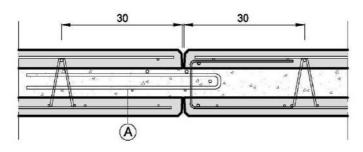
Δ: tolérance de positionnement des armatures

d'éclissages

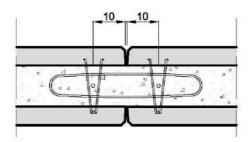
LIAISON JOINT VERTICAL "DROIT"



Détail 1: Liaisons couturée, 2 lits d'armatures horizontales

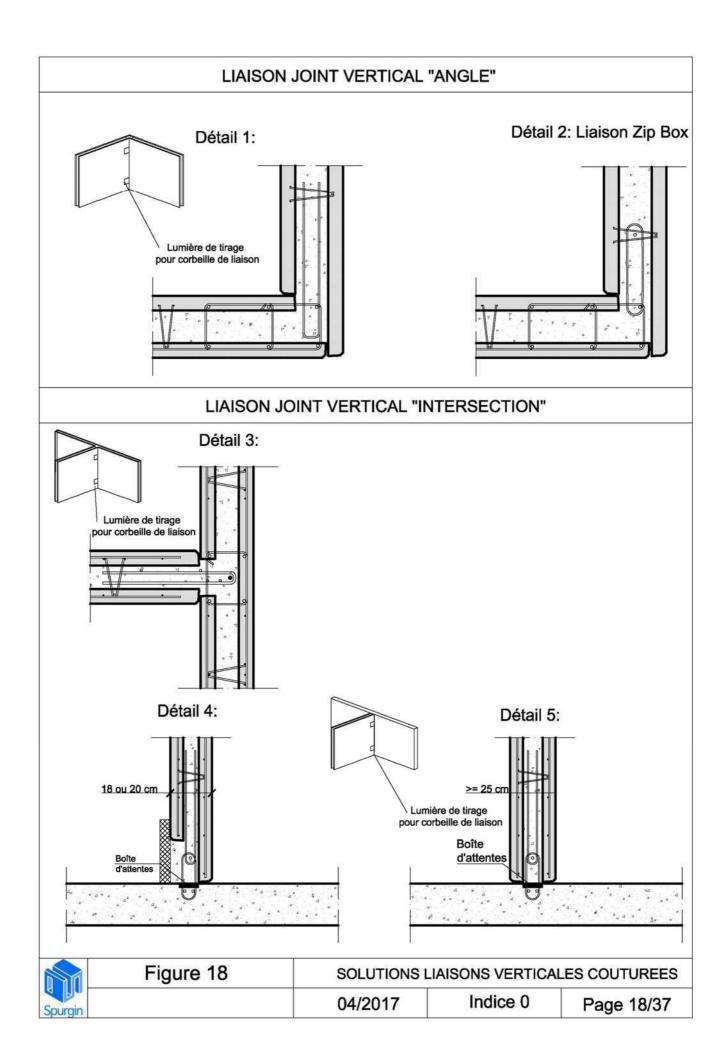


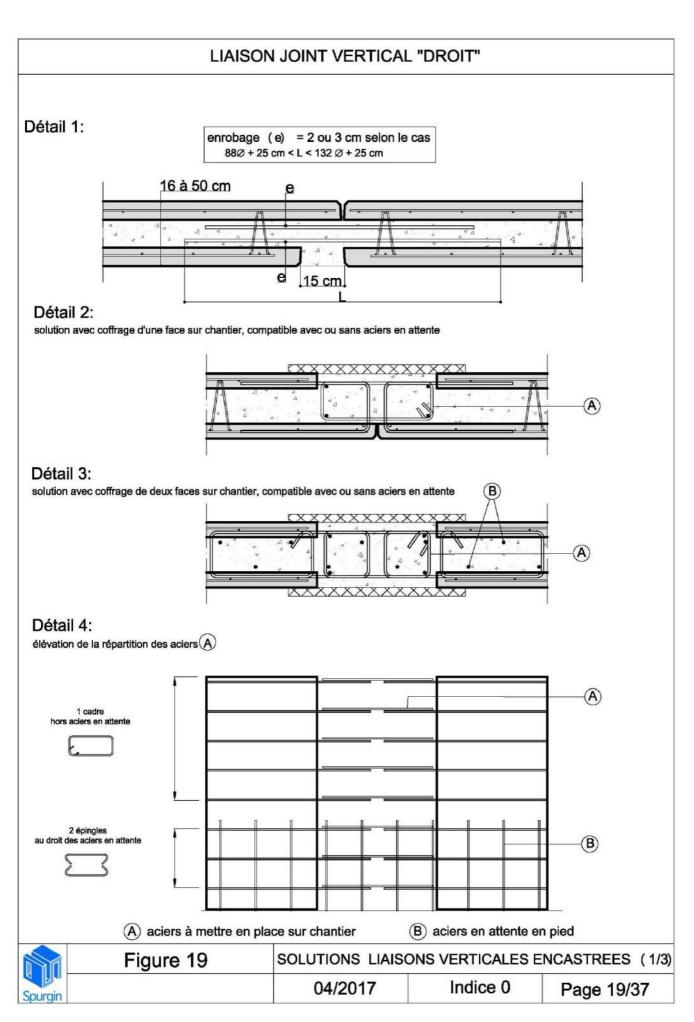
Détail 2: Liaison Zip Box



(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

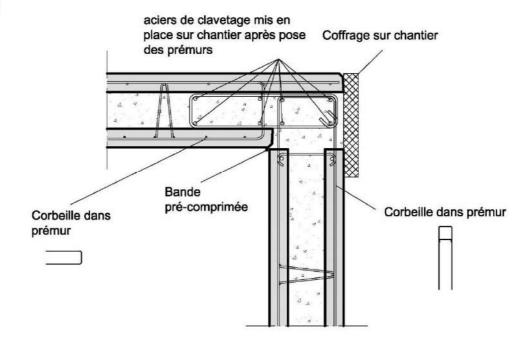
| | Figure 17 | SOLUTIONS LIAISONS VERTICALES COUTUREES | | |
|---------|-----------|---|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 17/37 |





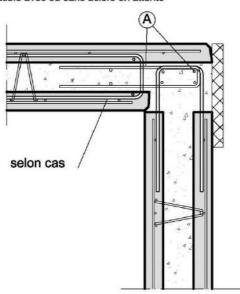
LIAISON JOINT VERTICAL "ANGLE"

Détail 1:



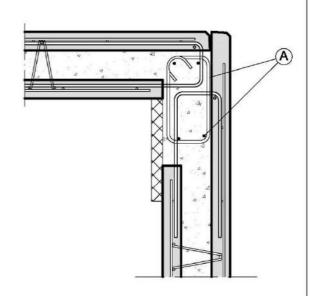
Détail 2:

