

Sur le procédé

Armacoffré® - Armacoffré®-CPT

Famille de produit/Procédé : Mur à coffrage intégré

Titulaire(s) : Société H&H Technologies

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version, examinée le 25 novembre 2025, annule et remplace le Document Technique d'Application n° 3.2/17-949_V2. Elle intègre les modifications suivantes : • Révision des conditions de levage ; • Modification de la résistance minimale du béton des parois préfabriquées ; • Le procédé « Armacoffré® » est désormais certifié NF 548 (au lieu de QB 02) ; • Actualisation des tolérances de « Armacoffré® » ; • Mise à jour des conditions d'utilisation des armatures treillis raidisseurs pour deux sites de fabrication.	JUNES Angel	BERNARDIN-EZRAN Roseline

Descripteur :

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

La distinction entre MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » consiste en l'absence de certification pour ce dernier induisant l'application des tolérances par défaut du §1 du CPT 3690_V2 sur les épaisseurs des parois préfabriquées et du MCI ainsi que sur les enrobages des aciers.

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 murs extérieurs complétés en œuvre soit par un système d'isolation thermique par l'extérieur soit par un doublage intérieur isolant.

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

Les éléments de mur préfabriqués ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur nominale du MCI « Armacoffré® » : de 16 cm à 50 cm
- Epaisseur nominale du MCI « Armacoffré®-CPT » : de 20 cm à 50 cm
- Epaisseurs nominales des parois des MCI « Armacoffré® » : de 45 mm à 70 mm
- Epaisseurs nominales des parois des MCI « Armacoffré®-CPT » : de 55 mm à 70 mm

Dimensions maximales en plan : de 3,80 x 13,00 m.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	5
1.2.2.	Durabilité.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	6
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé – CMU des boucles de levage.....	8
2.	Dossier Technique.....	10
2.1.	Mode de commercialisation	10
2.1.1.	Coordonnées	10
2.1.2.	Mise sur le marché	10
2.1.3.	Identification	10
2.2.	Description.....	10
2.2.1.	Principe	10
2.2.2.	Matériaux.....	11
2.3.	Caractéristiques.....	13
2.3.1.	Caractéristiques dimensionnelles	13
2.3.2.	Tolérances	13
2.3.3.	Teinte.....	13
2.3.4.	Qualité du parement.....	13
2.3.5.	Application d'un revêtement	13
2.4.	Dispositions de conception	14
2.4.1.	Généralités.....	14
2.4.2.	Stabilité	14
2.4.3.	Recouvrement des Armatures	14
2.4.4.	Description des liaisons	14
2.4.5.	Éléments sollicités dans leur plan	17
2.4.6.	Prescriptions particulières aux acrotères.....	19
2.4.7.	Prescriptions particulières aux éléments inclinés	19
2.4.8.	Éléments essentiellement sollicités perpendiculairement à leur plan	19
2.4.9.	Murs soumis à pression hydrostatique, traitement du plan d'étanchéité	19
2.4.10.	Prescriptions particulières aux MCI contre parois berlinoise	22
2.4.11.	Cuvelage par cristallisation	22
2.4.12.	Étanchéité des têtes de voiles	22
2.4.13.	Murs coupe-feu	22
2.4.14.	Justification de la stabilité au feu.....	22
2.4.15.	Dispositions parasismiques	22
2.4.16.	Isolation thermique	23
2.4.17.	Isolation acoustique.....	23
2.5.	Dispositions de mise en œuvre.....	23
2.5.1.	Livraison	23
2.5.2.	Préparation du support	23
2.5.3.	Manutention des MCI	24
2.5.4.	Mise en place des aciers de liaison.....	25
2.5.5.	Mise en place des MCI dans le cas courant.....	25

2.5.6.	Mise en place des MCI contre talus	25
2.5.7.	Etalement	25
2.5.8.	Calfeutrement des joints	25
2.5.9.	Bétonnage des MCI	25
2.6.	Conditions d'exploitation du procédé.....	26
2.6.1.	Conception et commercialisation	26
2.6.2.	Sites de production.....	27
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	27
2.7.1.	Processus de fabrication	27
2.7.2.	Contrôles de fabrication	27
2.8.	Mention des justificatifs	28
2.8.1.	Données environnementales	28
2.8.2.	Références chantiers	28
2.9.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	30
2.9.1.	Annexe I : Tableaux et figures du Dossier Technique	30
2.9.2.	Annexe II : Schémas de principe des liaisons entre MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » pour la réalisation de poutres-voiles.....	40
2.9.3.	Annexe III : Schémas de principe d'incorporation des boucles de levage KE III et KE IV sous Avis Technique en cours de validité	44
2.9.4.	Annexe IV : Schémas de principe d'incorporation des boucles de levage TSH3* sous Avis Technique en cours de validité	48

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

L'Avis est formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

Possibilité d'emploi en zone sismique 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, moyennant les dispositions constructives définies dans le Dossier Technique.

1.1.2. Ouvrages visés

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 en §2.

Le procédé de mur à coffrage intégré « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs en infrastructure et en superstructure, de murs de refends, de murs de façades, de poutres voiles, de poutres, de poteaux, de murs coupe-feu, de murs de bassins ou de piscines, d'ouvrages soumis ou non soumis à une pression hydrostatique ainsi que les murs enterrés soumis ou non à des pressions hydrostatiques destinés par exemple à la réalisation de caniveaux, galeries, parking enterré, sous-sol sur un ou plusieurs niveaux.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Aptitude au Levage

Ne sont pas visés au titre du présent Avis :

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

L'aptitude au levage du procédé est uniquement visée avec l'utilisation des ancres de levage KE III et KE IV de la société ALRUNO et des ancres de levage TSH3* de la société SYSPRO, toutes couvertes par des Avis Techniques en cours de validité.

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.

1.2.1.2. Stabilité

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

1.2.1.3. Sécurité au feu

Les durées des critères d'exigence coupe-feu ou stabilité au feu d'un mur réalisé selon le procédé « Prémur XEBEX » 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 panneaux 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 1990-1-1 avec son annexe nationale française NF EN 1990/NA.

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

Le système permet de l'assurer normalement.

1.2.1.5. Isolement acoustique

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

performance acoustique des bâtiments intégrant ce type de procédé pourra aussi s'appuyer sur les normes de la série NF EN 12354 (1 à 6).

1.2.1.6. Isolation thermique

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

1.2.1.7. Confort d'été

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

1.2.1.8. Étanchéité des murs extérieurs

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

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

1.2.1.9. Risques de condensation superficielle

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

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

1.2.1.10. Finition – Aspect

Les finitions prévues sont à l'extérieur soit celles d'un enduit sur isolant, soit les finitions classiques sur béton ; à l'intérieur on trouve, en correspondance, soit les finitions classiques sur béton soit les finitions du parement du doublage isolant.

Leur comportement ne devrait pas poser de problème particulier si leurs conditions de mise en œuvre satisfont aux Prescriptions Techniques du Dossier Technique ci-après. Il ne peut être cependant totalement exclu que, malgré la présence nécessaire d'aciers de liaison, de fines fissures, sans autre inconvénient que leur aspect, se manifestent au droit de certains joints entre panneaux de coffrage non revêtus. En cas d'absence d'aciers de liaison dans les jonctions intérieures, une fissuration du mur au droit des joints est probable.

1.2.1.11. Aspects sanitaires

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

1.2.2. Durabilité

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

1.3. 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 parois coffrantes 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 telle que décrite dans le Dossier Technique par un organisme extérieur. Cette certification porte sur le contrôle de la hauteur et de la résistance des soudures des raidisseurs.

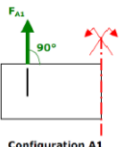
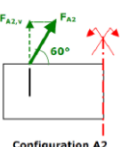
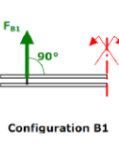
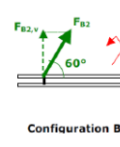
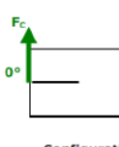
En ce qui concerne l'appréciation de l'aptitude au levage du procédé, le Groupe tient à préciser que l'Avis porte sur la résistance des inserts de levage et sur l'impact de leur intégration sur les performances du mur vis à vis de la résistance en phase provisoire et définitive sans préjuger des dispositions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

Le 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 (Cahier du CSTB 3690_V2) et non pas comme des dispositions complémentaires, non visées dans le CPT.

1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé – CMU des boucles de levage

La présente annexe fait partie de l'Avis Technique : le respect des valeurs indiquées est une condition impérative de la validité du présent Avis ; notamment les enrobages minimaux des boucles de levage, côtés faces intérieures et faces extérieures, respectivement du premier et du second voile préfabriqués doivent être conformes aux prescriptions des Avis Techniques « Ancres KE III et KE IV » et « Ancre TSH3* » en cours de validité exploités par les sociétés ALRUNO et SYSPRO.

Sur la base des essais de qualification fournis, 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.

Vérification de la résistance des boucles au levage			
Situation de levage	Levage en position verticale ⁽¹⁾	Levage à plat	Retournement
Vérification	$CMU_1 \geq \frac{(p \cdot A + Q) \cdot \gamma_{ed} \cdot \gamma_{pp}}{n_b}$	$CMU_2 \geq \frac{(p \cdot A + Q) \cdot \gamma_{ed} \cdot \gamma_{pp}}{n_b}$	$CMU_3 \geq \frac{1}{2} \frac{(p \cdot A + Q) \cdot \gamma_{ed} \cdot \gamma_{pp}}{n_b}$
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

Commentaires :

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

Le coefficient d'effet dynamique de 1,15 est un coefficient dynamique forfaitaire indépendant des vitesses de manutention et valable pour des conditions de levage usuelles : grue à tour et grue mobile à poste fixe.

Tableau 1 – CMU des boucles intégrées « KE III et KE IV » aux MCI « Armacoffré® »

Réf. boucle	Diamètre boucle	Epaisseur nominale du MCI	Epaisseur minimale paroi	Enrobages effectifs intérieurs de la boucle	Enrobages effectifs extérieurs de la boucle	Levage en position verticale (kN)	Levage à plat du MCI (kN)	Retournement du MCI (kN)
	ϕ_1	b	b_{p1} / b_{p2}	$C_{1bc, intr} \ C_{2bc, int}$	$C_{1bc, extr} \ C_{2bc, ext}$	CMU1	CMU2	CMU3
KE III	13 mm	16 cm	45 / 45 mm	≥ 13 mm	≥ 15 mm	23,10	4,25	non visé
KE III	13 mm	16 cm à 40 cm	50 / 50 mm	≥ 13 mm	≥ 15 mm	21,80	4,25	13,30
KE IV	15,5 mm	20 cm à 40 cm	60 / 60 mm	≥ 18 mm	≥ 20 mm	45,30	non visé	20,70

Tableau 2 – CMU des boucles intégrées « KE III et KE IV » aux MCI « Armacoffré®-CPT »

Réf. boucle	Diamètre boucle	Epaisseur nominale du MCI	Epaisseur minimale paroi	Enrobages effectifs intérieurs de la boucle	Enrobages effectifs extérieurs de la boucle	Levage en position verticale (kN)	Levage à plat du MCI (kN)	Retournement du MCI (kN)
	ϕ_1	b	b_{p1} / b_{p2}	$C_{1bc, intr} \ C_{2bc, int}$	$C_{1bc, extr} \ C_{2bc, ext}$	CMU1	CMU2	CMU3
KE III	13 mm	20 cm à 40 cm	55 / 65 mm	≥ 18 mm	≥ 20 mm	18,17	3,54	11,08
KE IV	15,5 mm	22 cm à 40 cm	65 / 70 mm	≥ 23 mm	≥ 25 mm	37,75	non visé	17,25

Où :

- ϕ_1 correspond au diamètre de l'acier façonné de l'ancre de transport KE avec les tolérances données dans l'Avis Technique « Ancres KE III et KE IV » en cours de validité, exploité par la Société ALRUNO

Tableau 3 – CMU des boucles intégrées « TSH3* » aux MCI « Armacoffré® »

Réf. boucle	Diamètre boucle	Epaisseur nominale du MCI	Epaisseur minimale paroi	Enrobages effectifs intérieurs de la boucle	Enrobages effectifs extérieurs de la boucle	Levage en position verticale (kN)	Levage à plat du MCI (kN)	Retournement du MCI (kN)
	ϕ_1	b	b_{p1} / b_{p2}	$c_{1bc,int} \quad c_{2bc,int}$	$c_{1bc,extr} \quad c_{2bc,ext}$	CMU1	CMU2	CMU3
TSH3*	12 mm	20 à 50 cm	50 / 50 mm	≥ 15 mm	≥ 20 mm	17,7	6,1	10,2

Tableau 4 – CMU des boucles intégrées « TSH3* » aux MCI « Armacoffré®-CPT»

Réf. boucle	Diamètre boucle	Epaisseur nominale du MCI	Epaisseur minimale paroi	Enrobages effectifs intérieurs de la boucle	Enrobages effectifs extérieurs de la boucle	Levage en position verticale (kN)	Levage à plat du MCI (kN)	Retournement du MCI (kN)
	ϕ_1	b	b_{p1} / b_{p2}	$c_{1bc,int} \quad c_{2bc,int}$	$c_{1bc,extr} \quad c_{2bc,ext}$	CMU1	CMU2	CMU3
TSH3*	12 mm	20 à 50 cm	55 / 60 mm	≥ 15 mm	≥ 20 mm	14,2	4,9	8,2

Où

- ϕ_1 correspond au diamètre de la barre constitutive de l'ancre de levage TSH3*
- $c_{1bc,int}$ et $c_{2bc,int}$ correspondent aux enrobages effectifs intérieurs des boucles dans les parois 1 et 2, les enrobages effectifs étant les enrobages toutes tolérances épuisées
- $c_{1bc,ext}$ et $c_{2bc,ext}$ correspondent aux enrobages effectifs extérieurs des boucles dans les parois 1 et 2, les enrobages effectifs étant les enrobages toutes tolérances épuisées.

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

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire :

H&H Technologies

4, rue de Hoerdt

F-67550 ECKWERSHEIM

Tél. : +33 (0)3 88 69 48 52

Fax : +33 (0)3 88 69 41 53

E-mail : info@hethtechnologies.com

Co-Titulaires :

IDSB et IDSB Nord Est

4, rue de Hoerdt

F-67550 ECKWERSHEIM

2.1.2. Mise sur le marché

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

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

2.1.3. Identification

2.1.3.1. Identification Armacoffré®

Chaque MCI « Armacoffré® » est identifié par une étiquette qui comporte la référence du mur, le nom du chantier, les dimensions du mur, poids du mur, la classe de résistance du béton, la date de fabrication, l'épaisseur du MCI, l'épaisseur de chaque peau coffrante, le nom et l'adresse de l'usine, le marquage CE et NF 548, la déclaration de performance produit, conformément aux normes NF EN 14992 ou NF EN 15258.

2.1.3.2. Identification Armacoffré®-CPT

Chaque MCI « Armacoffré®-CPT » est identifié par une étiquette qui comporte la référence du mur, le nom du chantier, les dimensions du mur, poids du mur, la classe de résistance du béton, la date de fabrication, l'épaisseur du MCI, l'épaisseur de chaque peau coffrante, le nom et l'adresse de l'usine, le marquage CE, la dénomination « Armacoffré®-CPT », la déclaration de performance produit, conformément aux normes NF EN 14992 ou NF EN 15258.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les murs à coffrage intégré « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont composés de deux parois préfabriquées en béton armé, assemblées et maintenues espacées par des raidisseurs métalliques verticaux de forme triangulaire ou carrée, servant de coffrage à un béton prêt à l'emploi mis en œuvre sur chantier, pour la réalisation de mur articulés ou encastrés. La distinction entre MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » consiste en l'absence de certification pour ce dernier concernant les tolérances sur les épaisseurs des parois préfabriquées et du MCI ainsi que sur les enrobages des aciers, conduisant à l'emploi des valeurs par défaut affichées dans le CPT. Les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » ne sont pas fabriqués sur un même site de production.

Les peaux coffrantes des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » ont des épaisseurs nominales minimales respectives de 45 mm et 55 mm. Sont considérées comme des « parois minces » les parois dont l'épaisseur nominale est inférieure à 55 mm. Les MCI ont une épaisseur nominale comprise entre 16 cm et 50 cm pour les MCI « Armacoffré® » et entre 20 cm et 50 cm pour les MCI « Armacoffré®-CPT ». Leurs dimensions maximales en plan sont de 3,80 m x 13,00 m.

Les murs « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » peuvent être associés aux éléments de structure coulés sur place ou préfabriqués poutres, poteaux, dalles prédalles, dalles alvéolées. L'encastrement du mur dans la semelle ou le radier est réalisé par des armatures en attente dans la fondation ou intégrées aux MCI. L'assemblage entre MCI, dans les angles, en partie courante ou avec les autres composants de structure est réalisé par des armatures intégrées aux MCI ou disposées dans le béton coulé en place. Des armatures de poteaux, longrines, linteaux, encadrements de baies peuvent être intégrées aux MCI ou mises en œuvre sur chantier. Les huisseries, menuiseries, gaines, boîtiers électriques, platines métalliques, baguettes décoratives, goujons, équipements ou inserts divers peuvent être intégrés aux MCI ou rapportés sur chantier dans des réservations prévues à cet effet.

L'une des parois peut être matricée.

L'étanchéité des MCI est assurée soit par un dispositif rapporté, soit par un traitement de surface, soit par lui-même moyennant des dispositions spécifiques décrites dans le dossier technique ci-après.

Lorsqu'une isolation thermique est requise, elle peut être réalisée par doublage intérieur ou extérieur (système d'enduit sur isolant, bardage etc....).

2.2.2. Matériaux

Les matériaux mis en œuvre sont :

- Le béton des parois préfabriquées,
- Le béton de remplissage
- Les aciers pour armature
- Les crochets de levage
- Les douilles
- Les matériaux de jointoiement
- Les matériaux d'habillage, de traitement des parois ou d'isolation

Les matériaux sont conformes aux exigences du Cahier des Prescriptions Techniques communes aux procédés de murs à Coffrage Intégré (CPT MCI) au § 1.1.1.2.

Les spécifications particulières sont indiquées dans les paragraphes suivants.

2.2.2.1. Bétons

2.2.2.1.1. Béton des voiles préfabriqués

La composition du béton des voiles préfabriqués respecte les exigences définies dans les tableaux NA.F, repris dans la norme NF EN 206+A2/CN, en fonction de la classe d'exposition de l'ouvrage. Le béton est conforme à la norme NF EN 206+A2/CN.

