

Sur le procédé

TECHNO - Mur

Famille de produit/Procédé : Mur à coffrage intégré

Titulaire(s) : **Société SAPEB**
Internet : www.sapeb.com

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
V2	Prorogation DTA 3.2/22-1073_V1	M. Angel JONES	Mme. Roseline BERNARDIN-EZTRAN
V1	Il s'agit de la première demande d'Avis Technique.	M. Angel JONES	Mme. Roseline BERNARDIN-EZTRAN

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.

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.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	6
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	6
1.1.1.	Zone géographique.....	6
1.1.2.	Ouvrages visés	6
1.2.	Appréciation	6
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	6
1.2.2.	Durabilité	7
1.2.3.	Impacts environnementaux	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
1.4.	Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé	9
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
2.3.	Domaine d'emploi	11
2.4.	Règlementations	11
2.5.	Matériaux utilisés	11
2.5.1.	Bétons	11
2.5.2.	Armatures et raidisseurs	12
2.5.3.	Enrobage des armatures	14
2.5.4.	Crochets de levage de type H-Bau :	14
2.5.5.	Douilles :	14
2.5.6.	Utilisation de coupleurs d'armatures	15
2.5.7.	Armatures complémentaires dans les « TECHNO-Mur » et armatures mises en œuvre sur chantier.....	15
2.5.8.	Ecarteurs pour épaisseur du « TECHNO-Mur ».....	15
2.5.9.	Cales d'enrobage.....	15
2.5.10.	Matériaux de jointoiement et d'étanchéité	15
2.5.11.	Matériaux en tête de « TECHNO-Mur »	15
2.5.12.	Matériaux de traitement du parement des « TECHNO-Mur ».....	15
2.5.13.	Autres matériaux.....	15
2.6.	Conception de « TECHNO-Mur ».....	15
2.6.1.	Epaisseurs minimales des peaux préfabriquées	16
2.6.2.	Règles de dimensionnement	16
2.6.3.	Vérification de la contrainte de cisaillement à l'interface « TECHNO-Mur » / noyau	17
2.6.4.	Stabilité au feu des structures.....	17
2.6.5.	Recouvrement des armatures	17
2.6.6.	Eclissage des armatures.....	17
2.7.	Types de « TECHNO-mur ».....	17
2.7.1.	Murs courants - Suivant CPT MCI 3690_V2, § 1.1.2.1	17
2.7.2.	Murs exposés ou non aux intempéries.....	17
2.7.3.	Murs inclinés.....	17
2.7.4.	Murs coupe-feu	18
2.7.5.	Poteaux : (Voir Annexe 3.7)	18
2.7.6.	Poutres : (Voir Annexe 3.8)	18

2.7.7.	Poutres-cloisons : (<i>Voir Annexe 3.9</i>)	18
2.7.8.	Acrotères	18
2.7.9.	Joint vertical biais.....	18
2.7.10.	Linteaux : (<i>Voir Annexe 3.6</i>)	18
2.8.	Types de liaison	18
2.8.1.	Liaisons Articulées : (<i>Voir Annexe 3.3</i>)	19
2.8.2.	Liaisons Couturées : (<i>Voir Annexe 3.4</i>)	19
2.8.3.	Liaisons Encastrées : (<i>Voir Annexe 3.5</i>)	19
2.9.	Types d'ouvrages	19
2.9.1.	Murs enterrés ou semi-enterré	19
2.9.2.	Murs de soutènement	19
2.9.3.	Murs de silos ou de magasins de stockage	20
2.9.4.	Murs de bassins ou de piscines.....	20
2.9.5.	Murs de galeries, garages souterrains	20
2.10.	Dispositions constructives	20
2.10.1.	Généralités	20
2.10.2.	Dispositions parasismiques - <i>Voir CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.14</i>	21
2.10.3.	Isolation Thermique :	22
2.10.4.	Isolation Acoustique :	22
2.10.5.	Définition du plan d'étanchéité : (<i>Voir annexe 3.11</i>)	22
2.10.6.	Traitement des joints	23
2.10.7.	Aspects des parements	23
2.10.8.	Traitement de la tête des « TECHNO-Mur » exposés aux intempéries	24
2.10.9.	Inserts	24
2.10.10.	Chevillage	24
2.11.	Fabrication et contrôle des « TECHNOR-Mur ».....	24
2.11.1.	Fabrication	24
2.11.2.	Caractéristiques des « TECHNO-Mur ».....	25
2.11.3.	Incorporations lors de la fabrication	25
2.11.4.	Contrôle de qualité	25
2.12.	Mise en œuvre, manutention, montage, stockage, transport.....	26
2.12.1.	Travaux préliminaires.....	26
2.12.2.	Livraison, Stockage.....	26
2.12.3.	Déchargement et Manutention	26
2.12.4.	Mise en place	27
2.12.5.	Armatures de liaison	27
2.12.6.	Bétonnage.....	27
2.13.	Traitement des joints (<i>Voir Annexe 3.11</i>)	29
2.13.1.	Peau extérieure.....	29
2.13.2.	Peau intérieure.....	29
2.13.3.	Points singuliers	29
2.14.	Condition d'exploitation du procédé.....	29
2.14.1.	Aide à la mise en œuvre	29
2.14.2.	Données environnementales et Sanitaire	30
2.15.	Références	31
2.16.	Annexes au Dossier Technique.....	32
2.16.1.	Vues générales du « TECHNO-Mur »	32
2.16.2.	Crochets de levage H-Bau des « TECHNO-Mur »	33
2.16.3.	Liaisons ARTICULEES des « TECHNO-Mur »	35
2.16.4.	Liaisons COUTUREES des « TECHNO-Mur »	36

2.16.5.	Liaisons ENCASTREES des « TECHNO-Mur »	37
2.16.6.	LINTEAUX incorporés dans les « TECHNO-Mur »	39
2.16.7.	POTEAUX incorporés dans les « TECHNO-Mur »	41
2.16.8.	POUTRES incorporées dans les « TECHNO-Mur »	42
2.16.9.	POUTRES-CLOISONS (Poutres-Voiles) incorporées dans les « TECHNO-Mur »	42
2.16.10.	Traitement de joints entre « TECHNO-Mur »	45
2.16.11.	Etanchéité par les « TECHNO-Mur » :	46
2.16.12.	Ecarteurs pour le « TECHNO-Mur » :	48

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « 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

Cet Avis est formulé pour les utilisations en Outre-mer, jusqu'à la zone de sismicité 5 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_V2).

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé « Techno-Mur » est destiné aux ouvrages suivants :

- Réalisation des 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.
- Voiles encastrés et/ou enterrés, pour la réalisation de murs principalement sollicités en flexion.

Le « Techno-Mur » peut être associé à des éléments de structure préfabriqués ou coulés en place, tels que poteaux, poutres, planchers.

Plus généralement le « Techno-Mur » peut être utilisé pour :

- Tous éléments essentiellement sollicités par des charges dans leur plan (exemples : murs, poteaux, poutres, poutres-voiles, acrotères).
- Tous éléments sollicités en flexion simple ou composée par des charges perpendiculaires à leur plan (exemples : murs de soutènement, bassin, murs de silos ou de magasins de stockage).

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Aptitude au levage

Vis-à-vis de leur aptitude au levage, seuls les MCI « Techno-Mur » d'épaisseur totale comprise entre 20,5 cm et 40 cm et constitués de peaux d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 61 mm, sont visés par l'Avis, dans les conditions décrites dans l'Avis Technique « Ancres KE III et KE IV » en cours de validité, exploité par la société H-BAU.

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.

Ne sont pas visés au titre du présent Avis :

- Les accessoires de levage non incorporés aux MCI « Techno-mur » (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, ...).

1.2.1.2. Stabilité

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

Les systèmes associés à ce procédé de mur, 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 en cas d'incendie

Les durées des critères d'exigence coupe-feu ou stabilité au feu d'un mur réalisé selon le procédé « Techno-mur » 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. En particulier, les voiles porteurs seront justifiés par application de la clause §5.4.2, les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan seront justifiés par application de la clause §5.7 et les poutres seront justifiées par application de la clause §5.6.

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 les voiles dont la largeur reste inférieure ou égale à 20 mm sont négligés pour le calcul des températures. Les actions mécaniques sont combinées en situation accidentelle, conformément à la norme NF EN 1990-1-1 avec son annexe nationale française NF EN 1990-1-1/NA.

1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le système permet de l'assurer normalement.

1.2.1.5. 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.

1.2.1.6. 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 NF EN 12354 (-1 à 6).

1.2.1.7. 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 l'étanchéité 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.

1.2.1.8. Risque 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.

1.2.1.9. 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-Bât.

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 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, au 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.

1.2.3. Impacts environnementaux

Il existe des Déclarations Environnementales (DE) vérifiées par tierce partie indépendante pour ce procédé mentionnées au paragraphe §2.14.2 du Dossier Technique.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

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 voiles coffrants au droit des joints verticaux comme des joints horizontaux entre panneaux coffrants.

Des dispositions spécifiques d'armatures rapportées permettent de compenser dans une certaine mesure cette discontinuité mais leur application qui nécessite du soin ne doit en aucun cas être improvisée lors du montage des murs. C'est pourquoi l'Avis prescrit de n'effectuer les justifications de calcul de l'ouvrage qu'après avoir procédé au découpage des murs en panneaux, la démarche inverse étant prohibée.

Ce sont les joints entre coffrages qui apparentent le plus ce procédé aux systèmes de panneaux préfabriqués, particulièrement dans le cas de murs de façade à isolation intérieure qui appellent un traitement spécifique de ces joints du point de vue de leur

étanchéité à l'eau. Il est cependant noté qu'en raison de la fréquence des raidisseurs verticaux, les variations d'ouverture susceptibles d'affecter les joints tant verticaux qu'horizontaux et donc de solliciter la garniture de mastic correspondante, ne peuvent être que très limitées dans des murs de façades ainsi réalisés, ce qui est favorable à la durabilité de cette garniture.

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

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

1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé

CMU des BOUCLES de LEVAGE

La présente annexe fournit les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par boucle pour les murs à coffrage intégré « Techno-Mur » d'épaisseur au plus égale à 400 mm et pour lesquels l'épaisseur nominale des parois est au moins égale à 61 mm.

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 le crochet de levage.

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

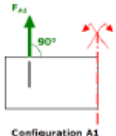
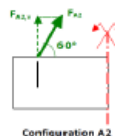
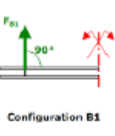
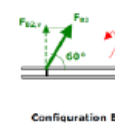
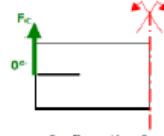
Les conditions d'emploi des crochets de levage pour les « TECHNO-Mur », ainsi que les capacités de levage sont définies dans l'Avis Technique H-Bau, à savoir :

Tableau A – CMU des boucles intégrées KE III et KE IV au « TECHNO-Mur » :

Type de Boucle	Diamètre des Boucles ϕ_1	Largeur des Techno-mur	Enrobages effectifs intérieurs de la boucle C_{1bcint} et C_{2bcint}	Enrobages effectifs extérieurs de la boucle C_{1bcext} et C_{2bcext}	Levage en Position VERTICALE CMU1	Levage à PLAT CMU2	RETOURNEMENT des MCI CMU3
	Mm	cm	mm	mm	KN	KN	KN
KE III	13	20,5 à 40	≥ 10	≥ 15	21,80	4,25	13,30
KE IV	15,5	20,5 à 40	≥ 15	≥ 20	45,30	Non visé	20,70

Où ϕ_1 correspond au diamètre de l'acier façonné de l'ancre de levage KE III et KE IV. Enfin, les enrobages effectifs désignent les enrobages toutes tolérances épuisées

Tableau B – Vérification de la résistance des boucles au levage

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

⁽¹⁾ La formule ci-dessus correspond à une disposition symétrique des boucles par rapport au centre de gravité. Dans les autres cas, on tiendra compte du positionnement des boucles pour la détermination des efforts.

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

A = surface du mur de coffrage intégré [m²]

Q = poids des équipements de sécurité éventuels [kN]

n_b = nombre de points de levage effectifs : 2 dans le cas courant, 4 dans le cas de levage avec 4 boucles et système équilibrant.

γ_{ed} = coefficient d'effet dynamique dû au levage = 1.15

γ_{pp} = coefficient d'incertitude sur poids propre = 1.05

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

Titulaires : Société **SAPEB**
 Carrière
 Morne Doré BP 269
 97 285 LE LAMENTIN (Martinique)
 Tél : +596 5 96 66 92 06

Société **SOPREFAG**
 Z.A. de Beau Soleil
 97122 BAIE-MAHAUT (Guadeloupe)
 Tél : +590 5 90 26 35 98

2.1.2. Mise sur le marché

2.1.3. Identification

Chaque « TECHNO-Mur » est identifié par une étiquette qui comporte :

- Le numéro de l'affaire du « TECHNO-Mur »,
- Le nom du chantier,
- Le numéro et les dimensions du « TECHNO-Mur »,
- Le poids du « TECHNO-Mur »,
- La classe de résistance du béton des peaux coffrantes préfabriquées,
- La date de fabrication,
- L'épaisseur du « TECHNO-Mur »,
- L'épaisseur de chaque peau coffrante préfabriquée,
- Le nom et l'adresse de l'usine,
- Le marquage CE,
- La déclaration de performance du produit,

Conformément à la NF EN 14992 - Eléments de murs ou à la NF EN 15258 - Murs de soutènement.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé de Mur à Coffrage Intégré (MCI) « TECHNO-Mur » est constitué de 2 peaux coffrantes préfabriquées en béton armé d'une épaisseur nominale comprise entre 61 mm et 80 mm pour les cas courants, pouvant aller jusqu'à 100 mm, reliées par des raidisseurs de forme triangulaire ou carrée espacés de 600 mm au maximum, et un noyau destiné à être rempli avec du béton coulé sur chantier.

Les épaisseurs nominales courantes du « TECHNO-mur » sont comprises entre 205 et 400 mm.

Les dimensions maximales du « TECHNO-Mur » : de 3,00 x 9,00 m (selon les sites de production).

Le « TECHNO-Mur » peut être associé à divers éléments de structure : poteaux et poutres préfabriqués ou coulés en place, prédalles, radiers, fondations, ...

Les liaisons entre « TECHNO-Mur » sont assurées par des armatures rapportées disposées dans la partie coulée en œuvre, ou par des armatures intégrées aux « TECHNO-mur ».

L'encastrement du mur dans la semelle ou le radier est réalisé par des armatures en attente dans la fondation ou intégrée au « TECHNO-Mur ».

L'encastrement entre « TECHNO-mur » dans les angles ou avec d'autres ouvrages est réalisé par des armatures intégrées aux « TECHNO-Mur » ou disposées dans le béton coulé en place.

L'étanchéité du « TECHNO-mur » est assurée soit par une étanchéité rapportée, soit par un traitement de surface, soit par le « TECHNO-Mur » lui-même moyennant des dispositions constructives décrites dans le dossier Technique en fonction du type d'ouvrage, ainsi que dans le CPT MCI 3690_V2.

Des armatures de poteaux, longrines, linteaux, encadrements d'ouvertures peuvent être incorporées aux « TECHNO-Mur » ou rapportées sur chantier.

De même, les huisseries, menuiseries, gaines, boîtiers, platines, négatifs, goujons, et autres équipements ou inserts, peuvent être incorporés aux « TECHNO-Mur » ou rapportés sur chantier dans des réservations prévues à cet effet.

Une des peaux peut être éventuellement traitée en béton architectonique (béton de couleur et finition chimique et/ou mécanique).

Le « TECHNO-Mur » de façade peut recevoir une isolation thermique, soit par un système d'isolation par l'extérieur avec un système d'enduit sur isolant, bardage, ... ou par un système de doublage intérieur.

2.3. Domaine d'emploi

Le procédé de Murs à Coffrage Intégré « TECHNO-Mur » est destiné à la réalisation :

- De murs porteurs ou non porteurs en infrastructure et en superstructure,
- De murs de refends,
- De murs façades,
- De poutres-voiles (poutres-cloisons),
- De murs avec longrine incorporée,
- D'acrotères,
- De poutres,
- De poteaux,
- De murs de soutènement,
- De silos à grains ou à engrais,
- De murs coupe-feu,
- De murs de bassins ou de piscines,
- D'ouvrages soumis à une pression hydrostatique extérieure ou intérieure,
- Des murs enterrés soumis ou non à des pressions hydrostatiques destinés entre autres à la réalisation de caniveaux, garages souterrains, galeries de liaison, sous-sols sur un ou plusieurs niveaux,
- Parois berlinoises.

Les « TECHNO-mur » peuvent être montés en zones sismiques, au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010, et ce jusqu'à la zone de sismicité 5, moyennant les dispositions constructives définies par les prescriptions Techniques correspondantes ci-après.

2.4. Règlementations

Les prescriptions de conception et de calcul sont établies par référence au Cahier des Prescriptions Techniques communes aux procédés de Murs à Coffrage Intégré du Cahier 3690_V2 - Juillet 2014. (CPT MCI 3690_V2)

Les « TECHNO-mur » sont conformes aux normes européennes :

- NF EN 14992+A1 « Produits préfabriqués en béton – Éléments de murs »,
- NF EN 15258 « Produits préfabriqués – Éléments de murs de soutènement » lorsqu'ils relèvent du domaine d'emploi de cette dernière.

2.5. Matériaux utilisés

Les principaux matériaux mis en œuvre sont :

- Le béton des peaux préfabriquées,
- Le béton de remplissage,
- Les armatures du « TECHNO-Mur » et des liaisons,
- Les inserts,
- Les matériaux de traitement des joints,
- Les matériaux d'habillage ou de traitement intérieur et extérieur,

Les matériaux sont conformes aux exigences du Cahier des Prescriptions Techniques communes aux procédés de Murs à Coffrage Intégré (CPT MCI 3690_V2) au § 1.1.1.2.

Les spécifications particulières sont indiquées dans les paragraphes suivants.

2.5.1. Bétons

2.5.1.1. Béton des peaux coffrantes préfabriquées

La composition du béton des peaux coffrantes préfabriquées respecte les exigences définies dans la norme NF EN 13369, en fonction de la classe d'exposition de l'ouvrage.

Les classes d'exposition retenues sont celles de la NF EN 13369.

Le béton est conforme à la norme NF EN 206/CN, avec une classe de résistance à 28 jours au moins de C40/50.

La résistance minimale du béton à la manutention des TECHNO-mur en USINE est de 18 MPa sur éprouvette cubique de 10x10x10 cm.

La résistance minimale du béton à la manutention par les boucles de levage est de 20 MPa sur éprouvette cubique de 10x10x10 cm.

La résistance minimale du béton à la livraison sur chantier est de 20 MPa.

Il pourra être utilisé un béton architectonique : béton de ciment gris ou blanc, coloré ou non, finition lisse, gommé, acidé, désactivé ou poli.

Pour l'utilisation de matrice, l'enrobage sera considéré en creux de dessin de la matrice.

La moyenne des résistances f_{ci} obtenue sur les 3 cubes 100 x 100 mm ne peut en aucun cas être inférieure à 20 MPa à la livraison du produit.

2.5.1.2. Béton de remplissage

Le béton utilisé pour le remplissage des « TECHNO-Mur » doit être conforme au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.2 et à la norme NF EN 206/CN, de résistance caractéristique minimale à 28 jours de 30 MPa (*classe de résistance mini du béton de remplissage : C30/37*).

La taille des granulats est à choisir en fonction de l'épaisseur du noyau coulé en place :

- D_{max} égal à 12,50 mm pour un noyau d'épaisseur inférieure ou égale à 90 mm (type : micro-béton)
- D_{max} égal à 16 mm pour un noyau d'épaisseur supérieure à 90 mm.

La valeur cible recommandée pour l'affaissement au cône d'Abrams est de 200 mm.

L'utilisation de micro-béton est autorisée, et dans ce cas une attention particulière doit être portée à la fissuration due au retrait, notamment au niveau des joints verticaux.

Dans le cas des BAP, toutes les classes d'étalement peuvent être utilisées.

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

- Valeur cible pour l'affaissement de 180 mm avec une tolérance resserrée de 20 mm,
- D_{max} des granulats en fonction de l'épaisseur du noyau des « TECHNO-Mur », généralement $\leq 12,50$ mm,
- Rapport G/S proche de 1.

2.5.2. Armatures et raidisseurs

Les armatures seront conformes au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.2.

Tous les aciers sont conformes à la norme NF EN 10080.

