Avis Technique 3/09-593

Plancher
Floor
Fußboden

Système NOU\BAU de renforcement de planchers à poutrelles

Titulaire : Sistemes de Reforç Actiu S.L

Jaume Balmes, 8
ES-08301-MATARO

Usine :

Distributeur :

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

Groupe Spécialisé n° 3
Structures, planchers et autres composants structuraux

Vu pour enregistrement le 6 août 2009

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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2009

Le Groupe Spécialisé n° 3 « STRUCTURES, PLANCHERS ET AUTRES COMPOSANTS STRUCTURAUX » a examiné le 04 mars 2009 le dossier du procédé NOU-BAU, exploité par la société Sistemes de Reforç Actiu S.L. Il a formulé sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé de renforcement de plancher destiné à la rénovation de plancher nervurés de type poutrelles et entrevous. Les poutrelles peuvent être en béton armé ou précontraint, en métal ou en bois. Le procédé est composé d'une poutre en profilés et de supports métalliques (en acier galvanisé ou en acier inoxydable), de prismes séparateurs en bois, de béton léger et d'ancrages.

1.2 Identification

Le fabricant dispose d'un système d'étiquetage de tous les éléments profilés. Sur l'étiquette figure l'identification de la société, la marque du produit, le code de l'élément, la date et l'identification de la société qui effectue le pliage.

Dans le code de l'élément sont indiqués la hauteur de la poutre, le type de pièce et pour les profils, sa longueur en décimètres et la longueur de la poutre en décimètres.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Planchers d'étages courants et de toiture terrasse des bâtiments soumis exclusivement à des charges statiques ou quasiment statiques (en comprenant par ces dernières les effets dynamiques courants dus au déplacement des personnes et des appareils légers qui ne produisent pas de vibrations).

Seul le cas des travées isostatiques et sans porte-à-faux est visé.

Les utilisations sous des charges pouvant entraîner des chocs ou sous des charges ponctuelles élevées ne sont pas visées dans le cadre du présent Avis.

L'utilisation en zones sismiques, lorsque la réglementation est applicable, n'est pas visée par le présent Avis.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

2.211 Stabilité

La stabilité des planchers renforcés par le procédé NOU-BAU est normalement assurée si sa conception, sa fabrication, sa mise en œuvre et son utilisation sont conformes au Cahier des Prescriptions Techniques Particulières (§2.3 ci-après).

2.212 Sécurité au feu

En ce qui concerne la résistance au feu, le procédé non protégé ne participe pas à la tenue des éléments renforcés. Lorsqu'une protection au feu est prévue par-dessus le profilé NOU-BAU, elle devra justifier d'un essai de résistance au feu, effectué sur les profilés visés dans le présent Avis, par un Laboratoire agréé par le Ministère de l'Intérieur.

2.213 Sécurité du travail sur chantier

La sécurité du travail sur chantier est normalement assurée, en ce qui concerne le procédé proprement dit, si les prescriptions de mise en œuvre du tenant de système, ainsi que les prescriptions et les vérifications prévues dans le Cahier des Prescriptions Techniques sont effectuées et satisfaites. Une attention particulière doit être apportée au phasage de chantier lorsque l'appui des entrevous d'origine sur les poutrelles est supprimé.

2.214 Isolation thermique

Le procédé n'a pas fait l'objet d'étude concernant cet aspect. Une étude d'impact doit être effectuée pour tenir compte de la mise en place du procédé et la détérioration éventuelle des entrevous isolants.

2.215 Isolation acoustique

Le procédé n'a pas fait l'objet d'étude concernant cet aspect.

2.22 Durabilité – Entretien

Pour les emplois indiqués en 2.1, la durabilité du plancher brut (c'est-à-dire plafond exclu) est équivalente à celle des planchers traditionnels utilisés dans des conditions comparables, moyennant le choix adéquat de la nuance d'acier inoxydable sur locaux humides ou à atmosphère agressive.

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des profilés est effectuée en usine. Elle doit faire l'objet d'un autocontrôle systématique du fabricant permettant d'assurer le respect des tolérances indiquées dans le Dossier Technique ci-après.

2.24 Mise en œuvre

Le montage de profilés NOU-BAU est effectué soit par le titulaire de l'Avis soit par des entreprises agrées par lui. Dans tous les cas, les certificats de qualification professionnelle relatifs tant aux travaux de préparation des matériaux qu'à l'exécution des opérations de soudure, en conformité avec la norme NF EN 1090 et notamment la NF EN 287 partie 1 pour l'acier inoxydable devront être fournis. La certification des soudeurs doit notamment mentionner le procédé de soudage (131 ou 141) ainsi que le détail de soudage ss (soudure d'un seul côté).

Une reconnaissance des travaux préparatoires est systématiquement effectuée par le titulaire du présent Avis.

2.3 Cahier des prescriptions techniques particulières

2.31 Conditions de conception et de calcul

S'agissant d'un procédé de rénovation, la capacité des structures (murs, poutres, linteaux, etc…) support à reprendre les charges verticales qui leur seront appliquées doit être vérifiée en amont.

Le dimensionnement du procédé pour une opération donnée est systématiquement réalisé par le titulaire du présent Avis. La démarche générale de calcul est indiquée au paragraphe 12 du Dossier Technique. Les vérifications en phase définitive doivent être effectuées en considérant une perte totale de résistance de l'élément renforcé.

La stabilité de forme du profilé métallique doit être vérifiée selon les prescriptions de la norme NF EN 1993-1-(1 à 5 et 8). Certains profilés ont été justifiés par essai, il n'est donc pas nécessaire de vérifier leur stabilité de forme lorsque la configuration et le chargement sur chantier sont compatible avec l'essai. Dans ce dernier cas, les charges à l'état limite ultime doivent rester inférieures à la moitié de la charge de rupture.

Le choix de la nuance d'acier et de la protection est effectué en fonction de l'ambiance des locaux dans lesquels les profilés sont mis en œuvre. L'acier galvanisé est réservé aux locaux secs ou faiblement humides : pièces humides de logements. Dans les locaux présentant des atmosphères agressives, la nuance d'acier inoxydable doit être au minimum 1.4401 selon la norme NF EN 10088 et justifiée par des essais de corrosion sous contrainte.

La résistance des fixations, déclarée par le fabricant, doit être vérifiée par des essais in situ comme indiqué dans le Dossier Technique ci-après. Un minimum d'un essai de traction à rupture sur cheville doit être réalisé par type de mur support et par configuration d'ancrage (support plein ou creux) rencontrés sur un chantier. Chaque fois que, sur ce même chantier, l'apparence du mur support laisse un doute sur ses propriétés mécaniques, un essai complémentaire doit être réalisé. Ces essais sont effectués sous la responsabilité du titulaire du présent Avis et doivent être rattachés à la qualification du fabricant.

Le titulaire doit fournir pour chaque chantier les plans de pose détaillés comprenant notamment la position de chaque profilé avec son identification. L'identification fait référence aux fiches de montage qui détaillent le type de montage à effectuer, la composition de chacun des éléments NB et l'effort de pré-fléchissement nécessaire.

2.32 Conditions de fabrication

L'ensemble des éléments constitutifs des poutres NOU-BAU est identifié de l'entrée de l'usine jusqu'au montage. La traçabilité des plaques d'acier utilisée devant ainsi être assurée. Chaque plaque dispose d'un certificat du fournisseur d'acier.

Lorsque les outils de pliage sont les même pour l'acier galvanisé et l'acier inoxydable, une attention particulière doit être apporté à leur nettoyage afin d'éviter toute pollution de l'acier Inoxydable. Les outils de perçage doivent nécessairement être distincts pour les deux types d'aciers.

2.33 Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre est détaillée au paragraphe 11 du Dossier Technique ci après.

Les opérations de soudures et de fixations doivent être conformes à la norme NF EN 1090.

La mise en charge ne doit pas provoquer de moment positif dans le plancher à rénover qui pourrait mettre en péril le revêtement existant.

La partie supérieure des ailes doit systématiquement être jointoyée avec la sous face du plancher à rénover. Lorsqu'un grugeage est prévu pour que la poutre NOU-BAU soit au plus près de l'élément à renforcer, ce grugeage ne doit concerner que les entrevous et en aucun cas le béton initialement coulé en place.

Un phasage précis de l'étaiement nécessaire doit être fourni par le titulaire du présent Avis notamment lorsque l'appui des entrevous d'origine sur les poutrelles est supprimé.

Toutes dispositions doivent être prises pour que la découpe des entrevous ne provoque ni la destruction, ni le risque de chute ultérieure de ceux-ci, et que la résistance du plancher ne soit pas affecté.

