

Avis Technique 1/05-821

Mur à coffrage intégré
Incorporated shuttering wall
Wand mit integrierte Schalung

UNIMUR

Titulaire : UNIPRE S.R.L.
2 Via Cavour
I-26858 SORDIO (LO)

Tél. : (39) 02 98 10 91
Fax : (39) 02 98 260913
E-mail : unipre@demosdata.it

Usine : UNIPRE S.R.L. PREFABBRICATI
2 Via Alessandro Manzoni
I-26831 CASALMAIOCCO (LO)
Tél. : (39) 02 98 10 96
Fax : (39) 02 98 10776

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 1
Béton moulé et fixations

Vu pour enregistrement le 5 décembre 2005



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, F-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 1 de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné le 27 septembre 2005 le procédé de mur à coffrage intégré « UNIMUR » exploité par la société UNIPRE. Il a formulé sur ce procédé le nouvel Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

Procédé de mur à coffrage intégré constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, généralement sans acier en attente, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques verticaux et servant de coffrage en œuvre à un béton prêt à l'emploi.

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

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

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

Revêtements

- **extérieur** : couche de parement de l'ouvrage d'isolation extérieure ou parement de la paroi extérieure en béton selon le cas.
- **intérieur** : finitions classiques sur béton lisse ou finitions classiques sur doublage isolant selon le cas.

2. Avis

Domaine d'emploi accepté

Murs de locaux d'habitation, bureaux, établissements recevant du public, locaux industriels comportant un seul niveau de sous-sol (hauteur libre inférieure à 3 m) en situation non immergée et dont l'utilisation ne rend pas obligatoire l'étanchéité de la paroi (sous-sol de deuxième catégorie au sens du DTU 20-1 partie 2 §6.3).

Possibilité d'emploi en zone sismique moyennant les dispositions spécifiques définies dans le Dossier Technique et complétées par les prescriptions techniques correspondantes ci-après.

Les systèmes associés à ce procédé de mur, tels que les systèmes de planchers à prédalles en béton armé raidies par des raidisseurs métalliques, les systèmes d'enduits sur isolant et les systèmes de doublage non traditionnels, qui relèvent d'Avis Techniques spécifiques, ne sont pas visés par le présent Avis.

2.1 Appréciation sur le procédé

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

* Stabilité

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

Pour la construction en zone sismique, la résistance aux efforts tangents des jonctions de rives de panneaux constituant des pans de contreventement ne peut être prise en compte que moyennant l'adjonction en œuvre d'aciers de liaison.

* Sécurité au feu.

Les durées des critères d'exigence coupe-feu ou stabilité au feu d'un mur réalisé selon le procédé « UNIMUR » peuvent être justifiées par application des règles de calcul FB (DTU P 92-701) à l'ensemble du mur considéré comme homogène de ce point de vue.

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

Le système permet de l'assurer normalement.

* Isolation thermique

Elle est apportée par le système d'isolation thermique, par l'extérieur ou par l'intérieur, à l'Avis Technique duquel il y a lieu de se référer de ce point de vue. La vérification est à effectuer selon les « Règles TH-U ».

* Isolation acoustique

A défaut de résultat expérimental, l'indice d'affaiblissement acoustique d'un mur peut être estimé en appliquant la loi de masse à l'ensemble des parois coffrantes et du béton coffré, considéré comme homogène de ce point de vue ; la présence de joints entre parois coffrantes peut être considérée comme sans influence sur cet indice et, par conséquent, leur décalage d'un parement à l'autre n'apporte aucun avantage à cet égard.

En ce qui concerne l'isolement des façades vis à vis des bruits provenant de l'espace extérieur, on estime que le mur de 20 cm de béton, dont l'indice d'affaiblissement acoustique peut être estimé à 54 dB pour un bruit de route, permet d'assurer les isolements prévus par la réglementation en vigueur.

Pour l'application des « Exemples de solutions » destinés à faciliter l'application de la NRA (Nouvelle Réglementation Acoustique) on assimilera ce mur à un mur homogène de même épaisseur en béton coulé sur place.

* Etanchéité des murs extérieurs

Dans le cas de l'isolation par l'extérieur, elle peut être considérée comme normalement assurée moyennant, grâce à un bétonnage très soigneux (utilisation de goulottes de bétonnage notamment) en particulier au voisinage des points singuliers (allèges, raccordements entre panneaux...) l'absence de tout vide entre parois coffrantes et une mise en œuvre de l'ouvrage d'isolation extérieure conforme aux prescriptions de l'Avis Technique spécifique ou du DTU dont il relève.

Dans le cas d'isolation par l'intérieur, elle peut également être considérée comme normalement assurée moyennant les mêmes précautions compte-tenu de la présence en parement extérieur d'une garniture de mastic apte à assurer, au droit des joints, la continuité de l'étanchéité de la paroi extérieure.

* Risques de condensation superficielle

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

Dans le cas d'isolation par l'intérieur, les façades ainsi réalisées comportent, à leur jonction avec un mur de refend et avec un plancher, les mêmes ponts thermiques que les systèmes de murs traditionnels de même configuration, qui risquent de favoriser l'apparition de condensations.

* Confort d'été

Pour la détermination des classes d'inertie thermique quotidienne et séquentielle des logements, qui constituent un facteur important du confort d'été, pris en compte par ailleurs dans le calcul du coefficient de besoins de chauffage des logements les murs extérieurs de ce procédé appartiennent, dans la solution à isolation extérieure, à la catégorie des parois lourdes revêtues d'un isolant extérieur, qui présente l'inertie thermique la plus élevée.

Dans la solution à isolation intérieure, la paroi en béton des façades ne peut pas être prise en compte dans le calcul de l'inertie thermique des logements.

* Finitions-Aspect

Les finitions prévues sont à l'extérieur soit celles d'un enduit sur isolant, soit les finitions classiques sur béton ; à l'intérieur on trouve, en correspondance, soit les finitions classiques sur béton soit les finitions du parement du doublage isolant. Leur comportement ne devrait pas poser de problème particulier si leurs conditions de mise en œuvre satisfont au Cahier des Prescriptions Techniques ci-après. Il ne peut être cependant totalement exclu que, malgré la présence nécessaire d'aciers de liaison, de fines fissures, sans autre inconvénient que leur aspect, se manifestent au droit de certains joints entre panneaux de coffrage non revêtus.

2.1.2 Durabilité-Entretien

Moyennant les précautions de fabrication et de mise en œuvre, et les limitations précisées dans le Cahier des Prescriptions Techniques, les murs de ce procédé ne devraient pas poser de problème particulier de durabilité. Il est entendu que, pour les ouvrages d'isolation associés, il y a lieu de se référer, cas par cas, soit à l'Avis Technique spécifique

dont ils relèvent lorsqu'ils ne sont pas traditionnels, soit au DTU les concernant lorsqu'ils sont traditionnels. En ce qui concerne la garniture de mastic disposée dans les joints extérieurs des façades à isolation intérieure, sa réfection est à prévoir selon une périodicité de 15 à 20 ans lorsqu'elle est directement exposée et une périodicité un peu plus longue lorsqu'elle est protégée par une garniture de mortier.

2.13 Fabrication

Réalisée en usine fermée spécialement équipée, la fabrication des panneaux de coffrage, qui fait appel aux techniques de la préfabrication lourde bénéficie, pour la partie béton, de la précision que permet une automatisation poussée. La pose et le maintien en place des armatures, effectuées manuellement, nécessitent une surveillance attentive.

2.14 Mise en œuvre

Effectuée par des entreprises agréées par le titulaire de l'Avis qui leur livre les panneaux de coffrage, elle présente d'importantes différences par rapport aux méthodes traditionnelles définies dans le DTU n° 23.1, entre autres :

- présence de raidisseurs segmentant le volume à bétonner ;
- épaisseur du béton de remplissage inférieure à 12 cm lorsque l'épaisseur totale du mur est inférieure à 22 cm ;
- absence de vibration du béton ;
- limitation à l'épaisseur du seul voile coulé en œuvre des sections de continuité en rives des panneaux ;
- relative difficulté de mise en place d'aciers de continuité dans les jonctions verticales.
- impossibilité d'observer la qualité du bétonnage.

Ces caractéristiques engendrent des limitations précisées dans le Cahier des Prescriptions Techniques ; elles nécessitent en outre de l'entreprise de mise en œuvre des précautions particulières et un entraînement des équipes de montage. Le titulaire de l'Avis fournira aux entreprises un Cahier des Charges de montage et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel. Il leur diffusera le contenu du présent Avis Technique et notamment le domaine d'emploi accepté et les prescriptions techniques dont il est assorti.

2.2 Cahier des Prescriptions Techniques.

2.2.1 Prescriptions techniques communes aux procédés de mur ou de gros œuvre.

(cf. Cahier du C.S.T.B. n° 2159, livraison 279 référence 0).

Le paragraphe A1 "stabilité" est remplacé par le paragraphe 2.3.2.1 des prescriptions techniques particulières ci-après.

2.2.2 Prescriptions techniques particulières au procédé UNIMUR

Conditions de conception

- 1 - Les justifications de calcul de stabilité et de résistance des murs doivent prendre en compte la présence des joints entre panneaux de coffrage et donc n'être arrêtées qu'après calepinage de l'ouvrage
- 2 - Pour évaluer la résistance en compression du mur composite constitué par l'ensemble des panneaux de coffrage et du béton coulé en œuvre, on procédera

- selon les vérifications décrites dans le DTU 23.1 avec

en partie courante f_{eq28} résistance caractéristique équivalente du béton du composite égale au minimum des valeurs $f_{c,cof}$ (résistance caractéristique du béton de coffrage) et $f_{c,rem}$ (résistance caractéristique du béton de remplissage),

au droit du joint horizontal en pied des poteaux et murs f_{eq28} égale au minimum des valeurs $f_{c,cof}$, $f_{c,rem}$ et

$$f_{c,j} = (0,67 \times s_p \times f_{c,cof} + s_n \times f_{c,rem}) / s$$

avec « s_p » section des parois coffrantes, « s_n » section du noyau de béton coulé sur place et « s » section totale du poteau ou mur,

- ou de la façon suivante :

Les vérifications de calcul sous sollicitations normales seront effectuées selon les méthodes de calcul CEB - CIB - UEATc référencées dans les Prescriptions Techniques Communes. L'effort limite ultime $N_{u \text{ lim}}$ sera calculé ainsi :

$$N_{u \text{ lim}} = \frac{\varphi(e_o, \bar{\lambda}) B f_{eq28}}{\gamma_b}$$

$\varphi(e_o, \bar{\lambda})$: fonction de flambement (cf diagramme n° 0, p. 33 du Cahier du CSTB 1319, juin 1975, ci-joint).

e_o = 0,05 dans le cas de chargement conçu comme centré

= $0,05 + \frac{e}{h}$ dans le cas de chargement excentré,

"e" étant la valeur de l'excentricité de calcul à mi-hauteur de mur (calculée en tenant compte de la réduction de la section d'appui sur plancher due à la présence des garnitures d'étanchéité, le cas échéant).

Elancement du mur : $\bar{\lambda} = \frac{\ell_f}{h\sqrt{\alpha}}$

avec ℓ_f = longueur libre de flambement

h = épaisseur totale du mur

$$\alpha = \frac{E_o}{f_{eq28}}$$

E_o = module d'élasticité instantané

f_{eq28} = résistance caractéristique du béton

B : section totale du mur composite

avec B = $B_{cof} + B_{rem}$

B_{cof} = section du béton de coffrage

B_{rem} = section du béton de remplissage

f_{eq28} : résistance caractéristique équivalente du béton du composite

$$f_{eq28} = \frac{f_{c \text{ cof}} B_{cof} + 0,3 f_{c \text{ rem}} B_{rem}}{B}$$

$f_{c \text{ cof}}$ = résistance caractéristique du béton de coffrage

$f_{c \text{ rem}}$ = résistance caractéristique du béton de remplissage

$$\gamma_b = 1,5$$

- 3 - Dans le cas des murs de rives en sous-sol, sauf à rétablir par armatures rapportées la continuité des raidisseurs, les jonctions horizontales des panneaux sont à considérer comme articulées. Les armatures de flexion de ces murs doivent être incorporées dans le voile de coffrage tendu. Des poteaux verticaux, disposés à un espacement compatible avec un effet de plaque, peuvent utilement être utilisés en renfort, le cas échéant.

Compte tenu de ce que la contrainte maximale de compression est localisée dans la paroi coffrante comprimée par la flexion, la vérification de la sécurité à l'ELU peut être effectuée en combinant les contraintes sur la paroi la plus comprimée provenant des charges verticales appliquées à la section équivalente « Beq » déduite de la formule ci-avant de calcul de la résistance (soit $Beq = B_{cof} + 0,3 B_{rem}$) et les contraintes de flexion engendrées sur cette même paroi par l'effort de flexion (poussée des terres), la résistance caractéristique de cette paroi étant $f_{c \text{ cof}}$

- 4 - Pour justifier la résistance et la déformabilité des murs aux efforts de flexion, on ne doit prendre en compte que la continuité que peut assurer le cas échéant la section de béton coulée en œuvre convenablement complétée par l'adjonction d'armatures de continuité

- 5 - En zone sismique, les murs réalisés en Unimur participant au contreventement de l'ouvrage doivent comporter au droit des jonctions verticales, des poteaux dans lesquels sont incorporées des armatures horizontales de continuité ancrées au-delà des raidisseurs de rives dans le cas où l'on prend en compte un diaphragme continu au droit de ces jonctions (voir article 11.4.3.1 des règles PS 92 en zone courante et article 11.4.3.2 en zone critique) ; dans ce cas les poteaux doivent comporter au moins une face accessible avant bétonnage et visible après décoffrage ; les prédalles de plancher doivent être calepinées en conséquence et comporter une échancrure pour le passage des aciers de continuité.

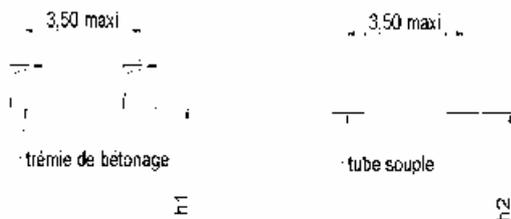
- 6 - On ne peut rapporter des armatures de poteau inaccessibles entre panneaux de coffrage que lorsque l'épaisseur du béton coulé en œuvre est au moins de 14 cm.
- 7 - On doit rapporter, dans la section de béton coulée en œuvre, pour les murs de façade comme pour les murs intérieurs, les armatures minimales de comportement définies pour le cas des murs intérieurs dans le DTU 23.1 (cahier des clauses techniques).
- 8 - Dans le cas de murs en béton armé, les armatures incorporées dans les voiles de coffrage peuvent être prises en compte dans le pourcentage minimal imposé par le DTU 23.1 pour les armatures verticales et horizontales.
- 9 - La hauteur maximale de chute libre du béton de remplissage des murs n'excèdera pas les valeurs définies dans le tableau ci-après en fonction de l'épaisseur minimale du béton coffré.

Lorsque les hauteurs de panneaux sont supérieures à cette hauteur maximale et ne permettent donc pas le bétonnage par le haut des panneaux, le bétonnage doit être réalisé par introduction d'un tube souple dans le vide coffré (lorsque l'épaisseur du vide le permet) ou par une lumière pour trémie latérale respectant cette même hauteur limite. De plus, dans ce cas, les lumières pour trémie latérales de bétonnage doivent être espacées d'au plus 3,50 m et l'on doit s'assurer du bon remplissage des coffrages par l'examen des joints verticaux entre panneaux, par le contrôle du volume du béton déversé ainsi que par une observation directe par les ouvertures éventuelles dans les panneaux.

Pour les épaisseurs de panneaux intermédiaires, la hauteur de bétonnage sera définie par interpolation.

Epais. Mini béton coffré	7	9	11	14	17	19	21	24	29
Hauteur maxi de bétonnage en m	3,5	4,0	5,0	5,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
h1 maxi sous Trémie *	3,5	4,0	5,0	5,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
h2 maxi sous tube souple *				5,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5

* Voir croquis ci-après



- 10 - Dans les joints verticaux exposés aux intempéries, on doit justifier la compatibilité entre la garniture d'aspect éventuelle en mortier plastique et la garniture d'étanchéité en mastic élastomère.
- 11 - Les pointes de pignon non contreventées par ailleurs doivent être fixées à la charpente, qui doit être contreventée en conséquence.
- 12 - Dans le cas de calfeutrement des joints de murs, tenir compte pour la justification des murs de la réduction de section de béton au droit de ces joints.
- 13 - Sauf justification explicite de la stabilité des panneaux, les joints horizontaux entre panneaux doivent se situer au droit des planchers, et en aucun cas entre deux planchers.
- 14 - Lorsqu'un lit de mortier est prévu, il convient de recourir à un mortier dit de calage. La justification vis-à-vis de l'effort de compression doit être effectuée sur une largeur de mur égale à $bo = e - 0,33.sp$ avec « e » l'épaisseur total du mur et « sp » section des parois coffrantes.

Conditions de fabrication

Compte tenu de la minceur des voiles de coffrage, les raidisseurs métalliques doivent être fabriqués avec une grande précision pour respecter les exigences d'enrobage minimal.