Les armatures, qui sont intégrées au « TECHNO-Mur » ou utilisées en acier de liaisons, peuvent être de 2 types :

- Acier en barres filantes ou façonnées conforme à la norme NF A 35-080-1,
- Panneaux de treillis soudés conformes à la norme NF A 35-080-2.

La classe de résistance de ces armatures est B500B.

2.5.2.1. Armatures minimales

Le ferrailage minimal des peaux préfabriquées du « TECHNO-Mur » est conforme au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.3.

Excepté pour des conditions plus restrictives définies sur les plans du Bureau d'Etudes Structures du chantier, chaque peau préfabriquée du « TECHNO-Mur » comprend au minimum :

- 1,20 cm²/ml d'aciers verticaux,
- 1,20 cm²/ml d'aciers horizontaux.

L'espacement maximum des armatures dans les deux directions est inférieur ou égal à 330 mm.

Dans la direction parallèle aux raidisseurs, la section d'armatures des raidisseurs est prise en compte dans cette section minimale.

Pour le « TECHNO-Mur » devant assurer une étanchéité, la peau 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 200 mm,
- Les armatures du lit le plus proche du parement doit avoir un diamètre au moins égal à 8 mm.

2.5.2.2. Raidisseurs

Les raidisseurs seront conformes au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.2.

Des raidisseurs métalliques espacés d'au plus 600 mm assurent la liaison entre les deux peaux préfabriquées.

La section des armatures hautes et basses des raidisseurs sera prise en compte dans la section de ferrailage mécaniquement nécessaire parallèlement aux raidisseurs.

Le choix du type et de l'espacement des raidisseurs se fera en fonction des critères suivants :

- Sollicitations de cisaillement à l'interface,
- Epaisseur du « TECHNO-Mur »,
- Vitesse de bétonnage du noyau.

2.5.2.2.1. Raidisseurs de type en V

Les treillis raidisseurs (type raidisseurs en V) formant couture entre les peaux préfabriquées et le noyau coulé en place font l'objet d'une certification AFCAB et seront conformes à la norme NF A 35-028.

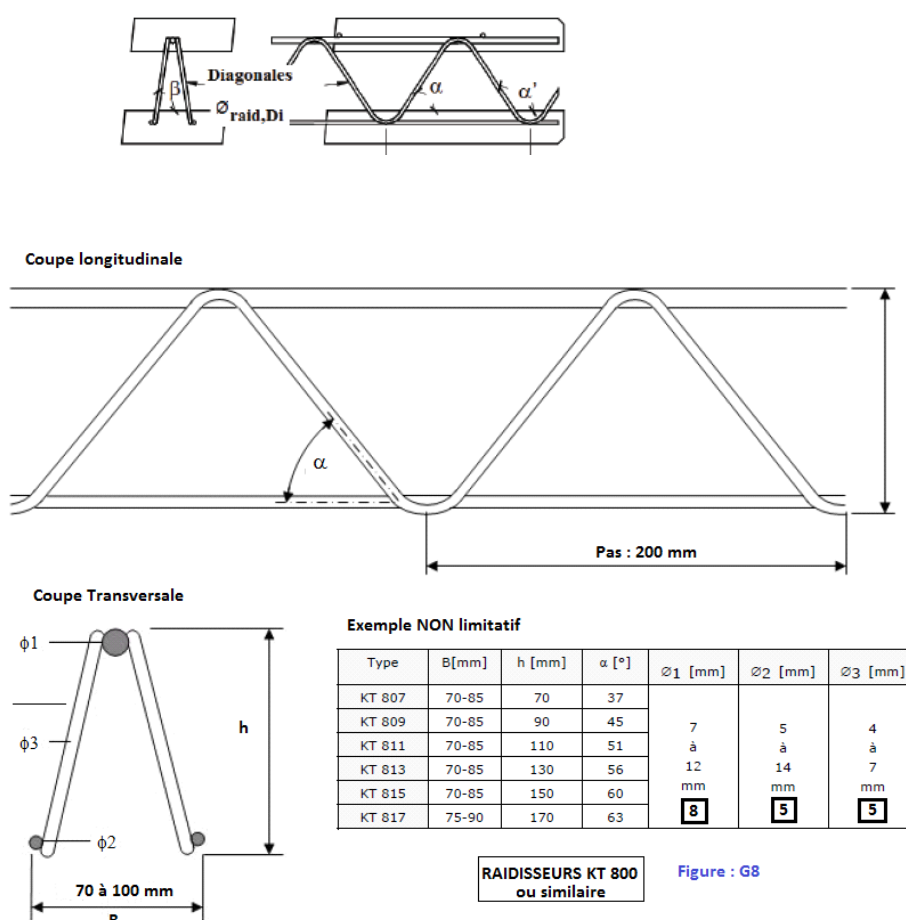
Ils seront de type :

- KT800 produits par Badische Drahtwerke GmbH,
- CKT produits par Intersig ou Acor,
- Ou des raidisseurs certifiés AFCAB présentant les mêmes caractéristiques Techniques que ceux définis ci-dessus.

Le diamètre du filant supérieur $\phi 1$ est compris entre 7 et 12 mm, mais plus généralement 8 mm,

Le diamètre des filants inférieurs $\phi 2$ est compris entre 5 et 10 mm, mais plus généralement 5 mm,

Le diamètre des diagonales ϕ_3 est compris entre 4 et 7 mm, mais plus généralement 5 mm.



Les hauteurs des raidisseurs les plus usuelles seront : 130 - 140 - 150 - 160 - 170 - 180 - 190 - 200 - 230 - 240 - 250 - 280 - 290 et 300 mm, avec des 2 armatures basses de 5 mm, une armature haute de 8 mm, et diagonales en 5 mm.

D'autres hauteurs de raidisseurs pourront néanmoins être utilisées.

2.5.2.2.2. Raidisseurs spéciaux

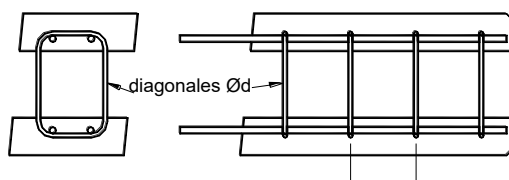
Les éventuels raidisseurs spéciaux seront réalisés sur mesure et en forme de cages d'armatures en acier de nuance B500B, triangulés pour assurer la rigidité du « TECHNO-Mur ».

Ces raidisseurs spéciaux auront des filants en 6, 8, 10, 12, 14 ou 16 mm et des cadres en 6, 8, 10 ou 12 mm.

La triangulation sera faite par des diagonales soudées sur les filants.

Les tolérances d'exécution sur les dimensions seront :

- Hauteur : + 1 / -3 mm,
- Largeur : +/- 10 mm,
- Espacement des cadres : +/- 25 mm.



Les raidisseurs spéciaux seront sous traités et feront l'objet d'un contrôle interne qui portera sur la hauteur de la cage, les sections d'armatures, la position des armatures filantes et les rayons de cintrage.

Il convient de préciser que les raidisseurs spéciaux seront mis en œuvre pour des applications spécifiques par exemple pour les « TECHNO-mur » présentant de fortes contraintes de cisaillement à l'interface peaux/noyau ou en chevêtre d'ouverture, voir en remplacement de raidisseurs de type en V.

2.5.3. Enrobage des armatures

2.5.3.1. Enrobage des armatures des peaux préfabriquées

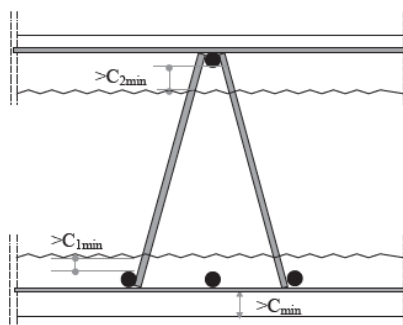
L'enrobage des armatures est défini en fonction de la classe d'exposition et est conforme au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.5 et à la norme NF EN 13369 à son Annexe A.

L'enrobage minimum est au moins égal à 20 mm pour la façade exposée et de 15 mm pour la peau intérieure non exposée.

2.5.3.2. Enrobage des raidisseurs

L'enrobage des raidisseurs doit permettre de respecter les exigences vis-à-vis de la résistance au bétonnage et celles vis-à-vis des coutures entre les peaux préfabriquées et le béton coulé en place.

L'enrobage minimum des raidisseurs ($C_{bet.1min}$ ou $C_{bet.2min}$) est conforme au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.6, soit 20 mm.



2.5.4. Crochets de levage de type H-Bau

La manutention, tant pour le décoffrage que le stockage, le transport et la pose des « TECHNO-mur » est réalisée au moyen du système de levage » intégrés aux « TECHNO-Mur », de types « KE III » et « KE IV » faisant l'objet d'un Avis Technique en cours de validité, exploité par la société H-Bau.

Ces crochets de levage existent en diamètre 13 (KE III) et 15,5 mm (KE IV).

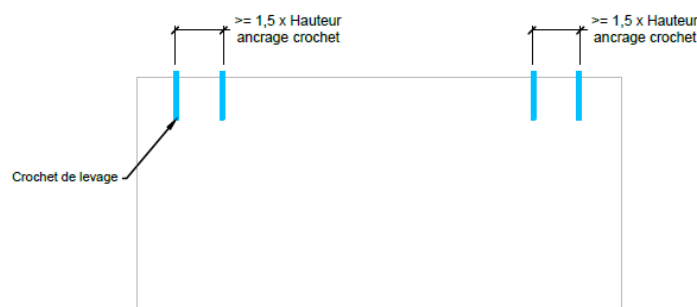
Un « TECHNO-Mur » comportera, en partie supérieure, au minimum 2 crochets de levage, et 4 crochets de levage si son poids est supérieur à la C.M.U. avec 2 crochets de levage.

Une barre de ϕ 10 mm sera positionnée dans chaque peau en bordure de la peau du côté des crochets de levage. (Voir détail en Annexe 3.2a)

Les « TECHNO-Mur » de grandes dimensions transportés sur chant auront des crochets de levage en tête pour la manutention en usine et le déchargement, ainsi que des crochets de levage sur un chant pour la mise en œuvre sur chantier. (Voir Annexe 3.2d)

Le relevage éventuel sur chantier se fera à l'aide d'un retourneur au sol ou tout autre système similaire.

Dans le cas de 4 crochets de levage par « TECHNO-Mur », ceux-ci seront espacés au minimum de $1,50 \times$ Hauteur du crochet de levage, soit 600 mm pour les KE III et 900 mm pour les KE IV.



Les crochets de levage sont représentés sur les calepins de fabrication des « TECHNO-Mur ».

Le logiciel de CAO vérifie pour chaque « TECHNO-Mur » que la C.M.U. par crochet de levage n'est pas dépassée.

2.5.5. Douilles

Les douilles sont métalliques à plateau généralement de 50 mm de diamètre et de 45 mm ou 50 mm de haut.

Ces douilles sont de type COFRA ou des douilles d'un autre fabricant ayant les mêmes caractéristiques Techniques.

Elles sont scellées dans l'une des peaux préfabriquées des « TECHNO-Mur » (Annexe 3.1).

Elles assurent la liaison de la peau du « TECHNO-Mur » avec les étais tire-pousse pendant le montage et le bétonnage, et la fixation éventuelle des équipements de sécurité.

Elles sont utilisées en combinaison avec des boulons métalliques adaptés (M16 en général), et elles autorisent des usages multiples de serrages - desserrages.

La C.M.U. des douilles M16 = 480 daN selon rapport d'essai du CERIB n° 012413 de septembre 2018, réalisé selon le protocole du CERIB n° 009790.

2.5.6. Utilisation de coupleurs d'armatures

En cas d'utilisation de coupleurs d'armatures, ceux-ci bénéficieront d'un certificat délivré par l'AFCAB.

2.5.7. Armatures complémentaires dans les « TECHNO-Mur » et armatures mises en œuvre sur chantier

Les armatures mises en œuvre dans les « TECHNO-Mur » sont conformes au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.2.

Les armatures complémentaires de type poteau, linteau, rive, ... peuvent être incorporées aux « TECHNO-Mur » lors de la réalisation en usine ou rapportées dans le noyau lors de la mise en œuvre sur chantier.

Ces armatures sont du type B500B ou treillis façonnés à la demande.

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

2.5.8. Ecarteurs pour épaisseur du « TECHNO-Mur »

Les écarteurs sont des éléments métalliques avec abouts en plastique, de hauteurs compatibles avec les caractéristiques dimensionnelles des « TECHNO-Mur ». (Voir en Annexe 3.12 pour le dimensionnement)

2.5.9. Cales d'enrobage

Les cales d'enrobages sont des éléments en plastique ponctuels ou linéaires, d'épaisseurs compatibles avec les caractéristiques d'enrobage définies.

2.5.10. Matériaux de jointoiement et d'étanchéité

La mise en œuvre des produits ci-dessous est réalisée conformément aux recommandations et Cahiers Techniques dont chaque produit fait l'objet :

- Fond de joint type Joint expansif, en mousse polyuréthane ou cordon néoprène, pour blocage de la laitance,
- Mortier de réparation sans retrait,
- Mastic élastomère de 1^{ère} catégorie,
- Emulsion bitumeuse épaisse,
- Bande bitumeuse autocollante, ...

Le fournisseur des produits employés justifie leur compatibilité avec les environnements auxquels ils seront exposés.

Le choix des produits est effectué en tenant compte de la destination de l'ouvrage et des conditions d'environnement.

2.5.11. Matériaux en tête de « TECHNO-Mur »

- Chaperon béton,
- Couvertine métallique,
- Couverture traditionnelle selon DTU propre, ...

2.5.12. Matériaux de traitement du parement des « TECHNO-Mur »

Selon leur destination :

- Enduits bitumeux (faces contre terres, ...),
- Béton matricé, béton désactivé,
- Lasure,
- Peinture,
- Résine,
- Membrane d'étanchéité (liner, ...),
- Carrelage de parement, ...

2.5.13. Autres matériaux

- Rails d'ancrage,
- Réservations,
- Boîtiers électriques,
- Gaines électriques.

2.6. Conception de « TECHNO-Mur »

Le calcul des structures est réalisé par le Bureau d'Etudes Structures de l'opération (Bureau d'Etude d'Exécution), en tenant compte des spécificités du procédé développées dans ce dossier Technique et le Cahier des Prescriptions Techniques de Murs à Coffrage Intégré (CPT MCI 3690_V2).

Le calepinage est effectué par le bureau d'études du Titulaire et approuvé par le Bureau d'Etudes Structures de l'opération et l'entreprise de pose.

Le bureau d'études du Titulaire pourra être sollicité afin d'aider à la conception et au calcul des ouvrages à réaliser.

Le comportement final d'un mur réalisé à partir de « TECHNO-mur » n'est pas différent de celui du même mur coulé in situ.

Son dimensionnement est similaire à celui d'un mur traditionnel, mais il nécessite toutefois des vérifications spécifiques pour tenir compte de la présence des joints.

Le dimensionnement est réalisé selon les règles applicables aux éléments de structure en béton armé, à savoir les normes associées au CPT MCI 3690_V2 et définies dans celui-ci.

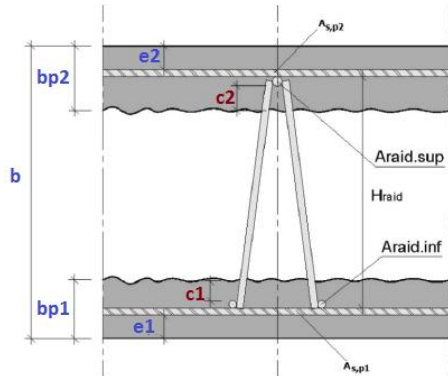
2.6.1. Epaisseurs minimales des peaux préfabriquées

Conformément au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.4, l'épaisseur minimale des peaux préfabriquées résulte des exigences d'enrobage, des tolérances d'exécution sur cette dimension et sur le positionnement des armatures.

L'épaisseur minimale de la peau préfabriquée est fixée à 61 mm moyennant les dispositions prises ci-dessous.

Dans le cas de « TECHNO-mur » en béton matricé ou avec des faux joints, l'épaisseur de la peau préfabriquée ne prend pas en compte l'emprise des modénatures de la matrice ou du faux joint.

Les épaisseurs des peaux préfabriquées doivent vérifier les inégalités suivantes : CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.6



$$b_{p1} \geq c_{1,min} + e_1 + \phi_{tp1} + \phi_{raid,inf} + \Delta_1$$

$$\Delta_1 = \sqrt{(\Delta e_1^+)^2 + (\Delta b_{p1}^-)^2}$$

$$b_{p2} \geq c_{2,min} + (b_{nom} - e_1 - \phi_{t1} - H_{raid}) + \phi_{raid,sup} + \Delta_2$$

$$\Delta_2 = \sqrt{(\Delta e_1^-)^2 + (\Delta b_{p2}^-)^2 + (\Delta b^+)^2 + (\Delta H_{raid}^-)^2}$$

$$b_{n,min} = b_n - \sqrt{(\Delta b^-)^2 + (\Delta b_{p1}^+)^2 + (\Delta b_{p2}^+)^2}$$

Avec :

- b_{p1} : l'épaisseur nominale de la première peau préfabriquée,
- b_{p2} : l'épaisseur nominale de la seconde peau préfabriquée,
- b : l'épaisseur nominale du « TECHNO-mur »,
- e_1 : l'enrobage nominal des armatures perpendiculaires au treillis raidisseur, de la première peau préfabriquée,
- $c_{1,min}$: l'enrobage minimal du raidisseur, côté intérieur de la première peau préfabriquée,
- $c_{2,min}$: l'enrobage minimal du raidisseur, côté intérieur de la seconde peau préfabriquée,
- H_{raid} : la hauteur nominale du raidisseur,
- ϕ_{tp1} : le diamètre des armatures perpendiculaires aux raidisseurs dans la première peau préfabriquée, de section d'armatures A_{p1} ,
- ϕ_{tp2} : le diamètre des armatures perpendiculaires aux raidisseurs dans la seconde peau préfabriquée, de section d'armatures A_{p2} ,
- $\phi_{raid,inf}$: le diamètre des armatures inférieures du raidisseur, de section d'armatures $A_{raid,inf}$,
- $\phi_{raid,sup}$: le diamètre des armatures supérieures du raidisseur, de section d'armatures $A_{raid,sup}$.

L'épaisseur minimale du noyau coulé en place est de 60 mm. (CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.4)

Cette épaisseur minimale correspond à une épaisseur nominale de 73 mm avec les valeurs par défaut des tolérances définies ci-après.

Les tolérances dimensionnelles utilisées pour la conception du « TECHNO-mur », sur la base des notations du CPT MCI 3690_V2, § 1 et 1.1.1.6, sont les suivantes :

- Δe_1^+ et $\Delta e_2^+ = 5$ mm
- Δe_1^- et $\Delta e_1^- = 5$ mm
- $\Delta b_{p1}^- = 8$ mm
- $\Delta b_{p2}^- = 8$ mm
- $\Delta b_{p1}^+ = 8$ mm
- $\Delta b_{p2}^+ = 8$ mm
- $\Delta b^+ = 8$ mm
- $\Delta H_{raid} = +1/- 3$ mm

2.6.2. Règles de dimensionnement

Le calcul de la capacité résistante en compression du « TECHNO-Mur » doit être mené conformément au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.1.

2.6.3. Vérification de la contrainte de cisaillement à l'interface « TECHNO-Mur » / noyau

La vérification est faite conformément aux prescriptions du CPT MCI 3690_V2, § 1.1.4 et à l'annexe IV du CPT MCI 3690_V2.

2.6.4. Stabilité au feu des structures

Les critères de classification de résistance R, d'étanchéité E et d'isolation I définis à l'article 2 de la norme NF EN 1992-1-2 avec son annexe nationale française (NF EN 1992-1-2/NA) d'un « TECHNO-Mur » peuvent être vérifiés individuellement selon l'une des trois méthodes suivantes à l'ensemble du mur considéré comme homogène :

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

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 « TECHNO-Mur » dont la largeur reste inférieure ou égale à 20 mm sont négligés pour le calcul des températures.

Les actions mécaniques sont combinées, en situation accidentelle, conformément à la norme NF EN 1990 avec son annexe nationale française.

Les « TECHNO-Mur » sont considérés comme des éléments pleins et homogènes.