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

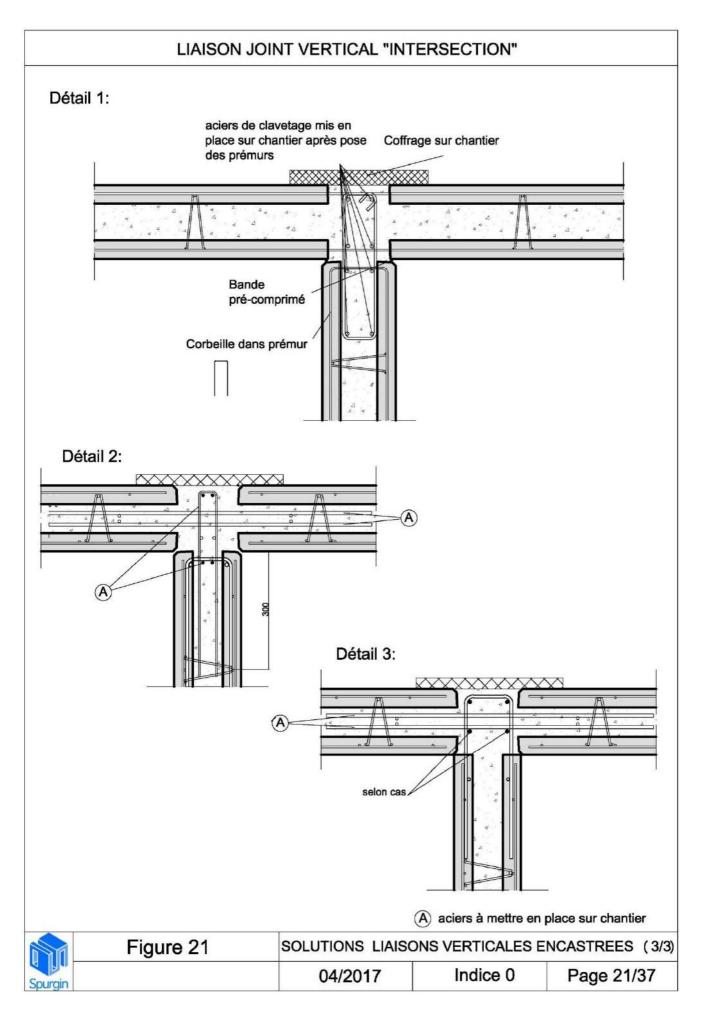


Détail 3:

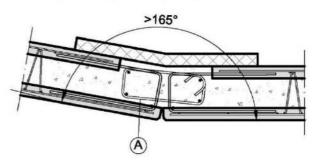
solution avec coffrage de la face intérieure sur chantier, compatible avec ou sans aciers en attente



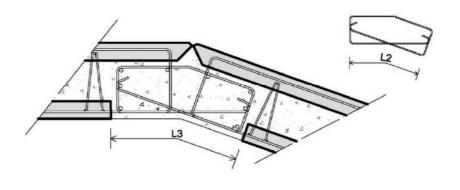
| | Figure 20 | SOLUTIONS LIAISO | ONS VERTICALES | ENCASTREES (2/3) |
|---------|-----------|------------------|----------------|------------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 20/37 |



Détail 1: solution particulière pour les angles supérieurs à 165°



Détail 2

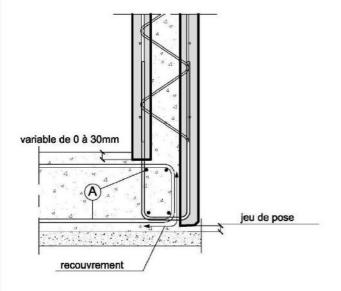


| | 32Ø L2 + { | 7. 100 | cm | | |
|----|---------------|--------|----|----|----|
| Ø | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| L2 | 40 | 46 | 53 | 59 | 66 |
| L3 | 45 | 51 | 58 | 64 | 71 |

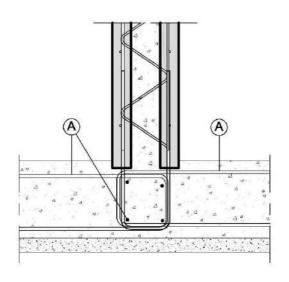
| | Figure 22 | LIAISONS VERTICALES BIAISES ENCASTREES | | | |
|---------|-----------|--|----------|------------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 22/37 | |

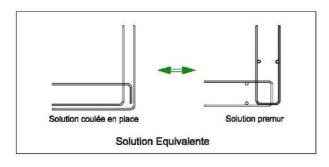
LIAISON JOINT HORIZONTAL "EN PIED" ARMATURES INTEGREES

Détail 1: MCI de rive ou semelle excentrée



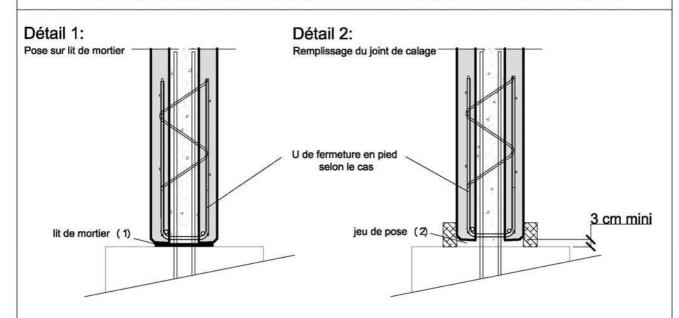
Détail 2: MCI de refend ou semelle centrée





| | Figure 23 | SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES TYPE A | | | |
|---------|-----------|---|----------|------------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 23/37 | |

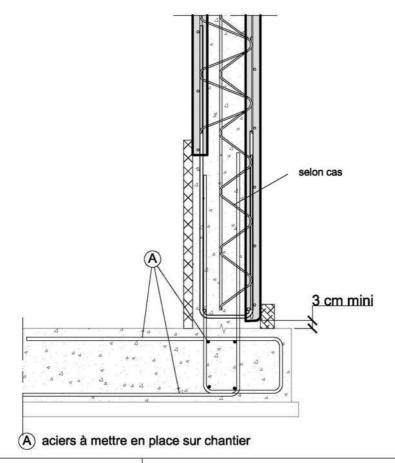




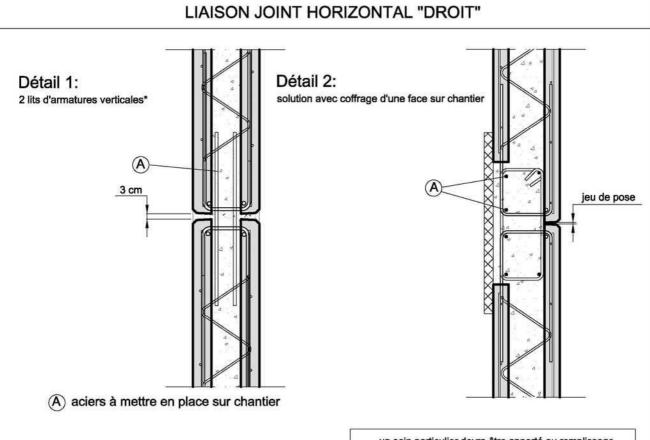
 (1) pose des prémurs sur un lit de mortier d'épaisseur 20mm et de résistance au moins égale à 25 MPa (2) un soin particulier doit être apporté au remplissage des joints de calage en pied (30mm) et à la mise en place d'un système empêchant les fuites de laitance (bastaing par exemple)