L'enrobage minimal effectif des armatures dans les parois exposées aux intempéries peut être réduit à 2 cm moyennant un dosage minimal de 350 kg/m³ de ciment CEM I, une résistance caractéristique du béton f_{c28} de 40 MPa et un contrôle en usine, au moyen d'un pachomètre, de l'enrobage effectif résultant.

Le béton des panneaux de coffrage doit faire l'objet d'un contrôle régulier.

Conditions de mise en œuvre

Le bétonnage en œuvre doit être réalisé en fonction de l'épaisseur et de la hauteur des panneaux conformément aux dispositions définies dans le Dossier Technique et aux prescriptions du paragraphe 2.3.2.1.9 ci avant. Avant de procéder au bétonnage, les parois coffrantes doivent être humidifiées, au jet d'eau par exemple ; tout excès d'eau en pied de coffrage doit être évacué avant bétonnage. On doit s'assurer avant bétonnage, que les dispositifs d'étanchéité des coffrages en rive basse et dans les joints verticaux ont été correctement mis en place.

Les joints non étanchés entre panneaux de coffrage et entre ceux-ci et les planchers doivent être rebourrés avec soin au mortier.

Le désaffleurement éventuel entre panneaux de coffrage doit être traité avec un mortier de ragréage avant la mise en œuvre des revêtements.

Les systèmes d'isolation par l'extérieur et les systèmes d'isolation par l'intérieur doivent être mis en œuvre conformément aux Avis Techniques qui les concernent.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

jusqu'au : 30 septembre 2008

Pour le Groupe Spécialisé n° 1
Le Président
Ph. CUNIN

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce procédé, qui associe la préfabrication en usine et le bétonnage en œuvre des murs, se différencie nettement de chacune de ces deux techniques. C'est pourquoi l'Avis Technique attire l'attention sur les précautions particulières à prendre, dans la conception des ouvrages comme dans leur réalisation, pour laquelle le titulaire de l'Avis doit être en mesure de fournir aux entreprises un Cahier des Charges et des possibilités de formation du personnel.

Les principales différences que présente le procédé par rapport aux solutions traditionnelles de béton banché sont constituées essentiellement par des difficultés spécifiques concernant la mise en place d'armatures de continuité. Des dispositions spécifiques d'armatures rapportées permettent de compenser dans une certaine mesure cette discontinuité mais leur application, qui nécessite du soin, ne doit en aucun cas être improvisée lors du montage des murs.

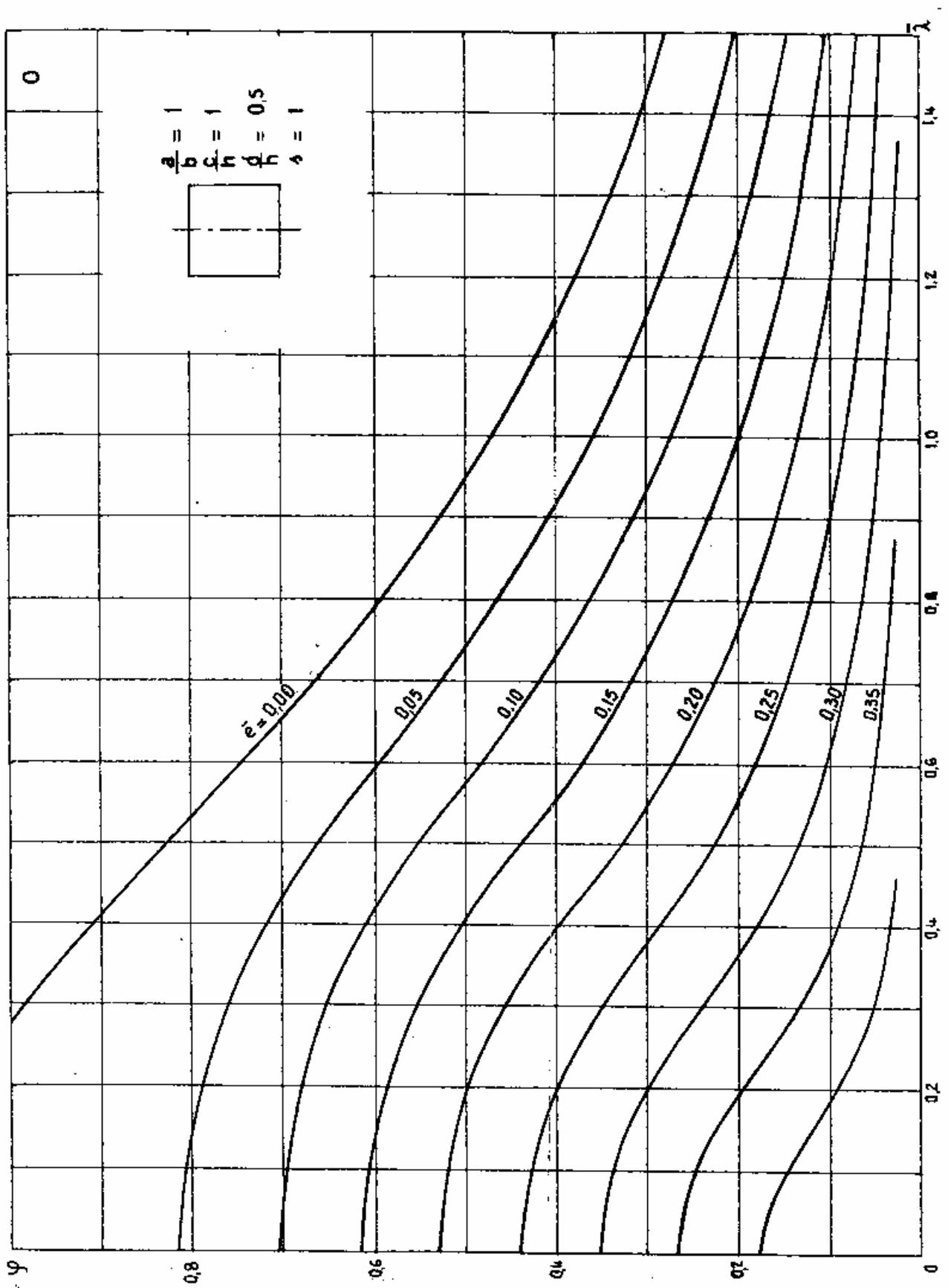
Par ailleurs, le fournisseur des UNIMUR doit s'assurer de la compatibilité du calepinage et de l'éclissage des joints avec le mode de fonctionnement du voile béton substitué après avoir procédé au découpage des murs en panneaux, la démarche inverse étant prohibée.

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

L'utilisation en murs de soutènement et plus généralement en murs encastrés, n'est pas visée.

Enfin, Lorsque le procédé UNIMUR est utilisé en zone sismique, les justifications à mener (et notamment la répartition des efforts horizontaux à reprendre sur les différents murs) doivent être effectuées en tenant compte de la raideur effective de ces parois, réalisées avec le procédé UNIMUR, et tenant compte de ce que les joints verticaux sont ou non couturés.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°1
E. DAVID*



Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination et principe

Le procédé UNIMUR est destiné à la réalisation de murs porteurs ou non porteurs en infrastructure et en superstructure, de murs de refends, de murs façades, de murs avec longrines incorporées, de poutres voiles, d'acrotères, de murs de clôtures, de poutres et de poteaux.

L'épaisseur totale est comprise entre 18 et 50 cm.

Les UNIMUR sont constitués de deux parois préfabriquées en béton armé d'une épaisseur minimale de 5 cm, reliées par des raidisseurs métalliques de section triangulaire ou carrée espacé de 60 cm au maximum.

Les UNIMUR sont liaisonnés entre eux par des armatures de liaisons ou de continuité rapportées sur chantier et disposées dans la partie coulée en œuvre.

Des armatures de type poteau, longrine, linteau, encadrement d'ouverture sont généralement incorporées aux UNIMUR. De même, les huisseries, menuiseries, gaines, boîtiers, et réservations de toutes natures peuvent être incorporés.

Ils peuvent être associés à des murs traditionnels coulés en place, des murs en maçonneries, des structures poteaux-poutres préfabriqués ou coulés en place, à des prédalles, à des dalles alvéolaires, etc...

L'isolation thermique, si elle est requise, est assurée soit par un système d'isolation par l'extérieur, soit par un système d'isolation intérieur.

La finition des UNIMURS est une finition brute de décoffrage.

Les parois étant coulées sur des tables métalliques, le parement est glacé, exempt de bullage, et prêt à recevoir un revêtement fin.

Par ailleurs le procédé peut être fabriqué avec un parement architectonique sur une des deux faces, soit en finition matricée, soit en finition avec incorporation de pierre naturelle.

2. Matériaux utilisés

Les matériaux mis en œuvre sont:

- le béton des parois préfabriquées
- le béton de remplissage,
- les aciers,
- les matériaux de traitement des joints,
- les matériaux d'habillage ou de traitement intérieur et extérieur.

2.1 Béton des parois préfabriquées

Les bétons sont conformes à la norme NF EN 206-1.

Granulométrie : sable 0/4, gravier 4/8 et 8/12.

Ciment CEM I 52,5 ou CEM II 42,5 PM/ES, selon la classe d'environnement et la destination de l'ouvrage.

Dosages minimums :

CEM I 42,5 : 300 kg/m³

ou

CEM I 42,5 PM/ES: 350 kg/m³

Résistance caractéristique minimale à 28 jours : 35 à 40 MPa.

2.2 Béton de remplissage

BPE conforme à la norme NF EN 206-1 de résistance caractéristique à 28 jours supérieure ou égale à 25 MPa.

- granulométrie 0/8 ou 0/10 pour les vides entre parois de 7 à 8cm.
- granulométrie 0/15 pour les vides entre parois de 9cm et plus.

Consistance fluide (F1) (affaissement minimal au cône d'Abrams entre 19 et 21cm) selon la norme NF EN 206-1.

La consistance fluide est obtenue par ajout d'un superplastifiant haut réducteur d'eau conforme à la norme NF EN 934-2.

2.3 Aciers

FeE500 : acier en barres filantes ou façonnées, intégrées au UNIMURS.

TSHA FeE500 : panneaux de treillis soudés intégrés aux murs, ou utilisés en acier de liaisons.

FeE500 : acier pour boucles de levage ou de manutention.

(voir Art. 7 et FIGURE 3).

Chaque paroi préfabriquée comprend au minimum :

- 0,6cm²/ml d'aciers verticaux,
- 1,2cm²/ml d'aciers horizontaux,
- avec des espacements maximums entre armatures de 33cm.

2.31 Enrobages

L'enrobage des armatures est choisi en fonction de la nature agressive ou non du milieu ambiant dans lequel sera placé le mur.

Il est au moins égal à 2,0cm pour les façades exposées, et 1 cm pour des parois qui sont situées dans des locaux couverts et clos et qui ne sont pas exposées aux condensations.

Les enrobages pour les faces exposées, usuellement supérieurs à 2cm, peuvent être diminués de 1cm moyennant l'utilisation de béton de résistance caractéristique 40MPa.

- réduction de 3cm à 2 cm pour les ouvrages exposés aux intempéries, ou qui sont soumis à des condensations,
- réduction de 4cm à 3 cm pour les ouvrages exposés aux embruns et brouillards salins.

2.32 Poutrelles :

Des poutrelles métalliques (voir FIGURE 2) espacées d'au plus 60cm assurent la liaison entre les 2 parois.

Elles peuvent être :

- de section triangulaire type PITTINI, avec Ø7, 8 ou 10mm pour le filant supérieur, Ø5, 6, 8 ou 10mm pour les deux filants inférieurs, et diagonales Ø5, 6, 7 ou 8mm.
- de section carrée, réalisées sur mesure par les ateliers UNIPRE (la triangulation des cadres assure le raidissement de la poutrelle vis-à-vis du glissement).

Le Choix du type de raidisseur se fait en fonction des critères suivants :

- Hauteur de bétonnage du noyau
- Sollicitations de cisaillement à l'interface
- Epaisseur de l'UNIMUR.

2.33 Douilles

Des douilles PVC type DUKO ou équivalent sont scellées dans l'une des parois des panneaux.

Elles assurent la liaison des parois des UNIMUR avec les étais tire-pousse pendant le montage et le bétonnage.

Des douilles métalliques type CECCANTINI ou équivalent sont utilisées en remplacement des douilles PVC pour la reprise d'efforts plus importants.

Elles sont utilisées en combinaison avec des boulons métalliques adaptés (M16, M20, etc...).

2.4 Matériaux de jointoiment et d'étanchéité

- Fond de joint type Compriband, en mousse polyuréthane ou cordon néoprène, pour blocage de la laitance,
- Mortiers riche de réparation sans retrait,
- Mastics élastomères de 1^{ère} catégorie,
- Emulsion bitumeuse épaisse,
- Bande bitumeuse autocollante,

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

2.5 Matériaux de traitement du parement des murs (selon leur destination)

- Enduits bitumeux (faces contre terres),
- Lasure
- Peinture
- Résine
- Imperméabilisation de surface éventuelle par cristallisateur (Vandex ou équivalent)
- Membrane d'étanchéité (liner)
- Carrelage de parement

2.6 Matériaux de traitement de la « tête » des murs

- Chaperon béton
- Couvertine métallique
- Enduits souples épais

3. Conception des UNIMURS

3.1 Généralités

Les UNIMUR sont dimensionnés selon les règles usuelles de la résistance des matériaux et du béton armé, DTU 23.1 Art 4.3.3 « Préfabrication », et BAEL.

Les liaisons doivent assurer la continuité mécanique entre :

- La fondation et l'UNIMUR
- Entre deux UNIMUR
- Les UNIMUR et les ouvrages avoisinants

3.2 Valeur caractéristique de calcul

Pour le calcul des UNIMUR et des éléments intégrés, on retient pour le béton une « résistance caractéristique équivalente » $f_{c,eq28}$ à 28 jours, prise en compte pour l'épaisseur totale du mur, et égale à :

$$f_{c,eq28} = \min(f_{c,cof}; f_{c,rem})$$

$f_{c,cof}$ = résistance caractéristique du béton des UNIMUR
(≥ 35MPa)

$f_{c,rem}$ = résistance caractéristique du béton de remplissage.
(≥ 25MPa)

3.3 Conception

3.31 Mur courant

Épaisseurs de 18 à 50cm.

Épaisseur minimale du béton coulé en place 7cm.

Le ferrailage intégré dans les parois préfabriquées est celui donné par le bureau d'étude en fonction des sollicitations et de l'étude de structure. Il n'est pas inférieur aux limites fixées à l'Art. 2.3.

Les encadrements d'ouvertures et baies sont renforcés par des armatures périphériques intégrées aux parois.

3.32 Murs inclinés

Les UNIMUR peuvent être mis en œuvre avec une inclinaison maximale de 45° par rapport à la verticale.

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

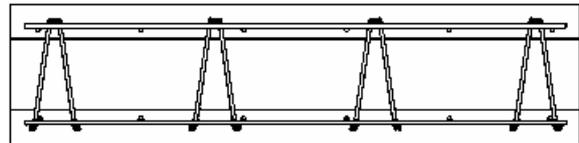
3.33 Poteau

3.331 Définition et vérification

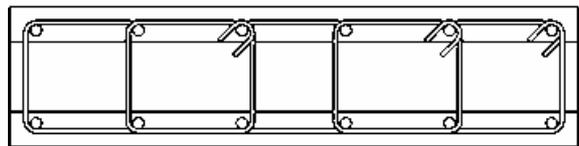
Les éléments réalisés en UNIMUR dont le rapport L/e (largeur/épaisseur) est inférieur à 5 entrent dans la catégorie des poteaux UNIMUR et sont dimensionnés suivant les règles suivantes.

Le dimensionnement du poteau se fait selon les règles de calcul du béton armé en prenant pour la résistance du béton la valeur $f_{c,eq28}$ définie à l'Art 3.2.

