Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.2/15-820_V1-E1**

Extension de l'Avis Technique 3.2/15-820_V1

Mur à coffrage intégré
Incorporated shuttering wall

Prémur SPL

Relevant de la norme	**NF EN 14992** **NF EN 15258**

Titulaire : Société KP1
Quartier de la Grave
Route départementale 26
FR-30131 Pujaut

Tél. : 04 90 15 25 13
Fax : 04 32 74 33 60
Internet : http://www.kp1.fr

Distributeur : Société de préfabrication de Landaul (SPL)
ZI de la Gare
FR-56690 Landaul

Tél. : 04 90 15 25 13
Fax : 04 32 74 33 60
Internet : http://www.kp1.fr

Document non valide

Groupe Spécialisé n°3.2

Mur et accessoires de mur

Publié le 4 mars 2019

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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

© CSTB 2019

Le Groupe Spécialisé n°3.2 « Murs et accessoires de murs » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 10 juillet 2018, la demande présentée par la Société KP1 bénéficiaire de l'Avis Technique 3.2/15-820_V1, relatif à l'emploi de murs à coffrage intégré « Prémur KP1 », de voir étendre cet Avis Technique au même procédé distribué par la Société SPL sous la dénomination commerciale « Prémur SPL ».

Compte tenu :

- De l'engagement de la société KP1 de ne fournir à la société SPL (Société de Préfabrication Landaul) sous la marque commerciale « PREMUR SPL » que le procédé « PREMUR KP1 »
- De l'engagement de la société SPL de ne commercialiser sous la marque commerciale « PREMUR SPL » que le procédé « PREMUR KP1 » fabriqué par la société KP1

Le Groupe Spécialisé estime que l'Avis Technique 3.2/15-820_V1 visant le procédé de mur à coffrage intégré « PREMUR KP1 » peut-être étendu au même procédé de mur à coffrage intégré sous la dénomination commerciale « PREMUR SPL » par la société distributrice SPL et ceci dans les mêmes conditions de validité (31/12/2020).

Cette extension deviendrait caduque en cas de non-respect de l'engagement précité.

Pour le Groupe Spécialisé n° 3.2
Le Président

Document non valide

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.2/15-820_V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 3/15-820

Mur à coffrage intégré

Incorporated shuttering wall

Prémur KP1

Relevant des normes	**NF EN 14992** **NF EN 15258**

Titulaire : Société KP1
Quartier de la Grave
Route départementale 26
FR-30131 PUJAUT

Tél. : 04 90 15 25 13
Fax : 04 32 74 33 60
Internet : http://kp1.fr

Document non valide

Groupe Spécialisé n° 3.2

Murs et accessoires de mur

Publié le 19 septembre 2018

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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2018

Le Groupe Spécialisé n°3.2 « Murs et accessoires de mur » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné, le 10 juillet 2018, le procédé de mur à coffrage intégré PRÉMUR KP1 présenté par la Société KP1. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 3/15-820. 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 panneaux sont destinés à la réalisation de murs intérieurs et de murs extérieurs. Lorsque cela est nécessaire, ils sont complétés en œuvre soit par un système d'isolation thermique par l'extérieur soit par un doublage intérieur isolant.

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

Revêtements

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

1.2 Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011, le procédé de mur à coffrage intégré « Prémur KP1 » fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) établie par KP1 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 par le tenant du système.

Ces produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par la norme européenne NF EN 14992.

2. AVIS

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

Ne sont pas visés au titre du présent Avis :

- les accessoires de levage non incorporés aux MCI «Prémur KP1 » (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 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié moyennant les dispositions constructives définies dans le Dossier Technique et complétées par les prescriptions techniques correspondantes ci-après.

Vis-à-vis de leur aptitude au levage, seuls les murs d'épaisseur totale comprise entre 18 cm et 40 cm et constitués de peaux de 55 mm d'épaisseur au moins sont visés par l'Avis. Les conditions d'utilisation des valeurs de CMU de ces boucles de levage sont précisées dans l'Annexe « CMU des boucles de levage » de la partie 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 traditionnalité 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 KP1 » peuvent être justifiées par application des règles de calcul de la norme NF EN 1992-1-2 avec son annexe nationale NF EN 1992-1-2/NA à l'ensemble du mur considéré comme homogène de ce point de vue.

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

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

Le système permet de l'assurer normalement.

Isolement acoustique

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

Document non valide

Finition – Aspect

Les finitions prévues sont à l'extérieur soit celles d'un enduit sur isolant, soit les finitions classiques sur béton ; à l'intérieur on trouve, en correspondance, soit les finitions classiques sur béton soit les finitions du parement du doublage isolant. Leur comportement ne devrait pas poser de problème particulier si leurs conditions de mise en œuvre satisfont aux Prescriptions 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

Le procédé de MCI « Prémur KP1 » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

Pour revendiquer une performance environnementale, le procédé de MCI « Prémur KP1 » doit faire l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

Il est rappelé que les DE 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.

Conditions de conception

- Les justifications de calcul de stabilité et de résistance des murs doivent prendre en compte la présence des joints entre panneaux de coffrage et donc n'être arrêtées qu'après calepinage de l'ouvrage.
- Sauf à rétablir par armatures rapportées la continuité des armatures de flexion, les jonctions horizontales des panneaux sont à considérer comme articulées. Les armatures de flexion de ces murs doivent être incorporées dans le voile de coffrage tendu. Des poteaux verticaux, disposés à un espacement compatible avec un effet de plaque, peuvent utilement être utilisés en renfort, le cas échéant.
- Sauf justification explicite de la stabilité des panneaux, les joints horizontaux entre panneaux doivent se situer au droit des planchers, et en aucun cas entre deux planchers.
- On doit disposer un cordon d'étanchéité à l'extrémité d'un voile coffrant, en l'absence d'autre dispositif d'étanchéité spécifique rapporté s'opposant au cheminement éventuel d'infiltrations corrosives pour les aciers traversant le plan de contact entre voile coffrant et béton coffré.

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, $f_{c,p}$;
- épaisseur des parois, b_1 et b_2 ;
- enrobages des armatures et des raidisseurs, en considérant une tolérance sur l'enrobage des armatures et des raidisseurs définie par le fabricant de +/-2mm ;
- 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, nb d'inserts) ;
- identification visuelle des inserts de levage.

Conditions de mise en œuvre

Les documents à fournir par le titulaire sont :

- les plans de calepinage et de préconisation de pose ;
- la notice de pose.

Les plans de pose et la notice de pose doivent comprendre à minima :

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

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

Document non valide

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 31 décembre 2020.

Pour le Groupe Spécialisé n° 3.2
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

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

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

Concernant le système de levage intégré aux MCI, le Groupe tient à préciser que l'Avis intègre l'utilisation des inserts de levage des murs dans des conditions d'épaisseurs définies dans le Dossier Technique. Les capacités portantes des inserts de levage sont déterminées à partir d'essais réalisés suivant le protocole CSTB en date du 16-10-2012. Conformément à ce protocole, les rapports d'essais portant sur le cas de figure le plus défavorable sont établis par un organisme indépendant du demandeur (extérieur au demandeur) qui atteste de la fiabilité des informations.

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 Groupe tient à rappeler que le stockage et le transport à plat sont à proscrire. Toutefois, ils sont exceptionnellement admis dans les cas prévus dans le document « Prescriptions minimales à intégrer à la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité » publié par l'INRS (ED6118) et en respectant les dispositions prévues par ce même document.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3.2

Document de valide

Annexe – CMU des BOUCLES de LEVAGE

La présente annexe fournit les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par boucle pour les murs à coffrage intégré « Prémur KP1 » d'épaisseur au plus égale à 400 mm et pour lesquels l'épaisseur nominale des parois est au moins égale à 55 mm. Cette annexe fait partie intégrante du Document Technique d'Application : le respect des valeurs indiquées est une condition impérative de la validité de l'Avis.

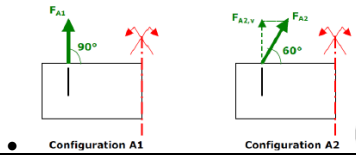
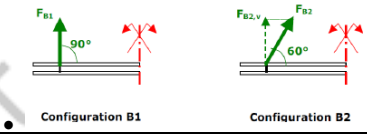
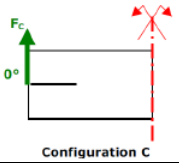
Sur la base des essais de qualification fournis par KP1, les valeurs de la CMU par boucle sont données dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs correspondent à des charges équivalentes pour un levage droit. Elles peuvent être considérées pour un levage avec accrochage direct du crochet d'élingue sur la boucle ou dans le cas d'interposition d'une élingue câble telle que définie dans le dossier technique.

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

Tableau 1 – CMU des boucles

Réf. boucle	Diamètre boucle ϕ_1	Diamètre minimum élingue câble compatible	Epaisseurs nominales parois h_1, h_2	Enrobages nominaux c_1, c_2	Levage en position verticale CMU1	Levage à plat du MCI CMU2	Retournement du MCI CMU3
ϕ14	14 mm	9 mm	≥ 55 mm	≥ 15 mm	24.4 kN	5.3 kN	12.4 kN
ϕ16	16 mm	12 mm	≥ 55 mm	≥ 13 mm	31.6 kN	6.8 kN	16.6 kN

Tableau 2 – Vérification de la résistance des boucles au levage

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

• (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]
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

Document non valide

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Description du procédé

1.1 Domaine d'emploi

Le « Prémur KP1 » est destiné à la réalisation de parois diverses : murs porteurs ou non porteurs, murs en infrastructure ou en superstructure, murs de refends ou de façade. Il peut également être utilisé pour la réalisation de poutres, de poutres voiles ou de poteaux.

Le « Prémur KP1 » permet ainsi de réaliser des murs coupe-feu, des murs de soutènement, des murs de silos, des murs de bassins ou de piscines, des murs enterrés soumis ou non à des pressions hydrostatiques.

Le « Prémur KP1 » peut être utilisé dans les ouvrages situés en zone sismique. L'utilisation des prédalles suspendues en zone sismique n'est cependant pas visée dans le présent dossier.

1.2 Principe

Le « Prémur KP1 » est un élément de mur composite préfabriqué en usine. Il est constitué de deux voiles en béton armé reliés par un système de treillis raidisseurs ménageant entre les deux voiles un espace (noyau) rempli sur chantier par du béton. Les armatures disposées dans la partie coulée en œuvre et venant en recouvrement avec les armatures intégrées dans les voiles préfabriqués, permettent de réaliser des liaisons articulées ou encastrées.

Le « Prémur KP1 » permet de réaliser des murs d'épaisseurs comprises entre 160 et 500 mm. Les voiles en béton armé ont une épaisseur comprise entre 45 mm et 70 mm. L'épaisseur nominale du noyau est au moins égale à 70 mm.

Les treillis raidisseurs sont généralement disposés verticalement dans l'ouvrage fini, avec un écartement maximal entre axes de 600 mm.

Le « Prémur KP1 » peut être associé à d'autres éléments de structure tels que poteaux et poutres préfabriqués ou coulés en place, prédalles, dalles alvéolées…

Lorsque nécessaire, l'étanchéité des murs peut être assurée par une étanchéité rapportée, ou par le mur lui-même moyennant les dispositions constructives décrites dans ce dossier technique.

Les armatures de poteaux, longrines, linteaux, encadrements d'ouvertures peuvent être incorporées dans le « Prémur KP1 » ou être rapportées sur chantier.

Les équipements ou inserts tels que huisseries, menuiseries, gaines, boîtiers, platines, négatifs, goujons, rails peuvent également être incorporés au « Prémur KP1 » ou rapportés sur chantier.

L'isolation thermique, si elle est requise, est assurée 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

Chaque « Prémur KP1 » est muni d'une étiquette qui comporte, outre les informations requises au titre du marquage CE, les éléments suivants :

- L'identification et l'adresse de l'usine productrice ;
- La dénomination du produit (Prémur) ;
- Le repère de l'élément en relation avec le plan de pose ;
- Les dimensions extérieures hauteur x longueur ;
- L'épaisseur du mur final ;
- Le poids de l'élément ;
- Le nom de l'entreprise de gros œuvre ;
- Le nom du chantier ;
- Le numéro d'affaire ;
- Le numéro de fabrication ou numéro de coulée.

<u>Commentaire</u> : Un même repère peut être attribué à plusieurs éléments identiques. Le numéro de coulée de la table est unique et permet d'assurer la traçabilité.

2. Matériaux

Le paragraphe 4.1 de la NF EN 13369:2006 s'applique.

Les spécifications particulières sont indiquées dans les paragraphes suivants.

2.1 Béton des voiles préfabriqués

La composition du béton respecte les exigences définies dans les tableaux NA.F.1 ou NA.F.2 de la norme NF EN 206, en fonction de la classe d'exposition de l'ouvrage.