Détail 3:

Coffrage d'une face sur chantier*

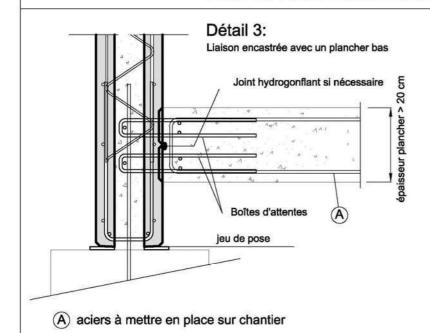


| | Figure 24 | SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES TYPE B | | |
|---------|-----------|---|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 24/37 |



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

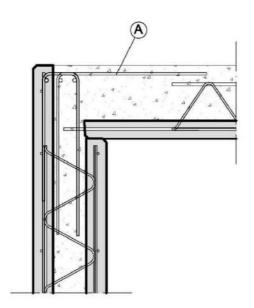
LIAISON JOINT HORIZONTAL AVEC DALLE



| | Figure 25 | SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES (1/2) | | |
|---------|-----------|--|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 25/37 |

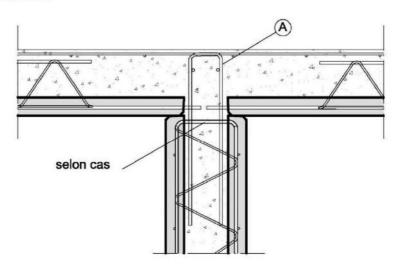
LIAISON HORIZONTALE EN RIVE DE DALLE

Détail 1: cas d'un appui de rive



LIAISON HORIZONTALE MUR INTERMEDIAIRE AVEC DALLE

Détail 2: cas d'un appui intermédiaire



A aciers à mettre en place sur chantier Les planchers sont représentés avec des prédalles, ils peuvent être coulés en place.

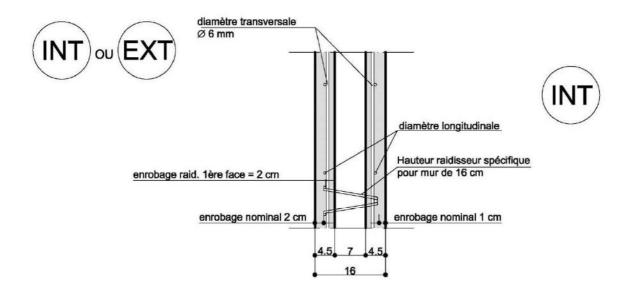
| | Figure 26 | SOLUTIONS LIAISONS HORIZONTALES ENCASTREES (2/2 | | |
|---------|-----------|---|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 26/37 |

Le prémur d'épaisseur 16 cm est basé sur le meme concept que les prémurs courants. Le point de divergence repose sur son mode de fabrication.

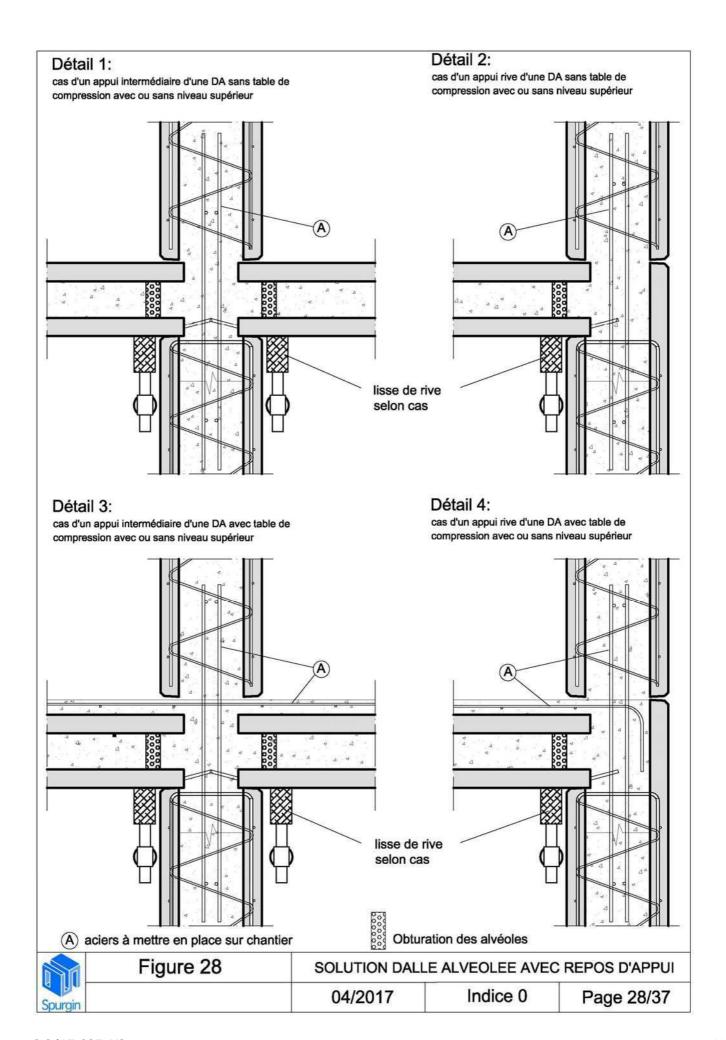
Ce prémur a des épaisseurs de peaux réduites 4,5 cm.