Si le béton est surabondant et que l'effort appliqué peut être repris par le béton seul sans renfort d'armatures de compression, le poteau UNIMUR peut être ferrillé classiquement :



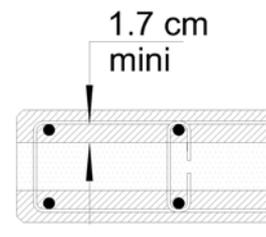
Si le poteau doit être renforcé par des armatures comprimées, le poteau UNIMUR est ferrillé comme un poteau traditionnel :



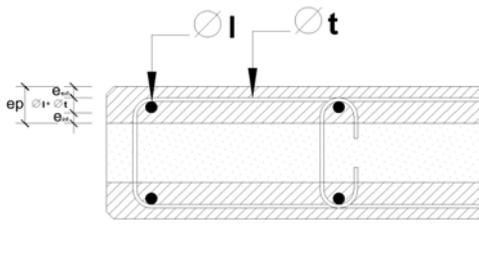
3.332 Montage des armatures

La réalisation de poteaux en éléments unimurs demande le respect des dispositions suivantes

- Un enrobage des cadres du poteau mini de 1.7cm pour assurer la résistance de l'unimur pendant la phase de bétonnage



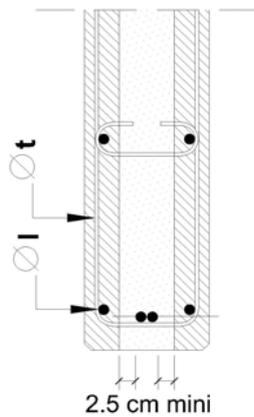
- Si les armatures longitudinales sont dans les parois de l'unimur



- $e_{int} \geq 1\text{cm}$
- $e_{ext} \geq 2\text{cm}$
- $4 \leq e_p \leq 7\text{cm}$
- $\varnothing l + \varnothing t \leq (e_p - e_{int} - e_{ext})$

si la condition précédente n'est pas respectée les armatures longitudinales peuvent être mise en œuvre dans la partie coulée en place avec les limitations des sections d'écissage suivantes

Épaisseur de l'unimur en cm	Diamètre maxi en mm
16	10
18	12
20	20
22	20
24	25
25	32
≥ 30	32



3.34 Poutre

3.341 Définition et vérification

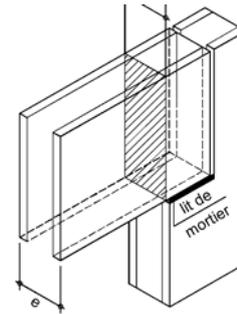
Le dimensionnement d'une poutre en UNIMUR se fait selon les règles usuelles de calcul du béton armé.

L'armature ainsi déterminée est intégrée dans les parois préfabriquées de la poutre UNIMUR. Les armatures de continuité sur appuis sont disposées sur chantier dans la partie coulée en place.

Compte tenu de la présence de joints de construction possible au voisinage des appuis, le calcul des contraintes du béton tiendra compte de ces réductions de section droite :

Pour la vérification sur appuis, l'épaisseur b_0 prise en compte dans les calculs est égale :

1er CAS / $b_0 = e - 0,33.(p_i + p_e)$



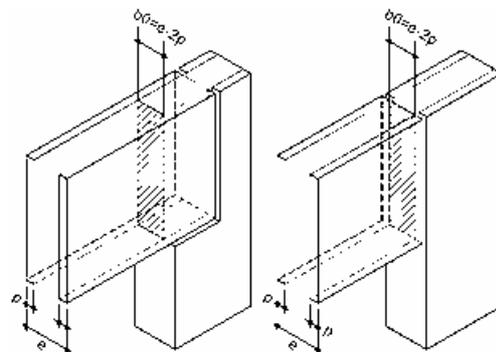
si l'ensemble des conditions ci-dessous sont satisfaites:

- La poutre UNIMUR repose sur ses appuis par l'intermédiaire de toute l'épaisseur de la poutre,
- Le joint de pose de la poutre UNIMUR est rempli de béton ou de mortier de pose (pose sur lit de mortier).

(e = épaisseur totale du mur, p_i et p_e = épaisseur des parois intérieure et extérieure)

2ème CAS / $b_0 = e - 2p$

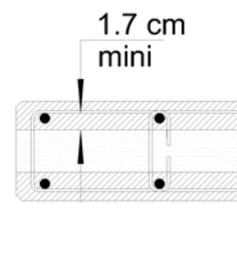
Si l'une des deux conditions ci-dessus n'est pas satisfaite



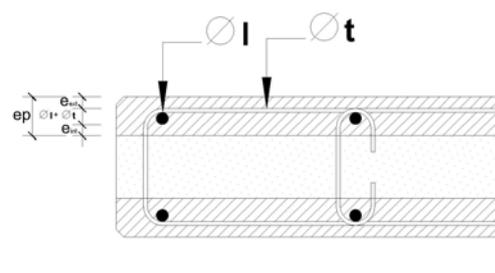
3.342 Montage des armatures

La réalisation de poutres en éléments unimurs demande le respect des dispositions suivantes

- Un enrobage des cadres de la poutre mini de 1.7cm pour assurer la résistance de l'unimur pendant la phase de bétonnage



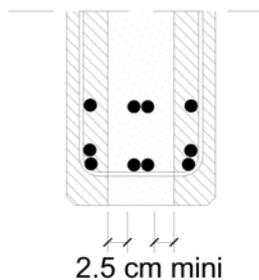
- Si les armatures longitudinales sont dans les parois de l'unimur



- $e_{int} \geq 1\text{cm}$
- $e_{ext} \geq 2\text{cm}$
- $4 \leq e_p \leq 7\text{cm}$
- $\emptyset l + \emptyset t \leq (e_p - e_{int} - e_{ext})$

Si la condition précédente n'est pas respectée les armatures longitudinales peuvent être mise en œuvre dans la partie coulée en place avec les limitations des sections d'éclissage suivantes

Epaisseur de l'unimur en cm	Diamètre maxi en mm
16	10
18	12
20	20
22	20
24	25
25	32
≥ 30	32



3.35 Poutre voile

3.351 Définition et vérification

Les poutres voiles réalisées tout ou partie en UNIMUR, sont dimensionnées selon la méthode habituelle du béton armé.

Les armatures calculées par le bureau d'étude de l'opération sont intégrées dans les parois de l'UNIMUR.

Les continuités au droit des joints sont justifiées sur la base de l'épaisseur coulée en place.

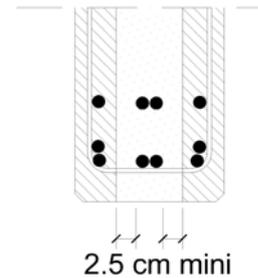
3.351 Montage des armatures

La réalisation des poutres voiles en éléments unimurs demande le respect des dispositions suivantes

- Un enrobage des cadres de la poutre voile mini de 1.7cm pour assurer la résistance de l'unimur pendant la phase de bétonnage
- Au droit des joints de construction de 2 Unimur constituant la poutre voile, il faut réaliser la continuité des armatures du tirant par un éclissage d'armatures tenant compte des contraintes constructives suivantes :

Epaisseur de l'unimur en cm	Diamètre maxi en mm
16	impossible
18	impossible
20	16
22	16
24	16
25	20
≥ 30	25

- Afin de garantir un bon enrobage des armatures d'éclissage du talon, il faut respecter le principe constructif suivant



Pour tenir compte des tolérances de positionnement des armatures d'éclissage du talon dans la partie coulée en place, celles-ci seront majorées de 20 %.

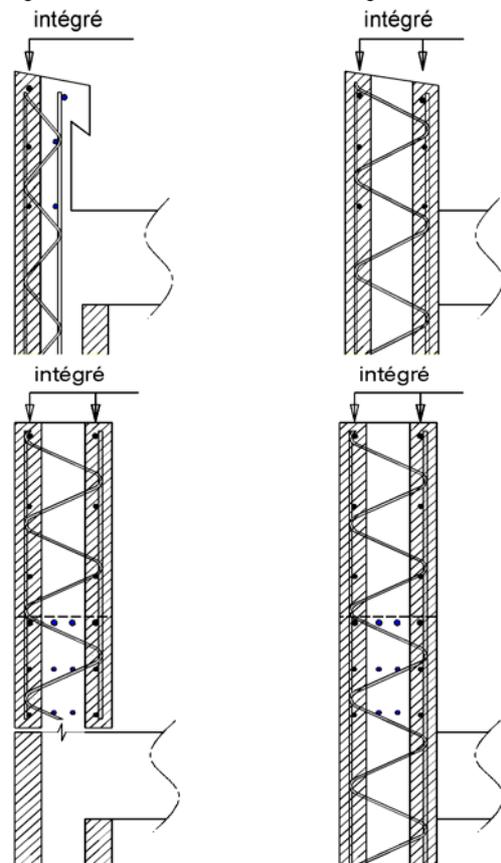
3.36 Acrotères

Les acrotères sont réalisés soit par prolongement des UNIMUR de façade, soit par une pièce complémentaire rapportée au-dessus de la toiture ou du dernier plancher.

Leur conception des acrotères répond aux prescriptions générales du DTU 20.12 et aux prescriptions particulières ci-après.

3.37 Acrotères bas

Les acrotères bas sont systématiquement réalisés par le prolongement des UNIMUR du dernier étage.



Le ferrailage de l'acrotère est intégré partiellement ou totalement dans les UNIMUR suivant le cas, et éclissé au droit de chaque joint par la mise en place d'armatures de section équivalente dans le vide coulé en place :

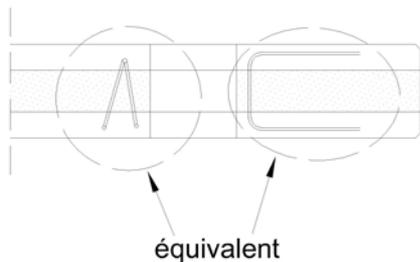
3.38 Acrotères hauts

Les acrotères hauts peuvent être réalisés par le prolongement des UNIMUR du dernier étage, ou être réalisés par des pièces complémentaires rapportées.

Le ferrailage de l'acrotère est intégré totalement dans les UNIMUR. Seul le ferrailage de la partie basse non fractionnée selon DTU 20.12 est éclissé au droit des joints, par la mise en place d'armatures de section équivalente dans le vide coulé en place :

3.39 Dispositifs constructifs

Les règles constructives au droit des ouvertures et des bords libres dans les voiles selon DTU paragraphe 4.2.2.5 et les épingles de constructions utilisées pour les poteaux et les poutres peuvent être réalisés dans les unimurs de 2 manières équivalentes selon le tableau qui suit



Ep murs en cm	Type de raidisseur	Section n cm ² /m	Equivalence diam/espacement cm		
			Ø 6	Ø 8	Ø 10
18	KT 813 8 5 5	2.75	11	19	29
20	KT 815 8 5 5	2.72	11	19	29
22	KT 817 8 5 5	2.69	11	19	30
24	KT 819 8 5 5	2.65	11	19	30
25	KT 820 8 5 5	2.63	11	20	30
30	KT 825 8 5 6	3.68	8	14	22
35	KT 830 8 5 6	3.58	8	15	22
40	KTW 235	3.36	9	15	24

Nota Ce tableau est donné à titre indicatif, la hauteur et du coup le choix des raidisseurs étant fonction des enrobages et des diamètres d'acier des unimurs.

3.310 Stabilité au feu des structures

Les durées F des critères d'exigence coupe-feu ou de stabilité au feu d'un UNIMUR sont justifiées par application des règles de calcul FB (DTU P92-701), l'ensemble du mur étant considéré comme homogène de ce point de vue.

3.4 Dispositions parasismiques

3.41 Principe

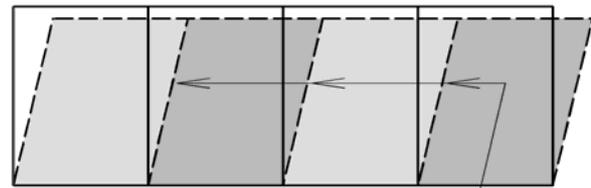
Les dispositions sismiques relatives aux murs UNIMUR concernent exclusivement les liaisons entre murs, et visent par conséquent les aciers de liaisons.

Pour les murs considérés comme éléments secondaires au sens des règles PS92 Art. 11.11, (qui ne participent pas au contreventement du bâtiment), les liaisons entre murs UNIMUR ne nécessitent aucune disposition particulière : ce sont les liaisons standards identiques à celles mises en place en zones non sismiques.

Pour les murs considérés comme éléments principaux au sens des règles PS92 Art. 11.11, (qui participent au contreventement du bâtiment), les liaisons entre murs UNIMUR doivent répondre aux dispositions particulières précisées ci-dessous, en fonction du mode de fonctionnement envisagé.

Deux modes de fonctionnement sont envisageables :

Comportement monolithique de l'ensemble du voile

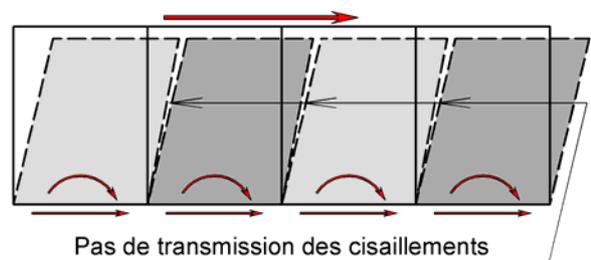


Transmission des cisaillements dans les joints.

Les liaisons entre murs transmettent les cisaillements et les bielles de compression.

Les armatures de liaisons assurent la continuité de la section de ferrailage horizontal du mur. Le recouvrement entre les aciers de liaisons et les aciers intégrés dans les parois des murs UNIMURS est couturé. Cette couture est assurée par l'une des dispositions prévues en FIGURE 16.

Comportement indépendant de chaque mur UNIMUR.



Pas de transmission des cisaillements dans les joints.

Les liaisons ne transmettent ni les cisaillements ni les bielles de compression. Chaque mur UNIMUR reprend une part de l'effort sismique total, au prorata de sa raideur, et fonctionne en console verticale. Les tirants et chaînages adéquats issus du calcul en flexion sont intégrés en rives de chaque mur UNIMUR.

Les liaisons entre murs seront identiques aux liaisons classiques en zone non sismique (FIGURE 12 et 13).

Le choix du mode de fonctionnement retenu, comportement monolithique ou comportement indépendant, est effectué lors de la conception de l'ouvrage par le bureau d'étude de structure en collaboration avec UNIPRE.

4. Traitement des parois et des joints

Nota: Les prescriptions suivantes ne sauraient se substituer aux cahiers de charges des fournisseurs de produits auxquels il convient de se conformer tant pour la préparation des supports que pour les dispositions de mise en œuvre proprement dite des produits. Néanmoins, il est rappelé que des supports plans, exempts de laitance, dépoussiérés et secs sont un gage de qualité des traitements.

4.1 Traitement des joints

4.1.1 Joints extérieurs exposés aux intempéries

Les joints sont traités à l'aide d'un mastic élastomère de première catégorie SNJF type SYKAFLEX PRO 15 FC ou équivalent.

Pour les murs restants bruts, peints ou lasurés, les joints restent marqués.

Pour les murs recevant un enduit hydraulique ou un enduit souple épais type RPE ou équivalent, les joints peuvent être recouverts par l'enduit. Dans ce cas les joints sont complète-

ment remplis de mastic et recouverts d'un entoilage avant recouvrement par l'enduit.

4.12 Joints extérieurs non exposés aux intempéries

Les murs isolés par l'extérieur ou revêtus d'un bardage ne nécessitent pas de traitement des joints entre UNIMUR.

4.13 Joints intérieurs

Si les contraintes architecturales le permettent, les joints peuvent rester sans traitement. C'est le cas de murs recevant un doublage, une isolation ou un bardage, ou tout simplement de murs bruts de locaux secs.

S'ils doivent être fermés, les joints seront remplis à l'aide d'un mortier hydraulique de réparation à retrait compensé type SIKA KATAROC PREDALLES ou équivalent.

4.14 Joints de murs enterrés

Les joints verticaux et horizontaux en contact avec les terres sont fermés avec un mortier de réparation mono-(ou bi-) composant à base de ciment (et de résine) type SIKA MONOTOP 612F, et recouverts d'une bande bitumineuse auto adhésive à froid type SIKA MULTISEAL.

En pied de murs un drainage sera systématiquement mis en œuvre pour collecter les eaux de ruissellements.

Lorsque les joints ne sont pas accessibles pour la mise en place du traitement visé ci-dessus (parois berlinoises, murs mitoyens, joints de dilatation, talus vertical ...), les joints sont traités par la mise en œuvre au montage des UNIMUR d'un joint comprimé imprégné type GUTTA IMPRIMOUSSE sur le champ de la paroi extérieure à l'avancement de la pose.

4.15 Traitements des pieds des murs et poteaux

Pour garantir la transmission des efforts de compression en pied de poteaux ou en pieds de murs, il est nécessaire de prévoir un jeu de pose minimum de 2 cm, et s'assurer que le béton de remplissage comble ce jeu de pose.

A défaut, il est indispensable de les boucher avec un produit de scellement ou du mortier sans retrait.

4.2 Traitement de la tête des UNIMUR exposés aux intempéries

Les têtes de murs exposées aux intempéries sont protégées contre les infiltrations d'eau par :

- un chaperon béton
- une couverture métallique
- un revêtement d'imperméabilisation type SIKATOP 107 PROTECTION, ou équivalent

4.3 Aspects des parements

4.31 Etat de surface

L'état de surface courant correspond à une surface brute de décoffrage conte moule classée E (3-3-0) NFP 18-503

Dans le cas de murs architectoniques, une des face peut présenter un aspect structuré

4.32 Préparation du support

La forte compacité du béton des unimurs doit être pris en compte lors du choix du type de revêtement de finition (lasure, peinture, imprégnation plot de colle pour plaque de plâtre....)

Il est indispensable de prévoir un régulateur de fond ans le cas d'un parement lasuré.

5. Fabrication des UNIMUR

5.1 Fabrication

Le panneau est réalisé en usine à l'aide d'un outil automatisé.

Les opérations se déroulent dans l'ordre suivant :

Nettoyage du moule avec brosses et lames.

Projection automatique d'un décoffrant.

Mise en place automatique des joues de coffrage de la première paroi ainsi que des inserts, réservations et ouvertures.

