

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3/12-729**

Annule et remplace l'Avis Technique 3/08-584

Mur à coffrage intégré
Incorporated shuttering wall
Wand mit integrierter
Schalung

Ne peuvent se prévaloir du présent Document Technique d'Application que les productions certifiées, marque CSTBat dont la liste à jour est consultable sur Internet à l'adresse :

www.cstb.fr

rubrique :

Evaluations
Certification des produits et des services

Armacoffré®

Relevant des normes

NF EN 14992

NF EN 15258

Titulaire : H&H Technologies
8, rue Catherine Schweitzer
FR-67170 OLWISHEIM
Tél. : +33 (0)3 88 69 48 52
Fax : +33 (0)3 88 69 41 53
Internet : www.hethtechnologies.com
E-mail : info@hethtechnologies.com

Co-Titulaires : IDSB et IDSB Nord Est
4, rue de Hoerdts
F-67550 ECKWERSHEIM

Usines : Buerkle Bétonwerk
Heideweg 8
D-77880 SASBACH,
Beton-Betz GMBH
Rappenauer strasse 46
D-74912 KIRCHARDT,
CDLP
rue de la Gache
F- 38530 Barraux,

Maison Bleue
Impasse de la Grotte BP 19
F-85250 La Rabatelière,
Préfaix
Kasteelstraat 9
B-8980 Geluvelde,
SAPB
quartier les Fauries
F- 05230 La Bâtie Neuve.

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n°3

Structures, planchers et autres composants structuraux

Vu pour enregistrement le 26 avril 2013

Le Groupe Spécialisé n° 3 de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné le 11 septembre 2012 le procédé de mur à coffrage intégré « Armacoffré® » exploité par les sociétés H&H TECHNOLOGIES, IDSB et IDSB Nord Est. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après, qui annule et remplace l'Avis Technique 3/08-584. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France Européenne. L'Avis Technique formulé n'est valable que si la certification CSTBat visée dans le Dossier Technique, basée sur un suivi annuel et un contrôle extérieur, est effective.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

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

Des aciers de liaison sont insérés en œuvre dans le béton coulé sur place; les panneaux de coffrage peuvent être associés à des éléments structuraux complémentaires coulés sur place ou préfabriqués auxquels ils peuvent être reliés par des aciers de continuité pour constituer des poutres-voiles, poutres ou poteaux.

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

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

Revêtements

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

1.2 Mise sur le marché

Les éléments de mur en béton armé visés dans le présent Avis sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 30 juin 2008 portant application à certains produits préfabriqués en béton du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, modifié par les décrets n° 95-1051 du 20 septembre 1995 et n°2003-947 du 3 octobre 2003.

1.3 Identification

L'identification des composants se fait comme indiqué au paragraphe A.4 par le tenant du système.

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

2. AVIS

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

L'Avis ne vaut que pour les fabrications faisant l'objet d'un certificat CSTBat délivré par le CSTB.

2.1 Domaine d'emploi accepté

Murs d'ouvrages, de locaux d'habitation, bureaux, établissements recevant du public, locaux industriels pouvant comporter plusieurs niveaux de sous-sol, en situation immergée ou non. Les limites de hauteur résultent de l'application des règles de dimensionnement approuvées, définies ci-après.

Possibilité d'emploi en zone sismique 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, moyennant les dispositions constructives définies dans le Dossier Technique et complétées par les prescriptions du CPT MCI (Cahier du CSTB 3690).

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Stabilité

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

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

Sécurité au feu.

Les durées des critères d'exigence coupe-feu ou stabilité au feu d'un mur réalisé selon le procédé « Armacoffré® » peuvent être justifiées par application des règles de calcul FB (DTU P 92-701) à l'ensemble du mur considéré comme homogène de ce point de vue. En particulier, les éléments comprimés doivent être traités comme des éléments comprimés standards (art. 7.1 et 7.3 des règles FB), les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan comme des prédalles (art. 7.4 des règles FB) et les poutres comme des poutres standards (art. 7.5 des règles FB).

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

Le système permet de l'assurer normalement.

Isolation thermique

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

Isolation acoustique

A défaut de résultat expérimental, l'indice d'affaiblissement acoustique d'un mur peut être estimé à l'aide de l'annexe B de la norme NF EN 12354-1 appliqué à l'ensemble des peaux coffrantes et du béton coffré, considéré comme homogène de ce point de vue ; la présence de joints entre peaux coffrantes est considérée comme peu influente sur cet indice. L'estimation de la performance acoustique des bâtiments intégrant ce type de procédé pourra aussi s'appuyer sur la série de normes de la série NF EN 12354 (-1 à 6).

Étanchéité des murs extérieurs

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

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

Risques de condensation superficielle

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

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

Confort d'été

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

Finitions-Aspect

Les finitions prévues sont à l'extérieur soit celles d'un enduit sur isolant, soit les finitions classiques sur béton ; à l'intérieur on trouve, en correspondance, soit les finitions classiques sur béton soit les finitions du parement du doublage isolant. Leur comportement ne devrait pas poser de problème particulier si leurs conditions de mise en œuvre satisfont au Cahier des Prescriptions Techniques ci-après. Il ne peut être cependant totalement exclu que, malgré la présence nécessaire d'aciers de liaison,

de fines fissures, sans autre inconvénient que leur aspect, se manifestent au droit de certains joints entre panneaux de coffrage non revêtus. En cas d'absence d'aciers de liaison dans les jonctions intérieures, une fissuration du mur au droit des joints est probable.

2.22 Durabilité-Entretien

Moyennant les précautions de fabrication et de mise en œuvre, et les limitations précisées dans le Cahier des 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.

2.23 Fabrication et contrôle

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

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

Le présent Avis est formulé dans l'hypothèse de l'existence d'un autocontrôle de la fabrication, surveillé par le CSTB et reconnu par une certification CSTBat. Les « Armacoffré@s » bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence du logo CSTBat suivi du numéro de marquage apposé sur eux.

2.24 Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises en liaison dès la phase de conception avec le fabricant titulaire de l'Avis, qui leur livre les panneaux de coffrage accompagnés du plan de pose complet, elle présente d'importantes différences par rapport aux méthodes traditionnelles définies dans le DTU 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 Cahier des Prescriptions Techniques ; elles nécessitent en outre de l'entreprise de mise en œuvre des précautions particulières et un entraînement des équipes de montage. Le titulaire de l'Avis fournira aux entreprises un Cahier des charges de montage et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel. Il leur diffusera le contenu du présent Avis Technique et notamment le domaine d'emploi accepté et les prescriptions techniques dont il est assorti.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques Particulières

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

2.31 Conditions de conception

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

2.32 Contrôle et certification

Les contrôles doivent permettre de garantir les caractéristiques certifiées suivantes :

- la résistance caractéristique à la compression à 28 jours du béton des parois préfabriquées, $f_{c,p}$
- épaisseur des parois, b_1 et b_2
- enrobages des armatures et des raidisseurs.

En considérant une tolérance sur l'enrobage des armatures et des raidisseurs définie par le fabricant de $+1/-1$ mm.

Conclusions

Appréciation globale

A condition que chaque fabrication bénéficie d'une certification CSTBat, l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé est appréciée favorablement.

Validité

5 ans, jusqu'au 30 septembre 2017

Pour le Groupe Spécialisé n°3
La Présidente
Roseline LARQUETOUX

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

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

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

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

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°3
Anca CRONOPOL

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'emploi

1.1 Destination et principe

Le mur à coffrage intégré Armacoffré® est composé de deux parois d'une épaisseur courante de 4,5 à 7 cm 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. Sont considérées comme des « parois minces » les parois inférieures à 5,5 cm.

Le procédé de mur à coffrage intégré Armacoffré® 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.

Les murs Armacoffrés® 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 à l' Armacoffré® .

L'assemblage entre Armacoffrés®, dans les angles, en partie courante ou avec les autres composants de structure est réalisé par des armatures intégrées à l'Armacoffré® ou disposées dans le béton coulé en place.

Des armatures de poteaux, longrines, linteaux, encadrements de baies peuvent être intégrées à l'Armacoffré® ou mises en œuvre sur chantier.

Les huisseries, menuiseries, gaines, boîtiers électriques, platines métalliques, baguettes décoratives, goujons, équipements ou inserts divers peuvent être intégrés à l'Armacoffré® ou rapportés sur chantier dans des réservations prévues à cet effet.

L'une des parois peut être matriciée.

L'étanchéité des Armacoffrés® 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. 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 jointoiment
- les matériaux d'habillage, de traitement des parois ou d'isolation

2.1 Bétons

Le béton réalisé en usine est conforme à la norme NF EN 13369. Sa résistance caractéristique à 28 jours est de 40 MPa (C40/50) pour les parois exposées et de 25MPa (C25/30) pour les parois non exposées.