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

2.6.5. Recouvrement des armatures

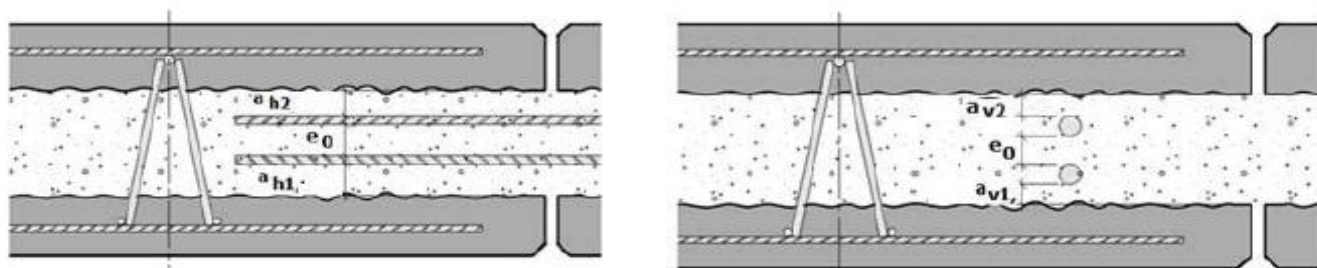
Conformément au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.11, les règles de recouvrements des armatures du noyau avec celles intégrées dans les peaux préfabriquées des « TECHNO-Mur », doivent être conformes à la NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale ainsi qu'à la NF EN 1998-1 et son annexe nationale.

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 $\eta_1 = 0,70$ pour les armatures horizontales de diamètre supérieur à 12 mm et dans tous les autres cas, $\eta_1 = 1,00$.

2.6.6. Eclissage des armatures

L'éclissage des armatures dans le « TECHNO-mur » doit être conforme A.1.1.1 .12 du CPT MCI 3690_V2.

Ces armatures sont soit intégrées dans les « TECHNO-mur », soit mises en œuvre dans la partie coulée en place.



2.7. Types de « TECHNO-Mur »

2.7.1. Murs courants - Suivant CPT MCI 3690_V2, § 1.1.2.1

Le dimensionnement des « TECHNO-mur » se fera selon les règles usuelles de béton armé, conformément au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.2.1.

Les joints en pied sont généralement de type articulé.

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

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

2.7.2. Murs exposés ou non aux intempéries

Les ouvertures et baies sont obtenues au moyen de mannequins généralement en bois fixés sur les tables de production.

Elles sont renforcées par des armatures périphériques intégrées aux peaux préfabriquées conformément au plan du Bureau d'Etudes Structures.

2.7.3. Murs inclinés

Suivant le CPT MCI 3690_V2, § 1.1.3, les « TECHNO-Mur » peuvent être mis en œuvre dans un ouvrage avec une inclinaison minimale de 75° par rapport à l'horizontale.

Dans le cas de « TECHNO-Mur » utilisé en couverture, les murs peuvent être inclinés à 45°.

Les dispositions de mise en œuvre restent identiques aux murs verticaux.

Des précautions particulières de blocage en pied de murs seront prises en phase provisoire de montage et de remplissage pour s'opposer au déplacement horizontal (cales, équerres, ...).

2.7.4. Murs coupe-feu

Les voiles non porteurs seront justifiés par application de la clause 5.4.1 de la norme NF EN 1992-1-2.

Les murs coupe-feu porteurs seront justifiés par application de la clause 5.4.2 de la norme suivant la norme NF EN 1991-1-2 avec son annexe nationale française (NF EN 1991-1-2/NA).

Les murs coupe-feu seront justifiés par application de la clause 5.4.3 de la norme NF EN 1992-1-2.

Le paragraphe 5.4 de la norme NF EN 1992-1-2 traite le cas des joints vis-à-vis du critère d'isolation **I**.

Le mur coupe-feu réalisé à l'aide des « TECHNO-Mur » peut être réalisé suivant plusieurs principes statiques :

- Mur en console encastré en pied complètement indépendant des structures avoisinantes,
- Mur de remplissage entre poteaux avec pose en général des « TECHNO-Mur » horizontalement,
- Mur articulé en pied et en tête fixé à la charpente.

Pour des durées de résistance au feu élevées, les armatures du « TECHNO-Mur » peuvent être disposées dans l'espace entre les deux peaux préfabriquées.

Les poutres sont justifiées par application de la clause 5.6 de la norme NF EN 1992-1-2.

Les éléments fléchis perpendiculairement à leur plan seront justifiés par application de la clause 5.7 de la norme NF EN 1992-1-2.

2.7.5. Poteaux : (Voir Annexe 3.7)

La distinction entre « mur » et « poteau » est faite selon l'article 5.3.1 (7) de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale.

Un poteau est un élément dont le grand côté de la section transversale ne dépasse pas 4 fois le petit côté de celle-ci et dont la hauteur est au moins égale à 3 fois le grand côté.

Lorsque ce n'est pas le cas, il convient de considérer l'élément comme un voile.

L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale pour le dimensionnement des poteaux doit être vérifié et complété par les justifications définies au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.2.2.

2.7.6. Poutres : (Voir Annexe 3.8)

L'ensemble des prescriptions de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale pour le dimensionnement des poutres doivent être vérifiées et complétées par les justifications définies au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.2.3.

2.7.7. Poutres-cloisons : (Voir Annexe 3.9)

Est considérée comme « poutre-cloison » (ou poutre-voiles), les poutres droites de section constante dont la hauteur de section est supérieure au tiers de la portée selon l'article 5.3.1 (3) de la norme NF EN 1992-1-1.

Les poutres-cloisons réalisées en tout ou partie à l'aide de « TECHNO-Mur » sont dimensionnées selon la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale et complété par les justifications définies au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.2.4 et Annexe V du CPT MCI 3690_V2.

2.7.8. Acrotères

Les acrotères en « TECHNO-Mur » sont conformes aux prescriptions de l'article 7.2.4 du DTU 20.12 et aux prescriptions particulières aux acrotères du CPT MCI 3690_V2., § 1.1.2.5.

2.7.9. Joint vertical biais

Le principe constructif est fonction de l'angle entre les 2 « TECHNO-Mur » :

Pour un angle supérieur à 165°, le ferrailage de l'angle peut être intégré dans le « TECHNO-Mur » selon la même méthode que la solution pour les joints droits.

Pour les angles inférieurs à 165° l'armature sera rapportée dans la partie coulée en place.

2.7.10. Linteaux : (Voir Annexe 3.6)

2.8. Types de liaison

Les liaisons des armatures sont conformes aux exigences du CPT MCI 3690_V2

Les schémas des liaisons type non présents dans le CPT MCI 3690_V2 sont présentés en Annexes du présent dossier Technique.

Les liaisons assurent la continuité mécanique au droit des joints entre deux « TECHNO-Mur » et entre les « TECHNO-Mur » et les ouvrages avoisinants.

Les types de liaisons se classent en trois familles :

- Liaisons articulées,
- Liaisons couturées,
- Liaisons encastrées.

Pour les trois cas, nous distinguerons les liaisons verticales et horizontales.

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

- Efforts de calcul à reprendre (moment et tranchant),
- Contraintes de chantier,
- Méthodologie de pose,
- Étanchéité,
- Sismicité, ...

Dans le cas où la liaison entre « TECHNO-Mur » doit être vérifiée, l'effort tranchant sollicitant est comparé à l'effort tranchant résistant au droit du joint tel que présenté à l'Annexe II du CPT MCI 3690_V2.

2.8.1. Liaisons Articulées : (Voir Annexe 3.3)

Ce type de liaison est utilisé dans les cas suivants :

- Liaisons articulées en pied de « TECHNO-Mur »,
- Liaisons articulées verticalement entre deux « TECHNO-Mur »,
- Liaisons articulées d'angle,
- Liaisons articulées en T,
- Liaisons articulées entre « TECHNO-Mur » et dalles.

2.8.2. Liaisons Couturées : (Voir Annexe 3.4)

Ce type de liaison est préconisé essentiellement pour

- Les poutres-cloisons,
- Les liaisons devant reprendre des sollicitations sismiques importantes,
- Les ouvrages qui doivent être étanches par le béton seul et dont la liaison entre le mur et la fondation est réalisée avec une des solutions avec reprise de bétonnage ainsi que pour les cisaillements importants au droit des joints.

Dans ce dernier cas, le calcul de la liaison couturée se fera conformément à l'Annexe II du CPT MCI 3690_V2.

Cette liaison a pour caractéristique que le panier d'armature qui assure la couture au droit de joint est disposé dans le béton coulé en place et liaisonné avec des armatures en « U » intégré dans les peaux du « TECHNO-Mur ».

Ces aciers de forme « U » intégrés au « TECHNO-Mur » et disposés aux abouts permettent de garantir une couture optimale de la liaison entre les TECHNO-Mur.

L'ensemble de ces solutions nécessite une fenêtre de tirage en partie inférieure du « TECHNO-Mur » pour permettre la bonne mise en place du panier d'armature de liaison.

On utilise les cas suivants :

- Liaisons couturées verticalement entre deux « TECHNO-Mur »,
- Liaisons couturées d'angle.

Les liaisons couturées peuvent être, suivant vérification par le calcul, réalisées avec le système ZIPBOX (*Voir Avis Technique ZIPBOX en cours de validité*)

2.8.3. Liaisons Encastrées : (Voir Annexe 3.5)

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

La section des armatures est calculée conformément à la NF 1992-1-1, et suivant les efforts résistants des plans de rupture possibles selon l'annexe II du CPT MCI 3690_V2.

Si les armatures de reprise en pied ne permettent pas le ripage du « TECHNO-Mur », une fenêtre de tirage ou l'ouverture de la peau préfabriquée est prévue, pour permettre la bonne mise en place du panier d'armatures.

On utilise les cas suivants :

- Liaisons encastrées en pied de « TECHNO-Mur » avec ou sans reprise de bétonnage,
- Liaisons encastrées verticalement entre deux « TECHNO-Mur »,
- Liaisons encastrées d'angle,
- Liaisons encastrées en T,
- Liaisons encastrées entre « TECHNO-Mur » et dalles.

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

2.9. Types d'ouvrages

2.9.1. Murs enterrés ou semi-enterrés

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

2.9.2. Murs de soutènement

Les armatures de reprises en pied peuvent être intégrées dans le « TECHNO-Mur » ou dans la partie coulée en place, conformément CPT MCI 3690_V2, § 1.1.4.4.

2.9.3. Murs de silos ou de magasins de stockage

Pour le dimensionnement des « TECHNO-Mur » destinés aux silos, les « Règles professionnelles de conception et de calcul des silos en béton », et au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.4.5.

2.9.4. Murs de bassins ou de piscines

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

Les prescriptions particulières concernant ce type de murs sont dans le CPT MCI 3690_V2, § 1.1.4.6.

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

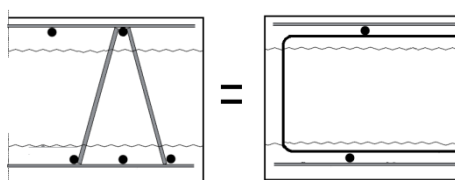
2.9.5. Murs de galeries, garages souterrains

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

2.10. Dispositions constructives

2.10.1. Généralités

Conformément au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.10, les renforcements des ouvertures et des bords libres usuellement prévus dans les peaux préfabriquées du « TECHNO-Mur » (*dispositions du paragraphe 4.1 du DTU 23.1*) pourront être réalisés dans les « TECHNO-Mur » à l'aide des raidisseurs définis ci-avant.



De même, les cages d'armatures des poutres et des poteaux, pourront être remplacées par les raidisseurs définis ci-avant.

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

Type de Raidisseurs	Hauteur des Raidisseurs	Epaisseurs des Techno-mur Compatibles	Section Equivalente	ESPACEMENT EQUIVALENT mm		
	mm	mm	cm ²	6 mm	8 mm	10 mm
KT 813	130	205 – 210	2,77	102	181	283
KT 814	140	205 – 210	2,84	99	177	276
KT 815	150	210 – 220	2,91	97	173	270
KT 816	160	220	2,97	95	169	264
KT 817	170	220	3,00	94	167	261
KT 818	180	250	3,06	92	164	257
KT 819	190	250	3,09	92	163	254
KT 820	200	250	3,11	91	161	252
KT 823	230	300	3,18	89	158	247
KT 824	240	300	3,20	88	157	245
KT 825	250	300	3,22	88	156	243

Nota :

- Les données d'Epaisseurs de Techno-mur compatibles ci-dessus sont données à titre indicatifs.
Ceci dépend en particulier des conditions environnementales sur les 2 faces des Techno-mur

- 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 ancrées dans les peaux préfabriquées peuvent jouer le rôle assuré par les treillis raidisseurs pour la couture de l'interface et/ou la tenue des peaux pendant la phase de coulage.

2.10.2. Dispositions parasismiques - Voir CPT MCI 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 donne au BE du Titulaire les efforts à reprendre par les murs considérés (Torseurs), afin que le BE du Titulaire effectue les vérifications au droit des joints entre « TECHNO-Mur » conformément à l'Annexe I du CPT MCI 3690_V2, ce qui permet de définir les types de liaisons entre les « TECHNO-Mur ».

La conception et la vérification des joints sous sollicitations sismiques devront être conformes au CPT MCI 3690_V2, § 1.1.1.14 et à l'Annexe I du CPT MCI 3690_V2.

2.10.2.1. Stabilité d'ensemble :

Pour le calcul des raideurs des murs, la présence des joints entre « TECHNO-Mur » est négligeable.

La détermination des efforts induits par les actions sismiques sur un mur réalisé en « TECHNO-Mur » se base sur la section homogène équivalente au mur banché substitué.

Les liaisons horizontales hors zone de planchers sont prosrites.

2.10.2.2. Configurations des joints verticaux sous actions sismiques :

En fonction des efforts dans les joints verticaux, 4 cas peuvent se présenter :

- Ouvrir une peau du « TECHNO-Mur » comme spécifié à la figure A-16 du CPT MCI 3690_V2.
- Dans ce cas, aucun calcul complémentaire n'est requis.
- Pour de faibles efforts : Liaison SANS couture aux abouts des « TECHNO-Mur », détail 13.2 du CPT MCI 3690_V2.
- Pour des efforts plus importants : Liaison AVEC coutures aux abouts des « TECHNO-Mur », détail 13.3 du CPT MCI 3690_V2.
- Pas de solution en « TECHNO-Mur » : s'il est impossible de vérifier les joints entre « TECHNO-Mur » par les calculs de l'Annexe I du CPT MCI 3690_V2 et si l'Entreprise de Gros-Œuvre ne peut pas ouvrir une peau au droit des joints ou épaissir les « TECHNO-Mur ».

Le choix du principe de fonctionnement des joints verticaux devra être fait lors de la conception de l'ouvrage par le Bureau d'Etudes Structures en collaboration avec le BE du Titulaire.

2.10.2.3. Configurations des joints horizontaux sous actions sismiques :

- En fonction des efforts à la liaison plancher et du « TECHNO-Mur », 3 cas peuvent se présenter :
- Pour de faibles efforts : Calage de 10 mm sous les 2 peaux en pied du « TECHNO-Mur », voir figure A ci-dessous. La vérification de non-glissement se fait sur l'épaisseur du noyau du « TECHNO-Mur ».
- Pour des efforts plus importants : Calage de 30 mm sous les 2 peaux en pied du « TECHNO-Mur », voir figure B ci-dessous. La vérification de non-glissement se fait sur l'épaisseur totale du « TECHNO-Mur ».
- Pour les murs en joints de dilatation seulement : Calage de 10 mm sous la peau côté joint de dilatation et de 30 mm sous la 2^e peau en pied du « TECHNO-Mur », voir figure C ci-dessous. La vérification de non-glissement se fait sur l'épaisseur du noyau + de la 2^e peau du « TECHNO-Mur ».

La solution de la figure A peut aussi être employé en joint de dilatation si la contrainte de cisaillement est compatible avec l'épaisseur du noyau des « TECHNO-Mur ».

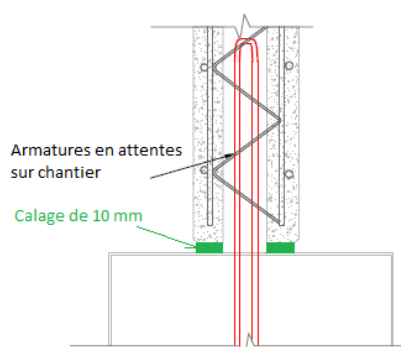


FIGURE A
Section résistante en compression est la section du NOYAU du TECHNO-mur

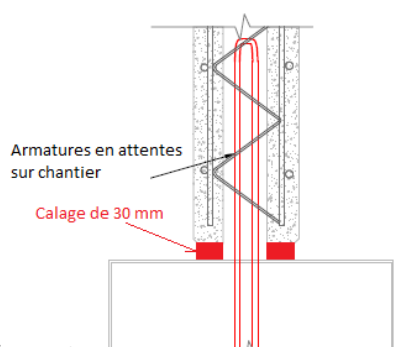


FIGURE B
Section résistante en compression est la section du TECHNO-mur

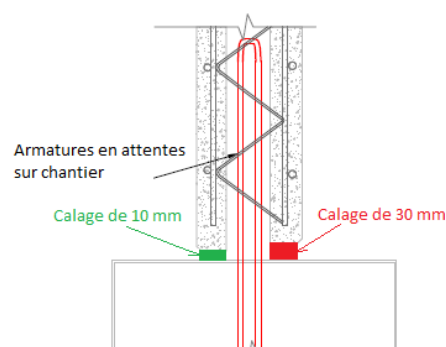


FIGURE C
Section résistante en compression est la section du noyau + 1 peau du TECHNO-mur

Le choix du principe de fonctionnement de la liaison plancher et du « TECHNO-Mur » devra être fait lors de la conception de l'ouvrage par le Bureau d'Etudes Structures en collaboration avec le BE du Titulaire qui possède un programme de vérification du glissement entre le plancher et le « TECHNO-Mur ».

Les torseurs appliqués au mur (M, N, V) seront communiqués par le Bureau d'Etudes Structures au BE du Titulaire pour réaliser lesdites vérifications de glissement.

2.10.2.4. Exigences d'application :

Les exigences applicables aux bâtiments neufs dépendent de la zone de sismicité et de la catégorie d'importance du bâtiment et dans laquelle il se trouve.

Les « TECHNO-Mur » peuvent être montés en zones sismiques, au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, et ce jusqu'à la zone de sismicité 5

Ces dispositions ne concernent que les murs participants à l'ossature principale du bâtiment.

Pour les autres murs considérés comme secondaires, les liaisons sont conformes aux liaisons préconisées en dehors des zones sismiques.

2.10.2.5. Boîtes d'attentes :

L'utilisation des boîtes d'attente pour la liaison « TECHNO-Mur » / plancher est strictement proscrite en cas d'exigence sismique.

Une engravure peut être réalisée dans le « TECHNO-Mur » pour supporter le plancher.

2.10.3. Isolation Thermique :

La performance thermique du mur à coffrage intégré est déterminée en négligeant la présence des joints.

2.10.4. 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 préfabriquées et du béton coffré, considéré comme homogène de ce point de vue.

La présence de joints entre peaux préfabriquées est considérée comme peu influente sur cet indice. L'estimation de la performance acoustique des bâtiments intégrant des « TECHNO-Mur » pourra aussi s'appuyer sur la série de normes NF EN 12354 (1 à 6).

2.10.5. Définition du plan d'étanchéité : (*Voir annexe 3.11*)

Pour les cas nécessitant une étanchéité assurée par le béton seul, les solutions à base de « TECHNO-Mur » reposent sur deux modes de mise en œuvre du plan d'étanchéité :

- L'utilisation des solutions mécaniques sans reprise de bétonnage et des joints verticaux décalés qui permettent de garantir une étanchéité par la continuité du bétonnage du noyau central à l'aide d'un béton présentant un compactage optimal et un faible retrait.
- L'utilisation des solutions mécaniques avec reprise de bétonnage, complétée par le traitement spécifique des reprises de bétonnage.

2.10.5.1. Utilisation des solutions mécaniques sans reprise de bétonnage

L'utilisation d'une solution mécanique sans reprise de bétonnage permet de garantir l'encastrement en pied du « TECHNO-Mur » et d'avoir une liberté de translation horizontale du « TECHNO-Mur » lors de sa mise en œuvre.

Ces armatures garantissent la couture du joint vertical afin de bloquer la fissuration provoquée par le retrait du béton.

