

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3187_V1

ATEx de cas a

Validité du 30/04/2023 au 31/05/2024



Copyright : Société SPURGIN LEONHART

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. (*extrait de l'art. 24*)

A LA DEMANDE DE :

Société : SPURGIN LEONHART

Adresse : Route de Strasbourg 67603 SELESTAT

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – www.cstb.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3187_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de PREMUR EVIDE

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 21/04/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : Société SPURGIN LEONHART, Route de Strasbourg, 67603 SELESTAT
- Technique objet de l'expérimentation :
 - Procédé de mur à coffrage intégré constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques. Des composants en béton de bois de forme octogonale sont intégrés en production dans le noyau.
 - Les dimensions du « PREMUR EVIDE » sont au minimum de 2 m et au maximum de 12,36 m de longueur x 3,70 m de hauteur pour des épaisseurs de 18 à 25 cm. L'épaisseur des parois est comprise entre 50 et 70 mm pour la première paroi et entre 60 et 70 mm pour la deuxième paroi.
 - Le procédé est utilisé pour la construction de locaux d'habitation, de bureaux, d'ERP et de locaux industriels. Les limitations du domaine d'emploi sont données au §1.1.3 du Cahier de charges établi par le demandeur ;
 - L'utilisation du procédé « PREMUR EVIDE » dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, n'est pas visé.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3187_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **31/05/2024**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées au §4 du présent document.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages

Le dimensionnement du procédé « PREMUR EVIDE » est similaire à celui d'un mur traditionnel, mais il nécessite toutefois des vérifications spécifiques pour tenir compte de la présence des joints et des composants en béton de bois. Les prescriptions de conception et de calcul détaillées dans le Dossier Technique sont établies par référence au Cahier des Prescriptions Techniques communes aux procédés de Murs à Coffrage Intégré du Cahier 3690_V2 - Juillet 2014 (CPT MCI) ; des coefficients de réduction de la résistance de calcul du mur en compression et en cisaillement sont y également donnés pour tenir compte de la présence des composants en béton de bois.

Moyennant le respect des recommandations figurant au § 4 ci-après, la stabilité des ouvrages est appréciée favorablement.

1.2 – Sécurité des intervenants et usagers

Le système de levage des murs a fait l'objet des essais conformément au protocole de caractérisation des inserts de levage, validé par le Groupe Spécialisé n° 3.2. Les Charges Maximales d'Utilisation (CMU) et les conditions de manutention sont indiquées dans le cahier des charges annexé au présent document. La sécurité des intervenants est assurée moyennant le respect des dispositions de sécurité usuelles relatives à la mise en œuvre d'éléments préfabriqués, décrites dans le cahier des charges.

La sécurité des usagers est assurée au même titre que pour les procédés de murs traditionnels en béton armé.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Du fait de la présence des composants en béton de bois, la stabilité du procédé « PREMUR EVIDE » en cas d'incendie fait l'objet d'une appréciation de laboratoire du CERIB référencée n° 041220-B. Elle permet de justifier selon les critères de résistance (R), d'étanchéité (E) et d'isolation (I) d'un mur réalisé avec le procédé « PREMUR EVIDE » pour une durée de 180 minutes.

Les conditions de validité de ce classement sont détaillées dans l'Appréciation de Laboratoire n° 041220-B délivrée par le CERIB.

Le présent document comporte 5 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3187_V1

1.4 – Sécurité en cas de séisme

L'utilisation du procédé « PREMUR EVIDE » dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, n'est pas visé.

2°) Faisabilité

2.1 – Fabrication

La fabrication des « PREMUR EVIDE » est réalisée dans les usines de la société SPURGIN. Cette usine possède les moyens nécessaires pour la production de ce type d'éléments préfabriqués conformément au dossier technique. Dans ces conditions, la faisabilité de fabrication est avérée.

2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre ne pose pas de problème particulier pour une entreprise de gros-œuvre. Elle est effectuée, conformément aux prescriptions du cahier des charges annexé au présent document, par l'entreprise en liaison, dès la phase de conception, avec le titulaire qui lui livre les « PREMUR EVIDE » accompagnés du plan de préconisation de pose complet.

2.3 – Assistance technique

Les Clients utilisant pour la première fois les « PREMUR EVIDE » seront assistés par un expert de SPURGIN LEONHART lors de la préparation et de la mise en place des premiers « PREMUR EVIDE ». Cette démarche pourra aussi être mise en place au cas par cas pour l'ensemble des clients utilisateurs du « PREMUR EVIDE ».

3°) Risques de désordres

Moyennant le respect des recommandations ci-dessous, le procédé ne présente pas de risque de désordres particuliers. Les risques de désordre peuvent être considérés comme minimes.

5°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Retenir une longueur minimale de 2 m pour tout mur porteur réalisé avec le procédé « PREMUR EVIDE ».

7°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est *assurée*,
- La faisabilité est *avérée*,
- Les désordres sont *minimes*

Champs sur Marne,

Le Président du Comité d'Experts,



Ménad CHENAF

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3187_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société :
SPURGIN LEONHART
Route de Strasbourg
67603 SELESTAT

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

- Procédé de mur à coffrage intégré constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques. Des composants en béton de bois sont intégrés en production dans le noyau. Les parois servent de coffrage en œuvre à un béton prêt à l'emploi, pour la réalisation de murs articulés.
- 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.
- Les dimensions du « PREMUR EVIDE » sont au minimum de 2 m et au maximum de 12,36 m de longueur x 3,70 m de hauteur pour des épaisseurs de 18 à 25 cm. L'épaisseur des parois est comprise entre 50 et 70 mm pour la première paroi et entre 60 et 70 mm pour la deuxième paroi.
- Les menuiseries sont rapportées en œuvre.
- Le procédé est utilisé pour la construction de locaux d'habitation, de bureaux, d'ERP et de locaux industriels. Les limitations du domaine d'emploi sont données au §1.1.3 du Cahier de charges établi par le demandeur ;
- L'utilisation des « Prémur EVIDE » dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques, au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010, n'est pas visée.
- La fabrication des « Prémur EVIDE » est réalisée dans les usines de la société SPURGIN LEONHART.
- Les « Prémur EVIDE » feront l'objet d'un marquage CE suivant la norme NF EN 14992, ainsi que d'une certification NF selon le référentiel NF 548.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3187_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3187_V1

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 48 pages.

Procédé de Prémur évidé

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 24 04 2023

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3187_V1.

1	DESCRIPTION	9
1.1	PRINCIPE ET DOMAINE D'EMPLOI	9
1.1.1	<i>Description succincte</i>	9
1.1.2	<i>Identification</i>	9
1.1.3	<i>Domaine d'emploi</i>	9
1.2	ELEMENTS ET MATERIAUX	9
1.2.1	<i>Béton des parois préfabriqués</i>	9
1.2.2	<i>Béton de remplissage</i>	10
1.2.3	<i>Aciers pour armature</i>	10
1.2.3.1	Armatures de peaux	10
1.2.3.2	Raidisseurs	10
1.2.3.3	Armatures complémentaires de chantier	10
1.2.4	<i>Composants intégrés</i>	10
1.2.5	<i>Accessoires de levage et stabilisation</i>	11
1.2.5.1	Levage	11
1.2.5.2	Douilles de stabilisation	11
1.3	FABRICATION	11
1.3.1	<i>Fabrication</i>	11
1.3.2	<i>Contrôles de fabrication</i>	11
1.3.2.1	Contrôles des galettes	11
1.3.2.1.1	Lors de la fabrication	11
1.3.2.1.2	Au moment de la pose dans la paroi	11
1.3.2.2	Contrôles des bétons	11
1.3.2.3	Contrôles de qualité	12
1.3.2.4	Caractéristiques	12
1.4	CONCEPTION DU PREMUR EVIDE	12
1.4.1	<i>Généralités</i>	12
1.4.2	<i>Position des composants en béton de bois</i>	12
1.4.3	<i>Données en compression</i>	12
1.4.4	<i>Données en cisaillement</i>	13
1.4.5	<i>Dimensionnement du PREMUR EVIDE</i>	13
1.4.5.1	Vérification des liaisons au droit des joints	13
1.4.5.1.1	Vérification de la résistance au cisaillement au droit du joint	13
1.4.5.2	Vérification en zone courante	14
1.4.5.2.1	Vérification en compression	14
1.4.5.2.2	Vérification en cisaillement	14
1.4.5.2.3	Vérification de la résistance au cisaillement sur le contour de liaison au droit du joint	14
1.4.6	<i>Famille de PREMUR EVIDE</i>	15
1.4.6.1	Principes constructifs	15
1.4.6.1.1	Epaisseurs des parois	15
1.4.6.1.2	Enrobage extérieur des armatures de peau	17
1.4.6.1.3	Diamètre et section maximum des armatures dans les parois	17
1.4.6.1.4	Enrobage des armatures du noyau	17
1.4.6.1.5	Equivalence des raidisseurs	18
1.4.6.1.6	Eclissage des armatures	18
1.4.6.2	Eléments sollicités dans leur plan	19
1.4.6.2.1	Murs courants	19
1.4.6.3	Type de liaison	19
1.4.6.3.1	Rotule entre panneaux	19
1.4.6.3.1.1	Joint vertical droit, d'angle droit	19
1.4.6.3.1.2	Joint d'angle vertical en T	19
1.4.6.3.1.3	Joint horizontal droit	19
1.4.6.3.2	Rotule couturée entre panneaux	20
1.4.6.3.2.1	Joint vertical droit, joint horizontal droit	20
1.4.6.3.2.2	Joint d'angle droit vertical, en T	20
1.4.6.3.3	Liaison voile/dalle	20
1.4.6.3.3.1	Liaison courante	20
1.4.6.4	Dispositions spécifiques aux planchers à prédalles suspendues	20
1.4.6.5	Stabilité d'ensemble	20
1.4.7	<i>Sécurité au feu</i>	20

1.4.7.1	Réaction au feu	20
1.4.7.2	Résistance au feu	20
1.4.8	<i>Isolation acoustique</i>	20
1.5	TRAITEMENT DES PAROIS ET DES JOINTS.....	21
1.5.1	<i>Traitement des joints</i>	21
1.5.1.1	Murs courants.....	21
1.5.1.2	Murs CF.....	21
1.5.2	<i>Aspects des parements</i>	21
1.5.2.1	Etat de surface	21
1.5.2.2	Teinte	21
1.5.2.3	Préparation du support.....	21
1.5.3	<i>Traitement de la tête des prémurs</i>	21
1.6	FOURNITURE ET ASSISTANCE TECHNIQUE	21
1.6.1	<i>Conditions d'exploitation du procédé</i>	21
1.6.2	<i>Aide à la mise en œuvre</i>	22
1.7	MISE EN ŒUVRE	22
1.7.1	<i>Chronologie pour les PREMURS EVIDES</i>	22
1.7.2	<i>Critères de bétonnage du noyau</i>	22
1.7.2.1	Hauteur de chute du béton.....	22
1.7.2.2	Vitesse de bétonnage	22
1.7.2.3	Contrôle du remplissage	22
1.7.2.4	Reprise de bétonnage.....	23
1.7.3	<i>Manutention, Montage, transport</i>	23
1.7.3.1	Conditions particulières	23
1.7.3.2	Mise en place.....	23
1.7.3.3	Transport et stockage	23
1.8	RESULTATS EXPERIMENTAUX	23
	ANNEXES DU DOSSIER TECHNIQUE	25
	SCHEMA DE MISE EN ŒUVRE.....	25
	ANNEXE 1 – PLAN DES INSERTS DE LEVAGE.....	36
	ANNEXE 2 – INSERTION DES CROCHETS DE LEVAGE DANS LE PREMUR EVIDE	38
	ANNEXE 3 – EQUIVALENCE ENTRE RAIDISSEURS ET ARMATURES EN U OU EPINGLES	41
	ANNEXE 4 - FERRAILLAGES CONSTRUCTIFS AUTOUR D'OUVERTURES, PORTES ET FENETRES SUBSTITUES PAR DES RAIDISSEURS.....	42
	ANNEXE 5 – PRINCIPE DE CALCUL DES EFFORTS SOLLICITANTS DES JOINTS ENTRE PREMUR EVIDE.....	43
	ANNEXE 6 – VERIFICATION DE LA LIAISON AU DROIT DU JOINT – APPLICATIONS NUMERIQUES.....	45
	ANNEXE 7 – VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION DU PREMUR EVIDE – APPLICATIONS NUMERIQUES.....	48
	ANNEXE 8 – VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU CISAILLEMENT DU PREMUR EVIDE– APPLICATIONS NUMERIQUES.....	49
	ANNEXE 9 – TRAITEMENT DES JOINTS.....	50

Annexe – CMU des ancres de levage

La présente annexe fournit les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par insert pour les murs à coffrage intégré « PREMUR EVIDE » d'épaisseur comprise entre 18 et 25 cm et pour lesquels l'épaisseur nominale des parois est au moins égale à 50 mm : le respect des valeurs indiquées est une condition impérative de la validité de l'Avis.

Sur la base des essais de qualification fournis par SPURGIN, les valeurs de la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) par boucle sont données dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs correspondent à des charges équivalentes pour un levage droit. Elles peuvent être considérées pour un levage avec accrochage direct du crochet d'élingue sur la boucle ou dans le cas d'interposition d'une élingue câble.

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

Tableau 1 – CMU des ancres de levage

Réf. boucle	Diamètre boucle	Epaisseurs nominales parois		Enrobages nominaux	Levage en position verticale	Levage à plat du MCI	Retournement du MCI
	ϕ_1	h_1	h_2	c_1, c_2	CMU1	CMU2	CMU3
18 cm ≤ épaisseur de mur ≤ 25 cm							
Type 1	14 mm	≥ 50 mm	≥ 55 mm	≥ 10 mm	23,6 kN	5,7 kN	/
Type 2	16 mm + entretoise carrée	≥ 50 mm	≥ 55 mm	< 10 mm	36,2 kN	/	/

Tableau 2 – Vérification de la résistance des boucles au levage

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

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

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

A = surface du mur de coffrage intégré [m²]

Q = poids des équipements de sécurité éventuels [kN]

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

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

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

1 Description

1.1 Principe et domaine d'emploi

1.1.1 Description succincte

Procédé de mur à coffrage intégré constitué de deux parois minces préfabriquées en béton armé, maintenues espacées par des raidisseurs métalliques. Des composants en matières biosourcés sont intégrés en production dans le noyau afin de limiter la matière consommée (béton de remplissage) et de permettre le stockage de CO₂. Les parois servent de coffrage en œuvre à un béton prêt à l'emploi, pour la réalisation de murs articulés.

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.

Les dimensions du « PREMUR EVIDE » sont au minimum de 2 m et au maximum de 12,36 m de longueur x 3,70 m de hauteur pour des épaisseurs de 18 à 25 cm. L'épaisseur des parois est comprise entre 50 et 70 mm pour la première paroi et entre 60 et 70 mm pour la deuxième paroi.

Les menuiseries sont rapportées en œuvre.

Revêtements :

- Finitions classiques sur béton lisse ou finitions classiques sur doublage isolant selon le cas.

1.1.2 Identification

L'identification se fait par mention sur une étiquette comprenant le nom du client, le nom du chantier, le numéro d'affaire, le numéro du plan, le numéro de la pièce et le numéro du tas.

1.1.3 Domaine d'emploi

Murs d'ouvrages, de locaux d'habitation, bureaux, établissements recevant du public, locaux industriels. Seules les liaisons couturées et articulées sont visées.

L'utilisation du PREMUR EVIDE est interdite dans les éléments fléchis dans le plan (poutre voile, poutres, consoles, ...).

L'utilisation du PREMUR EVIDE est interdite dans les éléments poteaux.

L'utilisation du PREMUR EVIDE est interdite dans les éléments fléchis perpendiculairement au plan (poussée de terre, poussée hydrostatique, ...).

Le pourcentage d'évidement maximum sera de 16% par rapport au volume total du prémur évidé. D'où le tableau suivant :

Epaisseur	Evidement maximum par rapport au volume total du prémur évidé	Evidement maximum par rapport au volume du noyau (parois 5 cm/6 cm)
18 cm	16 %	41 %
20 cm	16 %	35 %
25 cm	16 %	28 %

L'emploi du PREMUR EVIDE est autorisé uniquement en zone sismique 1.

La hauteur maximale du prémur est de 3,7 m.

La longueur minimum du prémur est de 2m.