Toutes précautions doivent être prises pour que la réalisation des fixations n'affaiblisse pas la capacité portante de la structure support.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

3 ans, jusqu'au 31 mars 2012.

Pour le Groupe Spécialisé n° 3
Le Président
J.P. BRIN

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé de renforcement NOU-BAU fait l'objet d'un DIT de l' « Instituto Edouardo Toroja » dont il a été tenu compte dans le présent Avis.

Le groupe attire l'attention sur les étapes successives de mise en œuvre du procédé entrainant nécessairement des mouvements de la structure existante, il est probable que des désordres apparaissent sur celle-ci, notamment les carrelages, cloisons fragiles…

Le Rapporteur du Groupe
Spécialisé n° 3
Nicolas RUAUX

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Description succincte

Système de renforcement de planchers nervurés unidirectionnels à poutrelles. Ce système consiste en la substitution fonctionnelle des poutrelles abîmées au moyen de la fixation, par dessous, d'une poutre extensible en acier inoxydable ou galvanisé capable d'assurer la stabilité du plancher en cas de perte totale de résistance de la poutrelle endommagée. La poutre extensible supporte directement les éléments de l'entrevous ainsi que la poutre abîmée.

Au niveau de la résistance, le plancher à renforcer doit être capable de supporter les efforts provoqués par la contre-flèche introduite dans la mise en œuvre du Système jusqu'au point d'absorber la surcharge.

Une fois le système mis en œuvre, il ne prend pas en compte, à l'effet du calcul, la collaboration résistante des poutrelles du plancher qu'on renforce.

Les planchers visés sont des planchers à poutrelles en béton armé ou précontraint. Le Système vaut pour le renforcement d'autres types de planchers unidirectionnels chaque fois qu'il respecte les indications du rapport technique, la compatibilité des matériaux.

2. Description du système

Le système est composé par un ensemble d'éléments en acier inoxydable ou galvanisé, constitués par un bloc longitudinal extensible en forme d'oméga, utilisant trois profils soudés entre eux sur chantier, et des supports encastrés sous le profil d'extrémité qui s'ancrent à l'appui (Figure 1). Pour des portées courtes, le bloc longitudinal pourra être constitué par un seul profil qui recouvre toute la longueur de la poutrelle à renforcer.

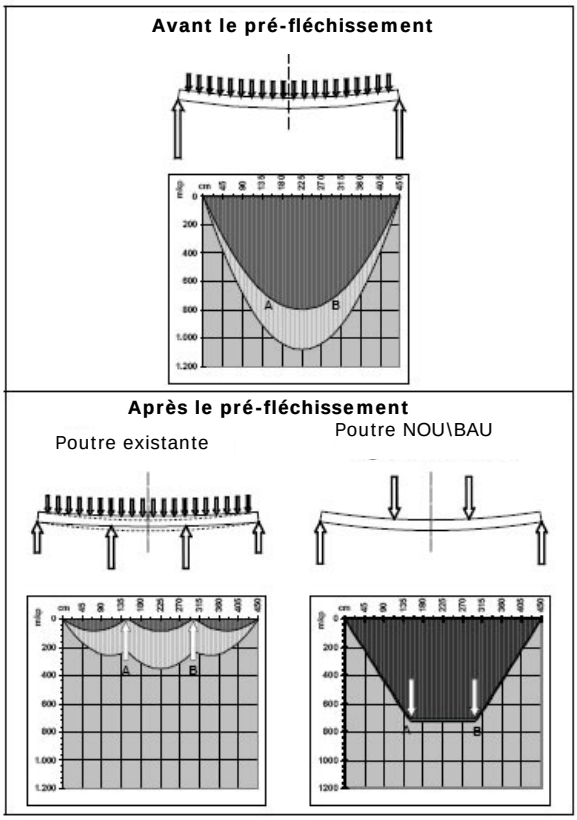
La transmission d'efforts vers le support s'effectue au moyen d'ancrages chimiques ou mécaniques suivant les cas.

Le profil se pose entourant, totalement ou partiellement, la poutrelle du plancher à renforcer se rempli ensuite d'un matériel sans fonction de résistance qui fait office de répartiteur de charges. Il est nécessaire d'effectuer le jointoiement entre les ailes du profil et le plancher renforcé (figures 3 et 4).

Le système NOU\BAU est un renforcement actif des planchers qui consiste à provoquer la décharge de l'élément structural horizontal à renforcer grâce au pré-fléchissement d'un élément linéaire résistant posé dans sa partie inférieure ; on obtient ainsi une collaboration « élément existant/nouvel élément », ce dernier absorbant les charges permanentes et l'ensemble, les charges d'exploitation. Cette collaboration subsistera dans la mesure où l'élément à renforcer ne perdra complètement ses caractéristiques de résistance (fig. 1, 3 et 4). Une fois la mise en œuvre réalisée, si cette perte survenait, l'élément de renforcement absorberait la totalité des charges.

Le pré-fléchissement du renforcement présente un double effet: la décharge de la poutrelle existante à substituer et la mise en charge de la poutre de renforcement.

La décharge de l'élément structural à substituer (la poutrelle existante) est obtenue en appliquant deux efforts verticaux ascendants au moyen de pièces dénommées prismes séparateurs (A et B) posés au bout des profils d'extrémité (environ à un tiers de la portée de la poutrelle) grâce auxquelles on arrive à neutraliser, sur ces deux points, les moments fléchissant entraînés par les charges permanentes. Les sollicitations des charges permanentes, sur la poutre déjà déchargée, sont réduites d'environ à un neuvième du poids supporté initialement.



Le pré-fléchissement de la poutre du Système de renforcement est obtenu grâce à l'action des efforts de pré-fléchissement, appliqués sur les supports, et aux réactions sur les prismes séparateurs. La valeur optimale de cet effort correspond à celle qui neutralise le moment fléchissant, entraîné par l'ensemble des poids morts, dans les points d'application sur la poutrelle existante, points A et B de la figure 2. On obtient ainsi une mise en charge de la poutre de renforcement similaire à celle qu'elle devrait supporter en cas de la complète disparition de l'ancienne poutre et le risque de fléchissements postérieurs est donc évité.

La valeur différentielle entre l'élévation du profil dans les supports et l'élévation du point central du profil, est dénommée «flèche virtuelle du montage» ou «déflexion initiale». Cette valeur permet d'évaluer l'effort du pré-fléchissement.

Le pré-fléchissement peut diminuer la flèche initiale du plancher existant, en fonction de la rigidité de ce dernier.

3. Matériaux

3.1 Tôle en acier

3.11 Tôle en acier inoxydable

Tôle laminée à froid. Suivant le cas, deux types d'acier sont employés : l'AISI-304 (X5CrNi18-10) pour des conditions normales et l'AISI-316 (X5CrNiMo17-12-2) pour des conditions exceptionnelles d'exposition élevée à la présence de chlorures, par exemple, au voisinage de la mer.

Les caractéristiques de ces deux types d'acier sont indiquées dans le Tableau 1 :

Données du matériel		
Type d'acier EN 10088	AISI-304/1.4301 X5CrNi18-10	AISI-316/1.44.01 X5CrNiMo17-12-2
Structure	Austénitique	Austénitique
Propriétés mécaniques		
Résistance à la traction	> 500 N/mm^2 (>5.000 kp/cm^2)	> 500 N/mm^2 (>5.000 kp/cm^2)
Limite élastique	> 290 N/mm^2 (> 2.900 kp/cm^2)	> 290 N/mm^2 (> 2.900 kp/cm^2)
Allongement à la rupture	> 45 %	> 40 %
Dureté	< 215 HBR	< 216 HBR

La limite élastique est contrôlée à partir des certificats de bobine.

3.12 Tôle en acier galvanisé

Tôle en acier à faible niveau de carbone, galvanisée en continu par immersion à chaud, recouverte d'une protection de zinc type Z 275 (275g/m2) conformément à la norme EN 10142 :2001. Les caractéristiques de ces types d'acier sont indiquées dans le Tableau 2.

Données du matériel	
Type d'acier EN 10142	DX 51 D+Z 1.0226
Recouvrement	Z275
Propriétés mécaniques	
Résistance minimale à la traction	270 N/mm^2 (2.700 kp/cm^2)
Résistance maximale à la traction	500 N/mm^2 (5.000 kp/cm^2)
Limite élastique minimale	140 N/mm^2 (1.400 kp/cm^2)
Limite élastique nécessaire	>275 N/mm^2 (>2.750 kp/cm^2)
Allongement à la rupture A_{80}	> 22 %

La limite élastique est contrôlée à partir des certificats de bobine.

