

Avis Technique 3.2/17-919_V1

Annule et remplace l'Avis Technique 3/14-774

Accessoire de mur
Wall accessories

ZIPBOX

Titulaire : TLOJ
C/O Fidexpert SA
26 rue du collège
CH-1815 Clarens

E-mail : jguicherd@xstructure.fr

Groupe Spécialisé n° 3.2

Murs et accessoires de mur

Publié le 19 octobre 2017



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

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 3.2 « Murs et accessoires de mur » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 11 mai 2017, le procédé d'accessoire de mur ZIPBOX pour le liaisonnement de murs à coffrage intégré avec ou sans isolant présenté par la société TLOJ. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 3/14-774. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne et DROM-COM.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Dispositif de liaisonnement pour murs à coffrage intégré avec ou sans isolant destiné à être incorporé dans le noyau de béton coulé en place des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) pour assurer la réalisation des liaisons articulées couturées au droit des joints verticaux entre deux panneaux de mur.

Ce dispositif de liaisonnement est destiné à assurer la reprise des sollicitations de cisaillement agissant dans la section transversale réduite au droit du joint vertical entre deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) et à garantir la continuité mécanique entre les deux panneaux de mur.

Le système de liaison est constitué d'un câble principal $\Phi 4$, $\Phi 5$ ou $\Phi 6$ mm de structure en acier sous forme de boucles continues formant une spirale, d'un câble secondaire en acier reliant chaque boucle et permettant de guider et d'espacer le câble principal (maintien de l'écartement entre les boucles de la spirale) et de sphères d'assemblage en plastique permettant de relier les 2 câbles à mi-longueur du système de liaison. Des cales d'enrobage filantes intégrées sur chantier au mur à coffrage intégré permettent également de maintenir un écartement (enrobage) entre le système de liaison et les parois préfabriquées et/ou les plaques d'isolant au droit du joint vertical entre les deux panneaux.

Les câbles principaux et secondaires du système de liaison sont en acier galvanisé.

Les boucles du système de liaison sont ancrées au-delà des coutures de rive des panneaux (raidisseurs ou cage d'armature de fermeture en U) avec interposition d'une armature verticale en acier HA à chaque extrémité de la liaison (entre la boucle et les coutures des abouts des murs).

La mise en œuvre du système de liaison sur toute la hauteur du joint est réalisée à l'aide d'une perche ou d'un câble de tirage en acier selon la méthodologie choisie.

Le présent Avis ne vise que le dispositif de liaisonnement des murs à coffrage intégré avec ou sans isolant et non les procédés de mur qui le mettent en œuvre, et ne constitue pas un Avis Technique sur les procédés de murs dans lesquels il est intégré.

1.2 Identification

Chaque système de liaison est conditionné dans une boîte.

L'identification du procédé se fait à l'aide d'une étiquette apposée sur chaque élément et contenant les données suivantes : lieu et date de fabrication, diamètre du câble principal et hauteur totale de la liaison.

2. AVIS

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

2.1 Domaine d'emploi accepté

Dispositif de liaisonnement destiné à la réalisation des liaisons articulées couturées au droit des joints verticaux entre murs à coffrage intégré avec ou sans isolant dont l'épaisseur nominale du noyau coulé en place varie de 7 à 14 cm.

Il est aussi possible d'utiliser le procédé pour la réalisation des liaisons articulées couturées au droit des joints verticaux entre panneaux constituant une poutre-cloison.

Le système de liaison est uniquement utilisable sur les murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) munis de couture aux abouts.

Le procédé n'est pas destiné à la réalisation des liaisons articulées (absence de couture des abouts), des liaisons encastrées entre murs ainsi qu'à la réalisation des liaisons entre joints d'acrotères. L'utilisation du procédé de liaison sur des murs inclinés n'est pas autorisée.

L'utilisation du procédé pour la réalisation des liaisons horizontales entre panneaux de mur superposés ou entre panneaux et plancher n'est pas visée dans le cadre du présent Avis Technique.

Possibilité d'emploi en zones de sismicité 1 à 5 (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié) moyennant les dispositions spécifiques définies dans le Dossier Technique et complétées par les prescriptions techniques correspondantes du § 2.3 ci-après.

Le présent Avis est émis pour une utilisation en France Européenne et dans les DROM-COM.

2.2 Appréciation sur le dispositif

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

Stabilité

Le rétablissement du monolithisme du mur au droit des joints verticaux est assuré par l'adjonction du système de liaison entre panneaux.

La stabilité propre des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) dans lesquels est incorporé ce dispositif de liaison peut être normalement assurée moyennant l'application des prescriptions du Dossier Technique et des Prescriptions Techniques (§ 2.3).

Les procédés de murs dans lesquels est incorporé ce système de liaison doivent être conçus et vérifiés suivant les prescriptions des Avis Techniques en cours de validité dont ils relèvent.

Utilisation en zone sismique

Pour les constructions nécessitant la prise en compte d'efforts sismiques, le rétablissement du monolithisme du mur au droit des joints verticaux entre panneaux est assuré par l'adjonction du système de liaison.

L'utilisation en zones sismiques 1 à 5 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié est possible moyennant le respect des dispositions prévues au § 2.311 des Prescriptions Techniques.

Sécurité au feu

L'incorporation, dans les murs à coffrage intégré avec ou sans isolant, de ce dispositif de liaisonnement est sans influence sur l'aptitude de tels procédés de mur à satisfaire à la réglementation.

Cette aptitude, qui dépend essentiellement de l'organisation des panneaux de mur, fait l'objet d'appréciations dans les Avis Techniques en cours de validité dont relèvent les procédés de murs à coffrage intégré avec ou sans isolant.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre du dispositif

Elle peut être normalement assurée moyennant l'application des dispositions du Dossier Technique (utilisation de plateforme de travail sécurisée, ...) et des conditions fixées par les Prescriptions Techniques (§ 2.3).

Isolation thermique

L'utilisation de ce dispositif de liaisonnement est sans influence sur les performances thermiques des procédés de mur dans lesquels il est incorporé. L'aptitude des procédés de murs à coffrage intégré avec ou sans isolant vis-à-vis de l'isolation thermique fait l'objet d'appréciations dans les Avis Techniques en cours de validité dont ils relèvent.

Isolation acoustique

L'utilisation de ce dispositif de liaisonnement est sans influence sur les performances acoustiques des procédés de mur dans lesquels il est incorporé. L'aptitude des procédés de murs à coffrage intégré avec ou sans isolant vis-à-vis de l'isolation acoustique fait l'objet d'appréciations dans les Avis Techniques en cours de validité dont ils relèvent.

Étanchéité des murs extérieurs

L'utilisation de ce dispositif de liaisonnement est sans influence sur l'étanchéité des procédés de mur dans lesquels il est incorporé. Cette aptitude, qui dépend essentiellement du choix de l'organisation du dispositif d'étanchéité des joints et des conditions de bétonnage (en particulier au voisinage des raccordements entre panneaux) fait l'objet d'appréciations dans les Avis Techniques en cours de validité dont relèvent les procédés de mur à coffrage intégré avec ou sans isolant.

Finitions-Aspect

L'utilisation du système de liaison n'influence pas le comportement des finitions prévues à l'extérieur et à l'intérieur des procédés de murs dans lesquels il est incorporé.

Il ne peut être cependant totalement exclu que, malgré la présence du dispositif de liaisonnement au droit des joints verticaux, de fines fissures, sans autre inconvénient que leur aspect, se manifestent au droit de certains joints entre panneaux de coffrage non revêtus.

Données environnementales

Le procédé ZIPBOX ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

2.22 Durabilité – Entretien

Etant donné que les câbles sont en acier galvanisé et qu'ils présentent un enrobage minimum de 15 mm au droit du joint, la liaison verticale entre murs à coffrage intégré avec ou sans isolant réalisée par ce dispositif est considérée comme durable et sans influence sur la durabilité des procédés de murs dans lesquels elle est incorporée.

Le traitement des joints verticaux devra être réalisé conformément aux prescriptions des Avis Techniques en cours de validité dont relèvent les murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) dans lesquels est incorporé le système de liaison. Le système de liaison n'a pas d'influence sur les conditions de traitement des joints entre panneaux de mur.

2.23 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérifications de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED) et au § 2.312.

Elle nécessite du soin, de la précision et un autocontrôle permanent, notamment de la qualité d'assemblage des deux câbles et des dimensions géométriques du système assemblé, devant être mis en place par le titulaire.

2.24 Mise en œuvre du dispositif

Effectuée par les entreprises en charge de la pose des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) et en liaison dès la phase de conception avec le fabricant qui leur livre les panneaux de coffrage accompagnés du plan de pose complet, elle nécessite du soin et de la précision.

Elle ne présente pas de difficultés particulières à condition que soit fourni un cahier des charges de montage et que le système de liaison soit bien repéré sur le plan de pose des procédés de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Le titulaire de l'Avis fournira aux entreprises un Cahier des charges de montage et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel. Il leur diffusera le contenu du présent Avis Technique et notamment le domaine d'emploi accepté et les prescriptions techniques dont il est assorti.

2.25 Divers

Les procédés de murs à coffrage intégré avec ou sans isolant sont hors du domaine du traditionnel.

Les dispositifs de liaisonnement ont été examinés en tant que tels et toutes les performances thermiques, acoustiques, etc ... du procédé de mur doivent être déterminées par le concepteur du mur en tenant compte des considérations du présent Avis.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Prescriptions techniques particulières au dispositif de liaisonnement ZIPBOX

Ce procédé de liaisonnement doit être fabriqué, calculé, mis en œuvre et utilisé conformément au Dossier Technique et aux prescriptions particulières complémentaires suivantes.

2.311 Conditions de conception des ouvrages

- Les procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) employant ce dispositif de liaisonnement doivent être utilisés conformément aux Avis Techniques en cours de validité dont ils relèvent.
- Dans chaque cas d'application, le choix de la dimension du système de liaison (diamètre du câble principal) et l'organisation des aciers de couture des abouts des procédés de murs doivent être déterminés par le bureau d'études techniques du titulaire du procédé de mur, en fonction des efforts à équilibrer. Les jonctions verticales des

panneaux réalisées avec ce système de liaison sont à considérer comme articulées couturées.

- Etant donné que les conditions d'insertion du système de liaison dans le noyau des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) conduisent à un enrobage minimal de 15 mm du câble principal au droit du joint vertical ou 30 mm, et afin d'être compatible avec les conditions d'exposition auxquelles sont soumis les procédés de mur dans lesquels il est incorporé, le câble principal du système de liaison doit obligatoirement être en acier galvanisé.

La galvanisation du câble principal du système de liaison doit être réalisée conformément aux prescriptions de la norme NF EN 12385-1 : un revêtement de qualité B tel que défini par la norme NF EN 10244-2 doit être utilisé sur l'ensemble des fils constituant le câble.

- La résistance caractéristique à la compression sur cylindre du béton du noyau coulé en place des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) doit être au moins égale à 25 MPa (béton de classe de résistance C25/30).

Le béton du noyau coulé en place devra être de classe de consistance S4 ou S5 conformément à la norme NF EN 206/CN.

Afin d'assurer un bétonnage et un remplissage correct du noyau (notamment au droit de la liaison verticale), le diamètre nominal supérieur du plus gros granulats, noté D_{max} , doit satisfaire les conditions suivantes :

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

- La résistance caractéristique à la compression sur cylindre du béton des parois préfabriquées des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) doit être au moins égale à 40 MPa (béton de classe de résistance C40/50).

- Afin d'assurer une bonne transmission des forces d'adhérence au béton et de mobiliser totalement la capacité résistante en traction du câble principal en évitant toute dégradation du béton (et de l'interface noyau/paroi préfabriquée), la section minimale des coutures des abouts des murs devra être de $2,51 \text{ cm}^2/\text{ml}$ ou section équivalente du treillis raidisseur tel que défini au § 4.1 du Dossier Technique et l'ancrage du système de liaison au-delà du joint vertical devra être au minimum de 20 cm dans les joints en zone courante.

- Afin de garantir une profondeur d'ancrage minimale du système de liaison de 20 cm au-delà des joints verticaux en zone courante, la largeur maximale des joints entre panneaux de murs devra être de 30 mm. Le calcul des largeurs de joints devra prendre en compte les tolérances de pose et de fabrication des murs conformément aux prescriptions des Avis Techniques en cours de validité dont relèvent les procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

- Le joint vertical entre panneaux de mur doit être vérifié au cisaillement. L'effort tranchant sollicitant doit être comparé aux efforts tranchants résistants mobilisables avec le système de liaison en fonction du cas de charge étudié, suivant la méthode de calcul présentée au § 4 du Dossier Technique.

Les coutures des abouts des murs à coffrage intégré avec isolant doivent uniquement être réalisées à l'aide de cages d'armature avec U de fermeture afin que la méthode de calcul présentée au § 4 du Dossier Technique soit valable. L'armature du côté extérieur du noyau (côté isolant) doit quant à elle être prolongée jusqu'au joint vertical.

Des valeurs de l'effort tranchant résistant V_{Rd} sont données à l'Annexe 6 du Dossier Technique pour différentes épaisseurs de noyau et pour des hypothèses de calcul sécuritaires.

- Les sections équivalentes d'armatures HA B500 couvertes par le système de liaison doivent permettre de respecter la mise en place au droit des joints d'un ferrailage minimum conforme à l'article 9.6.3 de la norme NF EN 1992-1-1 et de son Annexe Nationale.

- Dans le cas des poutres-cloisons constituées de plusieurs panneaux de mur, la section des armatures de liaison (section équivalente d'armature HA B500 couverte par le dispositif de liaisonnement) au droit des joints verticaux devra être au moins égale à la section d'armatures horizontales déterminée conformément à l'article 9.7 de la norme NF EN 1992-1-1 et de son Annexe Nationale.

La section équivalente d'armature HA B500 couverte par le système de liaison devra au moins être égale à la section d'armatures horizontales nécessaire pour la poutre voile.

Dans le cas des poutres-voiles, le procédé ne peut pas être utilisé pour le recouvrement des tirants et il doit être positionné au-dessus du tirant porteur.

- Les efforts de vent (contreventement) à prendre en compte pour le dimensionnement du système de liaison devront être déterminés conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1991-1-4 et de son Annexe Nationale NF EN 1991-1-4/NA.

Prescriptions en zone sismique

- L'action sismique à prendre en compte pour le dimensionnement du système de liaison devra être déterminée conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale. La détermination des efforts induits par les actions sismiques sur un voile réalisé en mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) peut se baser sur la section homogène équivalente au voile banché substitué. L'effort tranchant sollicitant le système de liaison au droit des joints verticaux doit être déterminé suivant la méthode de calcul présentée en Annexe 5 du Dossier Technique.
- Le joint vertical entre panneaux de mur doit être vérifié au cisaillement. L'effort tranchant sollicitant doit être comparé aux efforts tranchants résistants mobilisables avec le système de liaison en fonction du cas de charge étudié, suivant la méthode de calcul présentée au § 4 du Dossier Technique. Le coefficient partiel de sécurité de l'acier du câble γ_s sera pris égal à 1,10 en situation sismique.
- Dans les éléments primaires, il ne peut être employé d'armature du type B500 A pour les coutures des abouts des murs et pour le « clavage » du système de liaison par interposition d'une barre verticale entre les boucles d'extrémité et les coutures des abouts.
- Les intersections de voiles nécessitent systématiquement la mise en œuvre d'un chaînage vertical. Ce chaînage peut être incorporé dans le mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) ou mis en œuvre par le biais des armatures de coutures. Le choix entre ces deux solutions sera fonction de la section du tirant, de l'épaisseur du mur à coffrage intégré et des contraintes de mise en œuvre. Les dispositions minimales de la norme NF EN 1998-1 et de son Annexe Nationale doivent être respectées, notamment les dispositions de l'article 5.4.3.5.3 (4) de la norme NF EN 1998-1/NA. Il conviendra notamment de tenir compte de l'encombrement du système de liaison et des dispositions de ferrailage minimales en zones sismiques qui devront être compatibles avec l'épaisseur du noyau.

2.312 Conditions de fabrication

Les systèmes de liaison doivent être fabriqués avec précision pour respecter les exigences de pénétration minimale dans les abouts de murs et pour assurer la couture entre les deux panneaux de mur.