Les classes d'exposition courantes sont XC1 à XC4, XS1 et XS2, XD1, XF1 et XA1. Certaines usines peuvent également proposer XF2, XF3 et XA2.

Le béton de remplissage est conforme aux spécifications du projet à réaliser et au minimum à celles de la norme NF EN 206-1. La résistance caractéristique à 28 jours est au moins de 25 MPa (classe de résistance mini C25/30).

Pour un noyau d'épaisseur inférieure ou égale à 9 cm, utilisation d'un micro béton avec une dimension nominale supérieure du plus gros granulat $D_{max} = 10$ mm,

Pour un noyau d'épaisseur strictement supérieure à 9 cm : utilisation d'un béton avec $D_{max} = 16$ mm.

Classe de consistance S4 ou S5 (affaissement au cône d'Abrams ≥ 160 mm) selon la norme NF EN 206-1.

2.2 Les armatures

Les armatures utilisées sont certifiées NF et de type B500A et B500B conformes aux normes NF A38-080-1 et NF A35-080-1b.

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

Les armatures utilisées pour les boîtes d'attentes sont certifiées NF AFCAB et de type B500A et B500B conformes aux normes NF A38-080-1 et NF A35-080-1b.

Armatures minimales :

Pour les parois devant assurer une étanchéité, sur la base des dispositions prévues par le Fascicule 74, la paroi en contact avec l'eau comprend au minimum :

- 0,125 % de la section totale de béton dans le sens vertical.
- 0,125 % de la section totale de béton dans le sens horizontal.

Diamètre des armatures supérieur ou égal à 8 mm pour la paroi en contact avec l'eau ou le milieu agressif.

Espacement maximum des aciers dans les deux sens inférieur ou égal 20 cm.

2.3 Accessoires de levage

La manutention, tant pour le démoulage que le stockage, le transport et la pose des éléments sont réalisés à partir de boucles de levage intégrés aux panneaux.

2.4 Les douilles

La stabilisation en phase provisoire est assurée par des étais tirant-poussant, deux douilles sont pré-scellées dans chaque Armacoffré® pour recevoir cet équipement.

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

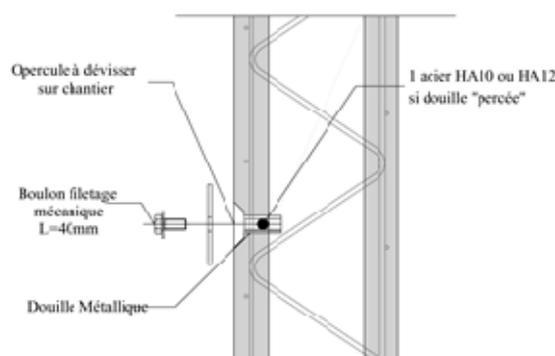


Figure 1- douille métallique

2.5 Les matériaux d'habillage ou de traitement des parements

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

3. Caractéristiques

3.1 Caractéristiques dimensionnelles et 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.

Poids propre de l'Armacoffré® 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: 3m80 x 13m00

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

Tolérances dimensionnelles : classification P (3) d'après norme NF P 18-503

Largeur et longueur : ±10 mm

Planéité de la face extérieure : 4 mm à la règle de 2 m

Épaisseur de l'Armacoffré® : +3 / -3 mm

Épaisseur de la paroi 1 : -3 / +3mm

Épaisseur de la paroi 2 : 0/+5mm

Enrobage des armatures : +1 / -1 mm

Tolérance sur la hauteur du raidisseur : 1 mm

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

Position des réservations : ± 10 mm

3.2 Teinte

L'homogénéité de la teinte des Armacoffrés® 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.

3.3 Qualité du parement

Les parements des Armacoffrés® sont ceux décrits comme ordinaires dans le DTU 14.1.

Dénomination E(2-1-0) d'après la norme NFP18-503.

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

3.4 Application d'un revêtement

La forte compacité du béton des Armacoffrés® 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 type de revêtement).

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

4. Fabrication

4.1 Processus de fabrication

Les Armacoffrés® 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 inserts
 - 4- projection d'un décoffrant
 - 5- fabrication des armatures et pose des armatures sur les tables
- 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.
- 6-collage des boîtiers électriques sur les tables et ligature des canalisations aux armatures
 - 7- fabrication du béton sur site et acheminement jusqu'à la trémie de répartition
 - 8- répartition du béton sur les tables
 - 9- compactage contrôlé
 - 10- durcissement

Les étapes 1 à 8 sont répétées pour la fabrication de la deuxième face, exceptée pour les raidisseurs qui ne sont pas mis en œuvre. Lorsque la deuxième face est bétonnée, l'assemblage se déroule comme suit :

- 11- retournement de la première face sur la seconde avec centrage et mise en appui sur des cales pré-réglées
- 12- compactage contrôlé de la deuxième paroi,
- 13- durcissement
- 14- décoffrage et stockage sur parc ou dans un conteneur.

4.2 Contrôles de fabrication

4.2.1 Contrôle des bétons

Les bétons destinés à la fabrication de l'Armacoffré® sont produits sur le site des usines. Ils font l'objet d'un contrôle externe régulier.

4.2.2 Contrôle des raidisseurs

Les raidisseurs seront certifiés par un organisme extérieur.

Le stockage est conçu pour ne pas altérer les qualités techniques et dimensionnelles des raidisseurs.

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

4.2.3 Contrôle qualité

Avant le bétonnage, le responsable de poste vérifie les dimensions du coffrage, la localisation et le nombre des réservations, ainsi que les caractéristiques des armatures.

Après bétonnage, le responsable du bétonnage vérifie les dimensions de la plaque suivant les tolérances définies au § 3.1

5. Mise en oeuvre

IDSB 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.

5.1 Livraison

5.1.1 Prescriptions concernant le transport des panneaux

En fonction de leurs dimensions et de leur destination, les Armacoffrés® sont conditionnés :

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

5.12 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.

5.2 Aciers en attente et armatures complémentaires

Le Bureau d'Etudes qui a en charge les plans de ferrailage du chantier doit réaliser les plans d'armatures complémentaires conformément aux dispositions figurant sur les plans de pose IDSB.

Couramment les Armacoffrés® sont posés sur une structure coulée préalablement (fondations, étage inférieur,...), les armatures en attente et les armatures de liaison sont disposées de manière à respecter les enrobages définis dans les règles BAEL en fonction de l'exposition du mur. Cet enrobage c_g est compté à partir de la face intérieure des parois coffrantes.

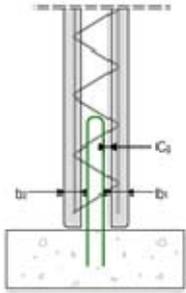


Figure 2 - Position des aciers en attente dans un Armacoffré®

Lorsque les Armacoffrés® sont posés avant réalisation du support, le ferrailage de la liaison en pied sera réalisé ultérieurement.

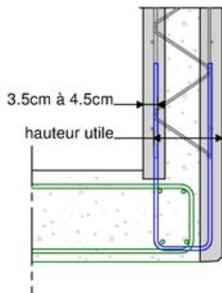


Figure 3 - exemple d'armatures complémentaires en pied

5.3 Préparation du support.

Les Armacoffrés® 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 Armacoffrés® au sol en respectant l'écart préconisé entre Armacoffrés®, puis à disposer des cales (plastiques, métalliques, en bois ou en béton) correspondant au jeu de pose (préconisé sur le plan IDSB) et à l'altimétrie voulue.

5.4 Manutention des Armacoffrés®

La manutention des éléments s'effectue uniquement par les boucles de levage incorporées aux Armacoffrés®.

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

Le nombre de brins du dispositif de levage sera égal au nombre de boucles de levage de l'Armacoffré®.

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 de l'Armacoffré® utilisera des élingues suffisamment longues pour respecter cet angle.

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

Les Armacoffrés® sont manutentionnés avec des grues automotrices ou à tour dont les caractéristiques sont compatibles avec la charge à lever.

5.5 Déchargement des Armacoffrés®

Vérifier la stabilité de tous les Armacoffrés® (chaque Armacoffré® 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 à l'Armacoffré® puis enlever le dispositif de maintien du mur au conteneur.

Décharger l'Armacoffré®.

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

5.6 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 des Recommandations professionnelles relatives à la prévention des risques liés au transport, au levage et à la mise en œuvre des murs à coffrage intégré 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 M.C.I.
- 4 crochets de levage obligatoire par M.C.I. (2 en tête et 2 en pied)

Le levage de l'Armacoffré® est effectué comme suit:

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

5.7 Cas d'une livraison sur chant

Lorsque l'Armacoffré® a une hauteur $h > 5,00$ m, il est livré verticalement sur chant.