Fabrication et préparation sur site des armatures.

Disposition des armatures et des raidisseurs sur le moule.

Mise en place des gaines diverses fixées armatures et des boîtiers collés au moule.

Fabrication du béton dans la centrale située dans l'usine.

Acheminement du béton.

Coulage du béton à l'aide d'un répartiteur automatique qui garantit la constance de l'épaisseur mise en place.

Vibration automatique, programmée et adaptée pour ce type de fabrication.

Durcissement à 35° C pendant 6 heures et à 40°C pendant 6H avec une humidité de 80 à 85% dans une chambre d'étuvage.

Opérations 1 à 10 identiques pour la deuxième paroi du mur UNIMUR, mais sans mise en place de raidisseurs.

Transport et retournement automatisé de la première paroi sur la seconde, avec centrage et mise en appui sur des cales extérieures pré-réglées.

Vibration automatique.

Enlèvement du moule supérieur.

Entreposage dans la chambre d'étuvage pour un traitement durcissement identique au point 11.

Démoulage et éventuel ragréage.

Transport sur l'esplanade de stockage de l'usine.

Durcissement naturel jusqu'à une résistance de 20MPa nécessaire pour le transport sur site.

5.2 Contrôle de fabrication

5.21 Contrôle des bétons

Les bétons utilisés pour la réalisation des parois des murs UNIMUR sont réalisés dans la centrale UNIPRE installée dans l'usine de préfabrication.

Les formulations des bétons sont établies par l'ingénieur responsable des études avec la collaboration de l'ingénieur responsable de la qualité.

Le laboratoire « ISMES LMC Srl », situé rue Dalla Chiesa 11, à SCANZOROSCIATE (BERGAMO) I-24020, contrôle la production conformément à la norme NF EN 206-1 et au CCTP.

5.22 Contrôle de qualité

La totalité de la production est contrôlée avant expédition par l'ingénieur responsable de la qualité.(selon système ISO 9001)

Les enrobages des armatures sont contrôlés par sondage au pachomètre.

Le contrôleur vérifie les dimensions, la rectitude des parois, les emplacements et les dimensions des réservations, la nature et la quantité des armatures sur la base des plans établis par le bureau UNIPRE, dans la limite des tolérances de fabrication définies ci-après.

5.23 Caractéristiques

Poids propre du mur UNIMUR Classique au m²: de 250 à 350 kg/m² en fonction de l'épaisseur des parois et du ferrailage.

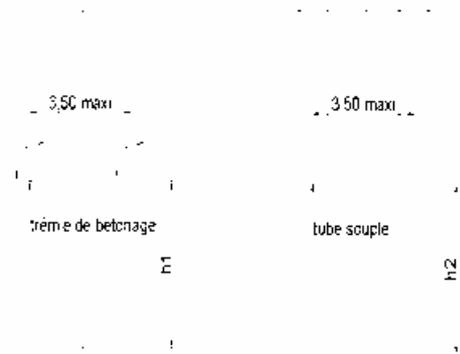
Dimensions maximales, hauteur x largeur ou largeur x hauteur : 3,20 x 12,80 m.

Épaisseurs courantes : 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45 et 50cm.

Tolérances largeur - longueur : 10 mm

Tolérance de planéité : 5 mm/m

Tolérance sur l'épaisseur : 5mm



6. Chronologie générale de la mise en oeuvre des murs

6.1 Chronologie de pose

Réalisation des fondations.

Implantation et traçage des murs.

Déchargement des murs UNIMUR à l'aide d'une grue automotrice, d'une grue à tour, ou par tout autre moyen de levage compatible avec le poids des murs UNIMUR.

Pose des murs UNIMUR sur des cales d'épaisseur 1 à 2cm.

Stabilisation des murs UNIMUR par deux étais tire-pousse par mur, ou par un système d'équerrage.

Mise en place des armatures de liaisons des joints verticaux, des éclisses et chaînages éventuels.

Mise en place d'une bande d'arrêt en mousse dans les joints, pour empêcher les fuites de laitance lors du bétonnage.

Coulage du béton de remplissage conforme aux prescriptions de l'Art. 2.2, par banchées successives de 70 cm. Une pause de 1 heure est respectée entre deux banchées. Les hauteurs de chute du béton frais seront limitées suivant les prescriptions de l'Art. 6.2.1.

Mise en place des armatures de liaisons des joints horizontaux en tête de murs UNIMUR.

Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage.

6.2 Critères de bétonnage

6.2.1 Hauteur de chute du béton

La hauteur maximale de chute du béton de remplissage ne doit pas excéder les valeurs définies dans le tableau ci-après en fonction de l'épaisseur des murs.

Lorsque les hauteurs de panneaux sont supérieures à cette hauteur maximale et ne permettent donc pas le bétonnage par le haut des murs, le bétonnage est réalisé par l'introduction d'un tube souple dans le vide coffré (lorsque l'épaisseur du vide le permet) ou par une lumière latérale respectant cette même hauteur limite.

Dans ce cas on s'assure en outre du bon remplissage des UNIMUR par l'examen des joints verticaux entre panneaux, par le contrôle du volume du béton déversé ainsi que par une observation directe par les ouvertures éventuelles dans les panneaux.

Pour les épaisseurs d'UNIMUR intermédiaires, la hauteur de bétonnage sera définie par interpolation.

Épaisseur mur fini [cm]	18	20	25	30	35	40	45	50
Épaisseur mini béton coffré	8	10	15	20	25	30	35	30
H1 max sous lumière* [m]	4,00	4,00	5,20	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
H2 max sous tube souple* [m]			5,20	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50

* voir croquis ci-dessous

7. Manutention, Montage, Transport

Les murs UNIMUR sont manutentionnés avec des grues à tour ou automotrices.

Les élingues sont accrochées aux boucles de levage intégrées aux parois des murs UNIMUR.

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

7.1 Boucles de levage

Les boucles de levage sont réalisées à partir de ronds à béton de diamètre 14mm minimum, ancrés au droit des raidisseurs, et ligaturés ou soudés sur ces derniers.

La largeur et la position de la partie saillante des boucles sont telles, que le crochet de l'élingue ne porte pas sur les parois en tête de mur UNIMUR.

Le dimensionnement et la longueur d'ancrage des boucles tiennent compte :

- de la résistance du béton ou la date de livraison sur site.
- de l'épaisseur des parois.
- de la masse des murs.
- d'un coefficient dynamique de 1,15.

7.2 Manutention avec palonnier

La manutention au palonnier permet de garder les élingues parallèles. Cette disposition permet de mobiliser la charge admissible optimale par boucle.

Diamètre (mm)	14	16	18	20
Charge admissible par boucle [daN]	1500	2200	3000	4000

7.3 Manutention sans palonnier

Le non parallélisme des élingues nécessite la majoration de la charge réelle à reprendre par un coefficient multiplicateur.

Angle des élingues	45°	60°
Coefficient	1,41	2,00

Si l'angle est compris entre deux valeurs, on prend le coefficient correspondant à l'angle immédiatement supérieur.

Si nécessaire, les boucles de levage peuvent être inclinées afin de respecter la condition de 45° pour l'angle formé par le plan des boucles et l'axe de l'élingue.

7.4 Conditions particulières

Lorsque le nombre de boucles est supérieur à deux, les dispositions doivent être telles, que la répartition des efforts entre les boucles soit connue et compatible avec les prescriptions précédentes.

Dans le cas contraire, l'hypothèse la plus défavorable est prise en compte pour déterminer la charge à reprendre par la boucle.

7.5 Mise en place

Après la pose, le mur UNIMUR est maintenu en position par des étais tire-pousse, fixés aux murs par l'intermédiaire de tire-fonds et de douilles PVC type QUICKY, ou de boulons et de douilles métalliques type M16-M20 pour les ouvrages exposés au vent (les douilles étant mise en place lors de la fabrication des murs UNIMURS).

Le titulaire de l'Avis Technique propose des recommandations de mise en sécurité à la pose, basées sur l'incorporation de douilles ou d'un système plus élaboré à base d'équerres embases de garde-corps ou de passerelles.

Il diffuse systématiquement auprès des utilisateurs un guide de pose.

7.6 Transport et stockage

Les UNIMUR sont stockés verticalement ou horizontalement en fonction des dimensions des murs.

Si la hauteur ou la largeur est supérieure à 2,50m :

Transport avec chevalets métalliques.

Si la hauteur ou la largeur est inférieure à 2,50m :

Transport à plat ou avec chevalets métallique.

8. Divers

8.1 Aspect des parements

Tous les panneaux présentent une surface brute de décoffrage. Le mode de production des murs UNIMUR ne permet de garantir une homogénéité de teinte sur un nombre important de panneaux.

Les parois apparentes peuvent être revêtues d'un système d'isolation par l'extérieur ou comporter une finition compatible avec une paroi brute de décoffrage.

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

8.2 Conditions d'exploitation du procédé

Calcul des structures :

Il est fait par le Bureau d'Etudes Techniques de l'opération, en tenant compte du procédé. Le calepinage est effectué par UNIPRE s.r.l. et approuvé par le B.E.T.

Fabrication :

Elle est réalisée dans l'usine de la société :
UNIPRE SRL – Casalmiocco - ITALIE

Commercialisation :

Elle est réalisée dans l'usine de la société :
UNIPRE SRL – Casalmiocco - ITALIE

Mise en œuvre :

Elle est réalisée par l'entreprise titulaire du marché.

8.3 Aide à la mise en œuvre

La société UNIPRE SRL fournira systématiquement au client une documentation sur les spécificités de mise en œuvre des murs UNIMUR.

De plus, l'ensemble des nouveaux clients ou des clients utilisant pour la première fois une technologie de murs UNIMUR particulière seront assistés par un expert de la société UNIPRE SRL lors de la préparation et de la mise en place des premiers murs UNIMUR.

Cette démarche pourra aussi être mise en place au cas par cas pour l'ensemble des clients utilisateurs du mur UNIMUR.

B Références

Il a été posé près de 110.000 m² de surfaces de murs UNIMURS selon ce procédé.

Cf tableau page suivante.

N°	CLIENT	ADRESSE	UNITE	QTE	DEB	FIN
0396/2003	GFC Construction	ZAC SAINT CLAIR LYON	mq.	1800	07-avr-03	15-avr-03
0531/2005	MACONNERIE PINTO SARL Constructions - Rénovations	RUMILLY HAUTE SAVOIE	mq.	200	15-avr-05	30-avr-05
0868/2004	Losinger Construction Sa	SUITE HOTEL - VERNIER Angle AV. CASAI	mq.	1281	14-mai-04	14-août-04
0993/2003	Losinger Construction Sa	22 LOGEMENTS PESTALOZZI GENEVE	mq.	1000	25-juin-03	25-juin-03
1243/2004	Losinger Construction Sa	"LE HAMEAU ST. SULPICE" Rue du centre 44	mq.	712	04-oct-04	04-oct-04
1248/2005	PEGAZ & PUGEAT Agence des Savoie	FONTACOUERT -La Tous- suire Boulevard de Ceintura FRANCIA	mq.	260	25-juil-05	26-juil-05
1273/2005	GFC Construction	ANNEMASSE route Bonne- ville res."Marie Laurencin"	mq.	660	05-août-05	31-août-05
1274/2005	PALA MACONNERIE Dikme Harun Maçonnerie - Béton Armé	LE REJAN - THONON LES BAINS	mq.	445	17-juin-05	01-août-05
1422/2005	SARL TODESCO Vincent & Fils Entreprise Generale de Maçonnerie & Batiment	MAXILLY 13 logements	mq.	350	28-juin-05	30-juin-05
1458/2004	GFC Construction	GRAND HORIZON - MARSEILLE Boulevard de Dunkerque	mq.	700	25-août-04	25-août-04
1558/2005	MEGEVAND GERARD ET CIE	ANNEMASSE st. Juiulien 74	mq.	1240	18-juil-05	18-sept-05
1562/2005	S.A BOTTA & FILS	MERIBEL - MOTTARET Plan de Mains	mq.	1000	01-août-05	31-août-05
1581/2005	Sarl Entreprise BUTTIN Char- vier Maçonnerie - Neuf & Rénova- tion	CHAMBERY Av. De Villar- cher 537 Sci SascaSci Sasca	mq.	500	15-juil-05	01-août-05
1614/2005	PEGAZ & PUGEAT Agence des Savoie	ANNECY (MANNI 2)	mq.	400	01-sept-05	04-nov-05
1638/2003	GFC Construction	Parc du Moulin - Gex	mq.	320	15-oct-03	15-mai-04
1646/2003	S.D.M.C.	494 RUE DES COLOMBIERES BOURG SAINT MAURICE	mq.	3000	27-oct-03	30-mars-04
1657/2004	Losinger Construction Sa	CHANCY - BK 4102 VERGER DE CHAPLONG	mq.	260	18-oct-04	18-oct-04
1927/2005	MEGEVAND GERARD ET CIE	Contamines	mq.	2500	15-sept-05	30-nov-05
1937/2005	MANNI MARCEL	ST. JUAN DE SIXT (imp. Peira)	mq.	400	30-sept-05	30-sept-05

REFERENCES EN FRANCE

Figures et tableaux du Dossier Technique

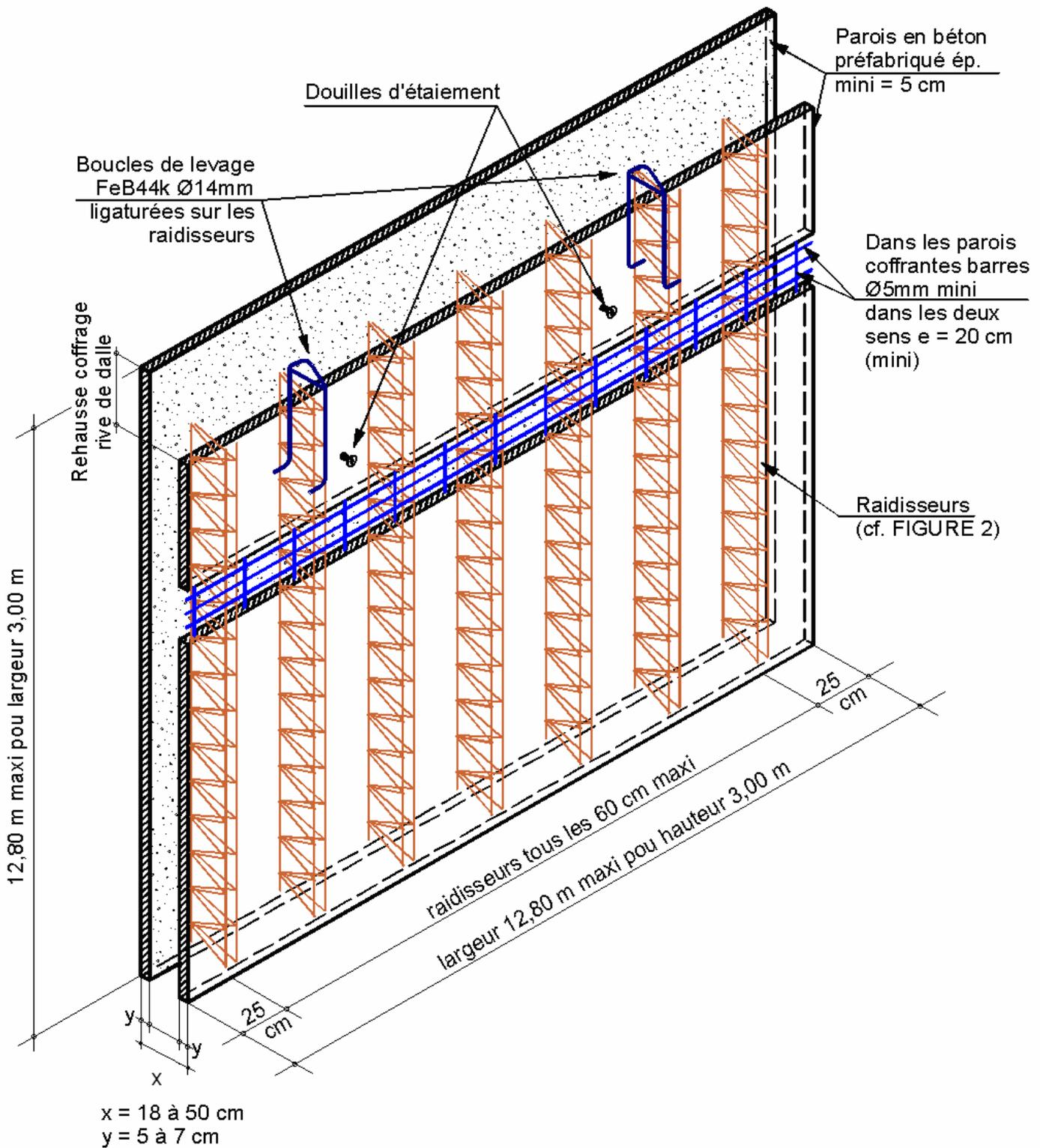
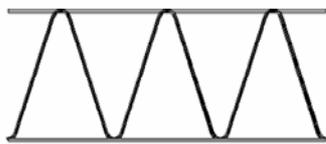
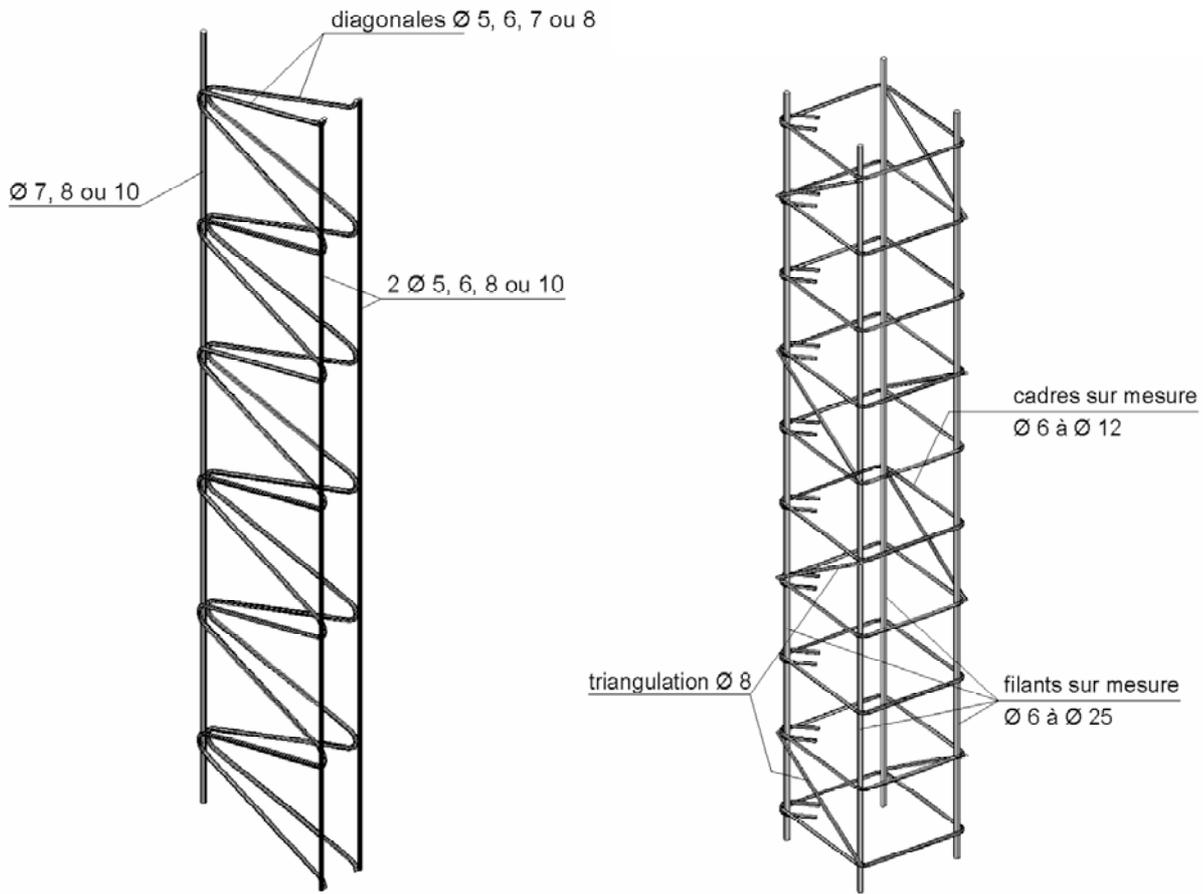
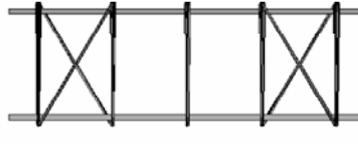
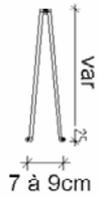