La fabrication du dispositif de liaison doit faire l'objet d'un autocontrôle permanent portant notamment sur la qualité d'assemblage des deux câbles et des dimensions géométriques du système assemblé.

L'autocontrôle exercé dans l'usine de fabrication doit faire l'objet d'un suivi externe par un organisme tiers à raison d'une visite par an et portant sur les points mentionnés ci-dessous.

Toute modification envisagée dans la nature des contrôles doit être signalée au Rapporteur du Groupe Spécialisé N° 3.2.

Les contrôles doivent porter sur les exigences suivantes :

- Pour chaque bobine : dimensions du câble principal (diamètre), revêtement par galvanisation ($\geq 30 \text{ g/m}^2$), classe de résistance (couramment égale à 2160 MPa).
La nature et la fréquence des contrôles de fabrication réalisés sur les câbles principaux doivent être conformes aux exigences des normes NF EN 12385-1 et NF EN 12385-10 : revêtement (galvanisation), contrôles sur fils avant fabrication du câble et contrôles après fabrication du câble (contrôles dimensionnels et essais de traction à rupture).
Les caractéristiques du câble mentionnées ci-dessus (dimensions, revêtement par galvanisation, résistance en traction) peuvent être garanties par le fournisseur avec transmission d'un certificat pour chaque bobine.

- Toutes les 100 liaisons fabriquées :

Dimensions géométriques du système de liaison :

- Longueur de la demi-spire
- Positionnement du câble de guidage par rapport au câble principal
- Pas du câble principal sur chaque face (entre demi-spire)
- Hauteur totale de la liaison

Les dimensions et les tolérances de fabrication du système de liaison sont indiquées à l'Annexe 1 du Dossier Technique.

- Mise en œuvre du système de liaison sur le mur test conformément aux prescriptions du § 5 du Dossier Technique.

- Identification de chaque système de liaison : présence d'un marquage indiquant le lieu et la date de fabrication, le diamètre du câble principal et la hauteur totale du système de liaison.

Les résultats des autocontrôles réalisés doivent être enregistrés dans les registres de fabrication de l'usine.

La fabrication des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) dans lesquels est incorporé le système de liaison doit quant à elle faire l'objet d'un contrôle complémentaire sur les points suivants (conformément aux Annexes 2 et 7 du Dossier Technique) :

- Implantation des coutures des abouts (hors liaisons d'angle et intersection entre les murs) : 12 cm +/- 2 cm

- Espacement des armatures de couture des abouts : entre 10 et 20 cm
- Lorsque le système de liaison est intégré depuis le pied du mur vers le haut, une réservation est prévue aux angles en partie basse du mur de dimensions minimales 25x20^{ht} cm. Dans le cas des murs à coffrage et isolation intégrés, cette réservation devra être effectuée sur la paroi structurale intérieure.

2.313 Conditions de mise en œuvre

Effectuée sur chantier par l'entreprise de pose des procédés de murs, la mise en œuvre du dispositif de liaisonnement doit être réalisée conformément aux prescriptions du § 6 du Dossier Technique. Le système de liaison devra être identifié et représenté (matérialisation précise du système de liaison et des dispositions constructives associées) sur le plan général de pose réalisé et fourni par le bureau d'études technique du titulaire du procédé de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Les dispositions définies lors de la conception des procédés de murs doivent être strictement appliquées, notamment celles concernant la section, le positionnement et l'espacement des coutures des abouts ainsi que la réalisation d'une réservation en pied de mur.

Le bétonnage du noyau coulé en place s'effectue dans les conditions de vitesse et de hauteur de chute spécifiées dans les Avis Techniques dont relèvent les procédés de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Dans le cas des liaisons couturées présentant une forte densité d'armatures, les parties, au droit des joints verticaux, bétonnées en place doivent être vibrées.

La mise en œuvre du système de liaison nécessite d'apporter une attention particulière sur :

- le contrôle du positionnement des coutures des abouts des murs et la vérification de l'absence d'obstacles (armatures, ...) pouvant s'opposer à la bonne mise en place de la liaison.
- l'implantation et le positionnement corrects du système de liaison en pied de mur conformément aux plans d'exécution.
- le contrôle de la présence et du positionnement (centrage) du système de liaison sur toute la hauteur du joint vertical concerné.
- le contrôle de la présence des barres de « clavage » entre les boucles d'extrémité du système de liaison et les coutures des abouts des murs.
- Cales d'enrobages filantes sur la hauteur du mur sur les faces intérieures et extérieures du noyau. Les cales sont collées au droit des armatures de couture du mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 mai 2022

Pour le Groupe Spécialisé n° 3.2
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Etant donné la spécificité du système de liaison et de ses conditions de fabrication, le Groupe Spécialisé n° 3.2 a jugé nécessaire d'imposer la réalisation d'un suivi par un organisme tiers des conditions de fabrication et de contrôle.

Cet avis ne dispense pas d'un calcul de stabilité et de résistance des murs, des calculs de liaisons des panneaux de murs avec l'ouvrage ainsi que de l'intégrité des procédés de murs.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n° 3.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination et principe

Le dispositif de liaisonnement ZIPBOX pour murs à coffrage intégré et murs à coffrage et isolation intégrés est destiné à être incorporé dans le noyau de béton coulé en place des murs pour assurer la liaison mécanique au droit des joints verticaux entre deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Le système de liaison ZIPBOX est destiné à assurer la reprise des sollicitations de cisaillement (contreventement, séisme, ...) agissant dans la section transversale réduite au droit du joint vertical entre deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) et à garantir la continuité mécanique entre les deux murs (monolithisme du mur).

Le système de liaison ZIPBOX est uniquement utilisable sur les murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) munis de couture aux abouts : la liaison est ancrée au-delà des coutures de rive (raidisseurs ou armatures en U). La mise en place de couture en abouts des panneaux permet de garantir un courtoilage optimal de la liaison ZIPBOX avec les cages d'armature (ou les raidisseurs).

Le dispositif de liaison permet de couvrir les cas suivants :

- liaisons articulées couturées (armature de couture en bord de chaque panneau)
- liaisons en I, en L et en T
- liaisons au droit des joints verticaux entre panneaux de mur constituant une poutre-cloison
- utilisation en zone de sismicité 1 à 5
- noyau coulé en place ayant une épaisseur nominale comprise entre 7 cm et 14 cm.

Le système de liaison n'est pas destiné à la réalisation des liaisons encastrees (joints soumis à la flexion pour assurer la continuité du moment) ainsi qu'à la réalisation des liaisons entre joints d'acrotère.

Le système de liaison est constitué par les 3 éléments suivants :

- Un câble principal de structure en acier galvanisé sous forme de boucles continues (spirale) qui s'introduit dans les cages d'armatures ou les poutrelles positionnées aux abouts des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).
- Un câble secondaire en acier galvanisé reliant chaque boucle et permettant de guider et d'espacer le câble principal (maintien de l'écartement entre les boucles de la spirale)
- Des sphères indépendantes permettant de relier les 2 câbles à mi-longueur du système de liaison. Les sphères sont constituées de plastique injecté lors de la fabrication de la liaison.

Au niveau des joints, l'enrobage des câbles par rapport aux parois préfabriquées et/ou plaques d'isolants est assuré par des cales intégrées aux murs à coffrage intégré. Les cales sont mises en place sur chantier.

Les boucles du système de liaison sont ancrées au-delà des coutures de rive des panneaux avec interposition d'une armature de « clavage » verticale en acier HA à chaque extrémité de la liaison (entre la boucle et la couture de rive).

Le système de liaison est accompagné d'une barre ou d'un câble de tirage en acier permettant de garantir la mise en œuvre du procédé dans le noyau des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) comme indiqué au paragraphe 6 du dossier technique.

Chaque système de liaison est conditionné dans une boîte.

2. Matériaux

Câble principal de structure

Câble principal structural de 4, 5 ou 6 mm de diamètre en acier galvanisé uniquement (tous les fils sont galvanisés).

Le câble est constitué de 7 torons de 19 fils ou 7 torons de 7 fils.

Classe de résistance 2160 MPa.

Classe conventionnelle d'élasticité 1944 MPa (0,9 x 2160). Le dimensionnement est réalisé en tenant compte de la classe conventionnelle d'élasticité tel que décrit au § 4.

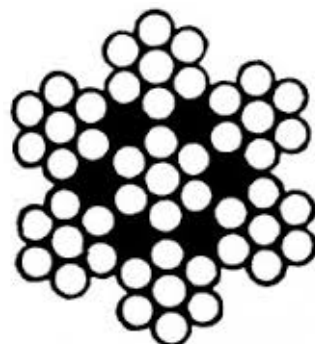
Module de Young : 140 000 MPa.

Section efficace : 0,0688 cm² (Φ4 mm), 0,1045 cm² (Φ5 mm) ou 0,1505 cm² (Φ6 mm).

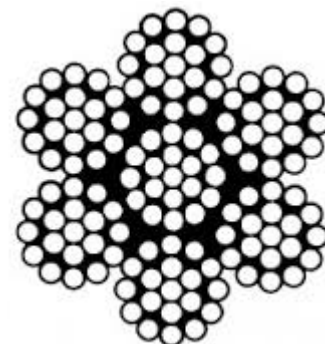
3.2/17-919_V1

Le câble est conforme aux prescriptions des normes NF EN 12385-1 et NF EN 12385-10.

Les contrôles de fabrication réalisés sur les câbles principaux sont conformes aux exigences des normes NF EN 12385-1 et NF EN 12385-10 (contrôles sur fils avant fabrication du câble, contrôles après fabrication du câble : contrôles dimensionnels et essais de traction à rupture).



Câble – 7 torons de 7 fils



Câble – 7 torons de 19 fils

Câble secondaire de guidage

Câble secondaire de guidage de 1,0 mm à 2,0 mm de diamètre en acier galvanisé uniquement (tous les fils sont galvanisés). Ce câble ne joue pas un rôle structural (guidage de la liaison lors de la mise en œuvre et maintien de l'espacement entre boucles).

Armature de clavage

Armature HA de diamètre minimum de 10 mm, de nuance B500, conforme aux prescriptions de la norme NF EN 10080. La classe de ductilité de l'acier (A, B ou C) sera adaptée en fonction de la zone de sismicité et de la destination de l'ouvrage.

Cales d'enrobage

Les cales d'enrobages sont intégrées au mur à coffrage intégré. Elles sont filantes sur la hauteur du mur. Les cales sont mises en place sur chantier et sont collées à l'aide d'une colle Sika Sikaflex ou équivalent. Les cales sont de type réglette en béton ou en plastique.

3. Eléments

3.1 Système de liaison : câble principal et câble de guidage

Le système de liaison comporte un câble principal en acier Φ4, Φ5 mm ou Φ6 mm ayant la forme d'une spirale (plusieurs boucles continues) dont la longueur minimale des demi-spires est de 48 cm (longueur de la liaison). L'ensemble des demi-spires (situées sur des faces opposées) du système de liaison sont reliées entre elles verticalement à l'aide du câble secondaire en acier Φ1 mm à Φ2 mm (câble d'espacement et de guidage) disposé à mi-longueur du système de liaison, soit à 24 cm.

L'espacement des demi-spires entre faces opposées est de 10 cm. L'espacement des demi-spires sur chaque face est de 20 cm.

Les dimensions géométriques du système de liaison sont illustrées à l'Annexe 1 du dossier technique.

Chaque liaison est identifiée par un marquage apposé sur les boîtes indiquant le diamètre du câble principal et sa hauteur totale.

La transmission des efforts du système de liaison aux coutures de rives des murs se fait par l'intermédiaire d'une barre de « clavage » en acier HA, de diamètre supérieur ou égal à 10 mm, disposée entre les boucles d'extrémité du système et les coutures de rive des murs. A chaque extrémité du système de liaison, les boucles se trouvent ancrées au-delà des coutures de rive des panneaux.

Afin de garantir l'efficacité et une mise œuvre correcte du système de liaison en forme de spirale (voir le paragraphe 6 du dossier technique), les coutures de rive (armatures en U ou raidisseurs) des murs doivent être situées à 12 cm de l'about pour les liaisons droites, 20 cm dans le cas d'intersection entre les murs (angles, ...) où les dispositions de l'Annexe 7 doivent être respectées. Dans le cas des murs à coffrage intégré avec isolant, les coutures de rives doivent uniquement être réalisées à l'aide de cage d'armature avec U de fermeture.

Pour les joints verticaux en zone courante, la pénétration du système de liaison dans les abouts de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) est au minimum de 20 cm (toutes tolérances de fabrication et de mise en œuvre épuisées). Pour cela, la largeur du joint vertical entre les deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) doit être au maximum de 3 cm.

L'enrobage minimal du câble principal de la liaison au niveau de la section réduite au droit du joint est quant à lui de 1,5 cm. Cette valeur est garantie par les cales d'enrobages intégrées sur chantier au droit du joint vertical.

Les critères d'implantation géométrique du système de liaison dans les murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) sont illustrés à l'Annexe 2 du dossier technique.

3.2 Sphère de liaison

L'assemblage du câble principal et du câble secondaire du système de liaison est réalisé à l'aide d'une sphère de liaison en plastique injecté dans un moule en acier après positionnement géométrique des deux câbles.

La sphère de liaison d'un diamètre de 11 mm permet d'assurer l'assemblage des deux câbles. Cette pièce plastique est positionnée à mi-longueur des demi-spires du système de liaison afin de se retrouver centrée avec l'axe du joint vertical séparant les deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

4. Conception et dimensionnement

Le système de liaison ZIPBOX est destiné à assurer la continuité mécanique entre deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) au niveau des joints verticaux entre panneaux (γ compris les panneaux constituant une poutre-cloison).

Le système de liaison est dimensionné pour reprendre les sollicitations de cisaillement (contreventement, séisme, ...) agissant dans la section transversale réduite au droit du joint vertical entre deux murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Les vérifications à mener sont les suivantes :

- vérification de la résistance au cisaillement de la section transversale réduite au droit du joint
- vérification du monolithisme du mur : transmission des efforts entre le système de liaison et les armatures intégrées dans les voiles préfabriqués ; résistance au cisaillement sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué

On doit vérifier que $V_{Edj} \leq V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,j} ; V_{Rd,i} \}$ avec :

- V_{Edj} : effort tranchant sollicitant de calcul au droit du joint (voir l'Annexe 5). En situation sismique, la détermination des actions sismiques devra être réalisée conformément aux prescriptions de la norme NF EN 1998-1 et de son annexe nationale.
- $V_{Rd,j}$: effort tranchant résistant de calcul au niveau de la section transversale réduite au droit du joint (voir le paragraphe 4.2).
- $V_{Rd,i}$: effort tranchant résistant de calcul sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué (voir le paragraphe 4.3)

Des valeurs de l'effort tranchant résistant V_{Rd} sont données à l'Annexe 6 pour différentes épaisseurs de noyau et pour des hypothèses de calcul sécuritaires.

4.1 Ancrage du système de liaison et principe de transmission des efforts

L'ancrage du système de liaison de part et d'autre du joint vertical entre panneaux de mur (en zone courante) sur une longueur minimale de 20 cm, avec ancrage au-delà des coupures de rive des panneaux et interposition systématique d'une armature de clavage entre les boucles et les coupures de rive, permet d'assurer une bonne transmission des forces d'adhérence au béton et de mobiliser totalement la capacité résistante en traction du câble principal en évitant toute fissuration ainsi que tout éclatement du béton.

La transmission des efforts entre le système de liaison et les armatures intégrées dans les voiles préfabriquées des murs s'effectue par l'intermédiaire de l'armature de clavage en acier HA disposée systématiquement entre les boucles d'extrémité du système de liaison et les coupures de rive des murs (voir Annexes 7 et 8) : cette armature permet une meilleure répartition des contraintes dans l'acheminement des efforts du câble aux treillis des parois préfabriquées. L'armature de clavage permet de répartir l'effort de traction du câble dans le béton et d'augmenter la résistance de l'ancrage par confinement du béton. Il est indispensable de mettre systématiquement cette armature de clavage afin de répartir et d'assurer la transmission des efforts entre les deux panneaux. Les coupures de rive (cage d'armature en U ou raidisseur) ont également un effet de confinement de l'ancrage en empêchant l'écartement des parois préfabriquées.