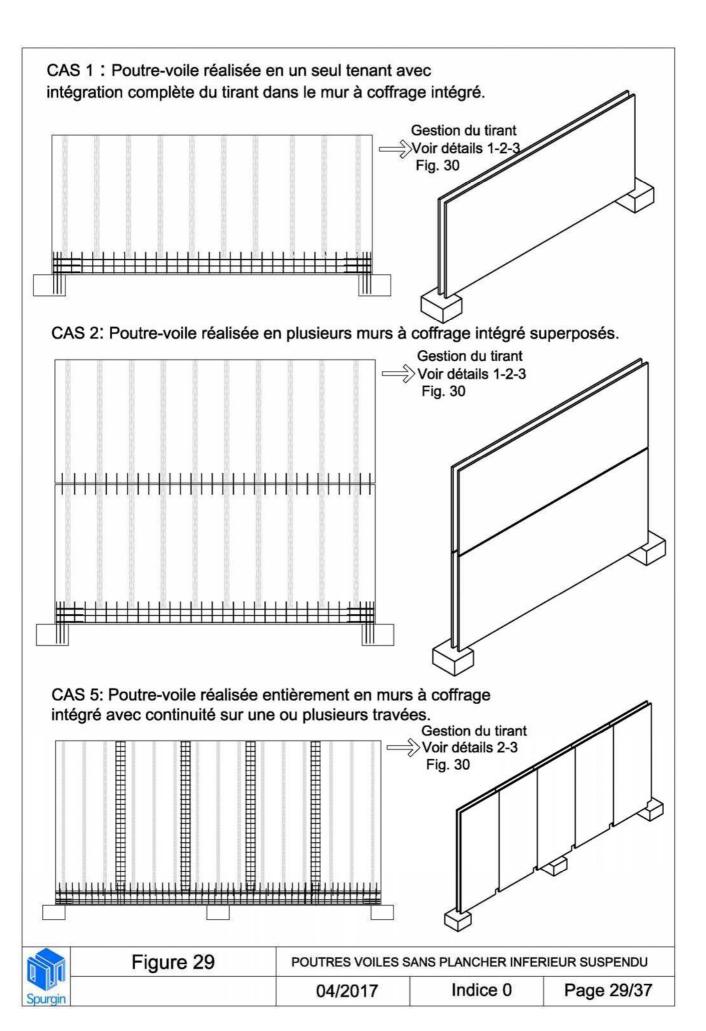
Le raidisseur pour prémur de 16 cm fait l'objet d'une commande spécifique, avec une hauteur nominale de 125 mm.

Etant 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.

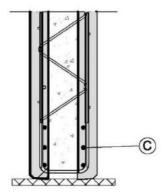


| | Figure 27 | PREMUR DE 16 CM D'EPAISSEUR | | |
|---------|-----------|-----------------------------|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 27/37 |



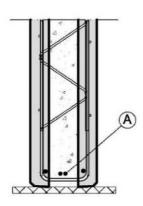


Détail 1: Tirant intégré au MCI dans les deux parois sans joint vertical



Détail 2:

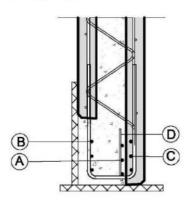
Tirant intégré au MCI avec joint vertical (*) et sans décalage de parois



(A) éclisses au droit des joints verticaux

Détail 3:

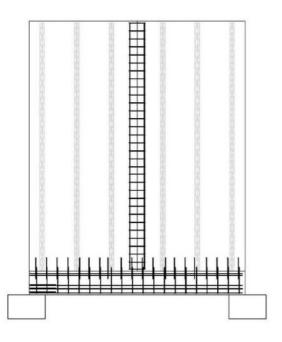
Tirant intégré au MCI avec joint vertical (*) et décalage de parois

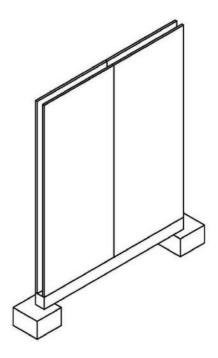


- (A) éclisses au droit des joints verticaux
- (B) armatures du tirant mises en oeuvre sur chantier, toute longueur
- (C) armatures du tirant intégrées dans la paroi
- (D) acier de montage
- (E) armatures verticales en attente
- * Dans le cas de présence de joint vertical, les assemblages sont effectués conformément aux détails de liaison verticale droite

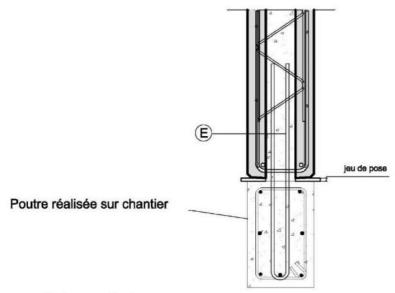
| | Figure 30 | POUTRES VOILES SA | POUTRES VOILES SANS PLANCHER INFERIEUR SUSPENDU | | |
|---------|-----------|-------------------|---|------------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 30/37 | |

CAS 3: Poutre-voile en plusieurs parties





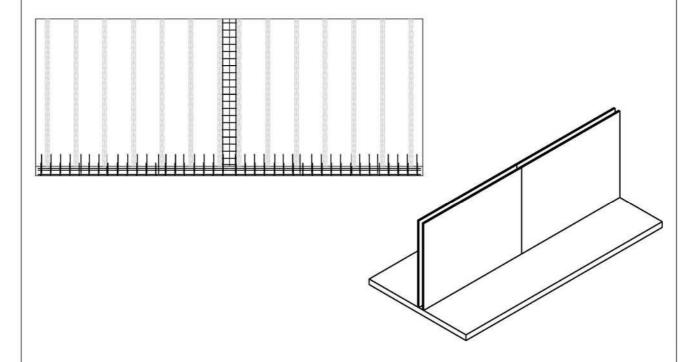
Détail 4: Tirant réalisé sur chantier



- (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 INFERIEUR SUSPENDU | | | |
|---------|-----------|---|----------|------------|--|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 31/37 | |

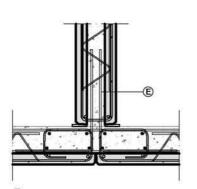
CAS 4: Poutre-voile reprenant la dalle inférieur

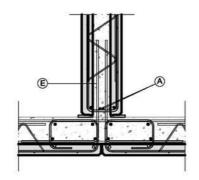


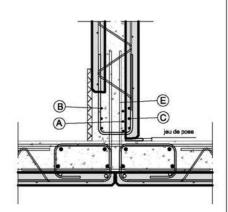
Détail 1: Tirant intégré dans le plancher inférieur

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

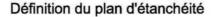






- (A) éclisses au droit des joints verticaux
- (B) armatures du tirant mises en oeuvre sur chantier, toute longueur
- (C) armatures du tirant intégrées dans la paroi
- (E) armatures verticales et de suspente en attente
- * Dans le cas de présence de joint vertical, les assemblages sont effectués conformément aux détails de liaison verticale droite

| | Figure 32 | POUTRES VOILES AVEC PLANCHER INFERIEUR SUSPENDU | | |
|---------|-----------|---|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 32/37 |



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 couturrés.