La réalisation du plan d'étanchéité repose sur la chronologie de réalisation de l'ouvrage :

- Coulage du béton de propreté,
- Pose des « TECHNO-Mur »,
- Mise en place des armatures verticales de clavetage des joints verticaux,
- Pose du cordon de mousse dans les joints entre les « TECHNO-Mur » pour empêcher la fuite de laitance,
- Dépliage éventuel des armatures en attente en pied de « TECHNO-Mur »,
- Ferrailage du radier ou de la fondation,
- Bétonnage du radier et « TECHNO-Mur » sans reprise de bétonnage à l'aide d'un béton à faible retrait,
- Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage.

Les reprises de bétonnage verticales pour les ouvrages nécessitant un bétonnage en plusieurs phases sont systématiquement réalisées en partie courante du « TECHNO-Mur » ou par la mise en œuvre éventuelle dans le noyau du « TECHNO-Mur » d'un joint WATERSTOP en tôle de type STREMAFORM ou toute autre système d'arrêt de bétonnage permettant d'augmenter le chemin critique de l'eau.

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

2.10.5.2. Utilisation des solutions mécaniques avec reprise de bétonnage (*croquis en Annexe 3.11.d*)

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

De plus un traitement spécifique de la reprise de bétonnage en pied de « TECHNO-Mur » doit être réalisé.

La reprise de bétonnage en pied de « TECHNO-Mur » est traitée avec un joint hydrogonflant de type SIKA JOINT EXPANSIF WS 2005 ou un joint WATERSTOP tôle de type STREMAFORM, ou tout autre dispositif similaire présentant les mêmes caractéristiques Techniques.

Ces dispositifs sont disposés à 50 mm minimum de la peau du « TECHNO-Mur » en contact avec l'eau.

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

2.10.5.3. Joints classiques

Le joint est traité comme un joint classique au niveau du bétonnage et du ferrailage, il est complété par la mise en place d'un joint type SIKADUR COMBIFLEX, ou toute bande d'étanchéité pour joints à haute flexibilité collée sur les lèvres du joint et garantissant la parfaite étanchéité au contact d'eaux en pression.

Le joint est à mettre en œuvre en règle générale sur la peau en contact avec l'eau.

Néanmoins il peut travailler en sous-pression moyennant des dispositions de mise en œuvre particulière définies par les fabricants.

2.10.5.4. Joints encastrés

Le joint est traité à l'aide des solutions mécaniques type rotulées-couturées.

Les reprises de bétonnage verticales pour les ouvrages nécessitant un bétonnage en plusieurs phases sont systématiquement réalisées en partie courante du « TECHNO-Mur » par la mise en œuvre éventuelle dans le noyau du mur d'un joint WATERSTOP de type STREMAFORM ou toute autre système d'arrêt de bétonnage permettant d'augmenter le chemin critique de l'eau.

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

2.10.5.5. Utilisation des solutions avec étanchéité rapporté type PENTAFLEX

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

Les applications concernent les sous-sols étanches, les ouvrages en contact avec l'eau de mer, les stations d'épuration, les réservoirs d'eau potable et les bassins.

Pas besoin de liaisons couturées car le joint est étanché par le système PENTAFLEX.

La garantie du bon fonctionnement du plan d'étanchéité et les points singuliers au droit des joints sont traités et réalisés sur chantier par l'entreprise responsable de la mise en œuvre du procédé PENTAFLEX.

2.10.5.6. Utilisation des solutions avec étanchéité rapportée type VOLTEX

Le procédé VOLTEX DS couvert par un Avis Technique peut être utilisé en combinaison avec le « TECHNO-Mur » pour réaliser le plan d'étanchéité. Le VOLTEX DS est intégré sur la peau concernée en usine de fabrication des « TECHNO-Mur » sous la responsabilité du fournisseur de VOLTEX DS.

La garantie du bon fonctionnement du plan d'étanchéité et les points singuliers au droit des joints sont traités et réalisés sur chantier par l'entreprise responsable de la mise en œuvre du procédé VOLTEX DS.

La réalisation du plan d'étanchéité par le biais de ce procédé permet de calculer le « TECHNO-Mur » en fissuration non préjudiciable.

2.10.6. Traitement des joints

Selon la destination de l'ouvrage, le traitement du joint devra être mis en place conformément au CPT MCI 3690_V2, § 1.5 et Annexe VI du CPT MCI 3690_V2.

2.10.6.1. Murs courants en superstructure

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

2.10.6.2. Murs courants en infrastructure

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs courants en infrastructures sont définies à l'article 1.5.2 du CPT MCI 3690_V2.

2.10.6.3. Murs avec pression hydrostatique

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs avec pression hydrostatique sont définies à l'article 1.5.3 du CPT MCI 3690_V2.

2.10.6.4. Murs de silos ou magasin de stockage

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

2.10.6.5. Murs coupe-feu

Les prescriptions particulières du traitement des joints des murs coupe-feu sont définies à l'article 1.5.4 du CPT MCI 3690_V2.

2.10.7. Aspects des parements

Tous les « TECHNO-mur » présentent une surface brute de décoffrage, ou une finition chimique ou mécanique.

2.10.7.1. Etat de surface

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

En référence à la norme CEN/TR 15739, le parement standard du « TECHNO-mur » est classé P(3), E(3-3-0), T(0)

Une des deux peaux du « TECHNO-Mur » peut présenter un aspect structuré grâce à l'utilisation de matrice caoutchouc type RECKLI ou équivalent.

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

2.10.7.2. Teinte

La teinte du parement des « TECHNO-Mur » peut varier d'un panneau à l'autre.

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

Lorsque la finition du « TECHNO-Mur » est une lasure dont l'aspect doit être uniforme sur toute la surface du parement, il est impératif que l'entreprise prépare le support à l'aide d'un opacifiant ou homogénéisateur de teinte, appliqué au préalable, de manière à garantir l'aspect final de la lasure.

2.10.7.3. Préparation du support

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

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

2.10.8. Traitement de la tête des « TECHNO-Mur » exposés aux intempéries

Les têtes de « TECHNO-mur » exposées aux intempéries sont protégées contre les infiltrations d'eau le long des plans de reprise de bétonnage entre les peaux préfabriquées et le béton coulé en place par l'un des moyens suivants :

- Un chaperon béton,
- Une couverture métallique.
- Un enduit type SIKATOP 107 PROTECTION, appliqué sur une imprégnation époxydique type flexible, résistant au gel, et imperméable à l'eau SIKADUR IMPREGNATION,
- ou tout revêtement d'imperméabilisation à base de liant hydraulique.

2.10.9. Inserts

Différents types d'inserts peuvent être incorporées dans les « TECHNO-mur », à savoir : pots électriques, gaines électriques, douilles, baguettes, fourreaux PVC et métalliques, faux trous de banches, tubes de sécurité, platines métalliques, rails Halfen, ...

Les tolérances de pose seront conformes à la classe B de la NF EN 14992.

2.10.10. Chevillage

Il appartient au Maître d'œuvre ou au Bureau d'Etudes Structures de vérifier que l'ouvrage support, c'est-à-dire le « TECHNO-mur », est apte à reprendre les charges transmises par les chevilles et comporte les dispositions éventuelles nécessaires à leurs transferts.

Les chevilles implantées perpendiculairement au plan de reprise de la peau préfabriquée/noyau sont :

- Soit ancrées totalement dans l'épaisseur de la peau préfabriquée suivant les préconisations du fabricant,
- Soit ancrées totalement dans l'épaisseur de béton coulé en place (noyau) :
 - La vérification en traction doit être faite en considérant comme l'épaisseur à fixer, l'épaisseur de la platine augmentée de l'épaisseur de la peau préfabriquée concernée par la fixation,
 - La vérification en cisaillement est effectuée en considérant uniquement l'épaisseur de la platine comme épaisseur à fixer.

Un chevillage parallèle au plan de reprise n'est autorisé que dans la partie béton coulé en place, dont on aura vérifié la bonne compacité.

La contribution des peaux préfabriquées est ignorée pour la résistance de l'ancrage de la cheville.

2.11. Fabrication et contrôle des « TECHNO-Mur »

2.11.1. Fabrication

Le « TECHNO-mur » est réalisé en usine.

Les opérations se déroulent dans l'ordre suivant :

1. Nettoyage de la première table et projection manuelle d'un décoffrant,
2. Mise en place manuelle des règles de coffrage de la première peau, et traçage manuellement des positions d'inserts, de réservations et d'ouvertures,
3. Mise en place manuelle des douilles et pots électriques,
4. Mise en place des cales linéaires d'enrobage plastiques,
5. Mise en place manuelle des autres inserts, réservations, et ouvertures, écarteurs, ...
6. Réalisation des armatures courantes, et mise en place sur la table manuellement, soit en barres, soit sous forme de panneaux d'armatures,
7. Mise en place des raidisseurs découpés manuellement,
8. Les crochets de levage sont positionnés sur la nappe d'armatures et ligaturées à celle-ci.
9. Si, pour mettre en place un crochet de levage, des aciers des treillis soudés et/ou de renforts doivent être coupés, un éclissage est réalisé sur banc avec une longueur de recouvrement de 60ϕ sur toutes les barres coupées.
10. Mise en place manuellement des corbeilles complémentaires de ferrailage,

11. Fabrication du béton dans la centrale située sur le site,
12. Acheminement du béton par Benne à Béton, circulant à l'aide des ponts roulants,
13. Coulage du béton manuel et répartition du béton au râteau,
14. Vibration du béton,
15. Auto-étuvage de la première peau du « TECHNO-Mur »,

Opérations 1 à 13 identiques pour la deuxième peau du « TECHNO-Mur », mais sans mise en place de raidisseurs et des crochets de levage,

puis :

16. Transport et retournement de la première peau sur la seconde avec l'aide d'un pont roulant, ou de deux ponts roulants selon les dimensions du produit, selon la procédure définie dans le CPU de l'Industriel,
17. Incorporation de la première peau dans le béton frais de la seconde peau,
18. Vibration du béton,
19. Auto-étuvage de l'ensemble des 2 peaux,
20. Démoulage à l'aide d'un pont roulant, ou de 2 ponts roulants selon les dimensions du produit, selon la procédure définie dans le CPU de l'Industriel
21. Eventuel ragréage,
22. Stockage sur un E.T.S. (Equipement de Transport et de Stockage).

La procédure de Retournement et de Manutention du TECHNO-Mur en USINE va dépendre :

- De la Longueur du TECHNO-mur :
 - $\leq 5,40$ m tout en étant ≤ 7 tonnes,
 - ou $> 5,40$ m tout en étant ≤ 7 tonnes,
- Le sens de pose des raidisseurs : TECHNO-mur à retourner ou non sur chantier.

Ces procédures qui peuvent évoluer sont définies dans le C.P.U. de SAPEB et SOPREFAG.

Toutes les indications concernant les dispositions constructives à respecter (résistance à la compression du béton dans les différentes phases de production et de manutention, longueurs maximales, positionnement des raidisseurs, ...) afin de s'assurer de l'intégrité des parois des panneaux lors des opérations de maintien après la fabrication du panneau et de manutention, sont définies dans le CPU de l'Industriel.

Le ferrailage minimal des TECHNO-Mur est défini à l'article 2.5.2.1 du Dossier Technique.

2.11.2. Caractéristiques des « TECHNO-Mur »

Le poids propre du « TECHNO-Mur » est compris entre : 250 et 500 kg/m² suivant l'épaisseur des peaux préfabriquées.

Les dimensions maximales (*largeur x longueur*) sont fonction des outils des Titulaires.

Les dimensions maxi des « TECHNO-Mur » sont de :

- 3,00 m en largeur,
- 9,00 m en longueur.

Les épaisseurs les plus courantes : 205 – 210 – 220 – 250 – 300 – 350 – 400 mm.

Les tolérances dimensionnelles seront conformes à la classe B de la NF EN 14992.

La tolérance sur enrobage des armatures est de : -5 mm / +5 mm.

2.11.3. Incorporations lors de la fabrication

Différents types d'inserts peuvent être incorporées dans les « TECHNO-Mur », à savoir : pots électriques, gaines électriques, douilles, baguettes, fourreaux PVC et métalliques, faux trous de banches, tubes de sécurité, platines métalliques, rails Halfen, ...

Les tolérances de pose seront conformes à la classe B de la NF EN 14992.

2.11.4. Contrôle de qualité

Les contrôles de fabrication sont réalisés suivant à la classe B de la NF EN 14992.

2.11.4.1. Contrôles des bétons

Les bétons utilisés pour la réalisation des peaux préfabriquées des « TECHNO-Mur » sont fabriqués dans la centrale installée sur le site de l'usine de préfabrication.

En cas de panne de la centrale à béton, le béton pourra être livré par camion toupie depuis une centrale extérieure certifiée NF qui permet de garantir les résistances des bétons des produits finis.

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

Le béton des « TECHNO-Mur » doit faire l'objet d'un contrôle régulier. Les contrôles doivent permettre de garantir la bonne résistance à la compression du béton au démoulage, à la première manutention, à la livraison, et la résistance caractéristique à 28 jours f_{ck} .

2.11.4.2. Contrôles de qualité

Durant le processus de production la qualité est assurée par le personnel de production suivant la procédure qualité décrite dans le manuel qualité du Titulaire.

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

- Après mise en place du coffrage,
- Après mise en place des armatures,
- Après le bétonnage,
- Après le décoffrage.

La totalité de la production sera contrôlée à chaque stade de la fabrication par un autocontrôle défini pour chaque poste dans le C.P.U. de l'usine, et avant expédition.

Le contrôle portera sur :

- Les matières premières (Granulat, Ciment, adjuvant, eau de gâchage, armatures, raidisseurs, crochets de levage, béton, ...)
- Les crochets de levage : diamètre, longueur, épaisseur, et positionnement avant la phase de coulage de la première peau préfabriquée,
- La résistance à la compression du béton avant décoffrage, avant la première manutention, avant la livraison et à 28 jours f_{ck} .
- Épaisseur des parois,
- Enrobages des armatures et des raidisseurs,
- Hauteur du treillis raidisseur avec une tolérance de +1/-3 mm sur cette dimension, conformément à la norme NF A35-028,
- Conditions de mise en œuvre des crochets de levage à la fabrication (enrobage intérieur effectif de l'insert, longueur d'ancrage de l'insert, ferrailage spécifique de renfort autour des inserts, nombre d'inserts).
- Fabrication du produit (autocontrôle pour chaque poste de moules, armatures, raidisseurs et leur positionnement, qualité du béton mis en place, ...)
- Produits finis (Caractéristiques géométriques, état de surface fini, enrobage des armatures, positionnement des réservations, ...).

Chaque « TECHNO-Mur » est muni d'une étiquette d'identification qui précise que le contrôle a été réalisé.

Les « TECHNO-Mur » qui nécessitent une éventuelle réparation ou un ragréage seront placés dans la zone de réparation et feront l'objet d'une fiche de non-conformité.

La traçabilité du produit est assurée.

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

Le Contrôle de Production en Usine (C.P.U.) concernant l'atelier de fabrication du béton et de production des « TECHNO-Mur » est consultable sur site de production du Titulaire.

Les « TECHNO-Mur » feront l'objet d'un marquage CE suivant la norme NF EN 14992 ou la NF EN 15258.

2.12. Mise en œuvre, manutention, montage, stockage, transport

2.12.1. Travaux préliminaires

L'entreprise doit disposer de plans de coffrage et de ferrailage établis par le Bureau d'Etudes Structures de l'opération, incluant les armatures complémentaires du plan de préconisation de pose fourni par le Titulaire.

L'implantation des « TECHNO-Mur » est matérialisée sur le plan de préconisation de pose du Titulaire.

Les armatures complémentaires, les dispositifs d'étalement ainsi que les cales nécessaires aux réglages en altimétrie et écartement sont approvisionnées par l'entreprise de Gros-Œuvre.

2.12.2. Livraison, Stockage

Les conditions de transport sont convenues avec l'entreprise de Gros-Œuvre.

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

Les éléments sont stockés verticalement ou horizontalement, sur des Equipements de Transport et de Stockage (E.T.S : rack, box, palettes métalliques, ...).

Les « TECHNO-Mur » restent généralement stockés dans les E.T.S. jusqu'à leur mise en œuvre dans l'ouvrage.

Dans le cas d'un stockage réalisé hors des E.T.S, l'entreprise prendra toute disposition garantissant la sécurité des personnels et évitant toute détérioration ou déformation des « TECHNO-Mur ».

2.12.3. Déchargement et Manutention

Les « TECHNO-mur » sont manutentionnés avec des grues à tour ou automotrices.

Les élingues sont accrochées aux crochets de levage intégrés aux « TECHNO-Mur ».

Les caractéristiques des engins de manutention doivent être compatibles avec le poids des « TECHNO-Mur » à manutentionner.

Durant la manutention, ni le crochet de la grue, ni l'élingue ne doivent exercer d'effort notable sur les peaux préfabriquées du « TECHNO-Mur ».

Le dimensionnement tient compte :

- De la résistance du béton à la livraison,
- De l'épaisseur des peaux des « TECHNO-Mur »,
- Du poids des éléments,
- Du type de crochet de levage.

Lorsque le nombre de crochets de levage est supérieur à deux, des dispositions doivent être prises par l'Entreprise de Gros-Œuvre pour que les efforts exercés sur chaque crochet de levage puissent être équilibrés → Elingues à Poulie.

Dans certains cas, en fonction de la demande des entreprises de Gros-Œuvre, des élingues dites « A USAGE UNIQUE » seront mises au droit de chaque crochet de levage ou tout autre système équivalent du point de vue de la sécurité.

Pour les élingues à USAGE UNIQUE, celles-ci :

- Seront mises en œuvre en Usine, avec un serre câble plastique qui relie les 2 brins de l'élingue, afin de vérifier à la réception du « TECHNO-mur » que l'élingue n'a pas été utilisée précédemment,
- Ont un marquage en ROUGE, indiquant leur C.M.U. et l'utilisation à USAGE UNIQUE,
- Permettent un accrochage des « TECHNO-mur » à partir du sol, SANS l'utilisation d'une échelle sur chantier,
- La C.M.U. du système de crochet de levage associé à l'élingue est donc le minimum des deux C.M.U. prises individuellement.

Les prescriptions relatives à la mise en œuvre des panneaux MCI sont décrites dans la publication « Murs à Coffrage Intégré (MCI), Prescriptions minimales à intégrer à la conception du procédé constructif MCI pour une mise en œuvre en sécurité », de l'Assurance maladie, de l'OPPBTP et de l'INRS.

2.12.4. Mise en place

Les « TECHNO-mur » seront mis en œuvre conformément :

- Au plan de préconisation de pose du Titulaire,
- À la Notice d'Instructions de Pose du Titulaire,
- Aux prescriptions minimales à intégrer à la conception du procédé constructif M.C.I. pour une mise en œuvre en sécurité (Guide INRS n° ED 6118)

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

Avant le retrait des élingues, des étais tire-pousse sont fixés au « TECHNO-Mur » par l'intermédiaire de boulons et de douilles métalliques.

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

Les élingues peuvent être décrochées lorsque la stabilité du « TECHNO-Mur » est assurée.

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

2.12.5. Armatures de liaison

Les armatures de liaison sont mises en place de préférence dans chaque « TECHNO-mur » avant la pose de l'élément suivant.

Dans le cas de « TECHNO-Mur » de grande hauteur, il est préférable de disposer les armatures avant de relever l'élément dans sa position finale.

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

Après pose des « TECHNO-Mur », les armatures de liaison peuvent dans certains cas être déplacées dans leur emplacement définitif et éventuellement complétées par les armatures longitudinales.

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

Le responsable du chantier vérifie avant coulage la conformité des ferraillements avec les plans du Bureau d'Etudes Structures et le plan de préconisation de pose du Titulaire.

2.12.6. Bétonnage

Pour éviter les fuites de laitance, les joints d'épaisseur nominale inférieure à 30 mm doivent être préalablement calfeutrés avec un cordon de mousse.

L'utilisation de mousse expansive est interdite.

Les joints d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 30 mm doivent être coffrés sur les peaux extérieures du mur pour assurer le remplissage par le béton sur toute la largeur du mur.

Les peaux intérieures des « TECHNO-Mur » doivent être humidifiées.

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

La vibration est cependant obligatoire :

- Au voisinage des joints, dans le cas des ouvrages pour lesquels :
 - L'étanchéité est assurée par le béton,
 - Des poutres ou des poutres-voiles.
- Au droit des zones à forte densité de ferraillement (par exemple poteaux).

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

Le coulage de la dalle haute en appui sur le « TECHNO-Mur » peut éventuellement être réalisé en même temps que la dernière banchée de remplissage du « TECHNO-Mur ».