3.2 Matériau de remplissage

Mortier cellulaire obtenu à base d'éléments mousseux pour diminuer la densité. Le ciment à utiliser correspond au P-350 ou Electrolan (selon le matériau de la poutrelle) et la mousse utilisée est *Horcel* de chez *Asfaltos Chova*, S.A. Les caractéristiques de cet additif sont les suivantes :

- Type : Liquide
- Couleur: marron noirâtre
- Ne se dégrade pas avec le temps
- Imputrescible et non inflammable.
- Présentation commerciale en récipients de 30 ml.
- Dosage :
  - 50 kg de ciment P-350
  - 500 cm^3 de Horcel
  - 40 l d'eau
- Temps de gâchage : 3 minutes
- Température minimale d'application: + 5º C

La compatibilité du mortier avec le béton de la poutrelle à renforcer sera garantie. Le mortier résultant devra présenter les caractéristiques suivantes.

- pH: 10-11
- Contenu en Na_2O: < 0,6 %
- Contenu en SO_3: < 3 %
- Corrosivité : N'affecte ni les structures ni les éléments métalliques au contact.

3.3 Soudure

3.31 Acier inoxydable

Durant la mise en œuvre s'emploient deux types de systèmes de soudage :

- Système TIG avec une électrode de tungstène sous atmosphère de gaz de protection. Convient pour l'utilisation dans des intérieurs habités grâce à sa faible projection d'étincelles. Ce système s'utilise sans métal d'apport uniquement lorsque les pièces à souder sont en contact parfait, autrement, on utilise du cordon métallique d'apport à faible contenu de carbone.
- Système MIG avec fil métallique d'apport continu, à utiliser lorsque le contact entre les tôles objet de la soudure n'est pas total.

Le soudage s'effectue à l'aide de fil à faible contenu de carbone, spécial pour les soudures en acier inoxydable sous atmosphère de gaz de protection.

Gaz de protection utilisables :

GTAW	Gaz inerte	Ar (99,99%)	I1
GMAW	Gaz de mélange	Ar + 1 à 3% O_2	M11
	Gaz de mélange	Ar + 2% CO_2	M12

Tableau 3 :

Caractéristiques du fil		
Type d'acier à souder UNE-EN 10088	X5CrNi18-10	X5CrNiMo17-12-2
Structure	Austénitique	Austénitique
Classification du fil		
AWS A5.9 EN 12072	ER 308 LSi G 19 9 LSi	ER 316 LSi R 19.12.3 LSi
Propriétés mécaniques du métal déposé		
Résistance à la traction	> 510 N/mm^2 (>5.100 kp/cm^2)	> 500 N/mm^2 (>5.000 kp/cm^2)
Limite élastique	> 320 N/mm^2 (> 3.200 kp/cm^2)	> 400 N/mm^2 (> 4.000 kp/cm^2)
Allongement à la rupture	> 30 %	> 30 %

3.32 Acier galvanisé

On utilise le système MIG d'apport continu avec fil tubulaire auto protégé, pour la soudure d'aciers au carbone en général, où on ne nécessite pas de propriétés à l'impact.

Tableau 4 :

Caractéristiques du fil	
Type d'acier à souder UNE-EN 10142	**DX 51 D+Z**
Classification du fil	
AWS A5.20	E71T-11
Propriétés mécaniques du métal déposé	
Résistance à la traction	>580 N/mm^2 (>5.800 kp/cm^2)
Limite élastique	>450 N/mm^2 (>4.500 kp/cm^2)
Allongement à la rupture	> 23 %

3.4 Matériel de galvanisation de zingage à froid

On utilise ZINCANTE ZI 102 (ECO SERVICE). Il s'agit d'un protecteur antioxydant en spray à haut contenu de zinc particulièrement adapté pour la protection de la soudure. Ce produit crée une couche de zinc qui préserve le matériel ferré contre l'oxydation et celle-ci peut être sur-vernissée ou laissée apparente.

Tableau 5 :

Caractéristiques du spray	
Base	Zingué pur au 98% dans un récipient sous pression à base et gaz liquide
pH	5
Dissolvant	Hydrocarbure naturel inodore, non toxique, ne contient pas de CFC
Puissance à l'inflammation	Élevée
Résistance à la chaleur	Jusqu'à 700º C
Couleur	Zingué gris
Temps de séchage	Séchage rapide
Épaisseur de la couche à sec	15-20 µm

3.5 Résines

Les fixations à l'appui s'effectuent au moyen des résines. On utilise "DESA-CHEM" (DESA). Il s'agit d'un produit bi composant avec certificat N.º IC/4867-093/1 accordé par l'Imperial College of London conformément à la direction UEAtc.

- Temps de prise : à 30 ºC 30 minutes
  à 25 ºC 60 minutes
  à 15 ºC 120 minutes
  à 5 ºC 180 minutes
- Température minimale d'application : + 5 ºC
- Température maximale d'application: + 40 ºC

3.6 Chevilles

3.61 Acier inoxydable

Le matériau des chevilles à utiliser pour l'ancrage des supports sera du même type que celui employé pour la tôle : acier AISI-304 (X5CrNi18-10) pour des conditions normales et l'AISI-316 (X5CrNiMo17-12-2) pour des conditions exceptionnelles d'exposition élevée aux chlorures. Seule différence, les caractéristiques mécaniques requises seront garanties avec un caractère général pour les matériaux standard.

Les caractéristiques de ces types d'acier sont indiquées dans le Tableau 6.

Données du matériel		
Type d'acier EN 10088	**X5CrNi18-10**	**X5CrNiMo17-12-2**
Structure	Austénitique	Austénitique
Propriétés mécaniques		
Résistance à la traction	> 500 N/mm^2 (>5.000 kp/cm^2)	> 500 N/mm^2 (>5.000 kp/cm^2)
Limite élastique	> 190 N/mm^2 (> 1.900 kp/cm^2)	> 200 N/mm^2 (> 2.000 kp/cm^2)
Allongement à la rupture	> 45 %	> 40 %
Dureté	< 215 HBR	< 216 HBR

3.62 Acier galvanisé

Pour les tôles en acier galvanisé, le matériau des chevilles à utiliser pour les ancrages aux appuis correspond à l'acier S 275 JR (F1).

Les caractéristiques de ces types d'acier sont indiquées dans le Tableau 7.

Données du matériel	
Type d'acier	**S 275 JR (F1)**
Structure	Austénitique
Propriétés mécaniques	
Résistance à la traction	> 510 N/mm^2 (>5.100 kp/cm^2)
Limite élastique	> 500 N/mm^2 (> 5.000 kp/cm^2)
Allongement à la rupture	> 12 %
Dureté	>168 HBR

4. Composants du système

4.1 Bloc longitudinal

Poutre extensible constituée par trois profils en oméga qui permettent une légère convexité durant sa mise en œuvre. Sa composition :

- Profil central (type NB-C)
- Profils d'extrémité (type NB-E) qui s'emboîtent dans le profil central.

Le chevauchement minimal pour permettre une parfaite continuité de comportement ne sera inférieur ni à 100 mm pour les profils mineurs, jusqu'à NB-180, ni à 150 mm pour les profils supérieurs.

L'union entre les différents types de profils s'effectue grâce au soudage (figure 6).

Les caractéristiques géométriques et mécaniques des profils utilisés sont indiquées dans le Tableau 8.

D'autres profils similaires pourront être utilisés, avec de légères variations de dimensions ou d'épaisseur pour s'adapter à des besoins spéciaux.

4.2 Supports

Le support est composé par un élément de section complémentaire des profils d'extrémité, solidaire de deux plaques de base qui comporte les percements nécessaires pour la fixation à l'appui, au moyen d'ancrages mécaniques ou chimiques (figure 7). L'ensemble résulte du pliage de la tôle.

La forme de la pièce permet aux extrémités du profil du bloc longitudinal, d'être limitées par rapport aux coulissements dans le sens transversal, réduisant ainsi la probabilité de flambement latéral des ailes du profil.

Le pré-fléchissement s'effectuera avec étais dynamométriques ou vérins hydrauliques contrôlés avec manomètres permettant de mesurer de l'effort introduit.

Lorsque le plancher repose sur des murs porteurs en brique, sur des poutres maîtresses métalliques ou en béton, on peut se servir des onglets (en forme de L) encastrées dans le parement vertical, à la même ligne d'assise de l'élément à renforcer et des deux côtés, qui recevront par soudure la pièce de base de l'appui.

Ces onglets sont fixés au support au moyen de mortiers de ciment de résistance à la compression non inférieure à 2,5 N/mm^2 (25 kp/cm^2).