Dans ce cas, le mur est équipé de boucles de levage en tête et sur le grand côté (généralement 4 par côté, compte tenu de son poids)

Le levage de l'Armacoffré® est effectué comme suit:

- Accrocher l'Armacoffré® sur le grand côté,
- Poser l'Armacoffré® 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 de l'Armacoffré®,
- Redresser l'Armacoffré®,

5.8 Mise en place de l'Armacoffré®

Positionnement de l'Armacoffré® 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 sur support déjà réalisé.

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

5.9 Mise en place contre talus

Il est rappelé que tous les talus doivent être stables, qu'aucune intervention ne doit être effectuée entre un Armacoffré® et un talus dont la stabilité ne serait pas garantie et que l'Armacoffré® 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.

5.10 Etalement

La stabilité des Armacoffrés®, 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 à l'Armacoffré® au moins 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).

5.11 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 Armacoffré® posé et avant la pose du suivant.

Dans le cas d'Armacoffrés® 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 l'Armacoffré® 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.

5.12 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.

5.13 Bétonnage des Armacoffrés®

Avant bétonnage il conviendra de :

- humidifier les parois coffrantes de l'Armacoffré®
- 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 d'Armacoffrés®

Le bétonnage s'effectue par le haut ou par les trappes prévues à cet effet par passes successives conformément aux articles 5.14 et 5.15 du présent dossier technique.

5.14 Vitesse de bétonnage

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

Conformément au CPT MCI (Cahier CSTB 3690), dans le cas d'une vitesse supérieure à 50 cm/h, la vitesse doit être précisée sur le plan de pose.

5.15 Hauteur de chute du béton

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

5.16 Traitement des joints

Les joints sont à traiter conformément au CPT MCI (Cahier CSTB 3690).

6. Conception

6.1 Vérification des sections au droit des joints.

Au niveau des joints entre panneaux de mur Armacoffré®, ou entre panneau de mur Armacoffré® et autre structure (radier...) la résistance caractéristique équivalente $f_{c,eq28}$ à 28 jours, prise en compte est égale à $f_{c,n}$.

Au droit des joints entre éléments de murs Armacoffré®, ou entre éléments et parties coulées en place, la section résistante à la compression est calculée en considérant l'épaisseur totale du mur, réduite des chanfreins éventuels, si :

- le joint présente une épaisseur nominale ≥ 3 cm
- la pose est réalisée sur un mortier de calage de résistance au moins égale à la valeur $f_{c,n}$ prise en compte dans les calculs.

Dans le cas contraire, la section résistante est réduite à la section de béton du noyau.

6.2 Justification de la stabilité au feu

Les durées des critères d'exigence coupe-feu ou stabilité au feu d'un mur à coffrage intégré peuvent être justifiées par application des règles de calcul FB (DTU P 92-701) à l'ensemble du mur considéré comme homogène. En particulier, les éléments comprimés doivent être traités comme des éléments comprimés standards (cf. articles 7.1 et 7.3 des règles FB), les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan comme

des prédalles (cf. Article 7.4 des règles FB) et les poutres comme des poutres standards (cf. article 7.5 des règles FB).

Nota : les murs à coffrage intégré sont considérés comme des éléments pleins.

6.3 Description des liaisons

Les liaisons assurent la continuité mécanique au droit des joints :

- entre la fondation et l'Armacoffré®
- entre deux Armacoffrés®
- entre l'Armacoffré® et le plancher supérieur
- entre l'Armacoffré® et les ouvrages avoisinants

Les liaisons peuvent être de type articulées ou encastrees.

6.311 Les liaisons articulées

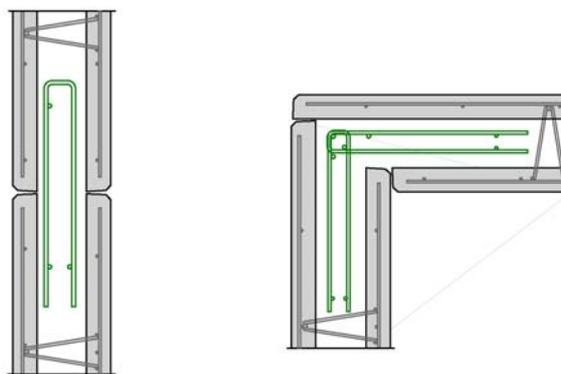


Figure 4 - exemples de liaisons articulées

Articulations en pied d'Armacoffrés®

Les Armacoffrés® 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.

Articulations entre Armacoffrés®

Couramment, les Armacoffrés® 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 Armacoffrés®.

Articulations en tête d'Armacoffrés®

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.

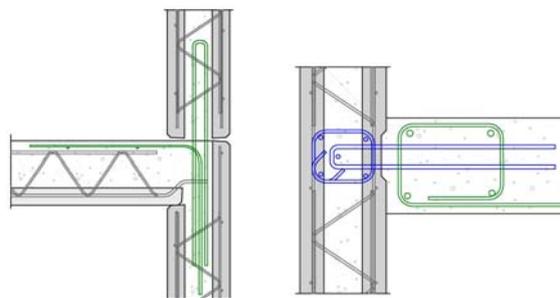


Figure 5 - exemples de liaison articulée en tête

6.312 Les liaisons articulées couturées

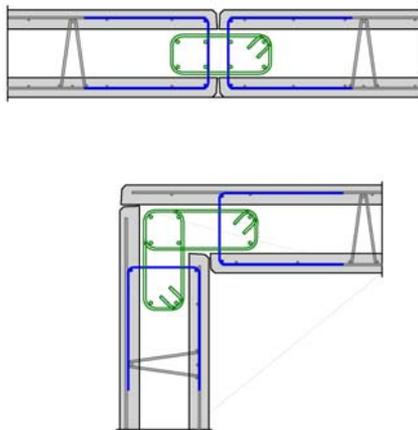


Figure 6 - exemples de liaisons couturées

Ce type de liaison est particulièrement adapté aux liaisons des Armacoffrés® soumis à 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 Armacoffré® à l'autre.

Les armatures de coutures sont posées de préférence avant la pose de l'Armacoffré® 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 de l'Armacoffré®.

6.313 Les liaisons encastrées

6.3131 Encastrement en pied d'Armacoffré®

Encastrement avec continuité de bétonnage aux jonctions murs/fondations

Le principe constructif de ces liaisons consiste à intégrer les armatures d'encastrement à l'Armacoffré® ou avant la pose de l'Armacoffré® 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.

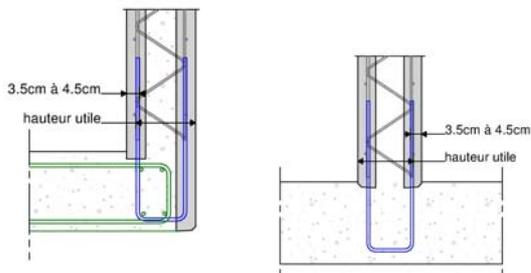


Figure 7 - liaisons en pied de Type A : pose avant réalisation du support

Encastrement d'un mur posé après réalisation du support

La continuité de l'encastrement entre l'Armacoffré® 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 de l'Armacoffré®.

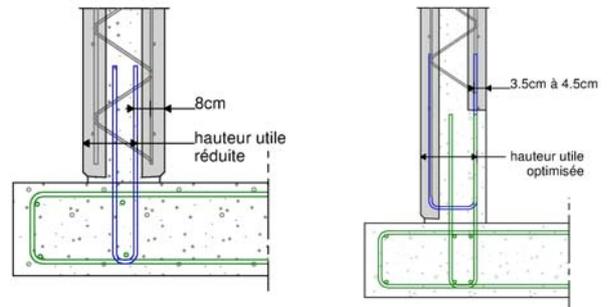


Figure 8 - liaisons en pied de type B : pose après réalisation du support

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 de l'Armacoffré® 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 d'Armacoffré® 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.

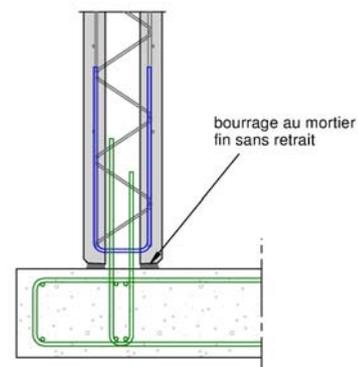


Figure 9 - Remplissage du joint en pied

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

6.3132 Encastrement entre Armacoffrés

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

Joint vertical droit

La transmission du moment de flexion et du cisaillement d'un mur Armacoffré® à l'autre est assurée par le croisement et le clavetage de cages d'armatures intégrés aux Armacoffrés®.