2.12.6.1. Hauteur de chute du béton

Conformément au paragraphe 1.1.1.13 du CPT MCI 3690_V2, et en référence à la norme NF P 18-504, la hauteur maximale de chute du béton n'excèdera pas 3,00 m quel que soit l'épaisseur du noyau du « TECHNO-Mur ».

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

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

2.12.6.2. Vitesse de bétonnage

La vitesse maximale de bétonnage est déterminée par 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 peau intérieure des peaux préfabriquées,
- De la classe de consistance du béton du noyau,
- De la température du béton.

La charge admissible par mètre linéaire de raidisseur (ou charge de bétonnage) est prise égale à $L_c = 15.6$ kN/m pour un enrobage du raidisseur $c \geq 15$ mm.

La pression maximale sur les peaux préfabriquées est lue sur la figure A-14 du CPT MCI 3690_V2 en fonction de la vitesse de bétonnage.

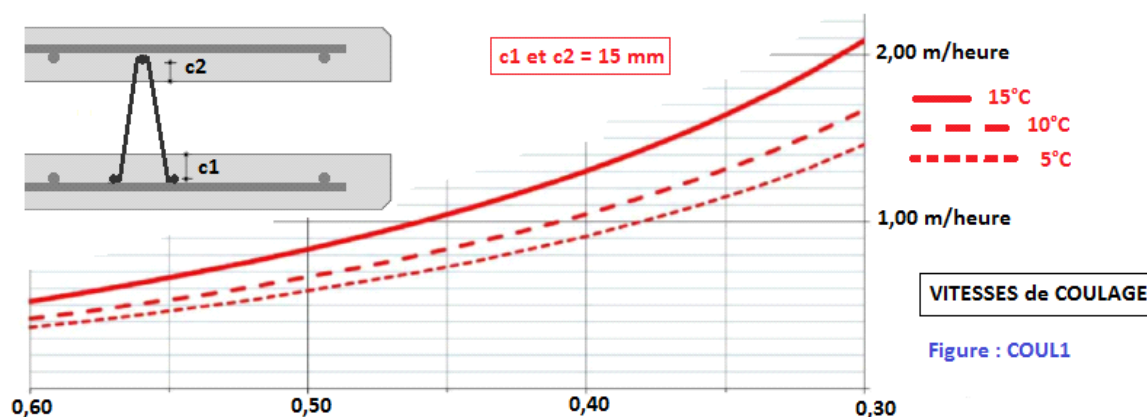


Figure : COUL1

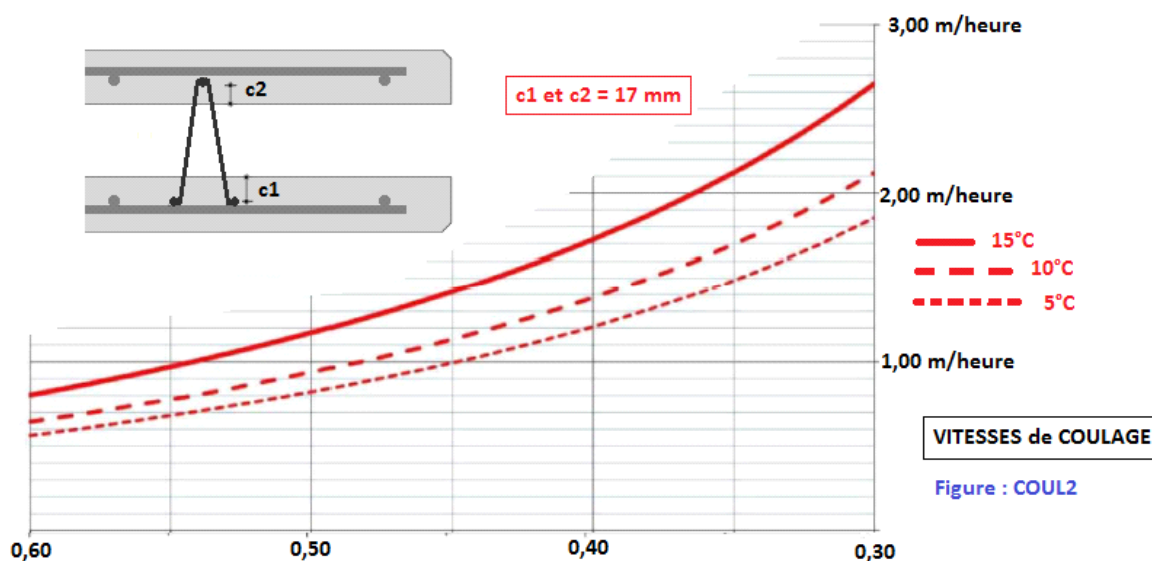


Figure : COUL2

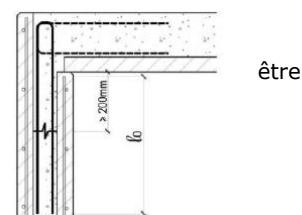
On en déduit la vitesse maximale de bétonnage qui est de 700 mm/heure pour des raidisseurs espacés de 600 mm maxi. Conformément au CPT MCI 3690_V2, dans le cas d'une vitesse supérieure, la vitesse doit être précisée sur le plan de pose. C'est le cas du système de coulage par passe de 3 m maximum afin de pouvoir réaliser les murs de hauteur d'étage courant $\leq 3,00$ m de haut en une seule passe de 3 m/heure.

Dans ce cas, une étude spécifique de position des raidisseurs dans le « TECHNO-Mur » est réalisée, qui conduit à mettre en œuvre en production des raidisseurs avec un écartement maximum de 300 mm.

2.12.6.3. Reprise de bétonnage du noyau

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 200 mm sous l'arase du plancher.

Cette distance doit être compatible avec la longueur de recouvrement des armatures.



2.12.6.4. Contrôle du bon remplissage du noyau

Le bon remplissage du noyau du « TECHNO-Mur » 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 au Titulaire.

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 « TECHNO-Mur » :

- Dans le cas général, l'orifice de contrôle doit être situé partie basse de chaque « TECHNO-Mur »,
- Dans les cas de « TECHNO-Mur » présentant des zones fortement armées, des orifices supplémentaires peuvent être prévus.

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

L'auscultation sonique peut également être envisagée, par contre les contrôles en utilisant un maillet ne sont pas adaptés.

2.13. Traitement des joints (Voir Annexe 3.11)

Un système d'obturation de type cordon de mousse pourra être mise en place comme fond de joint à la pose des « TECHNO-Mur », tant sur la peau extérieure du « TECHNO-Mur » que sur la peau intérieure du « TECHNO-Mur », pour empêcher les fuites de laitance lors du bétonnage.

Ce cordon peut être retiré après séchage du béton et le joint rempli de mortier à retrait compensé.

Les produits de traitement des peaux préfabriquées et de traitement des joints sont mis en œuvre conformément aux prescriptions des cahiers de charges des fournisseurs, tant pour la préparation des supports que pour les dispositions propres de mise en œuvre.

Les supports sont donc réparés de manière à être plans, exempts de laitance, dépoussiérés et secs.

On se reportera à l'Annexe VI du CPT MCI 3690_V2.

2.13.1. Peau extérieure

La mise en place d'un joint n'est pas nécessaire pour les « TECHNO-mur » revêtus d'un isolant, d'une vêtue ou d'un bardage.

Pour les murs destinés à être peints, les joints doivent être garnis d'un joint mastic dont la compatibilité doit être vérifiée ou à l'aide d'un mortier à retrait compensé en fonction des cas.

Pour les murs enduits, les joints doivent être remplis à l'aide d'un mortier à retrait compensé et recouvert au droit du joint d'un entoilage avant enduit.

2.13.2. Peau intérieure

Pour les murs revêtus d'un doublage, le traitement des joints n'est pas nécessaire.

Dans les autres cas, les joints seront traités à l'aide d'un mortier à retrait compensé.

2.13.3. Points singuliers

Au droit des ouvertures, le dispositif de joint d'étanchéité doit permettre une continuité en tous points, notamment entre les tableaux et les pièces d'appui.

Pour les acrotères, le joint sera identique aux joints courants sur tout le contour de l'acrotère avec un traitement particulier pour le relevé d'étanchéité.

Pour éviter les infiltrations entre les peaux préfabriquées et le noyau coulé sur chantier, la partie supérieure sera protégée par une couverture métallique ou un chaperon en béton.

2.14. Condition d'exploitation du procédé

Calcul des structures :

Il est réalisé par le Bureau d'Etudes Structures (B.E.T.) de l'opération, en tenant compte des spécificités du procédé développées dans le présent Dossier Technique. Il transmettra au bureau d'études du Titulaire l'ensemble des torseurs appliqués aux murs considérés. A partir de ces informations, le Bureau d'Etudes du Titulaire sera en charge des vérifications des points spécifiques (liaisons entre murs, monolithisme, ...) conformément aux prescriptions du CPT MCI (Cahier du CSTB 3690_V2).

Le BE du Titulaire pourra intervenir comme conseiller à la demande Bureau d'Etudes Structures (B.E.T.) de l'opération, pour l'aide à la conception et l'aide au calcul des ouvrages à réaliser.

Le calepinage est effectué par le BE du Titulaire et approuvé par le Bureau d'Etudes Structures, ainsi que par l'entreprise de Gros-Œuvre.

Les « TECHNO-Mur » feront l'objet d'un marquage CE suivant la norme NF EN 14992 ou la NF EN 15258.

Les contrôles de fabrication sont complétés en conformité à la NF EN 14992 et NF EN 15258.

2.14.1. Aide à la mise en œuvre

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

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

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

Les plans de pose et la notice de pose doivent comprendre a 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 Technique. Cette démarche pourra aussi être mise en place au cas par cas pour l'ensemble des clients utilisateurs du « TECHNO-Mur ».

2.14.2. Données environnementales et Sanitaire

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

2.15. Références

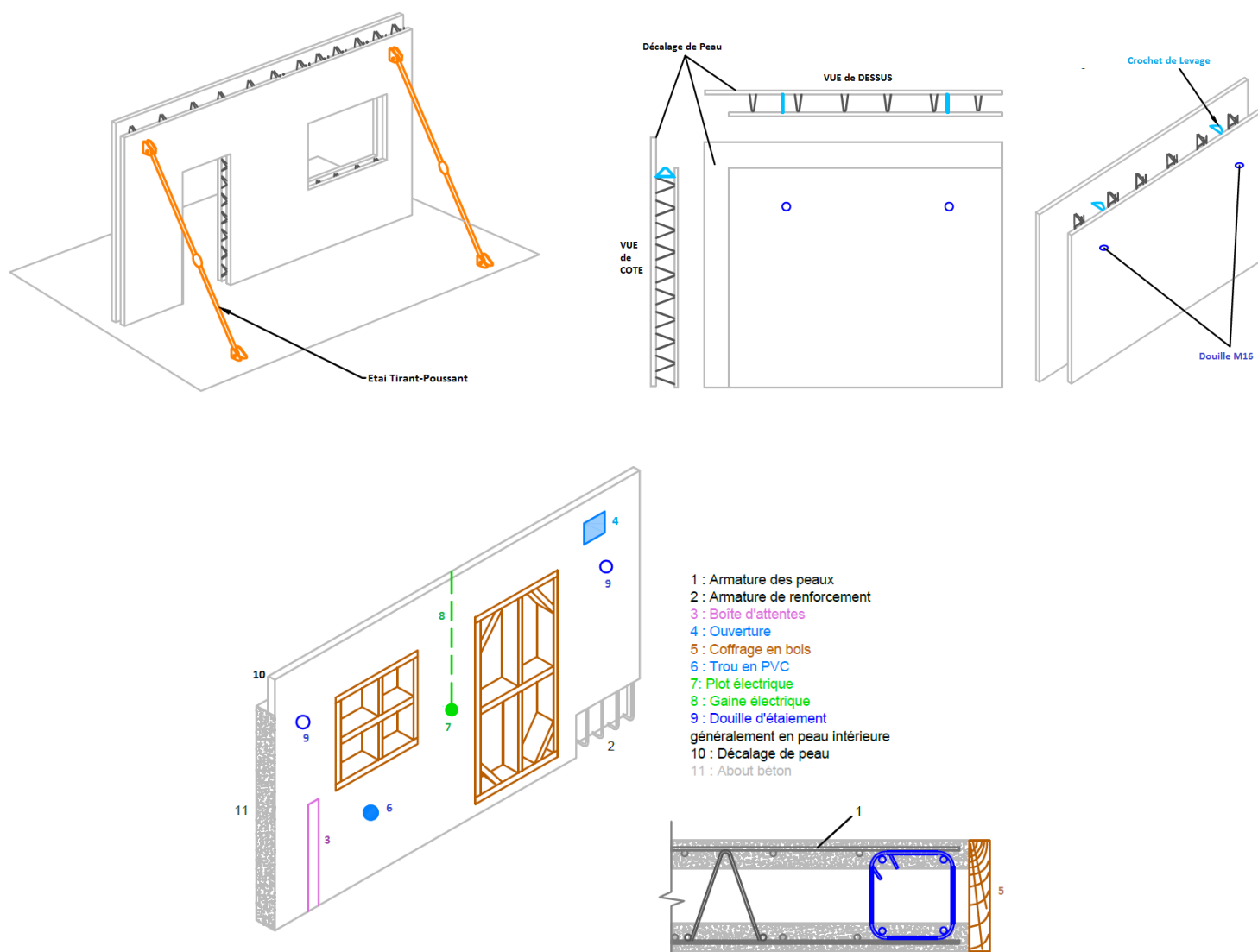
Chantiers réalisés entre 2014 et 2020

SAPEB (Martinique)			
AFFAIRE	ENTREPRISE	VILLE	SURFACE (m²)
UDT VIANDE	SOGEA	LAMENTIN	1 077
COURS D APPEL	BGC	FORT DE France	385
12 LLS FRANCOIS	GOTP	FRANCOIS	283
TANTE ARLET	GOTP	GRAND RIVIERE	106
VILLA MICHALON	MICHALON	SAINT JOSEPH	96
CHU	SOGEA	FORT DE France	914
QUAI DES AVISOS	SOGEA	FORT DE France	228
COURS MARINE	UCM	FORT DE France	114
CREDIT MUTUEL	SOGEA	FORT DE France	324
PRISON DE DUCOS	SIMP	DUCCOS	184
CHAUDIERE J.M.	COTRAM	GRAND RIVIERE	354
LE CLOS DE CHOISY	BGC	FORT DE France	128
87 PLAISANCE	SOGEA	FORT DE France	432
LES HAUTS DE LA MARINA	SIMP	FORT DE France	160
HOTEL DE POLICE	SIMP	FORT DE France	426
SCI PALUCASTRE	EMOBI CARAIBES	FORT DE France	190
PALM BAY	CNM	SCHOELCHER	257
44 KANEL	BGC	FORT DE France	232
GRANDE TERRE	BGC	FORT DE France	129
KALYSTA	BGC	FORT DE France	353
SCI HORTENCE	BEAUREGARD	MARIN	282
LOGY SAINT JEAN	AM CONSTRUCTION	RIVIERE SALEE	271
L'ESCALE	AGECO	FORT DE FRANCE	530
76 RECULEE EST	AM CONSTRUCTION	SAINT MARIE	201
MARINA BAY	BGC	FORT DE France	173
VILLA GLISSANT	BERGEIN	LAMENTIN	100
SNEMBG	COTRAM	LAMENTIN	598
DESENFUMAGE	OEGTP	FORT DE FRANCE	238
LYCEE VICTOR SCHOELCHER	SIMP	FORT DE FRANCE	1 088
MARINA HOME	SOGEA	FORT DE FRANCE	1 076
SODEMA	TP MARTINIQUE	LAMENTIN	497
SCI CYRIMI	ALBY MJ	FORT DE France	380
MANSARDE	ALBY MJ	ROBERT	183
96 ZAC AVENIR	ALBY MJ	SAINT ESPRIT	814
BRISE MARINE	COTRAM	TRINITE	198
PORT DE PECHE G.R.	SOGEA	GRAND RIVIERE	280
SQUARE	AGECO	ROBERT	106
28 TALIA	ALBY MJ	LES TROIS ILETS	189
20 JEAN JAURES	ALBY MJ	FORT DE France	163
57 FOURNIOL	AS BTP CONSTRUCTIONS	SAINT MARIE	166
MADIPROM	B2C	FORT DE France	197
EAUX VIVES	B2C	FORT DE France	294
25 RUE PAVEE	TRAYVIS	FORT DE France	121
62 COURBARIL	AGECO	ROBERT	228
GRAND LARGE	AGECO	FORT DE France	394
LA FRAICHEUR	AS BTP CONSTRUCTIONS	GROS MORNE	355
RAMPES LVS	COTRAM	FORT DE France	224
7 LLS BGDG	LUDERT BTP	FORT DE France	160

SOPREFAG (Guadeloupe)			
AFFAIRE	ENTREPRISE	VILLE	SURFACE (m²)
68 IIs Raizet	ICM	Abymes	522
27 IIs BNP	ICM	Pointe-à-Pitre	814
Poste PEI	DODIN	Trois-Rivières	165
Palais de Justice	NOFRAG	Pointe-à-Pitre	260
61 LLS Montauban	DODIN	Le Gosier	131
cCentrale énergie	ETPO	Abymes	209
Musée Schoelcher	GETELEC-TP	Pointe-à-Pitre	1140
Poste de commande SGB	NOBAT	Jarry	123
villa DUBOUCH	DUBOUCH	Petit-Bourg	122
villa AIME	EGM trx	St-Claude	144
RUZAB P10	DODIN	Abymes	337
Imm. PAPILLON	DODIN	Abymes	265
centrale ALBIOMA	SOGETRA	Le Moule	816
48 IIs DUPUY	NOFRAG	Baie-Mahault	290
76 IIs CHOISY	DODIN	St-Claude	1963
Club Med	ICM	Ste-Anne	987
47+9 PàP	HYDROGEC	Pointe-à-Pitre	613
74 CRANE	ICM	Lamentin	624
villas Anse des Rochers	ICM	St-François	435
centrale ALBIOMA	SOGETRA	Jarry	482
83 CAYOL	ICM	Abymes	363
villa KARAMISO	ICM	St-François	364
villa ANJOU 65	ICM	St-François	418

- **Epaisseurs du TECHNO-Mur (b)** : 205 – 210 – 220 – 250 – 300 – 350 – 400 mm,
- **Epaisseurs des peaux (b_{p1} et b_{p2})** : Mini = 61 mm et maxi = 80 mm (*),
- *
 - **Dimensions du TECHNO-mur :**
 - Largeur maxi (L_{max}) = 3 000 mm,
 - Longueur maxi (H_{max}) = 12 000 mm.
 - **Ferraillage en B500B du TECHNO-mur :**
 - Section mini = 1,20 cm² dans les 2 sens pour chaque peau,
 - Espacement mini = 50 mm et Espacement Maxi = 330 mm,
 - Diamètre mini des barres : 6 mm,
 - Diamètre maxi des barres : 16 mm.

(*) : Dans quelques cas, une des peaux, voire les 2, pourra être ≤ 100 mm pour des « TECHNO-Mur » ≥ 250 mm.



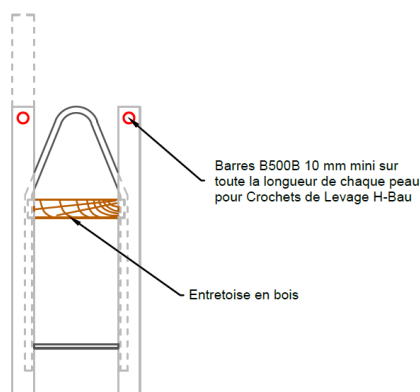
2.16.2. Crochets de levage H-Bau des « TECHNO-Mur »

- a) DEFINITION des CROCHETS de LEVAGE du « TECHNO-Mur » :
- Les crochets de levage des « TECHNO-Mur » sont en aciers doux type S235JR.

- Les crochets de levage sont scellés dans les deux peaux préfabriquées en vis-à-vis.
- Une entretoise en bois complémentaire maintient l'écartement des deux peaux préfabriquées.