Avec une pénétration du système de liaison dans les abouts de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) de 20 cm minimum (longueur de recouvrement de l'ordre de 18 cm en tenant compte de l'enrobage des armatures dans le voile préfabriqué), la capacité résistante en

traction du système de liaison est complètement mobilisée et le recouvrement du système avec les armatures intégrées dans les voiles préfabriqués des murs permet d'assurer correctement la transmission des efforts de la liaison aux armatures intégrées tels qu'il ne se produise pas un éclatement du béton au niveau des jonctions et qu'il n'apparaisse pas de fissures ouvertes.

Les résultats expérimentaux des essais de type BEAM-TEST mentionnés au paragraphe B du dossier technique permettent de valider, pour une pénétration minimale de 20 cm de la liaison, l'ancrage parfait du système de liaison et la transmission correcte des efforts aux armatures intégrées dans les parois préfabriquées (mobilisation totale de la résistance à la traction du câble sans dégradation de l'ancrage et de l'interface noyau/paroi préfabriquée).

Etant donné que la longueur d'ancrage minimale de 20 cm (correspondant à une longueur de recouvrement de l'ordre de 18 cm avec les armatures intégrées dans les parois préfabriquées) est réputée suffisante pour ancrer l'effort de traction, F_T , qui règne dans le câble et pour assurer la transmission de cet effort vers les armatures intégrées dans les parois préfabriquées (taux de travail des armatures à 100% pour cette longueur d'ancrage).

$$F_T = A_s \cdot f_{yd}$$

Avec : A_s : section de câble

f_{yd} : limite d'élasticité du câble égale à $0,9 \cdot R_r / \gamma_s$

R_r : classe de résistance du câble (MPa)

γ_s : coefficient partiel de sécurité associé à l'acier

On en déduit que le système de liaison pour un espacement de 20 cm est capable de recouvrir les sections d'armatures (intégrées dans les parois) suivantes :

Liaison avec câble principal de 6 mm

La résistance de calcul du câble est de 25,44 kN, soit de 127,21 kN/ml si on considère un espacement de 20 cm et un γ_s égal à 1,15. Cela correspond à une section équivalente de 2,93 cm²/ml pour des armatures HA B500.

La section couverte par le système de liaison est donc de 2,93 cm²/ml/face.

Les treillis soudés couverts par le système de liaison sont répertoriés à l'Annexe 4 du dossier technique.

Liaison avec câble principal de 5 mm

La résistance de calcul du câble est de 17,67 kN, soit de 88,33 kN/ml si on considère un espacement de 20 cm et un γ_s égal à 1,15. Cela correspond à une section équivalente de 2,03 cm²/ml pour des armatures HA B500.

La section couverte par le système de liaison est donc de 2,03 cm²/ml/face.

Les treillis soudés couverts par le système de liaison sont répertoriés à l'Annexe 4 du dossier technique.

Liaison avec câble principal de 4 mm

La résistance de calcul du câble est de 11,63 kN, soit de 58,15 kN/ml si on considère un espacement de 20 cm et un γ_s égal à 1,15. Cela correspond à une section équivalente de 1,34 cm²/ml pour des armatures HA B500.

La section couverte par le système de liaison est donc de 1,34 cm²/ml/face.

Les treillis soudés couverts par le système de liaison sont répertoriés à l'Annexe 4 du dossier technique.

Ferraillage minimum et équivalent

Les sections équivalentes d'armatures HA B500 couvertes par le système de liaison permettent de respecter la mise en place au droit des joints d'un ferraillage minimum conforme à l'article 9.6.3 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

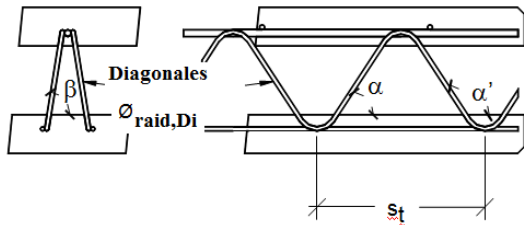
Les dispositions constructives minimales suivantes doivent être respectées :

- Ferraillage minimum des parois préfabriquées : chaque voile préfabriqué comprend au minimum 1,2 cm²/ml d'armatures dans les deux directions, avec un espacement maximum des armatures inférieur ou égal à 33 cm.
- Ferraillage minimum des coupures des abouts :

Cage d'armature avec U de fermeture : section minimale de 2,51 cm²/ml et espacement des armatures compris entre 10 cm minimum et 20 cm maximum (soit par exemple : U Ø8 / e = 20 cm)

Treillis raidisseurs (uniquement pour les murs à coffrage intégré sans isolant) : section équivalente minimale de 2,51 cm²/ml (pas du treillis compris entre 10 et 20 cm)

La section d'armature équivalente du treillis raidisseur se détermine à partir de l'effort résistant F_s au niveau du plan de cisaillement oblique :



$$A_{s,eq} = 4.F_s \cdot \frac{\sin \alpha \cdot \sin \beta}{s_t} / f_{yk}$$

Avec :

F_s : effort résistant au niveau du plan de cisaillement oblique calculé de la manière suivante :

$$F_s = \text{Min}(A_{raid,Di} \cdot R_{e,Di}; F_w)$$

f_{yk} : limite caractéristique d'élasticité de l'acier des armatures de fermeture en U ;

$R_{e,Di}$: limite apparente d'élasticité de la diagonale du treillis raidisseur ;

$A_{raid,Di}$: section de la diagonale du treillis raidisseur ;

F_w : résistance garantie de la soudure des sinusoides sur les armatures longitudinales du treillis raidisseur ;

β : angle d'inclinaison des diagonales dans le plan transversal.

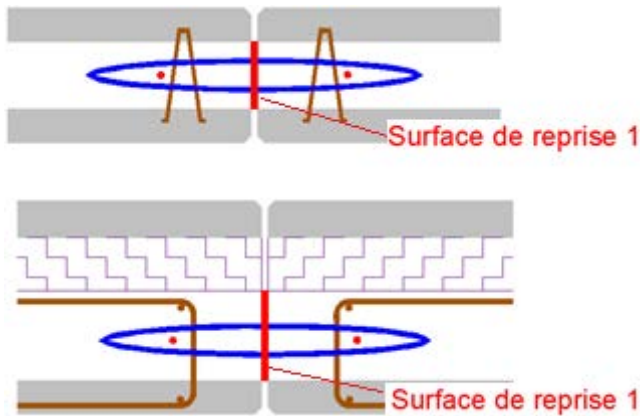
La vérification du monolithisme du mur se résume donc à :

- vérifier que les sections d'armatures disposées dans les parois préfabriquées sont couvertes par le système de liaison (section équivalente d'armature HA B500)
- vérifier la résistance au cisaillement sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué (voir le paragraphe 4.3).

4.2 Résistance au cisaillement de la section transversale réduite au droit du joint

Les résultats expérimentaux des essais de cisaillement mentionnés au paragraphe B du dossier technique ont permis de valider la méthode de calcul suivante :

La section réduite au droit du joint traversée par le câble principal du système de liaison est assimilée à une reprise de bétonnage verticale (surface de reprise 1 des schémas ci-dessous).



$f_{ctd,n}$ la valeur de calcul de la résistance en traction du béton du noyau coulé en place, définie à l'article 3.1.6 de la norme NF EN 1991-1-1 et son annexe nationale NF EN 1991-1-1/NA ;

f_{yd} la limite d'élasticité de l'armature du système de liaison telle que définie au § 4.1.

γ_s le coefficient partiel de sécurité de l'acier du câble principal. On retiendra $\gamma_s = 1,15$ en situation durable et $\gamma_s = 1,10$ en situation sismique.

ν le coefficient de réduction de la résistance du béton est donné par l'expression suivante :

$$\nu = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ctd,n}}{250} \right)$$

σ_n la contrainte engendrée par la force normale externe minimale à l'interface susceptible d'agir en même temps que l'effort de cisaillement ;

ρ le ratio A_{ij}/A_j (A_{ij} étant la section d'armatures de liaison traversant l'interface et A_j l'aire du joint).

α l'angle d'inclinaison des armatures de liaison au droit du joint. On retiendra $\alpha=90^\circ$.

Les efforts résistants de calcul au cisaillement V_{Rdj} au droit du joint sont donnés à l'Annexe 6 pour différentes épaisseurs de noyau en considérant $\sigma_n = 0$ et un béton du noyau coulé en place de classe de résistance C25/30.

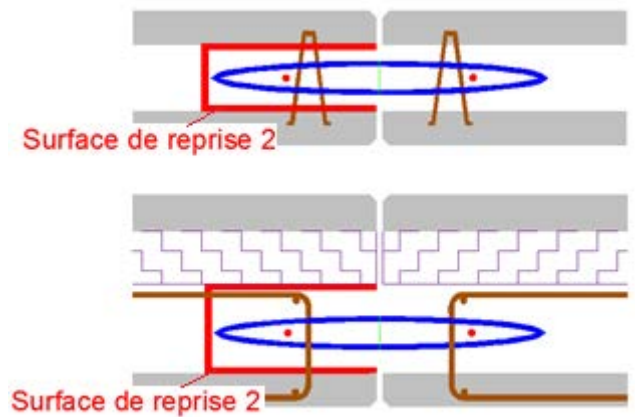
L'effort tranchant résistant de calcul VRd,j au droit du joint calculé comme mentionné ci-dessus est comparé à l'effort tranchant sollicitant de calcul $VEdj$ au droit du joint. Le calcul de l'effort tranchant sollicitant de calcul $VEdj$ au droit du joint est détaillé à l'Annexe 5.

On doit vérifier que $VEdj \leq VRd,j$.

4.3 Résistance au cisaillement sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué

Etant donné que le système de liaison est destiné à la réalisation de liaison verticale couturée, le noyau des murs à coffrage et isolation intégrés doit systématiquement être armé du côté extérieur. Les coupures des bouts des murs à coffrage et isolation intégrés sont systématiquement réalisées à l'aide de cage d'armature avec U de fermeture.

Le contour de liaison au droit du joint à prendre en compte dans la vérification correspond donc à la surface de reprise 2 des schémas ci-dessous :



L'article 6.2.5 de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale s'applique. La vérification au cisaillement est alors menée en considérant l'hypothèse suivante : les valeurs des deux coefficients c et μ dépendant de la rugosité de l'interface sont égales respectivement à 0,5 et à 0,9. Sous charges dynamiques ou de fatigue, il convient de diviser par deux les valeurs du coefficient c , conformément à l'article 6.2.5 (5) de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale : $c=0,25$.

La valeur de calcul de la contrainte de cisaillement au droit du joint est donnée par l'expression suivante :

$$v_{Rd,j} = c \times f_{ctd,n} + \mu \times \sigma_n + \rho \times f_{yd} \times (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 \times \nu \times f_{ctd,n}$$

Avec :

$f_{ctd,n}$ la valeur de calcul de la résistance en compression du béton du noyau coulé en place, définie à l'article 3.1.6 de la norme NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA. Le béton de remplissage du noyau doit présenter une résistance caractéristique minimale à la compression de 25 MPa (classe de résistance minimale C25/30) ;

Dans le cas le plus courant où les armatures des coupures des bouts des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) présentent des sections d'armatures identiques sur les deux plans de couture (surface de reprise 2 des schémas ci-dessus), l'effort tranchant résistant de calcul VRd,i est déterminé sur la base de l'expression suivante :

$$V_{Rd,i} = [c \times f_{ctd,n} + \mu (\sigma_n + \rho \times f_{yd})] \times 2x \times 1$$

Avec :

- c le coefficient de cohésion et μ le coefficient de frottement dont les valeurs sont présentées dans le tableau ci-dessous (cas d'une surface de reprise de type « lisse » au sens de l'article 6.2.5 de la NF EN 1992-1-1) :

Combinaisons à l'ELU	Situations durable ou transitoire	Situation sismique
c	0,2	0,1
μ	0,6	0,6

- σ_n la contrainte normale à l'interface résultant d'un effort de compression ;
- $f_{ctd,n}$ la résistance de calcul en traction du béton du noyau coulé en place ;
- f_{yd} la limite d'élasticité de calcul de l'acier de béton armé (couture des abouts) ;
- ρ le pourcentage d'armatures A_{cout} traversant l'interface voile préfabriqué/noyau coulé en place sur la distance x ;
- x la distance de l'extrémité de la boucle du système de liaison à l'about du voile préfabriqué (voir les schémas ci-dessus). On retiendra $x = 20$ cm (pénétration minimale du système de liaison dans les abouts de mur à coffrage intégré avec ou sans isolant : voir l'Annexe 2).

Note : Dans l'expression de l'effort résistant ci-dessus, l'influence du retrait du béton coulé en place est négligée.

Les efforts résistants de calcul au cisaillement $V_{Rd,i}$ sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué sont donnés à l'Annexe 6 en considérant le ferrailage minimum des coutures des abouts pris égal à $2,51 \text{ cm}^2/\text{ml}$ (sections d'acier identiques sur les deux plans de couture) et un béton du noyau coulé en place de classe de résistance C25/30.

L'effort tranchant résistant de calcul $V_{Rd,i}$ calculé comme mentionné ci-dessus est comparé à l'effort tranchant sollicitant de calcul V_{Edj} au droit du joint. Le calcul de l'effort tranchant sollicitant de calcul V_{Edj} au droit du joint est détaillé à l'Annexe 5.

On doit vérifier que $V_{Edj} \leq V_{Rd,i}$.

4.4 Dispositions parasismiques

Les valeurs des efforts tranchant résistant de calcul $V_{Rd,j}$ et $V_{Rd,i}$ en situation sismique se déterminent conformément aux prescriptions des paragraphes 4.2 et 4.3 en tenant compte des coefficients partiels des matériaux (acier et béton) en situation sismique et en divisant par deux le coefficient de cohésion c .

Des valeurs de l'effort tranchant résistant V_{Rd} en situation sismique sont données à l'Annexe 6 pour différentes épaisseurs de noyau et pour des hypothèses de calcul sécuritaires.

Les intersections de murs nécessitent systématiquement la mise en œuvre d'un chaînage vertical. Ce chaînage peut être incorporé dans le mur à coffrage intégré ou mis en œuvre par le biais des armatures de couture. Le choix entre ces deux solutions sera fonction de la section du tirant, de l'épaisseur du mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) et des contraintes de mise en œuvre (en tenant compte de l'encombrement du système de liaison).

4.5 Cas des poutres-cloisons

La vérification des joints verticaux entre panneaux constituant la poutre-cloison consiste à s'assurer de leur aptitude à transmettre les cisaillements (efforts tranchants) qui transitent dans la poutre voile vers les appuis.

La vérification de la résistance du système de liaison disposé au droit des joints verticaux entre les murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) constituant une poutre-cloison est réalisée conformément aux prescriptions des paragraphes 4.2 et 4.3. L'effort tranchant sollicitant les joints verticaux entre panneaux est déterminé conformément aux prescriptions de l'Annexe 5.

Les sections équivalentes d'armatures HA B500 couvertes par le système de liaison (voir le paragraphe 4.1) permettent de respecter la mise en place au droit des joints d'un ferrailage minimum conforme à l'article 9.7 de la NF EN 1992-1-1 et son Annexe Nationale.

5. Fabrication

Le système de liaison est réalisé en usine par la société ZIPBOX à l'aide d'un outil automatisé disposé à plat. Les opérations se déroulent sur un même support dans l'ordre suivant :

- Déploiement et enroulage du câble principal structural sur l'outil de fabrication. L'espacement entre les demi-spires est fixé à l'aide de pîges de calage.
- Pliage du câble principal structural (formation des boucles d'extrémités de la liaison)
- Mise en place du câble secondaire de pas et de guidage.
- Après le positionnement géométrique du câble principal et du câble secondaire, assemblage des deux câbles par une pièce en plastique injecté dans un moule en acier.
- Compactage, mise en boîte du système de liaison et identification (marquage à l'aide d'une étiquette).

La liaison ZIPBOX est disponible en conditionnement de 3,00 et 6,00 ml de longueur de joint.

Contrôle de fabrication :

Le système qualité mise en place sur le site de production consiste en un contrôle permanent exécuté par les ouvriers de production.

Les contrôles portent sur :

- Les câbles en acier :

Les dimensions, le revêtement (galvanisation) et la résistance en traction des câbles sont garanties pour chaque bobine par un certificat transmis par le fournisseur. Les contrôles sont réalisés suivant les prescriptions des normes NF EN 12385-1 et NF EN 12385-10. Les certificats sont vérifiés pour chaque bobine.