Les onglets pourront être posés selon la figure 8 ou inversés, optant pour la forme la plus adéquate pour l'appui existant et pour le type de solution constructive envisagée : encastré dans l'épaisseur du plancher ou semi encastré. La fixation à l'appui se complète par des ancrages chimiques ou mécaniques.

4.3 Ancrages

La définition du type et du nombre d'ancrages s'effectuera en fonction du matériel de base d'appui et des efforts transmis à celui-ci. Ces données seront fournies par le responsable du Système en fonction des recommandations du fabricant de l'ancrage pour chacun des matériaux base d'appui.

Les caractéristiques des chevilles à utiliser pour l'ancrage sont définies au paragraphe 3.6.

Lorsque l'ancrage se effectuera sur du béton, les chevilles devront comporter le marquage CE conforme à l'ATE dont elles relèvent.

Des essais de traction à rupture sur chevilles sont réalisés pour connaître l'état du mur ou des poutres sur lesquels est fixé NB et à la rattacher à la qualification du fabricant. Un ou deux essais sur chaque mur ou élément de résistance est réalisé.

Dans les cas où l'on rencontre un élément portant peu commun ou qui présente un aspect douteux, on réalisera des essais et tests sur chaque mur et chaque zone considérée comme douteuse.

Dans les cas les plus extrêmes, on réalisera les essais de traction individualisés pour chaque support, mais cela est plus rare.

Une fois les résultats expérimentaux obtenus, on réalise un dossier d'analyse avec un format propre à NOU\BAU. Dans ce dossier, on détail les points suivants :

- Description de l'essai
- Description du modèle ou de l'échantillon
- Processus opératoire
- Résultats obtenus
- Observations
- Description de l'équipement utilisé

4.4 Eléments complémentaires

4.41 Prismes séparateurs

Afin de produire le contact ponctuel, nécessaire durant l'opération de pré-fléchissement, entre les profils « NOU\BAU » et la poutrelle à renforcer, seront utilisés des prismes séparateurs. Leur fonction est temporaire, durant l'opération de montage, et ils en seront remplacés par le jointoiement, suivant le cas. Les prismes sont en bois, de 7 x 7 cm de base et à hauteur variable, selon la solution envisagée.

4.42 Ailes inférieures

Pièce en forme de "L" à l'angle légèrement aigu, complémentaire de l'ouverture du profil. Sa fonction consiste à supporter les pièces de reconstruction des voûtains pour le montage complètement encastré.

4.5 Matériau de remplissage

Matériau de remplissage entre la poutrelle endommagée et le profil de renforcement. Sa fonction reste uniquement la distribution de charges sans mission de résistance, avec une tance minimale à compression de 0,1 N/mm^2 (~1kp/cm^2).

5. Fabrication

Les fabricants des matériaux et des composants utilisés dans le Système proposé garantissent, par certificats, qu'ils respectent toutes les conditions exigées dans le présent dossier technique.

6. Contrôle de la qualité

Sistemes de Reforç Actiu, S.L., disposera d'un registre propre, de tous les contrôles et certificats qui s'indiquent ensuite, afin de garantir la qualité et la traçabilité des produits.

6.1 Contrôles de réception de matières premières ou composants

Tôle: Le matériau de base est garanti par le fournisseur de l'acier qui établit son propre système de contrôle tout au long du processus de fabrication grâce à la certification du produit, garantissant ainsi sa composition et ses caractéristiques mécaniques.

La tôle en acier est fabriquée par les fournisseurs avant cités qui seront exigés la certification de qualité d'après l'ISO 9001. Chaque fourniture comportera le certificat de bobine employée.

Additif: Certificat émis par le fournisseur garantissant les caractéristiques du produit.

Ancrages: Certificats délivrés par les fournisseurs tant des caractéristiques des résines que des chevilles utilisées.

6.2 Contrôles de fabrication des composants

Profils et supports: En ce qui concerne les dimensions des profils et les supports, le fabricant garantit les limites suivantes:

- Longueur: ± 0,5 %;
- Hauteur: ± 1,5 %;
- Autres dimensions: ± 2,0 %.

6.3 Contrôle de mise en œuvre

Comme indiqué dans les Conditions Générales de ce Dossier technique, les montages devront être menés à terme sous la direction du Maître d'œuvre respectif ; nonobstant, le fabricant du système garantira le contrôle de la mise en œuvre.

Le montage du système NOU\BAU sera réalisé exclusivement par des équipes homologuées par le fabricant.

Les soudures sur chantier seront effectuées uniquement par des soudeurs qualifiés (EN 1090), utilisant des procédés également qualifiés conforme à cette même norme.

Le fabricant dispose d'un système de Contrôle de Mise en Œuvre avec certificat de garantie de la qualité conforme à ISO 9001:2000 nº EC-1421/04 délivré par Applus.

Pour chaque chantier le fabricant rédigera le Dossier de Montage avec les instructions précises qu'il faudra suivre pour la mise en œuvre. Outre les conditions générales du montage, il est détaillé, pour chaque unité de poutrelle à renforcer : sa localisation, le type de montage à effectuer (encastré ou semi encastré), chacun des éléments NB qui le composeront et l'effort de pré-fléchissement nécessaire.

Dans ce Dossier, il est établi qu'un contrôle initial pour la part de l'équipe de montage (qui comprend la vérification et l'inspection tant du personnel que de la machinerie, de l'outillage et des mesures de sécurité) et deux contrôles de la mise en œuvre : l'Autocontrôle de montage et la Vérification Technique de Réception.

6.31 Autocontrôle de montage

Effectué par le responsable de l'équipe de montage, en parallèle à l'exécution de ce dernier, dans le but de vérifier, poutre par poutre, la correction de tous les éléments qui le constituent et de toutes les opérations à exécuter pour son montage.

Caractéristiques de chacune des poutres à réviser et certifier dans l'autocontrôle de montage :

- Sa localisation, à partir du Numéro d'Identification (NI) dans le schéma de montage.
- Le type de montage réalisé et les composants NB utilisés.
- Les soudures : longueur du fil et qualité visuelle.
- La pression appliquée dans le pré-fléchissement.
- Le vissage correct de tous les ancrages.
- Le niveau du remplissage, indiqué en cm approximatifs de remplissage.
- Les pièces spéciales, si elles existent, et d'autres observations.

Comme preuve de l'exactitude du contrôle effectué, outre la Certification d'Autocontrôle, on apposera une marque d'état sur la poutre contrôlée.

6.32 Inspection technique de réception

L'inspection technique de réception de chaque montage sera réalisée par le bureau technique du fabricant et celle-ci consiste en une vérification visuelle, poutre par poutre de la localisation, ses composants, type de montage, soudure (aspect et protection) et les observations. En lots, de 25 unités maximum, on effectue un contrôle plus détaillé de la poutre choisie de façon aléatoire : les soudures, les ancrages, le niveau de remplissage et la déformation du renforcement à cause de l'effet du pré-fléchissement. Dans chaque inspection on fera le Constat respectif.

6.4 Étiquetage

Afin de faciliter le montage ainsi que la traçabilité des composants, le fabricant dispose d'un système d'étiquetage de tous les éléments.

Sur l'étiquette figure l'identification de la société, la marque du produit, le code de l'élément, la date et l'identification de la société qui effectue le pliage (l'identification de la « bobine » de tôle en acier est assurée).

Dans le code de l'élément sont indiqués la hauteur de la poutre, le type de pièce et pour les profils, sa longueur en décimètres et la longueur de la poutre en décimètres.

7. Transport et stockage

Le transport sera réalisé dans des conditions telles que les profils ne subiront aucune déformation.

Si un profil subit une déformation accidentelle, celui-ci ne sera pas réparé et sera rejeté.

Les récipients contenant le mortier et l'additif seront maintenus fermés et la date de péremption du produit sera contrôlée. Lorsque ces matériaux seront à pied d'œuvre, on les stockera dans un endroit frais et sec.

8. Mise en œuvre

La mise en œuvre sera effectuée par le fabricant du Système ou par des équipes de montage autorisées par le fabricant même d'après les spécificités techniques du présent dossier technique et selon les instructions du dossier de montage. Les travaux de montage s'effectueront en coordination avec les travaux du Constructeur (Maître d'Oeuvre) : protection, préparation pour le montage et travaux annexes.