Les environnements (XF, XD, XS, XA) selon NF EN 206/CN, ne sont pas visés dans le présent avis.

Le procédé PREMUR EVIDE offre une performance de résistance au feu jusqu'à 180 minutes sous réserve du respect des conditions de l'Appréciation de laboratoire n°026344 et 041220-B, détaillées au paragraphe « Sécurité en cas d'incendie ».

1.2 Eléments et matériaux.

1.2.1 Béton des parois préfabriqués

La composition du béton respecte les exigences définies dans les tableaux NA.F.1 ou NA.F.2 de la norme NF EN 206/CN en fonction de la classe d'exposition de l'ouvrage.

Tableau 1 : Enrobage minimal (c_{min}) côté extérieur en fonction de la classe d'exposition et de l'épaisseur totale du mur

Epaisseur (cm)	Classe d'exposition	Résistance béton mini	Enrobage minimal (mm)
----------------	---------------------	-----------------------	-----------------------

18, 20, 25	XC1, XC2, XC3	C40/50	10
	XC4	Avec CEM I Sans cendres volantes	15
	XC1	C40/50 avec autres ciments	10
	XC2, XC3		15
	XC4		20

1.2.2 Béton de remplissage

Béton Prêt à l'Emploi, conforme au projet et à la norme NF EN 206/CN et de résistance caractéristique minimale à 28 jours de 25 MPa (classe de résistance C25/30).

Le diamètre maximal des granulats (D_{max}) sera choisi en fonction de l'épaisseur du noyau coulé sur chantier :

$D_{max} \leq 12,5$ mm pour un noyau d'épaisseur inférieure ou égale à 10,5 cm

$D_{max} = 16$ mm pour un noyau d'épaisseur supérieure à 10,5 cm

Le béton de remplissage devra bénéficier d'une classe d'affaissement S4 ou S5 - valeur cible pour l'affaissement au cône d'Abrams : 200 mm, portée à 220 mm dans des conditions de bétonnage difficiles (fort ferrailage, faible épaisseur de l'élément). La consistance fluide est obtenue par ajout d'un superplastifiant.

1.2.3 Aciers pour armature

1.2.3.1 Armatures de peaux

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

Les armatures utilisées pour la fabrication des parois doivent répondre aux exigences suivantes :

- Norme NF A 35-080-1 pour l'acier des barres filantes et CFA : nuance B500A, B500B
- Norme NF A 35-080-2 pour l'acier des treillis soudés : nuance B500A, B500B.

La paroi coffrante comprend au minimum 1,19 cm²/ml d'aciers dans les 2 directions. L'espacement maximal des armatures sera de 33 cm.

L'enrobage des armatures est défini en fonction de la classe d'exposition et sera déterminé en fonction du milieu ambiant où sera mis en œuvre le « PREMUR EVIDE ».

L'enrobage minimal est au moins égal à 10 mm (voir Tableau 1).

1.2.3.2 Raidisseurs

Des treillis raidisseurs sont utilisées pour liaisons les parois préfabriquées. Elles doivent être conforme au paragraphe 1.1.1.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2), la section d'armatures des raidisseurs pourra être prise en compte dans la section minimale des armatures parallèles aux raidisseurs.

Les raidisseurs sont de section triangulaire, un filant en partie supérieure de diamètre 8 mm, deux filants en partie inférieure de diamètre 5 mm et les diagonales de diamètre 5 mm.

Les treillis raidisseurs sont fabriqués par l'entreprise SPURGIN et seront vérifiés dans le cadre de la certification conformément aux prescriptions du référentiel NF 548. Les critères de résistance des soudures ainsi que des critères dimensionnels devront faire partie de la certification :

- Hauteur déclarée avec une tolérance de -2/+1 mm sur cette dimension,
- Résistance des soudures : ce contrôle porte sur la résistance des soudures du treillis aux aciers longitudinaux inférieurs et supérieurs et doit être conforme aux prescriptions de l'article 7.3.3 de la norme NF A 35-028. La valeur des résistances au cisaillement à vérifier doivent être conformes à la norme NF A 35-028. La résistance garantie des soudures des sinusoides du treillis raidisseur F_w est de 980 daN.

1.2.3.3 Armatures complémentaires de chantier

Les armatures complémentaires de type poteau, linteau, rive, etc. peuvent être incorporées aux murs lors de la réalisation en usine. Ces armatures sont du type HA ou treillis façonnés à la demande.

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

1.2.4 Composants intégrés

Les composants mis en place en production dans le noyau, sont de type béton de bois. La forme des composants est octogonale afin de simplifier le bétonnage du noyau sur le chantier. Le diamètre inscrit est de 35 cm (ou diamètre circonscrit de 37,9 cm) (cf. figure 4 détail 1). Les composants seront positionnés tels que définit à la figure 4 détail 2 et 3.

1.2.5 Accessoires de levage et stabilisation

1.2.5.1 Levage

Les ancrages de levages utilisés pour les PREMUR EVIDE sont des crochets en acier de diamètre 14 ou 16 mm. Leurs façonnages sont définis en Annexe 1. Les crochets comportent un bouton et une épingle en partie inférieure.

1.2.5.2 Douilles de stabilisation

Des douilles métalliques spécifiques sont scellées dans l'une des parois des panneaux. Elles assurent la liaison des parois du prémur avec les étais tire - pousse pendant le montage et le bétonnage. Elles sont utilisées en combinaison avec des vis métalliques M16. Elles sont à usage multiples (serrage - desserrage). (cf. figure 5)

1.3 Fabrication

1.3.1 Fabrication

Le panneau est réalisé en usine à l'aide d'un outil automatisé. Les opérations se déroulent dans l'ordre suivant :

- 1) Projection automatique d'un décoffrant
- 2) Traçage automatique de la première face à fabriquer (position des inserts, réservations et ouvertures)
- 3) Mise en place automatique des joues de coffrage de la première plaque ainsi que des inserts, réservations et ouvertures.
- 4) Fabrication et préparation sur site des armatures.
- 5) Disposition des armatures et des raidisseurs sur le moule.
- 6) Mise en place de canalisations diverses fixées aux armatures et des boîtiers aimantés au moule.
- 7) Fabrication du béton dans la centrale située sur le site.
- 8) Acheminement du béton.
- 9) Coulage du béton à l'aide d'un répartiteur automatique qui garantit la constance de l'épaisseur mise en place.
- 10) Vibration automatique, programmée et adaptée pour ce type de fabrication.
- 11) Mise en place des cales d'enrobage et des composants en béton de bois.
- 12) Durcissement à 28° C pendant environ 8 heures dans une chambre de durcissement.
 - a. Opérations 1 à 9 identiques pour la deuxième face du PREMUR mais sans mise en place des raidisseurs.
 - b. Transport et retournement de la première face sur la seconde avec centrage et mise en appui sur des cales extérieures pré-réglées.
- 13) Vibration automatique.
- 14) Enlèvement du moule supérieur.
- 15) Entreposage dans la chambre de durcissement à 28° C pendant environ 8 heures.
- 16) Démoulage et stockage sur un conteneur métallique.

1.3.2 Contrôles de fabrication

1.3.2.1 Contrôles des galettes

1.3.2.1.1 Lors de la fabrication

Les galettes font l'objet de vérification de la part du fabricant.

Les tolérances de fabrication sont les suivantes :

Tolérance sur le diamètre : +/- 5 mm

Tolérance sur l'épaisseur : +/- 4 mm

1.3.2.1.2 Au moment de la pose dans la paroi

Les galettes sont disposées sur le béton frais de la paroi 1. Elles sont disposées sur des cales d'enrobages pour garantir la profondeur de pose. Les galettes sont contrôlées en nombre et en position dans le plan de la paroi en X et Y.

Tolérance de pose de la galette dans l'épaisseur du prémur : +/- 1 mm

Tolérance de pose de la galette dans le plan du prémur en X et Y : +/- 2 cm

1.3.2.2 Contrôles des bétons

Les bétons utilisés pour la réalisation des parois du coffrage sont réalisés dans la centrale SPURGIN, installée dans l'usine de préfabrication.

Les résistances des bétons sont contrôlées à l'usine conformément aux normes NF EN 13369 et NF EN 206/CN.

1.3.2.3 Contrôles de qualité

Le procédé PREMUR EVIDE fait l'objet d'une certification NF selon le référentiel NF 548.

Le contrôleur vérifie les dimensions, la rectitude des parois, la localisation et le dimensionnement des réservations, la nature et la quantité des armatures sur la base des plans établis par le bureau d'études SPURGIN et dans la limite des tolérances de fabrication définies ci-après. Les treillis raidisseurs seront vérifiés dans le cadre de la certification conformément aux prescriptions du référentiel NF 548. Notamment, les critères de résistance des soudures ainsi que des critères dimensionnels seront vérifiés.

1.3.2.4 Caractéristiques

Dimensions maximales : hauteur x longueur : 3,70 x 12,36 m.

Epaisseur totale de mur : 18, 20 et 25 cm.

Tolérance sur l'enrobage des armatures ($\Delta e1$ et $\Delta e2$) : -1 / +1 mm

Tolérance sur la hauteur des raidisseurs (ΔH_{raid}) : -2 / +1 mm

Tolérance sur l'épaisseur des parois béton ($\Delta bp1$ et $\Delta bp2$) : +/- 3 mm

Tolérance de l'épaisseur de mur (Δb) : -2 / +3 mm

1.4 Conception du PREMUR EVIDE

1.4.1 Généralités

Les PREMURS EVIDE sont dimensionnés selon les règles usuelles de la résistance des matériaux et du béton armé.

1.4.2 Position des composants en béton de bois

Le principe de positionnement des composants dans le PREMUR EVIDE est représenté en Figure 2. Les règles de bases sont reprises ci-dessous :

- Interdiction de les placer dans un élément fléchi dans le plan (poutres, consoles, poutres-voiles)
- Interdiction de les placer dans un élément fléchi perpendiculaire au plan (poussées hydrostatiques, acrotères, ...)
- Interdiction de les placer dans un poteau
- Interdiction de les placer à une distance inférieure à 30 cm par rapport aux murs perpendiculaires,
- Interdiction de les placer à une distance inférieure à 40 cm par rapport aux dalles,
- Interdiction de les placer à une distance inférieure à 30 cm en périphérie d'ouvertures,
- Interdiction de les placer à une distance inférieure à 30 cm d'un about de voile,
- Interdiction de les placer à une distance inférieure à 30 cm par rapport aux joints de prémur.

1.4.3 Données en compression

La présence des composants modifie la capacité portante verticale en partie courante par rapport à un prémur traditionnel.

Effort normal résistant ($N_{Rd \text{ prémur évidé}}$) en partie courante d'un mur (MN)

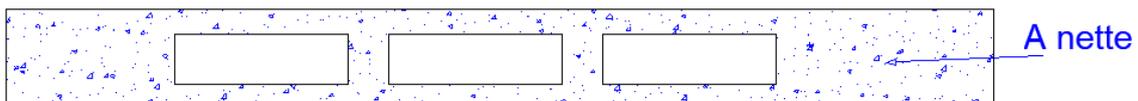
$$N_{Rd \text{ prémur évidé}} = \frac{f_{ck,eq28}}{\gamma_c} \times A_{nette}$$

Avec :

$f_{ck,eq28}$: résistance équivalente à la compression du béton

A_{nette} : surface nette de la section (aire totale - aire max. projetée des composants)

Coupe horizontale sur le prémur évidé



Afin de simplifier la prise en compte de l'évidement des prémurs, la capacité portante maximum en partie courante sera ramenée à :

$$N_{Rd \text{ prémur évidé}} = 0,75 \times \frac{f_{ck,eq28}}{\gamma_c} \times e \times L \text{ pour une épaisseur de 18 cm*}$$

$$N_{Rd \text{ prémur évidé}} = 0,70 \times \frac{f_{ck,eq28}}{\gamma_c} \times e \times L \text{ pour une épaisseur de 20 cm*}$$

$$N_{Rd \text{ prémur évidé}} = 0,65 \times \frac{f_{ck,eq28}}{\gamma_c} \times e \times L \text{ pour une épaisseur de 25 cm*}$$

* calcul pour des parois d'épaisseur de 5 cm (face 1) et 6 cm (face 2)

e : épaisseur du mur (m)

L : Longueur du mur (m)

1.4.4 Données en cisaillement

Afin de simplifier la prise en compte de l'évidement des prémurs, l'effort tranchant résistant en partie courante sera ramené à :

$$V_{Rd,max \text{ prémur évidé}} = 0,8 \times V_{Rd,max \text{ prémur}} \text{ pour une épaisseur de 18 cm*}$$

$$V_{Rd,max \text{ prémur évidé}} = 0,75 \times V_{Rd,max \text{ prémur}} \text{ pour une épaisseur de 20 cm*}$$

$$V_{Rd,max \text{ prémur évidé}} = 0,70 \times V_{Rd,max \text{ prémur}} \text{ pour une épaisseur de 25 cm*}$$

* calcul pour des parois d'épaisseur de 5 cm (face 1) et 6 cm (face 2)

1.4.5 Dimensionnement du PREMUR EVIDE

1.4.5.1 Vérification des liaisons au droit des joints

Dans le cas des murs soumis à des sollicitations de cisaillement notables (contreventement, etc.), 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 :
 - Vérification du recouvrement des armatures de liaison avec celles intégrées dans les voiles préfabriqués ;
 - Vérification de la résistance au cisaillement sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué.

Une application numérique sur la vérification des liaisons au droit des joints est présentée dans l'Annexe 6.

1.4.5.1.1 Vérification de la résistance au cisaillement au droit du joint

Les armatures de liaison sont calculées en assimilant la section réduite au droit du joint à une reprise de bétonnage. L'article 6.2.5 de la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale s'appliquent. La vérification au cisaillement est alors menée en considérant les deux coefficients c et μ dépendant de la rugosité de l'interface égaux à :

Tableau 2 : Coefficients à utiliser pour la vérification au cisaillement au droit du joint

	Combinaison d'action durables ou transitoires
c : coef. de cohésion	0,5
μ : coef. de frottement	0,9

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

$$V_{Rd,j} = c \times f_{ctd,n} + \mu \times \rho \times f_{yd} \times (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)$$

Avec :

- $f_{cd,n}$: 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 à son Annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA ;
- $f_{ctd,n}$: 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 1992-1-1 et son Annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA ;
- f_{yd} : la limite d'élasticité de calcul de l'acier de béton armé égale à f_{yk}/γ_s ;
 - f_{yk} : la limite caractéristique d'élasticité de l'acier de béton armé ;
 - γ_s : le coefficient partiel de sécurité de l'acier ;
- ν : le coefficient de réduction de la résistance du béton. Il est donné par l'expression suivante :

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

- 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. ($\alpha = 90^\circ$)

1.4.5.2 Vérification en zone courante

1.4.5.2.1 Vérification en compression

La résistance équivalente à la compression prise en compte pour l'épaisseur de la partie structurale du mur correspond à :

$$f_{ck,eq28} = \min(f_{ck,p} - 3 \times 10^{-4} \times E_{c,eff,n} ; f_{ck,n})$$

Avec :

$f_{ck,p}$: résistance caractéristique du béton des parois préfabriquées

$f_{ck,n}$: Résistance caractéristique du béton du noyau coulé en œuvre, avec une classe de résistance maximale béton du noyau de C35/45.

$E_{c,eff,n}$: Module élastique effectif tangent du béton du noyau

1.4.5.2.2 Vérification en cisaillement

La mise en place d'évidement dans les PREMUR EVIDE entraîne une modification de la rigidité en cisaillement du mur.

La vérification est la suivante :

$$v_{Ed,stat \text{ prémur évidé}} = \frac{F}{e \times L} \times 10^{-3} \leq v_{Rd,max \text{ prémur évidé}}$$

Avec :

$v_{Ed,stat \text{ prémur évidé}}$: Contrainte de cisaillement sollicitante (Mpa)

F : Effort horizontal sur le mur (kN)

e : épaisseur du mur (m)

L : Longueur du mur (m)

$v_{Rd,max \text{ prémur évidé}}$: Contrainte de cisaillement résistante (Mpa)

1.4.5.2.3 Vérification de la résistance au cisaillement sur le contour de liaison au droit du joint

Dans le cas où les armatures de coutures sont mises en place aux abouts des Prémurs EVIDE, l'effort tranchant résistant est déterminé sur la base de l'expression suivante :

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

Avec :

c : le coefficient de cohésion et μ , le coefficient de frottement ; x la distance de l'extrémité de l'armature à l'about du voile préfabriqué.