FIGURE 1. : PERSPECTIVE MUR UNIMUR



Raidisseur standard
Triangulaire type PITTINI



Raidisseur carré sur mesure

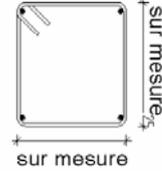


FIGURE 2. : RAIDISSEURS / POUTRELLES

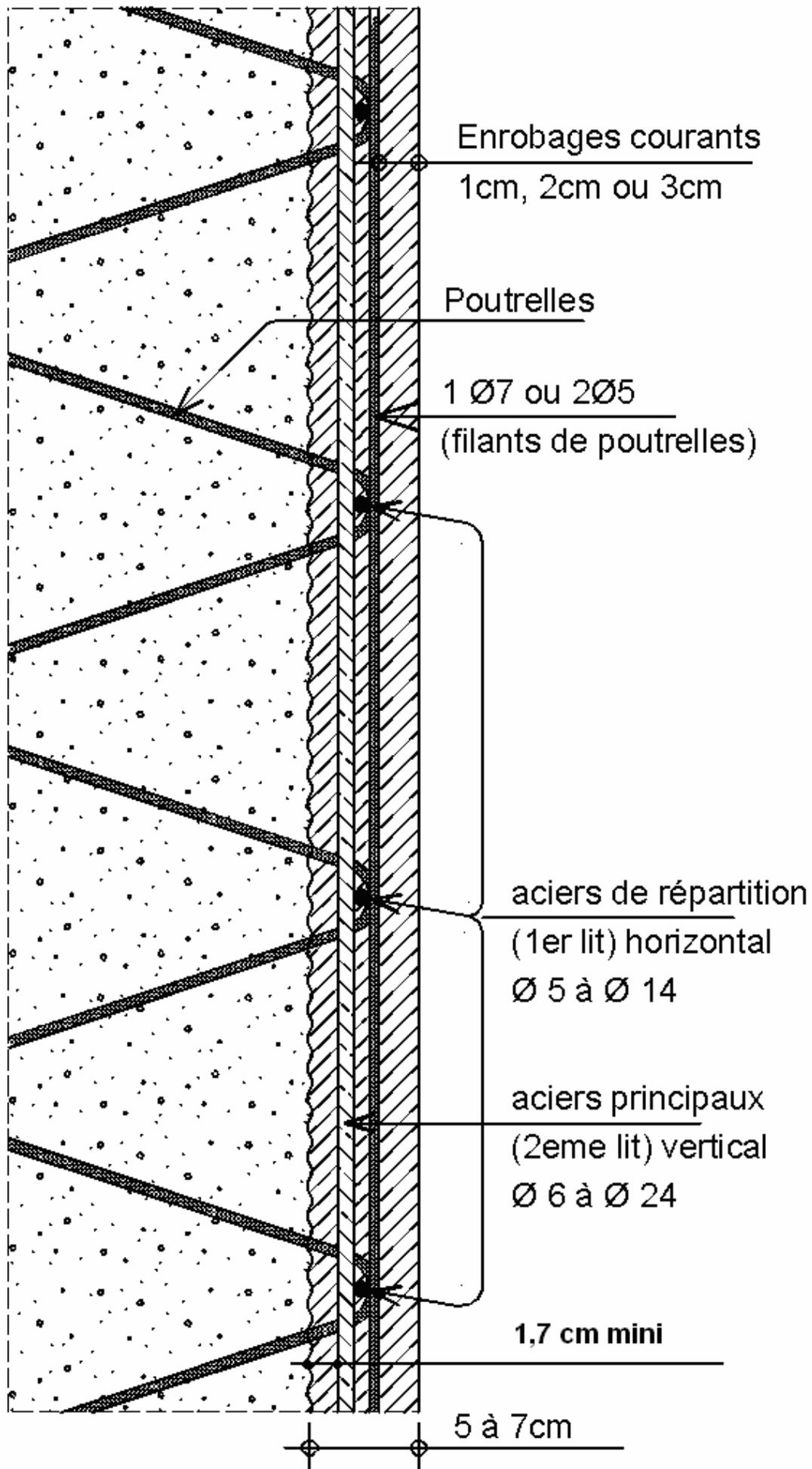


FIGURE 3. : POSITION DES ARMATURES

Coupe courante

Coupe courante

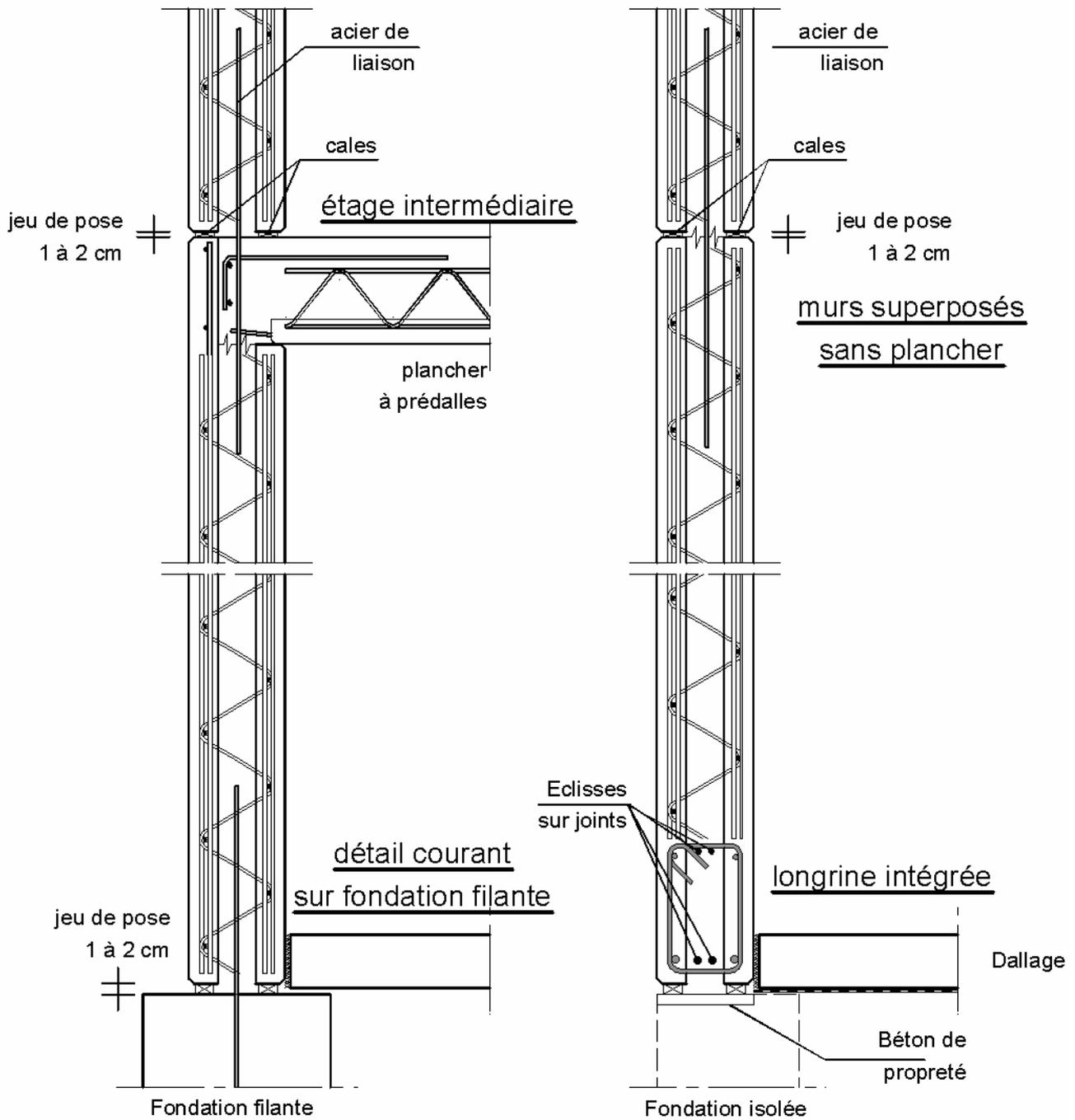
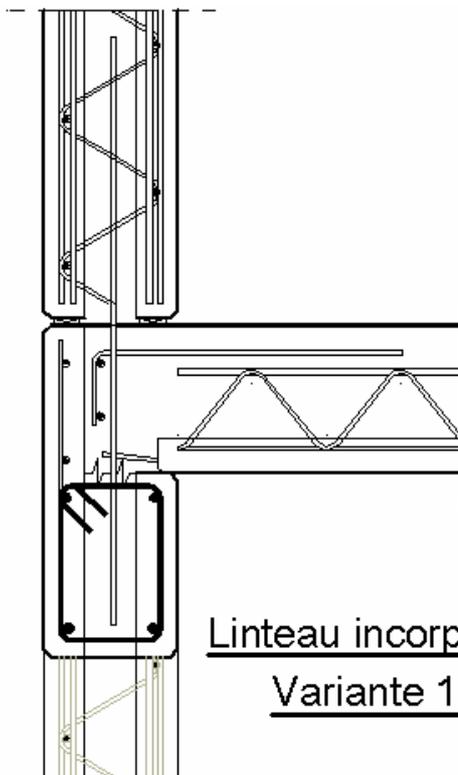
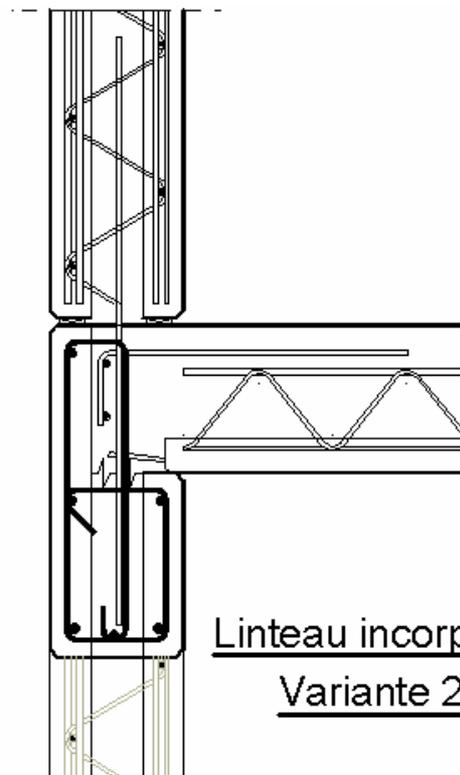