Chaque cas fera l'objet d'une étude particulière, cependant, de manière générale les étapes seront les suivantes (figure 10):

a. Etaiement du plancher objet du renforcement, si nécessaire, pour des raisons de sécurité.

b. Localiser et découvrir les nerfs abîmés du plancher sur toute sa longueur, grâce au démontage du faux-plafond, grattage des revêtements, etc., selon le type de finition de la surface inférieure du plancher à traiter.

c. Évacuation de toute installation susceptible de gêner le montage de la poutre de renforcement ou des supports sur les parois ou poutres maîtresses.

d. Dégager les parties latérales de la poutrelle à renforcer, cassant la partie inférieure des voûtains, s'ils existent, afin de permettre l'encastrement du profile de renforcement entourant la poutrelle.

e. Déplacement des étais, si nécessaire, vers le centre de l'entrevous pour éviter de gêner la mise en œuvre du système.

f. Assainissement des parties abîmées de la poutrelle sur laquelle on interviendra, éliminant les zones détériorées.

g. Préparation des parements sur les deux points d'appui de la poutre à renforcer, la zone d'ancrage restant lisse et homogène. Effectuer, si nécessaire, un enduit au ciment sur cette zone.

h. Faire les percements nécessaires dans les cloisons afin de permettre le passage des profils de renforcement lorsque ceux-ci traversent la partie supérieure de sa section.

Une fois les travaux précédents terminés, le personnel spécialisé du fabricant procédera au montage des profils de renfort, suivant les procédures, la technologie et les contrôles propres du système.

a. Pose des profils d'extrémité sur des étais incorporant au préalable les prismes séparateurs dans l'extrémité intérieure.

b. Présentation du profil central, également supporté par des étais, l'emboîtant dans les profils d'extrémité.

c. Soudage des profils après vérification de l'alignement du système.

Lorsqu'on travaille avec les profils en acier galvanisé, les soudures seront protégées en appliquant le matériel galvanisation de zinc à froid, en spray, créant une couche de zinc qui protégera le matériel contre l'oxydation.

a. Pose des étais avec les vérins hydrauliques. Ils seront placés sur les extrémités du renforcement, appliqués sur les supports, et remplaçant les étais provisoires des extrémités.

b. L'opération de pré-fléchissement du système s'effectue en appliquant, grâce aux vérins hydrauliques, l'effort nécessaire pour obtenir la tension de calcul d'après les prescriptions du projet.

c. Montage des ancrages suivi des opérations de percement, extraction de la poussière, injection de la résine, pose des chevilles, attente de la polymérisation et durcissement de la résine et finalement le vissage des écrous à l'aide d'une clé dynamométrique. Fixation des ancrages.

d. Enlèvement des vérins hydrauliques et des étais. Si l'ancrage n'a pas encore obtenu sa résistance, des étais peuvent être mis en place préalablement afin de remplacer les vérins (figure 11).

e. Imperméabilisation des supports.

f. Processus de remplissage avec mousse de béton jusqu'au niveau prévu dans le projet.

g. Enlèvement de l'équipement.

À la suite du montage, le constructeur devra procéder au jointoiement (jointoyer les ailes et les éléments de l'entrevous avec mortier de ciment portland) et à l'exécution des finitions selon instruction du Maître d'œuvre.

9. Dimensionnement et calcul

Dans chaque cas on vérifiera la stabilité et la résistance du Système, son dimensionnement étant inféré à partir de cette étude. De même, on justifiera l'aptitude du procédé pour le support d'efforts mécaniques et les déformations pouvant résulter des actions auxquelles sera soumis le Système.

Le Système, une fois mis en œuvre, ne prends pas en compte la collaboration de résistance des poutrelles à renforcer.

Les poutres seront considérées bi appuyées suivant, pour son calcul, la théorie générale de résistance des matériaux et appliquant la Réglementation en vigueur pour les tolérances de flèche.

Procédé de dessin et calcul :

1. Choix de la série de profils.

   Selon les conditions physiques de l'application, on choisira la série de largeur nécessaire (NB, NB+3, ...)

2. Calcul du module de résistance nécessaire.

   En fonction de la tension de travail admissible et de la charge totale du plancher (charges permanentes plus surcharges) on calculera le module de résistance et on déterminera le profil de la série qui respecte les sollicitations.

3. Limitation de la flèche
   On vérifiera l'admissibilité de la flèche maximale que pourront entraîner les surcharges dans l'hypothèse où la vielle poutre disparaîtrait complètement, procédant

   à faire les corrections nécessaires.

4. Pré-fléchissement à appliquer

   On calculera l'effort vertical ascendant qu'une fois appliqué aux prismes séparateurs (placés au bout des profils d'extrémité) neutralise, sur ces points, le moment fléchissant entraîné par les charges permanentes.

   Voir le premier paragraphe de ce dossier technique (Description du système).

5. Vérifications.

   Comme vérification du calcul réalisé, on calculera les réactions sur les appuis, l'effort sur les chevilles, la déflexion initiale entraîné par le pré-fléchissement, la tension de travail maximale dans les profils, le facteur de sécurité résultat et le rapport portée/flèche de calcul.

Il est nécessaire réaliser des calculs sur l'instabilité de la forme :

- Bosselure des âmes
- Instabilité de l'aile comprimée. Moment critique.

Le fabricant pourra fournir des cahiers d'utilisation des différents blocs en fonction des entraxes, des flèches, des charges, des distances entre supports et des coefficients de sécurité. Ces données seront analysées et considérées par le Maître d'œuvre.

B. Références

Le fabricant apporte, comme références :

- Divers immeubles pour ADIGSA à Barcelone, Badalone, Sabadell, Granollers, Martorell et Girone, pour un total de 1.829 $m^{2.}$
- Immeuble dans la rue « Géneral Mitre » à Barcelone, 45 m^2
- Immeuble dans la rue « Musitu » à Barcelone. 56 m^2.
- Immeuble dans la rue « Dr. Carulla » à Barcelone. 735 m^2.
- Immeuble dans la rue « Acàcies » à Barcelone. 49 m^2.
- Immeuble dans la rue « Ciudad de Granada » à Barcelone. 60 m^2.
- Immeuble dans la rue « Calabria » à Barcelone. 119 m^2.
- 1994. Immeuble "St.Ignasi de Loyola" à Manresa pour l'Immobilière Colonial pour un total de 587 poutres NB.
- 1996-1997.Immeubles du "Barri L'Esperança" à Mataró. 989 poutres NB.
- 1997-2000. Immeubles dans le « Barrio San Francisco de Sales de Elda » (Alicante). 1178 poutres NB.
- 1998-1999. Immeubles du « Barri L'Escorxador » (anciennement Federico Mayo) à Mataró. 1395 poutres NB.
- 2002. Réhabilitation du bâtiment « Palau Centelles » de Barcelone. 245 poutres NB.
- 2004. Divers immeubles à Valencia calle Santa Rosa (116 NB), calle Crevillent (102 NB) et calle Ramiro de Maeztu (110 NB).
- 2004. Planchers pour les salles omnisports « Poliesportiu La Salle Bonanova » à Barcelona (61 NB) et « Polideportivo San Jorge » à Huesca (60 NB).
- 2006. Divers immeubles pour les Co-Propriétaires de l'Avenida de Sarrià (477 NB) et calle Marina (485 NB) de Barcelone.

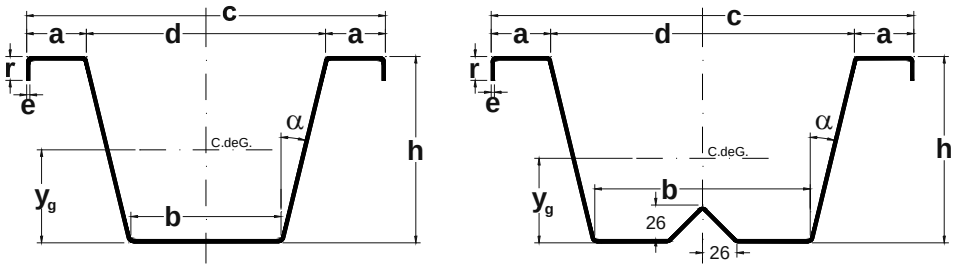
C. Résultats expérimentaux

Une partie des essais s'est effectuée à l'Institut de Sciences de la Construction Eduardo Torroja (IETcc) dont les résultats sont inscrits dans le "Documento de Idoneidad Técnica" (DIT: rapport 16.503). L'autre partie des essais s'est effectuée dans laboratoires différents, les résultats étant apportés par NOU-BAU.