Les vérifications au cisaillement sont réalisées en considérant les valeurs de c et μ dépendant de la rugosité de l'interface correspondent au cas d'une surface de reprise de type « lisse » au sens de l'article 6.2.5 de la norme NF EN 1992-1-1.

Tableau 3 : Coefficient à utiliser pour la vérification au cisaillement sur le contour de liaison au droit du joint

	Combinaison d'action durables ou transitoires
c : coef. de cohésion	0,2

μ : coef. de frottement	0,6
-----------------------------	-----

Nota : le terme surface lisse, au sens de l'article 6.2.5 de la norme NF EN 1992-1-1, peut désigner soit une surface réalisée à l'aide de coffrages glissants, soit une surface extrudée ou soit une surface non coffrée laissée sans traitement ultérieur après vibration.

Des applications numériques sont présentées en Annexe 6.

1.4.6 Famille de PREMUR EVIDE

1.4.6.1 Principes constructifs

1.4.6.1.1 Epaisseurs des parois

Les parois du PREMUR EVIDE possèdent une épaisseur nominale égale à 50 mm pour la 1^{ère} face et 60 mm pour la 2^{ème} face.

En tout état de cause, l'épaisseur des parois vérifieront les inéquations suivantes :

$$b_{p1} \geq e_1 + \phi_{h1} + \phi_{raid,inf} + c_{1,min} + \Delta_{1a}$$

et

$$c_{0,min\ face\ 1} \geq c_{gal\ face\ 1} - e_1 - \phi_{h1} - \phi_{v1} - \Delta_{1b}$$

et

$$anc_{gal\ face\ 1} \geq b_{p1} - c_{gal\ face\ 1} - \Delta_{1c}$$

Avec :

b_{p1} : épaisseur nominale de la face 1.

e_1 : enrobage nominal de la face 1.

ϕ_{h1} : diamètre des armatures horizontales en 1^{ère} face

ϕ_{v1} : diamètre des armatures verticales en 1^{ère} face

$\phi_{raid,inf}$: diamètre filant inférieur du raidisseur.

$c_{1,min}$: enrobage minimal du raidisseur en 1^{ère} face, côté face intérieure de la peau coffrante. $c_{1,min} = 17$ mm

$c_{0,min\ face\ 1}$: enrobage minimal de l'armature en 1^{ère} face, coté face intérieure la peau coffrante. $c_{0,min} = 10$ mm

$anc_{gal\ face\ 1}$: ancrage galette en face 1

$c_{gal\ face\ 1}$: calage galette en face 1

$$\Delta_{1a} = \sqrt{(\Delta e_1^+)^2 + (\Delta b_{p1}^-)^2}$$

$\Delta e_1^+ = 1$ mm : tolérance en plus sur l'enrobage des armatures de la paroi 1

$\Delta b_{p1}^- = 3$ mm : tolérance en moins sur l'épaisseur de la paroi 1

$$\Delta_{1a} = \mathbf{3,2\ mm}$$

$$\Delta_{1b} = \sqrt{(\Delta e_1^+)^2 + (\Delta p_{gal}^-)^2}$$

$\Delta e_1^+ = 1$ mm : tolérance en plus sur l'enrobage des armatures de la paroi 1

$\Delta p_{gal}^- = 1$ mm : tolérance en moins sur le positionnement de la galette

$$\Delta_{1b} = \mathbf{1,4\ mm}$$

$$\Delta_{1c} = \sqrt{(\Delta p_{gal}^+)^2 + (\Delta b_{p1}^-)^2}$$

$\Delta p_{gal}^+ = 1$ mm : tolérance en plus sur le positionnement de la galette

$\Delta b_{p1}^- = 3$ mm : tolérance en moins sur l'épaisseur de la paroi 1

$$\Delta_{1c} = \mathbf{3,2\ mm}$$

$$b_{p2} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} c_{2,min} + (b_{nom} - e_1 - \phi_{h1} - H_{raid}) + \phi_{raid,sup} + \Delta_{2a} \\ b_{nom} - c_{gal\ face\ 1} - b_{gal} + \Delta_{2c} \end{array} \right\}$$

et

$$c_{0,min\ face\ 2} \geq b_{nom} - c_{gal\ face\ 1} - b_{gal} - e_2 - \phi_{h2} - \phi_{v2} - \Delta_{2b}$$

et

$$anc_{gal\ face\ 2} \geq b_{p2} - (b_{nom} - c_{gal\ face\ 1} - b_{gal}) - \Delta_{2c}$$

Avec :

$c_{2,min}$: enrobage minimal du raidisseur en 2^{ème} face, côté face intérieure de la peau coffrante. $c_{2,min} = 17$ mm

b_{nom} : épaisseur nominale du mur.

$c_{0,min\ face\ 2}$: enrobage minimal de l'armature en 2^{ème} face, coté face intérieure la peau coffrante. $c_{0,min} = 10$ mm

e_1 : enrobage nominal de la face 1

e_2 : enrobage nominal de la face 2

ϕ_{h1} : diamètre des armatures horizontales en 1^{ère} face

ϕ_{h2} : diamètre des armatures horizontales en 2^{ème} face

ϕ_{v2} : diamètre des armatures verticales en 2^{ème} face

H_{raid} : Hauteur du raidisseur

$\phi_{raid,sup}$: Diamètre filant supérieur du raidisseur

$c_{gal\ face\ 1}$: enrobage de la galette en face 1

b_{gal} : épaisseur de la galette

$anc_{gal\ face\ 2}$: ancrage galette en face 2

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

$\Delta e_1^- = 1$ mm : tolérance en moins sur l'enrobage des armatures de la paroi 1

$\Delta b_{p2}^- = 3$ mm : tolérance en moins sur l'épaisseur de la paroi 2

$\Delta b^+ = 3$ mm : tolérance en plus sur l'épaisseur global du prémur

$\Delta H_{raid}^- = 2$ mm : tolérance en moins sur le raidisseur

$$\Delta_{2a} = 4,8 \text{ mm}$$

$$\Delta_{2b} = \sqrt{(\Delta p_{gal}^+)^2 + (\Delta b_{gal}^+)^2 + (\Delta e_2^+)^2 + (\Delta b^-)^2}$$

$\Delta p_{gal}^+ = 1$ mm : tolérance en plus sur le positionnement de la galette

$\Delta b_{gal}^+ = 4$ mm : tolérance en plus sur l'épaisseur de la galette

$\Delta e_2^+ = 1$ mm : tolérance en plus sur l'enrobage des armatures de la paroi 2

$\Delta b^- = 2$ mm : tolérance en moins sur l'épaisseur global du prémur

$$\Delta_{2b} = 4,7 \text{ mm}$$

$$\Delta_{2c} = \sqrt{(\Delta p_{gal}^-)^2 + (\Delta b_{gal}^-)^2 + (\Delta b_{p2}^-)^2 + (\Delta b^+)^2}$$

$\Delta p_{gal}^- = 1$ mm : tolérance en moins sur le positionnement de la galette

$\Delta b_{gal}^- = 4$ mm : tolérance en moins sur l'épaisseur de la galette

$\Delta b_{p2}^- = 3$ mm : tolérance en moins sur l'épaisseur de la paroi 2

$\Delta b^+ = 3 \text{ mm}$: tolérance en plus sur l'épaisseur global du prémur

$\Delta_{2c} = 6,0 \text{ mm}$

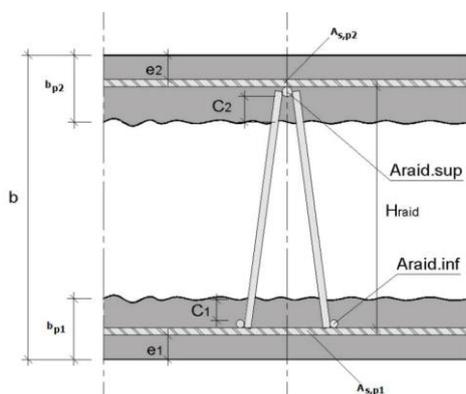


Figure 1 : Enrobage des parois

1.4.6.1.2 Enrobage extérieur des armatures de peau

L'enrobage des armatures du mur doit respecter les prescriptions définies dans la section 4 de NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale NF EN 1992-1-1/NA. Il convient notamment de prendre en compte l'adhérence et les conditions d'environnement du mur.

La classe de résistance du béton et l'enrobage compact (donnée par la face coffrante des voiles préfabriqués coulés horizontalement sur des coffrages industriels) peuvent permettre de moduler la classe structurale recommandée en vue de la détermination des enrobages minimaux vis-à-vis de la durabilité, au sens du tableau 4.3 NF de l'Annexe nationale de la norme NF EN 1992-1-1/NA.

L'enrobage extérieur minimal des armatures sera comprise entre 10 mm et 20 mm suivant les classes d'exposition (Voir Tableau 1).

1.4.6.1.3 Diamètre et section maximum des armatures dans les parois

Les diamètres des armatures utilisables dans les parois sont qualifiés selon les critères d'enrobage des armatures par rapport au parement extérieur et par rapport à l'enrobage des composants intégrés.

Les tableaux des armatures maxi sont les suivants :

Enrobage minimum 1^{ère} face et 2^{ème} face : 15 mm

		$\phi H \text{ (mm)}$	
		6	8
$\phi V \text{ (mm)}$	6	OK	OK
	8	OK	OK
	10	OK	PAS OK

Enrobage minimum 1^{ère} face : 15 mm ; Enrobage minimum 2^{ème} face : 20 mm

		$\phi H \text{ (mm)}$	
		6	8
$\phi V \text{ (mm)}$	6	OK	OK
	8	OK	OK

Quelque soit l'épaisseur des parois, ou de l'enrobage des armatures, la section maximum des armatures sera limitée à 2,83 cm²/ml dans les 2 sens, et l'espacement minimum entre armatures à 10 cm.

1.4.6.1.4 Enrobage des armatures du noyau

Les armatures en attente et les armatures de liaison sont disposées de manière à respecter un enrobage minimal autour de ces armatures de 15 mm quelque soit la classe d'exposition prévue dans le domaine d'emploi. L'enrobage $a_{e,min}$ de ces armatures est compté à partir de la face intérieure des voiles préfabriqués.

1.4.6.1.5 Equivalence des raidisseurs

Les renforcements des ouvertures et des bords libres usuellement prévus dans les voiles selon les dispositions du paragraphe 4.2.2.5 du DTU 23.1 pourront être réalisés dans le PREMUR EVIDE à l'aide de treillis raidisseurs définis à l'art. 1.2.3.2. Les barres de chaînages périphériques sont intégrées dans les voiles préfabriqués des PREMURS EVIDE.

Les U de fermeture constructifs sont remplacés par des treillis raidisseurs.

Les ferrailages constructifs constitués de cadres, d'épingles ou d'étriers, pourront également être réalisés dans les PREMURS EVIDES à l'aide de treillis raidisseurs. (cf. Annexe 4). Les filants sont soit intégrés en renforts dans la paroi, soient remplacés par les filants des raidisseurs si la section est équivalente.

Les U, cadres, épingles et étriers constructifs sont remplacés par des raidisseurs.

La section d'armature équivalente par mètre linéaire est calculée à partir de l'effort résistant au niveau du plan de cisaillement oblique.

La substitution des sections des coutures est basée sur le tableau de correspondance suivant :

Tableau 4 : Equivalence des raidisseurs

Ep. du PREMUR EVIDE	Type de raidisseur	Section cm ² /ml	Equivalence espacement des armatures classiques en cm		
			φ 6	φ 8	φ 10
18	H = 130 cm	3,00	9	16	26
20	H = 150 cm	3,18	8	15	24
25	H = 200 cm	3,31	8	15	23

Nota : les types de raidisseur en fonction des épaisseurs des murs sont donnés à titre indicatif. Elles sont sujettes à variation en fonction des enrobages des aciers du PREMUR EVIDE.

1.4.6.1.6 Eclissage des armatures

Le nombre maximal de barres est de 2 par lit et le diamètre maximal ϕ_{max} est donné par les expressions suivantes :

- Pour les armatures horizontales, le diamètre maximal des armatures est égal à :

$$\phi_{max} = \frac{e_{n,min} - e_0 - a_{h1} - a_{h2}}{2}$$

- Pour les armatures verticales, le diamètre maximal des armatures est égal à :

$$\phi_{max} = \frac{e_{n,min} - e_0 - a_{v1} - a_{v2}}{2}$$

Avec :

- $e_{n,min}$: l'épaisseur minimale du noyau coulé en place, toutes tolérances épuisées ;
- e_0 est nul si les armatures sont accolées ou égal à $1,7 D_{max}$ si les armatures sont espacées.

Les distances nominales libres entre l'armature de liaison horizontale disposée au droit du joint et la face intérieure du premier ou second voile préfabriqué sont notées a_{h1} et a_{h2} .

Les distances nominales libres entre l'armature de liaison verticale disposée au droit du joint et la face intérieure du premier ou second voile préfabriqué sont notées a_{v1} et a_{v2} .

En prenant en compte les variations dimensionnelles et de positionnement de l'armature, ces distances nominales sont données par les expressions suivantes :

$$a_{h1} = \max(25 \text{ mm} ; 1,7D_{max}) + a_{e1,min} - 15 \text{ mm}$$

$$a_{h2} = \max(25 \text{ mm} ; 1,7D_{max}) + a_{e2,min} - 15 \text{ mm}$$

$$a_{v1} = \max(25 \text{ mm} ; 1,4D_{max}) + a_{e1,min} - 15 \text{ mm}$$

$$a_{v2} = \max(25 \text{ mm} ; 1,4D_{max}) + a_{e2,min} - 15 \text{ mm}$$

Avec :

$a_{e1,min}$ la distance minimale libre entre l'armature de liaison au droit du joint et la face intérieure de la première face préfabriquée ;

$a_{e2,min}$ la distance minimale libre entre l'armature de liaison au droit du joint et la face intérieure de la deuxième face préfabriquée ;

Quelque soit la classe d'exposition du PREMUR EVIDE, les distances $a_{e1,min}$ et $a_{e2,min}$ sont égales à 15 mm.

Ainsi: $a_{h1} = a_{h2} = a_{v1} = a_{v2} = 25$ mm

Nota : la valeur de l'épaisseur minimale du noyau $e_{n,min}$ se déduit de l'épaisseur nominale du noyau e_n , des tolérances en plus sur les épaisseurs des voiles Δb_1^+ , Δb_2^+ et de la tolérance en moins du mur à coffrage intégré Δb^- suivant l'expression suivante :

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

$\Delta b^- = 2$ mm

$\Delta b_{p1}^+ = 3$ mm

$\Delta b_{p2}^+ = 3$ mm

Exemple d'éclissage des armatures horizontales :

Epaisseur structurelle (cm)	Ep. Noyau (cm)			
18	7	$\phi 14$	2 $\phi 6$	impossible
20	9	$\phi 32$	2 $\phi 16$	2 $\phi 6$
25	14	$\phi 32$	2 $\phi 32$	2 $\phi 25$

Exemple d'éclissage des armatures verticales :

Epaisseur structurelle (cm)	Ep. Noyau (cm)			
18	7	$\phi 14$	2 $\phi 6$	impossible
20	9	$\phi 32$	2 $\phi 16$	2 $\phi 8$
25	14	$\phi 32$	2 $\phi 32$	2 $\phi 25$

1.4.6.2 Eléments sollicités dans leur plan

1.4.6.2.1 Murs courants

Les joints en pied sont de type « articulé ». Les sollicitations doivent être équilibrées au droit des joints selon la norme NF EN 1992-1-1 et son Annexe nationale en considérant :

- La résistance caractéristique du béton du noyau ;
- Les armatures ancrées au-delà du joint ;
- La section utile résistante aux efforts qui est celle du béton du noyau.

1.4.6.3 Type de liaison

1.4.6.3.1 Rotule entre panneaux

1.4.6.3.1.1 Joint vertical droit, d'angle droit

L'armature disposée dans le noyau permet de transmettre les cisaillements d'un voile à un autre (Cf. Figure 6 détail 1 et figure 7 détail 1). La section d'armature de la liaison est fonction des armatures horizontales disposées dans le panneau.

1.4.6.3.1.2 Joint d'angle vertical en T

Le principe constructif est similaire à la solution des joints verticaux droits (Cf. Figure 8 détail 1).