FIGURE 4. : COUPES VERTICALES COURANTES

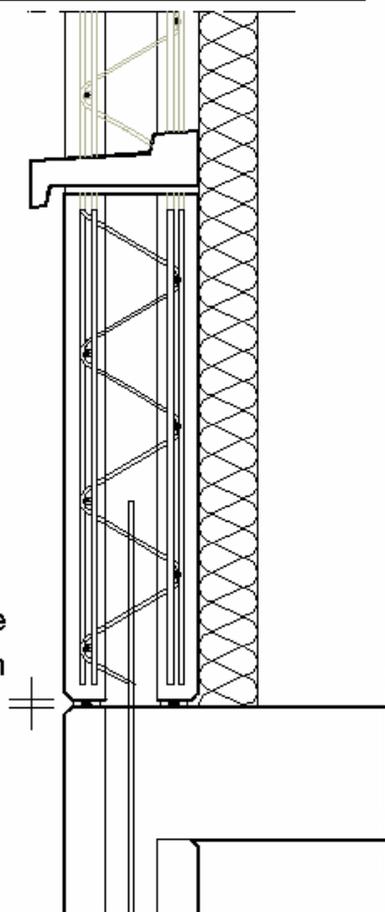


Lintheau incorporé
Variante 1



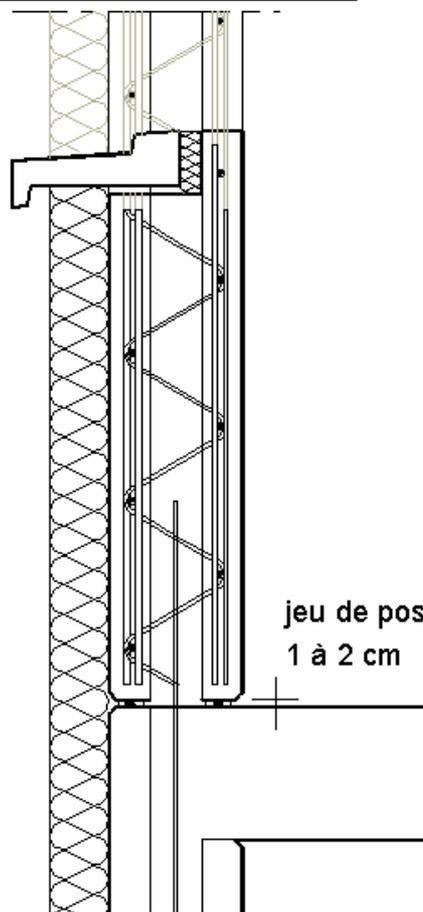
Lintheau incorporé
Variante 2

Détail sur allège
avec isolation intérieure



jeu de pose
1 à 2 cm

Détail sur allège
avec isolation extérieure



jeu de pose
1 à 2 cm

FIGURE 5. : ALLEGES ET LINTEAUX

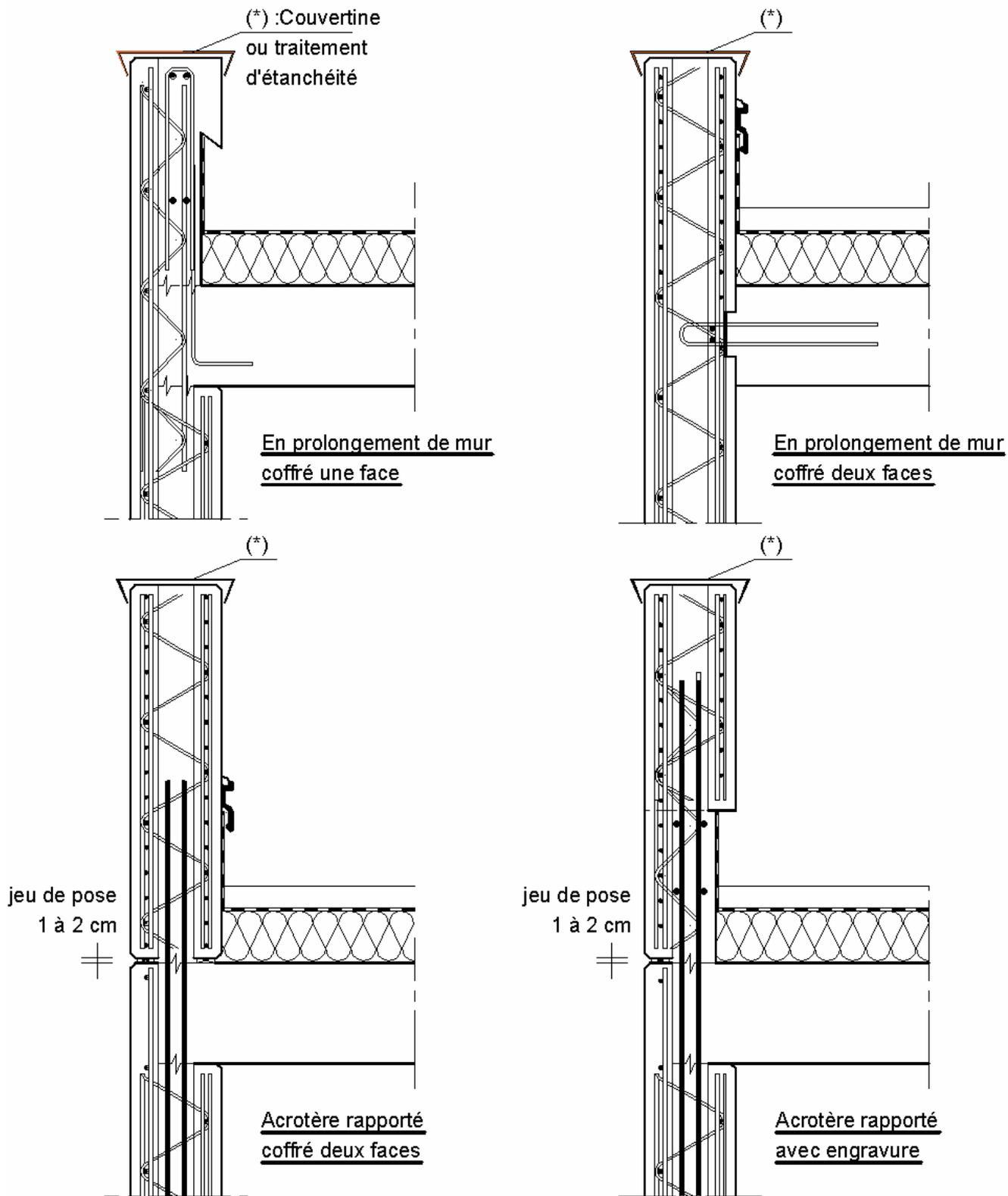


FIGURE 6a. : ACROTÈRES

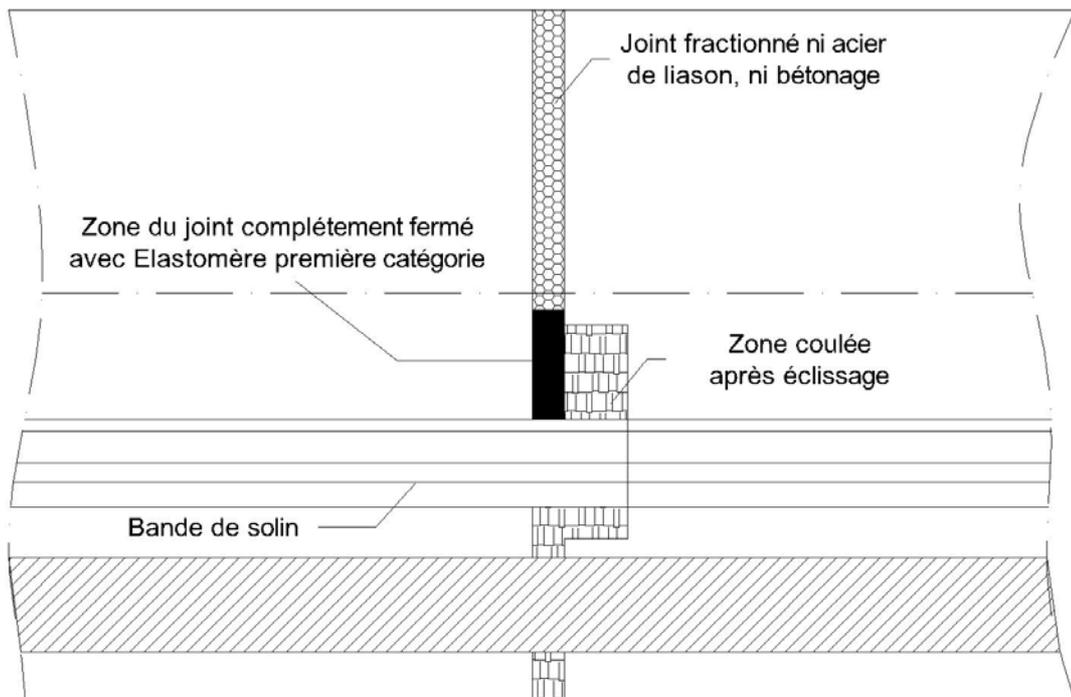
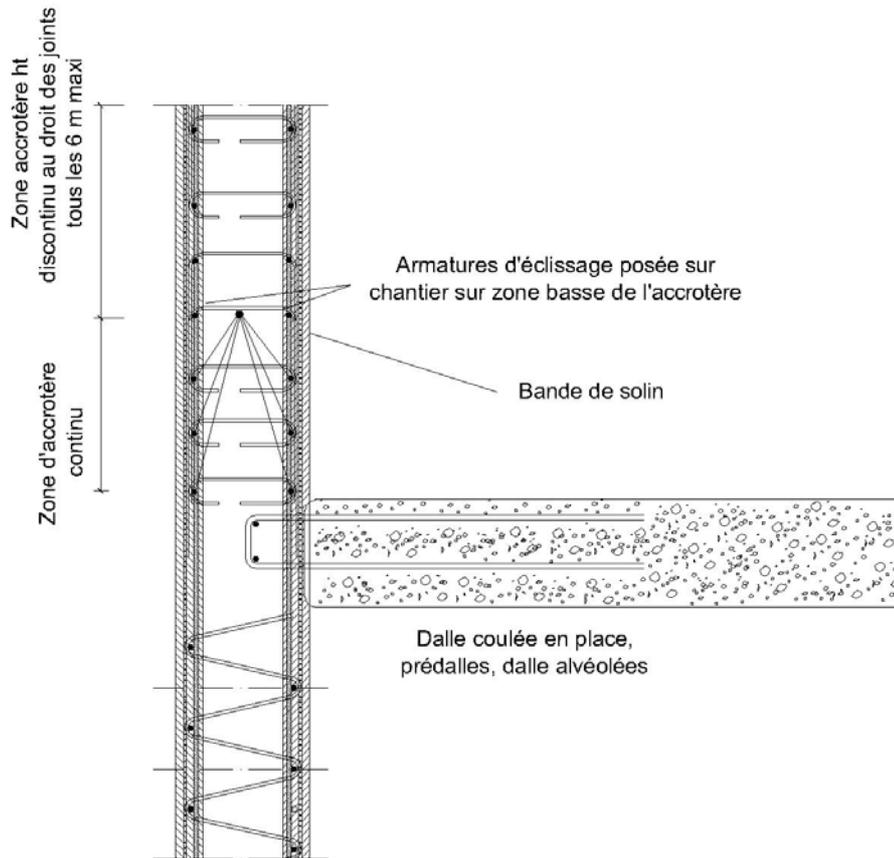


FIGURE 6b. : ACROTÈRES

Coupe courante
sur mur incliné

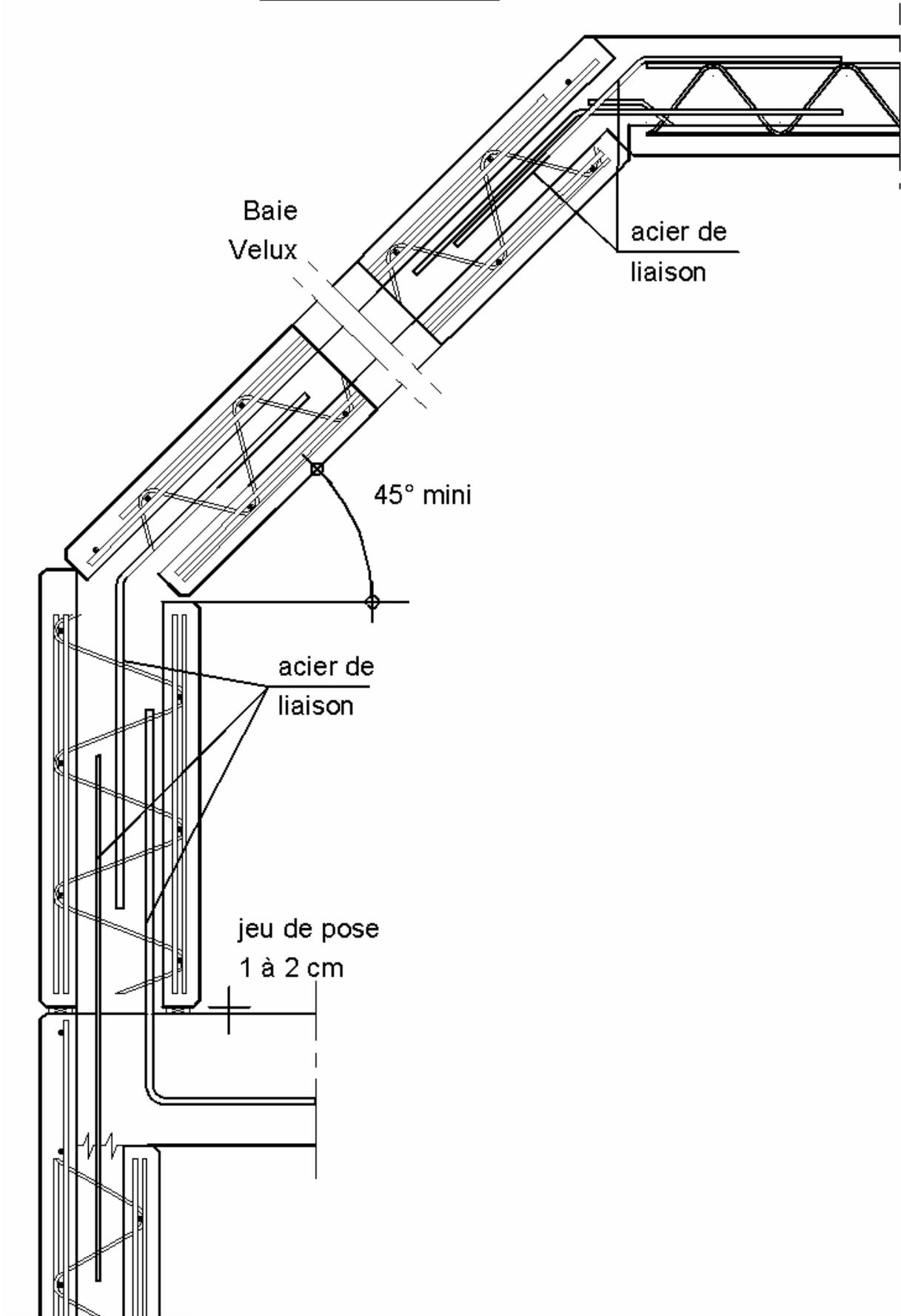
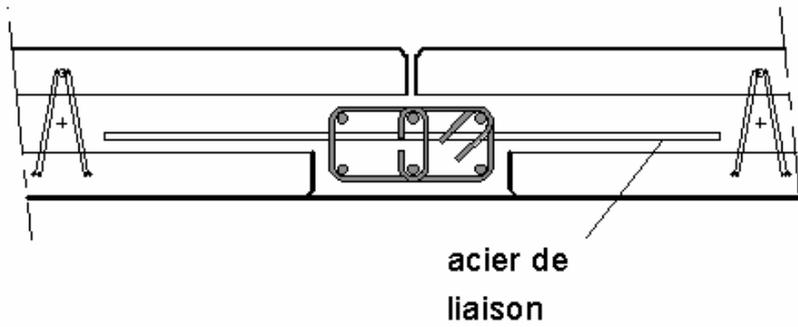
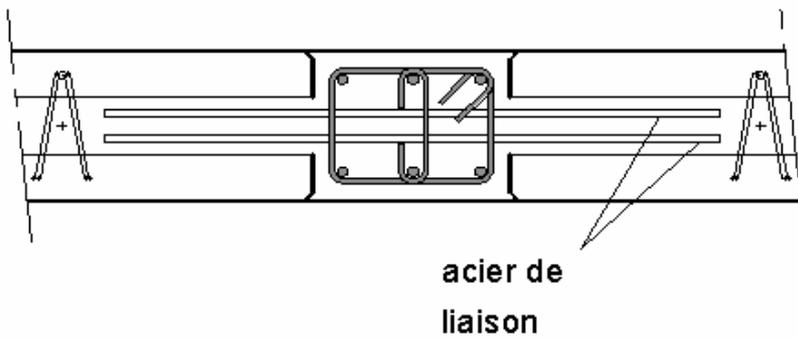
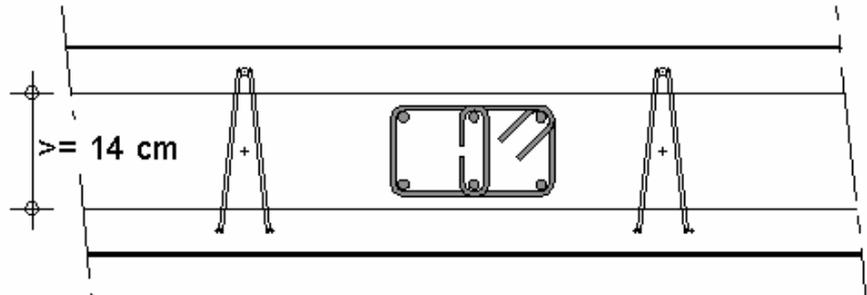


FIGURE 7. : MURS INCLINES



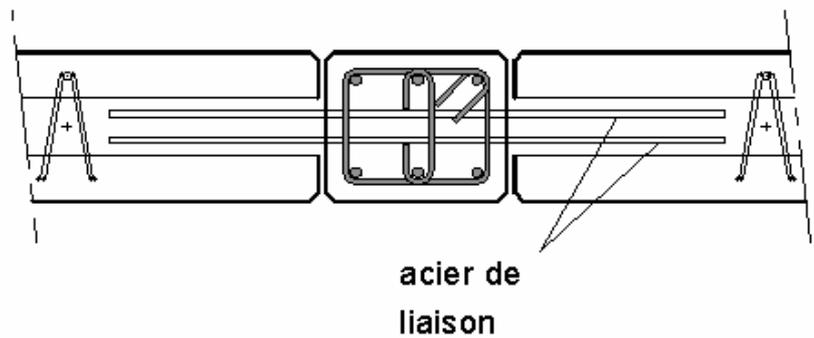
Poteau
entre 2
éléments.

Poteau
en renfort
sur place



Poteau
coulé sur
place.

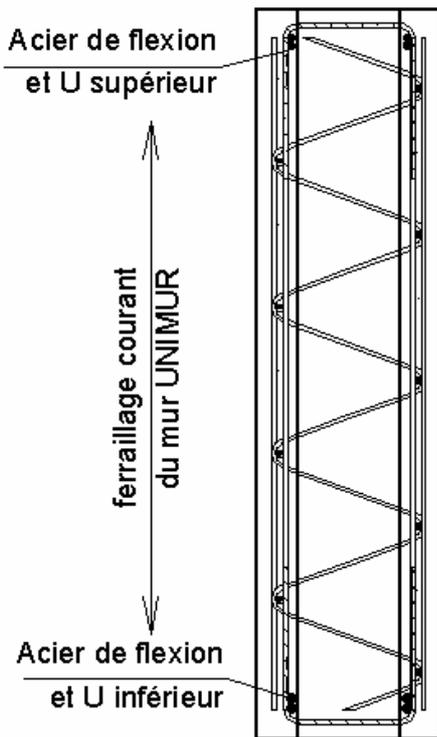
Poteau
préfa.



Poteau
intégré
au mur.