Les classes de résistance des bétons couramment utilisées pour la fabrication des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » varient de C25/30 à C40/50. La résistance à la compression du béton des parois retenue impacte leur conception, en particulier la valeur des enrobages, conformément aux prescriptions de l'article 4.4.1 de la norme NF EN 1992-1-1 et de son Annexe Nationale NF EN 1992-1-1/NA.

La résistance du béton, sur cubes 10 x 10 x 10 cm, des voiles préfabriqués des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » est au minimum de 20 MPa à la première manutention en cas d'utilisation des ancrs KE III et KE IV, et 25 MPa en cas d'utilisation des ancrs TSH3*.

2.2.2.1.2. Béton de remplissage

Le béton utilisé pour le remplissage des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » doit être conforme au cahier du CSTB 3690_V2 §1.1.1.2.

Le béton de remplissage, coulé sur chantier, est un béton du type prêt à l'emploi (BPE) à propriétés spécifiées (BPS), conforme aux prescriptions de l'opération et à la norme EN 206/CN, de résistance caractéristique à 28 jours minimale $f_{ck} = 25$ MPa (Classe de résistance C25/30) :

- $D_{max}=12,5$ mm pour un noyau d'épaisseur nominale $b_n \leq 9$ cm
- $D_{max}=16$ mm pour un noyau d'épaisseur nominale $b_n > 9$ cm

Consistance fluide (S4 ou S5) (affaissement minimal au cône d'Abrams 16 cm) ; la valeur recommandée d'affaissement est de 200mm (portée à 220 mm dans des conditions de forte densité d'armatures ou de faible épaisseur du noyau béton). Dans le cas des BAP, toutes les classes d'étalement peuvent être utilisées.

2.2.2.2. Armatures et treillis raidisseurs

Tous les éléments en acier mis en œuvre lors de la fabrication des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » ou lors du remplissage du noyau (armatures filantes, façonnées, treillis soudés, treillis raidisseurs, organes de levage, ...) sont conformes au cahier du CSTB 3690_V2 §1.1.1.

Les armatures utilisées sont certifiées NF et de type B500A et B500B, conformes aux normes NF A35-080-1 et NF A35-080-2.

Les raidisseurs utilisés sont certifiés NF AFCAB et de type B500A et B500B conformes à la norme NF A35-028.

Les raidisseurs couramment utilisés sont les suivants :

	Raidisseur Intersig CKT	Raidisseur Acor	Raidisseur BDW KT 800
Ø Membrure sup.(mm)	7	7	8
Ø membrures Inf.(mm)	5	5	5
Ø Diagonales (mm)	5	5	5

Les raidisseurs utilisés sur les sites IDSB NEUILLY SAINT FRONT et IDSB RHÔNE ALPES font l'objet d'un contrôle par CSTB dans le cadre de la certification NF 548 sur le procédé « Armacoffré® ». Les seuils de résistance des soudures sont ceux définis dans la NF A35 028 et les tolérances dimensionnelles sur la hauteur sont celles définies au § 2.3.2.1. Les critères de certification sont conformes au cahier du CSTB 3690_V2 § 1.1.1.2.

Les armatures utilisées pour les boîtes d'attentes sont certifiées NF AFCAB et de type B500A et B500B conformes aux normes NF A35-080-1 et NF A35-080-2.

Les armatures de type B500A sont proscrites dans les éléments sismiques primaires, conformément aux exigences de l'article 5.3.2(1)P de la norme NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA.

Armatures minimales :

Dans les cas courants, les prescriptions de l'article 1.1.1.3 du CPT MCI (cahier du CSTB 3690_V2) sont respectées. En outre, lorsque le système de levage « Ancres KE » est utilisé, le ferrailage minimal doit être de $1,41 \text{ cm}^2/\text{m}$ dans les deux directions pour chaque paroi. En cas d'utilisation du système de levage « TSH3* », le ferrailage minimal doit être de $1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ dans les deux directions pour chaque paroi.

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

- 0,125 % de la section totale de béton du mur dans les deux directions,
- L'espacement des barres devant rester inférieur à 20 cm,
- Les armatures du lit le plus proche du parement devant avoir un diamètre au moins égal à 8 mm.

2.2.2.3. Accessoires de stabilité en phase provisoire

La stabilisation en phase provisoire est assurée par des étais tirant-poussant. Deux douilles sont pré-scellées dans chaque MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » pour recevoir cet équipement.

Ce sont des douilles métalliques à usage multiple utilisées avec des boulons M16 ou M20.

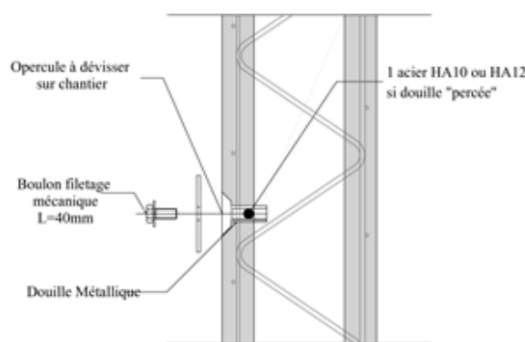


Figure 1- douille métallique

2.2.2.4. Accessoires de levage

2.2.2.4.1. Inserts de levage type KE

La manutention, tant pour le décoffrage que le stockage, le transport et la pose des éléments est réalisée au moyen des boucles de levage « Ancres KE III et KE IV » visé par un Avis Technique en cours de validité, exploité par la société ALRUNO.

Ces inserts sont utilisés dans les cas suivants :

- Cas « Armacoffré® » épaisseur 16 à 40 cm avec des parois d'épaisseur nominales supérieures ou égale à 45 mm.
- Cas « Armacoffré®-CPT » épaisseur 20 à 40 cm avec des parois d'épaisseur nominales supérieures ou égale à 55 mm.

2.2.2.4.2. Inserts de levage type TSH3*

La manutention, tant pour le décoffrage que le stockage, le transport et la pose des éléments est réalisée au moyen du boucle de levage « TSH3* », visé par l'Avis Technique en cours de validité, exploité par la société SYSPRO.

Le façonnage des boucles de levage est défini dans l'Avis Technique de la société SYSPRO.

Ces inserts sont utilisés dans les cas suivants :

- Cas « Armacoffré® » épaisseur 20 à 50 cm avec des parois d'épaisseur nominales supérieures ou égale à 50 mm.
- Cas « Armacoffré®-CPT » épaisseur 20 à 50 cm avec des parois d'épaisseur nominales supérieures ou égale à 55 mm.

2.2.2.5. Matériaux de jointoiement et d'étanchéité

Le mur accepte de recevoir tout type d'isolation intérieure et extérieure compatible avec un support en béton.

Le mur supporte également la mise en œuvre des produits de traitement de parement traditionnels de voiles en béton :

Produits de finition (à titre d'exemple)	Peinture Résine Faïence Lasure (préparer le support à l'aide d'un opacifiant de manière à homogénéiser les teintes) Isolant collé ou fixé mécaniquement
Produits de traitement (à titre d'exemple)	Revêtement bitumineux Cristallisation (avec traitement spécifique des joints) Membrane d'étanchéité

2.3. Caractéristiques

2.3.1. Caractéristiques dimensionnelles

Poids propre du MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » au m² : 225 à 375 kg/m² suivant l'épaisseur des parois et le type de ferrailage, avec un maximum de 12t par panneau.

Dimensions maximales : 3,80 m x 13,00 m

Epaisseurs courantes : 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40 cm à 50 cm.

Largeur et longueur : ±10 mm

Planéité de la face extérieure : 5 mm à la règle de 2 m, classification P (3), en référence à la norme FD P 18-503

2.3.2. Tolérances

Conformément au paragraphe 1.1.1.6 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690), l'épaisseur minimale des voiles préfabriqués résulte des exigences d'enrobage, des tolérances d'exécution sur cette dimension et sur le positionnement des armatures.

2.3.2.1. Tolérances déclarées pour le MCI « Armacoffré® »

Les tolérances déclarées sur les enrobages e_1 et e_2 respectivement dans le premier et dans le deuxième voile préfabriqué sont :

Enrobage des armatures : $\Delta e_1 = \Delta e_2 = \pm 1$ mm

Epaisseur du MCI « Armacoffré® » : ± 3 mm

Epaisseur de la paroi 1 : ± 5 mm / ± 3 mm

Epaisseur de la paroi 2 : ± 5 mm / ± 3 mm

Tolérance sur la hauteur du raidisseur : ± 1 mm / ± 3 mm

Rectitude des arêtes (bords de pièces) : ± 5 mm

Position des réservations : ± 10 mm

2.3.2.2. Tolérances déclarées pour le MCI « Armacoffré®-CPT »

Les tolérances déclarées sur les enrobages e_1 et e_2 respectivement dans le premier et dans le deuxième voile préfabriqué sont :

Enrobage des armatures : $\Delta e_1 = \Delta e_2 = \pm 5$ mm

Epaisseur du MCI « Armacoffré®-CPT » : ± 8 mm

Epaisseur de la paroi 1 : ± 8 mm

Epaisseur de la paroi 2 : ± 8 mm

Tolérance sur la hauteur du raidisseur : ± 1 mm / ± 3 mm

Rectitude des arêtes (bords de pièces) : ± 5 mm

Position des réservations : ± 10 mm

2.3.3. Teinte

L'homogénéité de la teinte des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » n'est pas un paramètre qui peut faire l'objet d'une garantie. Lorsque le mur doit être lasuré, un homogénéisateur de teinte doit être appliqué afin de garantir l'aspect du parement.

2.3.4. Qualité du parement

Les parements des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont ceux décrits comme ordinaires dans le NF DTU 14.1.

Dénomination E (2-1-0) d'après la norme NF P18-503.

Le parement est prêt à peindre après mise en œuvre d'un enduit de débouillage.

2.3.5. Application d'un revêtement

La forte compacité du béton des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » et la compatibilité avec l'huile de démoulage utilisée doit être prise en compte lors du choix du type de revêtement qui sera appliqué sur le support (Lasures, peinture, imprégnation, plot de colle pour fixation des plaques de plâtres, ou autres types de revêtement).

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

2.4. Dispositions de conception

2.4.1. Généralités

Le comportement final d'un mur réalisé à partir du procédé de MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » n'est pas différent de celui du même mur en béton banché, et son dimensionnement est similaire à celui d'un mur traditionnel ; il est toutefois nécessaire d'effectuer des vérifications spécifiques pour tenir compte de la présence des joints. La conception est réalisée conformément au CPT MCI (Cahier du CSTB 3690_V2) complété par le présent dossier technique. 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 et la NF EN 1992-3 et son AN pour les réservoirs ou ouvrages analogues.

2.4.2. Stabilité

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

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 la paroi coffrante tendue. 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 des parois coffrantes, 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 paroi coffrante et béton coffré.

Le choix du système de levage incorporé aux murs à coffrage intégré doit être fait en fonction des épaisseurs des peaux et du noyau, du poids des éléments et des méthodes de pose utilisées sur chantier.

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

Le BET Structure détermine les efforts, les épaisseurs de mur et les sections d'armature. Le calepinage est effectué par le titulaire. Le BET du titulaire ou le BET désigné par le titulaire et soumis à son contrôle réalise le dimensionnement des points spécifiques (liaisons entre murs, monolithisme,...) conformément aux prescriptions du CPT 3690-V2.

2.4.3. Recouvrement des Armatures

Conformément aux prescriptions du paragraphe 1.1.1.11 du CPT MCI (Cahier du CSTB 3690_V2), le recouvrement des armatures du noyau avec celles intégrées dans les voiles préfabriqués des MCI doivent être conforme à l'article 8.7 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

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

2.4.4. Description des liaisons

Les liaisons assurent la continuité mécanique au droit des joints :

- Entre la fondation et le MCI
- Entre deux MCI
- Entre le MCI et le plancher supérieur
- Entre le MCI et les ouvrages avoisinants

Les liaisons peuvent être de type articulées ou encastrées.

2.4.4.1. Les liaisons articulées

2.4.4.1.1. Articulations en pied de MCI

Les MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » sont posés sur la fondation ou la dalle, un jeu de pose de 1 cm est prévu pour compenser les éventuelles irrégularités de support. Les armatures disposées en attente viennent se loger dans le noyau.

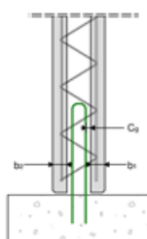


Figure 2 – exemple d'articulation en pied de MCI

2.4.4.1.2. Articulations entre MCI

Couramment, les MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » sont posés côte à côte avec un jeu de pose de 1 cm. Des aciers de liaison sont mis en œuvre dans le noyau et entre les raidisseurs.

L'armature de couture disposée dans le noyau coulé en place permet de transmettre les efforts de cisaillement d'un voile à l'autre. La section des armatures de liaison correspond à la section des armatures horizontales des MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT ».

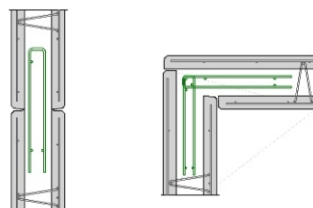


Figure 3 - exemples de liaisons articulées

2.4.4.1.3. Articulations en tête de MCI

Les aciers de liaison avec le plancher sont mis en place dans le noyau.

La dalle peut être posée en tête ou suspendue par des boîtes d'attentes disposées dans le mur.

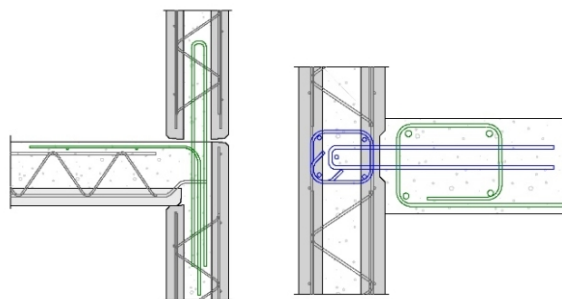


Figure 4 - exemples de liaison articulée en tête

2.4.4.2. Les liaisons articulées couturées

Ce type de liaison est particulièrement adapté aux liaisons des MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » soumis à une pression hydrostatique lorsque l'étanchéité est assurée par le béton seul et que la liaison en pied est de type « posé après réalisation du support ».

La présence d'armatures de couture en about de mur permet de réaliser une couture optimale avec le panier de liaison et un bon transfert du cisaillement d'un MCI à l'autre.

Les armatures de coutures sont posées de préférence avant la pose du MCI suivant. Le déplacement horizontal de la cage d'armature est facilité par la présence d'une fenêtre de tirage disposée à 60 cm du pied du MCI.

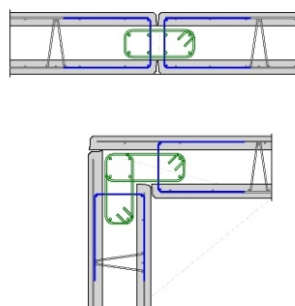


Figure 5 - exemples de liaisons couturées

2.4.4.3. Les liaisons encastrées

2.4.4.3.1. Encastrement en pied de MCI

2.4.4.3.1.1. Encastrement avec continuité de bétonnage aux jonctions murs/fondations

Le principe constructif de ces liaisons consiste à intégrer les armatures d'encastrement au MCI ou avant la pose de celui-ci de façon à pouvoir bétonner le noyau et la fondation sans reprise de bétonnage. Ces liaisons sont particulièrement adaptées à la réalisation d'ouvrages soumis à pression hydrostatique.

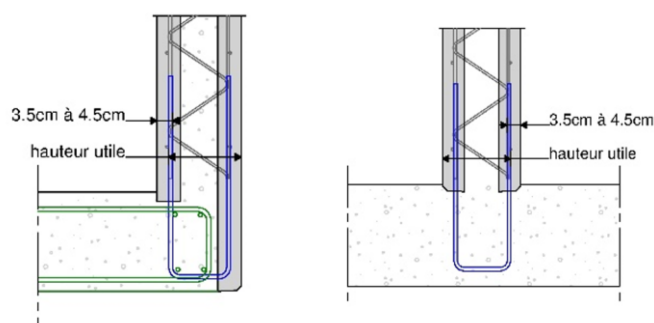


Figure 6 - liaisons en pied de Type A : pose avant réalisation du support

2.4.4.3.1.2. Encastrement d'un mur posé après réalisation du support

La continuité de l'encastrement entre le MCI et la fondation est assurée par les armatures en attentes de la semelle ou du radier.

Ces armatures viennent en recouvrement avec les armatures placées dans les parois du MCI.

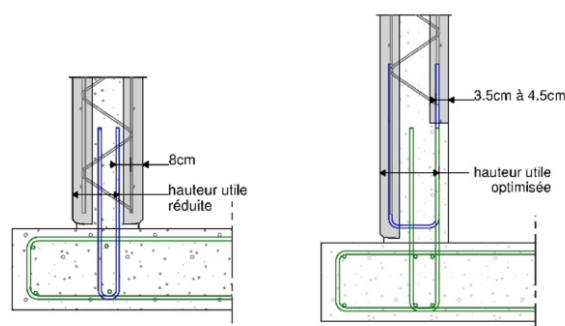


Figure 7 - liaisons en pied de type B : pose après réalisation du support

Dans le cas où l'encastrement est réalisé par les armatures en attente disposées entre les 2 parois coffrantes, on limitera la densité et les diamètres des armatures en attente dans la fondation aux valeurs du tableau ci-dessous :

Epaisseur Armacoffré®	Epaisseur du noyau	Aciers en attente
20 cm	9 cm	2HA 12 e= 20 ou 2HA 10 e= 15
22 cm	11 cm	2HA 12 e= 15 ou 2HA 10 e= 10
25 cm	14 cm	2HA 14 e= 12,5
30 cm	19 cm	2HA 16 e= 12,5
35 cm	24 cm	2HA 20 e= 12,5

Dans le cas de liaisons de type B, le transfert des efforts d'encastrement du MCI à la fondation nécessite un bon remplissage du joint de calage en pied et la mise en place d'un dispositif qui empêche la fuite de laitance (bastaing ou joint mousse expansif). Ces joints ont une hauteur de 2 à 3 cm au minimum.

Un soin particulier doit être apporté au remplissage des joints de calage en pied de MCI et à la mise en place d'un système empêchant les fuites de laitance (bastaings, joints type 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 devront être systématiquement bourrés au mortier fin sans retrait de résistance à la compression 25 MPa minimum.

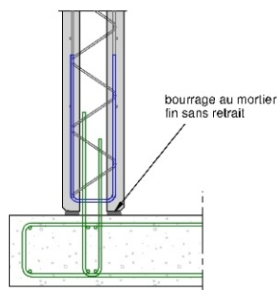


Figure 8 - Remplissage du joint en pied

Lorsqu'une étanchéité est requise, les liaisons de type B nécessitent un traitement spécifique de la reprise de bétonnage.