- La fabrication du produit : vérification des réglages de l'outil de production.
- Le produit fini :

Les contrôles sur le produit fini sont réalisés tous les 100 liaisons fabriquées.

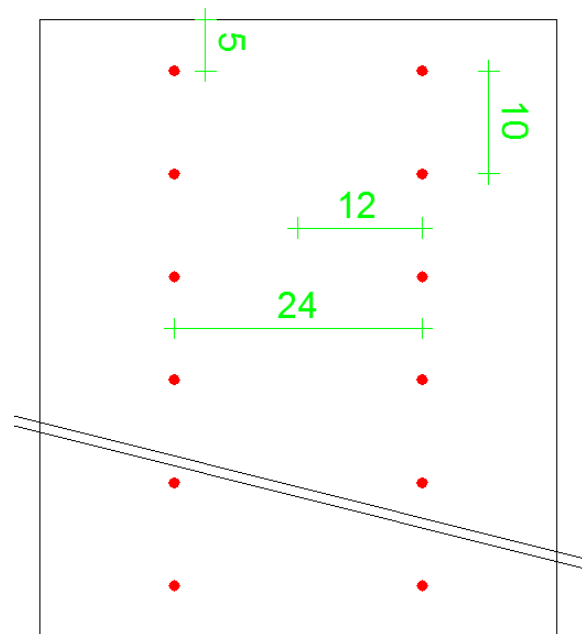
Les contrôles effectués sur le produit fini sont les suivants :

- longueur du pas entre demi-spire
- longueur de la demi-spire
- la hauteur totale de la liaison
- positionnement du câble de guidage
- dimensions des sphères d'assemblage (par sondage)

Les tolérances de fabrication du système de liaison et des sphères d'assemblage sont indiquées aux Annexes 1 et 3 du dossier technique.

- Pour finir, la liaison est éprouvée sur un mur test d'une hauteur de 3 mètres conçu pour cet effet (mur test constitué de plaques en plexiglass permettant d'observer la mise en œuvre et le déploiement du système de liaison). Ce test est réalisé conformément aux conditions réelles de mise en œuvre du procédé (voir le § 6).

Le mur test en plexiglass est représenté dans le schéma ci-dessous (armatures de couture des abouts représentées en rouge) :



Dans le cas où les contrôles énumérés ci-dessus donnent lieu à des non-conformités (dimensions hors tolérances, test non concluant sur le mur, ...), la procédure suivante est adoptée :

- Mise au rebut du système de liaison non conforme
- Réalisation des contrôles énumérés ci-dessus sur 3 autres liaisons de l'échantillon de 100 liaisons
- Contrôle de l'ensemble des organes machines.

Les résultats de contrôle sont enregistrés dans des fiches d'autocontrôle.

Tous les éléments sont identifiés à l'aide d'une étiquette apposée sur chaque élément (sur les boîtes) et contenant les données suivantes : lieu et date de fabrication, diamètre du câble principal et hauteur totale de la liaison.

Un suivi de fabrication est organisé annuellement et est réalisé par un organisme tiers (CSTB) sur la base des éléments du Dossier Technique et du § 2.312 de la partie Avis.

Contrôle de fabrication des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) :

Une attention particulière devra être apportée par les titulaires de procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) lors de la fabrication des murs dans lesquels est incorporé le système de liaison sur chantier. Les contrôles suivants devront être réalisés (voir l'Annexe 2 du dossier technique) :

- positionnement du raidisseur ou de la cage d'armature en U : les coutures des abouts doivent être positionnées à $12 \text{ cm} \pm 20 \text{ mm}$

de l'about du mur, sauf dans le cas d'intersection entre les murs (angles, ...) où les dispositions de l'Annexe 7 doivent être respectées. Nécessité d'utiliser un système de calage permettant de positionner avec une tolérance de +/-2 cm les U ou raidisseurs placés aux abouts des voiles.

- espacement des armatures des coutures des abouts de mur : 10 cm minimum et 20 cm maximum.
- pour une mise en œuvre par le bas, présence d'une réservation aux angles en partie basse des panneaux de mur de dimensions minimales 20x20 cm (réservation réalisée à chaque angle de panneau situé de part et d'autre du joint : voir le paragraphe 6). Dans le cas des murs à coffrage et isolation intégrés, cette réservation devra être effectuée sur la paroi structurelle intérieure.

D'une façon générale, dès la conception du procédé de mur, il conviendra de s'assurer de l'absence d'armatures et/ou obstacles pouvant s'opposer à la bonne mise en place du système de liaison.

6. Mise en œuvre

La mise en œuvre des systèmes de liaison est réalisée par l'entreprise qui a à sa charge la pose des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

L'industriel fournira systématiquement au client une notice d'instructions pour la mise en œuvre des systèmes de liaison ZIPBOX.

La mise en œuvre par le bas du système de liaison nécessite une réservation, de dimension minimale 20x25^{ht} cm, réalisée sur chaque angle des pieds de murs situés de part et d'autre du joint vertical, pour permettre la bonne mise en place du système de liaison.

Le système de liaison est accompagné d'une perche ou d'un câble en acier (voir Annexe 9) qui permet de déployer et de mettre en œuvre le système de liaison, depuis le sommet ou le pied du mur, sur toute la hauteur du joint vertical entre les murs.

Dans le cas des joints verticaux d'une hauteur supérieure à 4 m, la mise en œuvre du système de liaison, depuis le pied du mur, sur toute la hauteur du joint vertical entre les murs est réalisée à l'aide d'un câble de tirage en acier (voir Annexes 8 et 9). Le câble de tirage est solidarisé au système de liaison par l'intermédiaire d'un mousqueton relié à une pièce métallique constituée d'une encoche dans laquelle est disposé le câble secondaire de guidage de la liaison. La longueur du câble de guidage est adaptée à la hauteur des murs à liasonner. Pour les joints verticaux en zone courante, la pièce métallique est également équipée d'une lamelle de guidage disposée à travers un trou (voir Annexe 9) : cette lamelle permet de garantir, sur toute la hauteur du mur, l'alignement du système de liaison avec le joint vertical lors de la mise en œuvre (pénétration minimale toutes tolérances épuisées de 20 cm du système de liaison dans les abouts de mur à coffrage intégré).

Des cales en béton ou en plastique sont préalablement collées aux parois préfabriquées, à l'aide d'une colle de type Sikaflex (SIKA), pour garantir l'enrobage du câble de structure au droit du joint entre panneaux de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Les boucles du système de liaison sont ancrées au-delà des coutures de rive des panneaux avec interposition d'une armature de « clavage » verticale en acier HA (de diamètre supérieur ou égal à 10 mm) à chaque extrémité de la liaison (entre la boucle et la couture de rive) : voir l'Annexe 8.

La chronologie générale de mise en œuvre du système de liaison par câble de tirage suit l'ordre suivant (voir l'Annexe 8) :

- 1-Mise en place et stabilisation de l'ensemble des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) devant être liaisonnés.
- 2-Mise en place, par le dessus du mur (à partir d'une plateforme de travail sécurisée), du câble de tirage dans le noyau du mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) au droit du joint vertical concerné.
- 3-Mise en place de la liaison ZIPBOX (conditionnée en boîte) dans l'emplacement prévu (réservations de 20x25^{ht} cm) en pied des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) en veillant à l'alignement de la sphère d'assemblage avec le joint (cas des joints en zone courante).
- 4-En pied de mur, relier le câble de guidage (premier pas du câble de guidage) du système de liaison ZIPBOX au câble de tirage (par l'intermédiaire de l'encoche à l'extrémité : Annexe 9).
- 5-Pour les joints verticaux en zone courante, mise en place de la lamelle de guidage dans l'encoche de la pièce métallique prévue à cet effet (Annexe 9).
- 6-A partir d'une plateforme sécurisée permettant l'accès au-dessus des murs à liasonner, tirer vers le haut le câble jusqu'à ce que le câble secondaire soit accessible et que le système de liaison soit disposé au-dessus des coutures des abouts des murs (jusqu'à l'arase supérieure du mur à coffrage intégré).
- 7-Tirer la liaison dans le sens inverse de l'insertion d'environ 10 cm (tirage vers le bas en pied de mur) pour permettre son déploiement

et sa pénétration dans les murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant ; voir l'Annexe 8).

- 8-Couper le surplus de liaison en pied et en tête de mur en conservant au maximum deux pas de demi-spire en surplus aussi bien sur le haut que sur le bas du joint vertical (voir Annexe 8) et retirer la boîte.
- 9-Mise en place des barres de « clavage » entre les boucles d'extrémité du système de liaison et les coutures des abouts de mur (voir Annexe 8).

Le système peut également être mis en place par le haut pour les murs de 3 m de hauteur maximale. Il est alors enfoncé dans le joint depuis le sommet du mur à l'aide d'une perche. La chronologie de mise en œuvre est la suivante (voir l'Annexe 8) :

- 1-Mise en place et stabilisation de l'ensemble des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) devant être liaisonnés.
- 2-Mise en place de la boîte ZIPBOX au droit du joint vertical au sommet du mur.
- 3-Disposer la perche sur la sphère de la dernière spire en fond de boîte et enfoncer la perche pour faire descendre le câble.
- 4-Retirer la perche et la boîte après avoir atteint le plancher bas.
- 5-Secouer le câble de haut en bas pour assurer son bon déploiement entre les coutures d'about.
- 6- Mise en place des barres de « clavage » entre les boucles d'extrémité du système de liaison et les coutures des abouts de mur (voir Annexe 8).
- 8-Couper le surplus de liaison en tête de mur en conservant au maximum deux pas de demi-spire en surplus sur le haut du joint vertical (voir Annexe 8).

Les systèmes de liaison ZIPBOX ne sont pas destinés à être empilés entre eux.

Dans le cas où il serait nécessaire de retirer la liaison (erreur de positionnement des murs, défaut de mise en œuvre, hauteur de la liaison insuffisante, ...), il convient de retirer les barres de « clavage » et de tirer très fortement sur la liaison en tête de mur à l'aide de moyens adaptés (grues, ...). Lorsque la liaison a été retirée, elle n'est plus utilisable et doit être restituée à la société ZIPBOX pour mise au rebut.

Le système de liaison ZIPBOX est conditionné en boîte. Il ne comporte aucune contre-indication de stockage ou de transport.

Les liaisons ZIPBOX mises en boîtes sont stockées sur des palettes comportant 600 liaisons. Ces palettes peuvent, par exemple, être disposées sur le col de cygne des camions de transport des procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

La mise en œuvre du système de liaison doit faire l'objet des contrôles suivants :

- contrôle préalable à la mise en œuvre du système de liaison : positionnement des coutures des abouts des murs (raidisseur ou cage d'armatures en U) qui doivent être situées à 12 cm +/- 2 cm des rives des panneaux, sauf dans le cas d'intersection entre les murs (angles, ...) où les dispositions de l'Annexe 7 doivent être respectées. Vérification de l'absence d'obstacles (armatures, ...) pouvant s'opposer à la bonne mise en place de la liaison ZIPBOX.
- après insertion de la liaison, contrôle visuel de la présence et du positionnement (centrage) du système de liaison sur toute la hauteur du joint vertical concerné.

Pour les joints verticaux en zone courante, ce contrôle est réalisé par simple visualisation des boules des sphères d'assemblage, rendues facilement identifiables par leur coloration (rouge ou orange), au travers du joint entre les murs. La liaison doit être positionnée de façon à ce que les sphères d'assemblage soient visibles au travers du joint, c'est-à-dire alignées au joint.

Le contrôle de la présence et du positionnement du système de liaison en pied et en tête de mur est quant à lui réalisé à partir des réservations en pied des panneaux de mur et des plateformes de travail permettant l'accès en tête de mur.

- contrôle visuel de la présence des barres de « clavage » entre les boucles d'extrémité du système de liaison et les coutures des abouts des murs.
- contrôle de la présence et du positionnement des cales d'enrobages incorporées sur chantier.

L'ensemble des contrôles ci-dessus seront consignés dans une fiche d'autocontrôle renseignée par le fabricant du MCI et par l'entreprise de pose sur le modèle de la fiche en annexe 10.

Les différentes configurations de mise en œuvre du système de liaison ZIPBOX sont illustrées à l'Annexe 7.

7. Conditions d'exploitation du procédé

La fabrication du procédé de liaison est réalisée par ZIPBOX. Le procédé est fourni par ZIPBOX aux fabricants de procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

Le fabricant du procédé de mur doit respecter les prescriptions figurant dans le présent Avis Technique. Le procédé est fourni à l'ensemble des fabricants de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) sous réserve d'acceptation des conditions d'utilisation et du respect des prescriptions du présent dossier technique.

Une formation est systématiquement délivrée par ZIPBOX aux fabricants (Direction technique) de procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) : cette formation porte sur le dimensionnement et la mise en œuvre du procédé de liaison ZIPBOX. A l'issue de cette formation, la société ZIPBOX délivrera une attestation de formation.

Le fabricant de procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) fourni le procédé de liaison ZIPBOX sur les chantiers et forme les entreprises de mise en œuvre.

Le dimensionnement du procédé de liaison est réalisé par le fabricant de procédés de murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant) suivant les prescriptions du présent dossier technique (§ 4) et sur la base d'une étude de stabilité de l'ensemble de l'ouvrage (étude d'ensemble et détermination des sollicitations réalisée par le BET du chantier ou par le fabricant de procédés de murs).

Le dimensionnement et le choix de l'utilisation du procédé de liaison ZIPBOX est sous la responsabilité du bureau d'étude du fabricant de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

En cas de demande, la société ZIPBOX pourra apporter son assistance technique au bureau d'étude en charge du dimensionnement du système de liaison.

- La mise en place du procédé de liaison est réalisée par l'entreprise chargée de la pose des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant). Une notice d'instructions pour la mise en œuvre des systèmes de liaison ZIPBOX est systématiquement fournie par la société ZIPBOX. En cas de demande, une assistance technique peut être prévue par la société ZIPBOX à l'entreprise de pose.

B. Résultats expérimentaux

Essais de flexion 4 points sur mur à coffrage intégré assemblés par une liaison ZIPBOX = essais de type BEAM-TEST.

RAPPORT N° 1_2013_FACE

L'ancrage du système de liaison a fait l'objet d'essais en flexion 4 points centrés sur deux murs à coffrage intégré assemblés entre eux par le système de liaison ZIPBOX constitué d'un câble principal de diamètre 6 mm.

Les essais ont été effectués par le laboratoire LGCIE de l'Université de Lyon. Les corps d'épreuves ont été testés en flexion 4 points sur une portée de 1,80 m.

Les essais ont été effectués sur des maquettes comportant :

- deux murs à coffrage intégré de dimensions 1,10 x 0,55^{ht} m, avec un noyau d'épaisseur 7 cm et des parois préfabriquées d'épaisseur 6,5 cm (mur d'épaisseur totale de 20 cm).
- le béton des parois préfabriquées est de classe de résistance C40/50. Le ferrailage des parois préfabriquées est réalisé avec un PAF10. Le béton du noyau coulé en place est de classe de résistance C25/30 (classe de consistance S4).
- désolidarisation du noyau au droit du joint vertical entre les deux murs par interposition d'une plaque et mise en place d'une rotule en tête du joint vertical entre les deux murs. Le joint vertical séparant les deux murs est situé au centre de la portée de l'essai de flexion.
- liaison des deux murs en partie basse du joint vertical réalisée par insertion du câble de liaison dans l'épaisseur du noyau : ancrage d'une boucle sur 20 cm d'un côté (géométrie de la boucle identique à celle du système de liaison ZIPBOX) et ancrage droit sur 1m10 de l'autre côté. Le câble est constitué d'un manchon d'assemblage en plastique disposé au droit du joint.
- coutures de rive des murs à coffrage intégré réalisée à l'aide d'une cage d'armatures en U disposées à 10 cm des abouts des murs: HA8 / e= 20 cm
- introduction d'une barre HA10 de clavage entre la boucle de la liaison et la couture de rive des murs.

Les essais ont consistés à appliquer, à l'aide d'un vérin, des efforts statiques en deux points situés de part et d'autre du joint séparant les deux murs à coffrage intégré (flexion des deux murs et mise en traction de la liaison). Le déplacement vertical des deux murs au droit du joint ainsi que le déplacement horizontal au droit de la liaison ont été mesurés.