TRAITEMENT DU PLAN HORIZONTAL [Ext.] Int.] Ext. Int.] Ext. Int.] Etanchéité horizontale par le bétonnage en continu Joint pré-comprime

Joint hydrogonflant ou Waterstop Tole

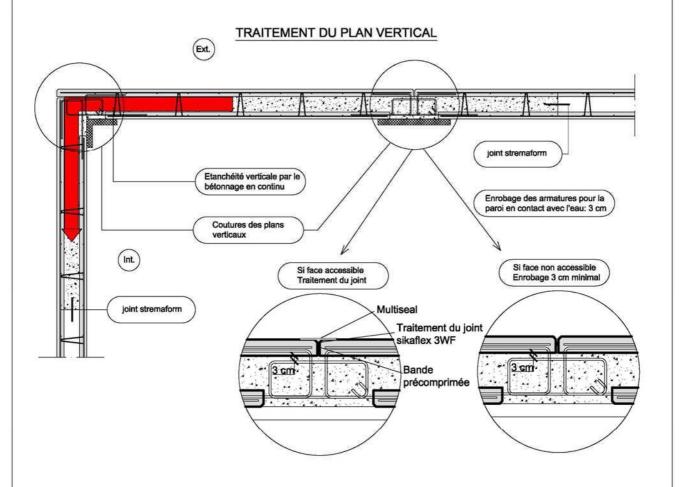


Figure 33 ETANCHEITE D'UN MUR D'EPAISSEUR 25 CM

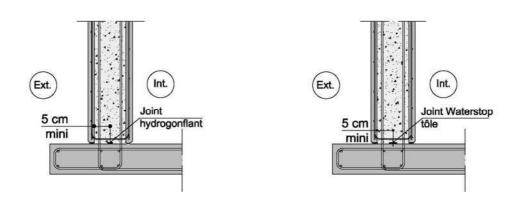
04/2017 Indice 0 Page 33/37

Définition du plan d'étanchéité

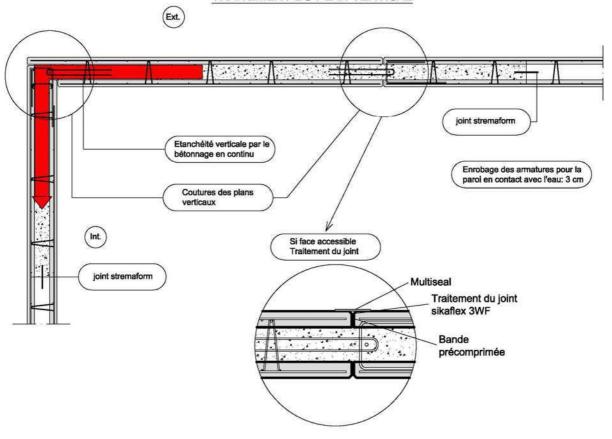
La reprise de bétonnage du plan horizontal est assurée par la mise en oeuvre d'un joint hydrogonflant ou d'un joint waterstop en tête

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 éffectuées en zone centrale des prémurs et sont réalisées à l'aide de joint waterstop en tête.