2.4.4.3.2. Encastrement entre MCI

Les solutions d'assemblages doivent être compatibles avec les solutions retenues en pied de MCI, à savoir que certaines solutions fonctionnent par emboîtement des murs, manœuvre possible uniquement avec des encastrements en pied sans reprise de bétonnage.

2.4.4.3.2.1. Joint vertical droit

La transmission du moment de flexion et du cisaillement MCI à l'autre est assurée par le croisement et le clavetage de cages d'armatures intégrés aux MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT »

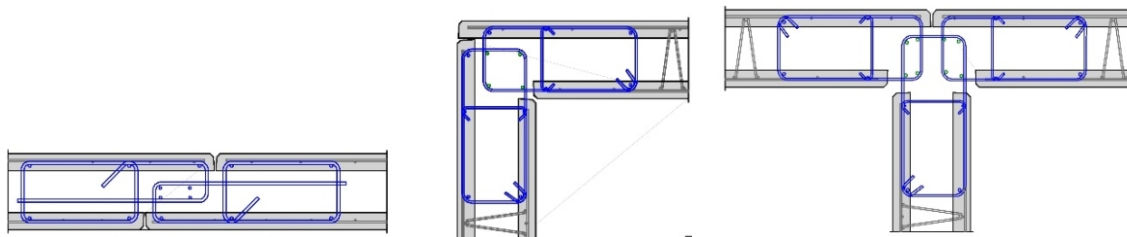


Figure 9 - Exemples de joints verticaux compatibles avec solutions A ou B en pied

Le décalage entre les deux parois sera fonction de la section d'armature à recouvrir. Il permet de conserver une hauteur utile de flexion suffisante pour permettre la transmission du moment fléchissant

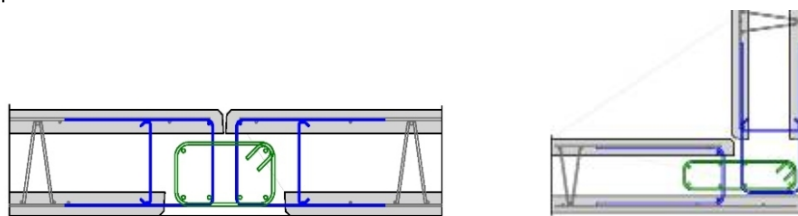


Figure 10 - Exemples de solutions compatibles avec sollicitations importantes et/ou type B en pied

2.4.4.3.2.2. Joint vertical biais

Le principe constructif de la liaison est fonction de l'angle entre les deux MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » lorsque l'angle est :

- Supérieure à 135° l'armature de l'angle peut être intégrée au MCI suivant le même principe que pour la liaison droite.
- Inférieure à 135° l'armature sera rapportée dans la partie coulée en place.

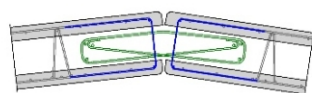


Figure 11 – Exemple d'assemblage entre MCI avec joint vertical biais

2.4.5. Eléments sollicités dans leur plan

2.4.5.1. Prescriptions particulières aux murs courants

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

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

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

La résistance caractéristique du béton du noyau ;

Les armatures ancrées au-delà du joint ;

La section utile résistante aux efforts, qui est celle du béton du noyau.

2.4.5.2. Prescriptions particulières aux poteaux

La distinction entre « mur » et « poteau » se fera sur la base du critère usuel suivant : un poteau est un élément dont le grand côté de la section transversale ne dépasse pas 4 fois le petit côté de celle-ci et dont la hauteur est au moins égale à 3 fois le grand côté.

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 du CSTB 3690_V2).

Les dispositions constructives devront être conformes aux prescriptions de l'Annexe IX du cahier du CSTB 3690_V2

2.4.5.3. Prescriptions particulières aux 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).

Les dispositions constructives devront être conformes aux prescriptions de l'Annexe IX du cahier du CSTB 3690_V2.

2.4.5.4. Prescriptions particulières aux poutres cloisons

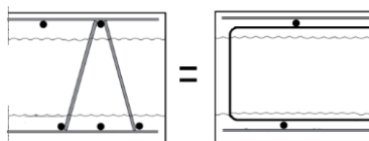
Sur la base du critère usuel, est considérée comme « poutre-voile » ou « poutre-cloison » les poutres droites de section constante dont la hauteur de section transversale est au moins égale au tiers de la portée.

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

Les dispositions constructives devront être conformes aux prescriptions de l'Annexe IX du cahier du CSTB 3690_V2.

2.4.5.5. Renforcement des bords et substitution des épingles par les treillis raidisseurs

Conformément au CPT MCI, les renforcements des ouvertures et des bords libres usuellement prévus dans les voiles préfabriqués du MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » (dispositions du paragraphe 4.1 du DTU 23.1) pourront être réalisés dans les MCI à l'aide des raidisseurs définis au §2.2.2.2.



Les valeurs d'équivalence des raidisseurs en substitution de U, cadres et épingles constructifs sont données dans le tableau ci-dessous :

Épaisseur Armacoffré® (cm)	Type de raidisseur	Section cm ² /ml	Équivalent espacement armatures classiques en		
			Ø 6	Ø 8	Ø 10
18	KT 813 8-5-5	2,75	11	19	29
20	KT 815 8-5-5	2,74	11	19	29
22	KT817 8-5-5	2,69	11	19	30
24	KT819 8-5-5	2,65	11	19	30
25	KT820 8-5-5	2,63	11	20	30
30	KT825 8-5-5	3,68	8	14	22
36	KT830 8-5-5	3,58	8	15	22

Nota : les types de raidisseur en fonction des épaisseurs de murs sont donnés à titre indicatif. Ils sont sujets à variation en fonction des enrobages des armatures des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT »

De même les épingles de construction utilisées dans les ferrailages, en particulier pour les poutres et les poteaux, pourront être remplacées par des raidisseurs définis au §2.2.2.2.

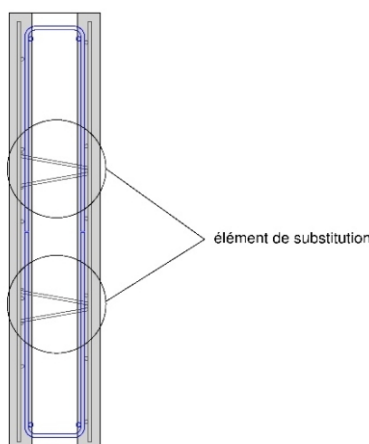


Figure 12 - principe de substitution des épingles dans une poutre

Nota : La solution présentée à la figure 13 n'est valable que pour une hauteur de poutre ≤ 1 m et pour deux raidisseurs horizontaux au maximum.

La section des armatures supérieures et inférieures des treillis raidisseurs est prise en compte dans le calcul de la section résistante. Les cages d'armatures convenablement bouclées dans les voiles préfabriqués peuvent jouer le rôle assuré par les treillis raidisseurs pour la couture de l'interface et/ou la tenue des voiles pendant la phase de coulage.

2.4.6. Prescriptions particulières aux acrotères

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

2.4.7. Prescriptions particulières aux éléments inclinés

Le dimensionnement doit être réalisé en suivant les prescriptions du paragraphe 1.1.3 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

2.4.8. Éléments essentiellement sollicités perpendiculairement à leur plan

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

2.4.8.1. Murs enterrés

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

2.4.8.2. Murs de soutènement

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

2.4.8.3. Murs de silos ou de magasin de stockage

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

2.4.8.4. Murs de bassins ou de piscine

Conformément au paragraphe 1.1.4.6 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2), ils sont dimensionnés aux états limites ultimes de résistance et aux états limites de service conformément au Fascicule 74 du CCTG et à la NF EN 1992-3 et son AN.

2.4.8.5. Murs de galeries souterraines

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

2.4.8.6. Boîtes d'attentes et prédalles

Les prescriptions de la norme NF DTU 23.4 pour les planchers à prédalles suspendues avec boîtes d'attentes devront être respectées à la conception et à la mise en œuvre des liaisons.

2.4.9. Murs soumis à pression hydrostatique, traitement du plan d'étanchéité

Ce paragraphe traite des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » soumis à la pression hydrostatique. L'étanchéité peut être assurée par le béton seul, ou par une étanchéité rapportée.

2.4.9.1. Épaisseur minimale des MCI

Sur la base des dispositions prévues par le Fascicule 74, l'épaisseur minimale du noyau de béton coulé en place est :

- de 15cm pour ouvrages de classe A (étanchéité assurée par la structure seule),
- de 12 cm pour les ouvrages de classe B (étanchéité assurée par la structure complétée par un revêtement d'imperméabilisation),
- de 12 cm pour les ouvrages de classe C (étanchéité assurée par un revêtement d'étanchéité),
- de 12 cm pour les piscines au minimum

2.4.9.2. Etanchéité en pied de MCI

Pour assurer une étanchéité par le béton d'un mur à coffrage intégré soumis à une pression hydrostatique, les liaisons entre le mur et la fondation ou le radier doivent être encastrees.

2.4.9.2.1. MCI posés avant coulage du radier.

L'étanchéité est assurée par le coulage en continu du radier et du MCI (5 heures maximum). Les joints physiques sont systématiquement couturés. Aucun produit de traitement n'est à rapporter.

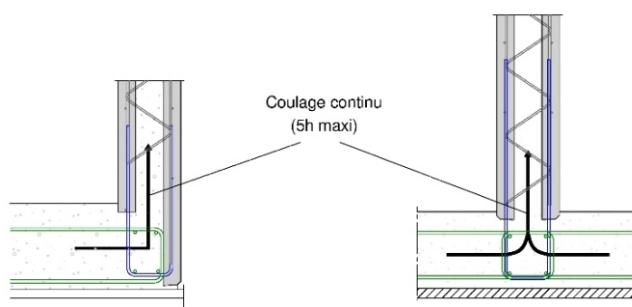


Figure 13 - bétonnage du pied du MCI

2.4.9.2.2. MCI posés plus bas que le radier

La section est couturée par les aciers en attente dans les MCI «Armacoffré®» et «Armacoffré®-CPT» et ceux mis en œuvre dans le radier, un joint hydrogonflant est disposé sur le MCI, entre les 2 lits d'aciers en attente. Les aciers en attente sont en HA8 minimum avec un espacement de 20 cm maximum.

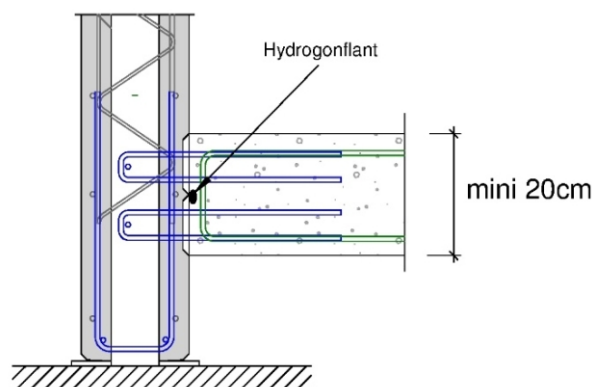


Figure 14 - radier contre Armacoffré®

2.4.9.2.3. MCI posés après coulage du radier

La section est couturée par des aciers mis en œuvre dans les MCI, un joint hydrogonflant est disposé sur le radier, entre les aciers en attente avant pose.

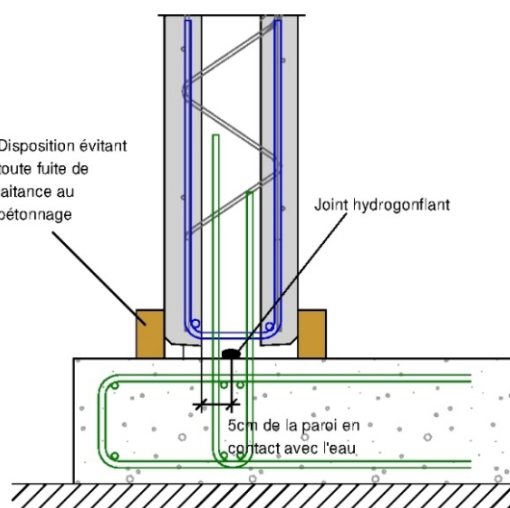


Figure 15 - MCI posé après coulage du radier

2.4.9.3. Etanchéité sur joints verticaux

Les liaisons verticales ou horizontales entre deux panneaux doivent être de type « couturées » ou « encastrées » afin de bloquer la fissuration provoquée par le retrait du béton.

Lorsque les murs sont posés avant coulage du radier (voir articles §2.4.9.2.1 et §2.4.9.2.2) les joints verticaux sont décalés et les armatures de liaison intégrées à au MCI (HA 8 mini espacement 20 cm maxi) sont assemblées par glissement horizontal du panneau. Des filants verticaux sont intégrés dans le cadre ainsi formé.

Lorsque les murs sont posés sur le radier (voir article §2.4.9.2.3) les encastresments sont réalisés par des armatures intégrées aux MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » complétées par des cadres mis en œuvre sur chantier (HA 8 mini espacement 20 cm maxi).

2.4.9.3.1. Armatures minimales

Le ferrailage minimum des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » est conforme à l'article 2.2.2.2.

Sur la face exposée :

- Espacement maxi de 20 cm
- Diamètre supérieur ou égal à 8 mm
- 0,125% de la section totale de béton en acier vertical
- 0,125 % de la section totale de béton en acier horizontal
- Sur la face non exposée :
- Espacement maxi de 20 cm
- Les aciers de liaison :
- Espacement maxi de 20 cm
- Diamètre supérieur ou égal à 8 mm

2.4.9.3.2. Bétonnage

Les reprises de bétonnage verticales pour les ouvrages nécessitant un bétonnage en plusieurs phases sont systématiquement réalisées en partie courante du mur à coffrage intégré à une distance des joints supérieure à 3 fois l'épaisseur et dans un mur dont la largeur est supérieure à 6 fois son épaisseur.

2.4.9.3.3. Traitement des joints

Les joints accessibles sont traités comme stipulé au §1.4.1.1 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

Si les joints sont traités avec une étanchéité rapportée de type bande d'étanchéité pour joints à haute flexibilité collée sur les lèvres du joint et garantissant l'étanchéité au contact d'eaux en pression, les liaisons verticales peuvent être de type classiques rotulées. Le joint est à mettre en œuvre en règle générale sur la face en contact avec l'eau. Néanmoins il peut travailler en sous-pression moyennant des dispositions de mise en œuvre particulière définies par les fabricants.

Lorsque les joints sont non accessibles après la pose, ils ne sont pas traités, le MCI doit alors être posé avant la réalisation du Radier et les dispositions constructives ci-dessus doivent être respectées

2.4.9.3.4. Plan d'étanchéité de type A

La mise en œuvre d'un système constructif de type A permet de :

- Garantir l'étanchéité en pied par un bétonnage sans reprise du radier et du mur,
- Réaliser l'encastrement du radier et du mur,

La réussite du traitement du plan d'étanchéité repose sur le respect de la chronologie de pose des MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » et de réalisation de l'ouvrage ainsi que l'utilisation d'un béton avec un faible retrait :

- Coulage du béton de propreté,
- Pose des armatures d'encastrement
- Pose des MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT »
- 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 ou vissage des coupleurs
- Pose de l'armature du radier ou de la fondation
- Bétonnage du radier et du MCI sans reprise de bétonnage avec un béton à faible retrait
- Enlèvement du cordon de mousse
- Finition du joint 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 MCI avec une tôle galvanisée de type STREMAFORM, PENTAFLEX ou équivalent qui permet d'augmenter la longueur du chemin critique de l'eau.

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

2.4.9.3.5. Réalisation du plan d'étanchéité avec un système constructif de Type B

La mise en œuvre d'un système constructif de type B pour le traitement du plan d'étanchéité est possible à condition de respecter les conditions suivantes :

- Le béton de remplissage a un faible retrait
- Le MCI a une épaisseur totale minimale de 28 cm
- La reprise de bétonnage entre le MCI et le radier est équipée avec un joint hydrogonflant de type SIKA JOINT EXPANSIF WS 2005 ou un arrêt d'eau en tôle galvanisée de type STREMAFORM, PENTAFLEX ou équivalent. Ce joint est disposé à 5 cm de la paroi en contact avec l'eau.

Pour le traitement du joint vertical on distingue deux cas de figure :

- L'armature de liaison est de type rotulé dans ce cas le joint en contact avec l'eau est recouvert avec le système SIKADUR COMBIFLEX ou toute bande d'étanchéité pour joint à haute flexibilité collée sur les lèvres du joint recouverte de résine garantissant la parfaite étanchéité au contact d'eau en pression,
- L'armature de liaison est de type couturé dans ce cas l'étanchéité est assurée par le béton. Les reprises de bétonnage verticales pour les ouvrages nécessitant un bétonnage en plusieurs phases sont réalisées en partie courante du MCI.

2.4.10. Prescriptions particulières aux MCI contre parois berlinoise

La paroi berlinoise étant un ouvrage provisoire, il conviendra de remplir l'espace entre la paroi berlinoise et le MCI avec un remblai de façon à éviter toute mise en charge dynamique du MCI au cours de l'exploitation de l'ouvrage. Ce remplissage aura lieu après bétonnage du MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » et de la dalle.

Les dispositions sont les mêmes que pour les MCI enterrés.

2.4.11. Cuvelage par cristallisation

Le traitement du MCI par cristallisation peut améliorer sa classe d'étanchéité. La surface du MCI doit être préparée conformément aux dispositions de cuvelage décrites dans le NF DTU 14.1.

Les joints verticaux seront traités comme des reprises de bétonnage lorsque les liaisons entre MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » sont réalisées avec un clavetage coffré sur chantier (voir figure 27 en Annexe), comme des fissures actives lorsque le clavetage est réalisé dans le noyau coulé en place.

Les joints horizontaux seront traités comme des reprises de bétonnage lorsque le MCI est posé avant réalisation du radier (voir figure 28 en Annexe), comme des fissures actives lorsque le MCI est posé sur radier.

2.4.12. Etanchéité des têtes de voiles

Afin d'éviter toute infiltration entre les parois et le noyau coulé sur chantier, le faîtage de l'acrotère est équipé, soit :

- Par un chaperon béton
- Par une couvertine métallique
- Par un revêtement d'imperméabilisation type SIKATOP 107 PROTECTION, appliqué sur une imprégnation époxydique type SIKADUR IMPREGNATION
- par tout revêtement d'imperméabilisation à base de liant hydraulique, flexible, résistant au gel, et imperméable à l'eau.

Les sections verticales exposées aux intempéries sont fermées par un :

- Un ouvrage étanche
- Un revêtement d'imperméabilisation type SIKATOP 107 PROTECTION, appliqué sur une imprégnation époxydique type SIKADUR IMPREGNATION
- Tout revêtement d'imperméabilisation à base de liant hydraulique, flexible, résistant au gel, et imperméable à l'eau.