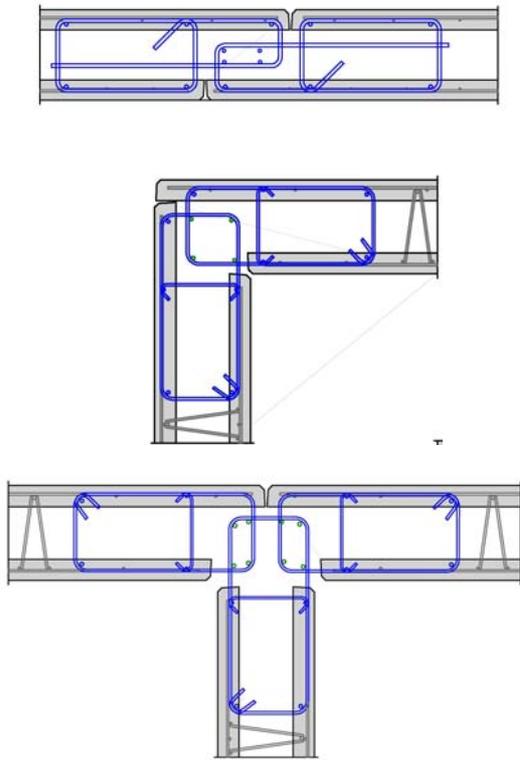


Figure 10 - Exemples de joints verticaux compatibles avec solutions A ou B en pied

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

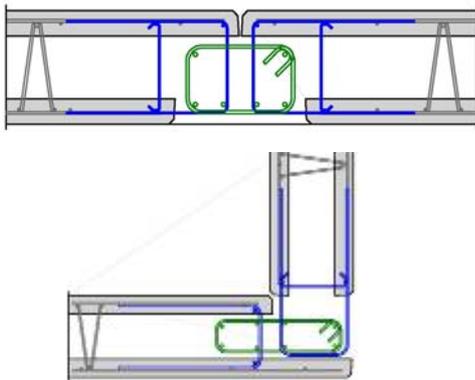


Figure 11 - Exemples de solutions compatibles avec sollicitations importantes et/ou type B en pied

Joint vertical biais

Le principe constructif de la liaison est fonction de l'angle entre les deux Armacoffrés® lorsque l'angle est :

- supérieur à 135° l'armature de l'angle peut être intégrée à l'Armocoffré®. suivant le même principe que pour la liaison droite
- inférieure à 135° l'armature sera rapportée dans la partie coulée en place.

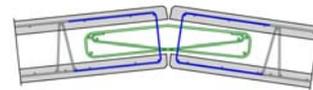
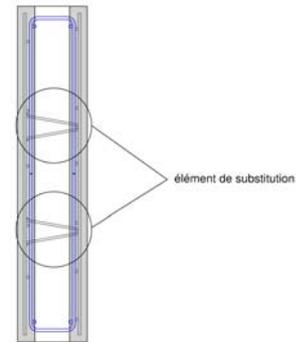


Figure 12

6.4 Principes constructifs

6.411 Utilisation de raidisseurs horizontaux dans une poutre



Solution mur Armacoffré®

Figure 13 - 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 $\leq 1\text{m}$ et pour deux raidisseurs horizontaux au maximum.

6.412 Equivalence des raidisseurs

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		
			$\varnothing 6$	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$
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 Armocoffrés®

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

Ce paragraphe traite des Armocoffrés® soumis à la pression hydrostatique. L'étanchéité peut être assurée par le béton seul, ou par une étanchéité rapportée.

6.511 Epaisseur minimale des Armocoffrés®

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

6.512 Enrobages

Les enrobages des armatures devront respecter le CPT MCI (Cahier CSTB 3690).

6.513 Etanchéité en pied d'Armacoffré®

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 encastrées.

Armacoffrés® posés avant coulage du radier.

L'étanchéité est assurée par le coulage en continu du radier et de l'Armacoffré® (5 heures maximum). Les joints physiques sont systématiquement couturés.

Aucun produit de traitement n'est à rapporter.

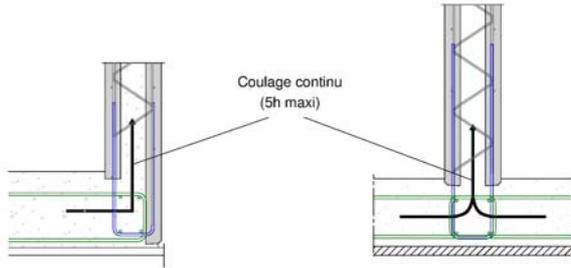


Figure 14 - bétonnage du pied de l'Armacoffré®

Armacoffrés® posés plus bas que le radier

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

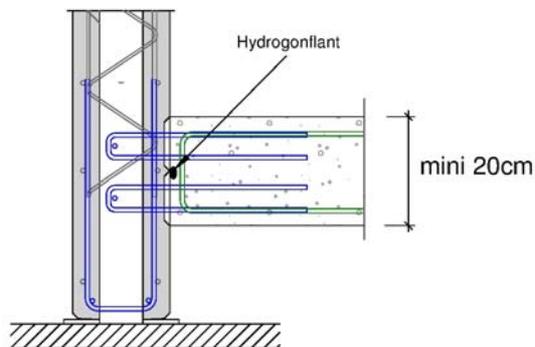


Figure 15 - radier contre Armacoffré®

Armacoffrés® posés après coulage du radier

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

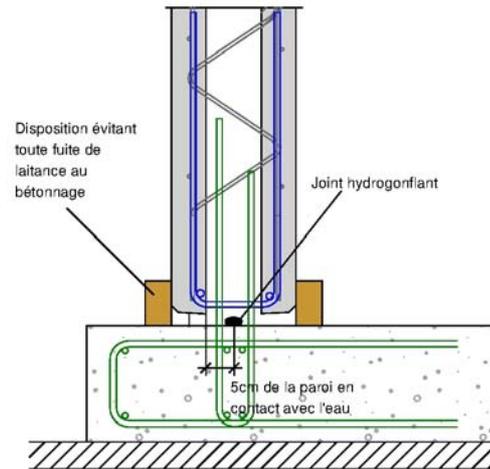


Figure 16 - Armacoffré® sur radier

6.514 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 radier (voir articles 8.9.2a et 8.9.2b) les joints verticaux sont décalés et les armatures de liaison intégrées à l'Armacoffré® (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 les encastresments sont réalisés par des armatures intégrées aux Armacoffrés® complétées par des cadres mis en œuvre sur chantier (HA 8 mini espacement 20 cm maxi).

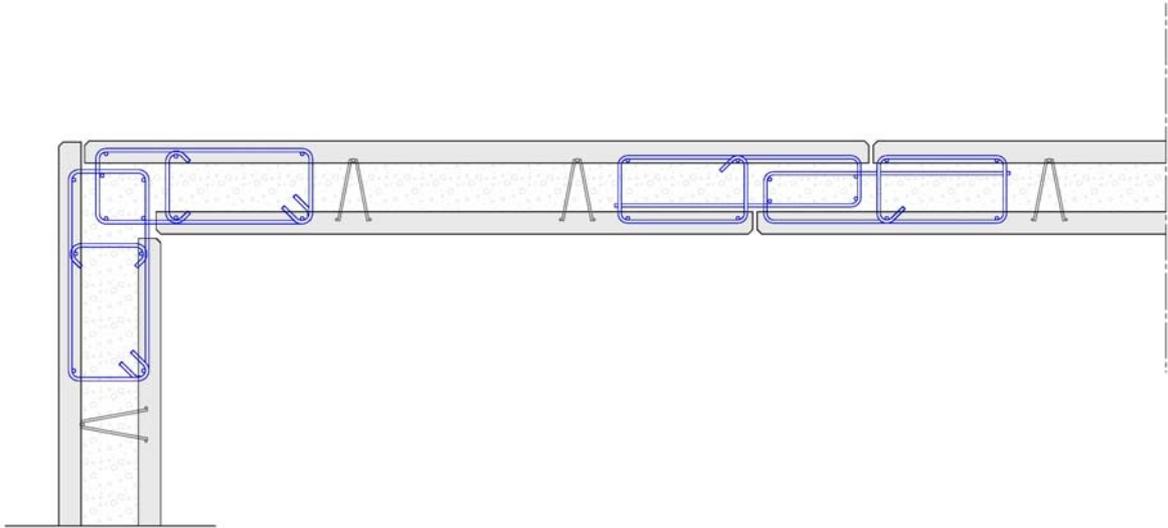


Figure 17 - dispositions d'étanchéité par le béton seul, cas des Armacoffrés® posés avant radier