1.4.6.3.1.3 Joint horizontal droit

Le principe de fonctionnement et de détermination des armatures est identique à la solution précédente (Cf. Figure 9)

1.4.6.3.2 Rotule couturée entre panneaux

La mise en place des coutures en abouts d'un prémur évidé permet de garantir un couturage optimal de la liaison avec le panier d'armature.

L'ensemble de ces solutions nécessite une fenêtre de tirage en partie inférieure du prémur évidé pour permettre la bonne mise en place du panier d'armature de liaison.

1.4.6.3.2.1 Joint vertical droit, joint horizontal droit

L'armature de couture disposée dans le noyau permet de transmettre les cisaillements d'un voile à un autre (Cf. Figure 6 détail 2), les armatures en about de chaque prémur évidé assurent la couture du panier d'armature de liaison.

1.4.6.3.2.2 Joint d'angle droit vertical, en T

Le principe constructif est similaire à la solution des joints verticaux droits (Cf. Figure 7 détail 2, Fig 8 détail 2).

1.4.6.3.3 Liaison voile/dalle

1.4.6.3.3.1 Liaison courante

Ce type de liaison correspond à une liaison du type articulée et selon le cas couturé. (Cf. Figures 11 et 12)

1.4.6.4 Dispositions spécifiques aux planchers à prédalles suspendues

Dans le cas d'utilisation de prédalle suspendus, l'emploi de boîtes d'attentes dans les pré murs est possible en zone sismique 1.

1.4.6.5 Stabilité d'ensemble

La présence des joints entre panneaux n'impacte pas la raideur globale du voile.

1.4.7 Sécurité au feu

1.4.7.1 Réaction au feu

La paroi en béton bénéficie conventionnellement du classement de réaction au feu A1 selon les Euroclasses.

1.4.7.2 Résistance au feu

Au sens de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié, il est estimé que les performances de capacité portante, d'étanchéité au feu et d'isolation thermique des murs porteurs en béton avec inserts en béton de bois sont celles définies dans le tableau suivant :

INSERTS		PERFORMANCES	
Type	Disposition		
Béton de bois	Alignés	REI 180	RE 180

Ces performances sont valables sous une sollicitation thermique de type courbe normalisée de température-temps (définies par la norme NF EN 1363-1) appliquée du côté de la face correspondant à la peau d'épaisseur minimale 45 mm et pour un chargement maximal uniformément réparti sur le mur de 50 t/ml (pour une épaisseur comprise entre 20 et 30 cm) ou pour une contrainte maximale de 2,45 Mpa (pour une épaisseur de 18 cm).

Ces performances sont valables pour les formules de béton type CEM I, CEM IV ou équivalent d'un point de vue du comportement au feu. L'équivalence est réputée démontrée par ailleurs lors d'essais comparatifs de comportement au feu sur dalles chargées.

Pour ce qui est de la position des inserts, la distance maxi entre deux galettes verticales doit être inférieur à 1,15 m.

1.4.8 Isolation acoustique

Conformément à l'essai n° AC21-05412 et au rapport d'étude n°AC22-10353 délivrée par le CSTB, le procédé PREMUR EVIDE offre un affaiblissement acoustique au plus défavorable de :

Epaisseur pré mur (cm)	R _w (C ; C _{tr})
18	62 (-2 ; -6) dB
20	63 (-2 ; -6) dB
25	66 (-2 ; -7) dB

1.5 Traitement des parois et des joints

1.5.1 Traitement des joints

Selon la destination de l'ouvrage, le traitement du joint devra être mis en place selon les règles de l'article 1.5 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

1.5.1.1 Murs courants

Les prescriptions particulières du traitement du joint des murs courants sont définies à l'article 1.5.1 et 1.5.2 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

1.5.1.2 Murs CF

Les murs coupe-feu non exposés aux intempéries, ne nécessitent pas de traitement particulier du joint si ce dernier est inférieur à 2 cm. (Cf. Art. 1.5.4 du CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

1.5.2 Aspects des parements

Tous les panneaux présentent une surface brute de décoffrage.

1.5.2.1 Etat de surface

L'état de surface courant correspond à une surface brute de décoffrage contre moule. Dénomination E (3-3-0) d'après la norme NFP 18-503.

Une des deux faces du prémur peut présenter un aspect structuré grâce à l'utilisation de matrice caoutchouc type RECKLI ou équivalent.

Cependant la matrice doit respecter les conditions suivantes :

- Matrice de forme régulière (permettre le raboutage des matrices caoutchouc sur les tables de coffrages et permettre le calepinage de ces zones).

1.5.2.2 Teinte

L'homogénéité de la teinte des prémurs n'est pas un paramètre qui peut faire l'objet d'une garantie. Lorsque le prémur doit être lasuré, un homogénéisateur de teinte doit être appliqué afin de garantir l'aspect du parement.

1.5.2.3 Préparation du support

La forte compacité du béton des prémurs doit être pris en compte lors du choix du type de revêtement qui sera appliqué sur le support :

- Lasure
- Peinture (pour face apparente)
- Carrelage de parement
- Plot de colle pour fixation des plaques de placoplâtres.

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

1.5.3 Traitement de la tête des prémurs.

L'emploi du prémur pour la réalisation de murs soumis aux intempéries est possible uniquement si le prémur est conforme au CPT MCI (Cahier CSTB 3690_V2).

Les têtes de murs exposées aux intempéries sont protégées contre les infiltrations d'eau le long des plans de reprise de bétonnage entre les parois et le béton coulé en place par :

- Un chaperon béton
- Une couvertine métallique

1.6 Fourniture et assistance technique

1.6.1 Conditions d'exploitation du procédé

Le calcul de structure est fait par le Bureau d'Etudes Techniques de l'opération en tenant compte du procédé. Le calepinage est effectué par SPURGIN et approuvé par le B.E.T.

SIEGE
SPURGIN LEONHART Route de Strasbourg BP 20151 67 603 SELESTAT CEDEX

Fabrication et Commercialisation				
SPURGIN LEONHART EST	SPURGIN LEONHART RHÔNE-ALPES	SPURGIN LEONHART ILE DE FRANCE OUEST	SPURGIN LEONHART NORD	SPURGIN LEONHART SUD
Z.I. rue Louis Renault 68127 STE CROIX EN PLAINE	Allée des Noisetiers - Parc Industriel de la Plaine de l'Ain 01150 BLYES	Z.A. du Bois Gueslin Lieu-dit « Le Petit Courtin » 28630 MIGNIERES	Zone d'activité 2 7 route de Ham 80190 NESLE	ZAC du Grand Pont Rue de l'Ouest 13640 LA ROQUE D'ANTHERON

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

1.6.2 Aide à la mise en œuvre

La société SPURGIN fournira systématiquement au client une documentation sur les spécificités de mise en œuvre des PREMURS EVIDE.

De plus l'ensemble des nouveaux clients ou des clients utilisant pour la première fois une technologie de prémurs particulière seront assistés par un expert de la société SPURGIN lors de la préparation et de la mise en place des premiers PREMURS EVIDES.

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

1.7 Mise en œuvre

1.7.1 Chronologie pour les PREMURS EVIDES

- Réalisation des fondations.
- Implantation et traçage des murs.
- Déchargement du « PREMUR EVIDE » à l'aide d'une grue, automotrice, à tour, ou de tout autre moyen de levage compatible avec le poids du « PREMUR EVIDE ».
- Pose du « PREMUR EVIDE » sur des cales d'épaisseur 1 à 2 cm.
- Stabilisation des panneaux par deux étais tire pousées ou par un système d'équerrage.
- Mise en place des aciers de continuité et chaînages éventuels.
- Pose des prédalles, dalles alvéolées ou coffrage, sur étaieement adapté.
- Coulage du béton par banchées successives de 80 cm à partir du niveau de la dalle. Une pause de 1 heure est respectée entre deux banchées. Le béton est conforme au paragraphe 1.2.2. Les hauteurs de chute du béton frais seront limitées suivant les prescriptions du § 1.7.2.1.
- Le coulage de la dalle peut être effectué en même temps que la dernière banchée des murs.
- Finition des joints en fonction de la destination de l'ouvrage (Cf. paragraphe 1.5.1.)

1.7.2 Critères de bétonnage du noyau

1.7.2.1 Hauteur de chute du béton

En référence à la norme NF P 18-504, la hauteur maximale H_{maxi} de chute du béton n'excèdera pas 3 m. Dans le cas contraire, le bétonnage doit être réalisé par une trémie latérale respectant cette même hauteur limite.

1.7.2.2 Vitesse de bétonnage

La vitesse de bétonnage préconisée dans le cas du PREMUR EVIDE est de :

- 80 cm/h pour des températures extérieures supérieures à 15°C
- 64 cm/h pour de températures extérieures égales à 10°C
- 56 cm/h pour des températures extérieures égales à 5°C

1.7.2.3 Contrôle du remplissage

Le bon remplissage du noyau du procédé PREMUR EVIDE doit être contrôlé lors de la mise en œuvre en s'assurant de l'absence de poches d'air et de ségrégation du béton.

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

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

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

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

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

L'auscultation sonore peut également être envisagée. Les contrôles en utilisant un maillet ne sont pas adaptés.

1.7.2.4 Reprise de bétonnage

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

1.7.3 Manutention, Montage, transport

Les panneaux sont manutentionnés avec des grues à tour ou automotrices.

Les caractéristiques de ces engins et éléments de manutention devront être compatibles avec la masse des panneaux à mettre en œuvre. (cf. CPT MCI § 3.1)

1.7.3.1 Conditions particulières

Lorsque le nombre de crochets de levage est supérieur à deux, les dispositions doivent être prises, de telle sorte que la répartition des efforts entre les crochets soit connue et compatible avec les valeurs résistantes.

1.7.3.2 Mise en place

Après la pose du PREMUR EVIDE, ce dernier est maintenu en position par des étais tire-pousse fixés aux murs par l'intermédiaire de vis et de douille métallique pour les ouvrages exposés au vent dimensionnée par SPURGIN (les douilles étant mise en place lors de la fabrication des PREMURS EVIDES).

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 embase de garde-corps ou de passerelles.

Il diffuse systématiquement auprès des utilisateurs un guide pose.

1.7.3.3 Transport et stockage

Les prémurs sont stockés verticalement en box, rack ou occasionnellement horizontalement en palette en fonction des dimensions du prémur.

1.8 Résultats expérimentaux

Levage

Rapport d'essais n°2021_02A

Rapport d'essais n°2021_03

Rigidité

Les valeurs indiquées dans le dossier technique sont issues de modélisation :

- En compression :

Rapport UNIV. LIEGE : „Test Report Spurgin Panels 29.04.22”

„Modelling Report Spurgin Panels 06.05.22”

- En cisaillement :

Rapport UNIV. LIEGE: „Nonlinear Modelling of Voided Walls” du 30.05.2022

„Compressive Stresses at Services Loads (Voided Panels)” du 28.02.2023

„Experimental Results of Voided Shear Walls with Pre-walls” du 28.02.2023

„Numerical modelling of voided ShearWalls with pre-walls” du 29.01.2023

„Predicted Strength Shear Walls” du 03.02.2023

„Proposed Equation for the Maximum Shear Strength of Voided Shear Walls with Pre-walls” du 20.02.2023

Feu

Les valeurs indiquées dans le dossier technique sont issues d'essais expérimentaux

- Appréciation de laboratoire CERIB n° AL 026344
- Appréciation de laboratoire CERIB n° AL 041220-B

Remplissage

- Rapport d'essais n° 2022_Galettes_01B

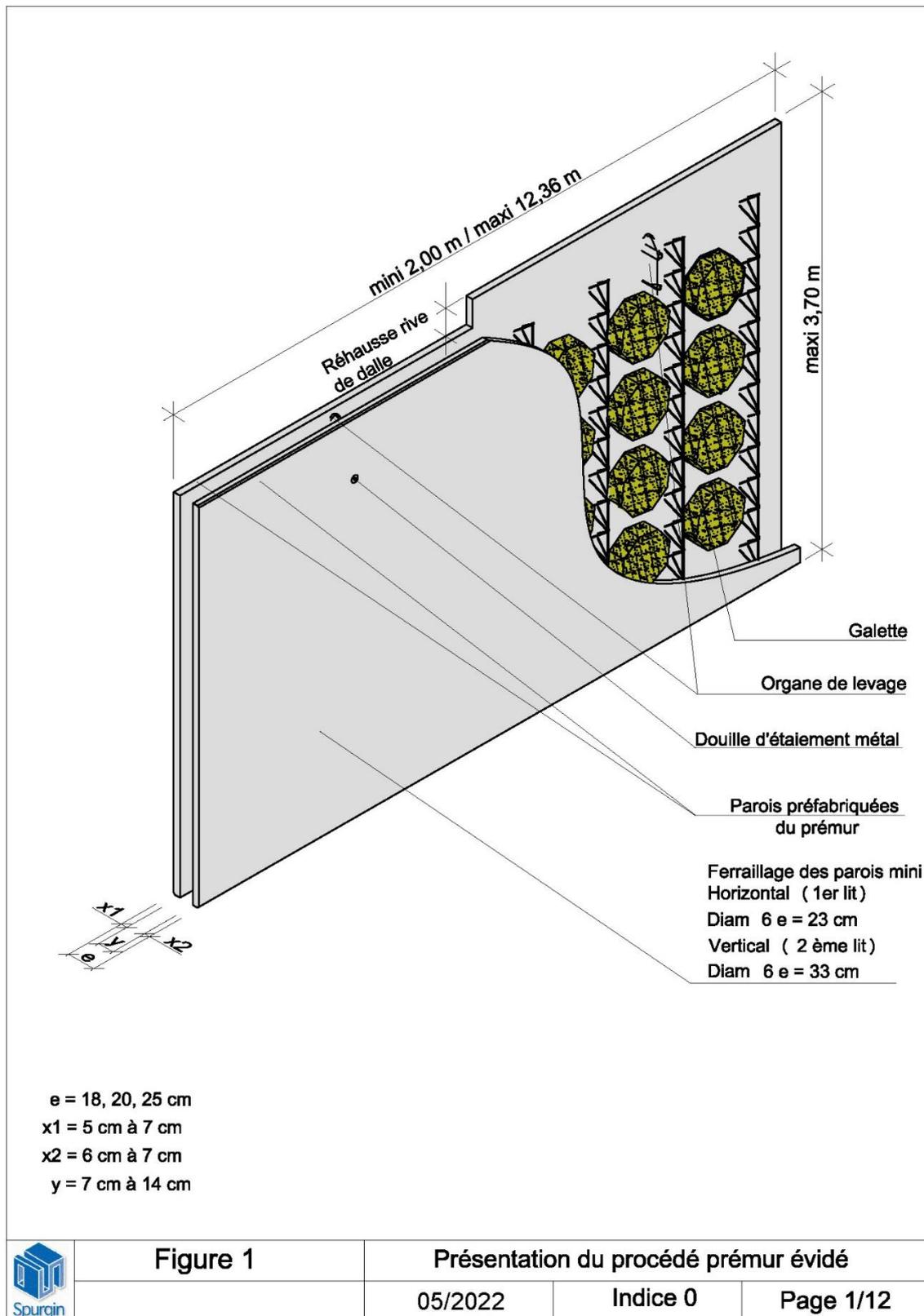
Acoustique

Les valeurs indiquées dans le dossier technique sont issues d'essais et de modélisation

- Rapport d'essai n° AC 21-05412 du CSTB
- Rapport d'étude n° AC 22-10353 du CSTB