2.4.13. Murs coupe-feu

Le mur coupe-feu réalisé à l'aide de MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » peut être réalisé suivant plusieurs principes statiques :

- Mur en console encastré en pied complètement indépendant des structures voisines
- Mur de remplissage entre poteaux
- Mur articulé en pied et en tête fixé à la charpente avoisinante.

2.4.14. Justification de la stabilité au feu

Conformément au paragraphe 1.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2), les critères de classification de résistance R, d'étanchéité E et d'isolation I définis à l'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 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2) ;
- Méthodes de calcul simplifiées, section 4.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2) 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 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2)
- Les actions dues à la température sont déterminées suivant la norme NF EN 1991-1-2 avec son Annexe nationale française (NF EN 1991-1-2/NA). Les joints entre MCI dont la largeur est inférieure ou égale à 20 mm sont négligés pour le calcul des températures.
- Les MCI sont considérés comme des éléments pleins.

2.4.15. Dispositions parasismiques

La conception et la vérification des joints sous sollicitations sismiques devront être conformes au cahier du CSTB 3690_V2 §1.1.1.14.

Dans le cadre d'un bâtiment soumis aux vérifications sous sollicitations sismiques, le Bureau d'Etudes Structures de l'opération (bureau d'études d'exécution) donne au BE de l'industriel les efforts à reprendre par les murs considérés afin que le BE de

l'industriel effectue les vérifications au droit des joints entre MCI « Armacoffré® » et Armacoffré®-CPT » conformément à l'Annexe I du CPT MCI, ce qui permet de définir les types de liaisons entre les MCI « Armacoffré® » et Armacoffré®-CPT ».

2.4.16. Isolation thermique

La performance thermique est déterminée suivant les prescriptions du cahier du CSTB 3690_V2 §1.3.

2.4.17. Isolation acoustique

La performance acoustique est déterminée suivant les prescriptions du cahier du CSTB 3690_V2 §1.4.

2.5. Dispositions de mise en œuvre

La mise en œuvre est 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 n° 23.1, entre autres :

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

Ces caractéristiques engendrent des limitations précisées dans le Dossier Technique ; 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.

Le titulaire précise sur ses plans et dans son guide de pose les préconisations de mise en œuvre et intervient auprès de chaque entreprise qui poserait des murs à coffrage intégrés pour la première fois.

Les documents à fournir par le titulaire sont :

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

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

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

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

2.5.1. Livraison

2.5.1.1. Prescriptions concernant le transport des panneaux

En fonction de leurs dimensions et de leur destination, les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont conditionnés :

- A plat sur palette
- Dans des conteneurs
- Dans des conteneurs auto-déchargeables
- Sur des plateformes auto-déchargeables.

2.5.1.2. Prescriptions concernant le stockage des panneaux sur chantier

L'entreprise prévoit une aire de stockage stabilisée compatible avec le déchargement des conteneurs.

Chaque conteneur est accompagné d'une fiche de stockage reprenant le contenu détaillé du conteneur.

2.5.2. Préparation du support

Les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont mis en place sur un élément de structure (fondation, radier, dalle,...) ou sur un béton de propreté.

La préparation du support consiste à implanter et tracer l'impact des MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » au sol en respectant l'écart préconisé entre eux, puis à disposer des cales (plastiques, métalliques, en bois ou en béton) correspondant au jeu de pose (préconisé sur le plan fourni par le titulaire) et à l'altimétrie voulue.

2.5.2.1. Armatures en attente

Couramment les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffrés®-CPT » sont posés sur une structure coulée préalablement.

Les armatures en attente prévues par le Bureau d'Etudes structures devront être modifiées en tenant compte de la largeur du noyau coulé en place. Il faudra façonner les armatures de manière à respecter la distance minimale c_g entre les barres d'acier et la face intérieure des parois coffrantes, conformément au paragraphe 1.1.1.10 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

2.5.3. Manutention des MCI

La manutention des MCI s'effectue conformément aux prescriptions de la brochure de l'INRS « Murs à coffrage intégré (MCI) - Prescriptions minimales à intégrer à la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité ».

La manutention des éléments s'effectue uniquement par les boucles de levage incorporées aux MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » décrite au §2.2.2.4.

Le nombre et les caractéristiques des boucles de levage prévues dans chaque MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont fonction du poids du panneau.

Le nombre de brins du dispositif de levage sera égal au nombre de boucles de levage du MCI

Le palonnier de levage est le dispositif de levage idéal en particulier lorsque le nombre de boucles est supérieur à deux.

Les boucles de levage sont dimensionnées pour un angle entre brins d'élingues inférieur à 60°. Le poseur du MCI utilisera des élingues suffisamment longues pour respecter cet angle.

Dans le cas où le MCI est équipé de 4 boucles, le poseur utilisera deux élinguettes de répartition pour équilibrer la charge entre les élingues principales.

Les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont manutentionnés avec des grues automotrices ou à tour dont les caractéristiques sont compatibles avec la charge à lever.

Le type d'insert de levage à utiliser devra être mentionné clairement dans les plans.

2.5.3.1. Déchargement des MCI

Vérifier la stabilité de tous les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » (chaque MCI doit être solidarisé de façon individuelle au conteneur)

Les boucles de levage se trouvent en tête du mur.

Pour accéder aux boucles, il faut utiliser une échelle plateforme à grappins, ou une nacelle élévatrice.

Le levage est réalisé avec un palonnier ou avec des élingues

Le nombre de boucles de levage est précisé sur les fiches de fabrication qui accompagnent le plan de pose.

Accrocher les élingues au MCI puis enlever le dispositif de maintien du mur au conteneur.

Décharger le MCI.

Pendant le déchargement ne pas stationner :

- Sous la charge
- Sur le conteneur ou plateforme
- Sur la remorque.

Lorsque c'est nécessaire, effectuer le guidage du mur avec une corde

2.5.3.2. Cas d'une livraison à plat

Le transport et le stockage à plat des MCI sont acceptables exclusivement pour les murs de petites dimensions au sens de la brochure de l'INRS : « Murs à coffrage intégré (MCI) - Prescriptions minimales à intégrer à la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité » et dans les conditions suivantes :

- Stockage à plat sur 4 hauteurs maximum sans dépasser 0,8 m.
- Calage de faible épaisseur entre chaque MCI pour éviter le glissement et la prise en berceau, entre chaque MCI
- 4 crochets de levage obligatoire par MCI (2 en tête et 2 en pied)

Le levage du MCI est effectué comme suit :

- Accrocher le MCI aux 2 paires de boucles avec des élingues souples pour éviter d'abimer les arrêtes des parois,
- Lever, décharger le MCI
- Poser le pied du MCI sur un matériau résilient ou un bastaing,
- Décrocher les élingues situées en pied de mur,
- Redresser le MCI,

2.5.3.3. Cas d'une livraison sur chant

Lorsque les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » ont une hauteur $h > 5,00$ m, ils sont livrés verticalement sur chant.

Dans ce cas, les MCI sont équipés de boucles de levage en tête et sur le grand côté (généralement 4 par côté, compte tenu de leur poids)

Le levage du MCI est effectué comme suit :

- Accrocher le MCI sur le grand côté,
- Poser le MCI dans le dispositif de relevage, puis enlever les élingues,
- Accrocher une élingue à poulie (à la charge de l'entreprise) aux boucles situées sur le petit côté du MCI,
- Redresser le MCI,

2.5.4. Mise en place des aciers de liaison

Les aciers de liaison, conformes au plan de pose sont mis en place à l'avancement : dans chaque MCI posé et avant la pose du suivant.

Dans le cas des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » mis en œuvre sur béton de propreté avant la réalisation du radier, les aciers en pied sont mis en place avant le bétonnage.

Pour les éléments de grande hauteur, il est plus aisé de mettre en place les aciers de liaison dans les MCI avant de le redresser, l'entreprise de mise en œuvre doit alors s'assurer du maintien de ces cages lors de la manutention et de la mise en place du panneau.

2.5.5. Mise en place des MCI dans le cas courant

Positionner les MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » précisément selon le tracé au sol (respect des jeux de pose), sur les cales et autour des aciers en attente dans le cas de murs posés sur support déjà réalisé.

Lorsque le MCI est en place au-dessus des aciers en attente les bouchons de sécurité ou les crosses peuvent être enlevés sur la zone concernée.

2.5.6. Mise en place des MCI contre talus

Il est rappelé que tous les talus doivent être stables, qu'aucune intervention ne doit être effectuée entre un MCI et un talus dont la stabilité ne serait pas garantie et que le MCI ne peut pas être considéré comme un blindage en phase provisoire et avant mise en œuvre des éléments de stabilité définitifs (plancher supérieur, refends, ...).

Une attention toute particulière doit être apportée par l'entreprise sur ce point pour la sécurité des personnes.

2.5.7. Etalement

La stabilité des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » en phase provisoire, nécessite une attention toute particulière, vis à vis d'éventuels efforts principalement dus au vent.

Les éléments sont présentés, réglés et calés à leur position définitive. La stabilité est assurée à l'aide d'étais tirant-poussant ancrés au MCI à une hauteur au moins égale aux deux-tiers de la hauteur et en pied si nécessaire, soit sur un lest en béton, soit directement sur la dalle ou le radier en béton.

Le dimensionnement des douilles est réalisé pour la valeur de vitesse de vent spécifiée dans les DPM. En l'absence de vitesse de vent spécifiée dans les DPM, une valeur de 85 km/h, quelle que soit la direction du vent, sera retenue (en référence à la norme NF P 93 350 relative aux banches, art. 6.3.1.6).

2.5.8. Calfeutrement des joints

Dans le cas de joints de plus de 1cm d'épaisseur, ou de murs destinés à être vibrés (poutres-voiles, murs de cuvelages) les joints doivent être calfeutrés par un joint mousse avant le bétonnage pour éviter les fuites de laitance. L'utilisation de mousse expansive est proscrite.

2.5.9. Bétonnage des MCI

Avant bétonnage il conviendra de :

- Humidifier les parois coffrantes du MCI
- S'assurer que les dispositifs d'étanchéité des coffrages en rive basse et dans les joints ont été correctement mis en place.

Le béton de remplissage ne doit généralement pas être vibré, sauf dans les cas suivants :

- Les ouvrages dont l'étanchéité est assurée par le béton seul, la vibration est nécessaire au droit des joints.
- Les poutres voiles réalisées par assemblage des MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT »

Le bétonnage s'effectue par le haut ou par les trappes prévues à cet effet par passes successives conformément aux articles ci-dessous.

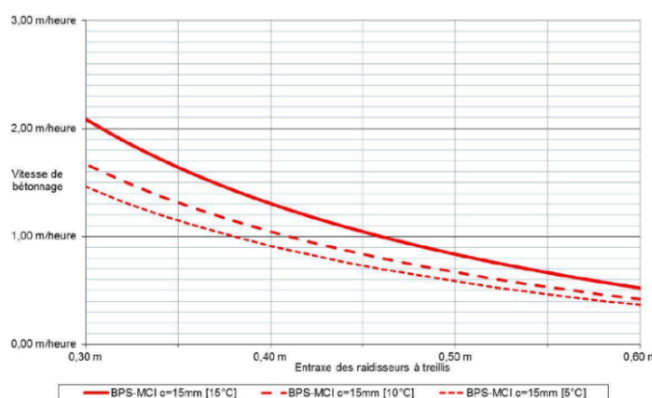
2.5.9.1. Vitesse de bétonnage

La vitesse de bétonnage est déterminée conformément aux prescriptions de l'annexe B de la NF EN 14992+A1 en fonction de l'entraxe des treillis raidisseurs et de l'enrobage des armatures longitudinales des treillis raidisseurs (c_{imin} = 15 mm ou 17 mm).

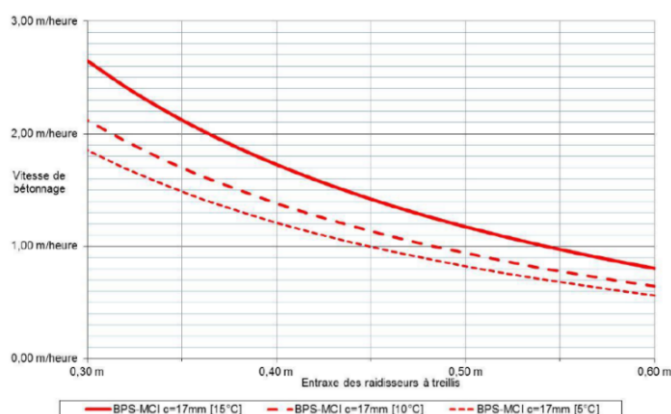
La vitesse maximale de bétonnage est de 70 cm/heure pour des raidisseurs espacés de 60 cm ; dans le cas d'une vitesse supérieure, la vitesse doit être précisée sur le plan de pose.

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 $c_{imin} = 17mm$)

2.5.9.2. Contrôle du remplissage

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

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

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

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

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

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

L'auscultation sonique peut également être envisagée.

Les contrôles en utilisant un maillet ne sont pas adaptés.

2.5.9.3. Hauteur de chute du béton

Conformément au CPT MCI (Cahier CSTB 3690), la hauteur de chute du béton est limitée à 3m.

2.5.9.4. Reprise de bétonnage

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

2.6. Conditions d'exploitation du procédé

2.6.1. Conception et commercialisation

Le calcul des structures est effectué par le BET structures en charge du chantier en tenant compte des spécificités du procédé. Les Bureaux d'Etudes de préfabrication des sociétés IDSB et IDSB Nord-Est s'engagent à effectuer la vérification de la contrainte de cisaillement à l'interface paroi préfabriquée/béton coulé en place, qui est spécifique aux procédés de murs à coffrage intégré, ou à s'assurer que cette vérification a bien été effectuée par le BET Structures de l'opération.

Pour cette raison, le BE structure doit impérativement transmettre au BE de préfabrication les informations nécessaires pour effectuer cette vérification, à savoir :

- Pour les murs de contreventement sismiques, l'effort de cisaillement horizontal en tête de mur engendré par la combinaison sismique ;
- Pour les poutres-voiles en zone non sismique, la charge verticale à l'ELU répartie en tête de la poutre-voile ;
- Pour les poutres-voiles en zone sismique, la charge verticale à l'ELU répartie en tête de la poutre-voile ainsi que l'effort de cisaillement horizontal en tête de mur engendré par la combinaison sismique (lorsque la poutre-voile est conçue comme un élément de contreventement sismique).

Le calepinage des panneaux est effectué par les sociétés IDSB et IDSB Nord-Est et soumis à l'approbation du BET structures par l'intermédiaire de l'entreprise titulaire du marché de génie civil.

Le BET structures en charge du chantier doit tenir compte des conditions particulières de la conception parasismique des bâtiments avec ce procédé.

2.6.2. Sites de production

La fabrication est réalisée dans les usines suivantes :

- IDSB Production Neuilly, rue de la libération 02470 NEUILLY-SAINT-FRONT : fabrique les MCI « Armacoffré® »
- IDSB Production RHONE ALPES, ZI MUNERI Route d'Aoste 38480 ROMAGNIEU : fabrique les MCI « Armacoffré® »
- Burkle Betonwerk, Heideweg 8 D-77880 SASBACH, : fabrique les MCI « Armacoffré® »
- Beton-Betz GMBH, Rappenaue strasse 46 D-74912 KIRCHARDT : fabrique les MCI « Armacoffré®-CPT »
- Prefaxis Kasteelstraat 9 B-8980 Geluvelde : fabrique les MCI « Armacoffré®-CPT »

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Processus de fabrication

La fabrication est 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.

Les MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » sont fabriqués en usine avec un outil semi automatisé. La fabrication consiste à réaliser une première paroi équipée de raidisseurs qui, après étuvage, sera assemblée à une seconde paroi par prise du béton frais de cette dernière autour de la membrure supérieure du raidisseur.

Le processus est le suivant :

1. Nettoyage des tables de coffrage destinées à la fabrication de la paroi
2. Pose des coffrages de la première paroi
3. Traçage et pose des boucles
4. Projection d'un décoffrant
5. Fabrication calage et pose des armatures sur les tables
6. Positionnement, mise en place et maintien des boucles de levage sur le lit de ferrailage de la première paroi, entre 2 raidisseurs

A noter : dans certains cas (exemple des parois minces dont les lits d'armatures sont inversés), les armatures des 2 parois sont intégrées à cette étape.

7. Collage des boîtiers électriques sur les tables et ligature des canalisations aux armatures
8. Fabrication du béton sur site et acheminement jusqu'à la trémie de répartition
9. Répartition du béton sur les tables
10. Compactage contrôlé du béton et contrôle de l'enrobage intérieur $C_{1\ bc,int}$ de la boucle de levage, le détrompeur rouge doit être entièrement recouvert de béton
11. Durcissement

Les étapes 1 à 4 et 7 à 9 sont répétées pour la fabrication de la deuxième face. Lorsque la deuxième face est bétonnée, l'assemblage se déroule comme suit :

12. Retournement de la première face sur la seconde avec centrage et mise en appui sur des cales prééglées
13. Compactage contrôlé de la deuxième paroi et contrôle de l'enrobage intérieur $C_{2\ bc,int}$ de la boucle de levage, le détrompeur rouge doit être entièrement recouvert de béton
14. Durcissement
15. Décoffrage et stockage sur parc ou dans un conteneur.

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 du système de retournement.

2.7.2. Contrôles de fabrication

Les contrôles doivent permettre de garantir les caractéristiques certifiées suivantes :

- La résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton des parois préfabriquées, $f_{ck,p}$;
- L'épaisseur des parois, b_1 et b_2 ;

- Les enrobages des armatures, en considérant une tolérance sur l'enrobage des armatures définis par le fabricant de +/-1mm pour les MCI « Armacoffré® » et de +/-5 mm pour les MCI « Armacoffré®-CPT ».
- Conditions de mise en œuvre à la fabrication (enrobage intérieur effectif de l'insert, longueur d'ancrage de l'insert, ferrailage spécifique de renfort autour des inserts, n_b d'inserts) ;
- Identification visuelle des inserts de levage et de la nature du MCI : « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT ».

2.7.2.1. Contrôles sur les MCI « Armacoffrés® »

Les procédés « Armacoffré® » font l'objet d'une certification NF 548.

Les contrôles de fabrication sont réalisés suivant le référentiel NF 548 et surveillés par un organisme externe (CSTB).

2.7.2.2. Contrôles sur les MCI « Armacoffrés®-CPT »

Les contrôles de fabrication (matière première, en cours de fabrication, produits finis) sur les procédés « Armacoffré®-CPT » sont effectués conformément à l'Annexe C de la NF EN 14992 et à l'Annexe D de la NF EN 13369. La nature et la fréquence des contrôles sont spécifiées dans le guide des Contrôles de Production en Usine (CPU).