3 essais ont été réalisés :

- 2 essais avec câble de liaison ancré sur 20 cm
- 1 essai de référence avec liaison par armatures HA (scellement avec ancrage courbe de part et d'autre).

RAPPORT N° 1_2014_ZIPBOX- Version 2

L'ancrage du système de liaison a fait l'objet d'essais en flexion 4 points centrés sur deux murs à coffrage intégré assemblés entre eux par le système de liaison ZIPBOX constitué d'un câble principal de diamètre 6 mm.

Les essais ont été effectués par le laboratoire LGCIE de l'Université de Lyon. Les corps d'épreuves ont été testés en flexion 4 points sur une portée de 1,80 m.

Les essais ont été effectués sur des maquettes comportant :

- deux murs à coffrage intégré de dimensions 1,10 x 0,55^{ht} m, avec un noyau d'épaisseur 7 cm et des parois préfabriquées d'épaisseur 6,5 cm (mur d'épaisseur totale de 20 cm).
- le béton des parois préfabriquées est de classe de résistance C40/50. Le ferrailage des parois préfabriquées est réalisé avec un PAF10. Le béton du noyau coulé en place est de classe de résistance C25/30 (classe de consistance S4).
- désolidarisation du noyau au droit du joint vertical entre les deux murs par interposition d'un polyane sauf en tête du joint où le noyau est continu sur une hauteur de 15 cm. Le joint vertical séparant les deux murs est situé au centre de la portée de l'essai de flexion.
- liaison des deux murs en partie basse du joint vertical réalisée par insertion du câble de liaison dans l'épaisseur du noyau : ancrage d'une boucle sur 15 cm d'un côté (géométrie de la boucle identique à celle du système de liaison ZIPBOX) et ancrage droit sur 1m10 de l'autre côté. Le câble est constitué d'un manchon d'assemblage en plastique disposé au droit du joint.
- coutures de rive des murs à coffrage intégré réalisée à l'aide d'un treillis raidisseur (KT811) disposé à 10 cm des abouts des murs.
- introduction d'une barre HA10 de clavage entre la boucle de la liaison et la couture de rive des murs.

Les essais ont consistés à appliquer, à l'aide d'un vérin, des efforts statiques en deux points situés de part et d'autre du joint séparant les deux murs à coffrage intégré (flexion des deux murs et mise en traction de la liaison). Le déplacement vertical des deux murs au droit du joint ainsi que le déplacement horizontal au droit de la liaison ont été mesurés

3 essais ont été réalisés avec le câble de liaison ancré sur 15 cm.

Essais de cisaillement sur un joint de reprise de bétonnage assemblé par une liaison ZIPBOX

RAPPORT N° 1_2014_ZIPBOX- Version 1

La résistance au cisaillement du système de liaison a fait l'objet d'essais de type Pull-Out sur deux éléments béton assemblés entre eux par une reprise de bétonnage traversée par le système de liaison ZIPBOX constitué d'un câble principal de diamètre 6 mm.

Les essais ont été effectués par le laboratoire LGCIE de l'Université de Lyon.

Les essais ont été effectués sur des maquettes comportant :

- deux blocs de béton « superposés » de dimensions 0.40x 0.30ht et d'épaisseur 20 cm.
- le béton des corps d'épreuve est de classe de résistance C25/30.
- les deux blocs béton sont assemblés entre eux par une reprise de bétonnage (corps d'épreuve coulé à 3 jours d'intervalle sur surface lisse) d'une largeur de 7 cm et traversée par le système de liaison ZIPBOX (4 demi-spires et barre de « clavage »). Le câble est constitué d'un manchon d'assemblage en plastique disposé au droit du joint de reprise.

Les essais ont consistés à appliquer, à l'aide d'un vérin, des efforts sur la section transversale de l'un des deux blocs (effort appliqué au droit du joint de reprise) tandis que le déplacement de l'autre bloc est complètement bloqué (cisaillement du joint de reprise). Le déplacement vertical entre les deux blocs au droit du joint (écartement du joint) ainsi que le déplacement horizontal entre les deux blocs au droit du joint (glissement du joint) ont été mesurés.

6 essais ont été réalisés :

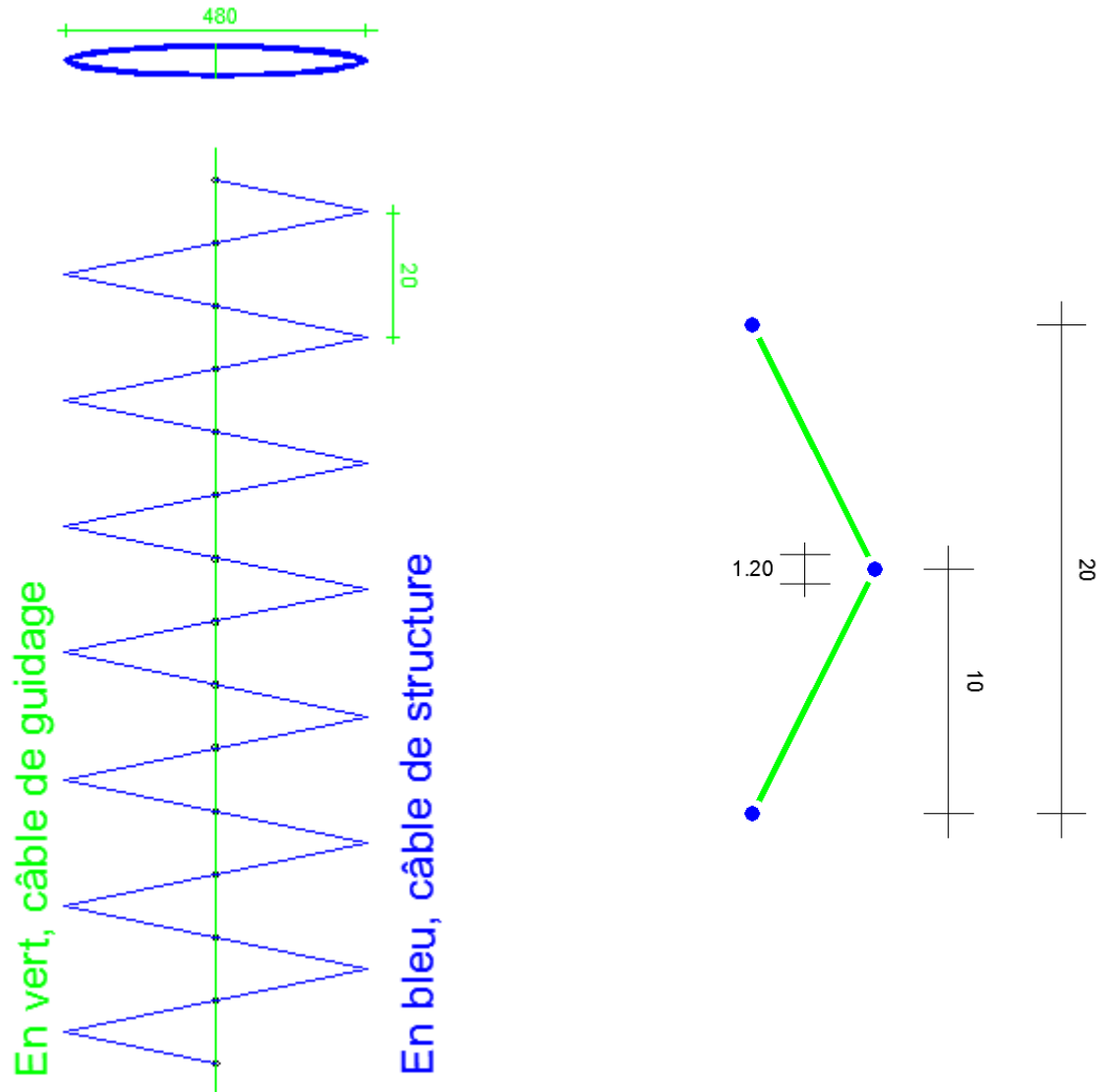
- 3 essais avec un chargement monotone croissant
- 3 essais avec un chargement cyclique

C. Références

Chantier	Loc.	Année	Quantité
EHPAD	Limoux (11)	2017	91 u
Logement	Le Crest (63)	2017	18 u
Logement	Anglet (64)	2017	27 u
Logement	Aytre (17)	2016	109 u
Logement	La Rochelle (17)	2016	84 u

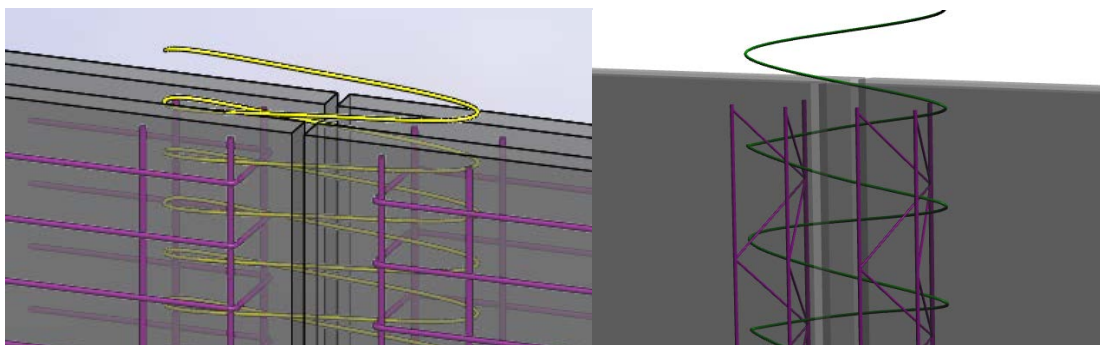
ANNEXE 1 : Dimensions géométriques du système de liaison et tolérances de fabrication

- Longueur d'une demi-spire : 480 mm minimum et 500 mm maximum
- Espacement du câble principal sur chaque face : 200 mm +/- 10mm
- Placement du câble d'espacement et de guidage sur le câble principal: 240 mm +/-10mm
- Hauteur totale : 3 m +/- 5 cm ; 6 m +/- 10 cm
- Diamètre de la boule de liaison au niveau de l'assemblage des deux câbles : 12 mm +/- 2 mm



ZIPBOX déployé et dimensions principales

Coupe verticale sur un pas de la spire (câble de guidage en vert)



Vue en perspective du système de liaison

ANNEXE 2 : Critères d'implantation géométrique du système de liaison dans les murs

- Espace entre MCI ou MCII (A) : 30 mm maximum
- Enrobage des câbles au niveau du joint : 15 mm minimum
- Pénétration dans les abouts de MCI ou MCII (B) : 20 cm minimum

Voir l'Annexe 7 pour le cas d'intersection entre murs (angles, liaison en T, ...).

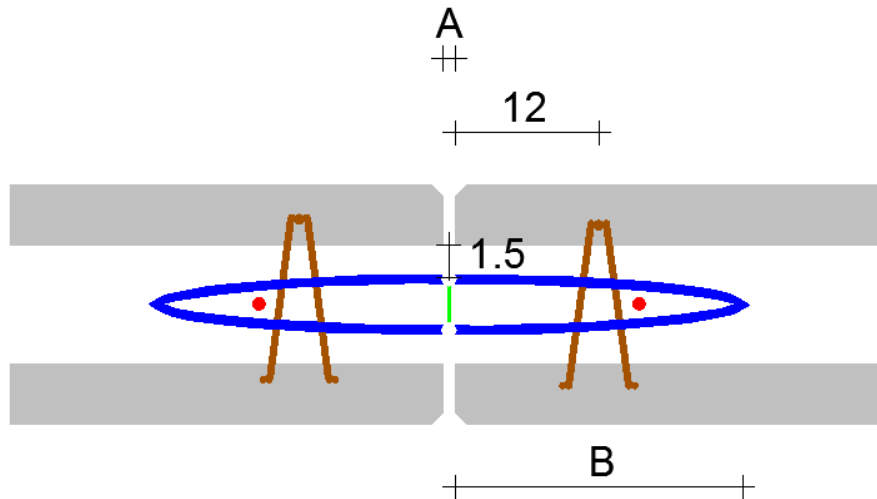
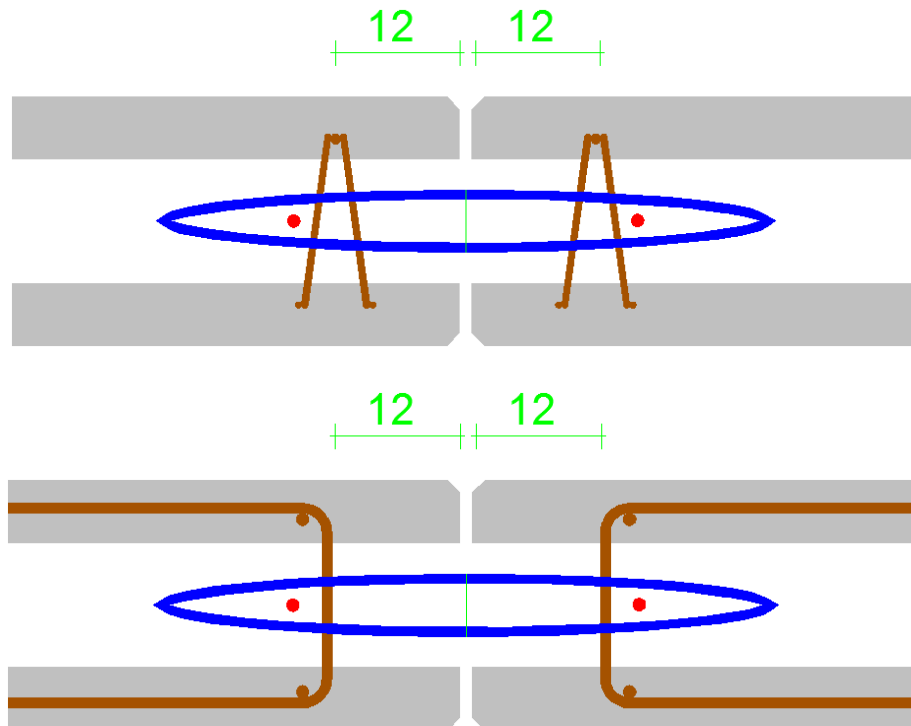


Schéma de la géométrie du système à la mise en œuvre

- Distance entre l'about du MCI ou MCII et le placement de l'armature en U ou du raidisseur : 12 cm +/- 20mm

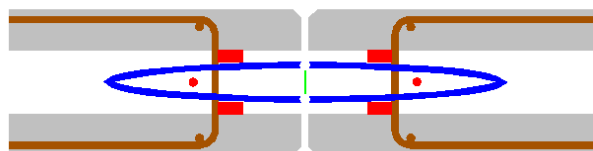
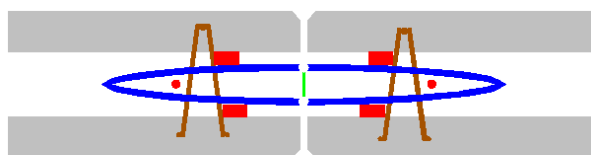
Voir l'Annexe 7 pour le cas d'intersection entre murs (angles, liaison en T, ...).