2.2 Béton de remplissage

Béton Prêt à l'Emploi, conforme à la norme NF EN 206/CN vérifiant les points suivants :

- Classe de résistance à la compression supérieure ou égale à C25/30 ;
- Dimension maximale des granulats D_{max} au plus égale à 12,5 mm lorsque l'espace nominal entre voiles n'excède pas 90 mm et à 16 mm dans les cas contraires ;
- Classe d'affaissement S4 ou S5 - valeur cible pour l'affaissement au cône d'Abrams : 200 mm, portée à 220 mm dans des conditions de bétonnage difficiles (fort ferraillage, faible épaisseur de l'élément).

Des prescriptions particulières peuvent être définies dans le cadre d'un projet.

2.3 Armatures

2.31 Généralités

Les armatures utilisées doivent répondre aux spécifications des normes correspondantes NF A 35-015, NF A 35-017, NF A 35-024, NF A 35-080-1, NF A 35-080-2, NF A 35-028.

2.32 Treillis raidisseurs

En acier de nuance B500A, B500B, B450B ou B450C, ces éléments sont généralement de section triangulaire, de type INTERSIG ou similaire, constitués :

- D'un filant supérieur de diamètre ϕ7 à ϕ16 ;
- De diagonales de diamètre ϕ4.5 à ϕ8 ;
- De deux filants inférieurs de diamètre ϕ5 à ϕ16.

Les treillis raidisseurs conformes à la norme NF A 35-028 font l'objet d'une certification par un organisme extérieur.

2.33 Raidisseurs spéciaux

Ils sont réalisés sur mesure, ce sont des cages d'armatures en acier de nuance B500A, B500B, B450B ou B450C, triangulés pour assurer la rigidité du « Prémur KP1 ».

2.34 Armatures complémentaires dans les voiles et armatures mises en œuvre sur chantier

Ces armatures en acier de nuance B500A, B500B, B450B ou B450C peuvent être des barres droites ou façonnées, ou encore des treillis soudés.

2.35 Organes de levage

La manutention peut être réalisée en accrochant directement le crochet de l'élingue à la boucle. Elle peut également être effectuée en utilisant une élingue câble préalablement insérée dans la boucle.

2.36 Boucles

Les boucles existent en diamètre 14 et 16 mm. Leur façonnage est défini en annexe I. Les boucles de diamètre 16 mm comportent un buton en partie supérieure ainsi qu'une épingle soudée en partie inférieure. Les boucles de diamètre 14 mm, comportent également un buton en partie supérieure et éventuellement une épingle de maintien en partie inférieure.

L'armature principale de la boucle est réalisée en acier B235 conforme à la norme NF A 35-015.

Le buton et l'épingle sont réalisés en acier B500B, conforme à la norme NF A 35-080-1.

Les spécifications de fabrication : qualité des soudures et tolérances de fabrication sont définies sur les plans. Des exemples sont donnés en annexe I, figures I.6 et I.7.

2.37 Élingues câbles

Élingues câble en acier galvanisé de diamètre ϕ9 mm et ϕ12 mm, conformes à la norme ISO 2408, constituées de 7 torons de 19 fils de classe de résistance 1960 MPa, de résistance garantie à la rupture :

- 102,2 kN pour les élingues câbles de 12 mm ;
- 53,7 kN pour les élingues câbles de 9 mm.

Document non valide

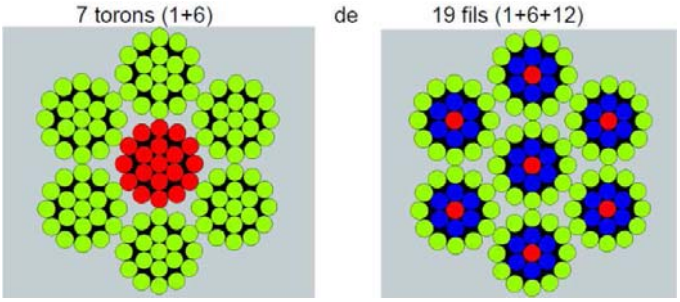


Figure 1 – Câble acier

Manchon en aluminium fabriqué en tubes sans soudure selon DIN EN 13411-3 pour élingues selon DIN EN 13414-1.

Figure 2 – Manchonnage des câbles élingues

2.4 Douilles

Les douilles métalliques, type PFEIFER ou équivalent, sont utilisées pour la reprise d'efforts : pour assurer par exemple la stabilité du « Prémur KP1 » en phase provisoire ou la fixation d'éléments de sécurité.

La fixation est réalisée à l'aide de boulons métalliques qu'il est possible de visser ou dévisser de nombreuses fois.

2.5 Matériaux de jointoiement et d'étanchéité

- Fond de joint en mousse de polyuréthane ou cordon néoprène, pour éviter les fuites de laitance lors du bétonnage ;
- Mortiers de réparation sans retrait ;
- Mastics élastomères SNJF classe F 25 E ;
- Emulsion bitumeuse épaisse ;
- Bande bitumeuse autocollante.

Le choix des produits est effectué en tenant compte de la destination de l'ouvrage et des conditions d'environnement. Leur mise en œuvre est réalisée conformément aux recommandations du fournisseur.

2.6 Matériaux d'habillage ou traitement du parement

Le « Prémur KP1 » peut recevoir tout type d'habillage ou traitement réalisé sur des voiles en béton traditionnels, comme par exemple :

- Isolation thermique par l'intérieur ou l'extérieur ;
- Enduit bitumeux ;
- Membrane d'étanchéité (liner) ;
- Carrelage de parement
- Lasure ;
- Peinture ;
- Résine.

2.7 Matériaux divers

Autres éléments utilisés pour le traitement des acrotères :

- Chaperon béton
- Couvertine métallique.

3. Caractéristiques du « Prémur KP1 »

3.1 Dimensions

Dimensions maximales hors tout [m] : 3.80 x 12.50 ou 3.50 x 13.00 selon le site de production.

Epaisseurs courantes [mm] : 160, 180, 200, 250, 300, 350, 400 et 500.

Masse surfacique [kg/m²] : de 225 à 375 kg/m² suivant les épaisseurs de parois, éventuellement majorée dans le cas d'incorporation de fortes quantités d'armatures.

3.2 États de surface

En référence à la norme P 18-503, le parement standard du « Prémur KP1 » est classé P(3), E(3-3-0), T(0).

Ce qui signifie :

- Planéité : tolérance de 5 mm à la règle de 2 m et de 2 mm au réglet de 0,2 m.
- Texture :
  - le bullage homogène maximum correspond à l'échelle 3 (rapport n° 24 du CIB), la surface maximale par bulle est de 0,3 cm² pour une profondeur inférieure à 2 mm, la surface du bullage représente 2 % de la surface totale,
  - les zones dont les caractéristiques individuelles des bulles sont identiques à celles définies ci-dessus mais dont la concentration est supérieure à 2 %, ne doivent pas représenter plus de 5 % de la surface du panneau élémentaire considéré,
  - défaut localisé : critère non considéré.
- Teinte :
  - Critère non considéré.

4. Conception

4.1 Généralités

Le comportement final d'un mur réalisé à partir du « Prémur KP1 » n'est pas différent de celui du même mur coulé in situ. Son dimensionnement est similaire à celui d'un mur traditionnel, il nécessite toutefois des vérifications spécifiques pour tenir compte de la présence des joints.

Le dimensionnement est réalisé selon les règles applicables aux éléments de structure en béton armé : NF EN 1992-1-1, DTU 23-1 (NF P 18-210), Fascicule 74 du CCTG pour les réservoirs ou ouvrages analogues.

La conception est réalisée conformément au « Cahier des Prescriptions Techniques aux procédés de murs à coffrage intégré », noté ci-après CPT MCI et complété par le présent dossier technique.

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, $\eta 1 = 1,0$.

4.2 Ferraillage minimal dans le cas des murs assurant une étanchéité

Le ferraillage du voile en contact avec l'eau respecte les exigences suivantes :

- Le pourcentage d'armatures dans les deux directions n'est pas inférieur à 0,125 % de la section totale de béton du mur ;
- Les armatures du lit le plus proche du parement ont un diamètre au moins égal à 8 mm ;
- Les armatures du deuxième lit ont un diamètre au moins égal à 6 mm ;
- L'espacement des armatures est au plus égal à 200 mm dans les deux directions.

4.3 Type et espacement des treillis raidisseurs

Le choix du type et de l'espacement des treillis raidisseurs est fait en fonction des critères suivants :

- Épaisseur du « Prémur KP1 » ;
- Vitesse de bétonnage du noyau (voir article 7.62) ;
- Contraintes de cisaillement à l'interface (voir article 4.6).

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

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

4.4 Enrobage des armatures

L'enrobage minimal retenu des armatures du « Prémur KP1 » et celles mises en œuvre dans le noyau est défini dans le CPT MCI.

4.5 Enrobage des treillis raidisseurs

Les exigences relatives à l'enrobage des treillis raidisseurs sont précisées à l'article 1.1.1.6 du CPT MCI.

Avec les notations adoptées dans le CPT MCI, les tolérances dimensionnelles utilisées pour la conception du « Prémur KP1 », sont les suivantes :

- Δe_1^+ = 2 mm ;
- Δe_1^- = 2 mm ;
- Δb_1^- = 3 mm ;
- Δb_2^- = 3 mm ;
- Δb^+ = 3 mm ;
- ΔH_{raid}^- = 3 mm

Document non valide

La vitesse de bétonnage est déterminée à partir de l'espacement des treillis raidisseurs et de la charge de bétonnage Lc, fonction de l'enrobage de ce dernier (cf. Art. 7.62).

4.6 Vérification de la résistance au cisaillement à l'interface « Prémur KP1 » / noyau

La vérification est réalisée à l'état limite ultime comme spécifié au CPT MCI. La valeur limite de la contrainte de cisaillement est déterminée en application de l'annexe 3 du CPT MCI.

4.7 Stabilité au feu des structures

Le comportement au feu du « Prémur KP1 » peut être justifié conformément au CPT MCI § 1.2.

L'application de ces règles au cas des murs permet de définir, pour chaque durée d'exposition au feu, les épaisseurs minimales et la position de l'axe des armatures lorsque celles-ci sont prises en compte dans le calcul.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

Cas de mur			REI 120	REI 180	REI 240
Non porteur			-	15 cm	17,5 cm
Porteur	μ_{fi}=0,35	Feu sur 1 côté	15 cm u(1) ≥ 2,5 cm	18 cm u(1) ≥ 4,0 cm	23 cm u(1) ≥ 5,5 cm
		Feu sur 2 côtés	16 cm u(1) ≥ 2,5 cm	20 cm u(1) ≥ 4,5 cm	25 cm u(1) ≥ 5,5 cm
	μ_{fi}=0,70	Feu sur 1 côté	16 cm u(1) ≥ 3,5 cm	21 cm u(1) ≥ 5,0 cm	27 cm u(1) ≥ 6,0 cm
		Feu sur 2 côtés	22 cm u(1) ≥ 3,5 cm	27 cm u(1) ≥ 5,5 cm	35 cm u(1) ≥ 6,0 cm
Autres cas			Justification par le calcul		

$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$ est le rapport de la charge axiale de calcul en situation d'incendie à la résistance de calcul du poteau à la température normale, tel que défini au § 5.3.2 de la NF EN 1992-1-2.

(1) L'exigence relative à la position des armatures ne concerne que les murs pour lesquels ces armatures sont prises en compte dans les calculs.

Pour des durées de résistance au feu élevées, les armatures du « Prémur KP1 » peuvent être disposées dans l'espace entre les deux voiles préfabriqués.

4.8 Les différents types de liaisons

Le CPT MCI définit les types de liaisons compatibles avec les conditions d'utilisation du « Prémur KP1 ». Les détails de ferraillage proposés dans le CPT sont complétés par les figures du présent dossier technique.

Les liaisons peuvent également être réalisées avec des procédés sous Avis Technique. Elles sont conçues en respectant le domaine d'emploi et les prescriptions de l'Avis Technique.

4.9 Eléments d'ouvrage réalisés avec le « Prémur KP1 »

4.91 Cas général

Le CPT MCI précise les modalités d'utilisation du « Prémur KP1 » pour réaliser :

- des murs (verticaux ou inclinés) ;
- des poteaux ;
- des poutres ;
- des poutres voiles ;
- des acrotères ;
- des murs enterrés ;
- des murs de soutènement ;
- des murs de silo ou de magasin de stockage ;
- des murs de bassins ou de piscines ;
- des murs de galeries souterraines.

4.92 Murs coupe-feu

Le mur coupe-feu réalisé à l'aide du « Prémur KP1 » peut être conçu suivant plusieurs schémas statiques :

- mur en console encastré en pied indépendant des structures voisines ;
- mur de remplissage entre poteaux porteurs ;
- mur articulé en pied et en tête fixé à la charpente.

La stabilité au feu est vérifiée selon les critères définis à l'article 4.7.