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Données environnementales¹

Le procédé de MCI « Armacoffré® et Armacoffré®-CPT » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

2.8.2. Références chantiers

Depuis la formulation de l'Avis Technique, les titulaires ont réalisé plus de 1.000.000 m² de MCI « Armacoffré® ».

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

Chantier - Ville	Maître d'ouvrage	Entreprise	Quantité (m²)	Année de réalisation	Procédé
ARCHIPEL LOT 5 - STRASBOURG	ADIM-EST / DEMATHIEU-BARD IMMOBILIER	DEMATHIEU	7900	2019	Armacoffré®
STUDENT FACTORY - VANDOEUVRE LES NANCY	VINCI IMMOBILIER NORD-EST	FAYAT	4490	2024	Armacoffré®
CLINIQUE ELSAN - MAIZIERES LES METZ	ISMS	FAYAT	3460	2024	Armacoffré®
ALLEE ERIK SATIE - VANDOEUVRE LES NANCY	SCCV 3000	ADAMI	3280	2025	Armacoffré®
LOGEMENTS CDC HABITAT - STIRING-WENDEL	CDC HABITAT	IRION	3250	2025	Armacoffré®
COLLEGE ST PIERRE CHANEL - THIONVILLE	ASSOCIATION DUPONT DES LOGES	MULTIBAT	2725	2023	Armacoffré®
BRASSERIE JACOUTOT - STRASBOURG	SCI DE L'ECLUSE	WEISS	2360	2023	Armacoffré®
ZAC BOSSUT LOT 14 - PONTOISE	SCCV ZAC BOSSUT 14	UCB	2060	2025	Armacoffré®
PISCINE WOIPPY - WOIPPY	EUROMETROPOLE METZ	BERTHOLD	1910	2025	Armacoffré®
GENERAL DE GAULLE - ECKBOLSHEIM	NEODIM	WEISS	1870	2025	Armacoffré®
POLE MEDICAL - SAINT DIE	MME BEZAZ - MR THIRION	PEDUZZI	1800	2024	Armacoffré®
LES LONGENES - SAINT-APOLLINAIRE	EIFFAGE IMMOBILIER EST	EIFFAGE	1730	2025	Armacoffré®
MAISON DE SANTE - SEICHAMPS	SCIA LA LOUVIERE SANTE	PEDUZZI	1690	2025	Armacoffré®
GS LES PETITS PIANOS - SAINT-DENIS	VILLE DE SAINT-DENIS	ZUB	1573	2023	Armacoffré®
FAUBOURG DE LA HEM - AMIENS	SCCV FHBA	CHRETIEN BATIMENT	1470	2025	Armacoffré®
TEMPO NATURE - AMIENS	ICADE	PRESTIBAT	1250	2025	Armacoffré®
CFA BTP - SARREGUEMINES	CENTRE DE FORMATION D'APPRENTIS	BECK	1230	2025	Armacoffré®
CANTEBONNE - CANTEBONNE	VIVEST	WZ	1080	2024	Armacoffré®
ADHEXPHARMA - CHENÔVE	ADHEXPHARMA	GCBAT	1030	2024	Armacoffré®
CUVE SPRINKLER - SAINT-GENEVIERE-DES-BOIS	LEROY MERLIN FRANCE	PRESTIBAT	830	2025	Armacoffré®
KNORR - DUPPIGHEIM	AREFIM	KS CONSTRUCTION	830	2024	Armacoffré®
MISSIONS AFRICAINES - HAGUENAU	COLLEGE DES MISSIONS AFRICAINES	SOTRAVEST	810	2024	Armacoffré®
ECOLE JARVILLE - JARVILLE LA MALGRANGE	COMMUNE DE JARVILLE-LA-MALGRANGE	ADAMI	780	2025	Armacoffré®

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

2.9.1. Annexe I : Tableaux et figures du Dossier Technique

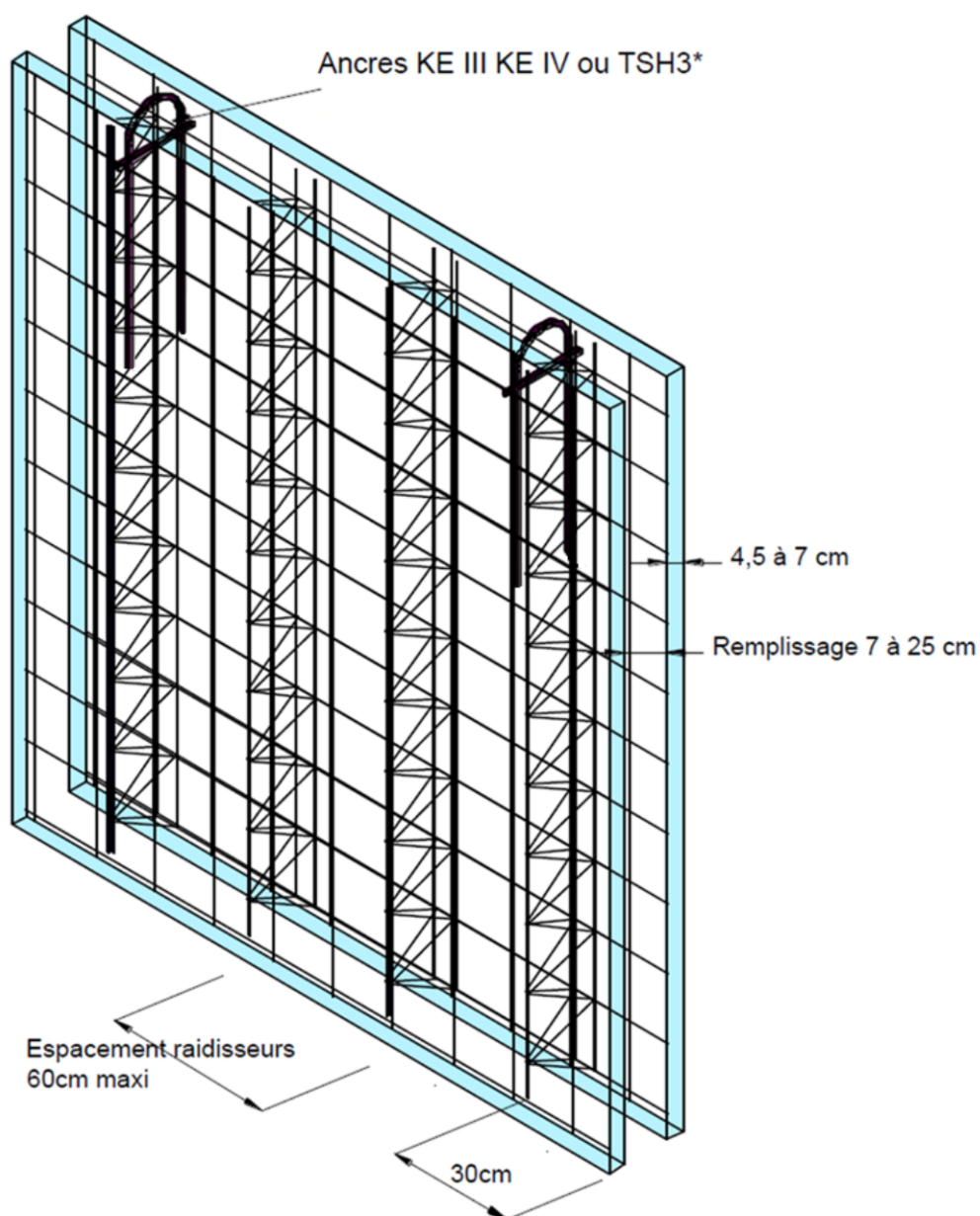
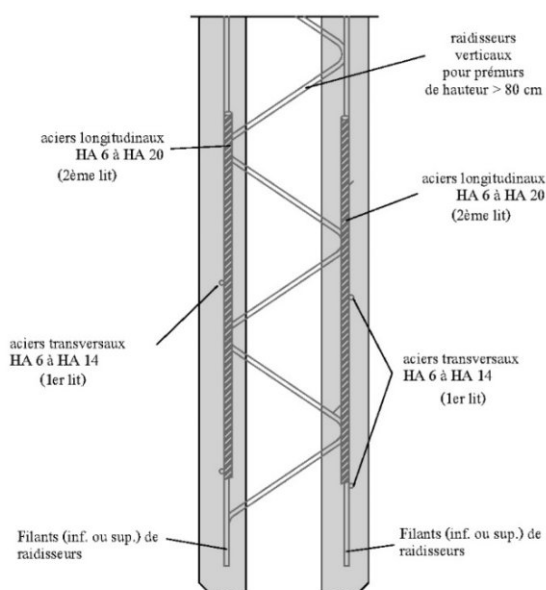
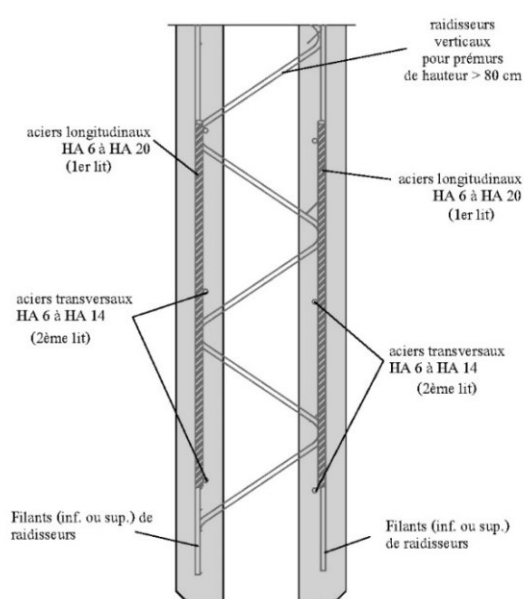


Figure 16- Principe général

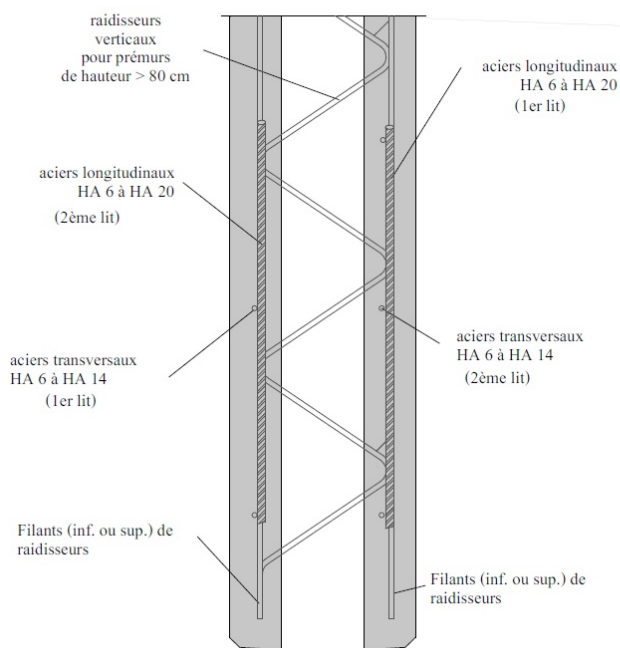
Cas courant aciers transversaux en 1er lit



Cas courant des parois minces Aciers longitudinaux en 1er lit



Aciers transversaux en 1er lit pour une paroi aciers longitudinaux en 1er lit pour l'autre paroi



Cas courant avec ajout de lits supplémentaires

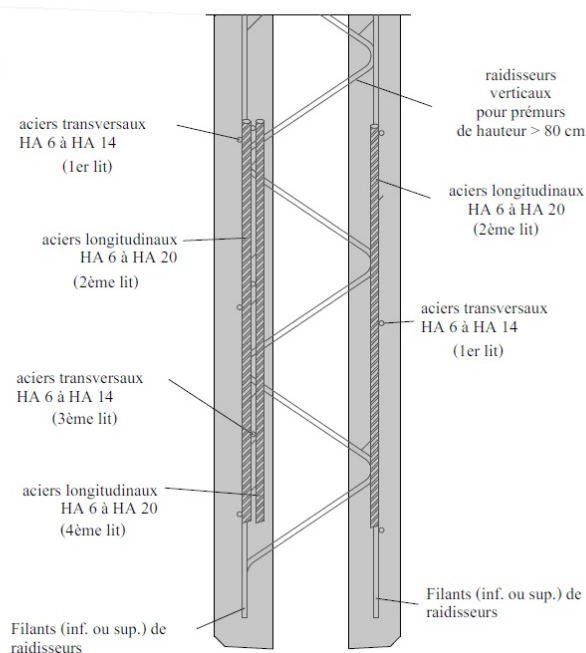
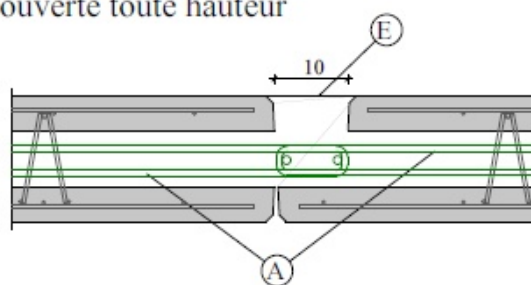
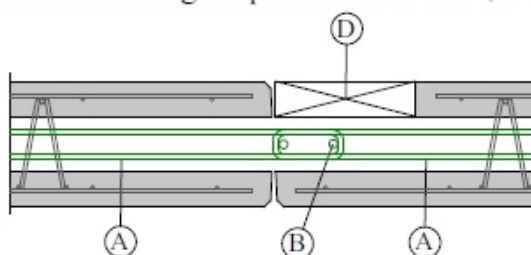


Figure 17 - Principes de ferrailage des MCI «Armacoffré®» et «Armacoffré®-CPT»

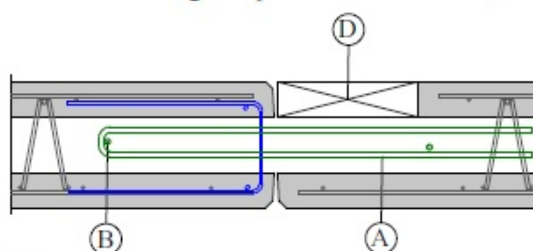
Détail J.1:
Paroi ouverte toute hauteur



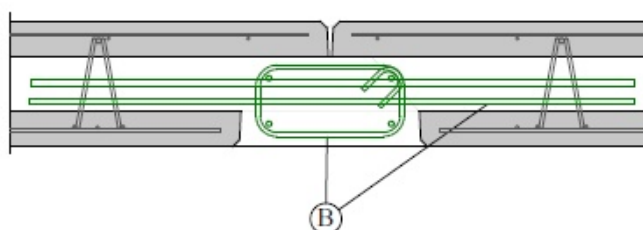
Détail J.2:
Réservations de tirage espacées de 2.50m (2 aciers à riper)



Détail J.3:
Réservations de tirage espacées de 2.50m (1 acier à riper)



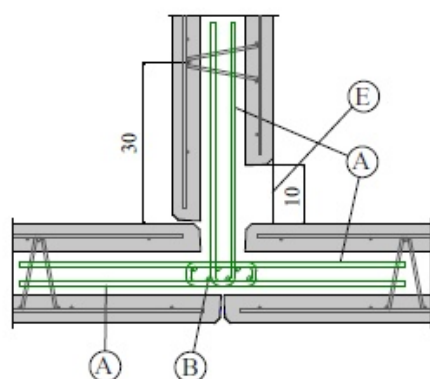
Détail J.4:
Avec poteau intégré



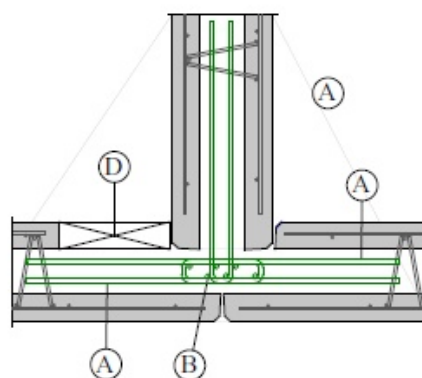
- Ⓐ Les armatures de liaison doivent être intégrées dans les Armacoffrés avant la pose , puis ramenées en position croisée par ripage. L'accès est prévu par les réservations 10 cm x 20 cm ou par les ouvertures
- Ⓑ Cadres et filants mis en oeuvre sur chantier
- Ⓓ Réservations 10 x 20 cm en pied de prémur espacées tous les 2.50 m sur la hauteur
- Ⓔ Ouvertures

Figure 18 - Liaisons verticales droites avec ouvertures dans les parois

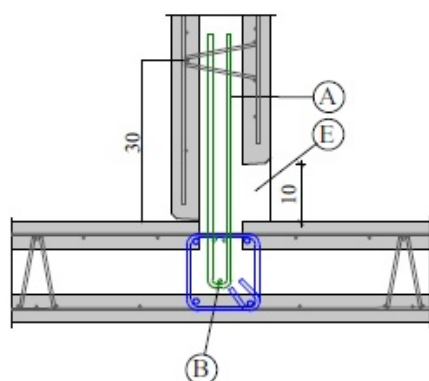
Détail J.8:
Liaisons verticales avec refend



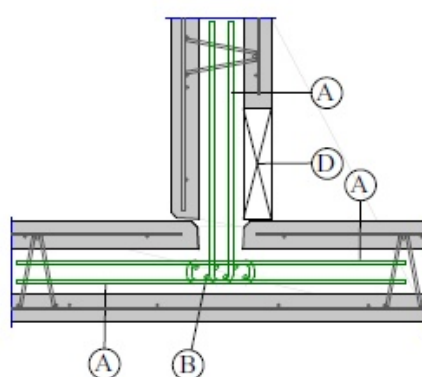
Détail J.9:
Liaisons verticales avec refend



Détail J.10:
Liaisons verticales avec refend



Détail J.11:
Liaisons verticales avec refend

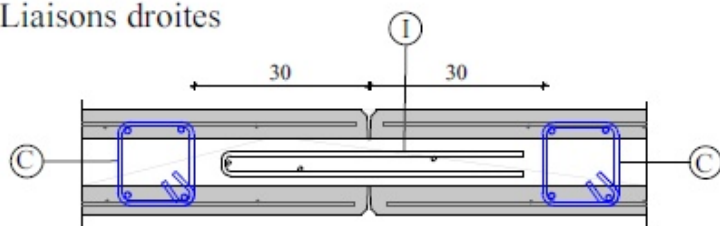


- Ⓐ Les armatures de liaison doivent être intégrées dans les Armacoffrés avant la pose , puis ramenées en position croisée par ripage. L'accès est prévu par les réservations 10 cm x 20 cm ou par les ouvertures
- Ⓑ Filants HA 8, 10 ou 12 selon la zone sismique retenue
- Ⓓ Réserve 10 x 20 cm en pied de prémur espacée tous les 2.50 m sur la hauteur
- Ⓔ Ouvertures