Annexes du Dossier Technique

Schéma de mise en œuvre



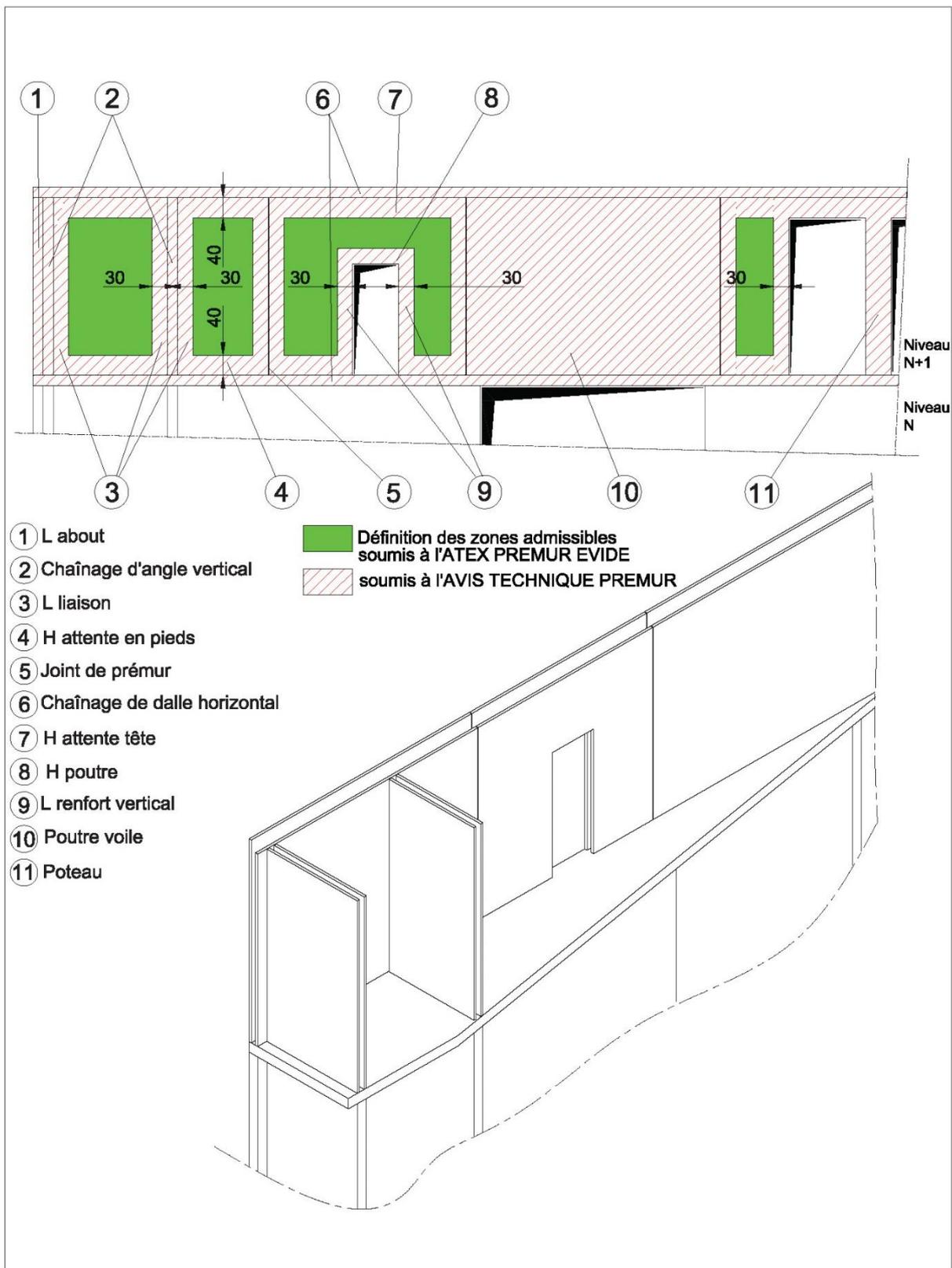


	Figure 2	Définition des zones d'exclusions		
		05/2022	Indice 0	Page 2/12

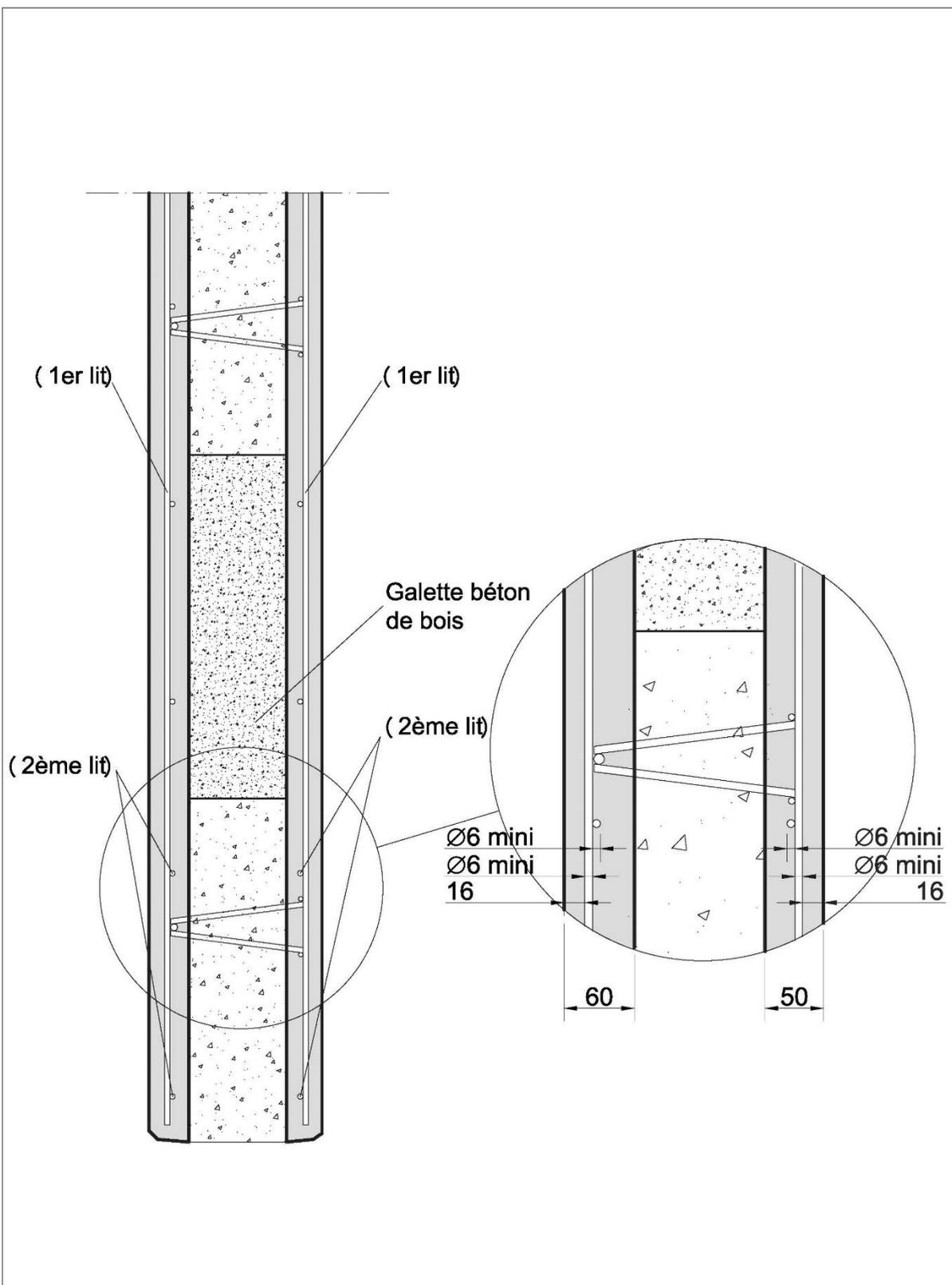
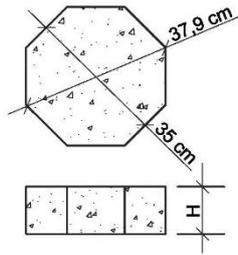


	Figure 3	Principe de ferrailage des prémurs évidés		
		05/2022	Indice 0	Page 3/12

Détail 1: DIMENSIONS COMPOSANTS GALETTES



ép. mur cm	18	20	25
H cm	8,2	10,2	15,2

Détail 2: POSITIONS COMPOSANTS GALETTES

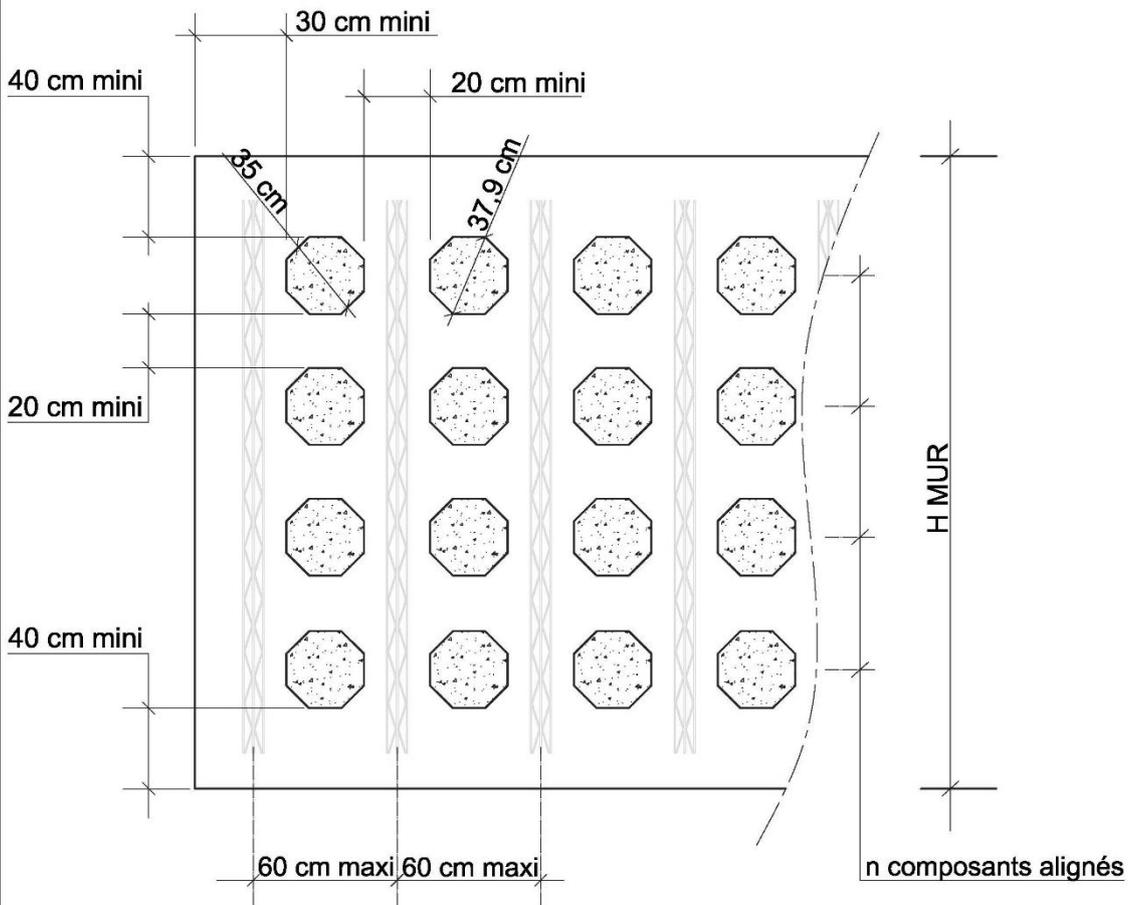


Figure 4

Dimensions/Positions composants galettes

05/2022

Indice 0

Page 4/12

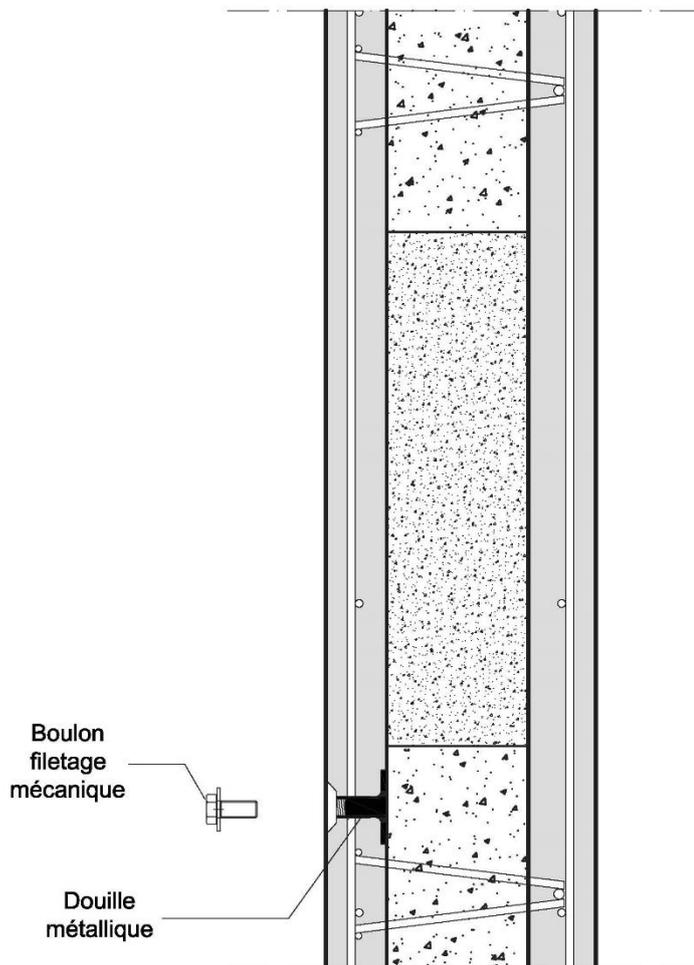


Figure 5

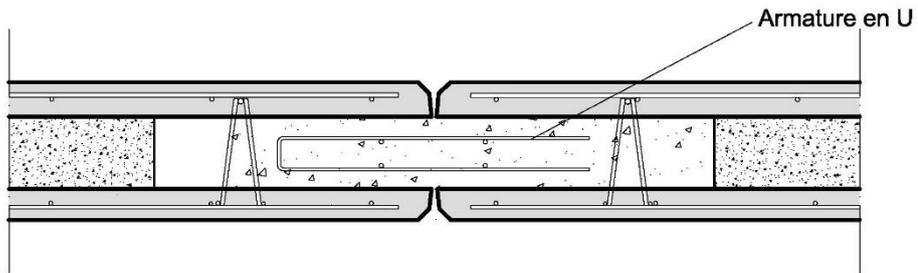
Douilles de fixation intégrées M16

05/2022

Indice 0

Page 5/12

Détail 1:
Liaison avec armature en U



Détail 2:
Liaison cousurée avec armature en U

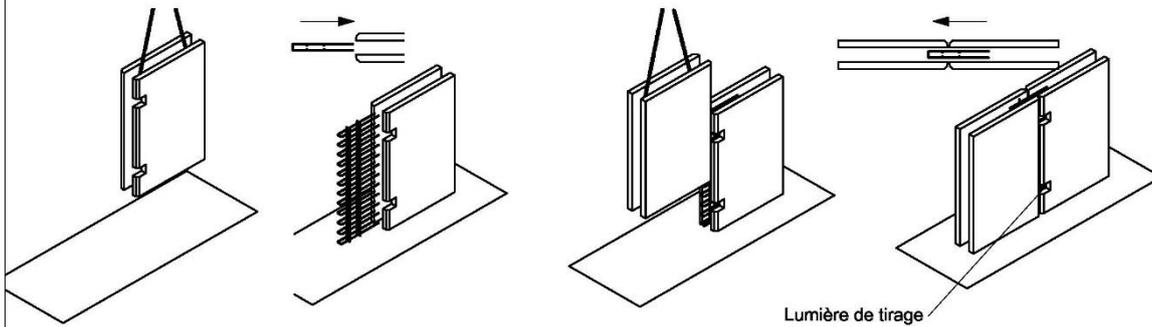
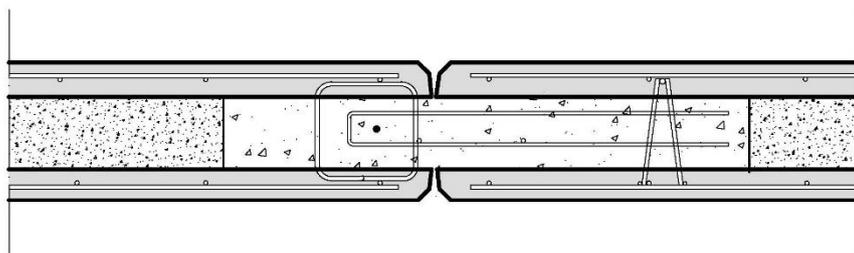
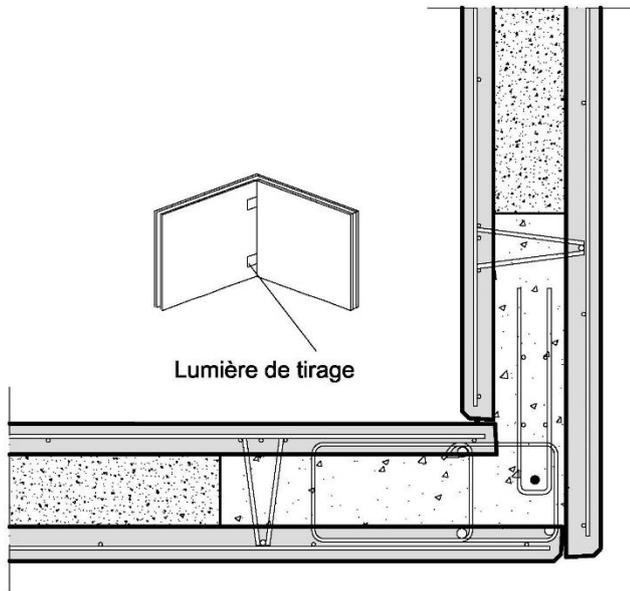