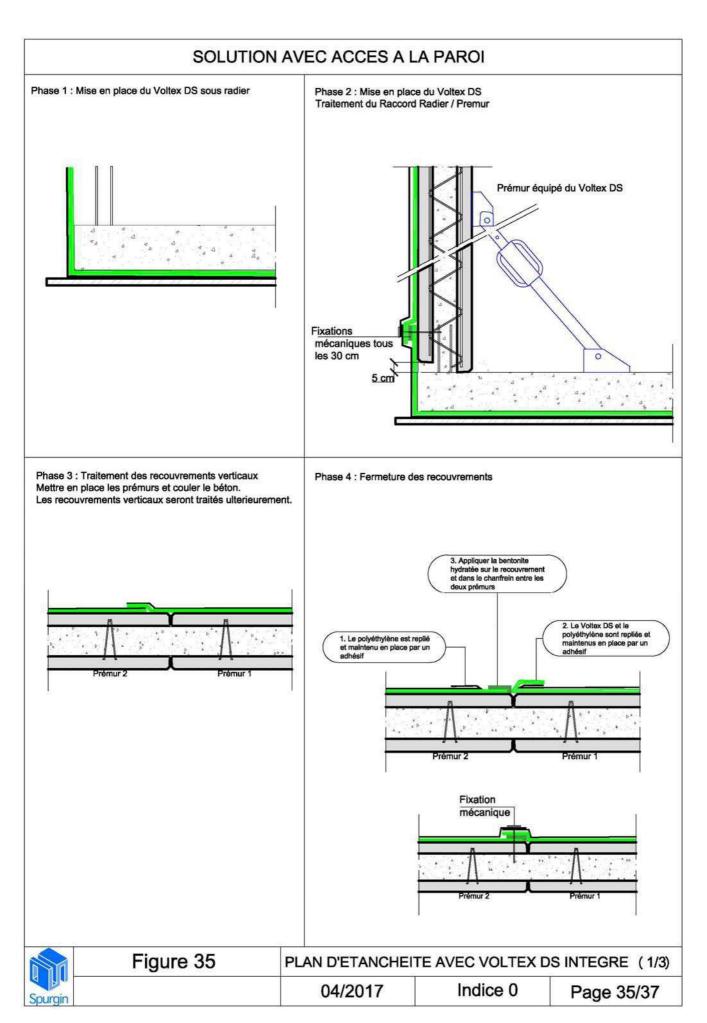
TRAITEMENT DU PLAN HORIZONTAL

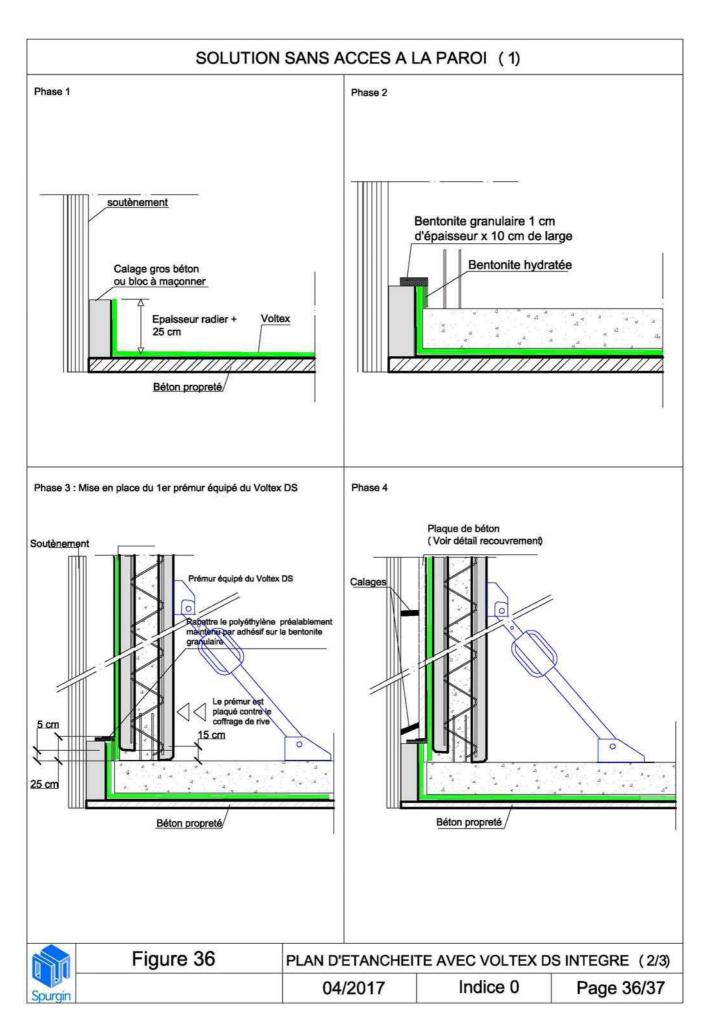


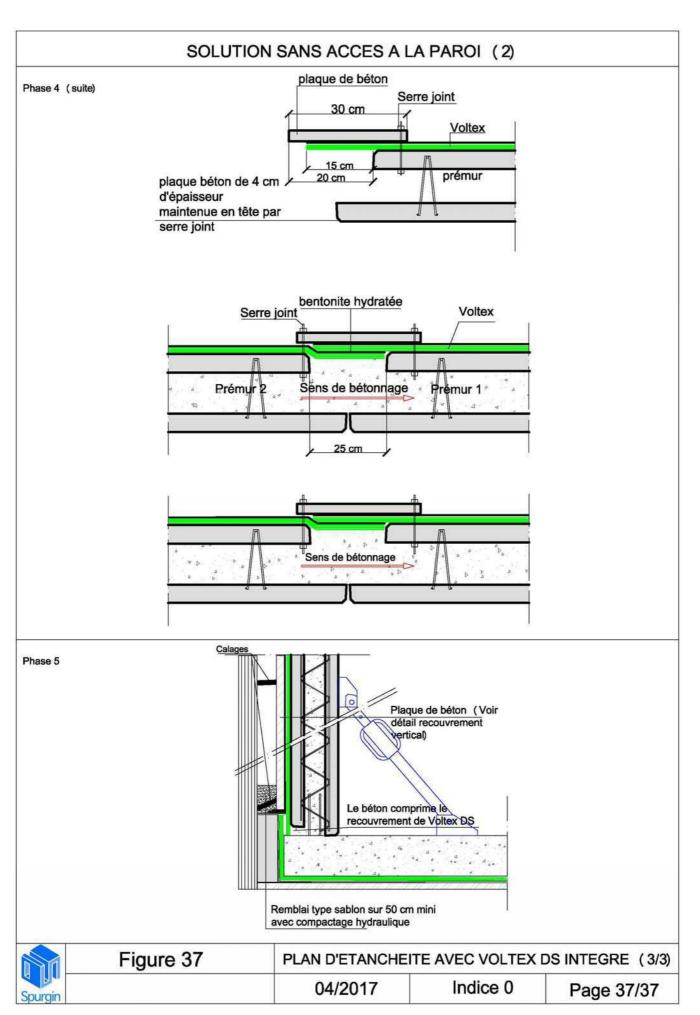
TRAITEMENT DU PLAN VERTICAL



| | Figure 34 | ETANCHEITE D'UN MUR D'EPAISSEUR 30 CM | | |
|---------|-----------|---------------------------------------|----------|------------|
| Spurgin | | 04/2017 | Indice 0 | Page 34/37 |







Annexe 1 - Plan des inserts de levage

Figure 1 - TYPE 1

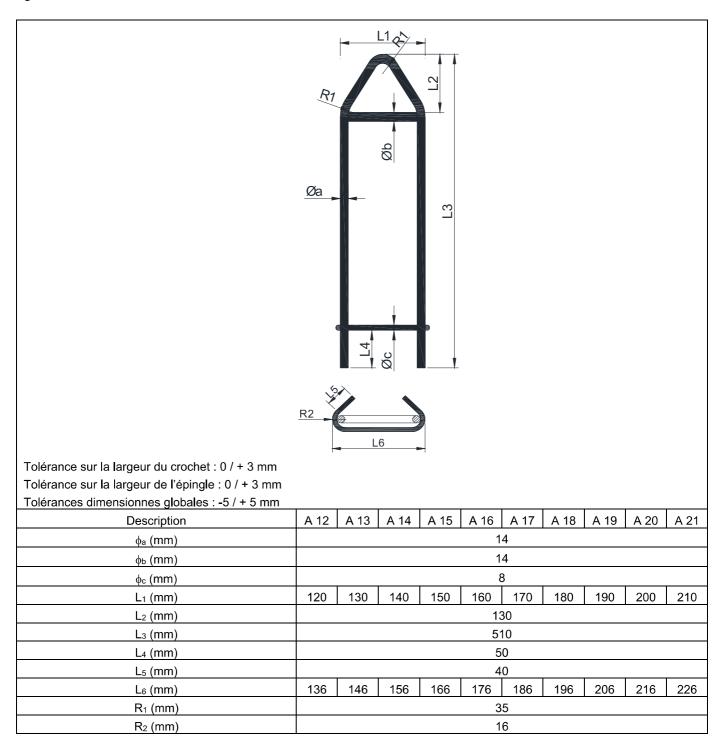
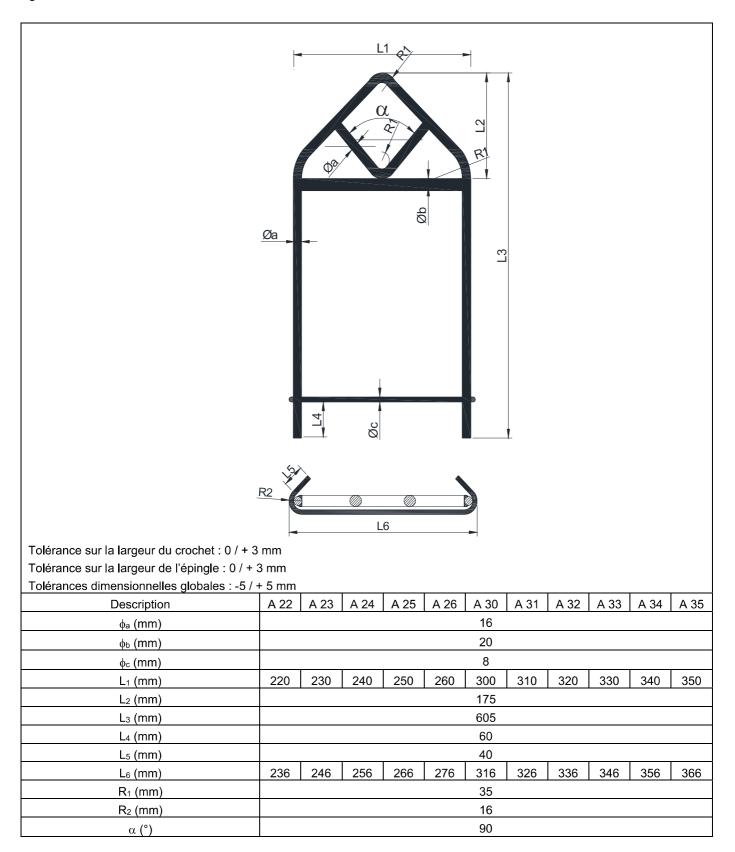