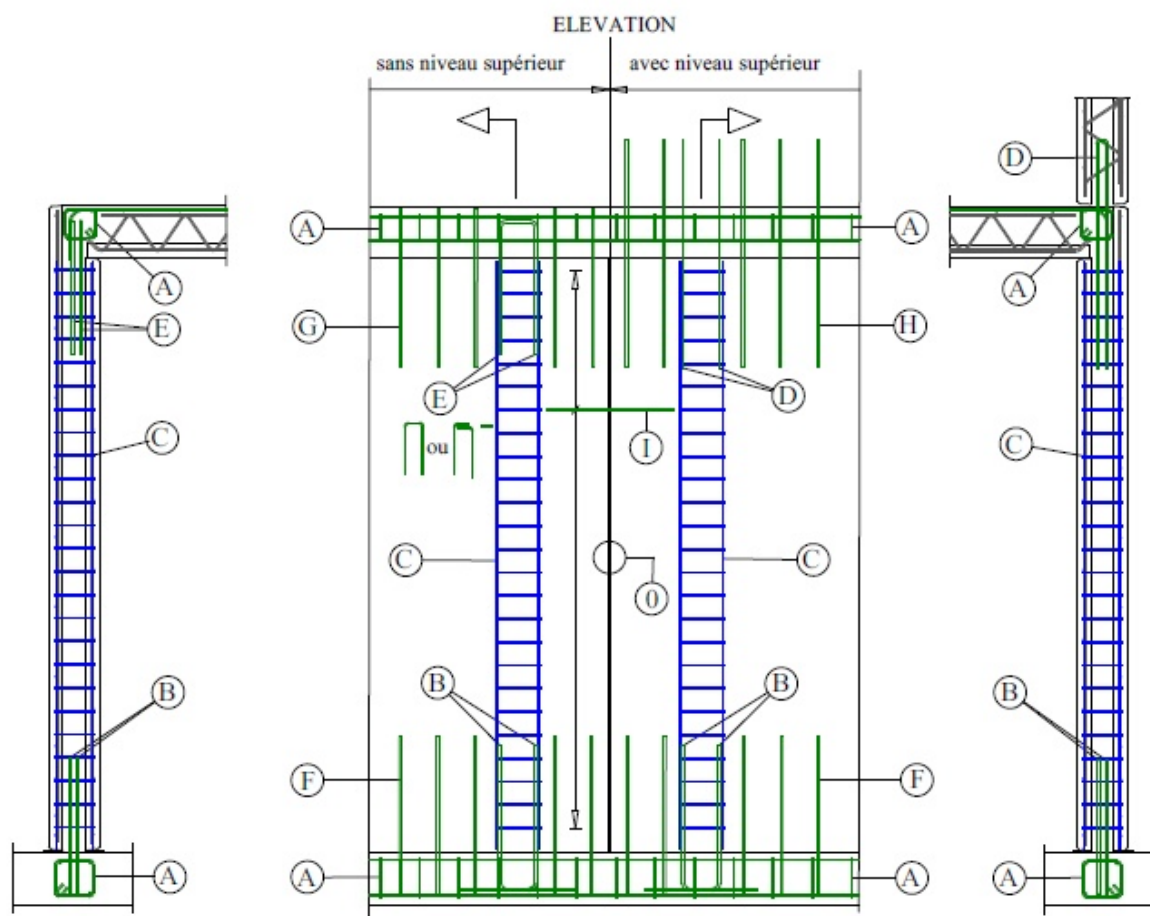
iDSB

Figure 19 - Liaisons verticales articulées couturées avec refend

Détail K.1:
Liaisons droites



Détail K.2:
Réalisation des chaînages horizontal & vertical

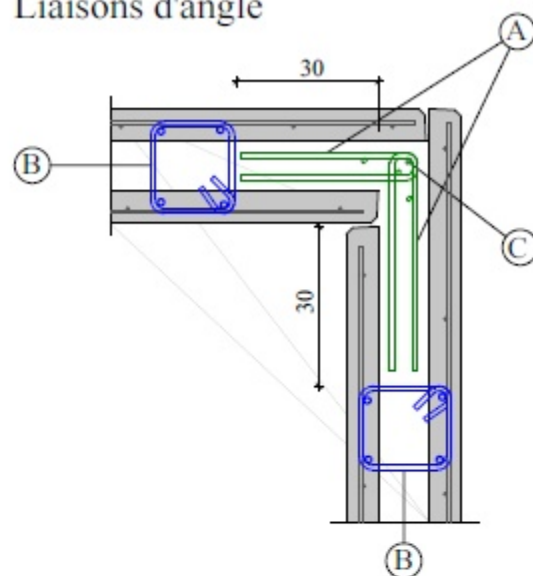


- Ⓐ Joint entre Armacoffrés
- Ⓐ Chaînages horizontaux à disposer dans la fondation et au niveau du plancher
- Ⓑ Armatures en attente des chaînages verticaux
- Ⓒ Chaînages verticaux intégrés de part & d'autre du joint des Armacoffrés, cadres HA 6 e= 10 cm
- Ⓓ Armatures en attente des chaînages verticaux du niveau supérieur
- Ⓔ Armatures de continuité des chaînages horizontal & vertical
- Ⓕ Armatures de liaison en pied de Armacoffrés
- Ⓖ Armatures de liaison avec le plancher du niveau supérieur
- Ⓗ Armatures en attente des Armacoffrés du niveau supérieur
- Ⓘ Armatures de liaison entre Armacoffrés

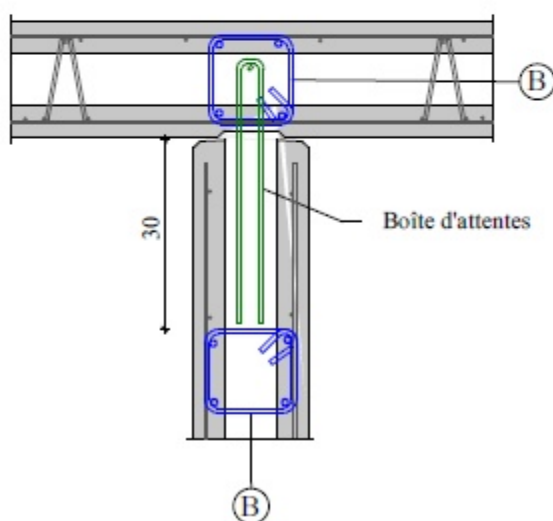
iDSB

Figure 20 - Liaisons articulées chaînées verticales droites

Détail K.3:
Liaisons d'angle



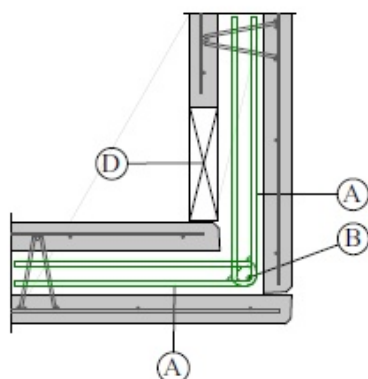
Détail K.4:
Liaisons verticales avec refends



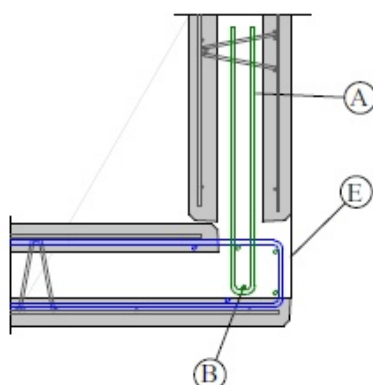
- Ⓐ treillis soudé ou acier façonné avec filants de montage HA 6 $e = 15$ cm mini, à mettre en place sur chantier
- Ⓑ Cadres HA 6 $e = 10$ cm intégré dans le prémur
- Ⓒ Filants HA 8, 10 ou 12 selon la zone sismique retenue + cadres $e = 10$ cm maxi

Figure 21 – Liaisons articulées chaînées verticales d'angle et avec refend

Détail J.6:
Liaisons d'angles
réservations par l'intérieur



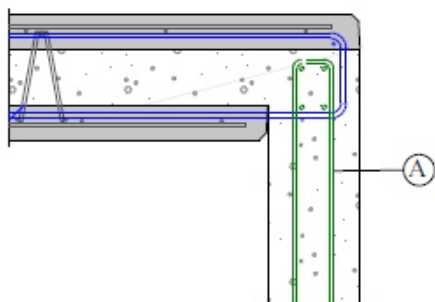
Détail J.8:
Liaisons d'angles
ouverture par l'extérieur cas 2



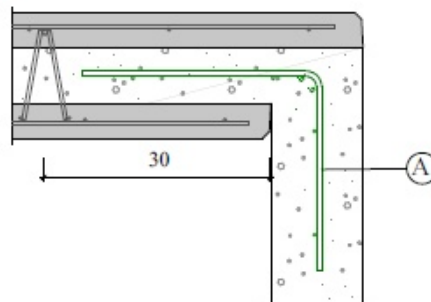
- Ⓐ Les armatures de liaison doivent être intégrées dans les Armacoffrés avant la pose , puis ramenées en position croisée par ripage. L'accès est prévu par les réservations 10 cm x 20 cm ou par les ouvertures
- Ⓑ Filants HA 8, 10 ou 12 selon la zone sismique retenue
- Ⓓ Réservations 10 x 20 cm en pied de prémur espacées tous les 2.50 m sur la hauteur
- Ⓔ Ouvertures

Figure 22 - Liaisons articulées couturées verticales d'angle

Détail L.1:
solution encastree: Armacoffré coulé
avec le refend

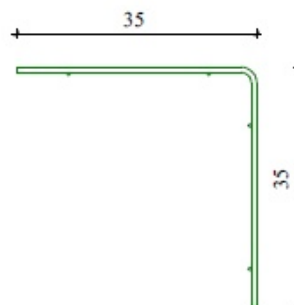
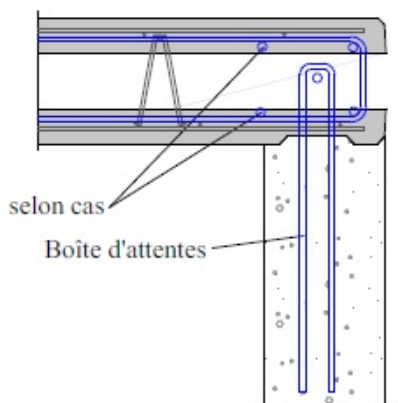


Détail L.2:
solution articulée: Armacoffré coulé avec
le refend avec chaînage 1 ou 2 filants
*

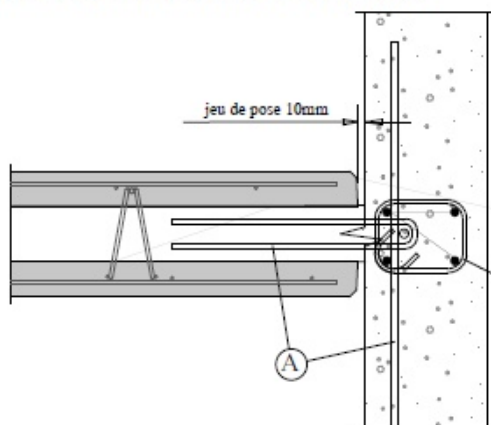


* représentation faite avec 2 filants

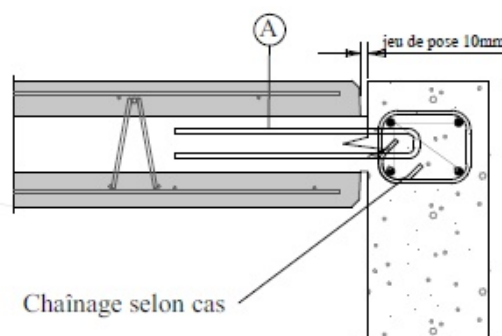
Détail L.3:
solution articulée: Armacoffré coulé avant
le refend avec boîte d'attente



Détail L.4:
solution articulée: Armacoffré coulé contre
le voile banché (zone courante)



Détail L.5:
solution articulée: Armacoffré coulé contre
le voile banché (cas d'angle)



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier

IDSB

Figure 23 - Liaison avec élément béton armé coulé en place

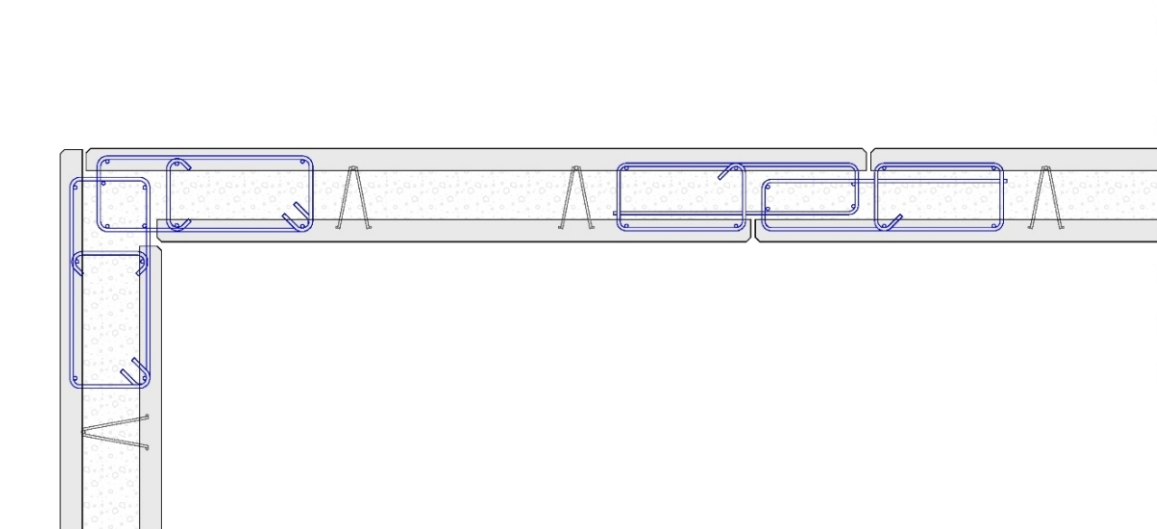


Figure 24 - dispositions d'étanchéité par le béton seul, cas des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » posés avant radier

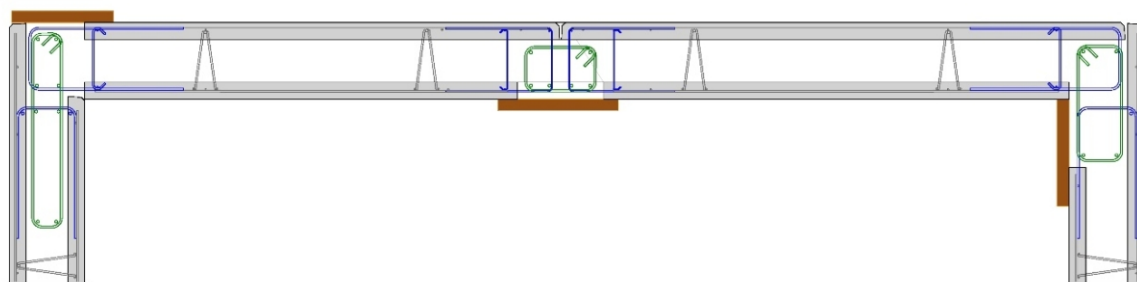


Figure 25 - dispositions d'étanchéité par le béton seul, cas des MCI « Armacoffré® » et « Armacoffré®-CPT » posés après radier

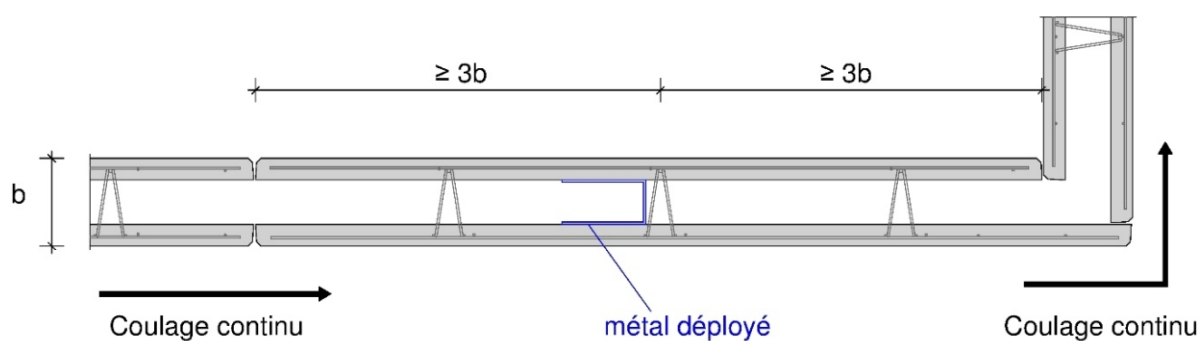
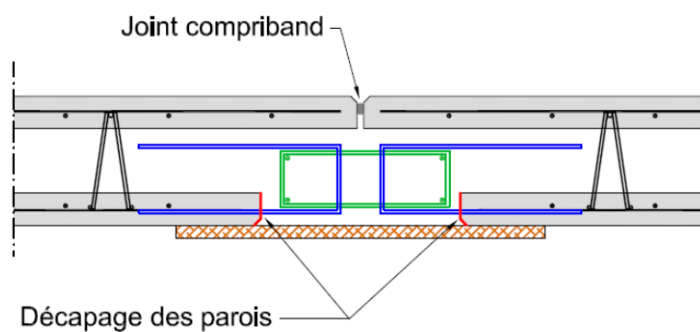


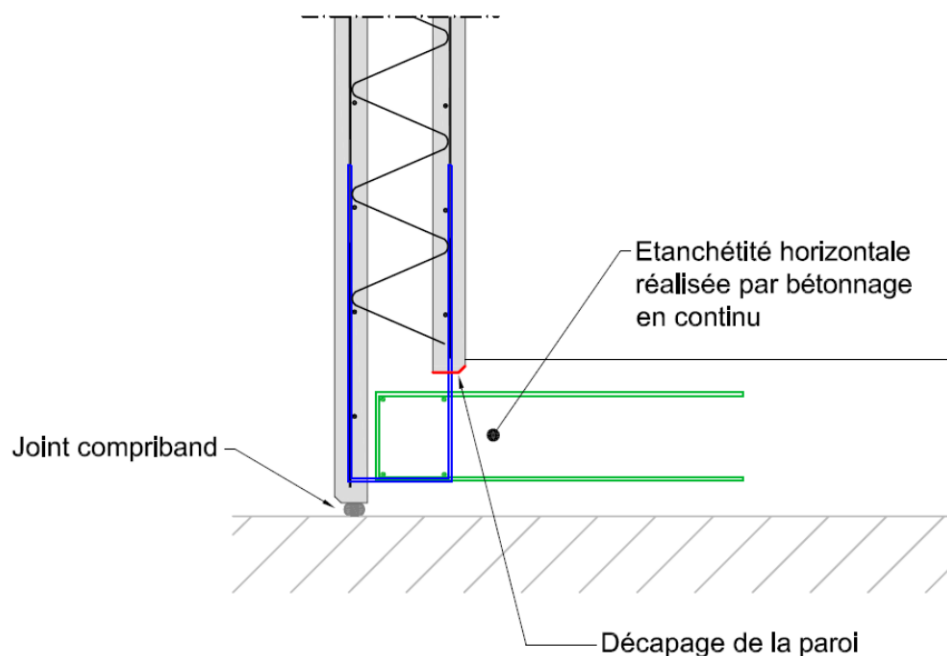
Figure 26 - continuité du bétonnage pour cuvelage