4.10 Définition du type et du nombre d'organes de levage

La dimension transversale des boucles est définie en fonction de l'épaisseur du mur, des enrobages extérieurs (e_1 et e_2) et du diamètre des armatures (ϕ_{t1} et ϕ_{t2}).

Les épaisseurs des peaux préfabriquées (b_1 et b_2) sont déterminées pour obtenir les enrobages nominaux (c_1 et c_2) définis dans le tableau dans l'annexe « Valeurs d'utilisation ».

Les boucles de levage sont représentées sur les calepins de fabrication. Elles ne sont pas nécessairement positionnées au contact des treillis raidisseurs et peuvent être disposées dans les intervalles entre ces derniers. Le logiciel vérifie, pour chaque MCI, que la CMU par boucle telle que définie dans le tableau de l'annexe de la partie Avis n'est pas dépassée.

Dans le cas d'utilisation d'élingues câbles, l'élingue de 9 mm est nécessairement associée à une boucle de diamètre 14 mm. L'élingue de 12 mm peut être indifféremment associée à une boucle de diamètre 14 ou 16 mm. La capacité résistante de l'ensemble est celle définie dans le tableau de l'annexe de la partie Avis.

Lorsque le levage à plat est pratiqué, un acier filant horizontal HA10 est incorporé en bordure de chaque panneau dans les conditions de la Figure I.5 – *Schéma de façonnage des boucles* en annexe du Dossier Technique.

5. Traitement des parois et des joints

Les produits de traitement des parois et de traitement des joints doivent être mis en œuvre conformément aux prescriptions des cahiers de charges des fournisseurs, tant pour la préparation des supports que pour les dispositions propres de mise en œuvre. En particulier, les supports seront préparés de manière à être plans, exempts de laitance, dépoussiérés et secs.

5.1 Traitement des joints

Le CPT MCI définit le traitement du joint en fonction des conditions d'emploi du « Prémur KP1 ».

5.2 Traitement de la zone courante

La qualité du parement du « Prémur KP1 » est définie à l'article 3.2.

L'homogénéité de la teinte ne pouvant être garantie, il est nécessaire d'appliquer un homogénéisateur de teinte avant mise en œuvre d'une lasure.

Les désaffleurs éventuels au droit du joint doivent être ragréés avant mise en œuvre des finitions nécessitant elles-mêmes des travaux préparatoires propres au type de finition retenu.

La forte compacité du béton du « Prémur KP1 » ainsi que la compatibilité avec les huiles de démoulage doivent être pris en compte dans le choix du type de revêtement (lasure, peinture, imprégnation, colle pour fixation des plaques de plâtre...).

6. Fabrication et contrôles

Les usines productrices du « Prémur KP1 » sont titulaires d'un certificat de conformité autorisant le marquage CE en référence aux normes NF EN 14992 et NF EN 15258.

6.1 Fabrication

La fabrication du « Prémur KP1 » est réalisée en usine sur des tables métalliques mobiles.

Les étapes de ce procédé de fabrication, très automatisé, sont les suivantes :

1. Nettoyage de la première table et pulvérisation d'un agent décoffrant ;
2. Traçage par le robot des positions d'inserts, réservations… ;
3. Mise en place automatique des joues de coffrage du premier voile ;
4. Mise en place manuelle des douilles, des réservations et autres inserts... ;
5. Débit automatique aux longueurs nécessaires des armatures courantes et mise en place sur le moule ;
6. Mise en place des raidisseurs et des corbeilles de ferraillage préfabriquées ;
7. Mise en place des organes de levage (ligaturés sur la nappe d'armatures);
8. Coulage du béton à l'aide d'une distributrice automatique ;
9. Vibration de la table ;
10. Etuvage du premier voile ;

Les opérations 1, 2, 3, 4, 5, 8 et 9 sont répétées pour la réalisation du deuxième voile.

Document non validé

11. Retournement et intégration du premier voile (béton durci) dans le deuxième (béton frais) ;
12. Vibration de l'ensemble ;
13. Retrait de la première table ;
14. Etuvage de l'ensemble ;
15. Démoulage, étiquetage et stockage sur un conteneur métallique.

6.2 Contrôles de fabrication

Les contrôles de fabrication sont réalisés suivant le référentiel de certification CSTBat et surveillés par un organisme externe.

En complément des spécifications techniques de ce référentiel, les tolérances suivantes sont vérifiées :

- Position verticale des armatures dans la section transversale : ±2 mm
- Hauteur de calcul(1) d'un treillis raidisseurs : $^{+1}_{-3}$ mm

(1) Suivant la définition donnée dans la norme EN 10080.

Les dimensions des boucles sont contrôlées par le fournisseur suivant les indications des plans d'exécution.

7. Mise en œuvre

Les préconisations de mise en œuvre sont fournies à l'entreprise chargée de la pose. S'il s'agit d'une première utilisation du procédé, KP1 peut, à la demande de l'entreprise, lui apporter son assistance technique.

7.1 Travaux préliminaires

L'entreprise doit disposer de plans de ferraillage établis par le bureau d'études en charge du chantier, incluant les armatures complémentaires conformes au plan de préconisation de pose fourni par KP1.

L'implantation du « Prémur KP1 » est matérialisée.

Les armatures complémentaires, les dispositifs d'étaiement ainsi que les cales nécessaires aux réglages en altimétrie et écartement sont approvisionnées.

7.2 Livraison, stockage

Les conditions de transport sont convenues avec l'entreprise.

L'aménagement de l'aire de déchargement est à la charge de cette dernière.

Les éléments peuvent être livrés à plat ou verticaux, stockés sur des conteneurs métalliques et généralement livrés par remorque auto-déchargeuse.

Ils restent généralement stockés dans les conteneurs jusqu'à leur mise en œuvre dans l'ouvrage. Dans le cas d'un stockage réalisé hors des conteneurs, l'entreprise prendra toute disposition garantissant la sécurité des personnels et évitant toute détérioration ou déformation excessive des éléments préfabriqués.

7.3 Déchargement et manutention

La mise en œuvre des murs à coffrage intégré est réalisée conformément au chapitre 3.3 des recommandations INRS, CARSAT, OPPBTP, « Murs à coffrage intégré (MCI) – Prescriptions minimales à intégrer à la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité».

Le levage peut être réalisé :

- en liaisonnant directement le crochet d'élingue à la boucle ;
- en interposant une élingue câble telle que définie au § 2.37 entre la boucle et le crochet d'élingue.

Les panneaux sont manutentionnés avec des grues à tour ou automotrices. Les élingues sont accrochées aux boucles ou organes de levage intégrés aux panneaux.

Les caractéristiques de ces engins et éléments de manutention doivent être compatibles avec le poids des panneaux à manutentionner.

Le positionnement des organes de levage doit être tel que ni le crochet de la grue, ni l'élingue n'exercent d'effort notable sur les voiles préfabriqués du « Prémur KP1 ».

Le dimensionnement tient compte :

- de la résistance du béton en sortie d'étuve ;
- de l'épaisseur des voiles préfabriqués ;
- du poids des éléments.

La moyenne des résistances f_{ci} obtenue sur 3 cubes 100 x 100 doit être au moins égale à 20 MPa à la première manutention par les boucles et à la livraison du produit.

Les éléments équipés de quatre boucles sont manutentionnés à l'aide d'un système équilibrant.

7.4 Mise en place

Le « Prémur KP1 » est positionné précisément dans son emplacement définitif sur des cales permettant de vérifier les jeux nécessaires.

Avant le retrait des élingues, des étais tire-pousse sont fixés à l'élément par l'intermédiaire de vis et de douilles métalliques.

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

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

7.5 Armatures de liaison

Les liaisons peuvent être réalisées à l'aide d'armatures de béton armé conçues comme indiqué dans le CPT MCI.

Les armatures de liaison sont mises en place dans chaque « Prémur KP1 » avant la pose de l'élément suivant. Dans le cas des murs de grande hauteur, il est préférable de disposer les armatures avant de relever l'élément dans sa position finale.

Dans tous les cas, les armatures doivent être efficacement ligaturées pour assurer leur maintien pendant ces phases de mise en œuvre.

Après pose des éléments préfabriqués, les armatures de liaison sont déplacées dans leur emplacement définitif et éventuellement complétées par les armatures longitudinales.

Les ferraillages complémentaires sont ensuite mis en place avant le début du bétonnage.

Le responsable du chantier vérifie avant coulage la conformité des ferraillages avec les plans du bureau d'études.

Dans le cas d'utilisation de procédé sous Avis Technique, la mise en œuvre est réalisée suivant les prescriptions de l'ATec.

7.6 Bétonnage

Pour éviter les fuites de laitance, les joints d'épaisseur nominale inférieure à 3 cm doivent être préalablement calfeutrés avec un joint mousse. L'utilisation de mousse expansive est interdite.

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

Les faces intérieures des voiles doivent être humidifiées. L'eau accumulée en pied de coffrage doit être éliminée avant bétonnage.

Le béton de consistance fluide (cf. Art. 2.2) est généralement mis en place sans vibration en respectant les prescriptions relatives à la hauteur de chute (cf. Art. 7.61) et à la vitesse de bétonnage (cf. Art. 7.62).

La vibration est cependant obligatoire :

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

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

7.61 Hauteur de chute du béton

La hauteur de chute du béton doit être définie conformément au CPT MCI § 1.1.1.12.

Après décoffrage du « Prémur KP1 », la vérification d'absence de ségrégation ou de fuites de laitance doit être réalisée systématiquement par l'opérateur.

7.62 Vitesse de bétonnage

La vitesse maximale de bétonnage est déterminée en application de l'annexe B de la norme NF EN 14992, en fonction de l'écartement des raidisseurs, de leur enrobage (c_1 ou c_2) par rapport à la face intérieure des voiles préfabriqués et de la classe de consistance.

Conformément au CPT, dans le cas d'une vitesse supérieure à 50 cm/h, la vitesse doit être précisée sur le plan de pose.

Sauf à prendre des dispositions particulières, la température du « Prémur KP1 » ne doit pas être inférieure à 5°C.

La charge admissible par mètre linéaire de treillis (ou charge de bétonnage) est prise égale à :

- Lc = 18.4 kN/m pour un enrobage du raidisseur $c \geq 17$ mm ;
- Lc = 15.6 kN/m pour un enrobage du raidisseur $c \geq 15$ mm ;
- Lc = 9.5 kN/m pour un enrobage du raidisseur $c \geq 10$ mm.

Il est possible d'interpoler linéairement entre ces valeurs pour des enrobages intermédiaires.

La pression maximale sur les voiles est lue sur la figure B1 de la norme NF EN 14992 en fonction de la vitesse de bétonnage et dans l'hypothèse d'une température du béton frais de 10°C.

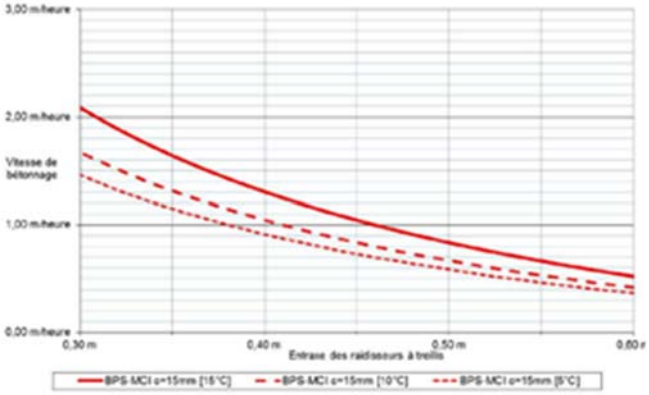
On en déduit la vitesse maximale de bétonnage pour l'entraxe de treillis raidisseur considéré.

Pour cette vérification, sauf à adopter des dispositions particulières sur chantier au droit des joints, il est nécessaire de tenir compte du cas défavorable du treillis raidisseur le plus proche de la rive lorsque celle-ci n'est pas couturée.

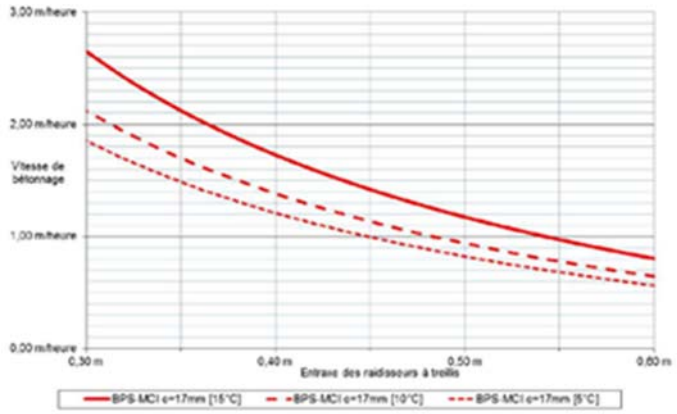
Document non Valide

Une attention particulière doit être portée lors des bétonnages par temps froid ; la vitesse de bétonnage doit être diminuée de :

- 20% pour des températures de paroi inférieures à 10°C
- 30% pour des températures de paroi inférieures à 5°C



Vitesse de bétonnage pour les BPS en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs (pour un enrobage du treillis raidisseur c_{imin} = 15mm)



Vitesse de bétonnage pour les BPS en fonction de la température et de l'entraxe des raidisseurs (pour un enrobage du treillis raidisseur c_{imin} = 17mm)

7.63 Contrôle du remplissage

Le bon remplissage du noyau des Prémur KP1 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

7.64 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.