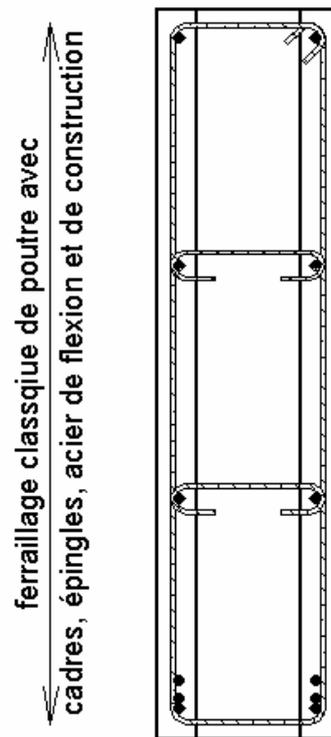
FIGURE 9. : POTEUX INTEGRES

POUTRES UNIMURs



Variante 1

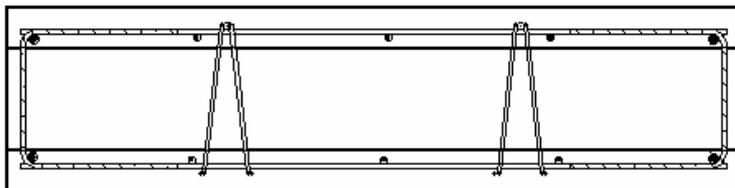
U inférieur et supérieur
+ poutrelles standards



Variante 2

corbeille complète intégrées
(sans raidisseurs)

POTEAUX UNIMURs



Variante 1

U aux abouts
+ poutrelles standards

Variante 2
corbeille complète intégrées
(sans raidisseurs)

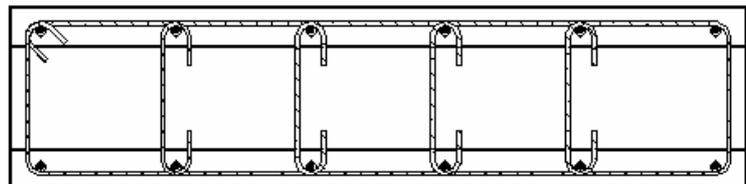
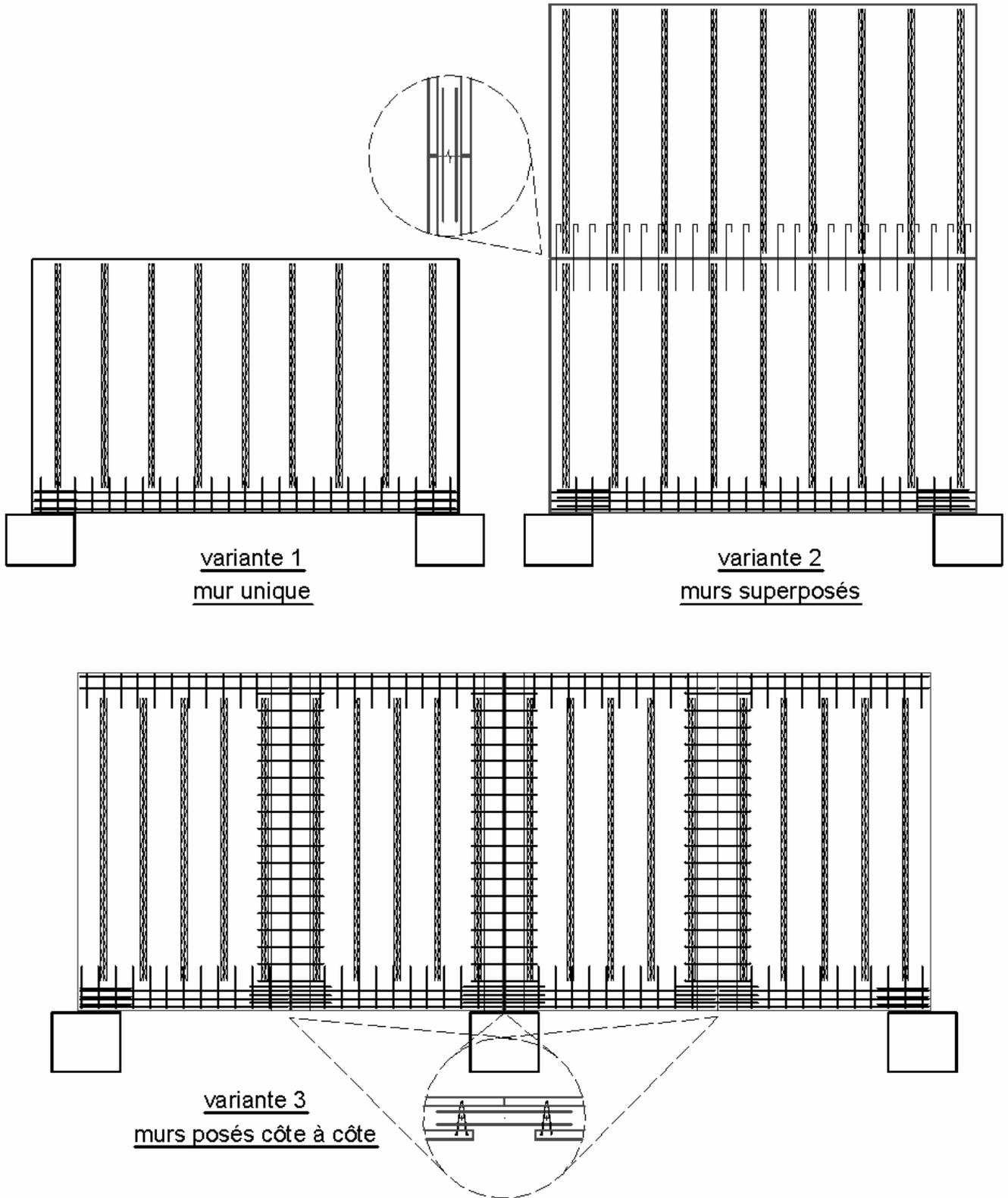


FIGURE 10. : POTEAUX ET POUTRES UNIMURs



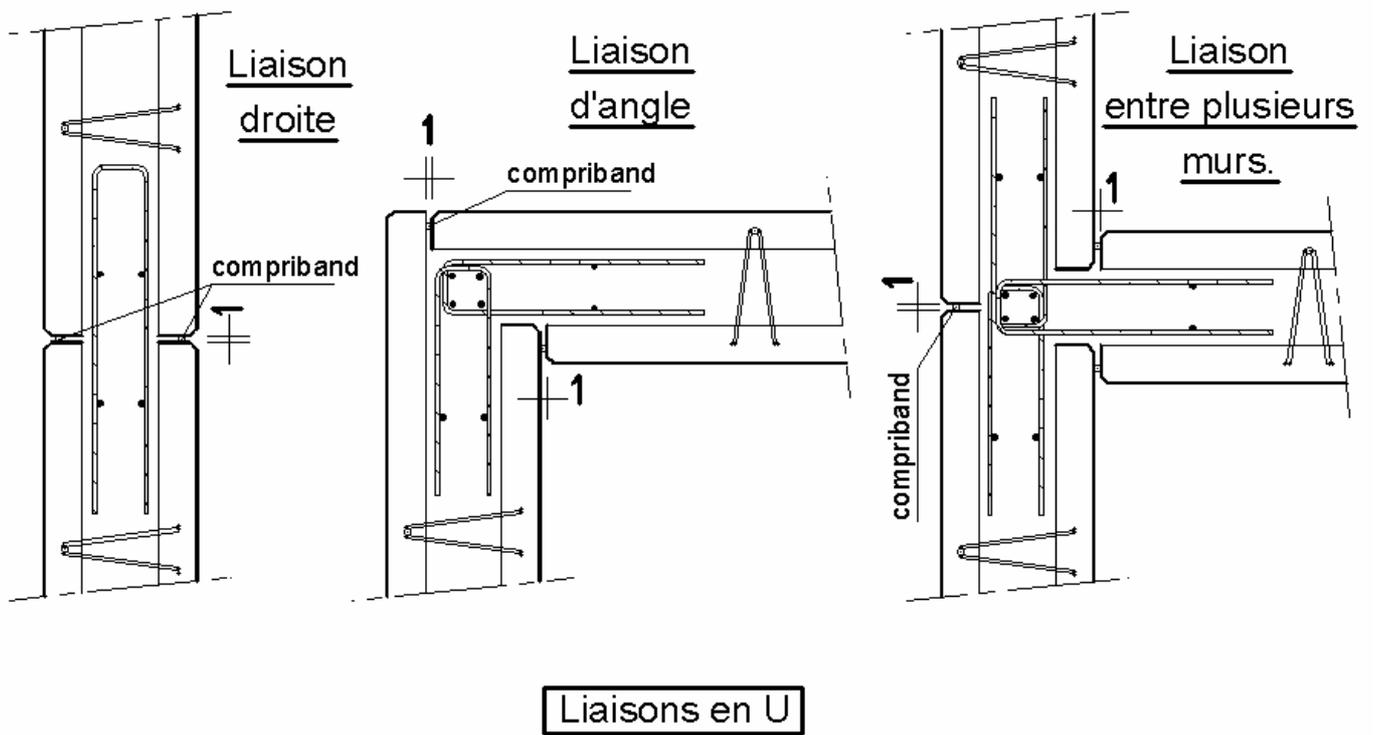
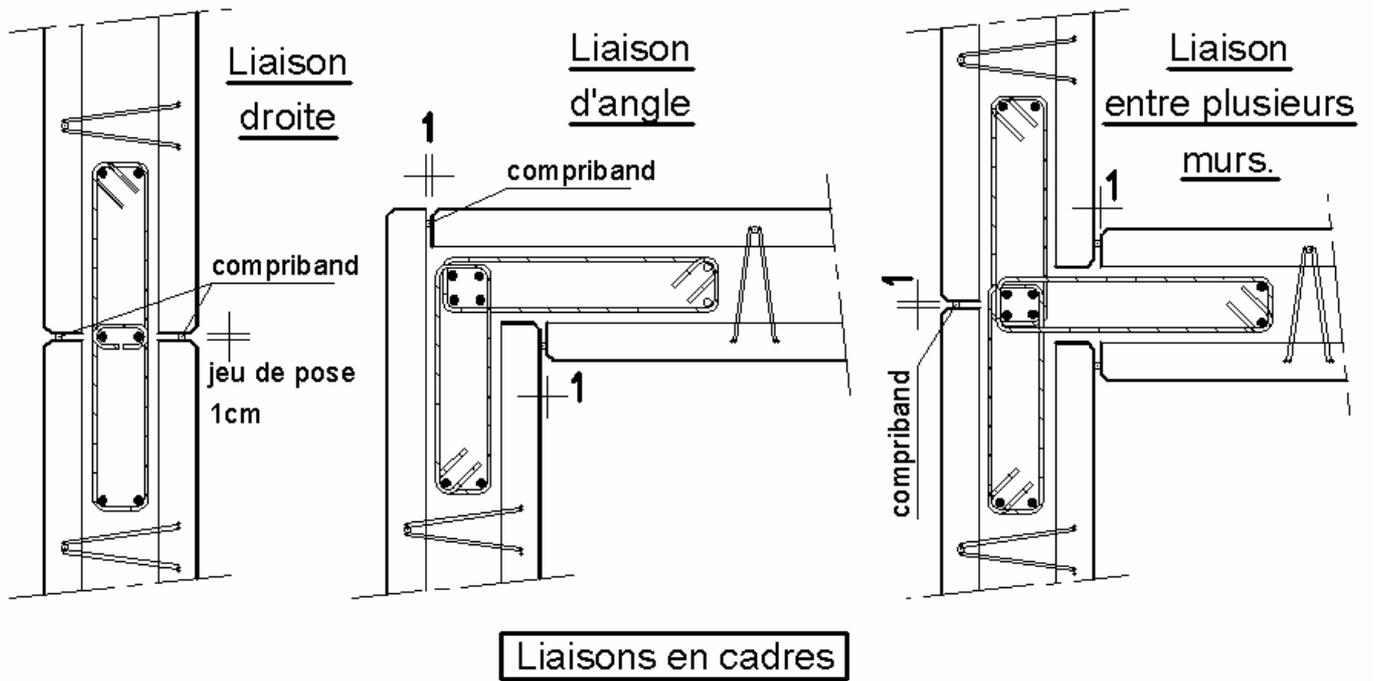
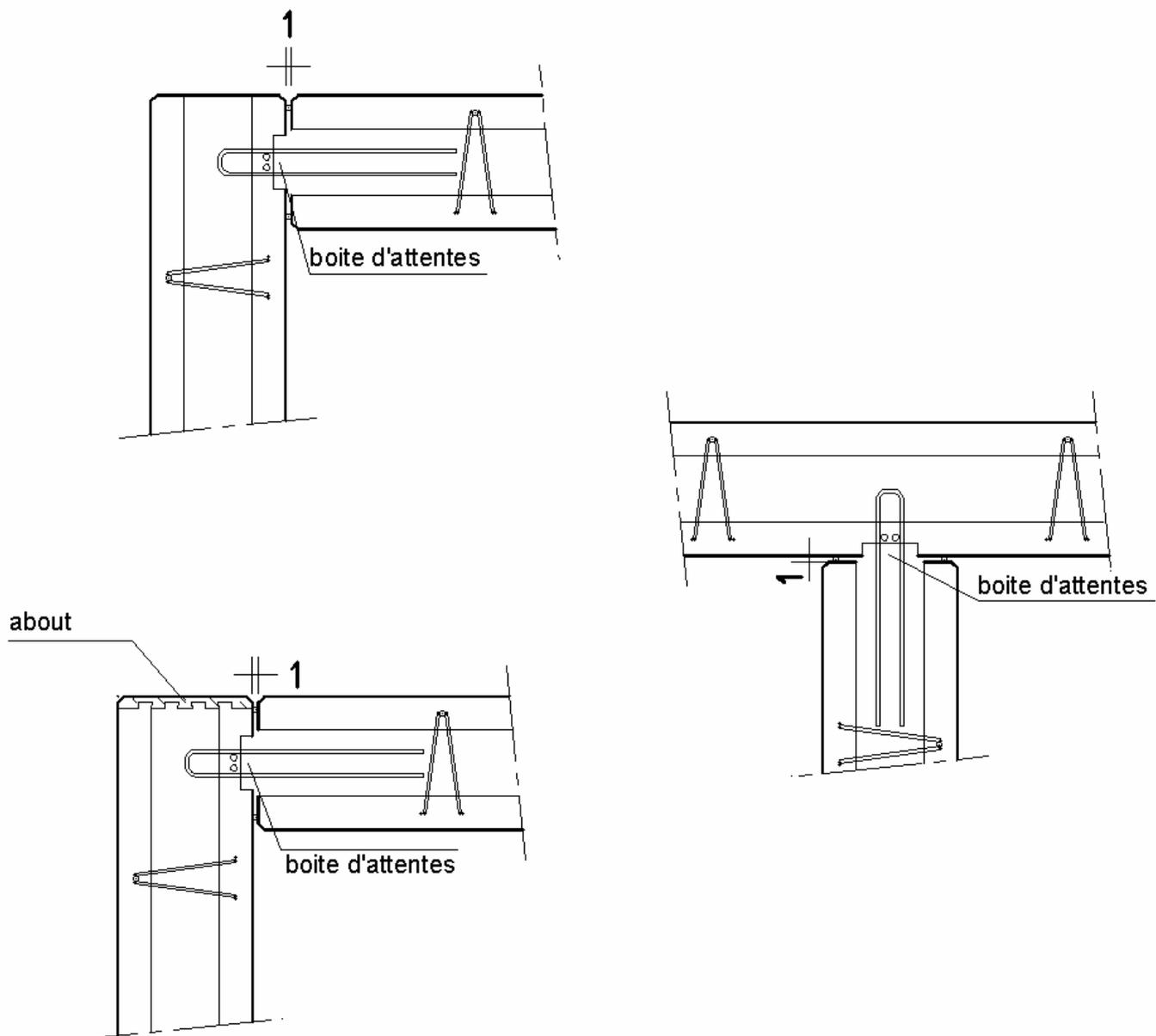