ETAPES A SUIVRE :

1. Décapage des parois préfabriquées
2. Mise en œuvre du produit pour la cristallisation
3. Coffrage du joint
4. Bétonnage

Figure 27 – Préparation des joints verticaux avant le traitement de cristallisation

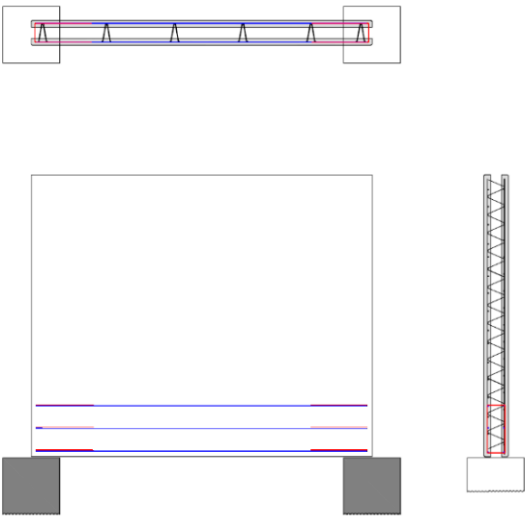
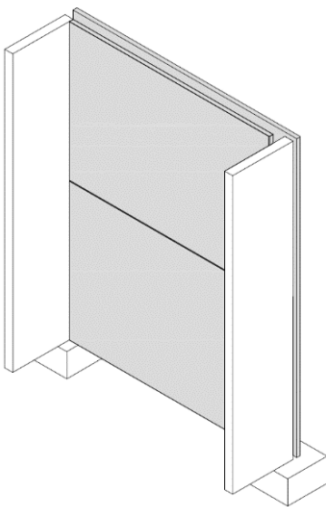
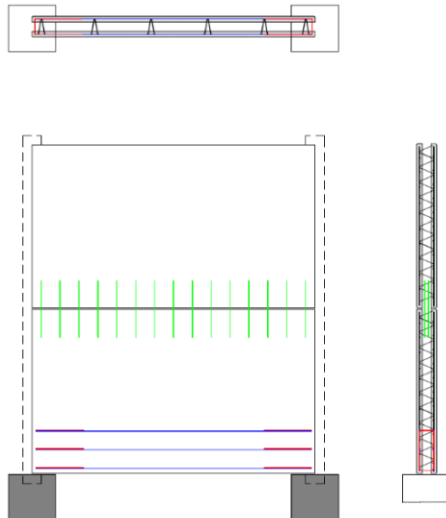


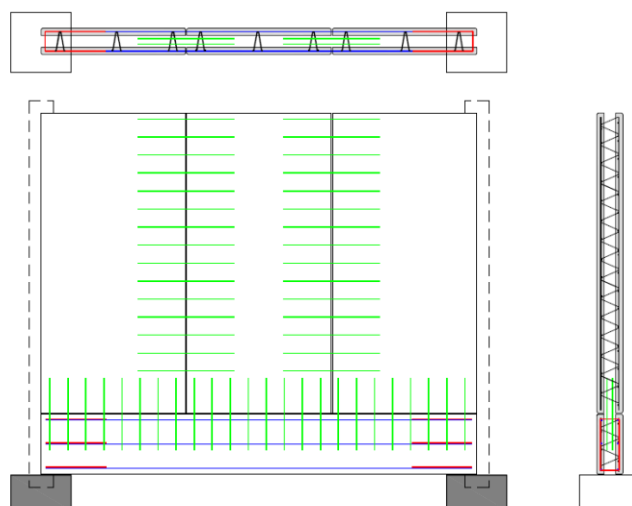
ETAPES A SUIVRE :

1. Décapage de la paroi préfabriquée
2. Mise en œuvre du produit pour la cristallisation
3. Bétonnage

Figure 28 – Préparation des joints entre le mur et le radier avant le traitement de cristallisation

2.9.2. Annexe II : Schémas de principe des liaisons entre MCI « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT » pour la réalisation de poutres-voiles

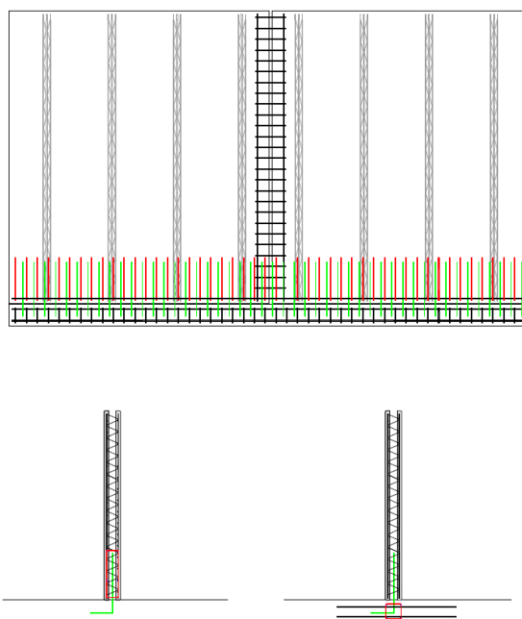
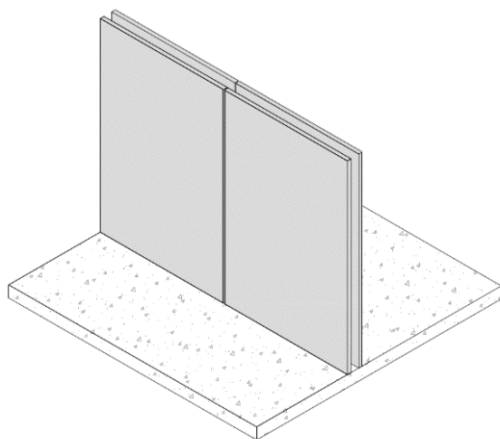
Cas 1	
	
<i>Poutre-voile réalisée en un seul tenant, avec intégration complète du tirant dans le MCI « Armacoffré® ».</i> Cette solution ne nécessite pas de vérifications particulières étant donné l'absence de joints hormis la vérification du déversement si nécessaire. Prévoir un calage de 3 cm minimum sur les plots de fondation.	
Cas 2	
	
<i>Poutre-voile réalisée avec plusieurs MCI « Armacoffré® » superposés.</i> Cette solution nécessite la vérification du joint à l'effort tranchant. Le type de liaison est choisi en fonction de l'effort à reprendre. Prévoir un calage de 3 cm minimum sur les plots de fondation. Observation : ce type de configuration nécessite la présence de raidisseurs aux extrémités de la poutre voile.	

Cas 3**Poutre-voile en plusieurs parties.**

La zone du tirant est réalisée de manière traditionnelle ou à l'aide d'une pièce préfabriquée, la zone supérieure est constituée de MCI « Armacoffré® ».

Ce type de configuration nécessite la vérification de la résistance des joints à l'effort tranchant.

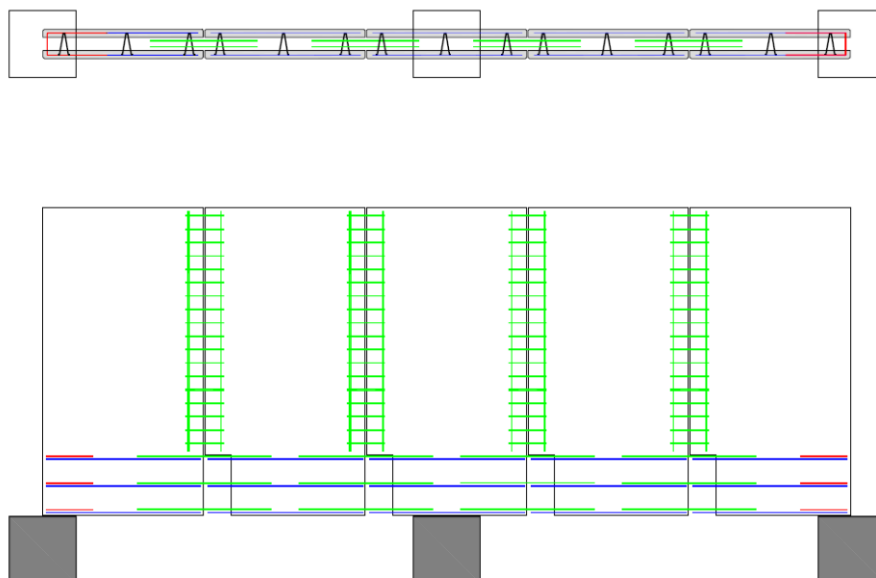
Les types de liaisons sont choisis en fonction de l'effort à reprendre.

Cas 4**Poutre-voile reprenant la dalle inférieure.**

Le tirant de la poutre-voile est disposé dans l'épaisseur de la dalle ou dans la partie inférieure des MCI « Armacoffré® ».

Ce type de configuration nécessite la vérification de la résistance des joints à l'effort tranchant.

Les types de liaisons sont choisis en fonction de l'effort à reprendre.

Cas 5

Poutre-voile réalisée entièrement en MCI « Armacoffré® » avec continuité sur une ou plusieurs travées.

Les tirants de la poutre-voile sont intégrés en partie inférieure et supérieure des MCI « Armacoffré® », et éclissés au droit de joints.

Une lumière en partie basse permet d'éclisser les filants inférieurs au droit des joints.

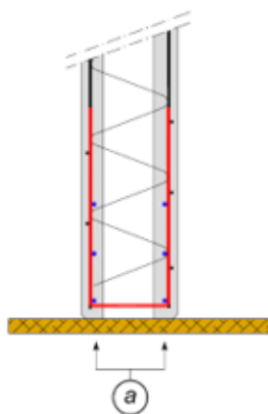
Ce type de configuration nécessite la vérification de la résistance des joints à l'effort tranchant.

Les types de liaisons sont choisis en fonction de l'effort à reprendre.

Variantes :

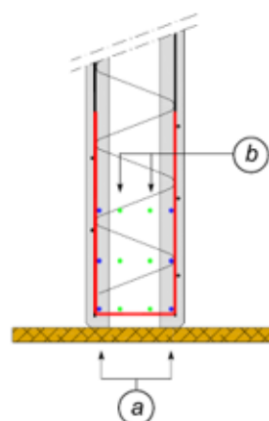
Le tirant supérieur peut être disposé entièrement dans la partie coulée en place (dalle, poutre, etc...) ;

Le tirant inférieur peut être disposé dans un élément préfabriqué ou dans une dalle.

Détails du tirant inférieur d'une poutre-voile réalisée en « Armacoffré® » ou « Armacoffré®-CPT »


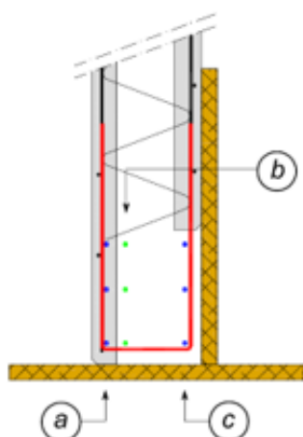
a : tirants inférieurs intégrés dans les parois

Figure 29 – Tirants intégrés au MCI « Armacoffré® » sans joints verticaux



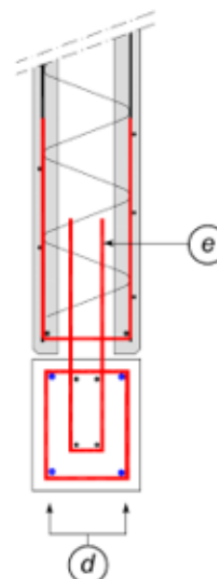
a : tirants inférieurs intégrés dans les parois
b : éclisses au droit du joint vertical

Figure 30 – Tirants intégrés au MCI « Armacoffré® » avec joints verticaux



a : tirants inférieurs intégrés dans les parois
b : éclisses au droit du joint vertical
c : tirants inférieurs mis en œuvre sur chantier

Figure 31 – Tirants inférieurs mis en œuvre sur chantier avec ou sans joints verticaux

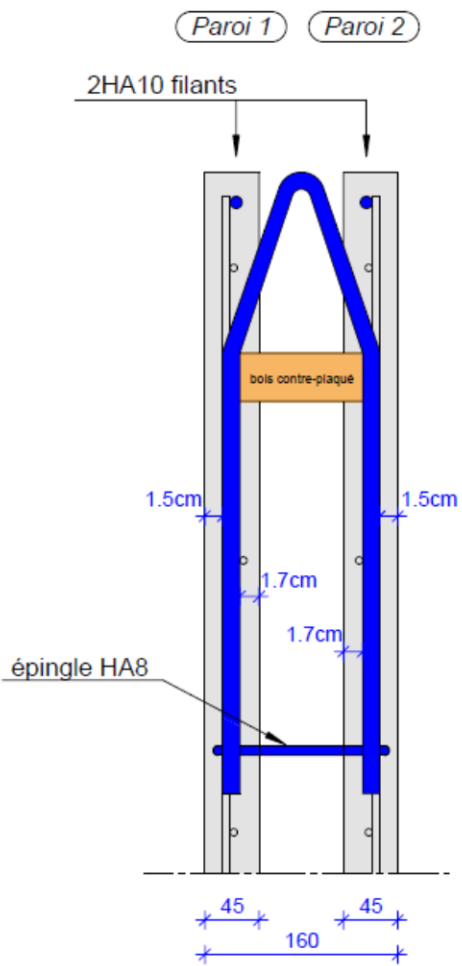
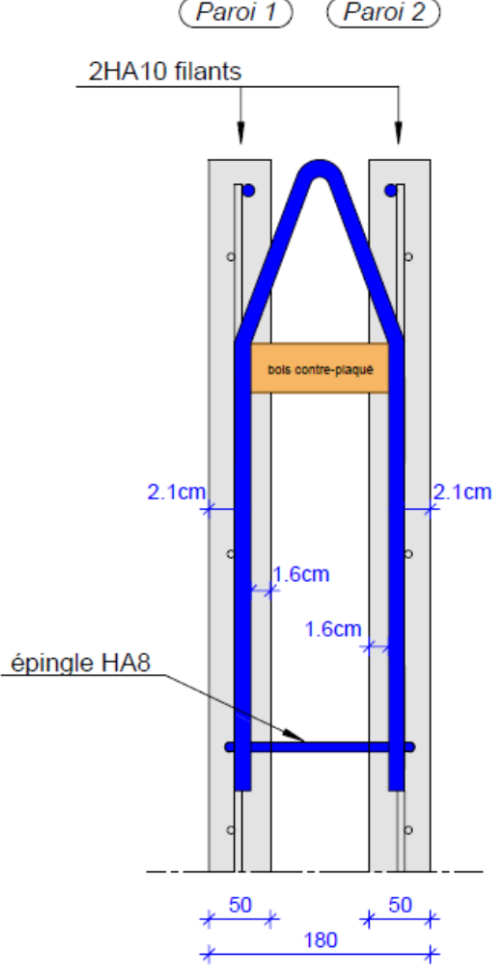


d : armatures du tirant réalisé sur chantier
e : armatures de couture entre l'Armacoffré et le tirant réalisé sur chantier

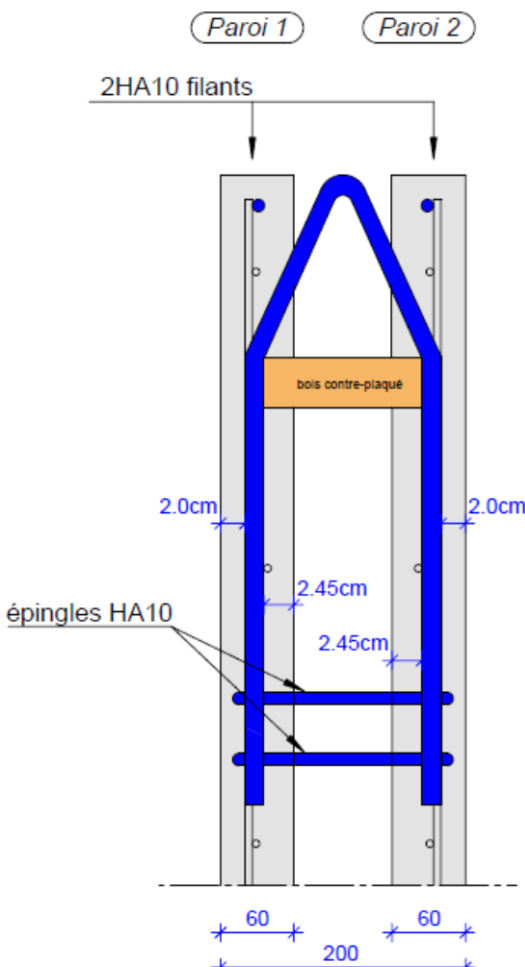
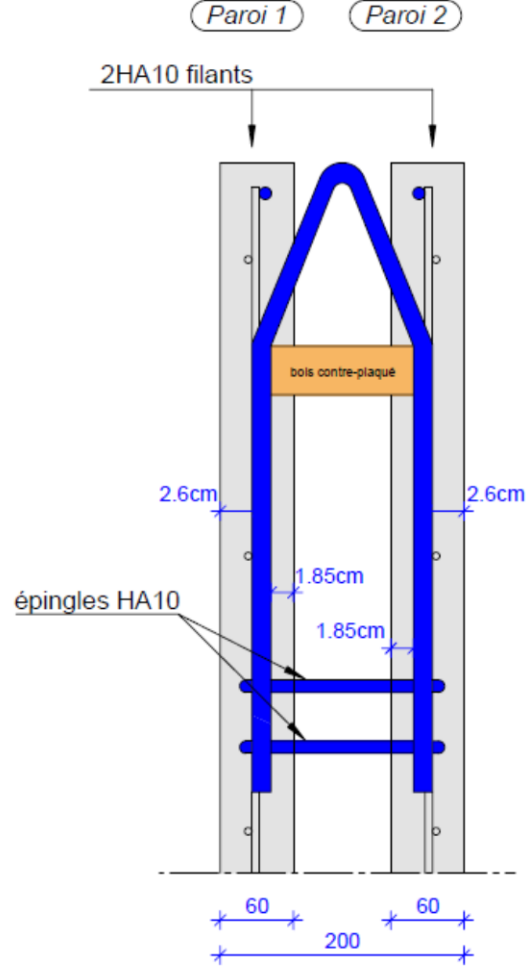
Figure 32 – Tirant réalisé sur chantier