B. Résultats expérimentaux

Rapports d'essais de qualification de la résistance à l'arrachement des boucles pour la CMU1 et la CMU3 :

- Rapport d'essais CERIB référence 2013 CERIB 1914 en date du 08/08/2013 ;
- Rapport d'essais CERIB référence 2014 CERIB 3332 en date du 22/08/2014 ;
- Rapport d'essais CERIB référence 2014 CERIB 3434 en date du 05/09/2014 ;
- Rapport d'essais CERIB référence 2014 CERIB 3863 en date du 07/01/2015.

Rapports d'essais de qualification de la résistance à l'arrachement des boucles pour la CMU2 :

- Rapport d'essais CERIB référence 2013 CERIB 1912 en date du 08/08/2013 ;
- Rapport d'essais CERIB référence 2013 CERIB 1814 en date du 08/08/2013 ;
- Rapport d'essais CERIB référence 2013 KP1 R&D D14-H130 en date du 08/08/2013 ;
- Rapport d'essais CERIB référence 2013 KP1 R&D D16-H130 en date du 08/08/2013.

C. Références

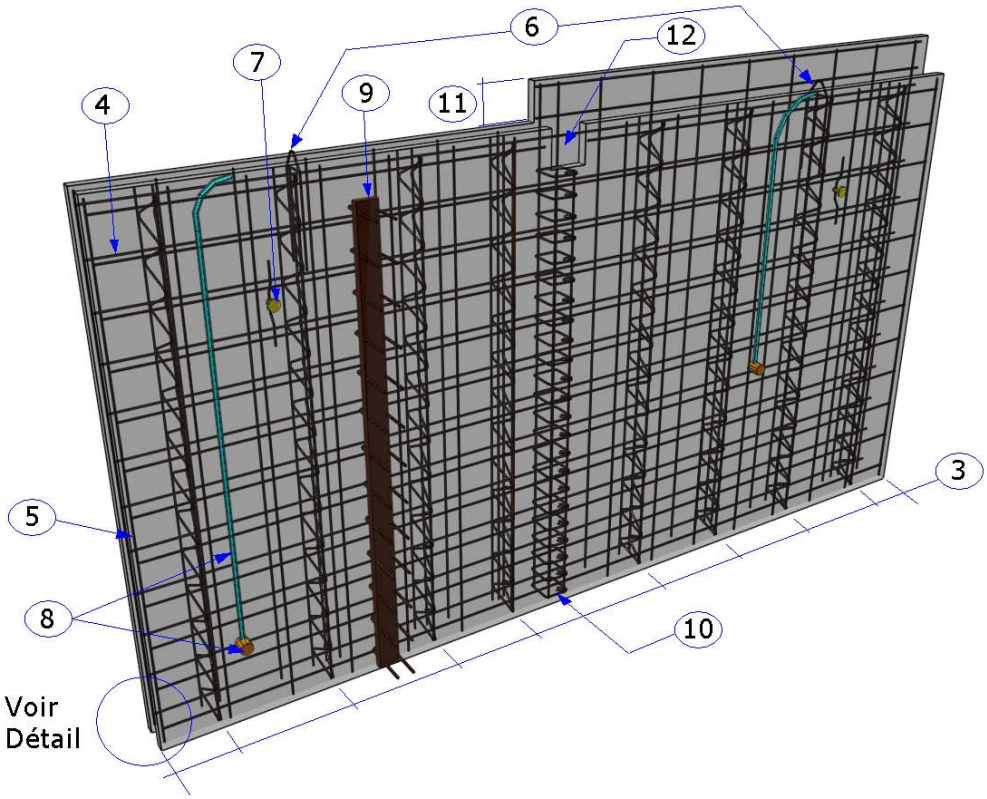
Le tableau ci-dessous fournit quelques références de chantiers réalisés depuis décembre 2010.

Maître d'ouvrage	Entreprise	Quantité (m²)	Année de réalisation
SAS NANTERRE	EIFFAGE CONSTRUCTION	7106	2013
CREDIT AGRICOLE IMMOBILIER ENTREPRISE	BOUYGUES BATIMENT	4294	2013
EADS ASTRIUM	ITE	2537	2013
REGION PAYS DE LA LOIRE	EIFFAGE	3000	2014

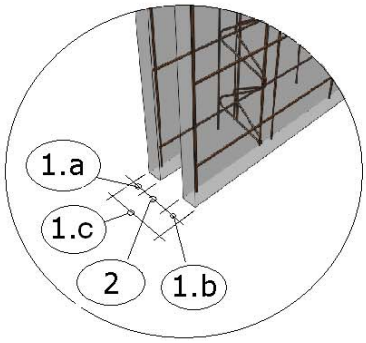
Document non valide

Tableaux et figures du Dossier Technique

Annexe I - Principes généraux

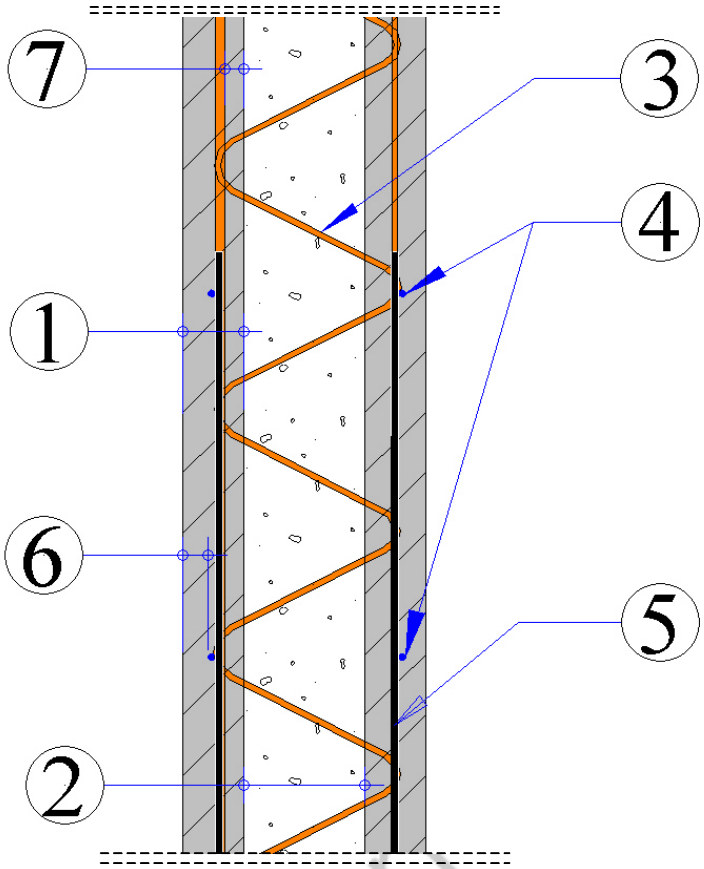


Détail 1



1a	Epaisseur du voile extérieur de 45 à 70 mm	6	Organes de levage
1b	Epaisseur du voile intérieur de 45 à 70 mm	7	Douille métallique pour étaiement
1c	Epaisseur totale du mur de 160 mm à 500 mm	8	Inserts (canalisations électriques...)
2	Epaisseur du noyau ≥ 70 mm	9	Boîtes d'attente
3	Treillis raidisseurs : - distance du bord du treillis raidisseur de rive au bord du mur égale à 300 mm en standard (cette distance peut être supérieure dans le cas où des armatures de couture sont disposées en rive) ; - distance entre axes de treillis raidisseurs ≤ 600 mm.	10	Poteau intégré
4	Armatures horizontales	11	Rehausse en rive de dalle
5	Armatures verticales	12	Réservation pour poutre

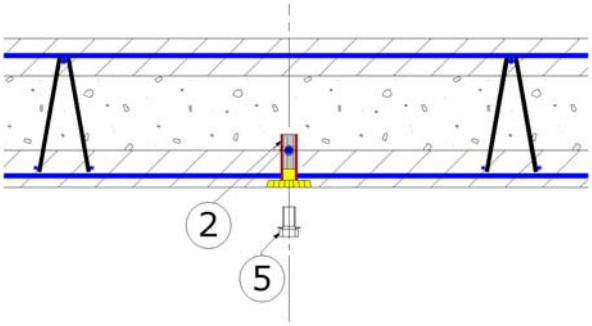
Figure I.1 – Typologie du « Prémur KP1 »



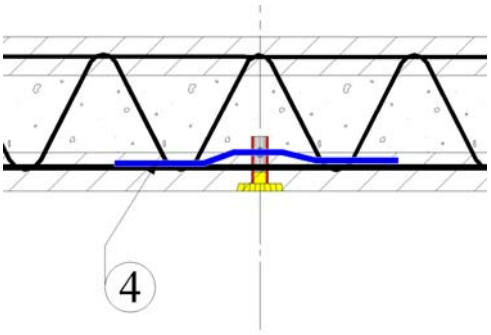
1	Epaisseur du voile de 45 à 70 mm	5	Armatures verticales
2	Epaisseur du noyau ≥ 70 mm	6	Enrobages des armatures dans l'ouvrage (valeurs standards 20 ou 30 mm)
3	Treillis raidisseur	7	Enrobage du treillis raidisseur sur la face intérieure
4	Armatures horizontales		

Figure I.2 – Détail type – Disposition des armatures

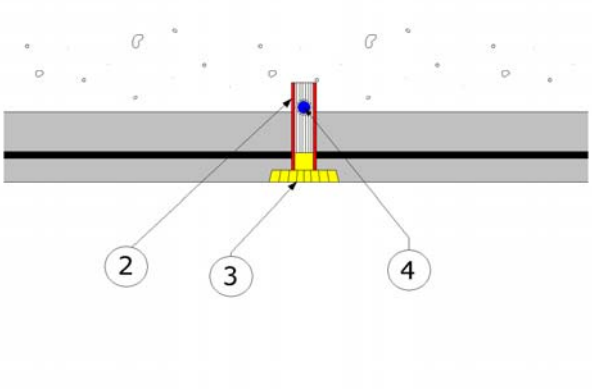
Document n



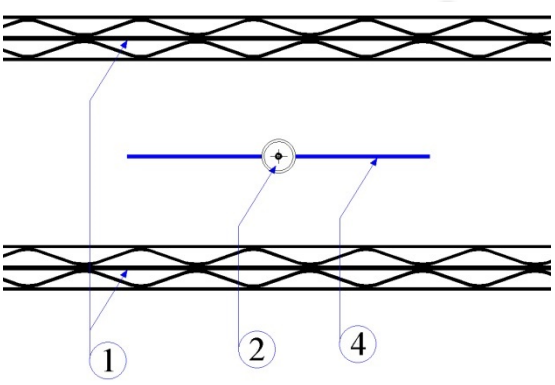
a) Coupe horizontale sur douille métallique



b) Coupe verticale sur douille métallique



c) détail sur douille métallique (coupe horizontale)

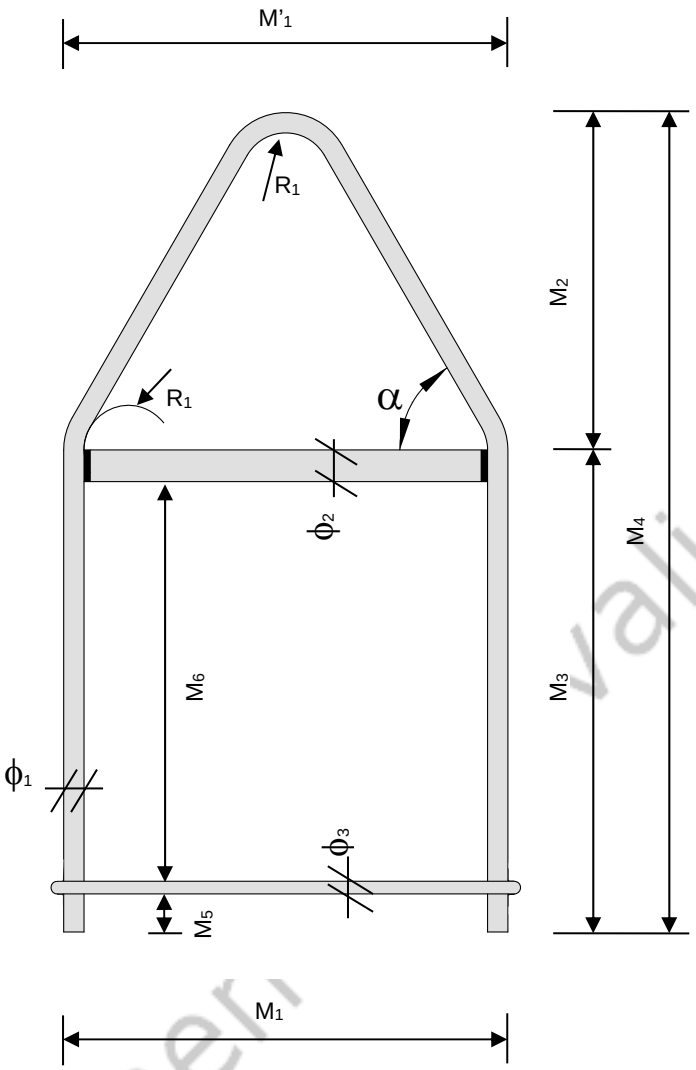


d) Disposition de la douille métallique (vue en plan)