Figure 2 - TYPE 2



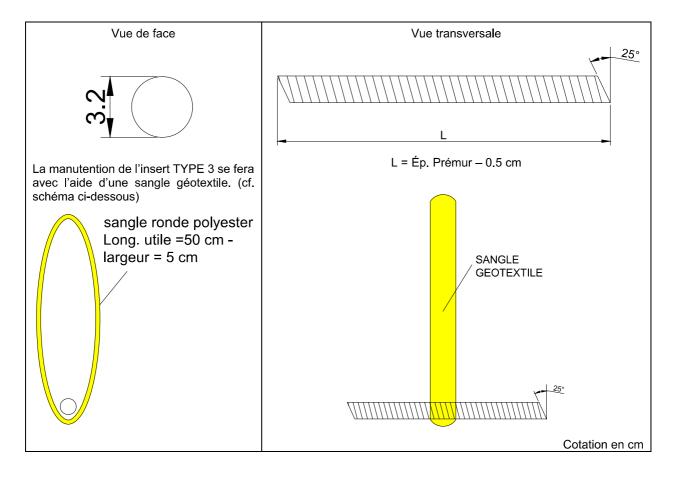
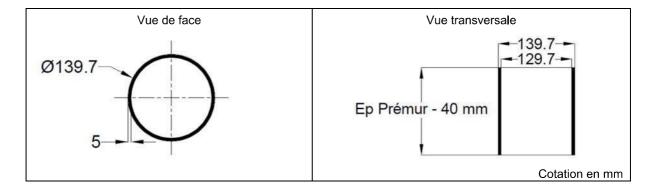


Figure 4 - TYPE 4



Annexe 2 - Insertion des inserts de levage dans le MCI

Figure 1 - Disposition du TYPE 1 dans le MCI

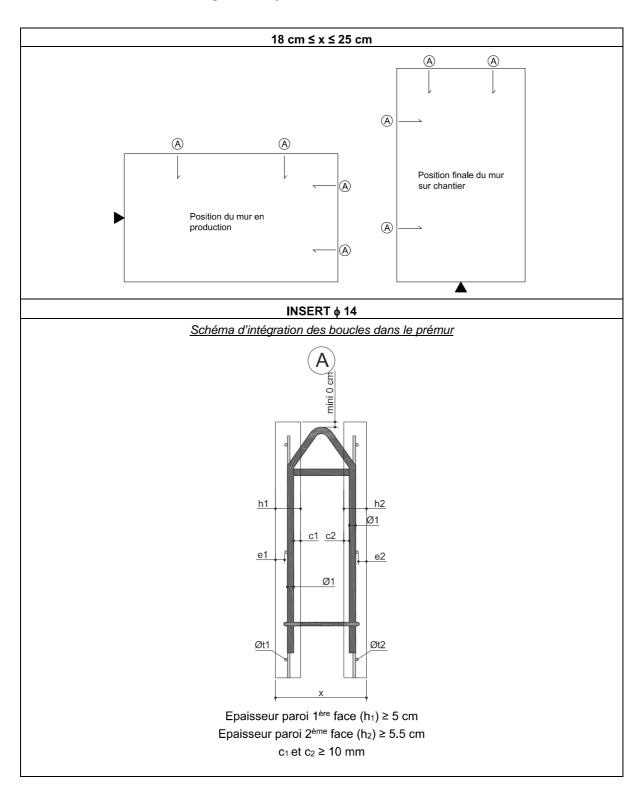


Figure 2 – Disposition du TYPE 2 dans le MCI

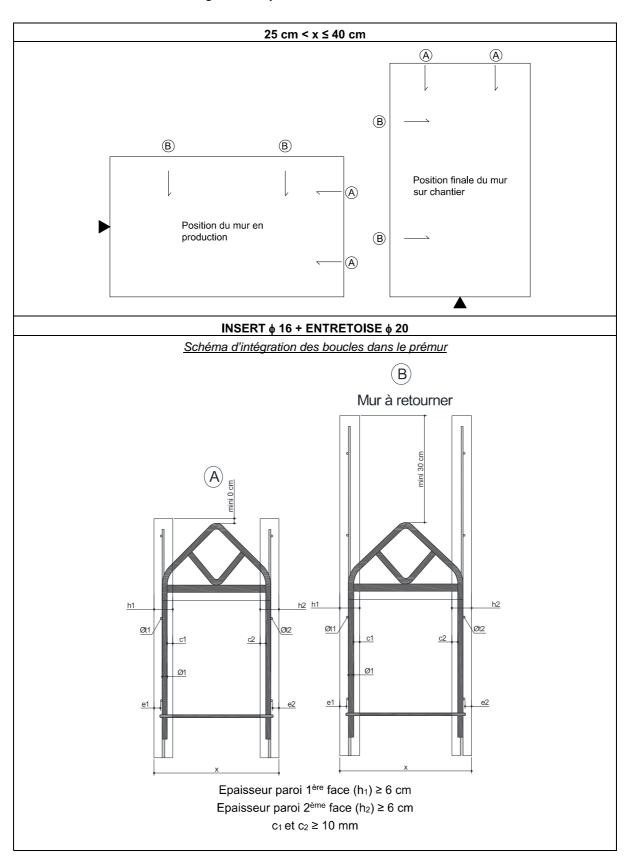


Figure 3 – Disposition du TYPE 3 dans le MCI

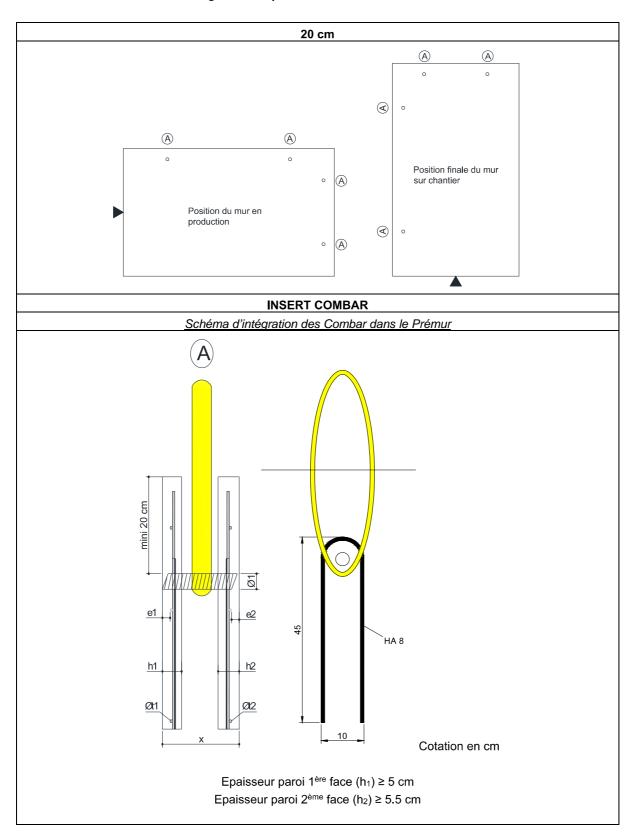
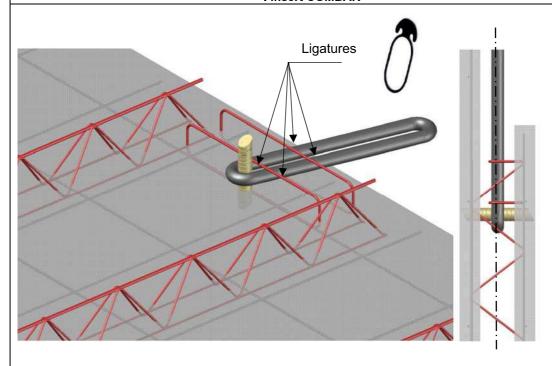