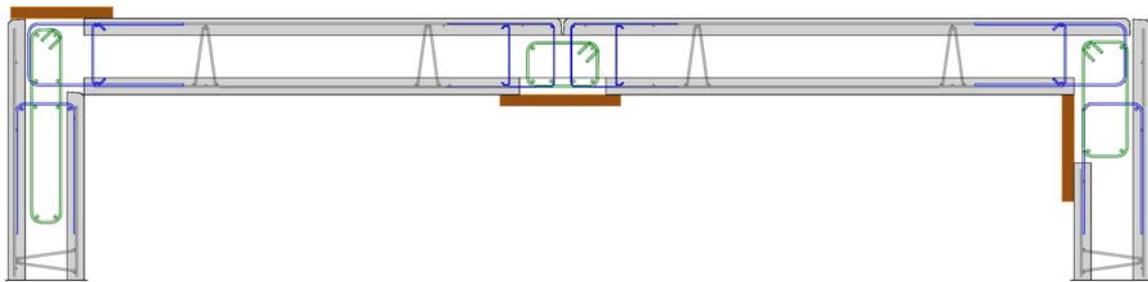


Figure 18 - dispositions d'étanchéité par le béton seul, cas des Armacoffrés® posés après radier

6.515 Armatures minimales

Le ferrailage minimum des Armacoffrés® est conforme à l'article 1.2.2

Sur la face exposée :

- espacement maxi de 20cm
- diamètre supérieur ou égal à 8mm
- 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 20cm

Les aciers de liaison :

- espacement maxi de 20cm
- diamètre supérieur ou égal à 8mm

6.516 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.

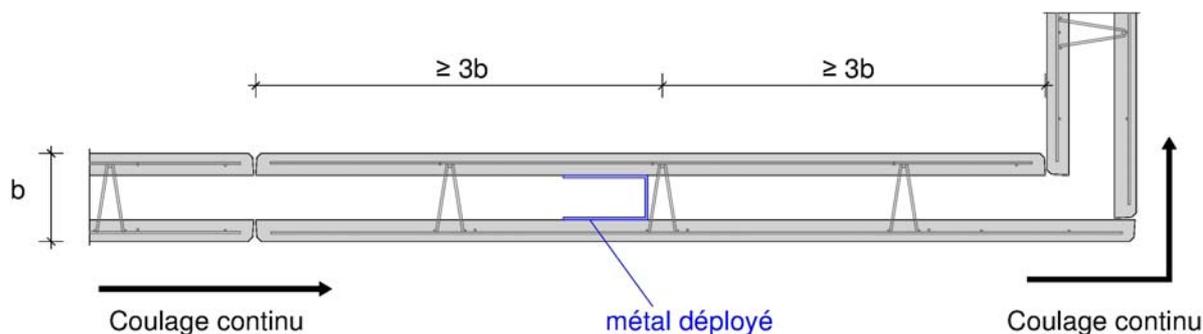


Figure 19 - continuité du bétonnage pour cuvelage

6.517 Traitement des joints

Les joints accessibles sont traités comme stipulé dans le CPT MCI (Cahier CSTB 3690).

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, l'Armacoffré® doit alors être posé avant la réalisation du Radier et les dispositions constructives ci-dessus doivent être respectées.

6.518 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 Armacoffrés® 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 Armacoffrés®
- 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 de l'Armacoffré® 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 de l'Armacoffré® 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.

6.519 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
- l'Armacoffré® a une épaisseur totale minimale de 28 cm
- la reprise de bétonnage entre l'Armacoffré® 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 d'Armacoffré®.

6.6 Prescriptions particulières Armacoffrés® contre parois berlinoise

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

Les dispositions sont les mêmes que pour les Armacoffrés® enterrés

6.7 Murs de cuvelage par cristallisation

Le traitement de l'Armacoffré® par cristallisation peut améliorer sa classe d'étanchéité. L'Armacoffré® doit être réalisé conformément aux dispositions de cuvelage décrites à l'article.

Les joints verticaux seront traités comme des reprises de bétonnage lorsque les liaisons entre Armacoffrés® sont réalisées avec un clavetage coffré sur chantier, 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 l'Armacoffré® est posé avant réalisation du radier, comme des fissures actives lorsque l'Armacoffré® est posé sur radier.

6.8 Murs coupe-feu

Le mur coupe feu réalisé à l'aide d'Armacoffré® 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.

6.9 Dispositions parasismiques

A défaut de justification particulière, les dispositions applicables sont celles décrites dans le CPT MCI (Cahier CSTB 3690).

Dans le cas de justifications par le calcul, l'effort tranchant sollicitant doit être comparé aux efforts tranchants résistants mobilisables en fonction du type de liaison (horizontale ou verticale) et du cas de charge étudié. Cette vérification permet de déterminer le type de liaison à utiliser pour le panneau étudié.

6.10 Etanchéité des têtes de voiles

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

- par un chaperon béton
- par une couverture 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.

7. Conditions d'exploitation du procédé

7.1 Conception et commercialisation

Le calcul des structures est effectué par le BET Structures de la Maîtrise d'œuvre du chantier en tenant compte des spécificités du procédé. Le Bureau d'Etudes interne des sociétés IDSB, IDSB Nord-Est et de SAPB 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.

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

Le BET structures de la Maîtrise d'œuvre doit tenir compte des conditions particulières de la conception parasismique des bâtiments avec ce procédé.

7.2 Fabrication

La fabrication est réalisée dans les usines suivantes :

Buerkle Bétonwerk Heideweg 8 D-77880 SASBACH,

Beton-Betz GMBH Rappenauer strasse 46 D-74912 KIRCHARDT,

CDLP rue de la Gache F- 38530 Barraux,

Maison Bleue Impasse de la Grotte BP 19 F-85250 La Rabatelière,

Préfafix Kasteelstraat 9 B-8980 Geluveld,

SAPB quartier les Fauries 05230 La Bâtie Neuve.

B. Références

Depuis la formulation de l'Atec 3/08-584, IDSB a réalisé plus de 400.000m² d'Armaccoffrés®.