1	Treillis raidisseurs	4	Armature HA 10 ou HA 12 (orientation parallèle aux treillis raidisseurs)
2	Douille métallique M16 ou M20	5	Boulon M16 ou M20
3	Capuchon à retirer à la pose		

Figure I.3 – Détail type – Douilles métalliques

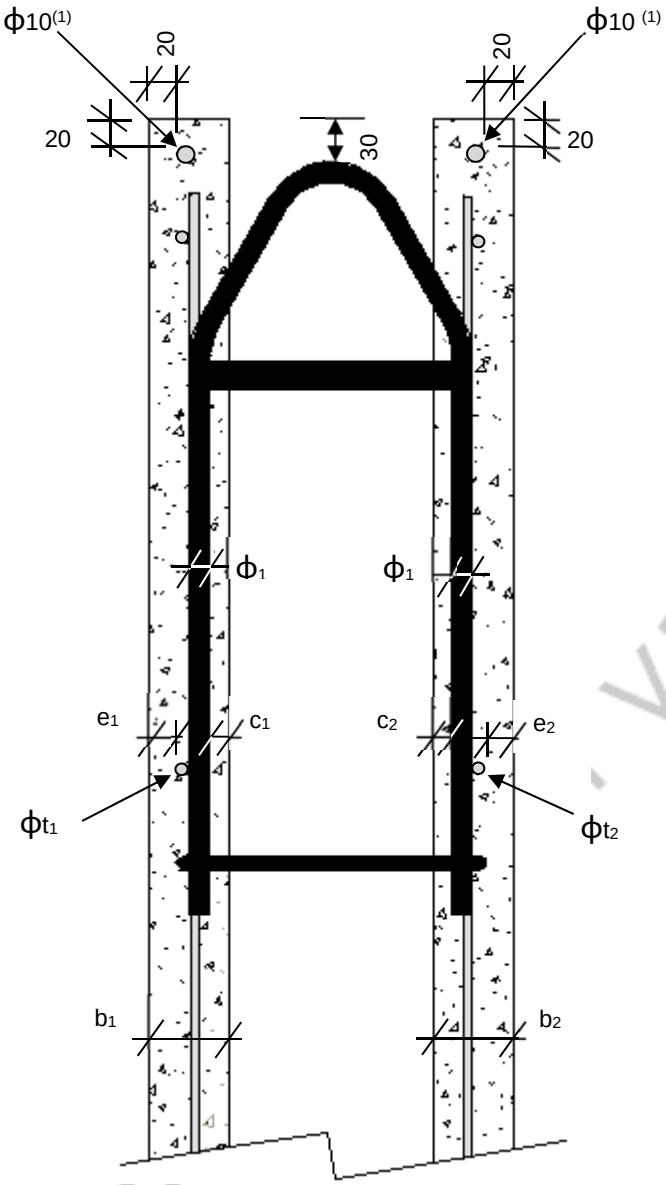
Document no



Description	Boucle ϕ14		Boucle ϕ16	
	Petite	Grande	Petite	Grande
ϕ_1	14 mm	14 mm	16 mm	16 mm
ϕ_2	20 mm	20 mm	25 mm	25 mm
ϕ_3	-	-	10 mm	10 mm
α	73°	60°	80°	60°
R_1	30 mm	30 mm	35 mm	35 mm
M_1 / M'_1	130 mm	190 mm	130 mm	350 mm
M_2	112 mm	132 mm	132 mm	270 mm
M_3	380 mm	380 mm	380 mm	380 mm
M_4	492 mm	512 mm	512 mm	650 mm
M_5	-	-	30 mm	30 mm
M_6	-	-	315 mm	315 mm

Figure I.4 – Schéma de façonnage des boucles

Document valide



(1) Armature ϕ10 dans le cas de levage à plat

Figure I.5 – Schéma de façonnage des boucles

Document valide

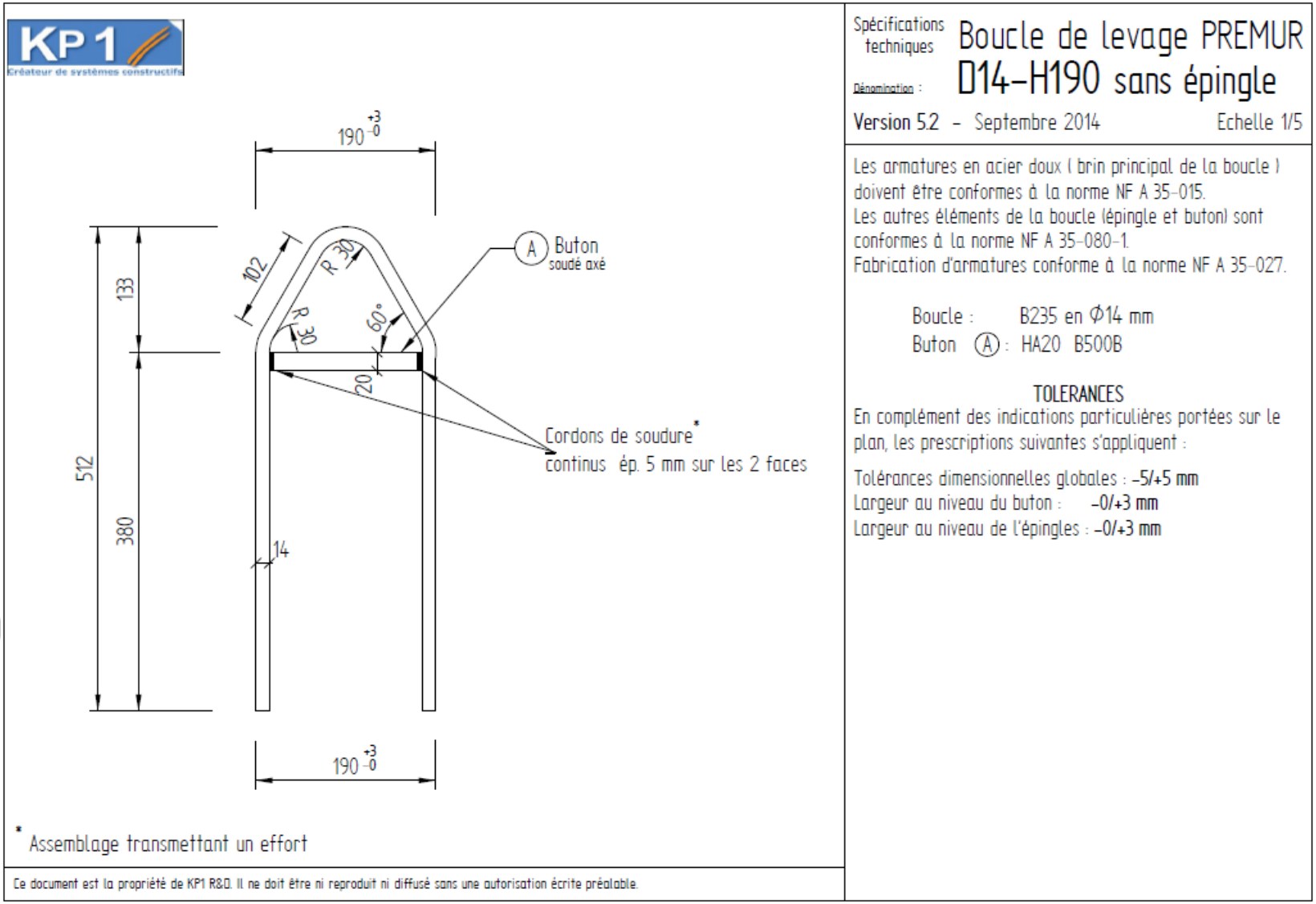


Figure I.6 – Exemple de plan de façonnage pour la boucle ϕ14 – h190

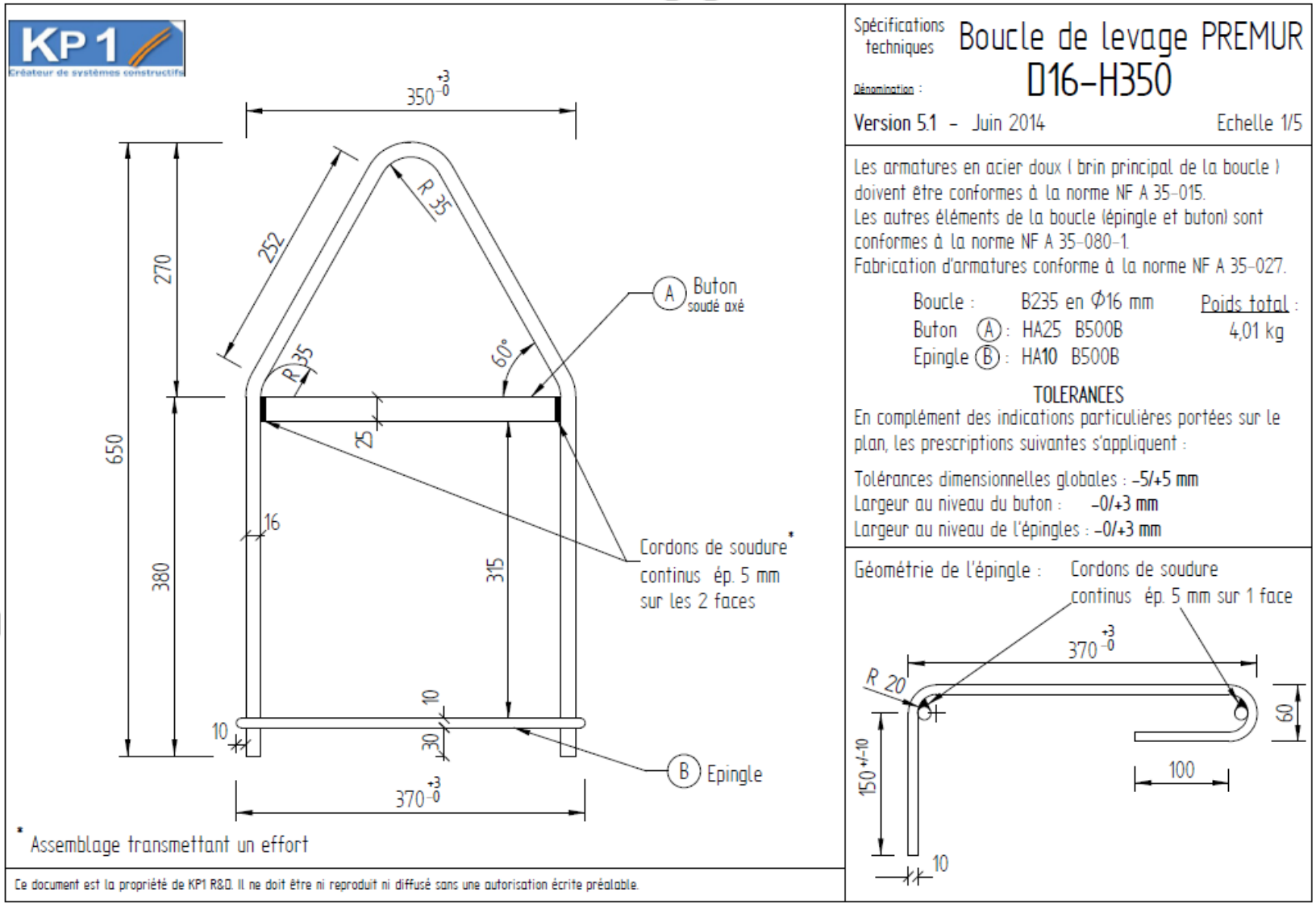
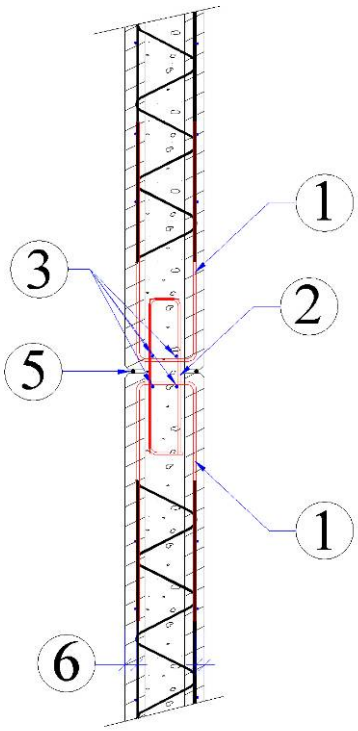


Figure I.7 – Exemple de plan de façonnage pour la boucle ϕ16 – h350

Annexe II - Liaisons horizontales



a) Configuration de la liaison

1	Armature en forme de U de section équivalente à celle des armatures repère 2 – les retours rectilignes assurent la longueur de recouvrement droit avec les armatures verticales de la zone courante	5	Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)
2	Armatures de liaison en forme de cadre fermé de diamètre ϕ8 à ϕ14, encombrement vertical = 40 ϕ.	6	Enrobage des armatures
3	Armatures longitudinales de couture.		