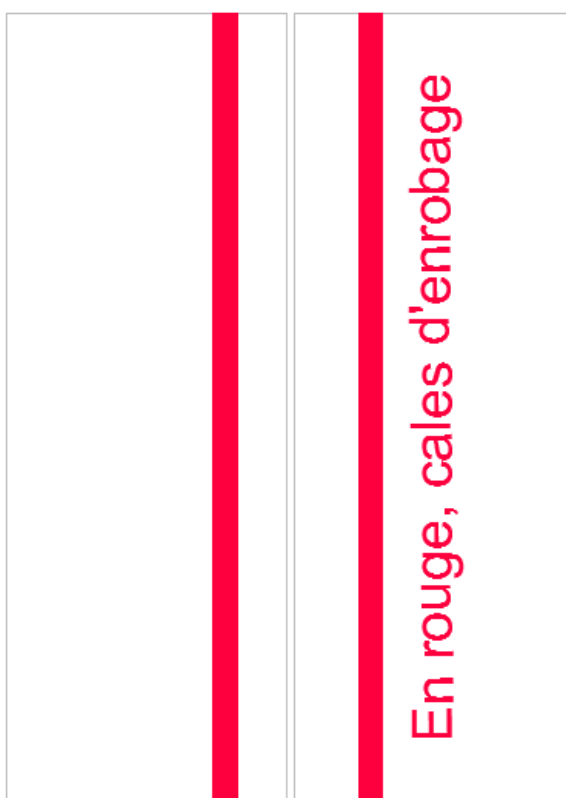
Schémas de l'implantation des coutures de rive des murs

ANNEXE 3 : Cales d'enrobage et traitement des joints

Positionnement des cales d'enrobage de la zipboX dans un prémur :



Vue de l'intérieur d'un prémur : Positionnement des cales d'enrobages

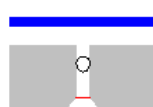


Enrobage de la zipbox pour les MCI courants :

Façade avec peinture, lasure, brut ou joints marqués :

Cordon de mousse fond de joint

ZIPBOX



Enrobage 15 mm

Mastic élastique de classement SNJF F 25 E

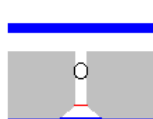
Façade avec enduit hydraulique :

Cordon de mousse fond de joint

Entoilage

Enduit

ZIPBOX



Enrobage 15 mm

Mastic élastique de classement SNJF F 25 E
Bouillage au mortier à retrait compensé

Face intérieure :

Cordon de mousse fond de joint

ZIPBOX



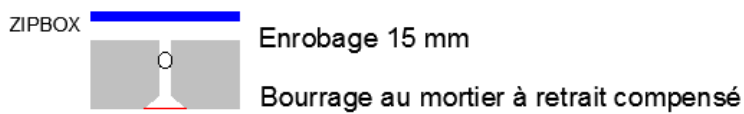
Enrobage 15 mm

Bouillage au mortier à retrait compensé

Enrobage de la zipbox pour les MCI enterrés :

Face contre terre accessible :

Cordon de mousse fond de joint
Bande bitumineuse auto-adhésive



Face contre terre non accessible :

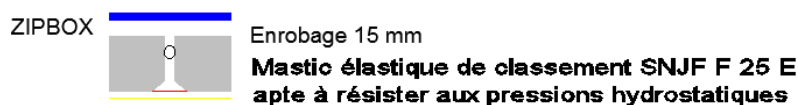
Cordon de mousse fond de joint



Enrobage de la zipbox pour les MCI enterrés avec pression hydrostatique :

Face contre terre avec pression hydrostatique accessible :

Cordon de mousse fond de joint
Bande bitumineuse auto-adhésive



Face contre terre avec pression hydrostatique non accessible :

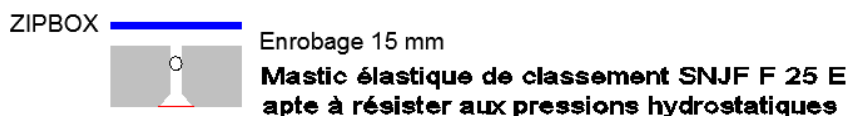
Cordon de mousse fond de joint



Enrobage de la zipbox pour les MCI en contact avec un liquide :

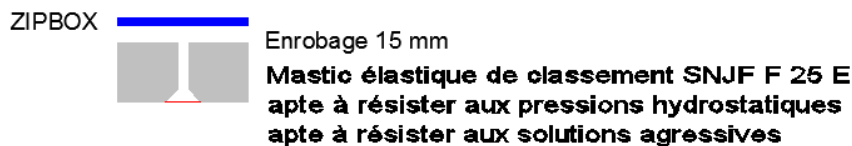
Liquide non agressif :

Cordon de mousse fond de joint



Liquide agressif :

Cordon de mousse fond de joint



ANNEXE 4 : Transmission des efforts entre le système de liaison et les armatures intégrées dans les parois préfabriquées (sections de treillis soudé couvertes par le système de liaison)

Hors zone sismique

Treillis soudés					câble 7 torons x 19 fils ou 7 torons x 7 fils					Classe de résistance : 2160			
Désignation	Diamètre acier transversal		Espacement transversal	Section transversale	Résistance	Diamètre	Section	Espacement	Section transversale	Résistance	Diamètre	Section	Charge à rupture minimale
	mm	mm											
PAF10	5,5	200	1,19	51,74	4	0,07	200	0,350	58,15	4	0,069	11,63	
ST20	7	300	1,28	55,65	5	0,105	200	0,523	88,33	5	0,105	17,67	
ST25	7	300	1,28	55,65	6	0,151	200	0,753	127,21	6	0,151	25,44	
ST35	7	300	1,28	55,65									NON COUVERT
ST15C	6	200	1,41	61,30									
ST40	8	300	1,68	73,04									
ST50	8	300	1,68	73,04									
ST60	9	200	2,53	110,00									
ST25C	7	150	2,57	111,74									
ST40C	7	100	3,85	167,39									
ST65C	9	100	6,36	276,52									

Résistance au mètre linéaire d'un treillis PAF10 : $1,19 \times 500 / 1,15 / 10 = 51,74$ KN/ml

Résistance de calcul d'un câble de 4 mm : $2160 \times 0,9 \times 0,0688 / 1,15 / 10 = 11,63$ KN

Résistance au mètre linéaire d'une ZIPBOX diamètre 4 mm : $11,63 / 200 \times 1000 = 58,15$ KN/ml

Les calculs de résistance sont effectués sur les sections des câbles de 7 torons de 19 fils (défavorables)

Zone sismique

Treillis soudés					câble 7 torons x 19 fils ou 7 torons x 7 fils			Classe de résistance : 2160		
Désignation	Diamètre acier transversal		Espacement transversal		Section transversale		Résistance KN/ml	Diamètre mm	Section cm ²	Charge minimale à rupture KN
	mm	mm	mm	mm	cm ² /ml	cm ²				
PAF10	5,5	200	1,19	59,50	5	0,105	92,34	5	0,105	18,47
ST20	7	300	1,28	64,00						
ST25	7	300	1,28	64,00						
ST35	7	300	1,28	64,00						
ST15C	6	200	1,41	70,50						
ST40	8	300	1,68	84,00						
ST50	8	300	1,68	84,00						
ST60	9	200	2,53	126,50	6	0,151	132,99	6	0,151	26,60
ST25C	7	150	2,57	128,50						
ST40C	7	100	3,85	167,39						
ST65C	9	100	6,36	276,52						

Résistance au mètre linéaire d'un treillis PAF10 : $1,19 \times 500 / 1,0 / 10 = 59,50$ KN/ml

Résistance de calcul d'un câble de 5 mm : $2160 \times 0,9 \times 0,105 / 1,1 / 10 = 18,47$ KN

Résistance au mètre linéaire d'une ZIPBOX diamètre 4 mm : $18,47 / 200 \times 1000 = 92,34$ KN/ml

Les calculs de résistance sont effectués sur les sections des câbles de 7 torons de 19 fils (défavorables)

NON COUVERT

NON COUVERT

NON COUVERT

ANNEXE 5 : Principe de détermination des efforts sollicitants V_{Edj} au droit du joint vertical entre murs

Cette annexe décrit le principe de détermination de l'effort sollicitant au droit du joint dans les cas suivants :

- Le mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) est soumis à une force horizontale ponctuelle perpendiculaire à l'épaisseur du mur ou à une charge linéaire horizontale agissant en partie supérieure du mur (cas d'un contreventement) ;
- Le mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant) est soumis à un chargement réparti en tête sur toute sa longueur (cas d'une poutre-cloison).

a) Dans le cas d'un contreventement

On distingue deux cas :

Cas 1 : reprise d'une charge ponctuelle horizontale F sur un mur développant une bielle de compression

La valeur de calcul de l'effort tranchant sollicitant au niveau du joint est telle que :

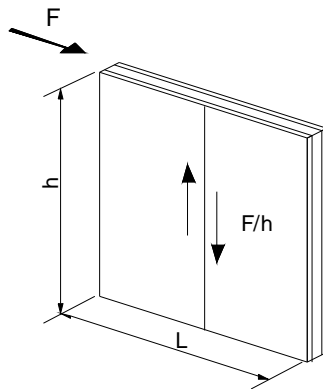
$$V_{Edj} = \frac{F}{h}$$

Avec :

F : la charge ponctuelle horizontale sur le mur ;

h : la hauteur du mur ;

V_{Edj} : l'effort tranchant sollicitant de calcul au niveau du joint j .



Cas 2 : reprise d'une charge linéaire horizontale f sur un mur développant n_b bielles de compression

La valeur de calcul de l'effort tranchant sollicitant au niveau du joint j est telle que :

$$V_{Edj} = \frac{f \times L}{n_b \times h}$$

Avec :

f : la charge linéaire horizontale sur le mur ;

V_{Edj} : l'effort tranchant sollicitant de calcul au niveau du joint j ;

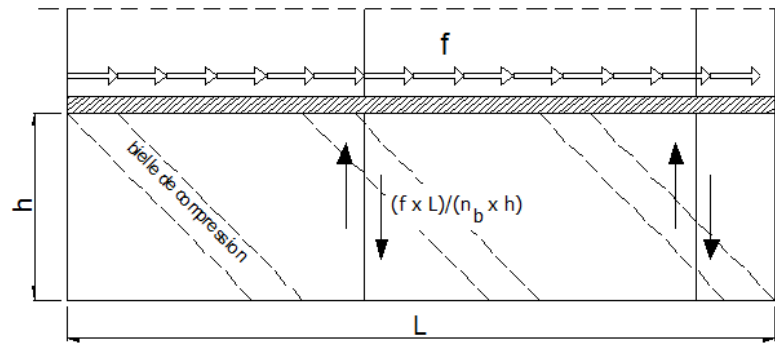
L : la longueur du mur ;

h : la hauteur du mur ;

n_b : le nombre de bielles de compression développées dans le mur sous l'action de la charge linéaire f sur le mur.

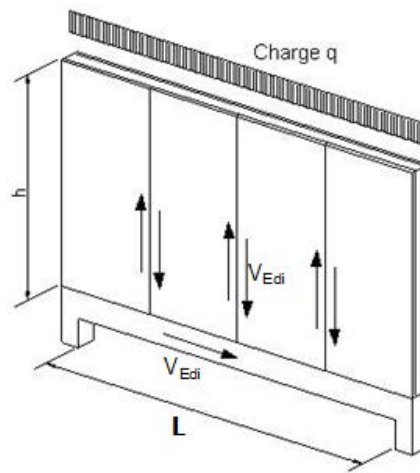
Le nombre de bielles mobilisables n_b , en supposant une inclinaison des bielles à 45° , est égal au nombre réel défini par :

$$n_b = \frac{L-h}{h}$$



b) Dans le cas d'une poutre-cloison

Dans le cas général, l'effort tranchant sollicitant de calcul $V_{Ed,j}$ au droit du joint est déterminée en considérant la valeur maximale de l'effort tranchant sollicitant de calcul $V_{Ed,max}$, indépendamment de la position du joint. En conséquence, l'effort tranchant sollicitant de calcul au niveau des joints des poutres-cloisons est donc majoré.



L'effort tranchant sollicitant de calcul au niveau du joint j est tel que:

$$V_{Ed,j} = \frac{V_{Ed,max}}{\min(h; L)} = \frac{qL/2}{\min(h; L)}$$

ANNEXE 6 : Efforts tranchants résistants de calcul au droit du joint

$$VRd = \min\{ VRd,j ; VRd,i \}$$

- VRd : effort tranchant résistants de calcul
- VRd,j : effort tranchant résistants de calcul au niveau de la section transversale réduite au droit du joint.
- VRd,i : effort tranchant résistants de calcul sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué.

Les efforts tranchants résistants de calcul VRd,j et VRd,i renseignés dans les tableaux ci-dessous sont calculés suivant les prescriptions des paragraphes 4.2 et 4.3 du dossier technique en considérant les hypothèses suivantes :

- Classe de résistance minimale du béton du noyau : C25/30
- Contrainte normale σ_n à l'interface résultant d'un effort de compression : $\sigma_n = 0$
- Le ferrailage minimum des coutures des abouts pour la définition des tableaux est pris égal à :
 - 3,93 cm²/ml pour les câbles Ø6 mm (sections d'acier identiques sur les deux plans de couture)
 - 2,51 cm²/ml pour les câbles Ø5 mm (sections d'acier identiques sur les deux plans de couture)
 - 2,51 cm²/ml pour les câbles Ø4 mm (sections d'acier identiques sur les deux plans de couture)
- γ_s le coefficient partiel de sécurité de l'acier du câble principal : $\gamma_s = 1,15$ en situation durable et $\gamma_s = 1,10$ en situation sismique.
- γ_s le coefficient partiel de sécurité de l'acier des armatures de couture des abouts : $\gamma_s = 1,15$ en situation durable et $\gamma_s = 1$ en situation sismique.
- γ_c le coefficient partiel de sécurité du béton : $\gamma_c = 1,5$ pour les situations durables et $\gamma_c = 1,3$ en situation sismique

a) Efforts tranchants résistants VRd au droit du joint en situation durable

Câble principal de diamètre 6 mm

<i>épaisseur noyau</i>	<i>VRd,j</i>	<i>VRd,i</i>	<i>VRd</i>
<i>m</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>
0,070	272	301	272
0,075	275	301	275
0,080	278	301	278
0,085	281	301	281
0,090	284	301	284
0,095	287	301	287
0,100	290	301	290
0,105	293	301	293
0,110	296	301	296
0,115	299	301	299
0,120	302	301	301
0,125	305	301	301
0,130	308	301	301
0,135	311	301	301
0,140	314	301	301

Câble principal de diamètre 5 mm

<i>épaisseur noyau</i>	<i>VRd,j</i>	<i>VRd,i</i>	<i>VRd</i>
<i>m</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>
0,070	202	227	202
0,075	205	227	205
0,080	208	227	208
0,085	211	227	211
0,090	214	227	214
0,095	217	227	217
0,100	220	227	220
0,105	223	227	223
0,110	226	227	226
0,115	229	227	227
0,120	232	227	227
0,125	235	227	227
0,130	238	227	227
0,135	241	227	227
0,140	244	227	227

Câble principal de diamètre 4 mm

<i>épaisseur noyau</i>	<i>VRd,j</i>	<i>VRd,i</i>	<i>VRd</i>
<i>m</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>
0,070	147	227	147
0,075	150	227	150
0,080	153	227	153
0,085	156	227	156
0,090	159	227	159
0,095	162	227	162
0,100	165	227	165
0,105	168	227	168
0,110	171	227	171
0,115	173	227	173
0,120	176	227	176
0,125	179	227	179
0,130	182	227	182
0,135	185	227	185
0,140	188	227	188

b) Efforts tranchants résistants VRd au droit du joint en situation sismique

Câble principal de diamètre 6 mm

<i>épaisseur noyau</i>	<i>VRd,j</i>	<i>VRd,i</i>	<i>VRd</i>
<i>m</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>
0,070	264	291	264
0,075	266	291	266
0,080	268	291	268
0,085	270	291	270
0,090	271	291	271
0,095	273	291	273
0,100	275	291	275
0,105	276	291	276
0,110	278	291	278
0,115	280	291	280
0,120	282	291	282
0,125	283	291	283
0,130	285	291	285
0,135	287	291	287
0,140	289	291	289

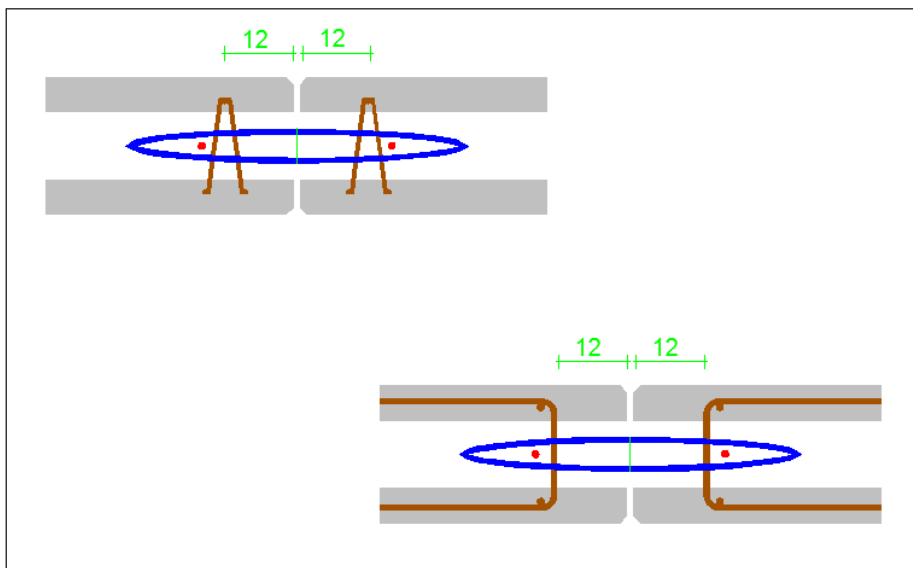
Câble principal de diamètre 5 mm

<i>épaisseur noyau</i>	<i>VRd,j</i>	<i>VRd,i</i>	<i>VRd</i>
<i>m</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>	<i>kN/ml</i>
0,070	191	206	191
0,075	193	206	193
0,080	195	206	195
0,085	196	206	196
0,090	198	206	198
0,095	200	206	200
0,100	202	206	202
0,105	203	206	203
0,110	205	206	205
0,115	207	206	206
0,120	208	206	206
0,125	210	206	206
0,130	212	206	206
0,135	214	206	206
0,140	215	206	206