Tableaux et figures du Dossier Technique

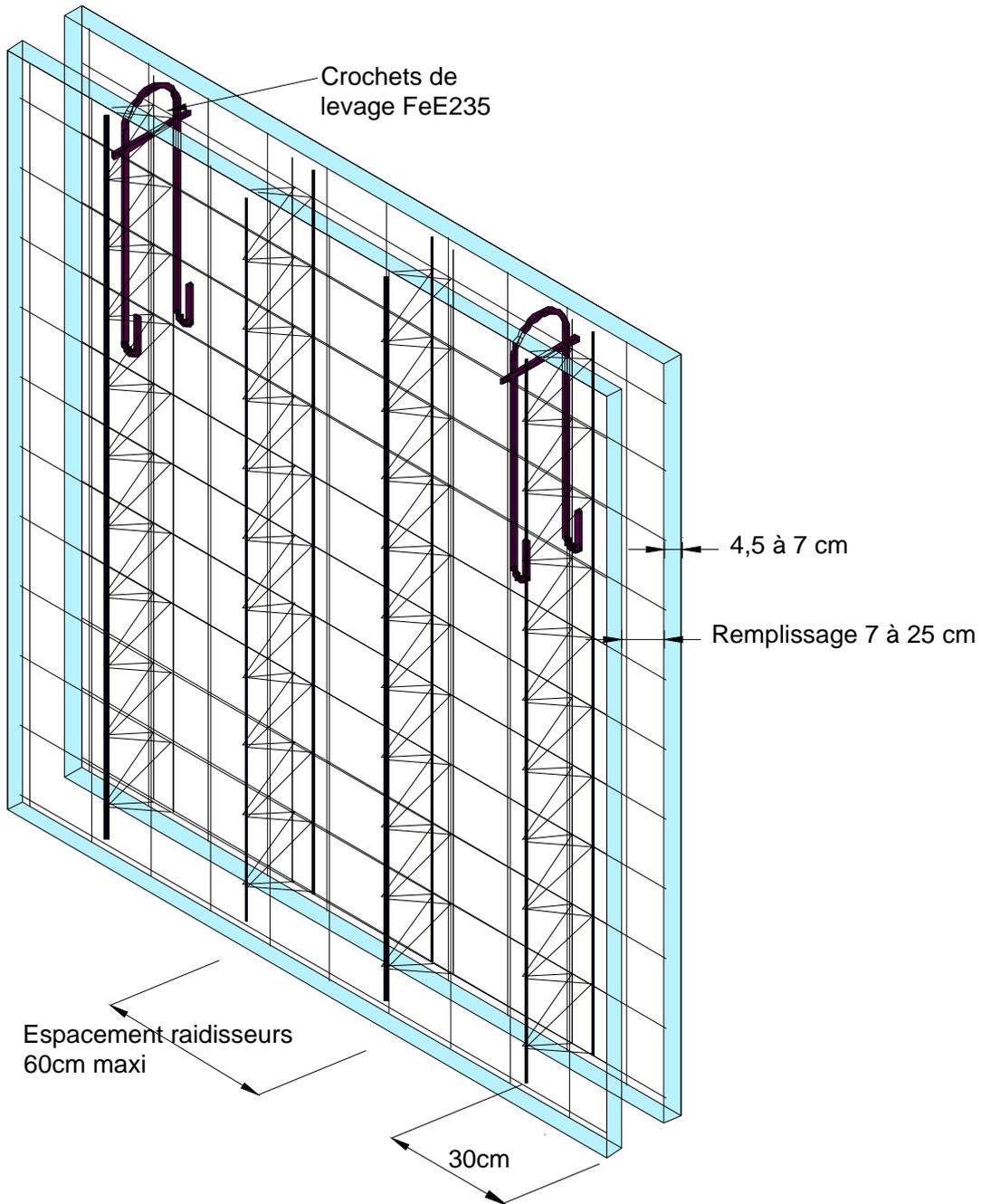
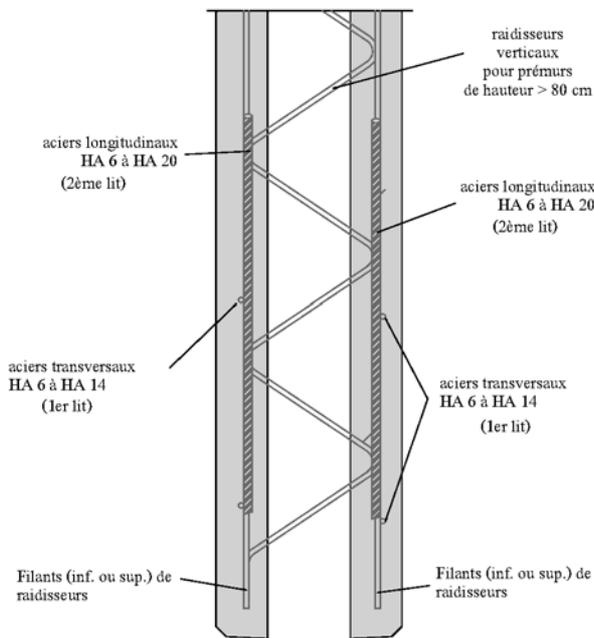
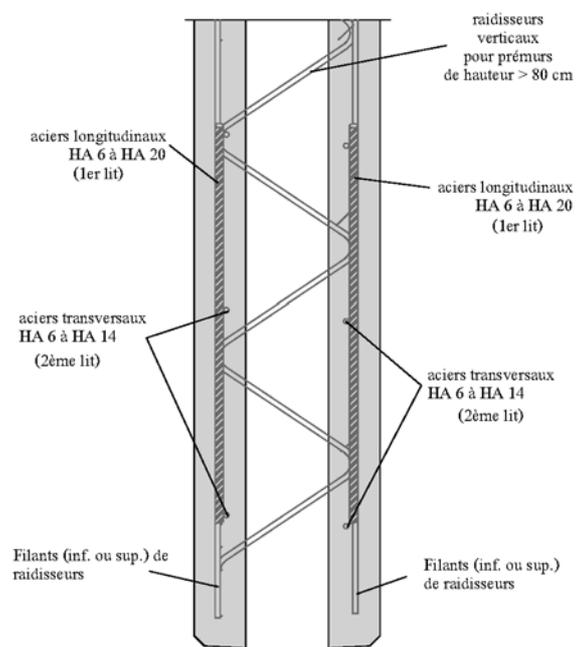


Figure 20- Principe général

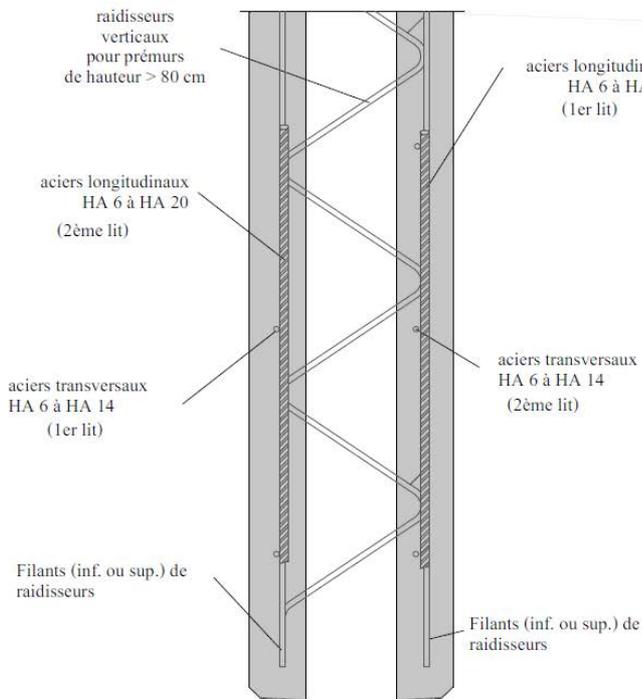
Cas courant
aciers transversaux en 1er lit



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

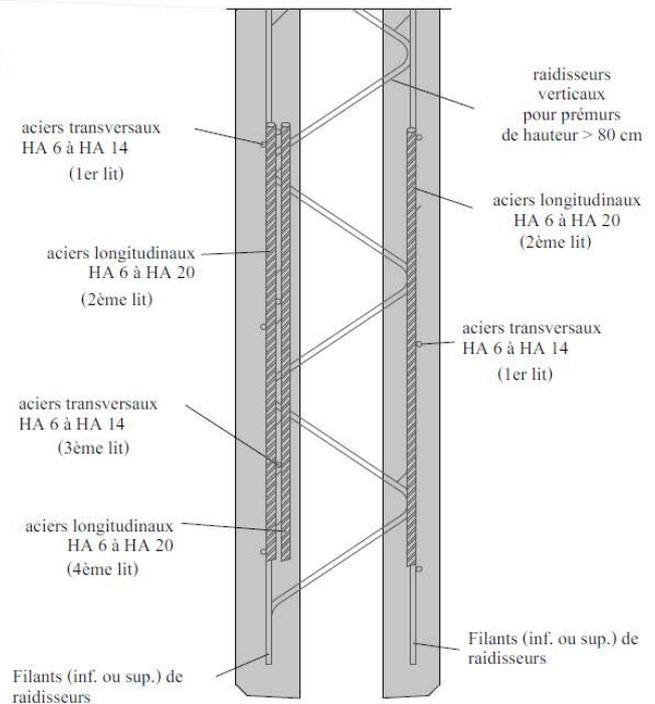
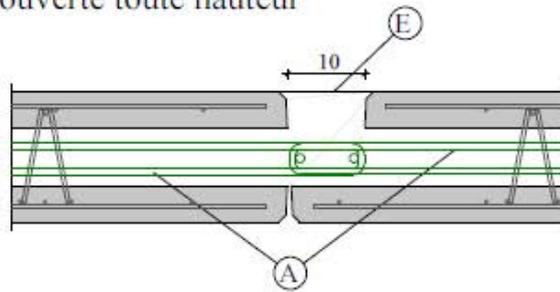
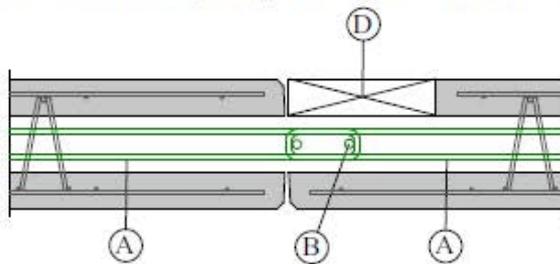