Figure II.1 – Liaisons horizontales couturées

b) Chronologie de mise en œuvre

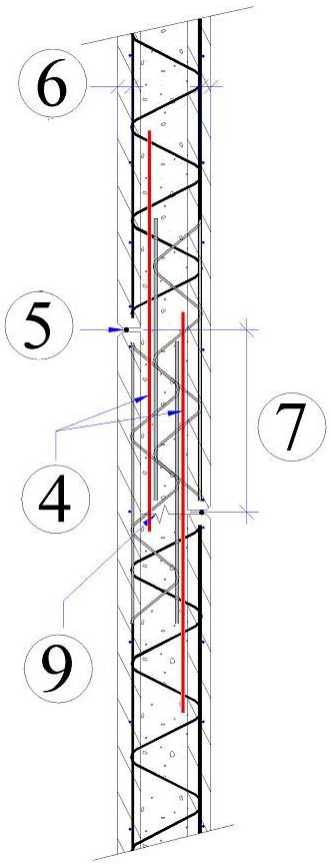
Etape n° 1 : Pose du mur inférieur intégrant la cage d'armatures de liaison repère ② ainsi que les armatures longitudinales inférieures repère ③ assemblées. Mise en œuvre du cordon de mousse fond de joint.

Etape n° 2 : Déplacement et ligature de la cage d'armatures de liaison repère ② dans sa position définitive.

Etape n° 3 : Pose du mur supérieur

Etape n° 4 : Introduction des armatures repère ③ en partie supérieure par l'extrémité. En cas d'inaccessibilité, nécessité de les introduire dans l'élément précédent puis de les déplacer par une lumière de tirage à ménager dans l'angle inférieur.

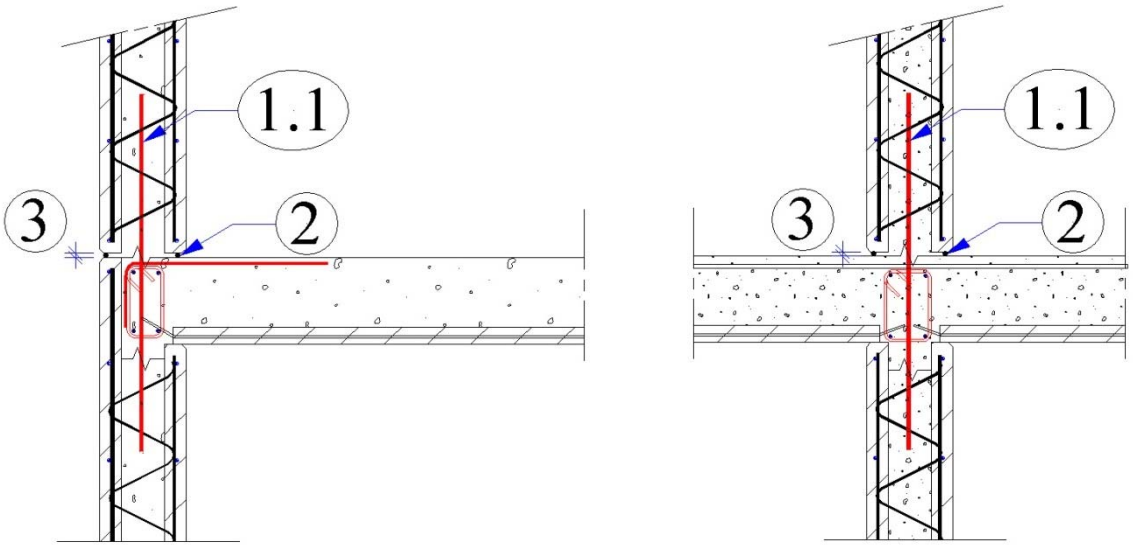
Document non valide



4	Armatures de liaison débordant de part et d'autre du joint pour assurer une longueur de recouvrement droit avec les armatures verticales intégrées dans les voiles préfabriqués	7	Décalage entre les voiles sur la zone de recouvrement
5	Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)	9	Reprise de bétonnage
6	Enrobage des armatures		

Figure II.2 – Liaisons horizontales encastrées - Recouvrement par armatures de liaison et décalage des voiles

Document [illegible] valide

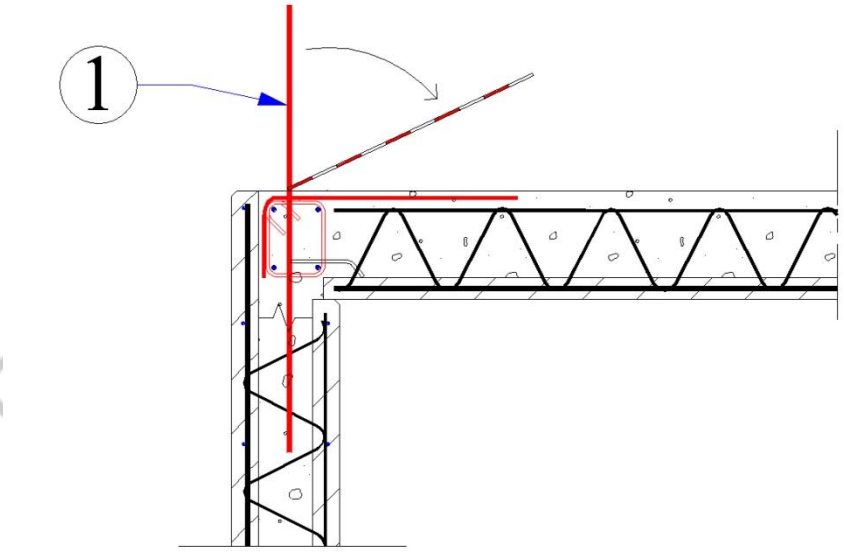


1.1 Armature de liaison horizontale disposée sur un plan

2 Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)

3 Jeu de pose de 10 à 20 mm

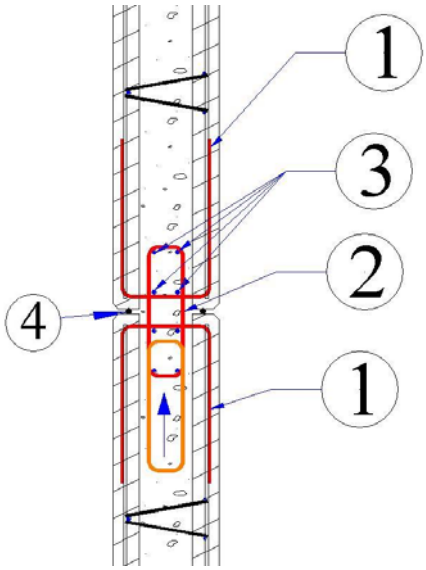
Figure II.3 – Liaisons horizontales articulées (murs de faible épaisseur) – mur continu - plancher intermédiaire



1 Armature de liaison rabattue sur plancher

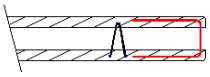
Figure II.4 – Liaisons horizontales articulées (murs de faible épaisseur) - mur interrompu- plancher intermédiaire

Annexe III - Liaisons verticales

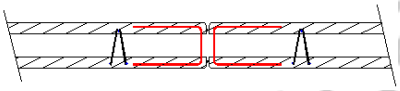


b) Chronologie de mise en œuvre de la configuration a)

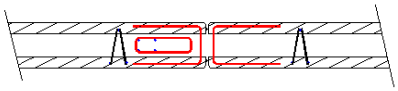
Etape n° 1 :Pose du premier mur



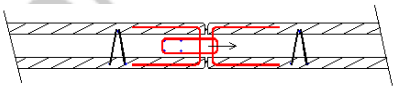
Etape n° 2 : Mise en œuvre du cordon de mousse fond de joint. Pose du deuxième mur.



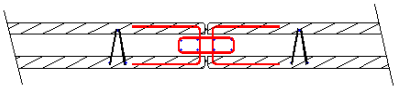
Etape n° 3 : Insertion de la cage d'armatures de liaison repère ② solidaire des armatures longitudinales repère ③ situés du côté du premier mur.



Etape n° 4 : Déplacement et ligature de la cage d'armatures de liaison repère ② dans sa position définitive.



Etape n° 5 : Introduction des armatures repère ③ du côté du deuxième mur

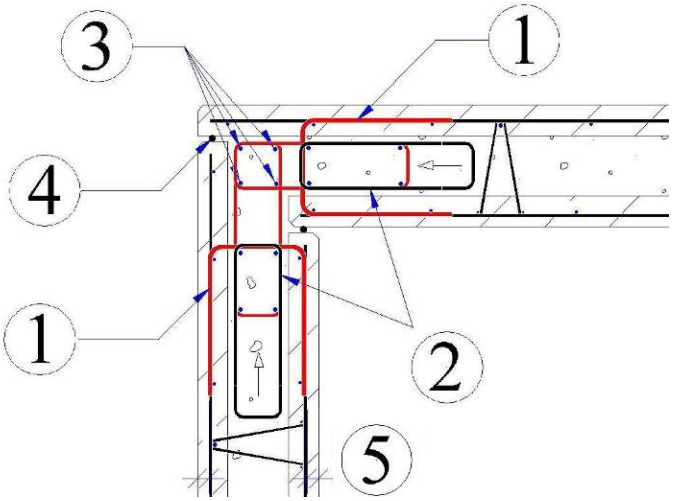


a) Configuration de la liaison

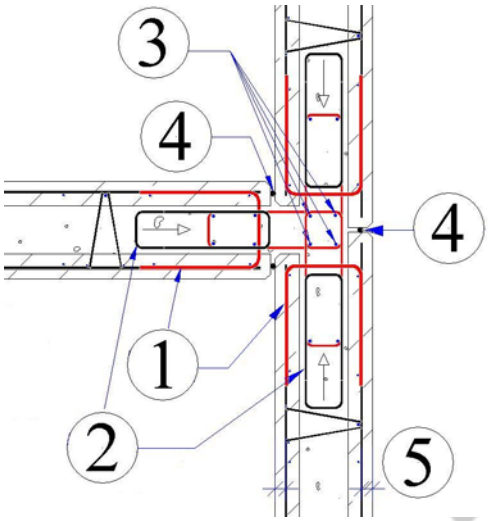
1	Armatures en forme de U de section équivalente à celle des armatures repère 2 – les retours rectilignes assurent la longueur de recouvrement droit avec les armatures horizontales de la zone courante	3	Armatures longitudinales de couture.
2	Armatures de liaison en forme de cadre fermé de diamètre ϕ8 à ϕ14, encombrement horizontal = 40 ϕ. Variante possible avec une armature en forme de U (schéma c)	4	Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)

Figure III.1 – Liaison verticale droite couturée – Détail de la liaison et chronologie de mise en œuvre