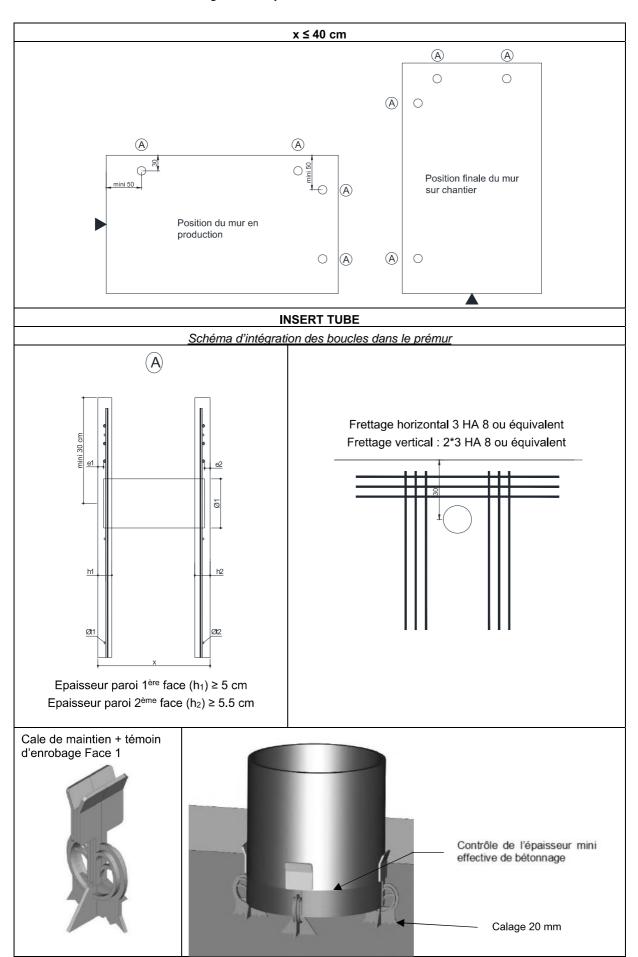
Schéma de principe du panier de centrage et de maintien des élingues en phases provisoire pour l'insert COMBAR

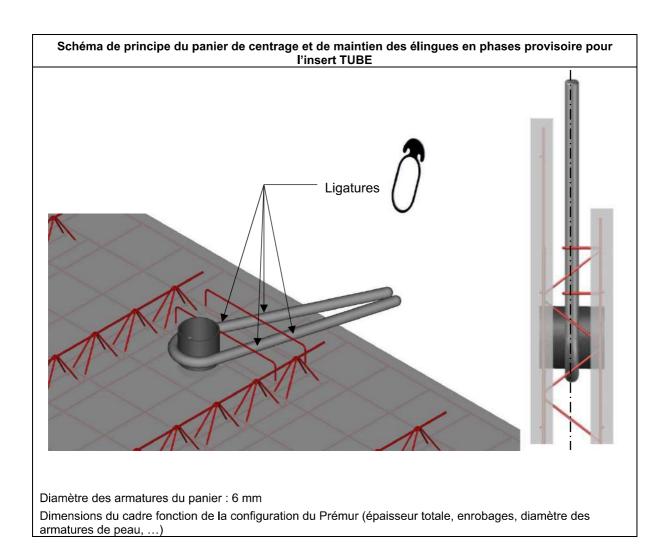


Diamètre des armatures du panier : 6 mm

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

Figure 4 - Disposition du TYPE 4 dans le MCI





Annexe 3 - Vitesse de bétonnage

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

Figure 1 : 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).

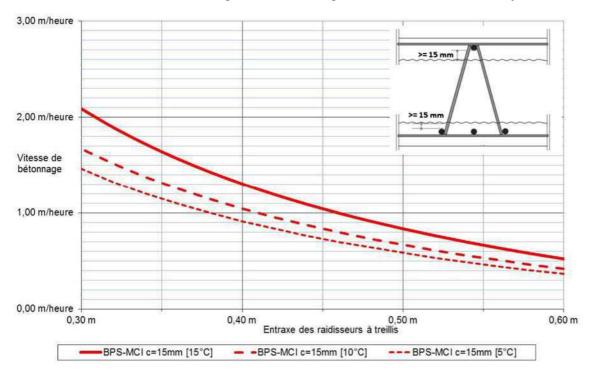


Figure 1b : Vitesse de bétonnage pour les bétons BPS-MCI en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs (pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 17 mm).

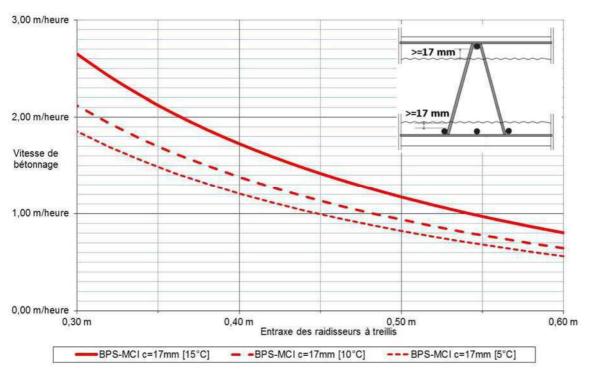


Figure 1c : Choix de l'entraxe des raidisseurs en fonction de la hauteur maximale du talus de béton frais dans le cas des bétons BCP-MCI en fonction de la température (pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 15 mm).

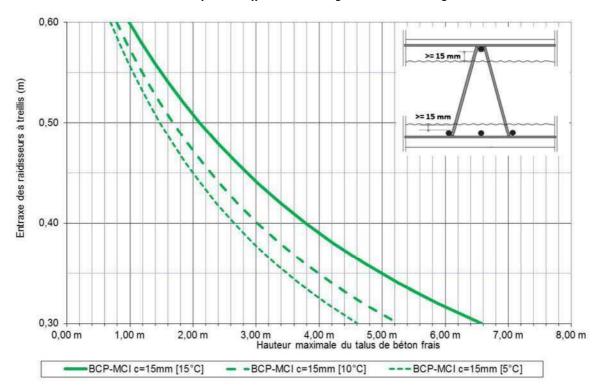


Figure 1d : Choix de l'entraxe des raidisseurs en fonction de la hauteur maximale du talus de béton frais dans le cas des bétons BCP-MCI en fonction de la température (pour un enrobage de l'armature longitudinale du raidisseur de 17 mm).