Figure 21 - Principes de ferrailage des Armacoffrés

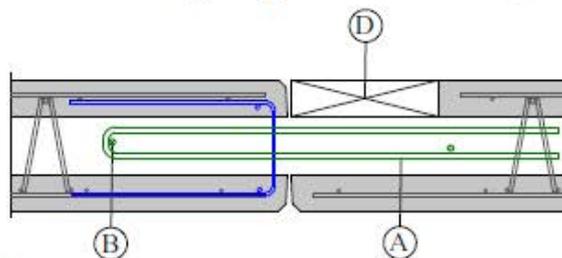
Détail J.1:
Paroi ouverte toute hauteur



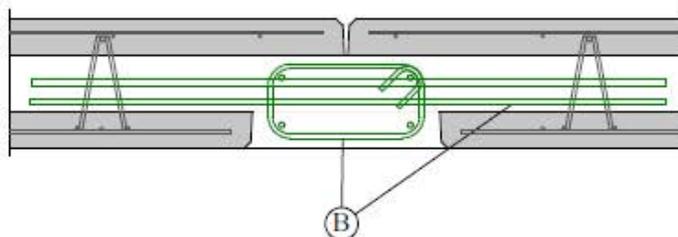
Détail J.2:
Réservations de tirage espacées de 2.50m (2 aciers à riper)



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



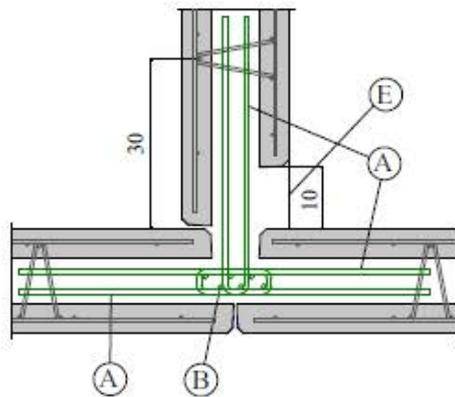
Détail J.4:
Avec poteau intégré



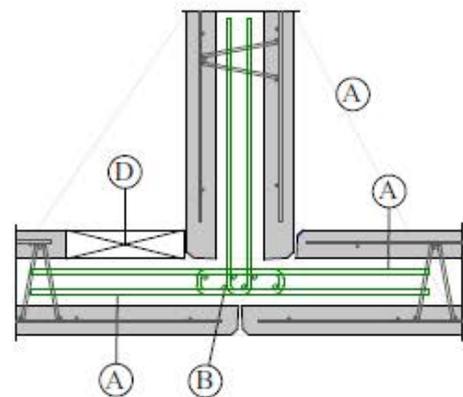
- Ⓐ Les armatures de liaison doivent être intégrées dans les Armacoffrés avant la pose , puis ramenées en position croisée par ripage. L'accès est prévu par les réservations 10 cm x 20 cm ou par les ouvertures
- Ⓑ Cadres et filants mis en oeuvre sur chantier
- Ⓓ Réservations 10 x 20 cm en pied de prémur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

Figure 22 - Liaisons verticales droites avec ouvertures dans les parois

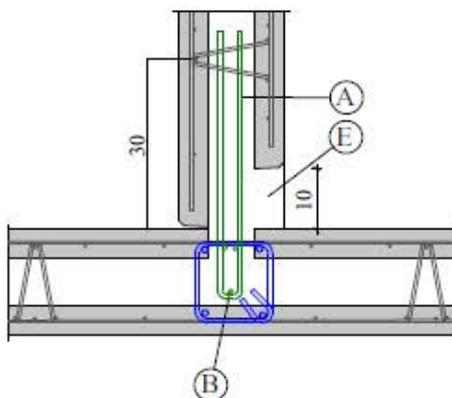
Détail J.8:
Liaisons verticales avec refend



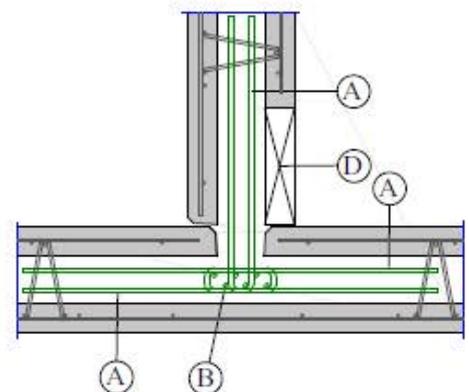
Détail J.9:
Liaisons verticales avec refend



Détail J.10:
Liaisons verticales avec refend



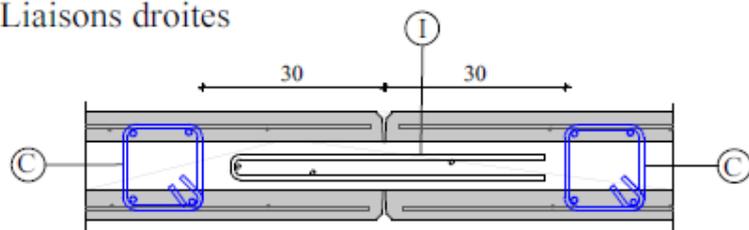
Détail J.11:
Liaisons verticales avec refend



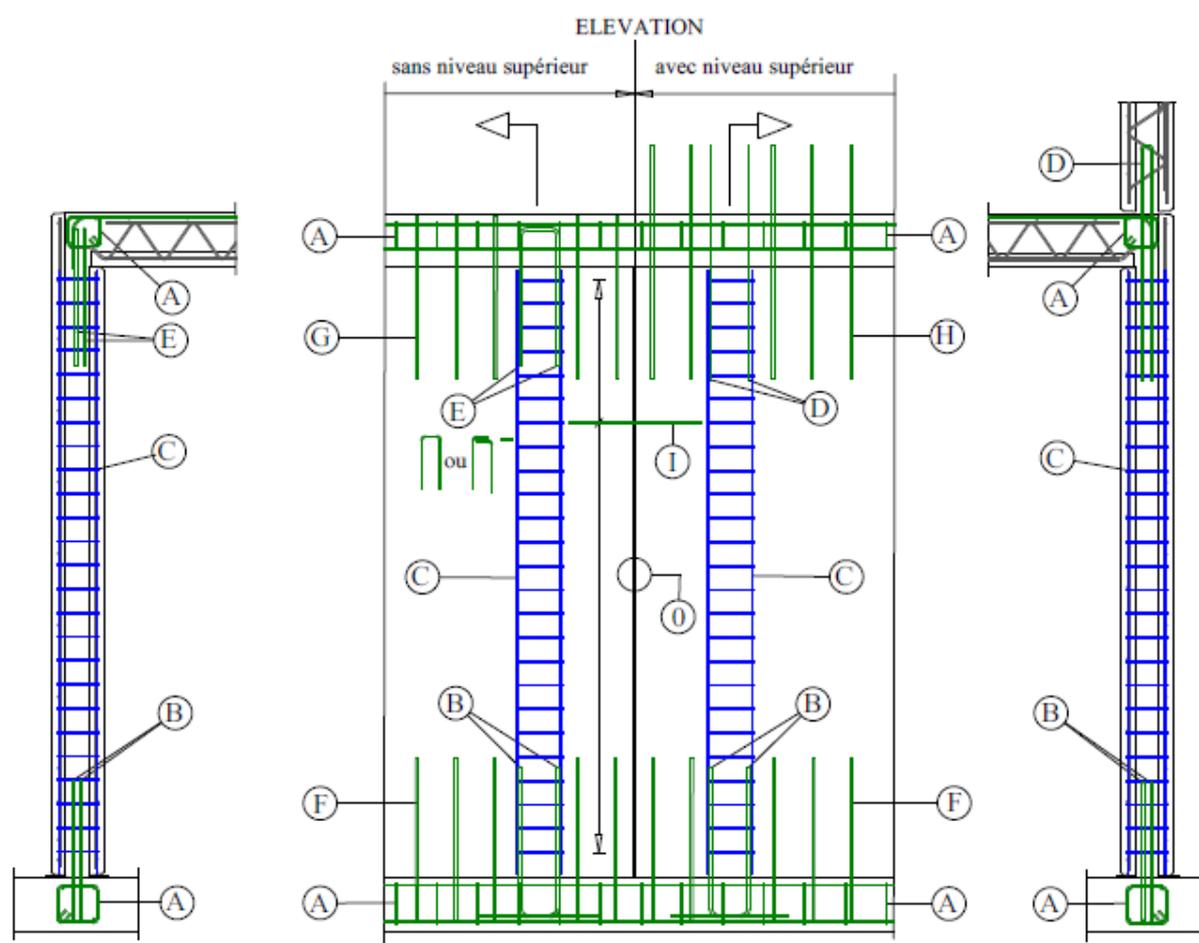
- Ⓐ Les armatures de liaison doivent être intégrées dans les Armacoffrés avant la pose , puis ramenées en position croisée par ripage. L'accès est prévu par les réservations 10 cm x 20 cm ou par les ouvertures
- Ⓑ Filants HA 8, 10 ou 12 selon la zone sismique retenue
- Ⓓ Réservation 10 x 20 cm en pied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