Les crochets de levage ont les caractéristiques suivantes :

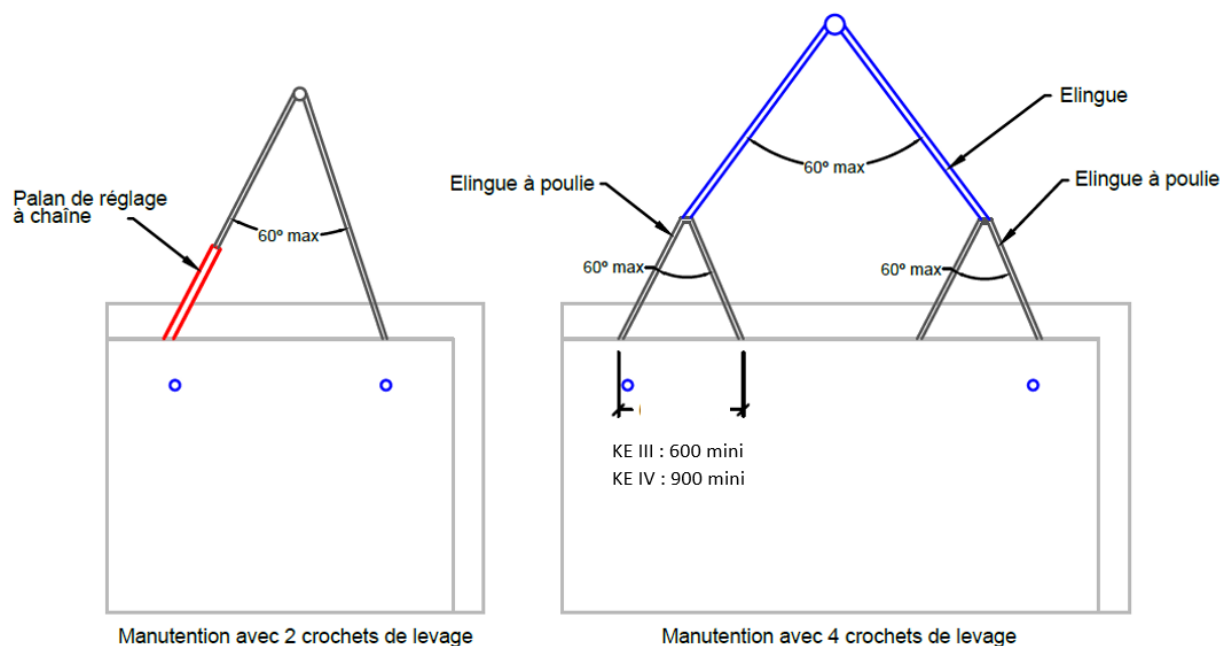
- Diamètres : 13 mm (KE III) ou 15,5 mm (KE IV),
- Forme des crochets de levage :



b) Levage avec les crochets de levage (HORS « TECHNO-Mur » Manutentionnés à Plat) :

Dans le cas où plusieurs crochets de levage sont utilisés à proximité l'un de l'autre, les conditions suivantes sont à respecter :

- Les crochets de levage seront espacés de 600 mm Minimum pour le KE III et 900 mm pour le KE IV, pour tenir compte des zones d'interférences entre 2 crochets de levage, (soit 1,50 x hauteur du crochet de Levage)
- 2 élingues à poulie seront utilisées entre 2 crochets de levage, de chaque côté du « TECHNO-Mur », pour répartir la charge entre les crochets de levage.



Afin de permettre un réglage horizontal du pied du « TECHNO-mur », un palan de réglage à chaîne peut être mis sur un des 2 brins de l'élingue de manutention.

L'entreprise devra avoir pris connaissance du Mémento de l'Elingueur – Document INRS n° ED 919.

c) LEVAGE avec les crochets de levage pour les « TECHNO-mur » Manutentionnés à Plat :

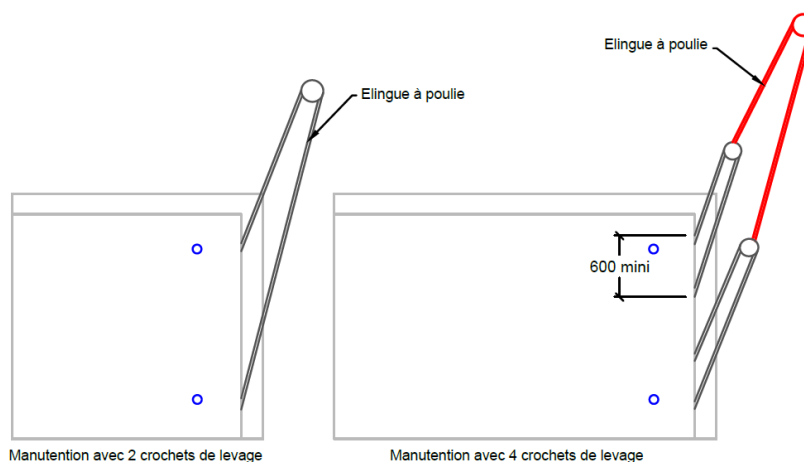
Compte-tenu d'une manutention avec un ANGLE MAXIMUM entre les 2 ELINGUES au crochet de la GRUE de 60°, les « TECHNO-mur » sont manutentionnés avec au moins 4 crochets de levage par « TECHNO-mur » manutentionné à plat.

d) MANUTENTION avec les crochets de levage pour les « TECHNO-mur » à RETOURNER :

Dans le cas du levage de « TECHNO-mur » à retourner, il faut :

- Cas de 2 crochets de levage : 1 élingue à poulie de 12 tonnes, pour permettre l'équilibrage des efforts entre les 2 crochets de levage,
- Cas de 4 crochets de levage :

- 2 élingues à poulie de 6 tonnes, pour permettre l'équilibrage des efforts entre les 2 séries de 2 crochets de levage,
- 1 élingue à poulie de 12 tonnes, pour permettre l'équilibrage des efforts entre les 2 élingues à poulie de 6 tonnes de levage.

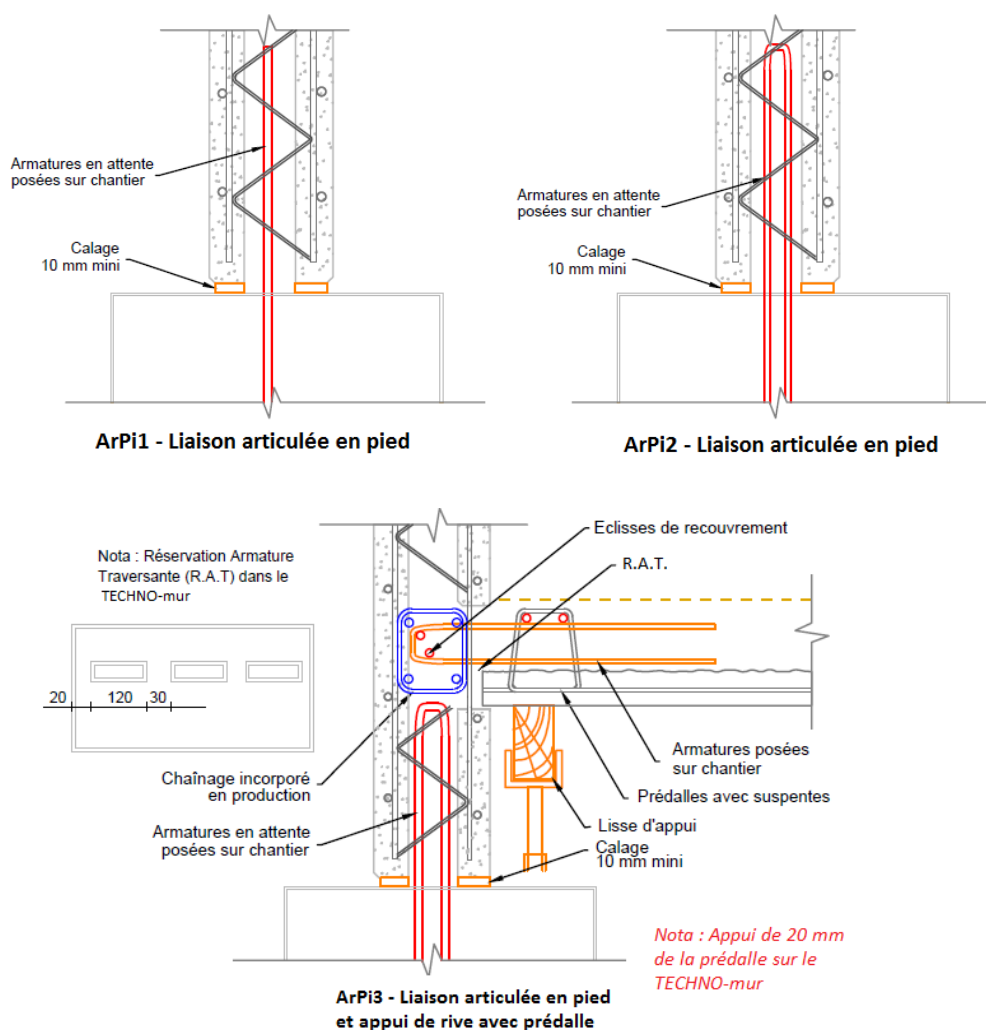


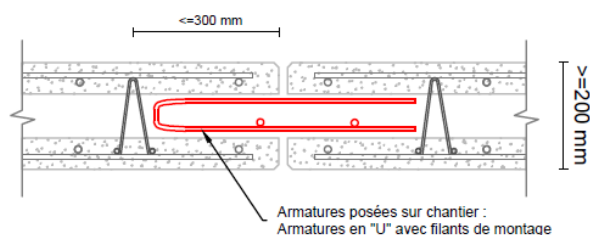
Le Titulaire pourra substituer tout autre Crochet de Levage pour le « TECHNO-Mur » à condition que celui-ci ait un agrément concernant les C.M.U. par un Organisme Européen, dont la compétence est reconnue dans le domaine considérée.

2.16.3. Liaisons ARTICULEES des « TECHNO-Mur »

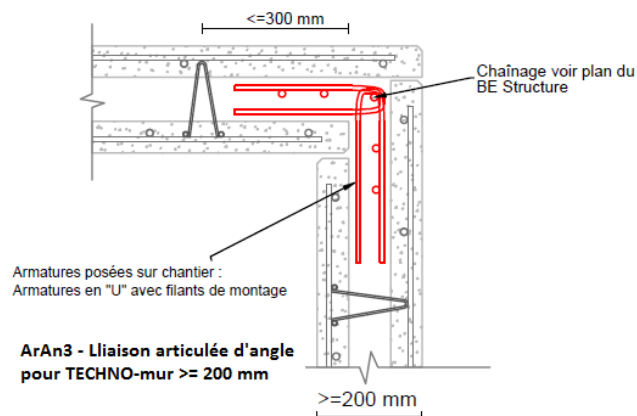
Sur TOUTES les figures ci-après, les produits en **ROUGE** et **ORANGE** sont à FOURNIR par l'entreprise de Gros-Œuvre et à POSER sur CHANTIER.

D'autres types de liaisons articulées sont définis dans le CPT MCI 3690_V2.

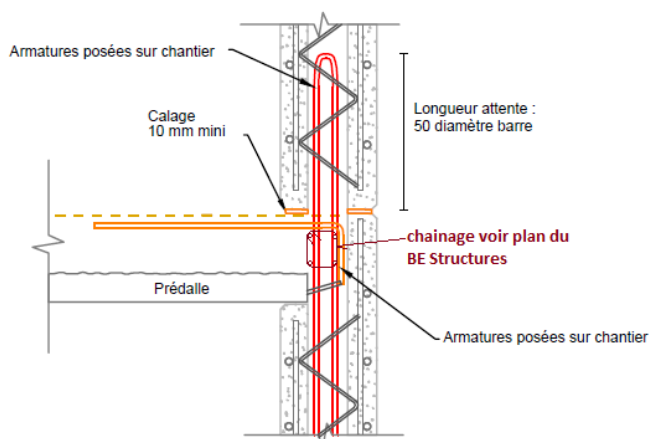




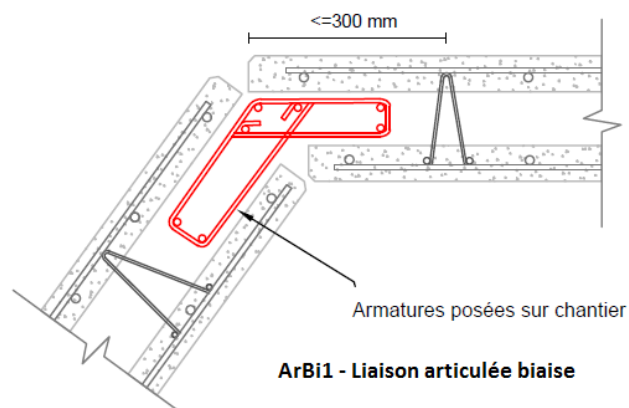
ArDr2 - Liaison articulée droite pour TECHNO-mur >= 200 mm



ArAn3 - Liaison articulée d'angle pour TECHNO-mur >= 200 mm



ArPi1 - Liaison articulée pour prédalle en appui de rive



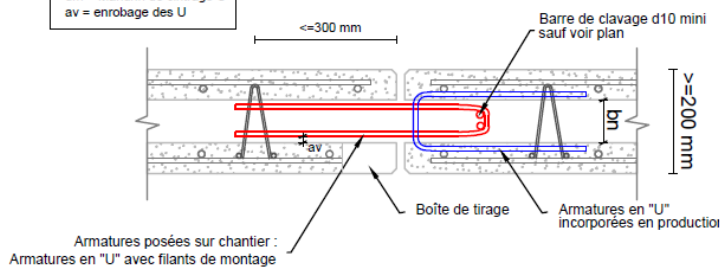
ArBi1 - Liaison articulée biaise

2.16.4. Liaisons COUTUREES des « TECHNO-Mur »

Sur TOUTES les figures ci-après, les produits en **ROUGE** et **ORANGE** sont à FOURNIR par l'entreprise de Gros-Œuvre et à POSER sur CHANTIER.

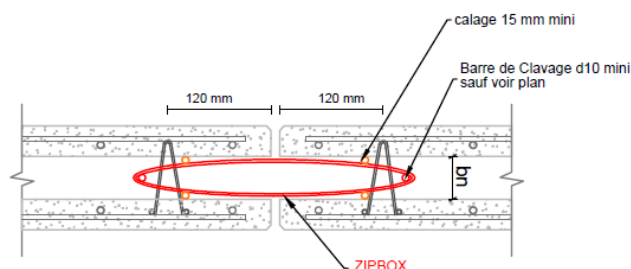
D'autres types de liaisons couturées sont définis dans le CPT MCI 3690_V2, ainsi que dans l'Avis Technique ZIPBOX en cours de validité.

VERIFIER bn :
 $bn \geq 2d + 2av + dm$
 avec :
 d = diamètre des U
 dm = Mandrin de cintrage U
 av = enrobage des U



Nota : Insérer armatures en "U" dans prémur de Gauche, puis déplacer le "U" du prémur de gauche dans le prémur de droite

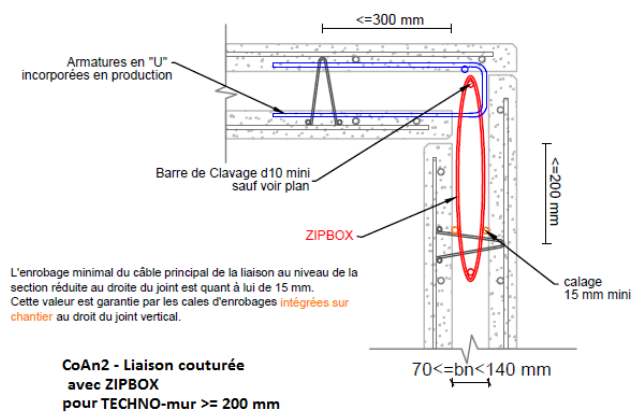
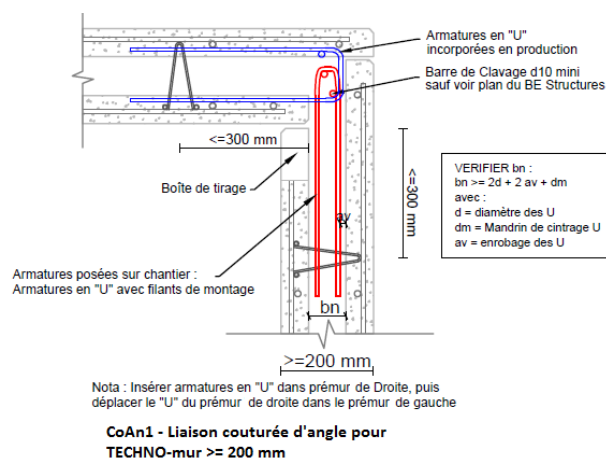
CoDr1 - liaison couturée droite pour TECHNO-mur >= 200 mm



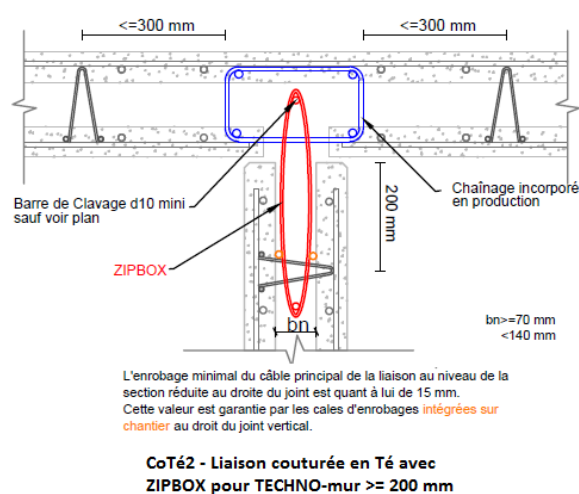
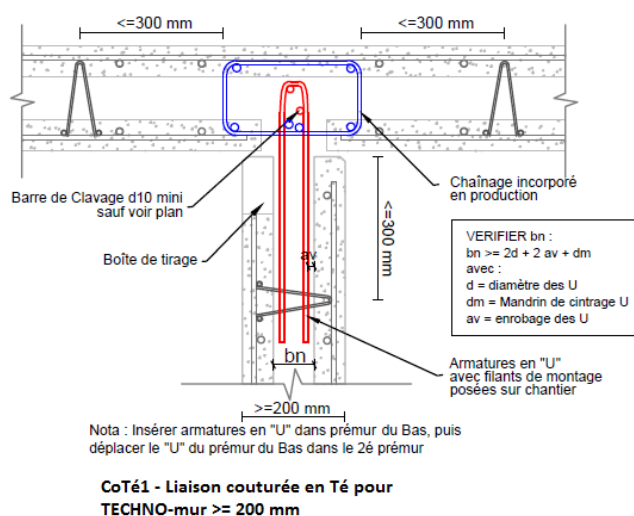
L'enrobage minimal du câble principal de la liaison au niveau de la section réduite au droit du joint est quant à lui de 15 mm. Cette valeur est garantie par les cales d'enrobages intégrées sur chantier au droit du joint vertical.

CoDr2 - Liaison couturée droite avec ZIPBOX pour TECHNO-mur >= 200 mm

Nota : Dans le cadre de la liaison couturée par ZIPBOX, les raidisseurs à 120 mm du joint peuvent être remplacés par des coutures en « U » de section équivalente, toujours à 120 mm du joint selon Avis Technique ZIPBOX en cours de validité



Nota : Dans le cadre de la liaison coudée par ZIPBOX, les raidisseurs à 200 mm du joint peuvent être remplacés par des coutures en « U » de section équivalente, toujours à 200 mm du joint selon Avis Technique ZIPBOX en cours de validité.

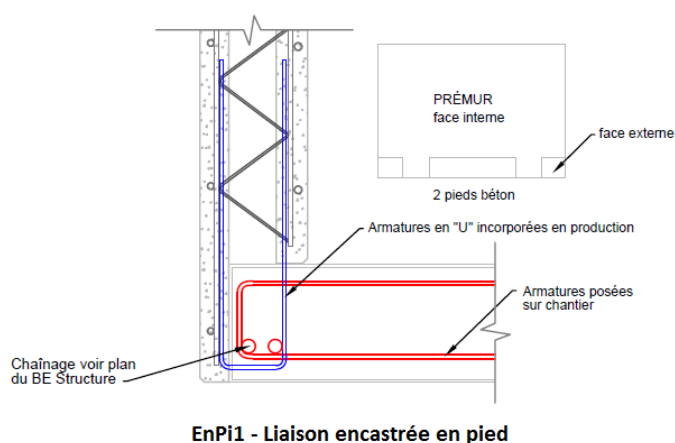


Nota : Dans le cadre de la liaison coudée par ZIPBOX, les raidisseurs à 200 mm du joint peuvent être remplacés par des coutures en « U » de section équivalente, toujours à 200 mm du joint selon Avis Technique ZIPBOX en cours de validité.