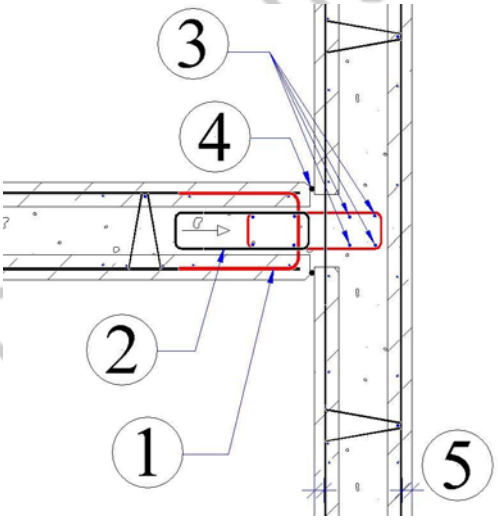
Document en ligne



a) Liaison d'angle



c) Liaison en Té sur joint

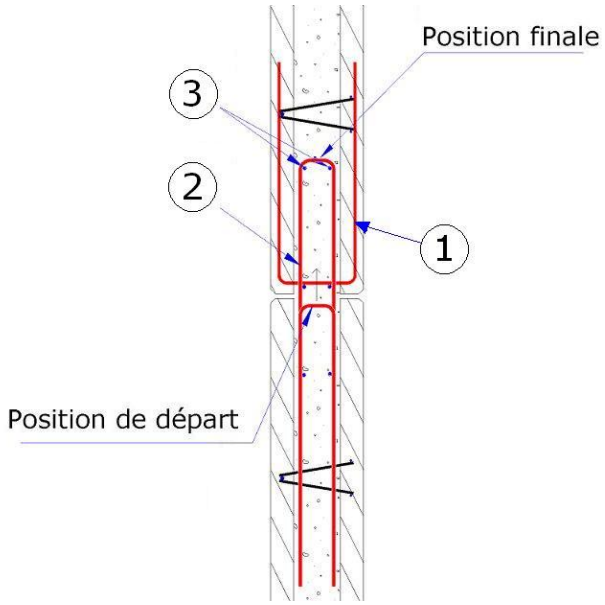


d) Liaisons en Té en zone courante

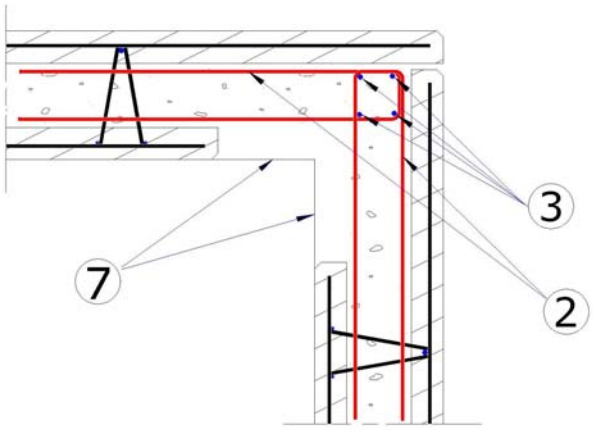
1	Armatures en forme de U de section équivalente à celle des armatures repère 2 – les retours rectilignes assurent la longueur de recouvrement droit avec les armatures horizontales de la zone courante	4	Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)
2	Armatures de liaison en forme de cadre fermé de diamètre ϕ8 à ϕ14, encombrement horizontal = 40 ϕ.	5	Enrobage des armatures
3	Armatures longitudinales de couture à mettre en place sur chantier.		

Figure III.2 – Liaisons verticales couturées

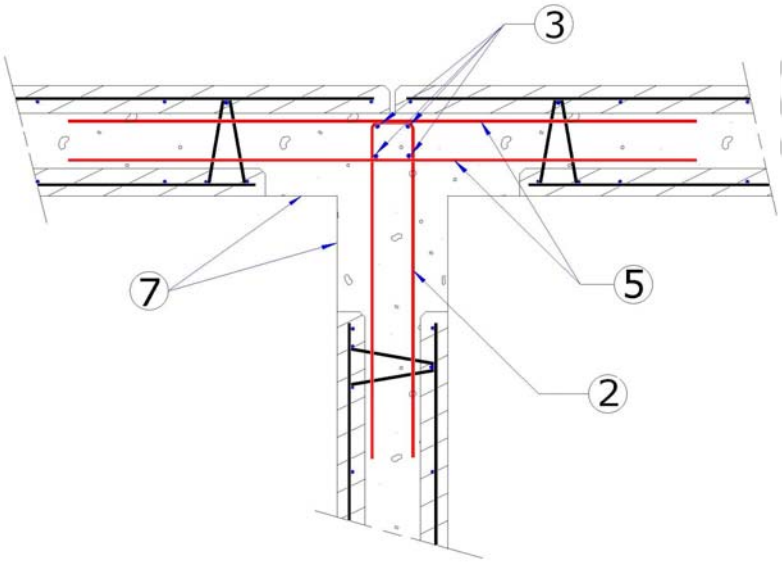
Document ressource



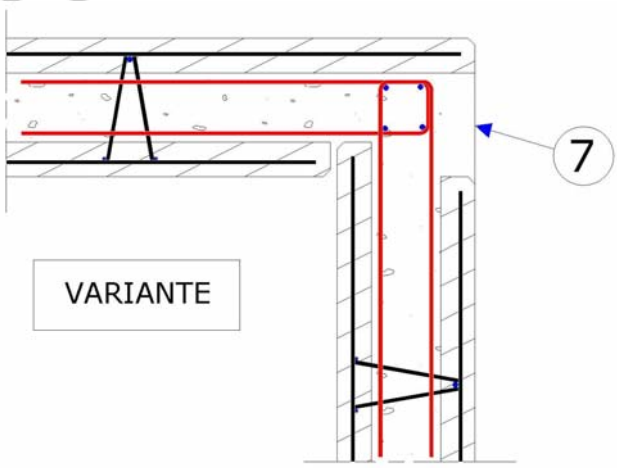
a) Liaison droite



b) Liaison d'angle (coffrage intérieur)



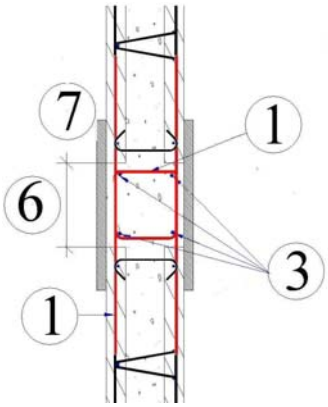
c) Liaison en Té sur joint (coffrage intérieur)



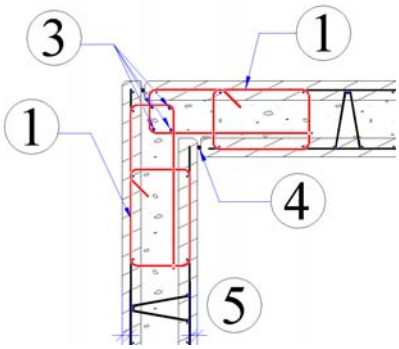
d) Liaison d'angle (coffrage extérieur)

1	Armatures en forme de U de section équivalente à celle des armatures repère 2 – les retours rectilignes assurent la longueur de recouvrement droit avec les armatures horizontales de la zone courante	5	Armatures de liaison à mettre en place sur chantier
2	Armatures de liaison en forme de U ancrées au-delà du croisement des treillis raidisseurs ou des armatures en U de rive.	7	Coffrage à réaliser sur chantier
3	Armatures longitudinales de couture		

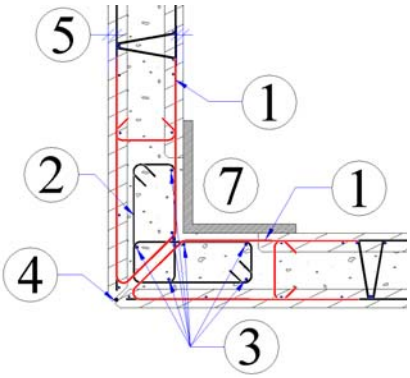
Figure III.3 – Liaisons verticales couturées pour zone sismique



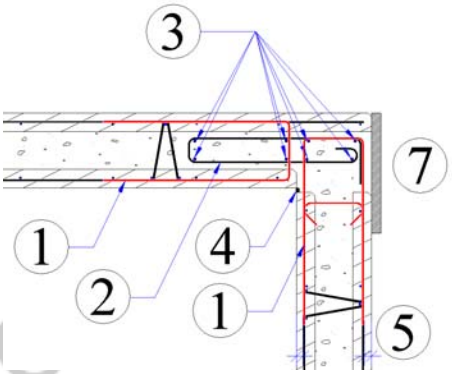
a) Liaison droite - Recouvrement direct des armatures sortant en attente en extrémité des voiles - Coffrage sur les deux faces



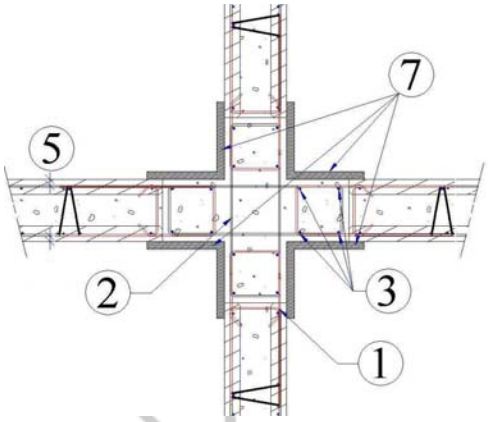
b) Liaison d'angle - Recouvrement direct des armatures avec recouvrement par retour dans le béton du noyau



c) Liaison d'angle - Recouvrement par armatures complémentaires avec décalage des voiles – Coffrage sur une face.



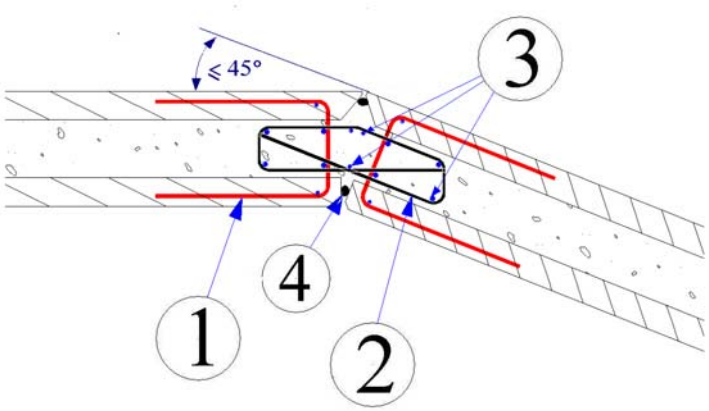
d) Liaison d'angle - Recouvrement par armatures complémentaires – Coffrage sur about.



c) Liaison en croix - Recouvrement par armatures complémentaires avec décalage des voiles – Coffrage sur une face.

1	Armatures intégrées au Prémur venant en recouvrement avec l'armature correspondante du mur adjacent ou avec l'armature repère 2 sur une longueur égale à 0.40 fois la longueur de recouvrement droit.	5	Enrobage des armatures
2	Armatures complémentaires de liaison se recouvrant avec l'armature repère 1 intégrée dans les voiles sur une longueur égale à 0.40 fois la longueur de recouvrement droit.	6	Ouverture à ménager entre les voiles pour ménager un jeu de 25 mm entre l'armature et la face d'about du voile.
3	Armatures de couture longitudinales mises en œuvre après pose du deuxième mur	7	Coffrage à réaliser sur chantier
4	Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)		

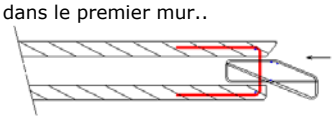
Figure III.4 – Liaisons verticales encastrées



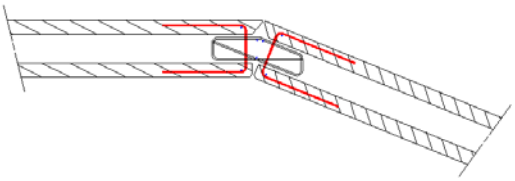
a) Configuration pour un angle inférieur ou égal à 45°

Etape n° 1 :Pose du premier mur

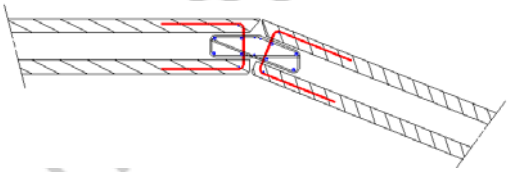
Etape n° 2 : Insertion de la cage d'armatures de liaison repère ② dans le premier mur..



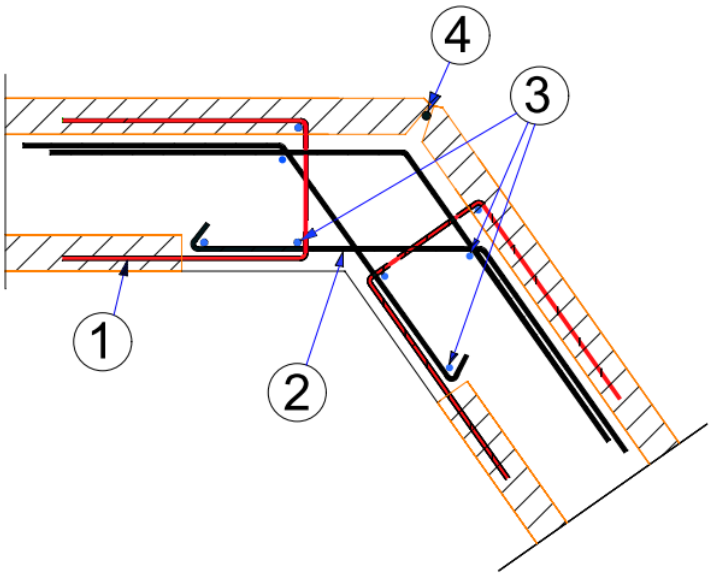
Etape n° 3 : Mise en œuvre du cordon de mousse fond de joint. Pose du deuxième mur.