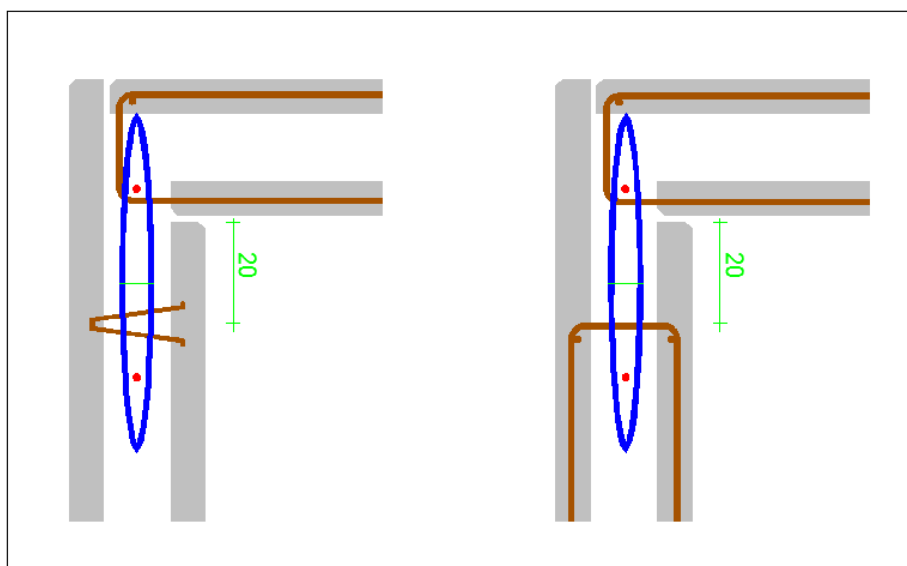
ANNEXE 7 : Détails et configurations des liaisons avec le système ZIPBOX

1) Cas des murs à coffrage intégré sans isolant

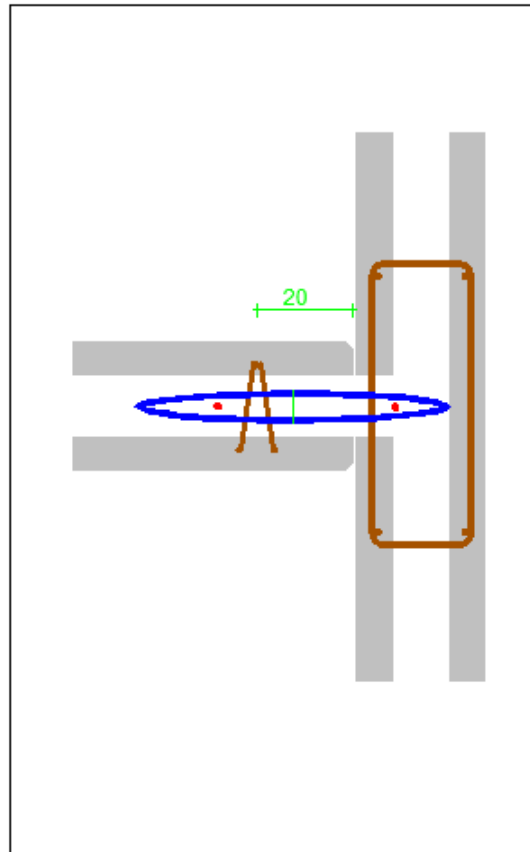
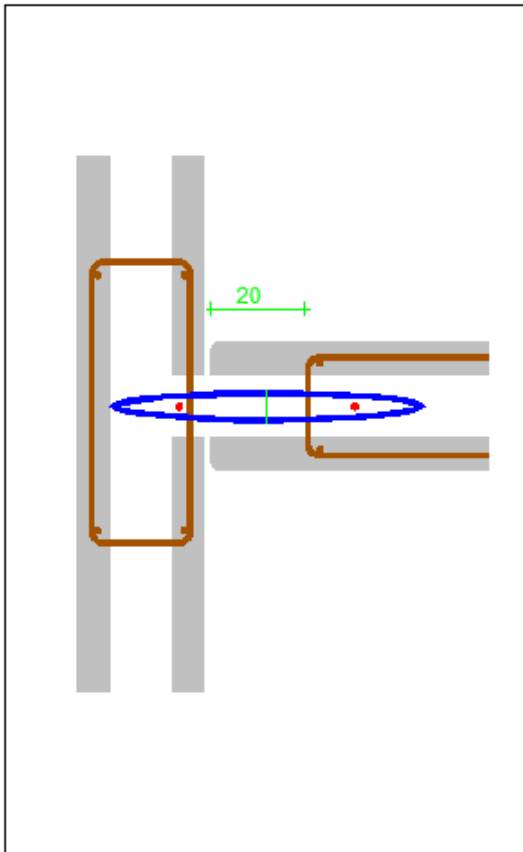
Liaisons en I couturées



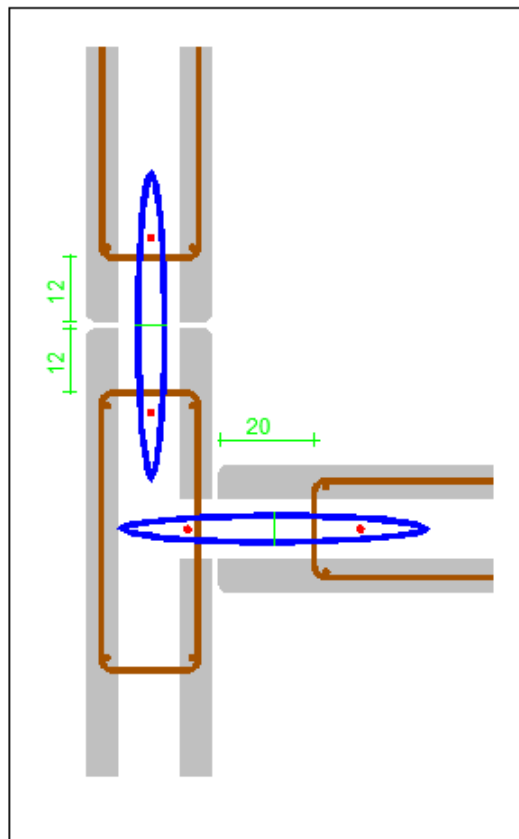
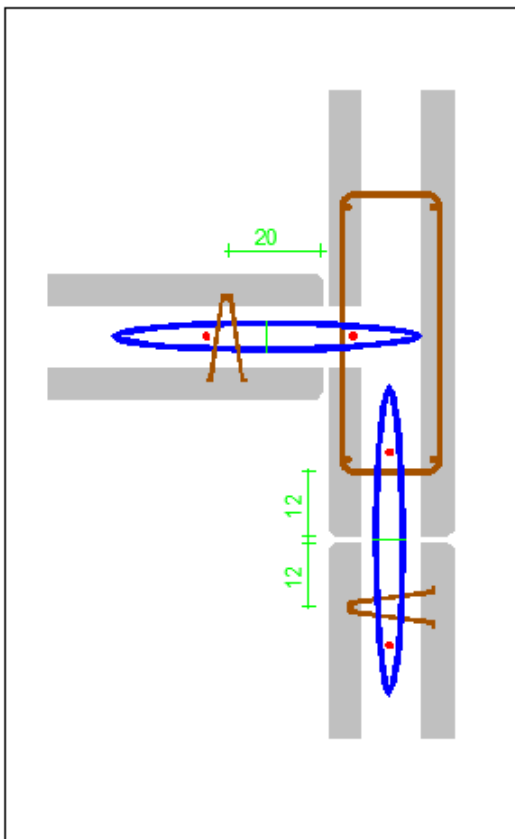
Liaisons en L couturées



Liaisons en T couturées

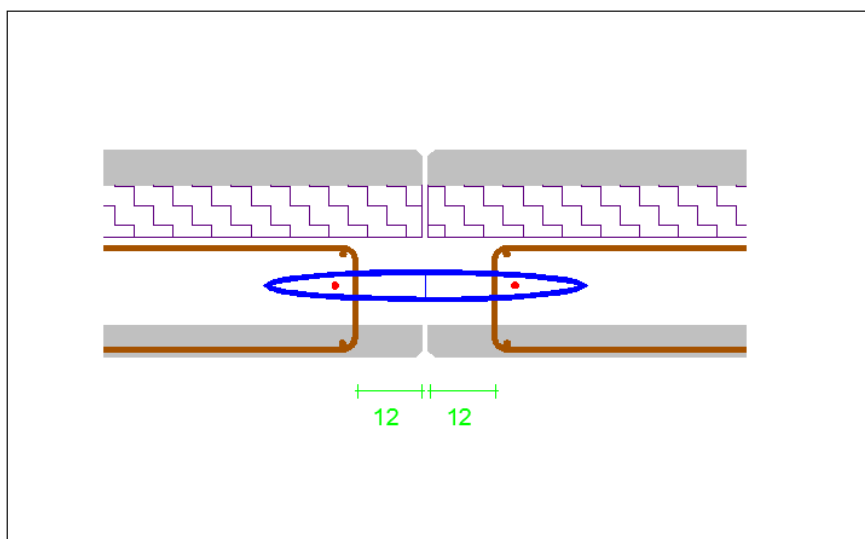


Liaisons en T couplées avec liaisons en I couturées

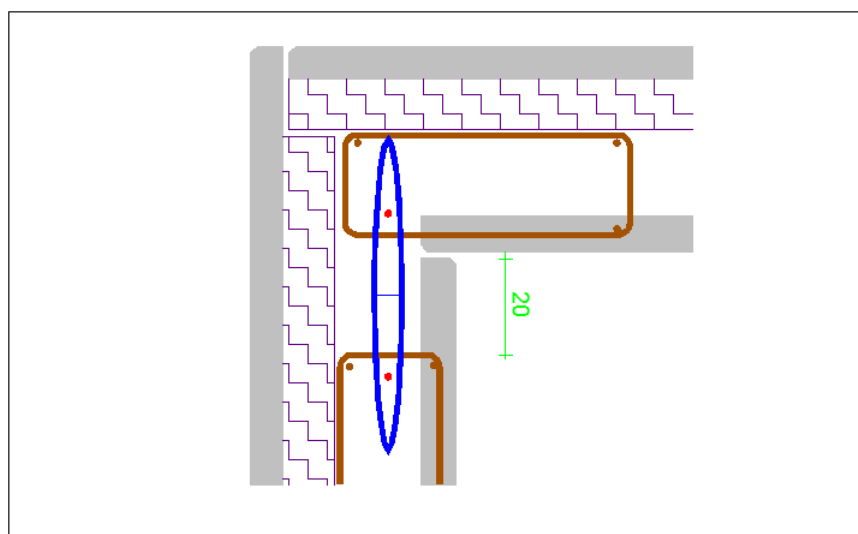


2) Cas des murs à coffrage intégré avec isolant

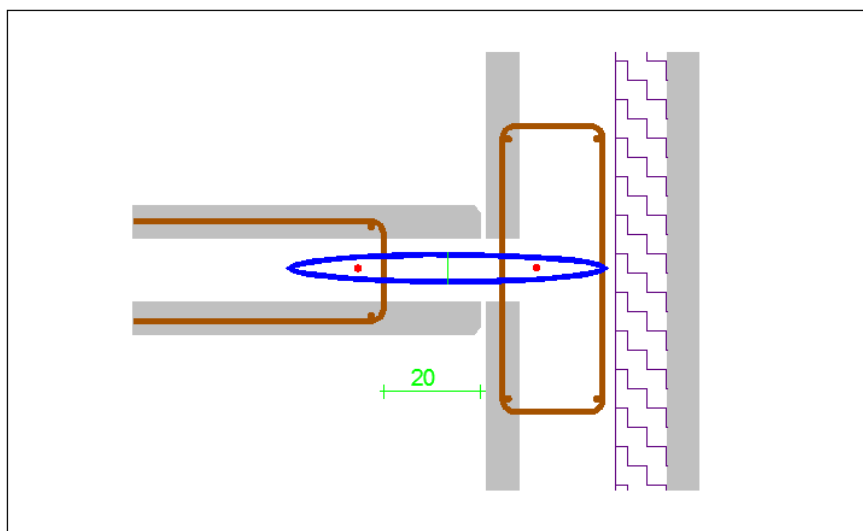
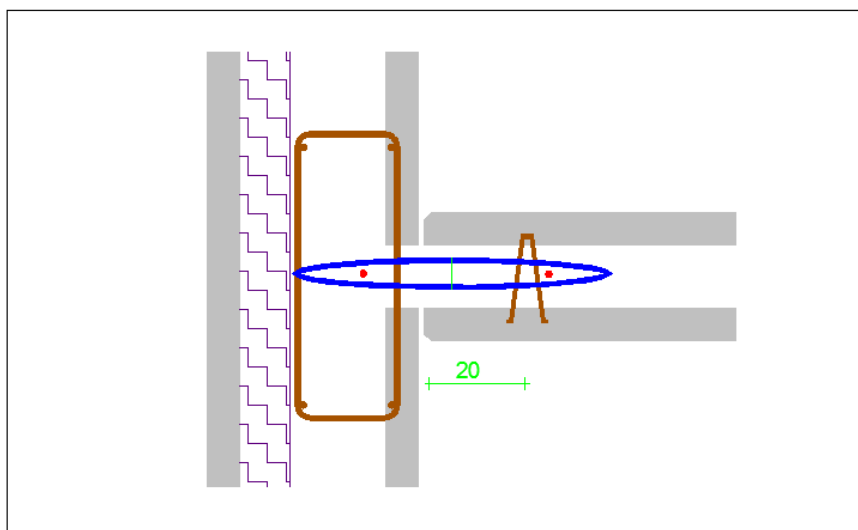
Liaisons en I couturées



Liaisons en L couturées



Liaisons en T couturées



ANNEXE 8 : Principe de mise en œuvre du système de liaison

Chronologie générale de pose

Pose du 1er MCI



Pose du 1er MCI



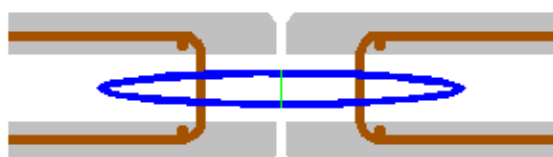
Pose du 2ème MCI



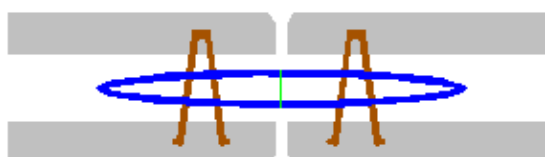
Pose du 2ème MCI



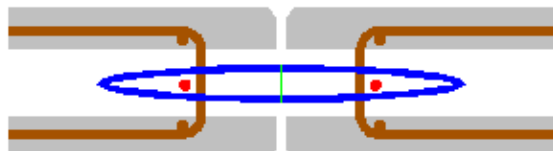
Introduction de la ZIPBOX



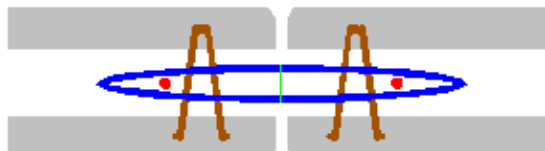
Introduction de la ZIPBOX



Introduction des barres de clavage




Introduction des barres de clavage




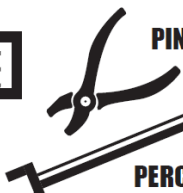
Le « clavage » est à réaliser avec les barres préconisées par le fabricant de mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant). Le diamètre des barres de clavage doit être au minimum de 10 mm.