Figure 23 - Liaisons verticales articulées couturées avec refend

Détail K.1:
Liaisons droites



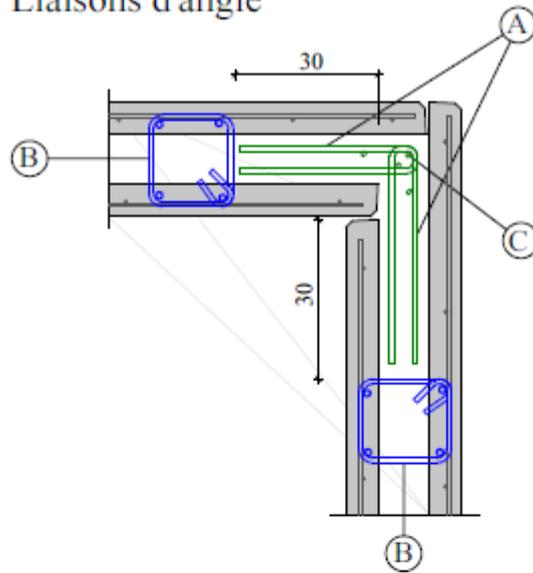
Détail K.2:
Réalisation des chaînages horizontal & vertical



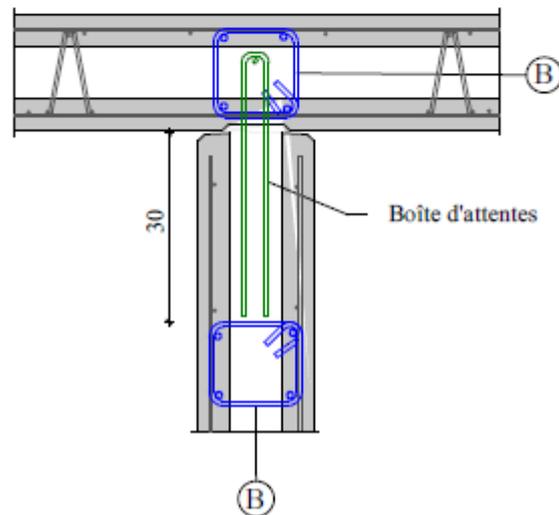
- ⓪ Joint entre Armacoffrés
- Ⓐ Chaînages horizontaux à disposer dans la fondation et au niveau du plancher
- Ⓑ Armatures en attente des chaînages verticaux
- Ⓒ Chaînages verticaux intégrés de part & d'autre du joint des Armacoffrés, cadres HA 6 e= 10 cm
- Ⓓ Armatures en attente des chaînages verticaux 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

Figure 24 - Liaisons articulées chaînées verticales droites

Détail K.3:
Liaisons d'angle



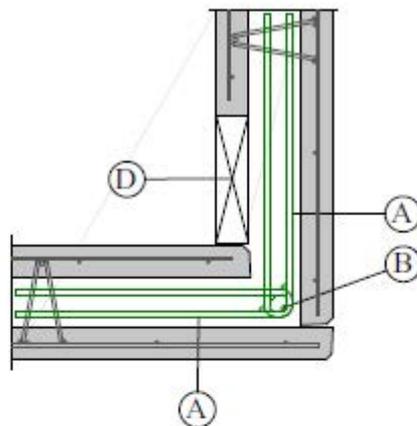
Détail K.4:
Liaisons verticales avec refends



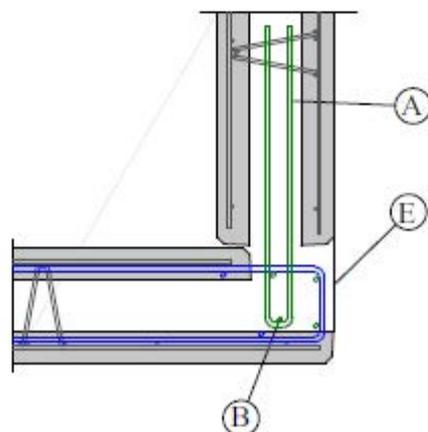
- Ⓐ treillis soudé ou acier façonné avec filants de montage HA 6 e= 15 cm mini, à mettre en place sur chantier
- Ⓑ Cadres HA 6 e= 10cm intégré dans le prémur
- Ⓒ Filants HA 8, 10 ou 12 selon la zone sismique retenue + cadres e= 10 cm maxi

Figure 25 – Liaisons articulées chaînées verticales d'angle et avec refend

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



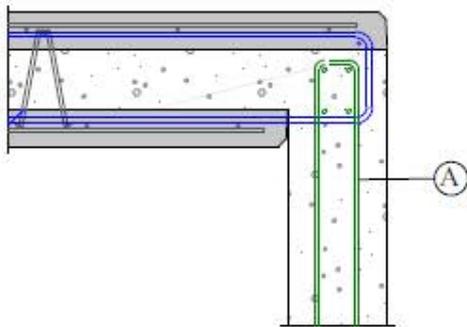
Détail J.8:
Liaisons d'angles
ouverture par l'extérieur cas 2



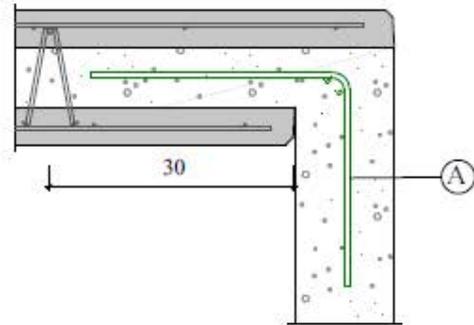
- (A) Les armatures de liaison doivent être intégrées dans les Armacoffrés avant la pose , puis ramenées en position croisée par ripage. L'accès est prévu par les réservations 10 cm x 20 cm ou par les ouvertures
- (B) Filants HA 8, 10 ou 12 selon la zone sismique retenue
- (D) Réservations 10 x 20 cm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

Figure 26 - Liaisons articulées couturées verticales d'angle

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

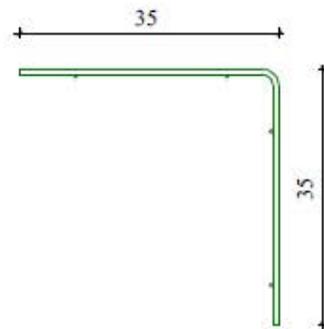
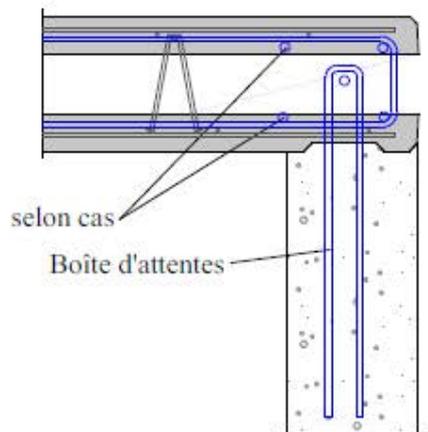


Détail L.2:
solution articulée: Armacoffré coulé avec
le refend avec chaînage 1 ou 2 filants
*

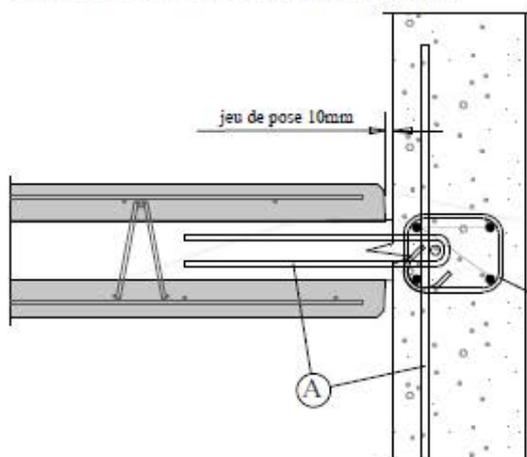


* représentation faite avec 2 filants

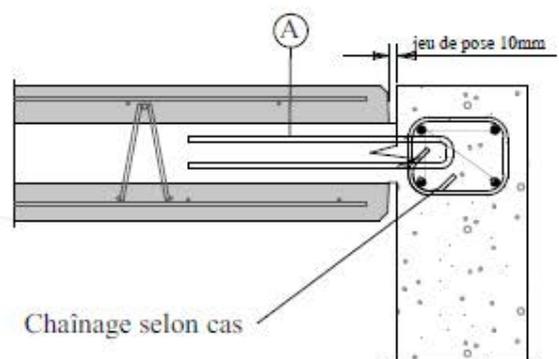
Détail L.3:
solution articulée: Armacoffré coulé avant
le refend avec boîte d'attente



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

Figure 27 - Liaison avec élément béton armé coulé en place