2.9.3. Annexe III : Schémas de principe d'incorporation des boucles de levage KE III et KE IV sous Avis Technique en cours de validité

Dispositions minimales pour l'utilisation des boucles de levage avec les MCI « Armacoffré® »

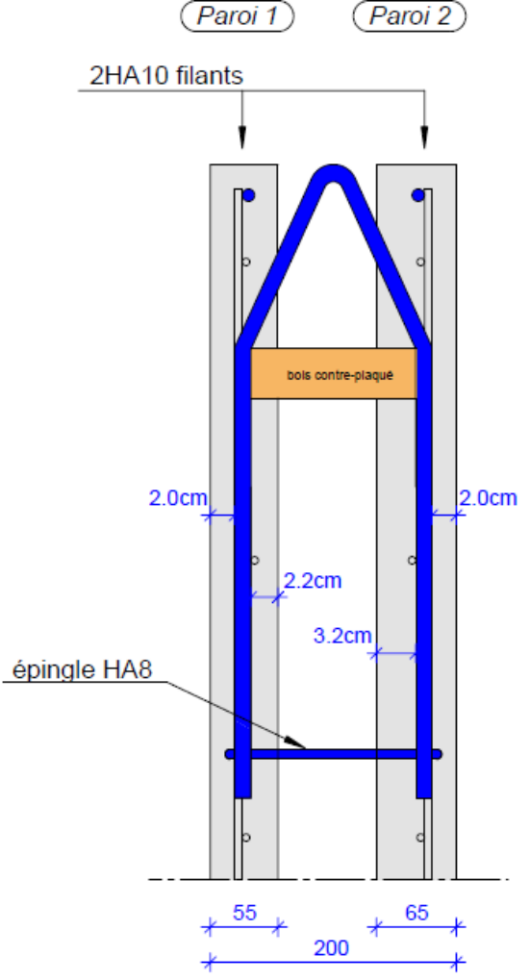
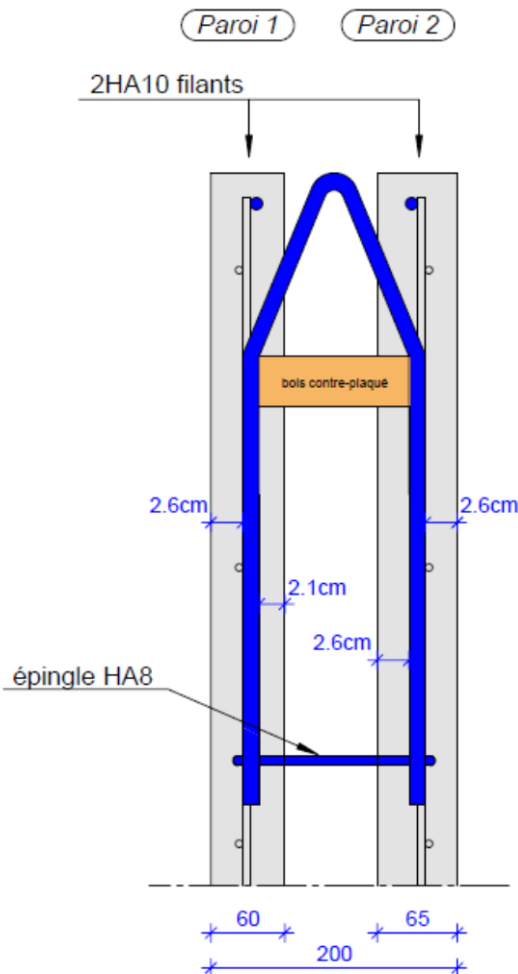
Type de MCI : « Armacoffré® » Type de boucle de levage : KE III. Type de ferrailage des parois préfabriquées : inversé.	Type de MCI : « Armacoffré® » Type de boucle de levage : KE III. Type de ferrailage des parois préfabriquées : traditionnel.
 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 16 cm Epaisseur paroi 1 : 4.5cm Epaisseur paroi 2 : 4.5cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 1.5cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 1.7cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 1.5cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 1.7cm NOTA : Le calage au droit des boucles de levage permet une tolérance en moins de 0 sur l'enrobage extérieur des boucles ($c_{1bc,ext}$ et $c_{2bc,ext}$).	 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 18 cm Epaisseur paroi 1 : 5.0cm Epaisseur paroi 2 : 5.0cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 2.1cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 1.6cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 2.1cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 1.6cm

NOTA : Les valeurs nominales d'enrobage intérieur et extérieur indiquées pour chaque configuration peuvent varier en fonction des caractéristiques du projet (classe d'exposition requise, diamètre des armatures dans les parois, ...) mais respectent toujours les valeurs minimales prévues par l'AT des boucles KE III ALRUNO, à savoir $c_{2bc,ext} = c_{1bc,ext} \geq 15 \text{ mm}$ et $c_{1bc,int} = c_{2bc,int} \geq 13 \text{ mm}$.

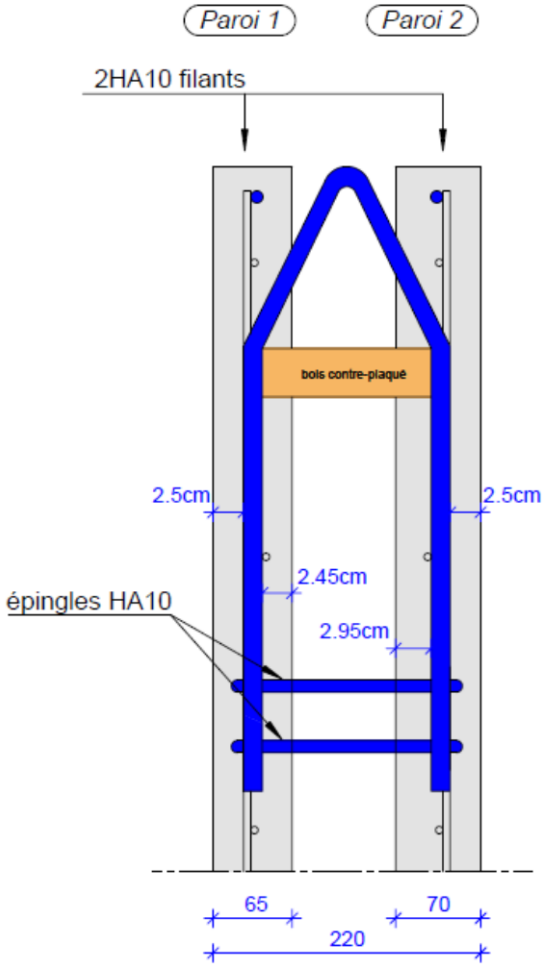
Type de MCI : « Armacoffré® » Type de boucle de levage : KE IV. Type de ferrailage des parois préfabriquées : inversé.	Type de MCI : « Armacoffré® » Type de boucle de levage : KE IV. Type de ferrailage des parois préfabriquées : traditionnel.
 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 20 cm Epaisseur paroi 1 : 6.0cm Epaisseur paroi 2 : 6.0cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 2.0cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 2.45cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 2.0cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 2.45cm NOTA : Le calage au droit des boucles de levage permet une tolérance en moins de 0 sur l'enrobage extérieur des boucles ($c_{1bc,ext}$ et $c_{2bc,ext}$).	 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 20 cm Epaisseur paroi 1 : 6.0cm Epaisseur paroi 2 : 6.0cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 2.6cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 1.85cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 2.6cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 1.85cm

NOTA : Les valeurs nominales d'enrobage intérieur et extérieur indiquées pour chaque configuration peuvent varier en fonction des caractéristiques du projet (classe d'exposition requise, diamètre des armatures dans les parois, ...) mais respectent toujours les valeurs minimales prévues par l'AT des boucles KE IV ALRUNO, à savoir $c_{1bc,ext} = c_{2bc,ext} \geq 20$ mm et $c_{1bc,int} = c_{2bc,int} \geq 18$ mm.

Dispositions minimales pour l'utilisation des boucles de levage avec les MCI « Armacoffré®-CPT »

Type de MCI : « Armacoffré®-CPT » Type de boucle de levage : KE III. Type de ferrailage des parois préfabriquées : inversé.	Type de MCI : « Armacoffré®-CPT » Type de boucle de levage : KE III. Type de ferrailage des parois préfabriquées : traditionnel.
 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 20 cm Epaisseur paroi 1 : 5.5cm Epaisseur paroi 2 : 6.5cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 2.0cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 2.2cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 2.0cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 3.2cm	 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 20 cm Epaisseur paroi 1 : 6.0cm Epaisseur paroi 2 : 6.5cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 2.6cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 2.1cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 2.6cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 2.6cm

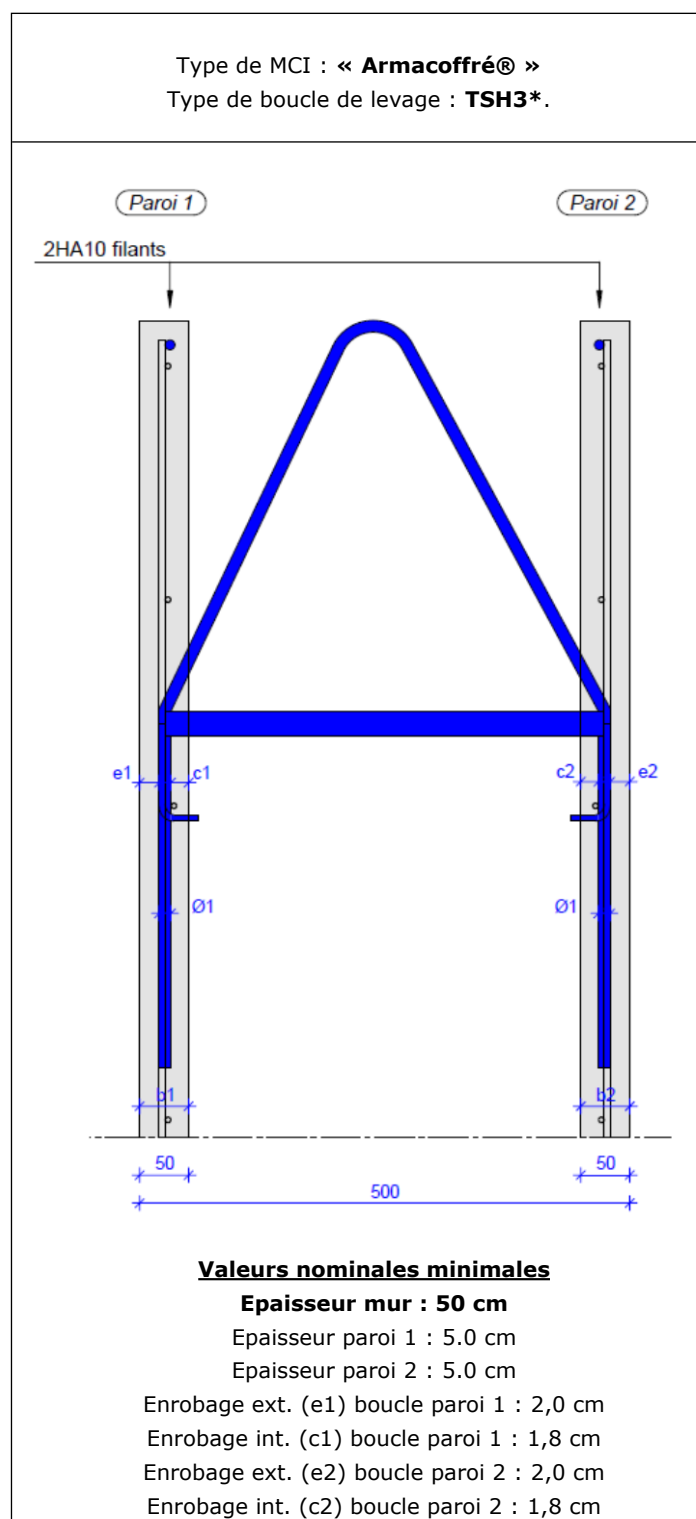
NOTA : Les valeurs nominales d'enrobage intérieur et extérieur indiquées pour chaque configuration peuvent varier en fonction des caractéristiques du projet (classe d'exposition requise, diamètre des armatures dans les parois, ...) mais respectent toujours les valeurs minimales prévues par l'AT des boucles KE III ALRUNO, à savoir $c_{1bc,ext} = c_{2bc,ext} \geq 20 \text{ mm}$ et $c_{1bc,int} = c_{2bc,int} \geq 18 \text{ mm}$.

Type de MCI : « Armacoffré®-CPT » Type de boucle de levage : KE IV. Type de ferrailage des parois préfabriquées : inversé.	
 Valeurs nominales minimales Epaisseur mur : 22 cm Epaisseur paroi 1 : 6.5cm Epaisseur paroi 2 : 7.0cm Enrobage ext. boucle paroi 1 : 2.5cm Enrobage int. boucle paroi 1 : 2.45cm Enrobage ext. boucle paroi 2 : 2.5cm Enrobage int. boucle paroi 2 : 2.95cm	

NOTA : Les valeurs nominales d'enrobage intérieur et extérieur indiquées pour chaque configuration peuvent varier en fonction des caractéristiques du projet (classe d'exposition requise, diamètre des armatures dans les parois, ...) mais respectent toujours les valeurs minimales prévues par l'AT des boucles KE IV ALRUNO, à savoir $c_{1bc,ext} = c_{2bc,ext} \geq 25$ mm et $c_{1bc,int} = c_{2bc,int} \geq 23$ mm.

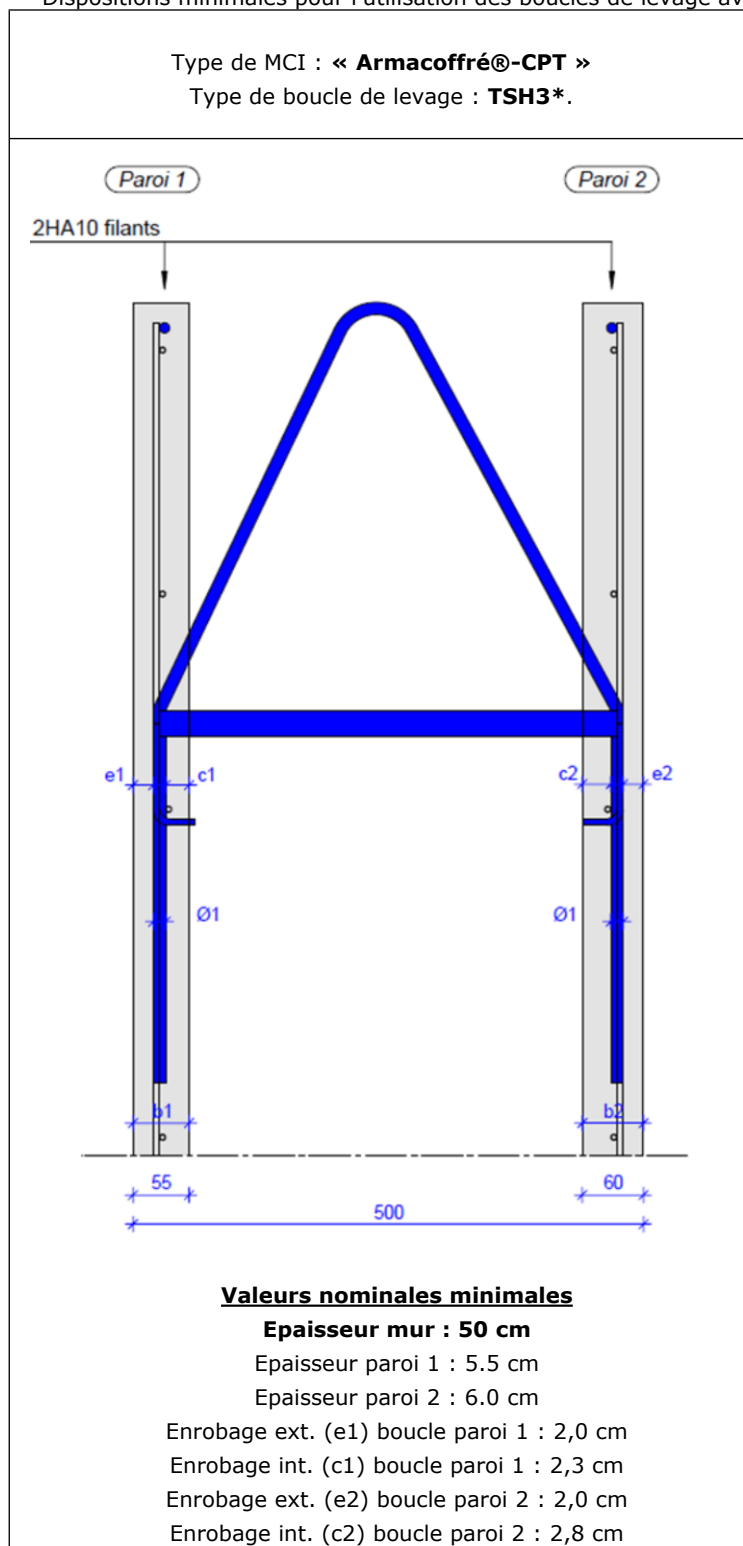
2.9.4. Annexe IV : Schémas de principe d'incorporation des boucles de levage TSH3* sous Avis Technique en cours de validité

Dispositions minimales pour l'utilisation des boucles de levage avec les MCI « Armacoffré® »



NOTA : Les valeurs nominales d'enrobage intérieur et extérieur indiquées pour chaque configuration peuvent varier en fonction des caractéristiques du projet (classe d'exposition requise, diamètre des armatures dans les parois, ...) mais respectent toujours les valeurs minimales prévues par l'AT des boucles TSH3* SYSPRO, à savoir $c_{1bc,ext} = c_{2bc,ext} \geq 20 \text{ mm}$ et $c_{1bc,int} = c_{2bc,int} \geq 15 \text{ mm}$.

Dispositions minimales pour l'utilisation des boucles de levage avec les MCI « Armacoffré®-CPT »



NOTA : Les valeurs nominales d'enrobage intérieur et extérieur indiquées pour chaque configuration peuvent varier en fonction des caractéristiques du projet (classe d'exposition requise, diamètre des armatures dans les parois, ...) mais respectent toujours les valeurs minimales prévues par l'AT des boucles TSH3* SYSPRO, à savoir $c_{1bc,ext} = c_{2bc,ext} \geq 20 \text{ mm}$ et $c_{1bc,int} = c_{2bc,int} \geq 15 \text{ mm}$.