Tableaux et figures du Dossier Technique

TABLEAU 8

D Développement
P Poids unitaire
Y_g Hauteur C. de G.
S Section
I Moment d'inertie
W Module résistant
i Rayon de giration



Profil	h	e	b	d	c	a	r			D	P	Y_g	S	Eje X I_x	Eje X W_x	Eje X i_x	Eje Y I_y	Eje Y W_y	Eje Y i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
NBn-120	120	1,5	113	170	260	45	17,5	0,24	13,9	471	5,65	60,08	7,14	160,11	26,65	47,37	440,28	33,87	78,55
NBn-140	140	2	113	180	270	45	17	0,25	14,0	510	8,16	69,88	10,27	301,37	42,98	54,17	672,31	49,80	80,91
NBn-160	160	2	123	200	300	50	17	0,25	14,0	570	9,12	79,73	11,46	436,74	54,41	61,74	903,87	60,26	88,83
NBn-180	180	2,5	134	215	335	60	24	0,23	13,2	648	12,96	92,16	16,35	788,32	85,53	69,43	1.611,21	96,19	99,26
NBn-200	200	2,5	144	217	357	70	29	0,19	10,8	727	14,54	104,57	18,28	1.091,69	104,40	77,27	2.023,71	113,37	105,21
NBn-220	220	3	160	240	390	75	35	0,19	10,8	805	19,32	114,68	24,19	1.738,15	151,56	84,76	3.267,91	167,59	116,22
NBn+3-120	120	1,5	143	200	290	45	17,5	0,24	13,9	523	6,28	56,15	7,87	171,50	26,86	46,63	610,73	42,11	88,00
NBn+3-140	140	2	143	210	300	45	17	0,25	14,0	556	8,90	65,39	11,26	324,61	43,51	53,68	924,88	61,66	90,61
NBn+3-160	160	2	153	230	330	50	17	0,25	14,0	618	9,89	74,88	12,45	470,25	55,25	61,46	1.210,54	73,37	98,61
NBn+3-180	180	2,5	164	245	365	60	24	0,23	13,2	700	14,00	87,05	17,58	849,14	91,36	69,49	2.094,58	114,77	109,14
NBn+3-200	200	2,5	174	247	387	70	29	0,19	10,8	776	15,52	98,99	19,46	1.173,00	116,13	77,63	2.575,35	133,09	115,03
NBn+3-220	220	3	190	270	420	75	35	0,19	10,8	850	20,40	109,24	25,66	1.863,53	168,25	85,22	4.095,93	195,04	126,35
NBn+5-120	120	1,5	163	220	310	45	17,5	0,24	13,9	543	6,52	54,13	8,19	180,37	27,38	46,94	742,74	47,92	95,25
NBn+5-140	140	2	163	230	320	45	17	0,25	14,0	576	9,22	63,18	11,66	340,63	44,34	54,04	1.119,68	69,98	97,98
NBn+5-160	160	2	173	250	350	50	17	0,25	14,0	638	10,21	72,58	12,85	491,40	56,21	61,84	1.444,36	82,54	106,02
NBn+5-180	180	2,5	184	265	385	60	24	0,23	13,2	720	14,40	84,68	18,08	884,93	92,84	69,95	2.458,66	127,72	116,60
NBn+5-200	200	2,5	194	267	407	70	29	0,19	10,8	796	15,92	96,73	20,01	1.222,37	118,37	78,38	3.020,57	148,43	122,86
NBn+5-220	220	3	210	290	450	75	35	0,19	10,8	870	20,88	106,78	26,26	1.931,59	170,60	85,77	4.709,58	214,07	133,93
NBn+10-120	120	1,5	213	270	360	45	17,5	0,24	13,9	615	7,38	49,86	9,02	202,72	28,90	47,42	1.157,31	64,30	113,30
NBn+10-140	140	2	213	280	370	45	17	0,25	14,0	652	10,43	58,57	12,80	382,96	47,03	54,69	1.733,65	93,71	116,36
NBn+10-160	160	2	223	300	400	50	17	0,25	14,0	711	11,38	81,24	13,99	547,72	59,34	62,57	2.170,35	108,52	124,56
NBn+10-180	180	2,5	234	315	435	60	24	0,23	13,2	791	15,82	79,61	19,56	983,60	97,98	70,92	3.581,19	164,65	135,32
NBn+10-200	200	2,5	244	317	457	70	29	0,19	10,8	843	16,86	91,42	21,50	1.351,76	124,49	79,30	4.323,38	189,21	141,82
NBn+10-220	220	3	260	340	500	75	35	0,19	10,8	941	22,58	101,43	28,09	2.127,44	179,43	87,03	6.575,14	268,37	153,00

Perfil	h	e	b	d	c	a	r			D	P	Y_g	S	Eje X			Eje Y		
														I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rad	º	mm	kg/m	mm	cm^2	cm^4	cm^3	mm	cm^4	cm^3	mm
NBg-120	121	2	113	170	260	45	17,5	0,24	13,9	471	7,54	60,37	9,57	215,93	35,85	47,49	593,13	45,62	78,70
NBg-140	141	2,5	113	180	270	45	17	0,25	14,0	510	10,20	70,25	12,95	382,48	54,44	54,34	852,76	63,17	81,15
NBg-160	161	2,5	123	200	300	50	17	0,25	14,0	570	11,40	80,11	14,43	553,39	68,83	61,93	1.145,19	76,35	89,08
NBg-180	181	3	134	215	335	60	24	0,23	13,2	648	15,55	92,61	19,80	960,85	103,75	69,66	1.963,19	117,21	99,57
NBg-200	201	3	144	217	357	70	29	0,19	10,8	727	17,45	104,99	22,13	1.329,49	126,64	77,51	2.462,75	137,97	105,49
NBg-220	221	4	160	240	390	75	35	0,19	10,8	805	25,76	115,21	32,53	2.353,37	204,26	85,05	4.414,29	226,37	116,49
NBg+3-120	121	2	143	200	290	45	17,5	0,24	13,9	523	8,37	56,38	10,60	231,51	36,11	46,74	822,38	56,72	88,09
NBg+3-140	141	2,5	143	210	300	45	17	0,25	14,0	556	11,12	65,67	14,23	412,55	55,13	53,85	1.172,22	78,15	90,77
NBg+3-160	161	2,5	153	230	330	50	17	0,25	14,0	618	12,36	75,15	15,71	596,68	69,91	61,63	1.532,64	92,89	98,78
NBg+3-180	181	3	164	245	365	60	24	0,23	13,2	700	16,80	87,35	21,33	1.036,85	111,32	69,71	2.550,40	139,75	109,34
NBg+3-200	201	3	174	247	387	70	29	0,19	10,8	776	18,62	99,26	23,60	1.431,06	141,35	77,87	3.132,72	161,90	115,21
NBg+3-220	221	4	190	270	420	75	35	0,19	10,8	850	27,20	109,59	34,57	2.528,01	226,91	85,52	5.530,83	263,37	126,49
NBg+5-120	121	2	163	220	310	45	17,5	0,24	13,9	543	8,69	54,37	11,00	243,34	36,80	47,04	999,86	64,51	95,34
NBg+5-140	141	2,5	163	230	320	45	17	0,25	14,0	576	11,52	63,48	14,73	432,60	56,17	54,20	1.418,46	88,65	98,14
NBg+5-160	161	2,5	173	250	350	50	17	0,25	14,0	638	12,76	72,88	16,21	623,15	71,12	62,00	1.827,92	104,45	106,19
NBg+5-180	181	3	184	265	385	60	24	0,23	13,2	720	17,28	85,00	21,93	1.079,87	113,08	70,17	2.992,49	155,45	116,80
NBg+5-200	201	3	194	267	407	70	29	0,19	10,8	796	19,10	97,02	24,26	1.490,37	144,03	78,38	3.672,66	180,47	123,04
NBg+5-220	221	4	210	290	450	75	35	0,19	10,8	870	27,84	107,16	35,37	2.618,53	230,01	86,05	6.358,02	289,00	134,08
NBg+10-120	121	2	213	270	360	45	17,5	0,24	13,9	615	9,84	49,92	12,00	269,45	38,18	47,39	1.537,86	85,44	113,21
NBg+10-140	141	2,5	213	280	370	45	17	0,25	14,0	652	13,04	58,62	15,98	477,23	58,28	54,65	2.160,53	116,79	116,28
NBg+10-160	161	2,5	223	300	400	50	17	0,25	14,0	711	14,22	67,75	17,46	682,70	73,60	62,53	2.705,53	135,28	124,49
NBg+10-180	181	3	234	315	435	60	24	0,23	13,2	791	18,98	79,66	23,43	1.177,78	116,80	70,89	4.286,72	197,09	135,25
NBg+10-200	201	3	244	317	457	70	29	0,19	10,8	843	20,23	91,46	25,76	1.619,28	148,50	79,28	5.176,59	226,55	141,76
NBg+10-220	221	4	260	340	500	75	35	0,19	10,8	941	30,11	101,53	37,37	2.827,87	236,70	86,99	8.731,65	356,39	152,86