	Figure 6	Solution liaisons verticales droites en précur évidé		
		05/2022	Indice 0	Page 6/12

Détail 1: Liaison non couturée armatures en U



Détail 2 : Liaison couturée armatures en U

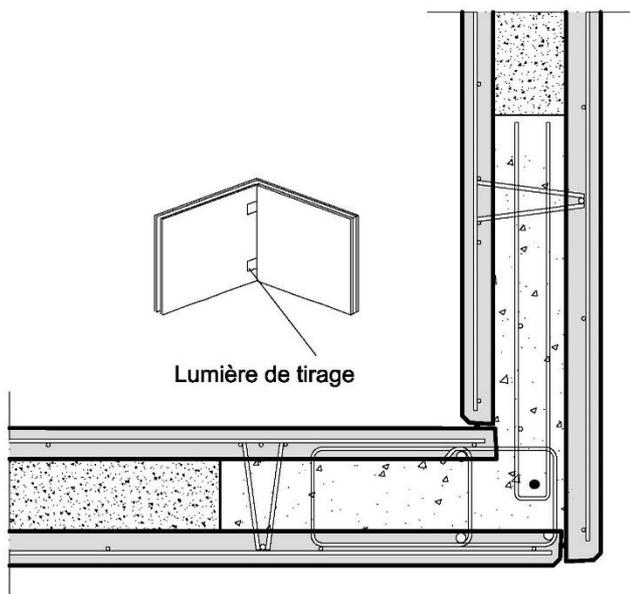


Figure 7

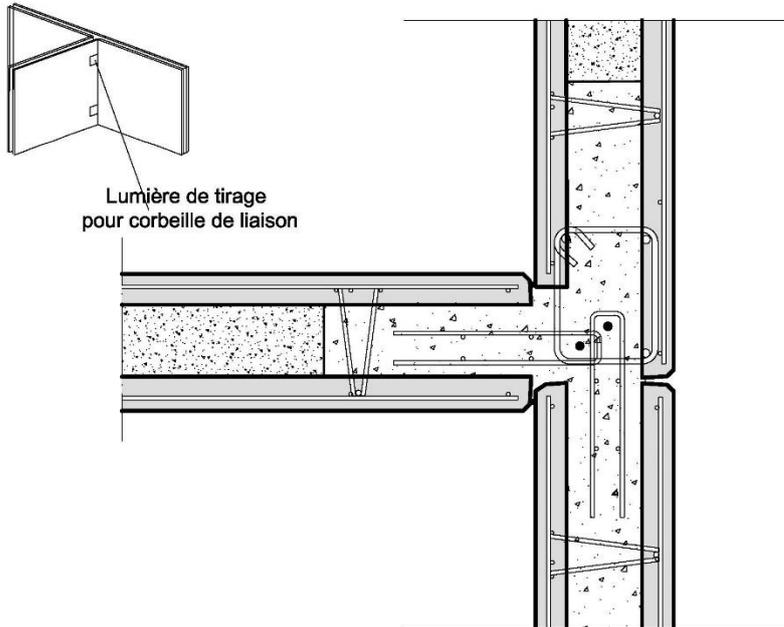
Solution liaisons verticales : Angles en prémur évidé

05/2022

Indice 0

Page 7/12

Détail 1 : Liaison non couturée
armatures en U



Détail 2 : Liaison couturée
armatures en U

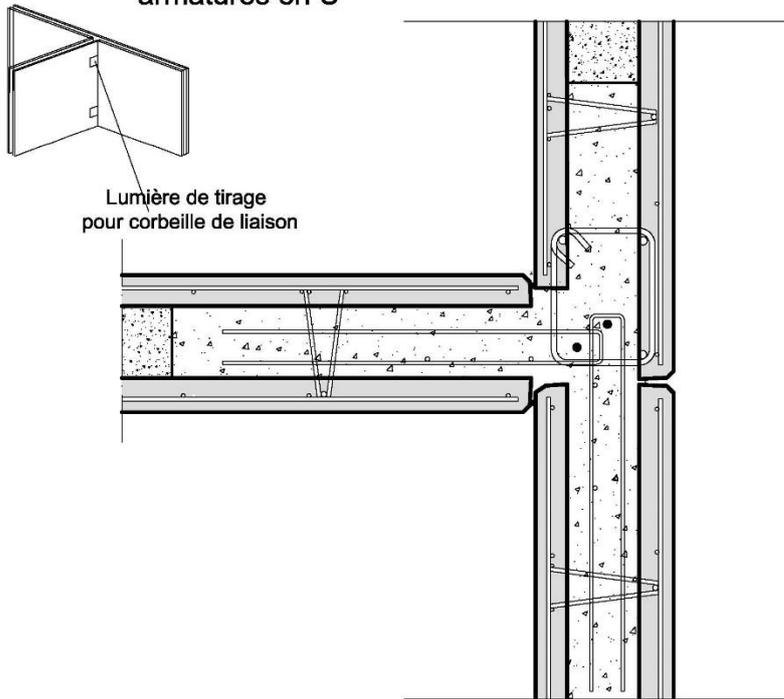


Figure 8

Solution liaisons verticales : Intersection en prémur évidé

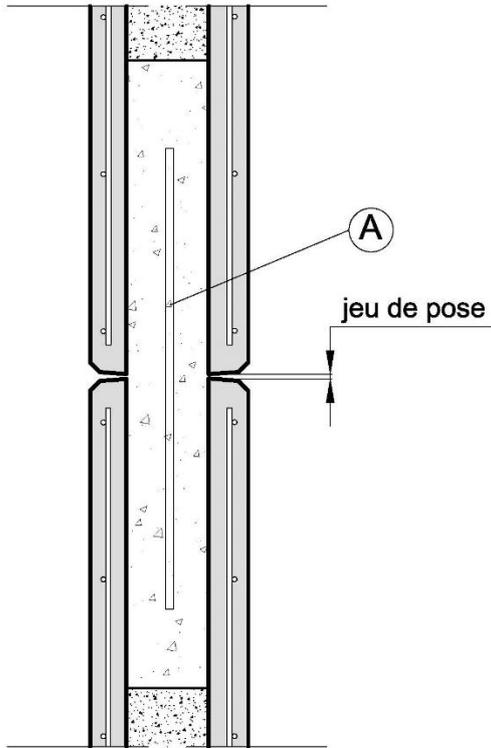
05/2022

Indice 0

Page 8/12

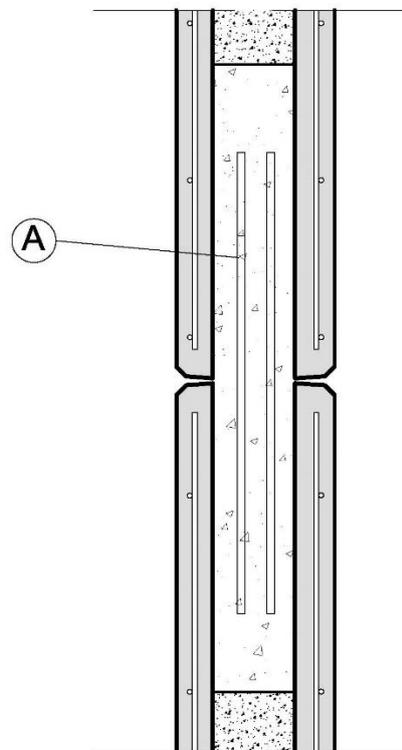
Détail 1:

1 lit d'armatures verticales



Détail 2:

2 lits d'armatures verticales



Ⓐ aciers à mettre en place sur chantier



Figure 9

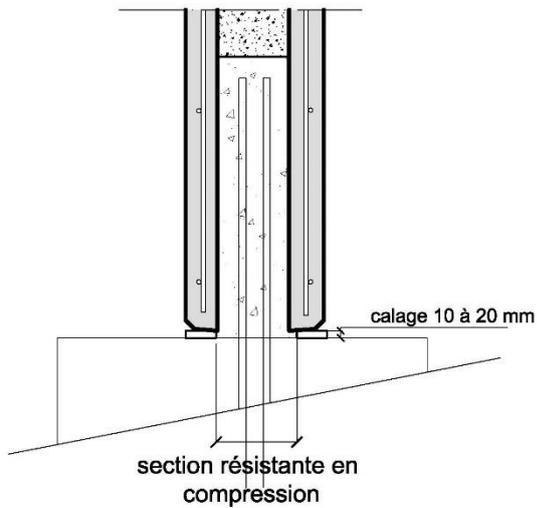
Solution liaison horizontale droit articulée en prémur évidé

05/2022

Indice 0

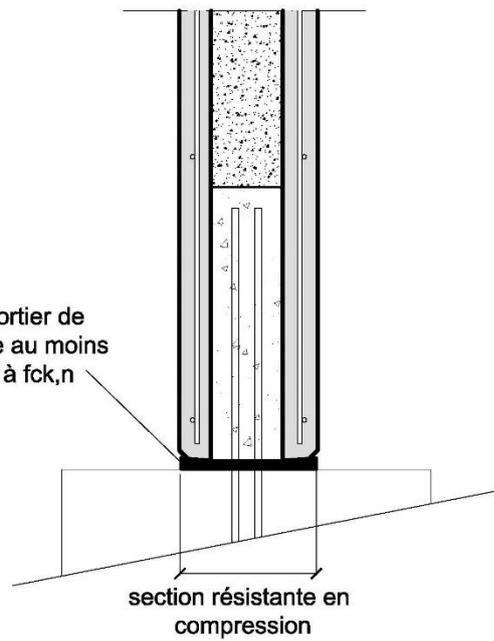
Page 9/12

Détail 1: lit d'armatures verticales*

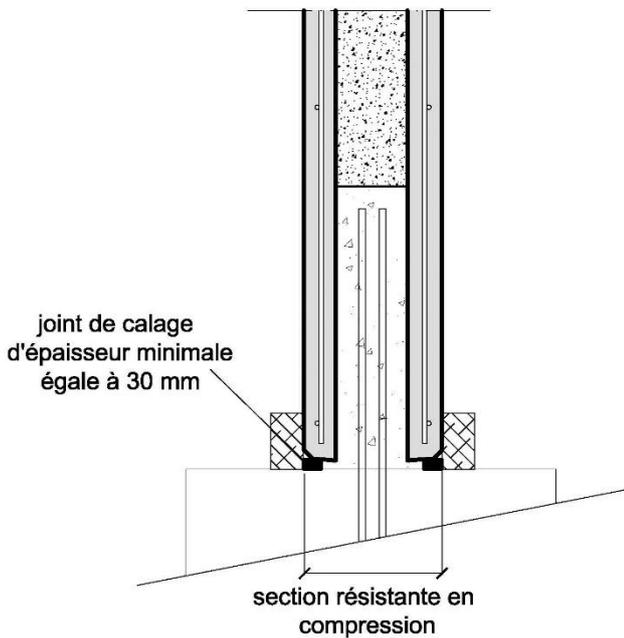


Détails valables sur support coulé en place (fondation,dalle,...)

Détail 2 *



Détail 3*



* 1 lit ou 2 lits d'armatures verticales



Figure 10

Solution liaison horizontale articulée en pied de précur évidé

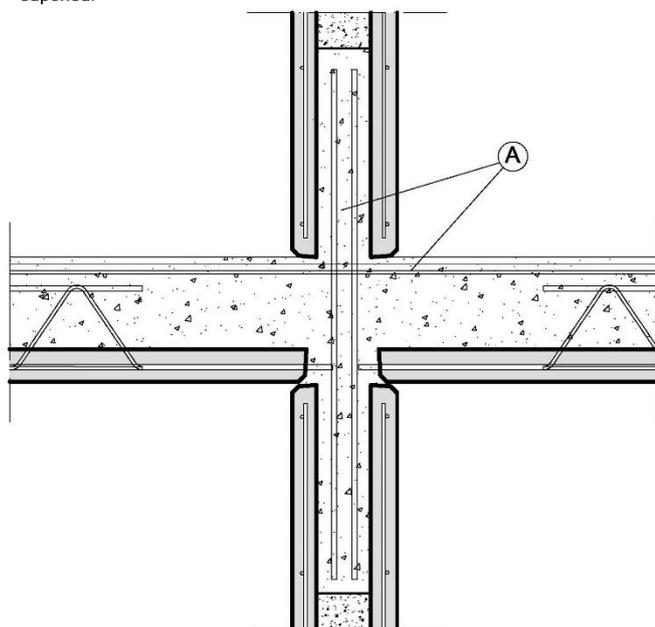
05/2022

Indice 0

Page 10/12

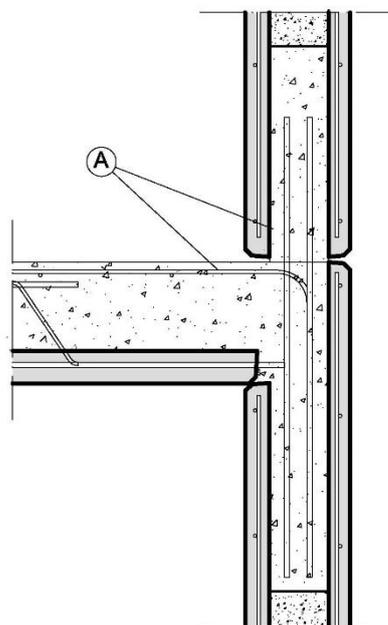
Détail 1:

cas d'un appui intermédiaire avec ou sans niveau supérieur



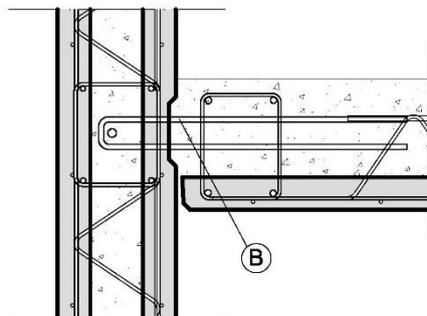
Détail 2:

cas d'un appui de rive avec ou sans niveau supérieur



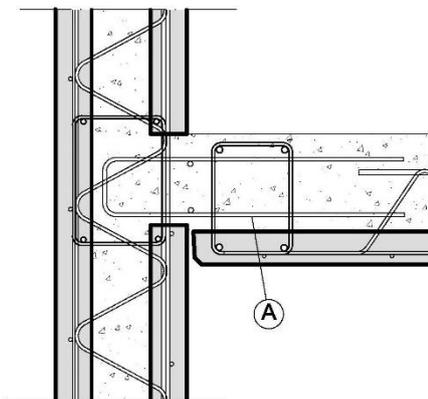
Détail 3:

plancher suspendu avec boîte d'attentes
(valable en zone sismique 1)



Détail 4:

plancher suspendu avec armatures mises sur chantier



- (A) aciers à mettre en place sur chantier
- (B) Boîte d'attentes incorporée au prémur ou aciers scellés chimiquement

Les planchers sont représentés avec des prédalles, ils peuvent être coulés en place.