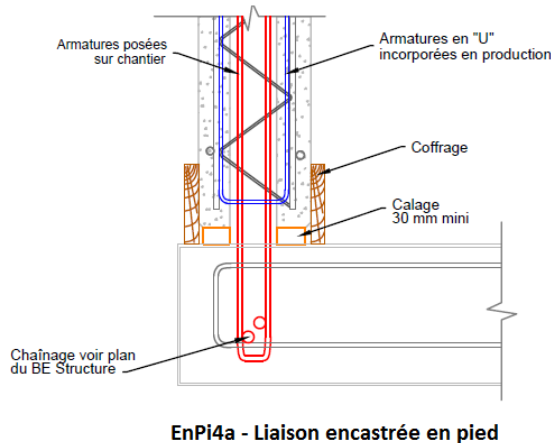
2.16.5. Liaisons ENCASTREES des « TECHNO-Mur »

Sur TOUTES les figures ci-après, les produits en **ROUGE** et **ORANGE** sont à FOURNIR par l'entreprise de Gros-Œuvre et à POSER sur CHANTIER.

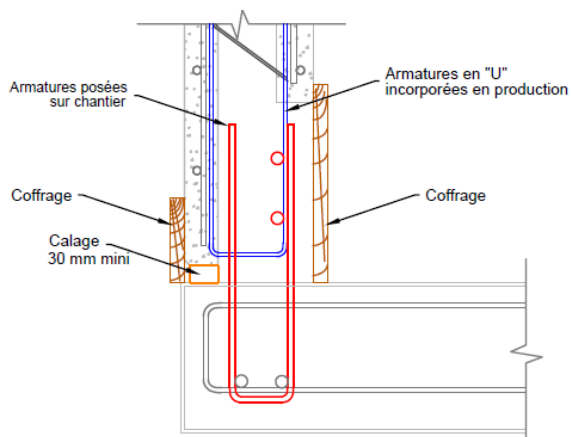
D'autres types de liaisons encastrées sont définis dans le CPT MCI 3690_V2.



Avec coulage radier APRES pose des TECHNO-Mur

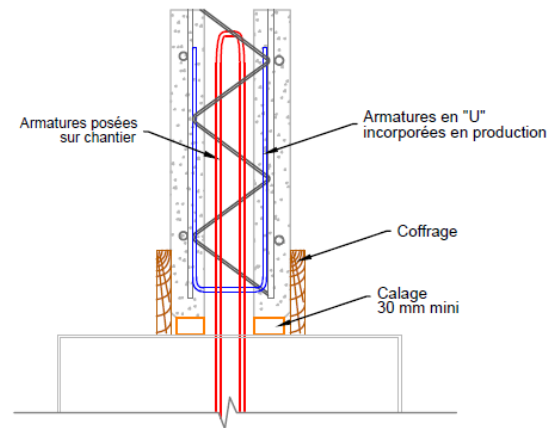


Avec coulage radier AVANT pose des TECHNO-Mur



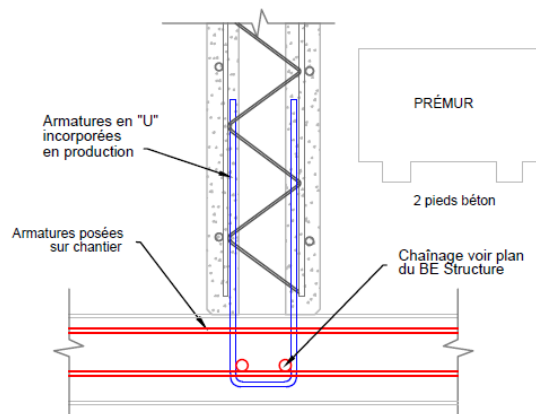
EnPi4b - Liaison encastrée en pied

Avec coulage radier AVANT pose des
TECHNO-Mur



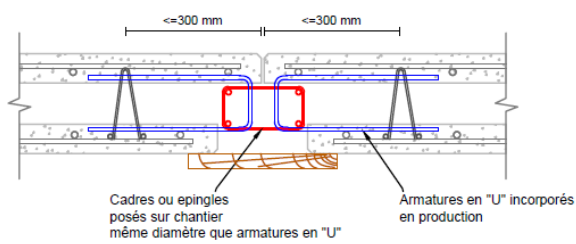
EnPi2 - Liaison encastrée en pied

Avec coulage radier AVANT pose des
TECHNO-Mur

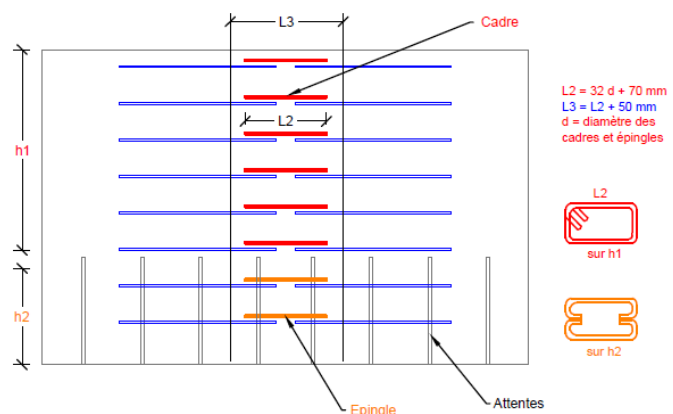


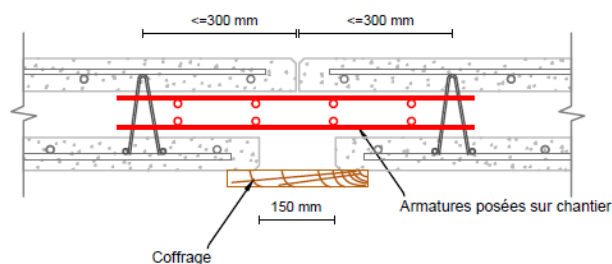
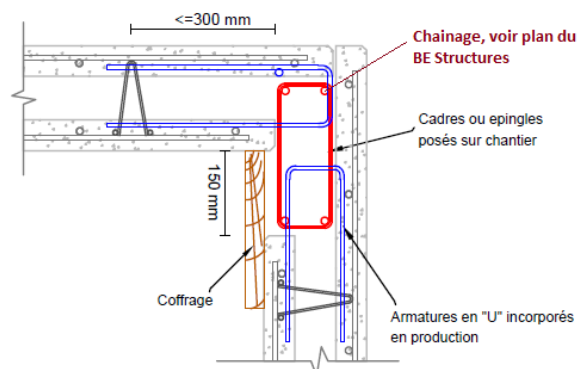
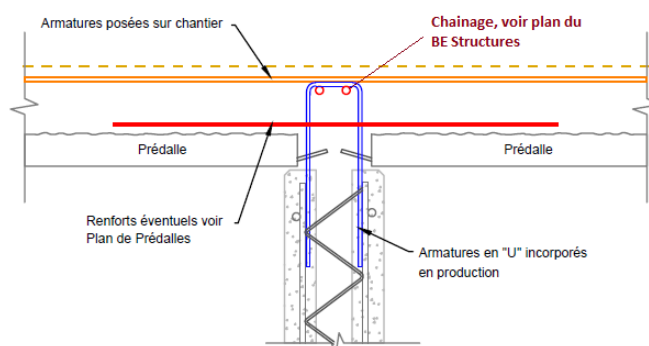
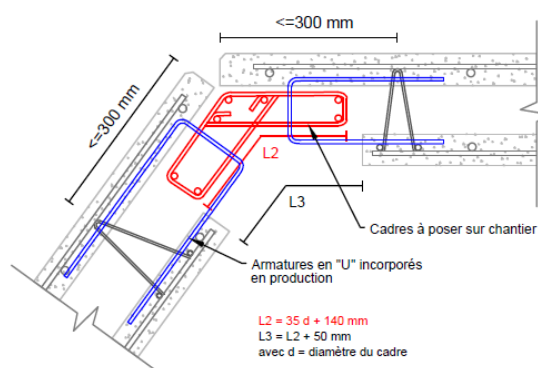
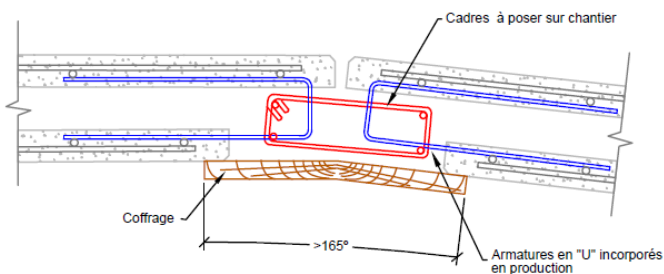
EnPi3 - Liaison encastrée en pied

Avec coulage radier APRES pose des
TECHNO-Mur

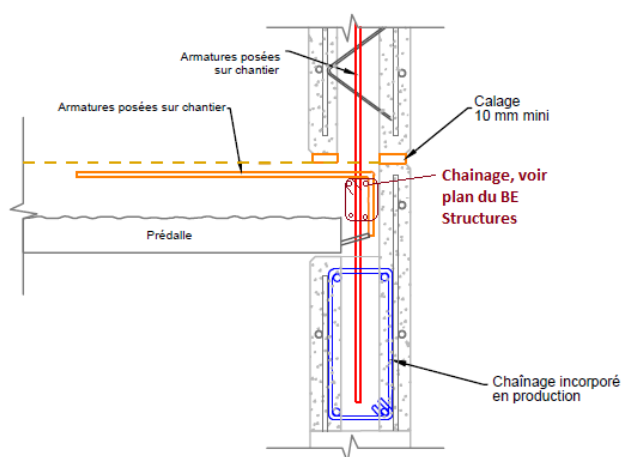


ENDr1 - Liaison encastrée droite
avec ouverture des peaux

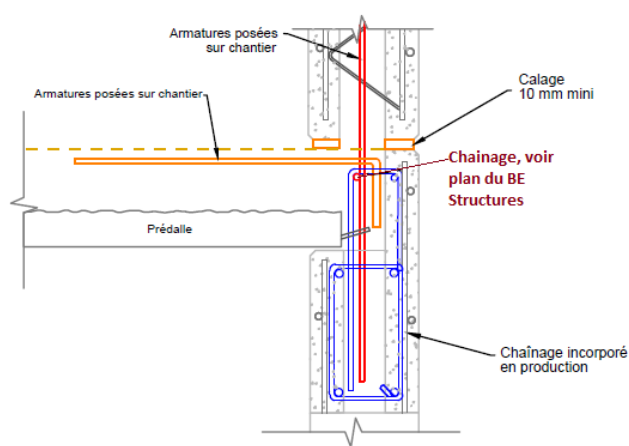


**EnDr2 - Liaison encastrée droite****EnAn1 - Liaison encastrée d'angle****EnPi2 - Liaison encastrée pour planchers avec prédalles****EnBi1 - Liaison encastrée biaisée****EnBi2 - Liaison encastrée biaisée****2.16.6. LINTEAUX incorporés dans les « TECHNO-Mur »**

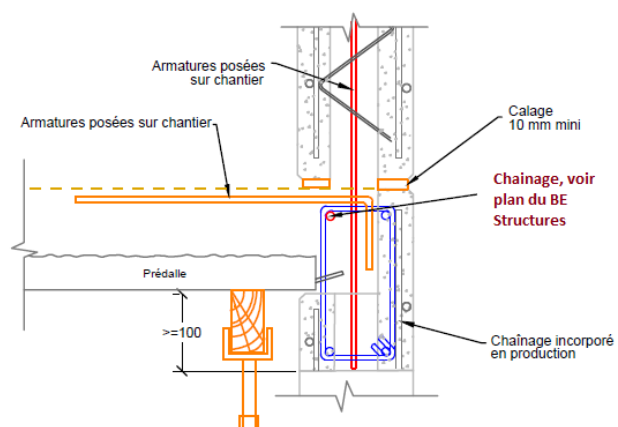
D'autres types de liaisons sont définis dans le CPT MCI 3690_V2.



**Lint1 - Linteau dans retombée
du TECHNO-mur**



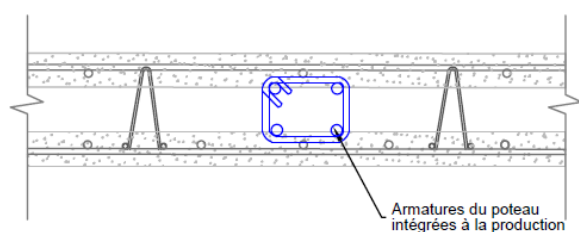
Lint2 - Linteau sur toute la hauteur



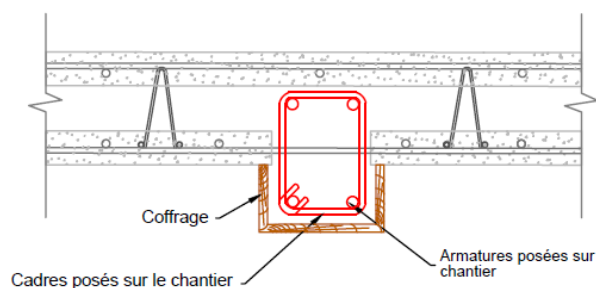
Lint3 - Linteau pour petites ouvertures

2.16.7. POTEAUX incorporés dans les « TECHNO-Mur »

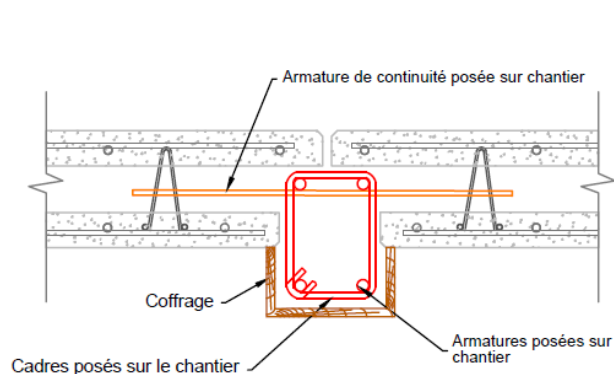
D'autres types de liaisons sont définis dans le CPT MCI 3690_V2.



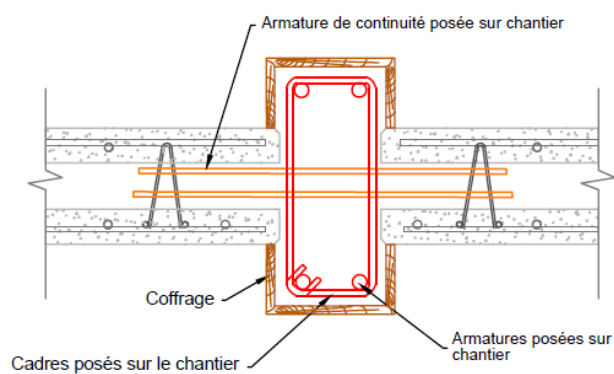
Pot1 - Poteau intégré dans le MCI



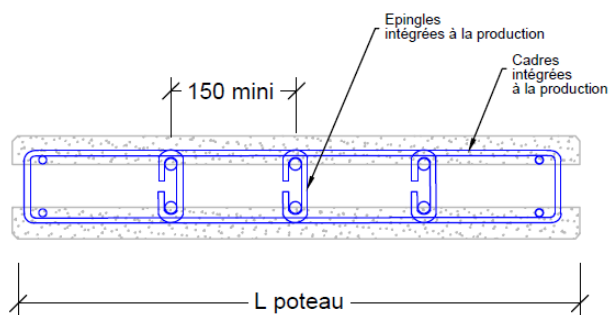
Pot2 - Poteau avec coffrage 1 face



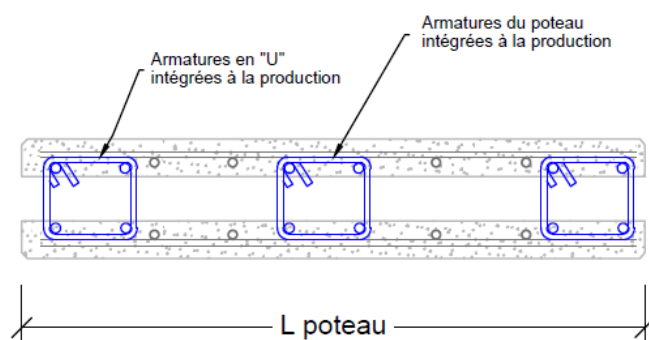
Pot3 - Poteau au droit d'un joint vertical



Pot4 - Poteau avec coffrage sur les 2 faces



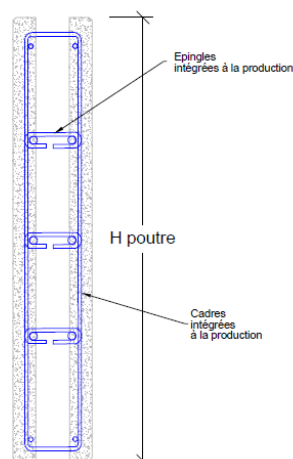
Pot5 - Poteau avec cadres et épingles



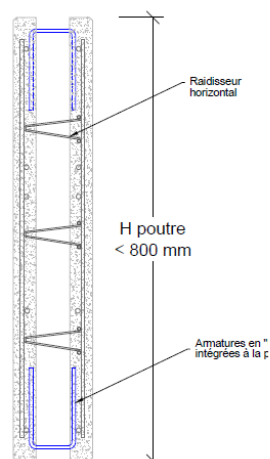
Pot6 - Poteau avec cadres

2.16.8. POUTRES incorporées dans les « TECHNO-Mur »

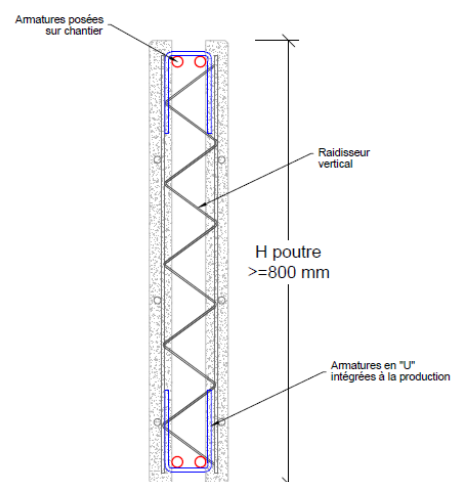
D'autres types de liaisons sont définis dans le CPT MCI 3690_V2.