ZIPBOX en tête en de mur

PERSONNEL REQUIS | 

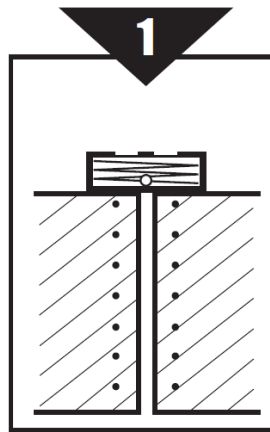
MATÉRIEL REQUIS

 **ZIPBOX**

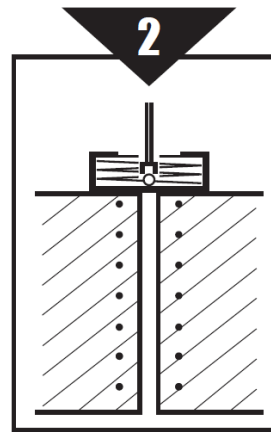
 **PINCE**

 **PERCHE**

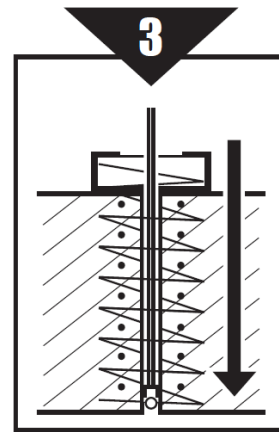
SENS DE SORTIE DU CÂBLE
CÂBLE OUTLET
DIRECTION



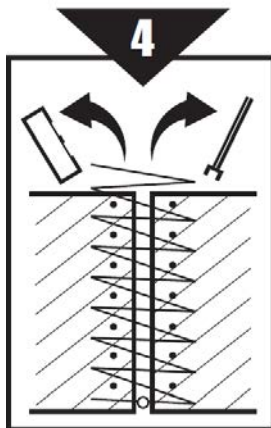
1
Poser la ZIPBOX sur les murs



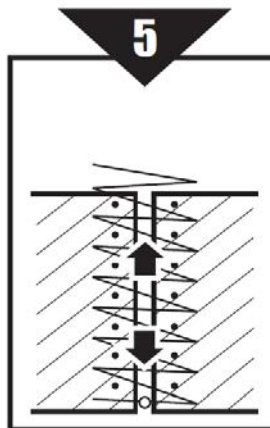
2
Placer la perche sur la bille rouge



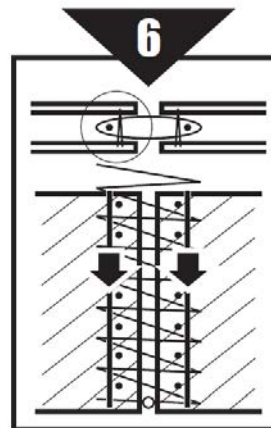
3
Enfoncer la perche jusqu'au bas des murs pour descendre le câble



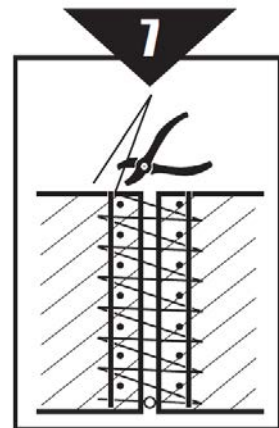
4
Retirer la perche
Retirer la boîte



5
Secouer le câble de bas en haut pour finir la mise en place



6
Insérer les barres préconisées par le fabricant dans les boucles de câbles




7
Couper les câbles en excédant


ZIPBOX en pied de mur

**SENS DE SORTIE
DU CÂBLE**


MATÉRIEL REQUIS




ZIPBOX

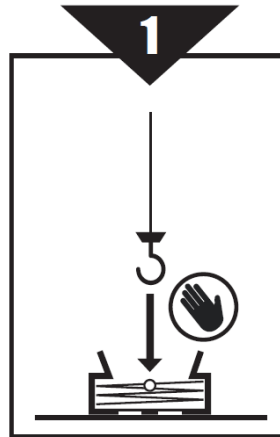


PINCE

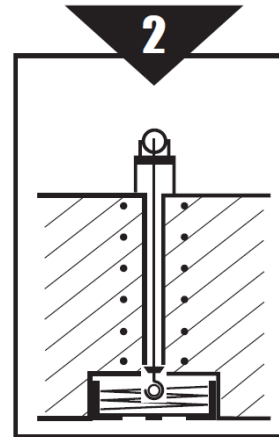


TREUIL

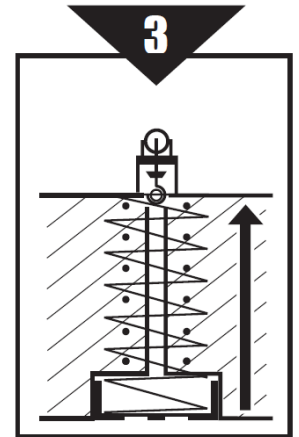
PERSONNEL REQUIS | 



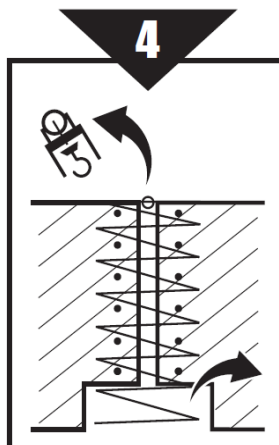
Ouvrir la ZIPBOX
Attacher le crochet
du treuil à la boucle
de câble marquée
d'une bille rouge



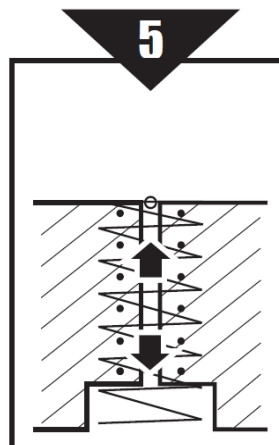
**Placer la ZIPBOX dans la
réserve en pied de mur**
Passer le fil du treuil
à travers le joint



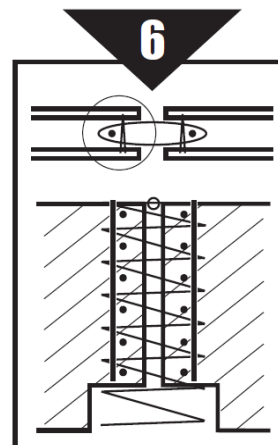
**Remonter les spires
à l'aide du treuil**



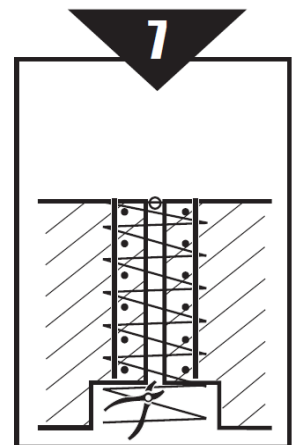
Retirer le treuil
Retirer la boîte



**Secouer le câble
de bas en haut pour finir
la mise en place**



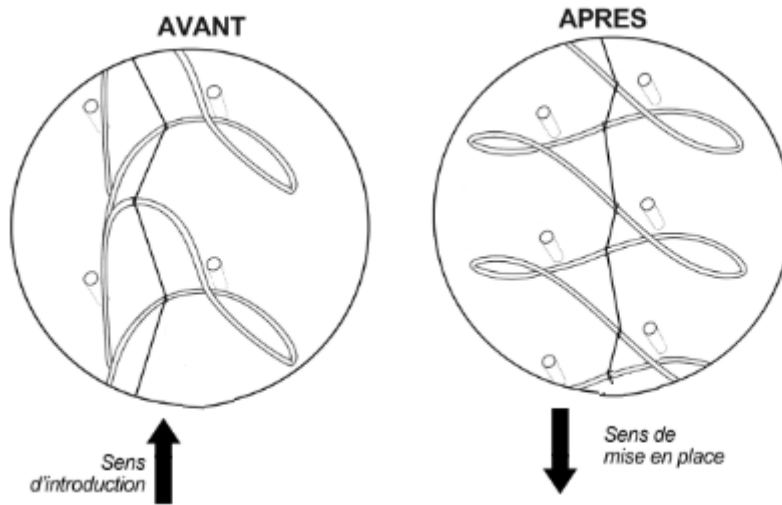
**Insérer les barres
préconisées par le fabricant
dans les boucles de câbles**



**Couper les câbles
en excédant**

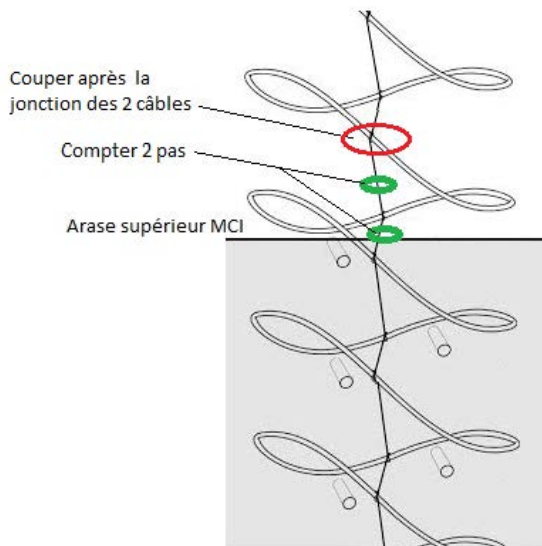
Dimensions minimales de la trappe d'accès en pied de chaque panneau de mur permettant la mise en place de la ZIPBOX : 200 x 250 mm.

Schéma de la mise en place du câble de la liaison au travers des armatures de couture des abouts des murs à coffrage intégré (avec ou sans isolant)



Tirer la liaison de 10 cm environ dans le sens opposé à sa mise en place pour obtenir la position finale.

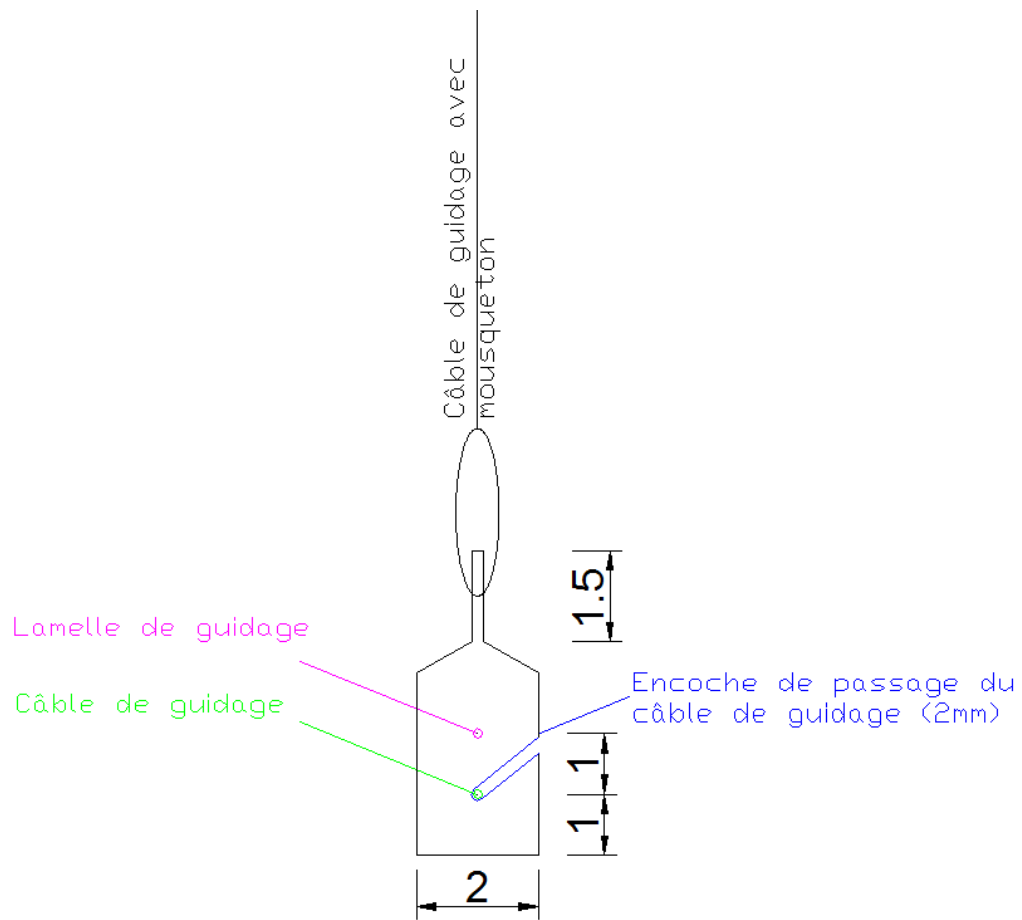
Principe de découpage de la liaison en surplus (sur le haut ou sur le bas du mur)



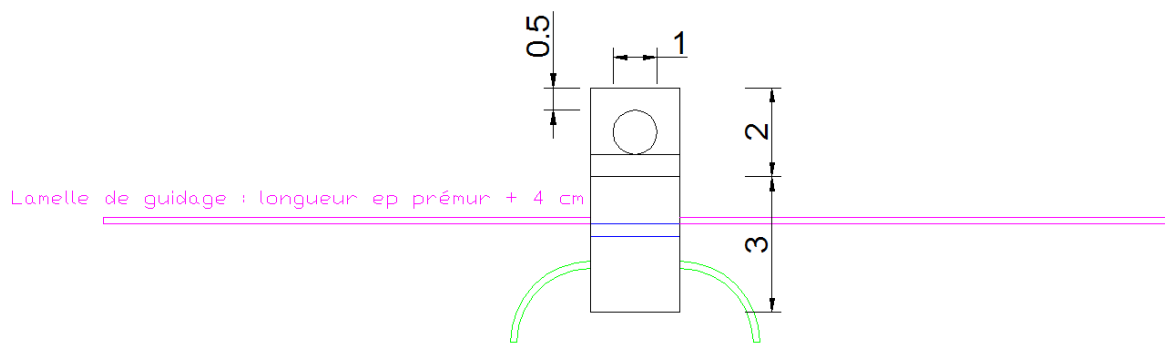
NOTA : Le schéma représente un découpage de surplus en tête de mur. Le principe de découpage du surplus en pied de mur est identique.

Introduire la boucle en « surplus » sur le haut ou sur le bas du mur à coffrage intégré (avec ou sans isolant).

ANNEXE 9 : Schémas du câble de tirage



Vue en élévation



Vue en élévation (rotation 90°)

ANNEXE 10 : Fiche d'autocontrôle type

Fiche d'autocontrôle de la mise en œuvre ZIPBOX

Localisation du chantier et numéro de plan fabricant :

Localisation de la liaison (numéro des murs à coffrage intégré) :

Contrôlé par :

Date :

Visa :

Contrôles avant mise en œuvre de la ZIPBOX

	Contrôlé
<p><u>Contrôle de la position des raidisseurs ou cages d'armatures.</u> En zone courante : position à 10cm +/- 2cm des rives du panneau. Dans le cas de panneaux d'angle ou d'intersection de panneaux : ce référer aux plans d'exécution et à l'Annexe 7 de l'Avis Technique. <i>NOTA: ce point doit faire l'objet d'un contrôle de production de la part du fabricant des murs à coffrage intégré. Il devra être consigné dans les registres de contrôle du fabricant.</i></p>	

<p><u>Contrôle des obstacles</u> pouvant s'opposer à la mise en place de la ZIPBOX (armatures...)</p>	
---	--

Contrôles après mise en œuvre de la ZIPBOX

	Contrôlé
<p><u>Contrôle visuel de la présence et du positionnement (centrage) de la ZIPBOX sur toute la hauteur du joint vertical concerné</u> La liaison doit être positionnée de façon à ce que les sphères d'assemblage soient visibles au travers du joint, c'est-à-dire aligné au joint.</p>	

<p><u>Contrôle visuel de la présence des barres de « clavage »</u> entre les boucles d'extrémité du système de liaison et les coutures des abouts des murs.</p>	
---	--

<p><u>Contrôle de la présence et de la bonne position des cales d'enrobage</u> l'enrobage des ZIPBOX au droit des joints doit être celui prévu par les plans.</p>	
---	--