FIGURE 1. DÉSCRIPTION DU SYSTÈME

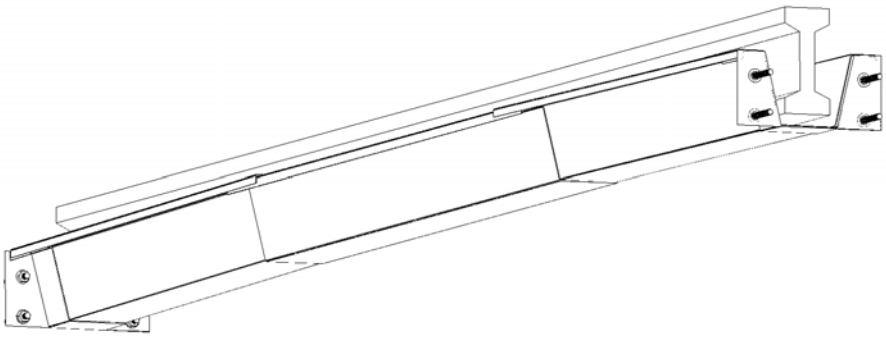


FIGURE 2. SCHÉMA DU PRÉ-FLÉCHISSEMENT

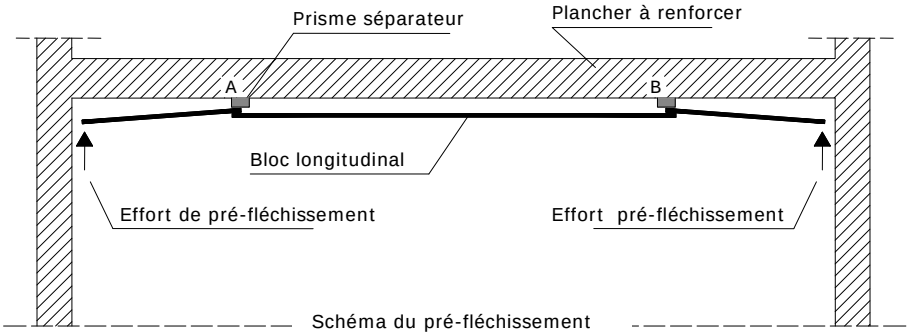


FIGURE 3. COUPE DE LA STRUCTURE

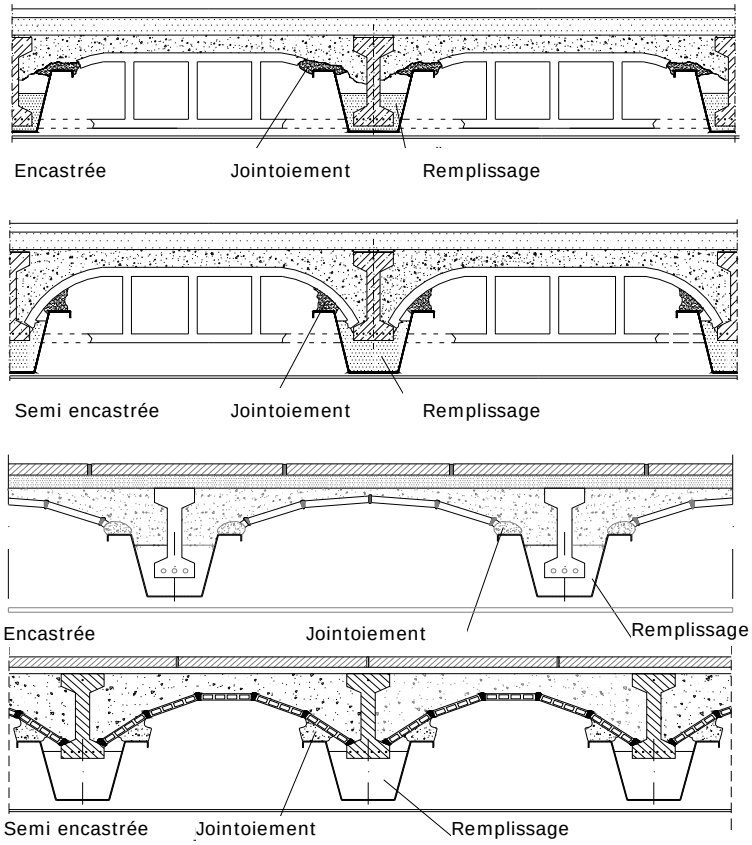


FIGURE 4. SOLUTIONS DE CONSTRUCTION

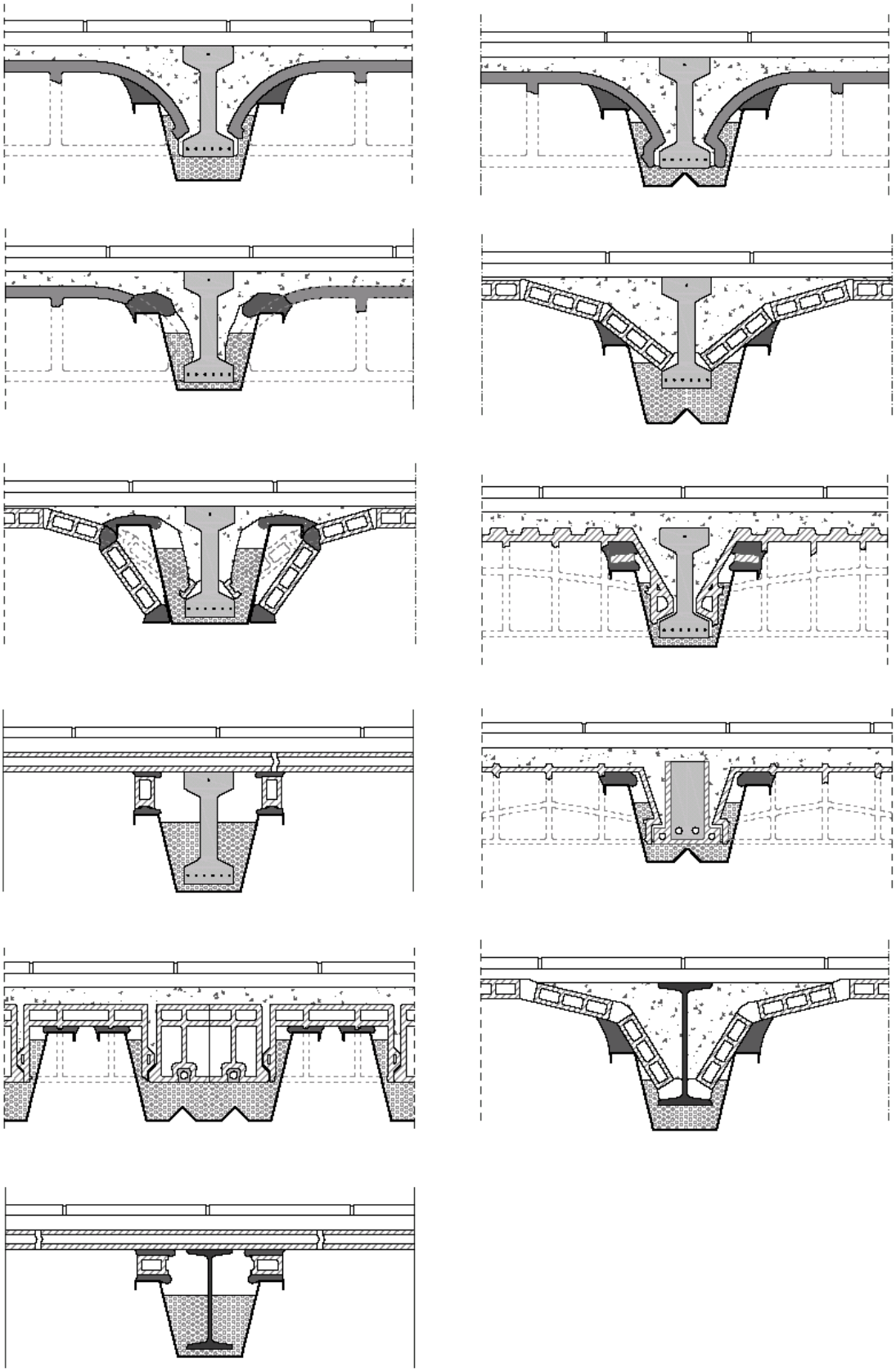


FIGURE 5. COMPOSANTS DU SYSTÈME

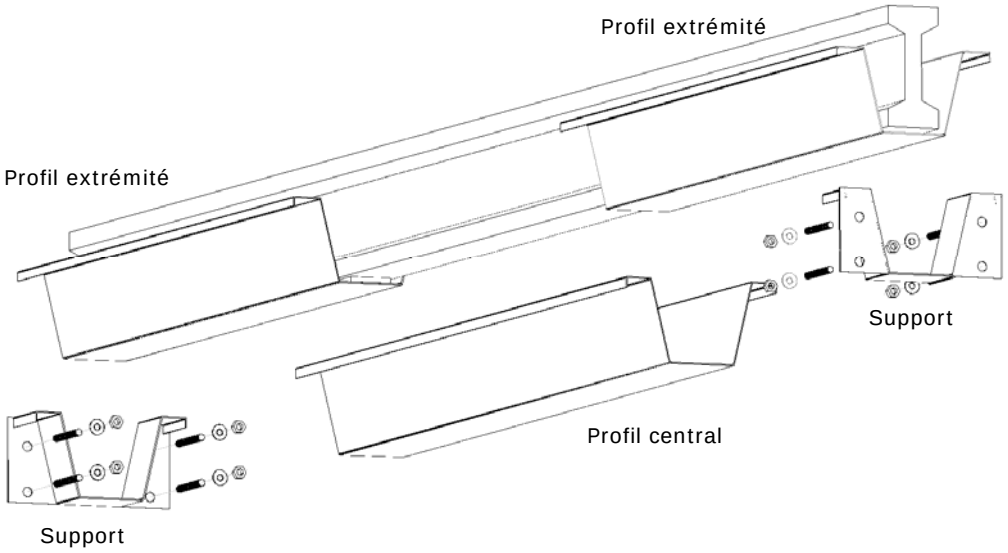