Etape n° 4 : mise en place des armatures repère ③.



b) Chronologie de mise en œuvre de la configuration type a)



c) Configurations pour un angle supérieur à 45°

1	Armatures en forme de U de section équivalente à celle des armatures repère 2 – les retours rectilignes assurent la longueur de recouvrement droit avec les armatures horizontales de la zone courante	3	Armatures longitudinales de couture.
2	Armatures de liaison en forme de cadres fermés ou de barres façonnées	4	Cordon de mousse fond de joint (en l'absence de prescription particulière sur l'étanchéité)

Figure III.5– Liaisons verticales biaises encastrées

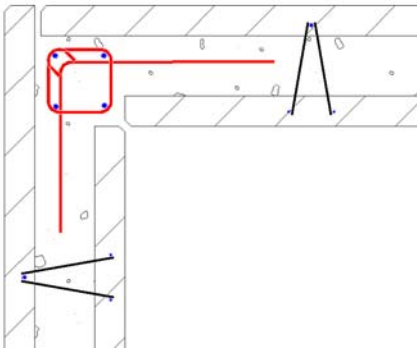
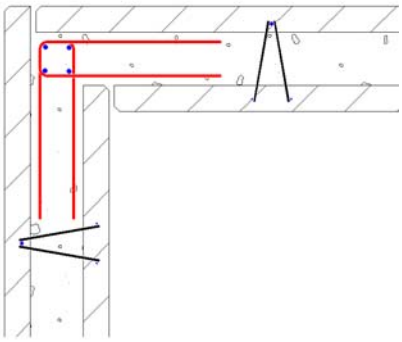
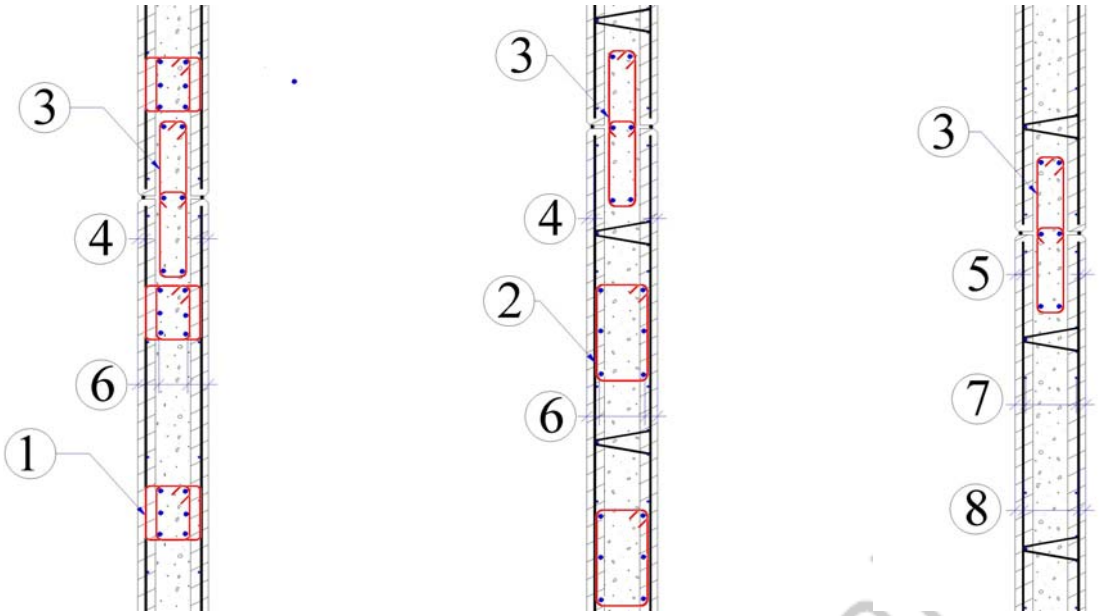
Liaisons verticales articulées	
	
Murs d'épaisseur au moins égale à 18 cm. Armatures de liaison sur 1 ou 2 nappes. La cage d'armatures constituée par les armatures de liaison et de chaînage pré-assemblée est descendue verticalement après pose des murs. L'enrobage des armatures dans le béton coulé en œuvre respecte au droit du joint les exigences liées à la classe d'exposition.	Murs d'épaisseur au moins égale à 20 cm. Armatures de liaison façonnées en forme de U ou de cadres. La cage d'armatures constituée par les armatures de liaison et de chaînage pré-assemblée est descendue verticalement après pose des murs. L'enrobage des armatures dans le béton coulé en œuvre respecte au droit du joint les exigences liées à la classe d'exposition.

Figure III.6– Principe de mise en œuvre des liaisons articulées

Document non valide

Annexe IV - Murs coupe-feu



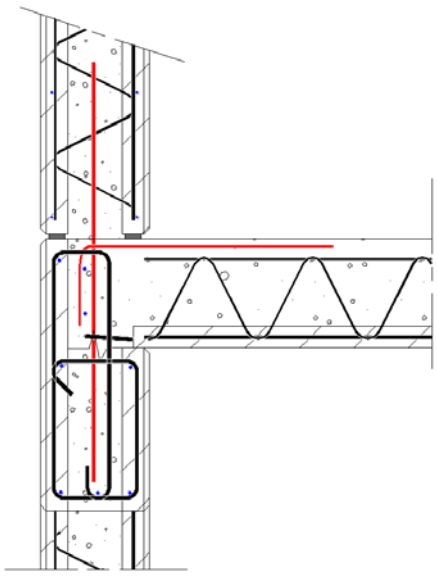
a) Mur coupe-feu type 1 ≥ REI 120 ***b) Mur coupe-feu type 2 ≥ REI 120*** ***c) Mur coupe-feu ≤ REI 120***

1	Cage d'armatures intégrée à la préfabrication en remplacement des treillis raidisseurs. Un cadre intérieur maintient les armatures longitudinales dans le noyau avec un enrobage adapté à la tenue au feu exigée.	5	Enrobage de 30 mm
2	Cage d'armatures intégrée à la préfabrication, armatures longitudinales enrobées dans les voiles préfabriqués.	6	Position de l'axe des armatures adaptée à la tenue au feu
3	Cage d'armatures de liaison incorporant des armatures de flexion.	7	Position de l'axe des armatures verticales
4	Enrobage de 20 mm mini	8	Position de l'axe des armatures horizontales

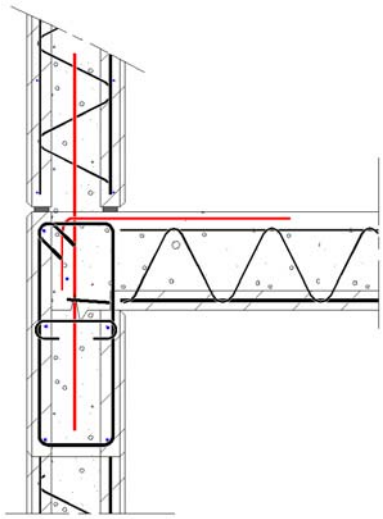
Figure IV.1– Principe de ferraillage des murs coupe-feu

Document non va

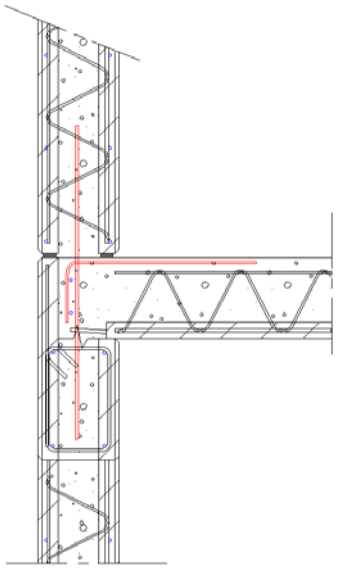
Annexe V - Poutres incorporées



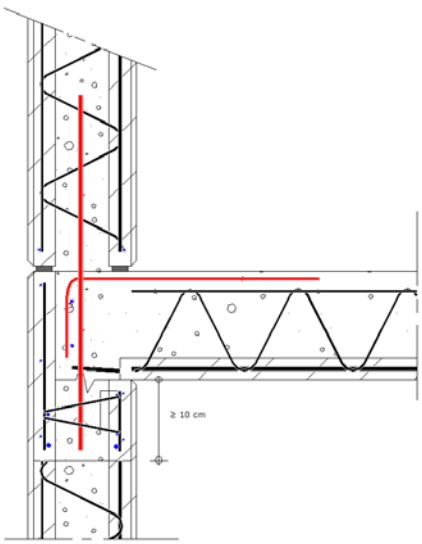
a) Poutre associée au plancher (cas de pose sans lisse)



b) Poutre associée au plancher (pose avec lisse)



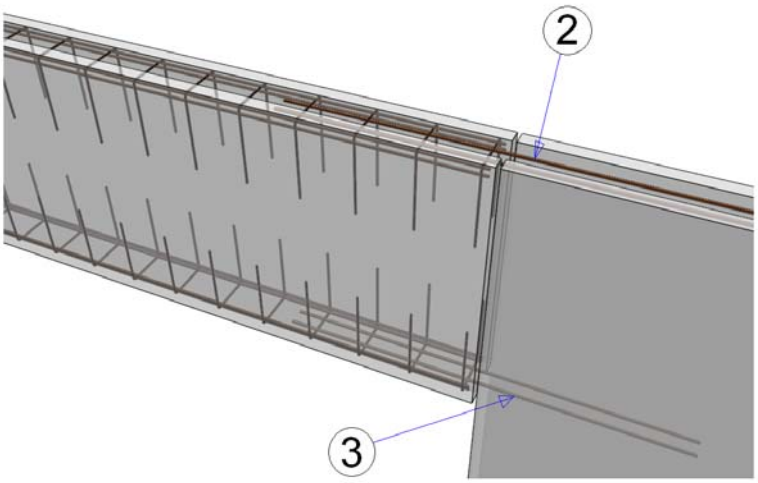
c) Poutre réalisée dans la retombée



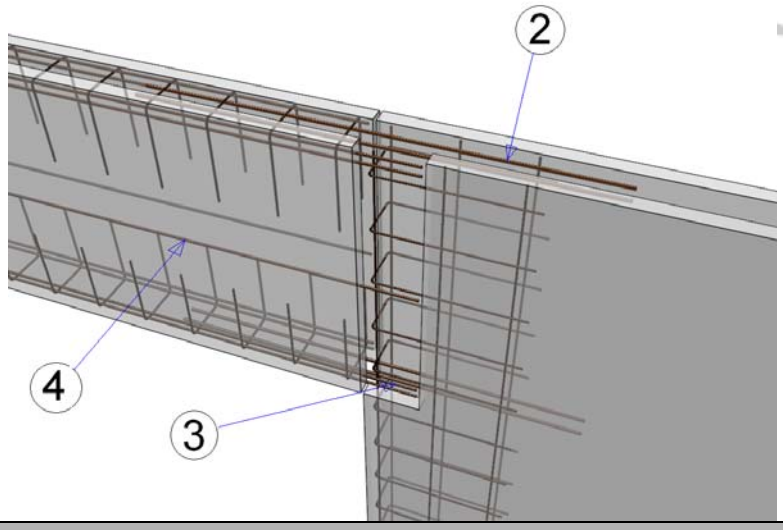
d) Linteaux de faible portée

***Nota** : Le cas représenté est celui de murs de faible épaisseur. Pour des fortes épaisseurs, les armatures de liaison sont disposées sur deux nappes.*

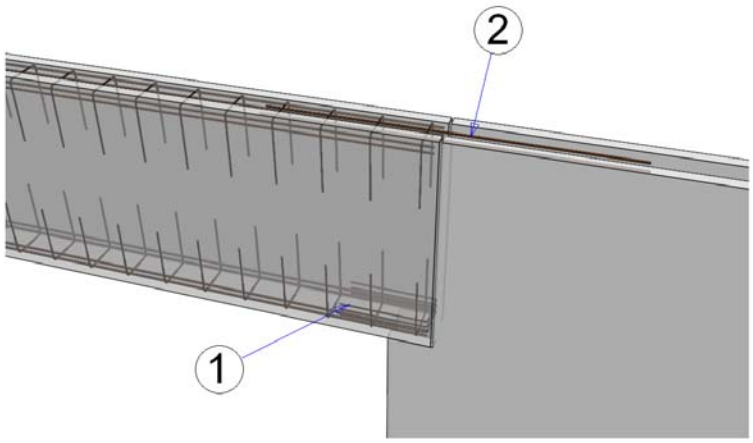
Figure V.1– Exemples de sections transversales de poutres intégrées dans le « Prémur KP1 »



Cas n° 1 –« Prémur KP1 » interrompu avant l'appui



Cas n° 2 – « Prémur KP1 » interrompu avant l'appui avec armatures dépassant du voile



Cas n° 3 – « Prémur KP1 » en appui sur l'élément porteur

1	Armatures d'ancrage intégrées dans le Prémur	3	Armatures de liaison mises en place sur chantier assurant la fonction d'ancrage
2	Armatures de liaison mises en place sur chantier et assurant la fonction de chapeaux	4	Armatures horizontales dépassant en extrémité du voile dans la partie coulée en place

Figure V.2– Dispositions constructives sur appui des poutres ou poutres voiles réalisées à partir de « Prémur KP1 »