FIGURE 12. : DETAILS DE LIAISONS VERTICALES



**FIGURE 13. : DETAILS DE LIAISONS VERTICALES
AVEC BOITES D'ATTENTES**

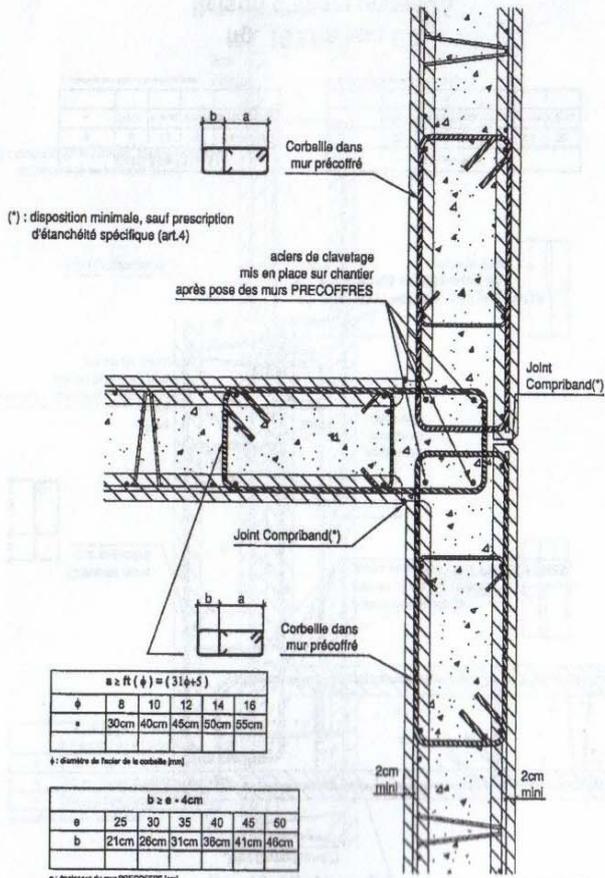


fig. 20 / liaison E5
liaison refend encastré

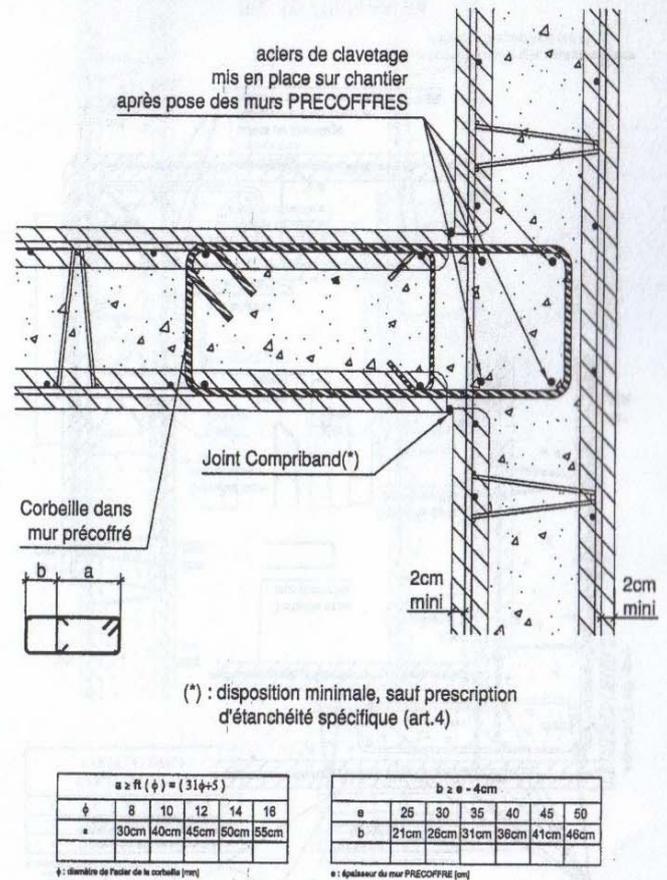


fig. 21 / liaison E6
liaison refend encastré

FIGURE 13 A. : DETAILS DE LIAISONS VERTICALES
TYPE ENCASTRE

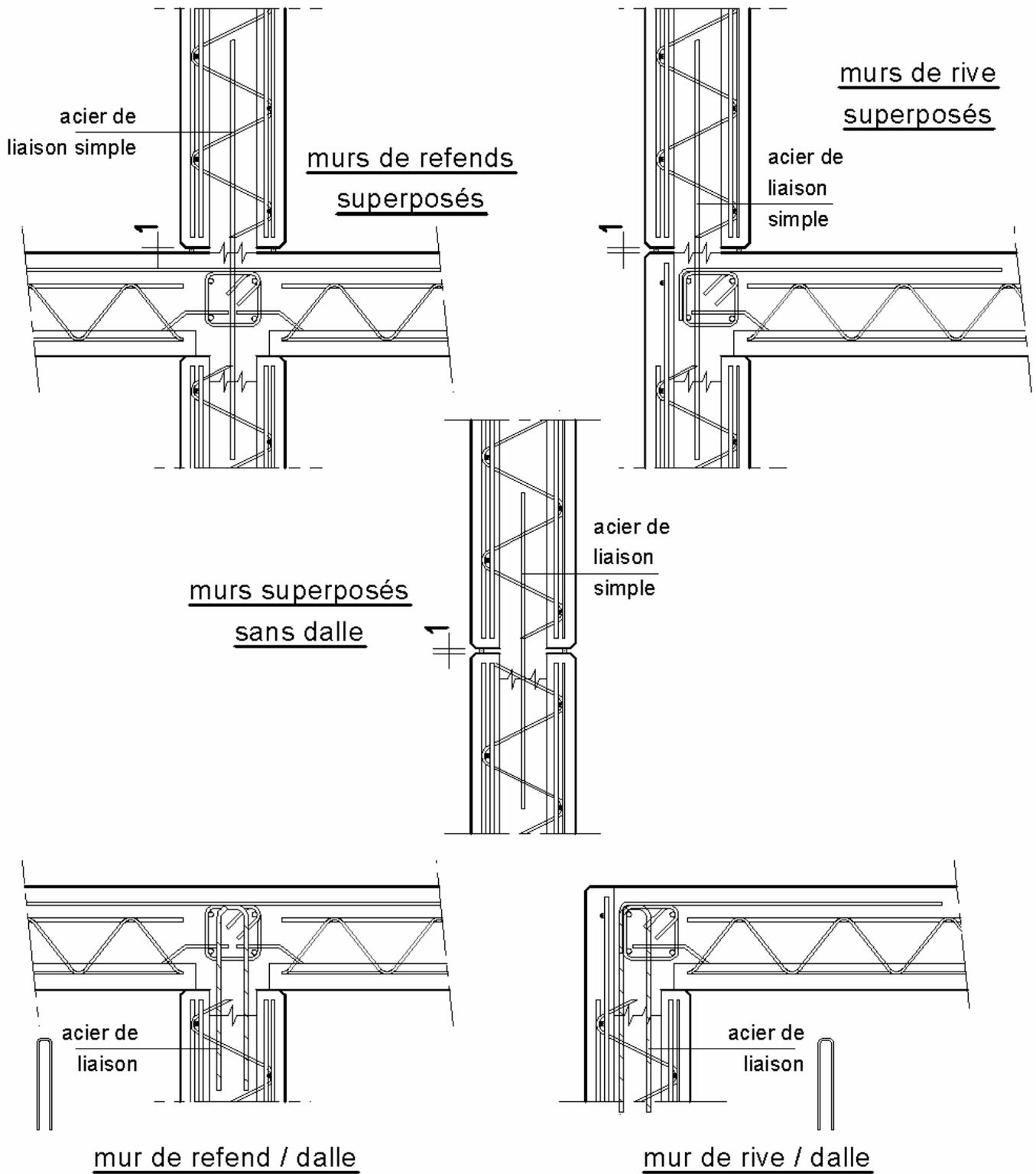


FIGURE 14. : DETAILS DE LIAISONS HORIZONTALES

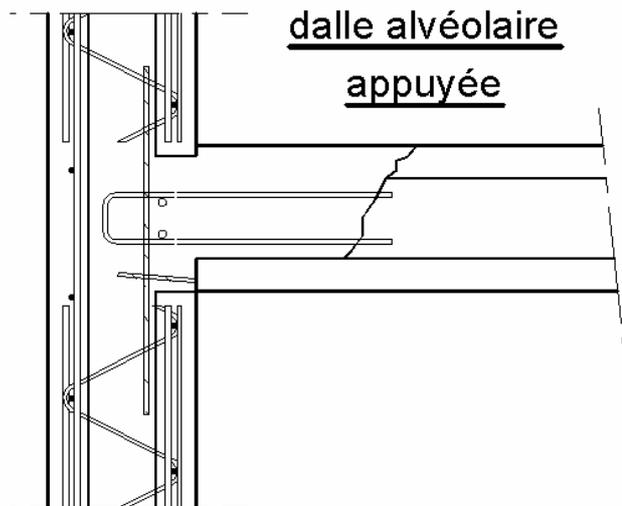
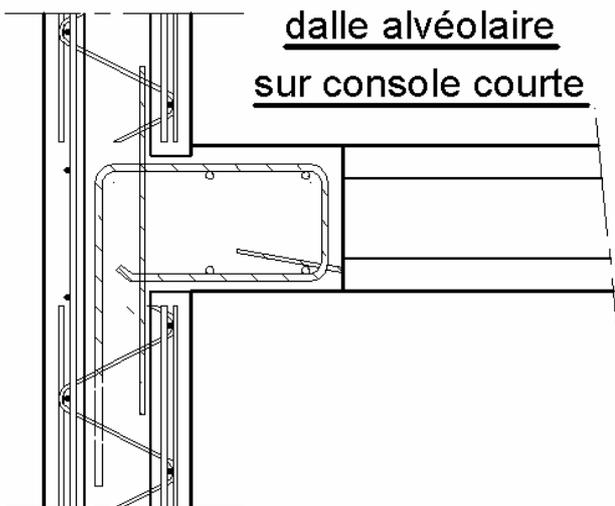
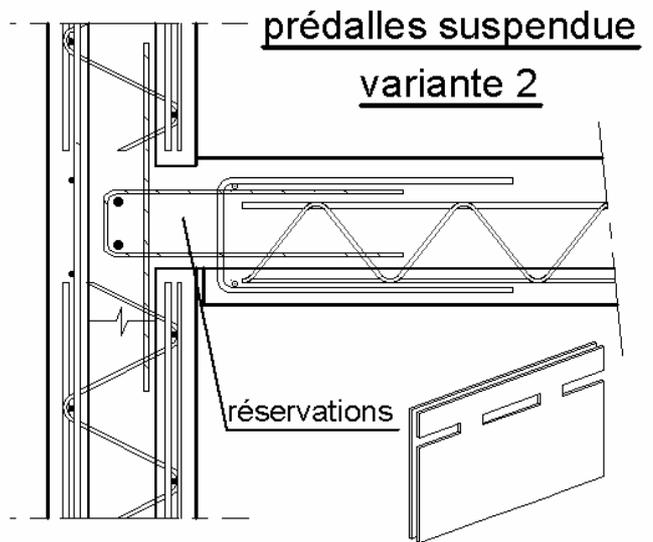
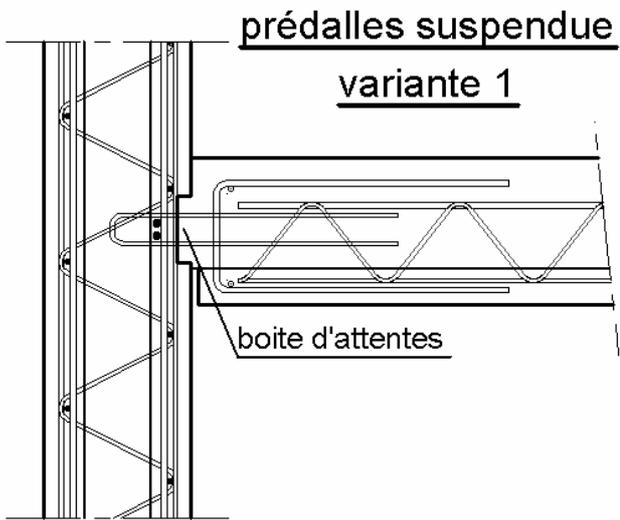
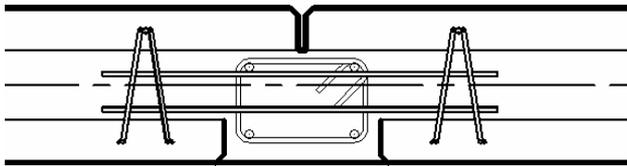
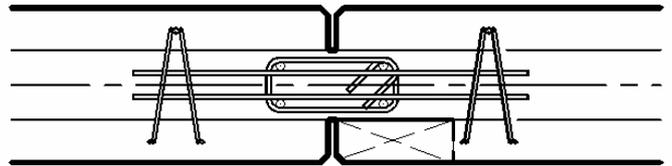


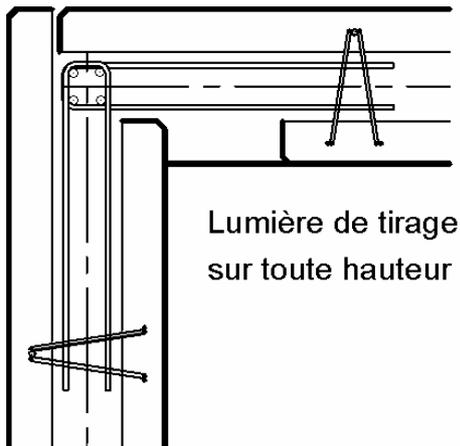
FIGURE 15. : DETAILS DE LIAISONS HORIZONTALES (suite)



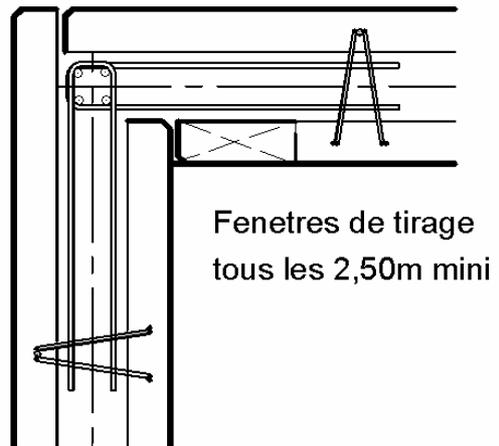
Lumière de tirage
sur toute hauteur



Fenêtres de tirage
tous les 2,50m mini



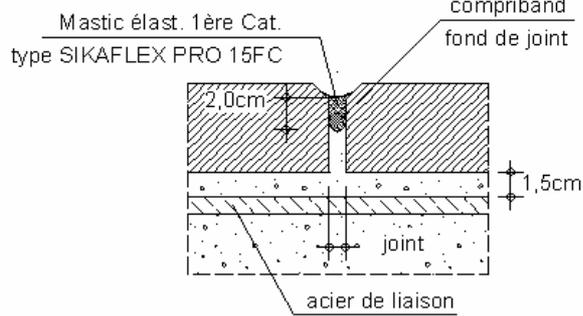
Lumière de tirage
sur toute hauteur



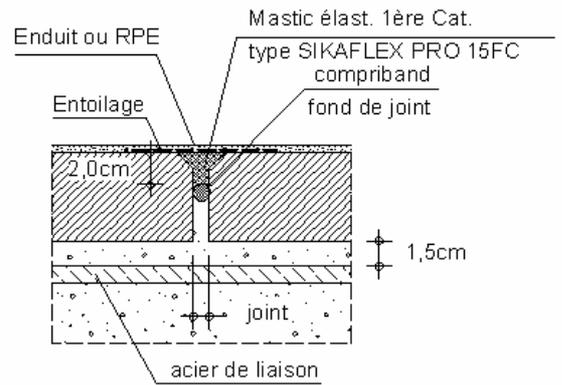
Fenêtres de tirage
tous les 2,50m mini

FIGURE 16. : DETAILS DE LIAISONS SISMIQUES

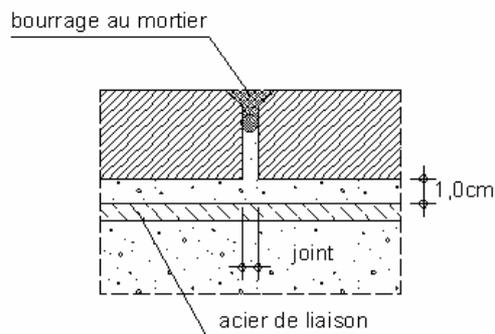
Joint de façade exposée



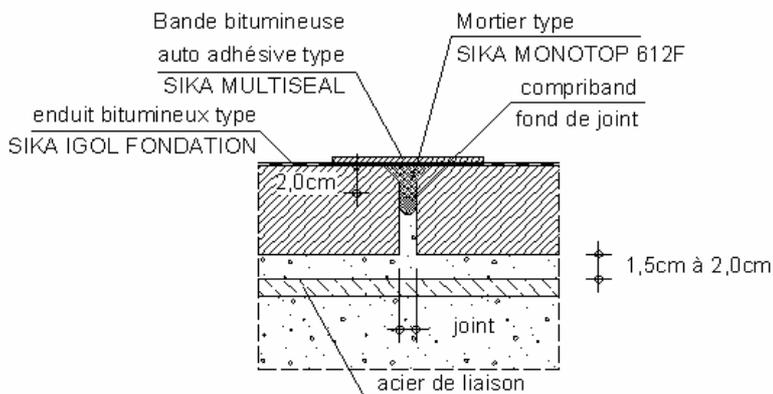
Joint de façade exposée avec enduit



Joint de locaux secs



Joint accessible contre terre



Joint non accessible contre terre

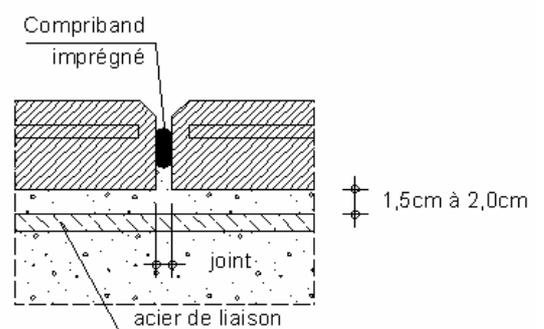


FIGURE 17. : DETAILS DE JOINTS