Pou1 - Poutre avec CADRES et EPINGLES



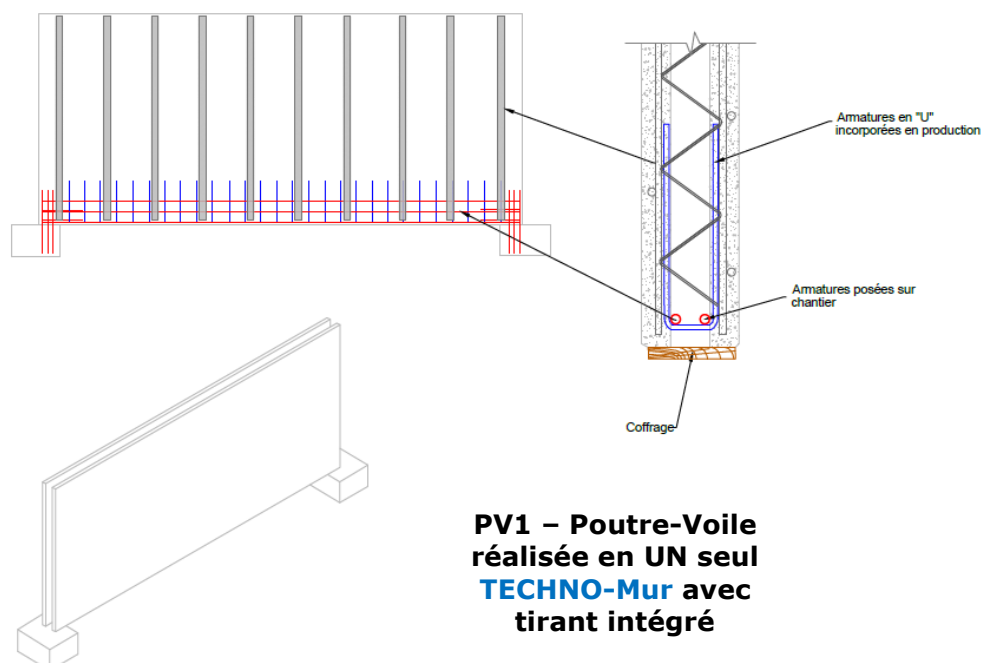
Pou2 - Poutre avec RAIDISSEURS et "U"
Hauteur poutre ≤ 800 mm



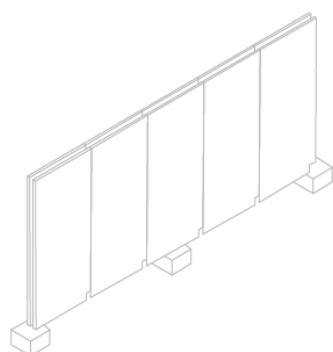
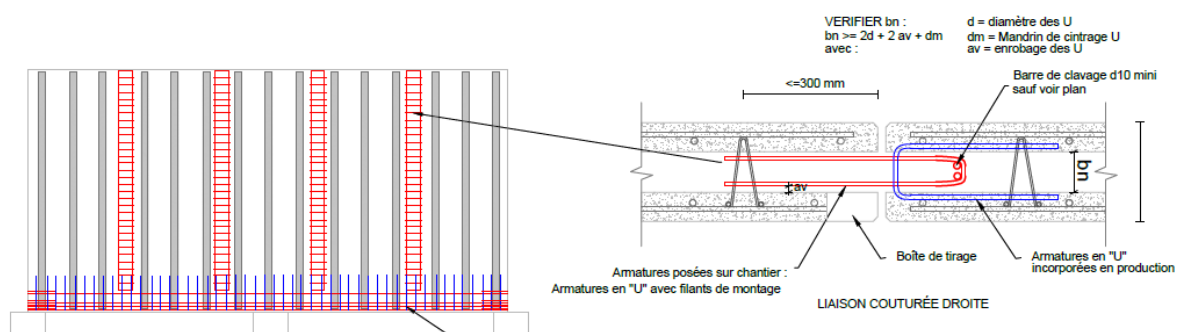
Pou3 - Poutre avec RAIDISSEURS et "U"
Hauteur poutre > 800 mm

2.16.9. POUTRES-CLOISONS (Poutres-Voiles) incorporées dans les « TECHNO-Mur »

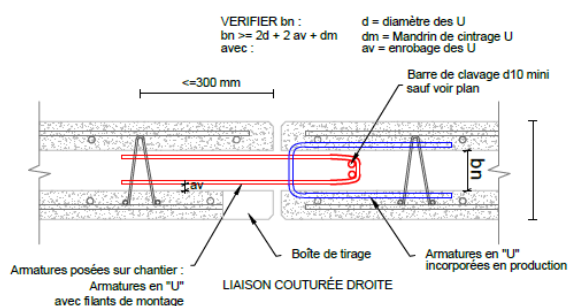
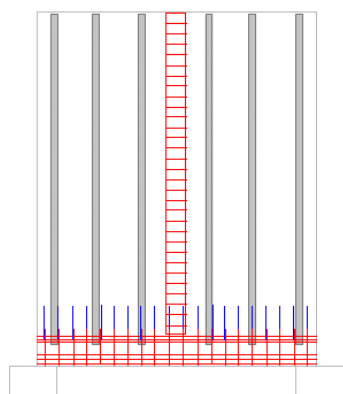
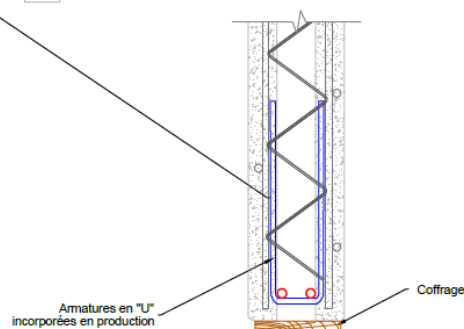
D'autres types de liaisons sont définis dans le CPT MCI 3690_V2.



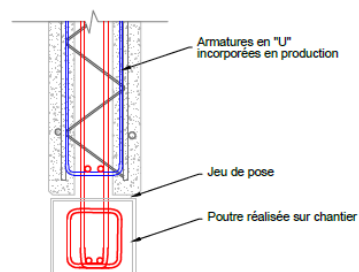
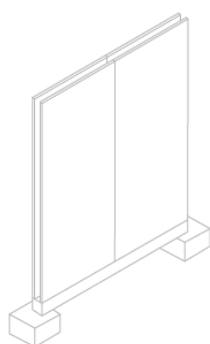
PV1 – Poutre-Voile réalisée en UN seul TECHNO-Mur avec tirant intégré

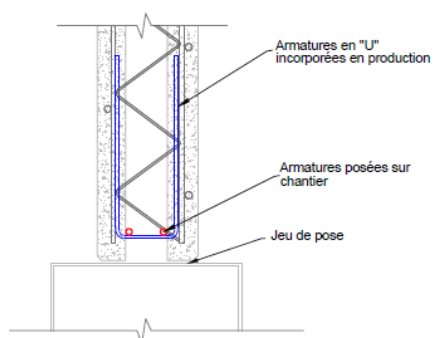


**PV3 - Poutre-Voile réalisée
 en plusieurs MCI
 et joints verticaux**

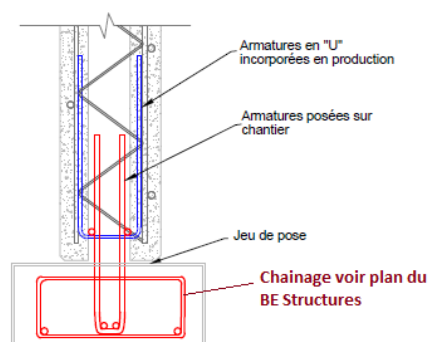


**PV5 - Poutre-Voile réalisée
 avec 1 MCI et tirant intégré
 dans une poutre sur chantier**



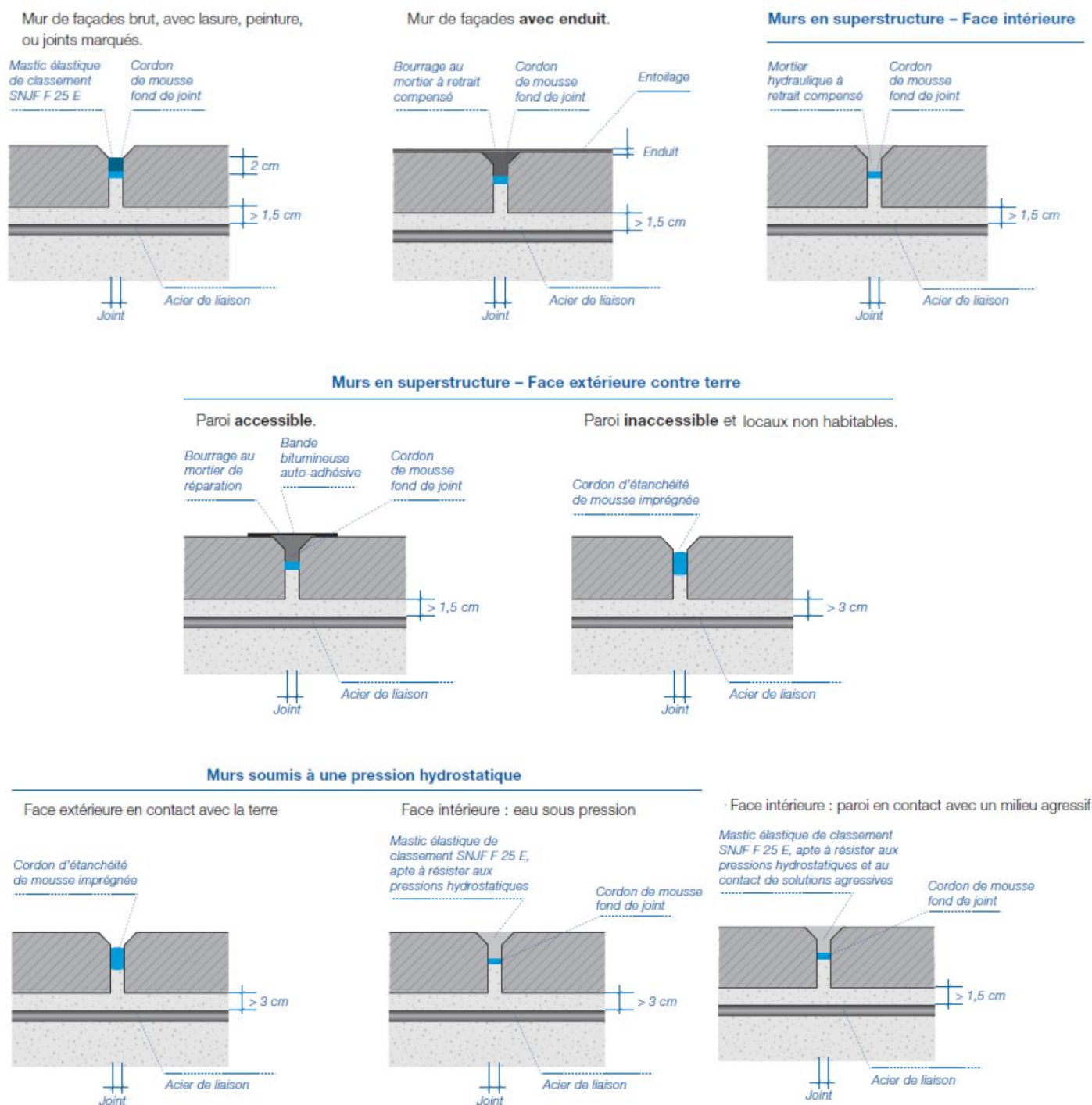


**PV10 - Poutre-Voile SANS
plancher suspendu**



**PV11 - Poutre-Voile SANS
plancher suspendu**

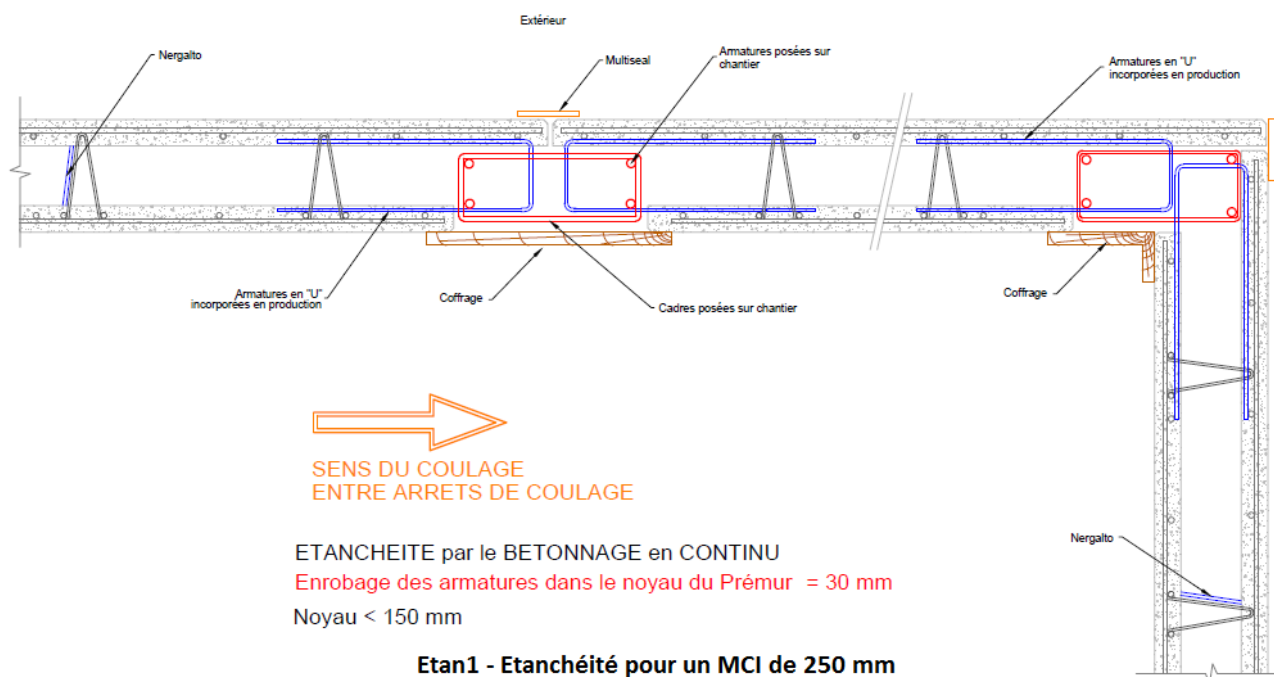
2.16.10. Traitement de joints entre « TECHNO-Mur »



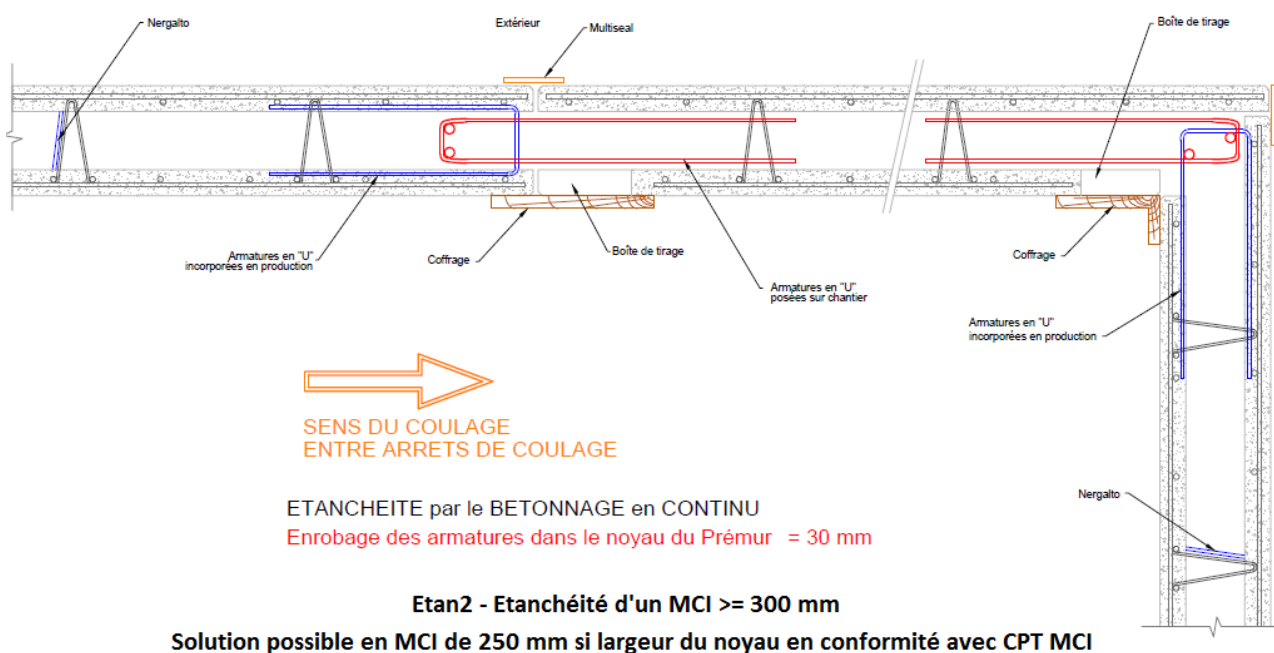
Nota : l'enrobage des armatures du noyau doit respecter le CPT MCI 3690_V2 et le présent Document Technique.

2.16.11. Etanchéité par les « TECHNO-Mur » :

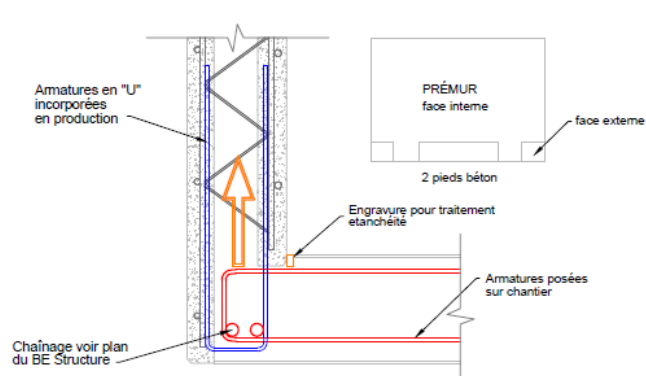
a) « TECHNO-mur » de 250 mm – Pour noyau < 150 mm :



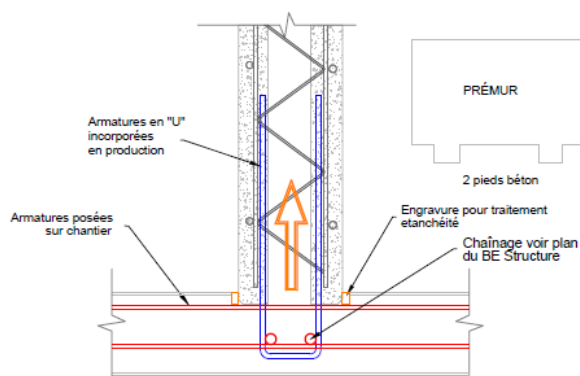
b) « TECHNO-Mur » ≥ 300 mm :



c) POSE des « TECHNO-Mur » AVANT COULAGE du RADIER :

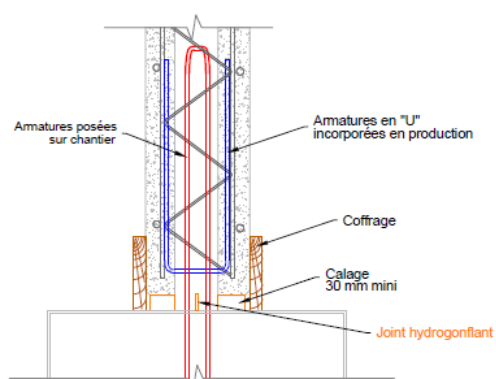


EnPi1e - Liaison encastrée en pied
avec coulage APRES Pose des MCI

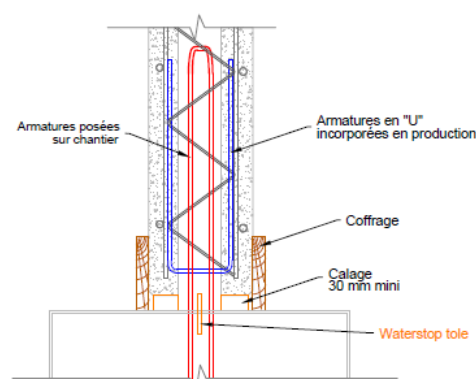


EnPi3e - Liaison encastrée en pied
avec coulage APRES Pose des MCI

d) POSE des « TECHNO-Mur » APRES COULAGE du RADIER :



EnPi2H - Liaison encastrée en pied
Pose MCI APRES coulage du radier



EnPi2T - Liaison encastrée en pied
Pose MCI APRES coulage du radier

2.16.12. Ecarteurs pour le « TECHNO-Mur » :

- Diamètre mini des barres des écarteurs : 8 mm,
- Surface d'un cône : $S = \pi \times R^2 \times \sqrt{2}$ si $R = h$
- Epaisseur peau mini = 50 mm,
- Poids Mini de la peau n° 1 = 125 daN/m²,
- Poids de Calcul : $125 \times 1,15 \times 1,05 = 150$ daN/m²
- 1,15 (coefficient dynamique) et 1,05 (coefficient incertitude du poids)

Cône d'arrachement :

- Force d'arrachement par Ecarteur :
- $F = \pi \times R^2 \times f_{ctd}$
- $f_{ctd} = 10,03$ daN/cm² pour $f_{ck,cube} = 20$ MPa
- $F = 3,14 \times 5^2 \times 10,03 = 787$ daN

Espacement maxi des écarteurs = $787 / 150 = 5,24$ m²

Ancrage de l'écarteur :

- $F_{bd} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctd}$
- $F_{bd} = 2,25 \times 1,00 \times 1,00 \times 10,03 = 22,56$ daN/cm²
- $F = \pi \times L_g \times f_{bd} = 3,14 \times 5 \times 22,56 = 354$ daN

Espacement maxi des écarteurs = $354 / 150 = 2,36$ m²

L'espacement des Ecarteurs répondra aux principes suivants :

- Résistance f_{ci} obtenue sur les 3 cubes 100 x 100 mm ne peut en aucun cas être inférieure à 20 MPa,
- 4 écarteurs MINI par « TECHNO-mur »,
- 1 écarteur pour 2,25 m² MAXI,
- Pose des Ecarteurs au droit des raidisseurs,
- PAS d'écarteur sur 400 mm du pourtour du « TECHNO-Mur », afin d'éviter un conflit à la pose des armatures de liaison entre 2 « TECHNO-Mur ».
- Disposition de principes des écarteurs :