Figure 11

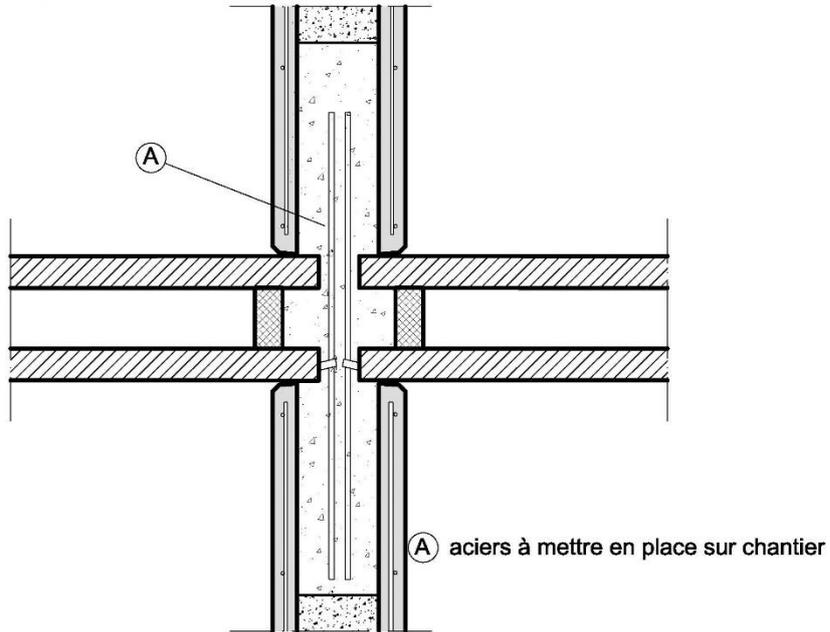
Solution liaison horizontale articulée avec prédalle ou dalle coulée en place en prémur évidé

05/2022

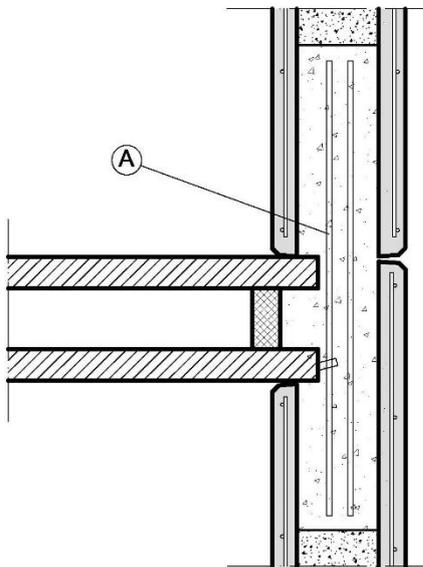
Indice 0

Page 11/12

Détail 1:
cas d'un appui intermédiaire avec ou sans niveau supérieur



Détail 2:
cas d'un appui de rive avec ou sans niveau supérieur



Les planchers sont représentés avec des dalles alvéolaires



Figure 12

Solution liaison horizontale articulée avec dalle alvéolaire en prémur évidé

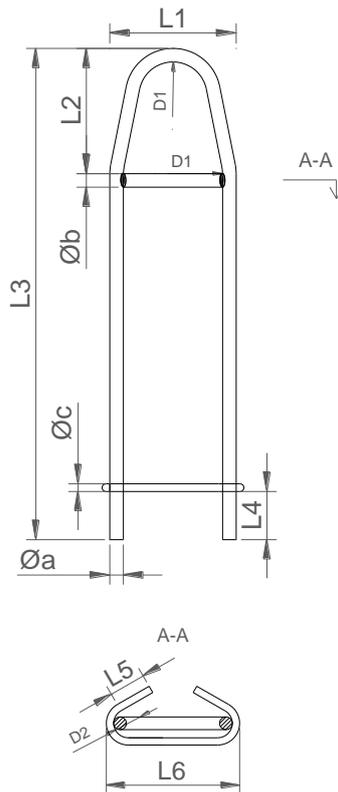
05/2022

Indice 0

Page12/12

Annexe 1 – Plan des inserts de levage

Figure 1 – TYPE 1



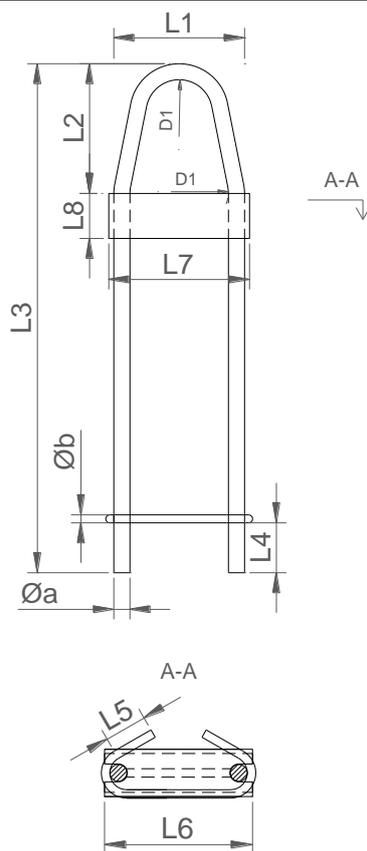
Tolérance sur la largeur du crochet : 0 / + 3 mm

Tolérance sur la largeur de l'épingle : 0 / + 3 mm

Tolérances dimensionnes globales : -5 / + 5 mm

Description	A 14	A 15	A 16	A 19	A 20	A 21
ϕ_a (mm)	14					
ϕ_b (mm)	14					
ϕ_c (mm)	8					
L ₁ (mm)	140	150	160	190	200	210
L ₂ (mm)	130					
L ₃ (mm)	510					
L ₄ (mm)	50					
L ₅ (mm)	40					
L ₆ (mm)	156	166	176	206	216	226
D ₁ (mm)	70					
D ₂ (mm)	32					

Figure 2 – TYPE 2



Tolérance sur la largeur du crochet : 0 / + 3 mm

Tolérance sur la largeur de l'épingle : 0 / + 3 mm

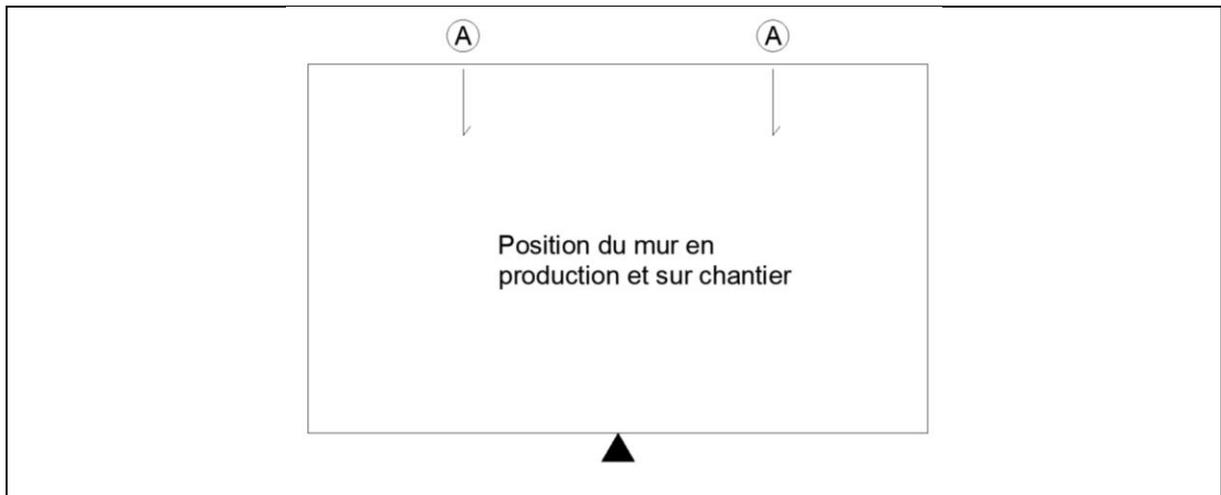
Tolérances dimensionnelles globales : -5 / + 5 mm

Description	B14	B 15	B 16	B 19	B 20	B 21
ϕ_a (mm)	16					
ϕ_b (mm)	8					
L ₁ (mm)	140	150	160	190	200	210
L ₂ (mm)	130					
L ₃ (mm)	510					
L ₄ (mm)	50					
L ₅ (mm)	40					
L ₆ (mm)	156	166	176	206	216	226
L ₇ (mm)	150	160	170	200	210	220
L ₈ (mm)	45					
D ₁ (mm)	70					
D ₂ (mm)	32					

Annexe 2 – Insertion des crochets de levage dans le PREMUR EVIDE

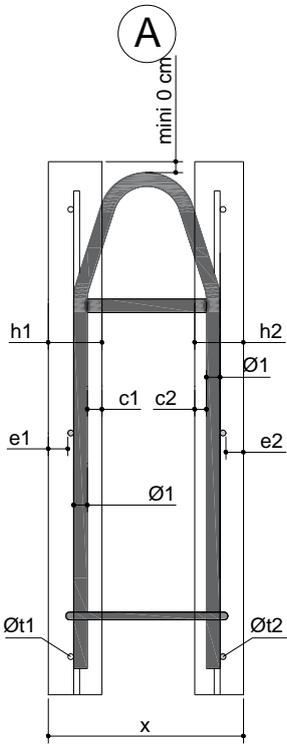
Figure 1 - Disposition du TYPE 1 dans le PREMUR EVIDE

18 cm ≤ x ≤ 25 cm



INSERT ϕ 14

Schéma d'intégration des boucles dans le PREMUR EVIDE

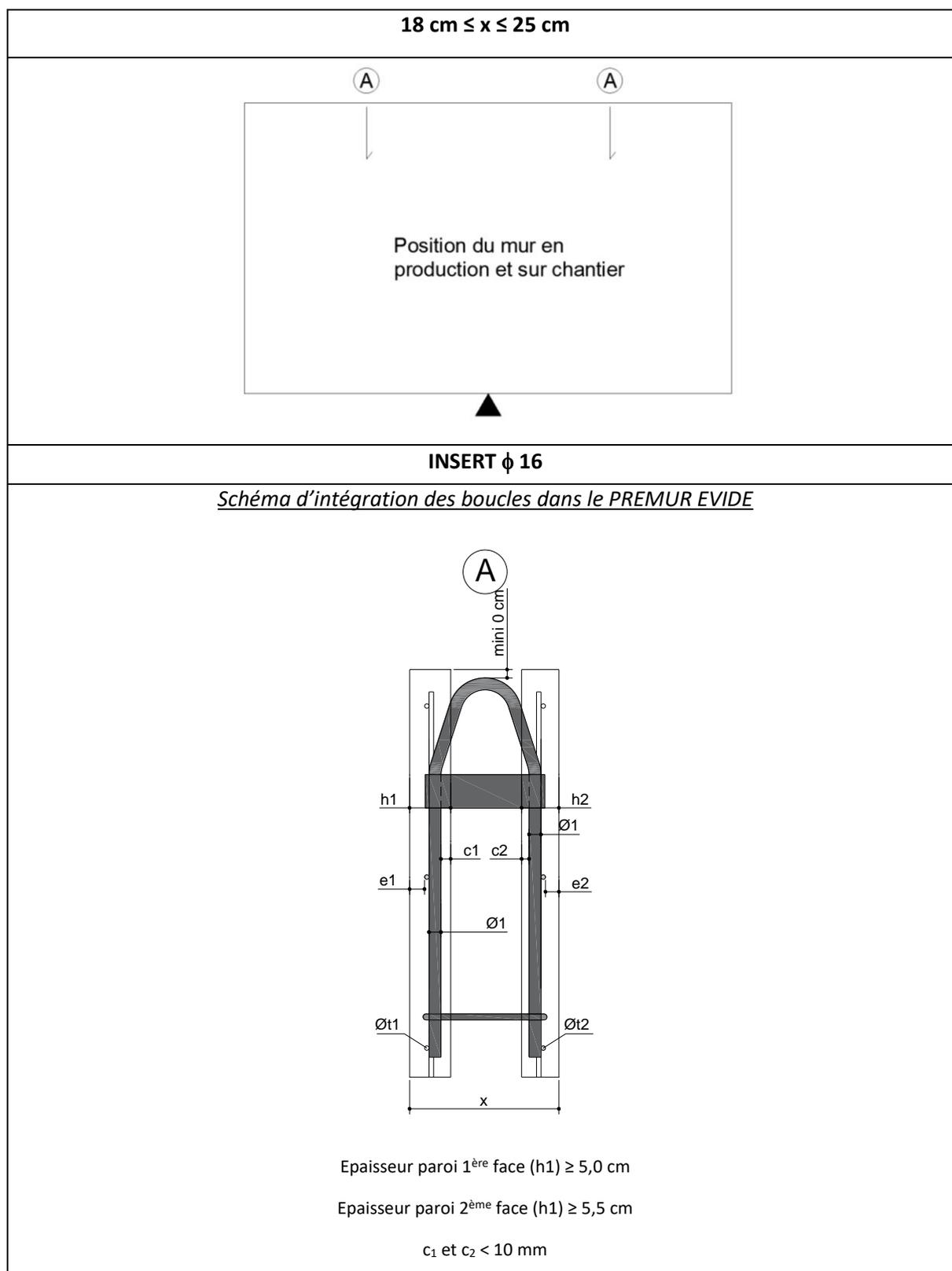


Epaisseur paroi 1^{ère} face (h_1) \geq 5,0 cm

Epaisseur paroi 2^{ème} face (h_2) \geq 5,5 cm

c_1 et $c_2 \geq$ 10mm

Figure 2 - Disposition du TYPE 2 dans le PREMUR EVIDE



Annexe 3 – Equivalence entre raidisseurs et armatures en U ou épingles

Le tableau d'équivalence proposé à l'art 1.4.6.1.5. est basé sur les critères suivants :

La section d'armature équivalente définie dans le tableau est issue du calcul de l'effort résistant au niveau du plan de cisaillement oblique.

$$A_s = \frac{4 \times F_s \frac{(\sin \alpha \times \sin \beta)}{st}}{f_{yk}}$$

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

$$F_s = A_{raid,Di} \times R_{e,Di}$$

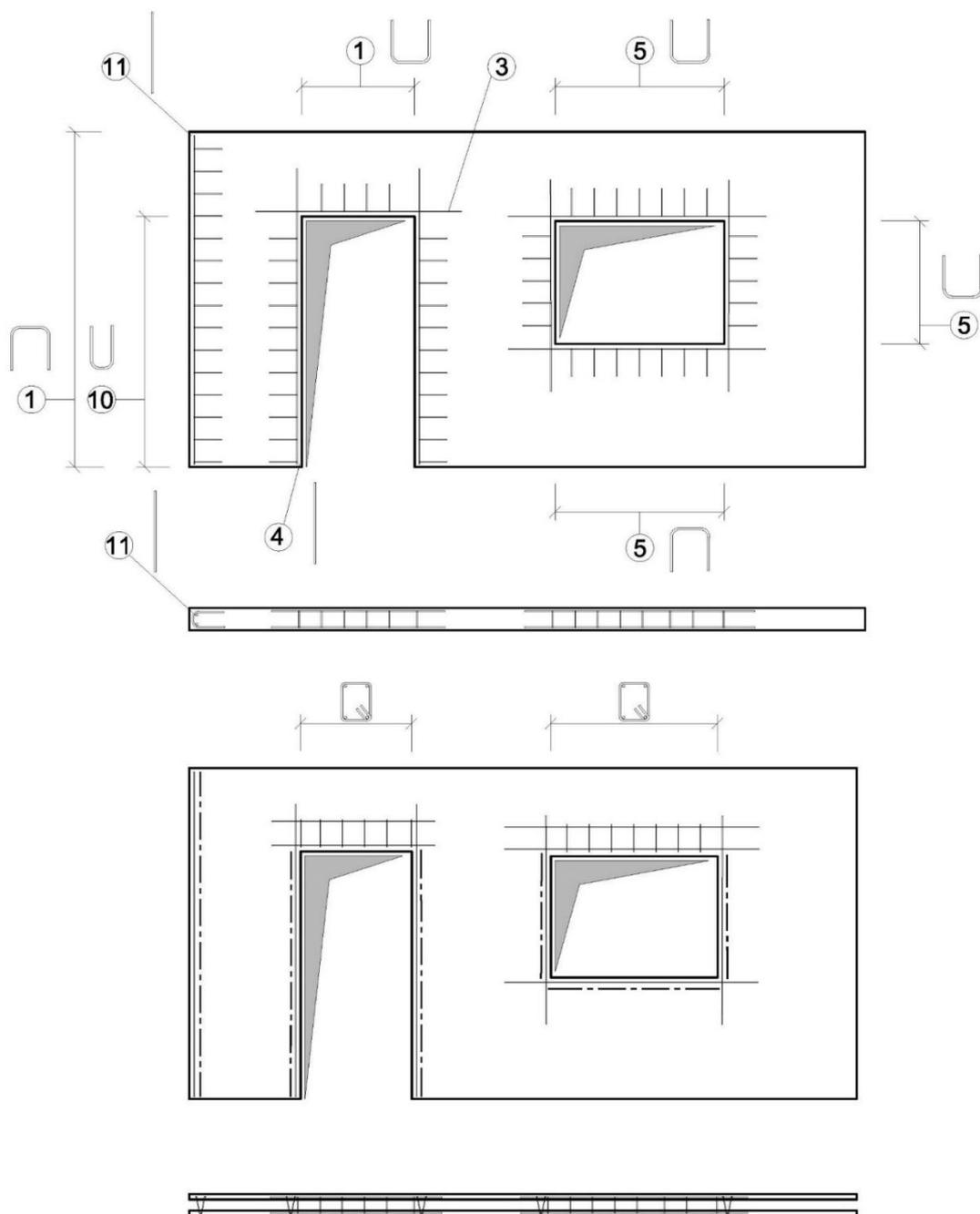
Avec :

- f_{yk} : limite caractéristique d'élasticité de l'acier des épingles ;
- $R_{e,Di}$: limite apparente d'élasticité de la diagonale du treillis raidisseur ;
- $A_{raid,Di}$: section de la diagonale du treillis raidisseur ;
- β : angle d'inclinaison des diagonales dans le plan transversal

Epaisseur du PREMUR EVIDE	Type de raidisseur	Section cm ² /ml	Equivalence espacement armatures classiques en cm		
			φ 6	φ 8	φ 10
18	H = 130 mm	3,00	9	16	26
20	H = 150 mm	3,18	8	15	24
25	H = 200 mm	3,31	8	15	23

Annexe 4 - Ferrillages constructifs autour d'ouvertures, portes et fenêtres substitués par des raidisseurs

Les renforcements des ouvertures et des bords libres usuellement prévus dans les voiles selon les dispositions du paragraphe 4.2.2.5 du DTU 23.1, pourront être réalisés dans les PREMUR EVIDE à l'aide des raidisseurs définis à l'article 1.4.6.1.5.



Annexe 5 – Principe de calcul des efforts sollicitants des joints entre PREMUR EVIDE

Cette annexe décrit le principe de détermination de l'effort sollicitant au droit du joint due à une charge ponctuelle parallèle au plan du prémur ou à une charge linéaire agissant en partie supérieure du mur (cas d'un contreventement).

- 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 :

$$V_{Ed,j} = \frac{F}{h}$$

Avec :

F : la charge ponctuelle horizontale sur le mur ;

h : la hauteur du mur ;

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

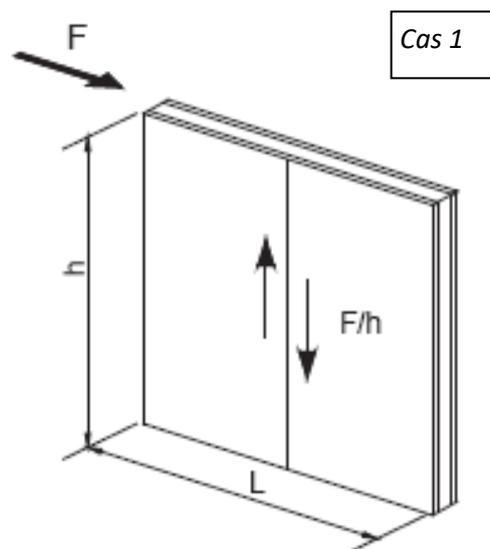


Figure A. 1 : – Effort sollicitant dans le cas d'un contreventement avec reprise d'une charge ponctuelle horizontale (cas 1)

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 :

$$V_{Ed,j} = \frac{f \times L}{n_b \times h}$$

Avec :

f : la charge linéaire horizontale sur le mur ;

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.

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

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

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

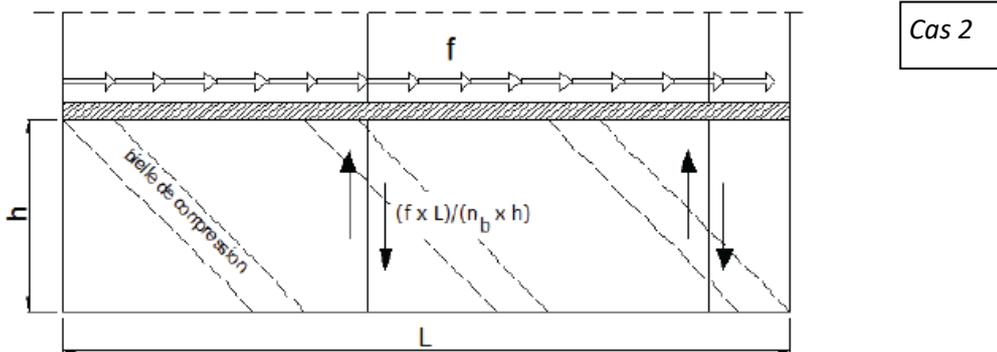


Figure A. 2 : – Effort sollicitant dans le cas d'un contreventement avec reprise d'une charge linéaire horizontale (cas 2)

Annexe 6 – Vérification de la liaison au droit du joint – Applications numériques

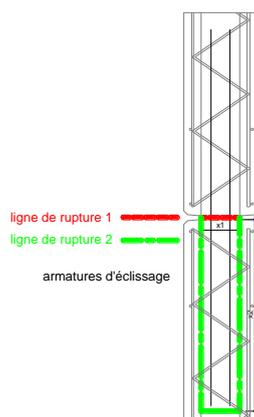
Cette annexe illustre les vérifications de la liaison au droit d'un joint :

- Horizontal (2 PREMUR EVIDE superposés)
- Vertical (PREMUR EVIDE côte à côte)

A. ELU statique

1. Justification du joint horizontal

Exemple : Sans cadres ou U de fermeture aux abouts



1.1 Données du calcul

1.1.1 Caractéristiques du mur à coffrage intégré

Les caractéristiques géométriques des voiles préfabriqués sont données dans le tableau ci-dessous.

Le ferrailage horizontal des voiles préfabriqués est donné dans le tableau ci-dessous et sur la *Figure A.5*.

Données dimensionnelles

Dénomination	Notation	Valeur numérique
Epaisseur 1 ^{ère} face	b_{p1}	50 mm
Epaisseur 2 ^{ème} face	b_{p2}	60 mm
Epaisseur du noyau	b_n	90 mm
Epaisseur totale	b	200 mm

Section d'armatures en attente : 2 HA 8 e = 20 cm – Longueur de la barre = 100 cm

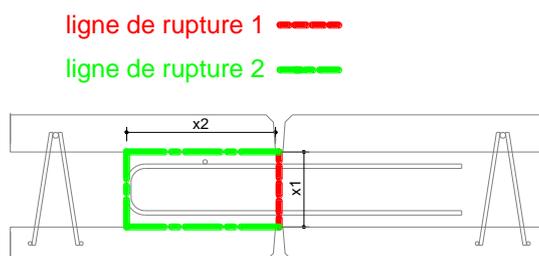
Surface de reprise 1 (Ruine par l'armature de liaison)	Surface de reprise 2 (ruine par le contour)
--	---

Résistance à la compression du béton	$f_{ck} =$	25	Mpa	$f_{ck} =$	25	Mpa
Résistance caractéristique en traction du béton d'ordre 5%	$f_{ctk 0,05} =$	1,8	Mpa	$f_{ctk 0,05} =$	1,8	Mpa
Résistance de calcul à la compression du béton	$f_{ctd,n} =$	1,2	Mpa	$f_{ctd,n} =$	1,2	Mpa
Résistance caractéristique en traction de l'acier	$f_{y attente} =$	500	Mpa	$f_{y inox 304 L} =$	500	Mpa
Section d'acier	$A_{attente} =$	5,03	cm ² /ml	$A_{couture} =$	0	cm ² /ml
Pourcentage d'armatures A traversant l'interface voile préfa/noyau coulé en place sur la distance x	ρ (plan 1) =	0,0056		ρ (plan 2) =	0	
La distance de l'extrémité de l'armature de liaison à l'about du voile préfabriqué	$x_1 =$	0,09	m	$x_2 =$	0,5	m
Surface du plan de reprise	$S_1 =$	0,09	m ²	$S_2 =$	1	m ²
Cohésion du béton	$c =$	0,5		$c =$	0,2	
Coefficient de frottement sur l'interface	$\mu =$	0,9		$\mu =$	0,6	
Coefficient de sécurité sur le béton	$\gamma_c =$	1,5		$\gamma_c =$	1,5	
Coefficient de sécurité sur l'acier	$\gamma_s =$	1,15		$\gamma_s =$	1,15	

$V_{Rd1} =$	25067	daN/ml	$V_{Rd2} =$	24000	daN/ml
$V_{Rd} = 24000$ daN/ml					

2. Justification du joint vertical

Exemple : Utilisation de liaison en U sans cadres ou U de fermeture aux abouts



$$V_{Rd} = \min\{V_{Rd1}; V_{Rd2}\}$$

Avec :

V_{Rd} : effort tranchant résistant de calcul

V_{Rd1} : effort tranchant résistant de calcul au niveau de la section transversale réduite au droit du joint.

V_{Rd2} : effort tranchant résistant de calcul sur le contour de liaison à l'interface entre le noyau et le voile préfabriqué.

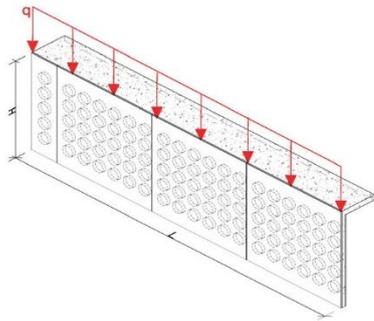
Section d'armatures en U : 2 HA 6 e = 20 cm – Longueur du U= 45 cm

	Surface de reprise 1 (Ruine par l'armature en U)			Surface de reprise 2 (ruine par le contour)		
Résistance à la compression du béton	$f_{ck} =$	25	Mpa	$f_{ck} =$	25	Mpa
Résistance caractéristique en traction du béton d'ordre 5%	$f_{ctk 0,05} =$	1,8	Mpa	$f_{ctk 0,05} =$	1,8	Mpa
Résistance de calcul à la compression du béton	$f_{ctd,n} =$	1,2	Mpa	$f_{ctd,n} =$	1,2	Mpa
Résistance caractéristique en traction de l'acier	$f_{y liaison} =$	500	Mpa	$f_{y inox 304 L} =$	500	Mpa
Section d'acier	$A_{liaison} =$	2,83	cm ² /ml	$A_{couture} =$	0	cm ² /ml
Pourcentage d'armatures A traversant l'interface voile préfa/noyau coulé en place sur la distance x	ρ (plan 1) =	0,0031		ρ (plan 2) =	0	
La distance de l'extrémité de l'armature de liaison à l'about du voile préfabriqué	$x_1 =$	0,09	M	$x_2 =$	0,23	m
Surface du plan de reprise	$S_1 =$	0,09	m ²	$S_2 =$	0,46	m ²
Cohésion du béton	$c =$	0,5		$c =$	0,2	
Coefficient de frottement sur l'interface	$\mu =$	0,9		$\mu =$	0,6	
Coefficient de sécurité sur le béton	$\gamma_c =$	1,5		$\gamma_c =$	1,5	
Coefficient de sécurité sur l'acier	$\gamma_s =$	1,15		$\gamma_s =$	1,15	

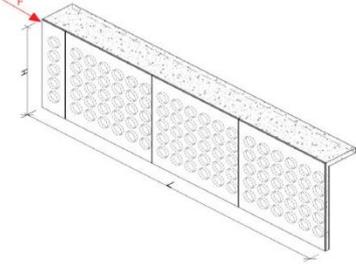
$$V_{Rd1} = 16464 \text{ daN/ml} \quad V_{Rd2} = 11040 \text{ daN/ml}$$

$$V_{Rd} = 11040 \text{ daN/ml}$$

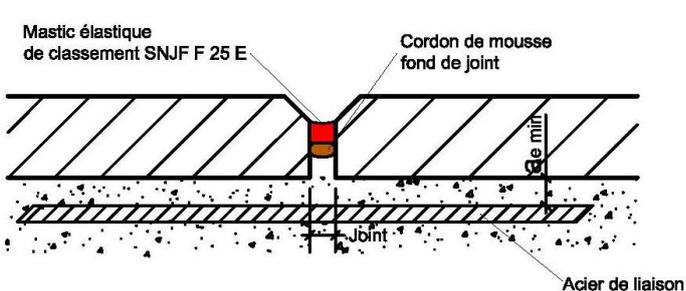
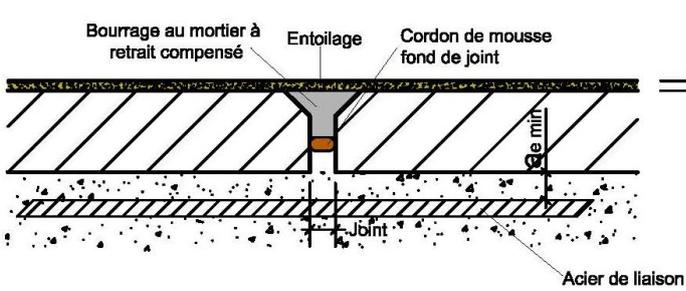
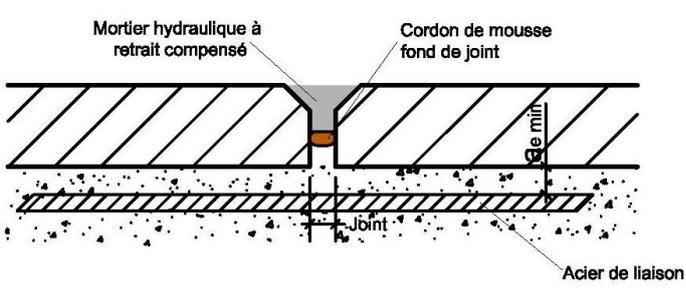
Annexe 7 – Vérification de la résistance à la compression du PREMUR EVIDE – Applications numériques

		Vérification à la compression du PREMUR EVIDE	
N° affaire		Chantier	
Zone de prémur		Entreprise	
Hypothèses			
Largeur du voile	20 cm		
Hauteur du voile	2,4 m		
Longueur du voile	8 m		
Hauteur du calage	1 cm		
<u>Epaisseur des parois du prémur</u>			
1ère face	5 cm		
2ème face	6 cm		
noyau	9 cm		
Résistance du béton de remplissage	25 Mpa		
$f_{ctd,n} =$	1,20 Mpa		
Sollicitations STATIQUE			
<u>Calcul de l'effort de compression sollicitant pondéré $N_{Elu,stat}$</u>			
$N_{Elu,stat}$	1000 kN/ml		
<u>Calcul de l'effort de compression résistant en partie courante $N_{Rd,stat(1)}$</u>			
$N_{Rd,stat(1)}$	2333 KN/m		
<u>Calcul de l'effort de compression résistant au niveau du joint horizontal $N_{Rd,stat(2)}$</u>			
$N_{Rd,stat(2)}$	1500 KN/m		
CONCLUSION			
$N_{Elu,stat} =$	1000 KN/ml	<	$N_{Rd,stat} =$ 1500 KN/ml OK

Annexe 8 – Vérification de la résistance au cisaillement du PREMUR EVIDE– Applications numériques

		Vérification de la contrainte de cisaillement du PREMUR EVIDE	
N° affaire		Chantier	
Zone de prémur		Entreprise	
Hypothèses			
épaisseur du voile	20	cm	
Hauteur du voile	3,5	m	
Longueur du voile	5	m	
<u>Épaisseur des parois du prémur</u>			
1ère face	5	cm	
2ème face	6	cm	
Résistance du béton de remplissage	25	Mpa	
$f_{ctd,n} =$	1,20	Mpa	
Sollicitations STATIQUE			
Calcul de la contrainte sollicitante $v_{Ed,stat}$ prémur évidé			
<u>Effort tranchant dans le voile</u>			
$V_{Ed,stat}$	1500	kN	
$v_{Ed,stat}$ prémur évidé	1,50	Mpa	
Calcul de la contrainte résistante maximale $v_{Rd,max}$ prémur évidé			
$v_{Rd,max}$ prémur évidé	2,22	Mpa	
CONCLUSION			
$v_{Ed,stat}$ prémur évidé =	1,50 Mpa	<	$v_{Rd,max}$ prémur évidé = 2,22 Mpa OK

Annexe 9 – Traitement des joints

MUR COURANT EN SUPERSTRUCTURE		FACE EXTERIEURE	
		<p>Mur façade avec peinture, lasure, brut, ou joints marqués</p>  <p>15 mm</p>	
<p>Mur façade avec enduit</p>  <p>15 mm</p>			
<p>Face intérieure</p>  <p>15 mm</p>			

Fin du rapport