FIGURE 6. UNION DES PROFILS

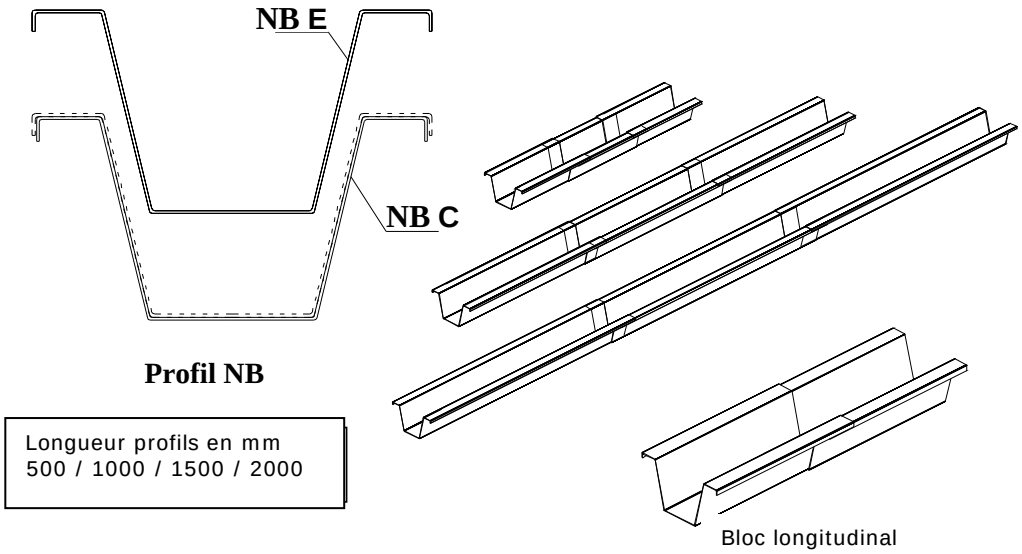


FIGURE 7. SUPPORT

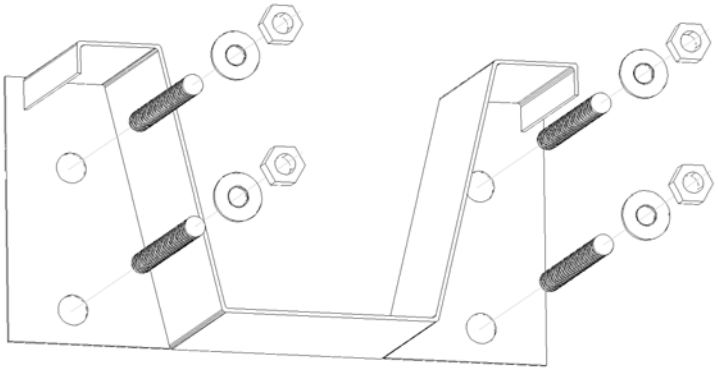
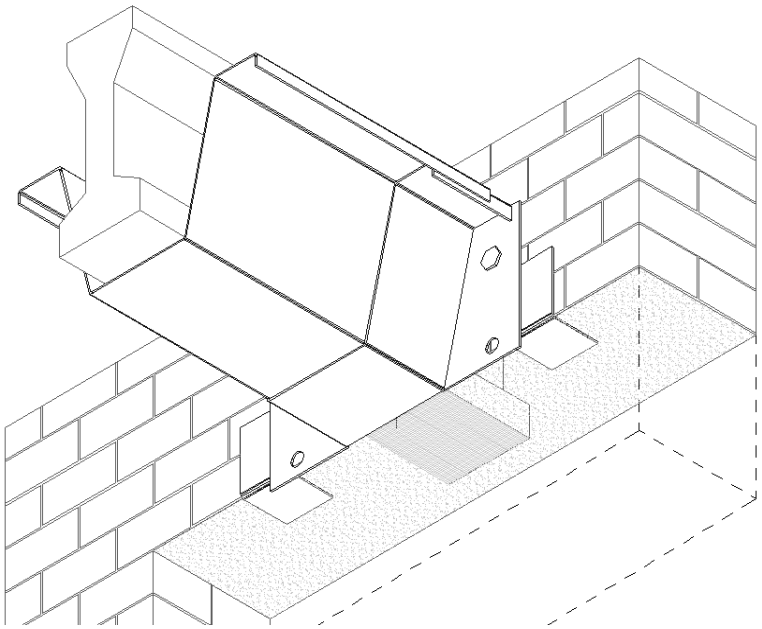


FIGURE 8. SUPPORT SUR MUR EN BRIQUE



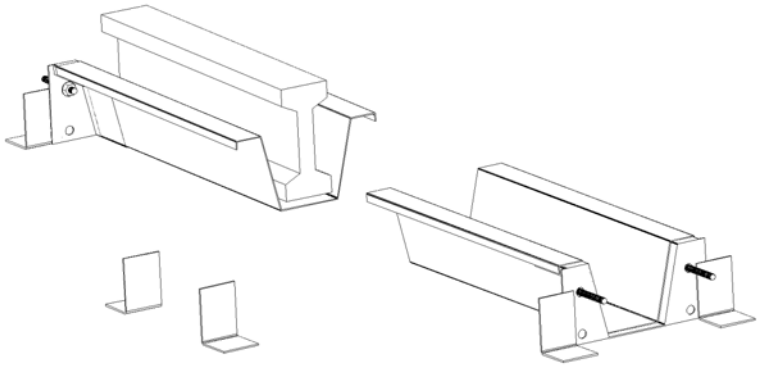


FIGURE 9. DISPOSITION DES ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES

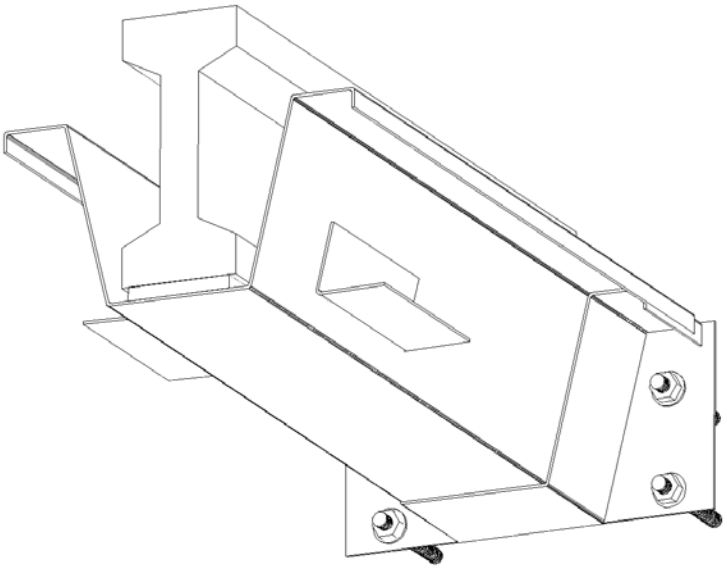
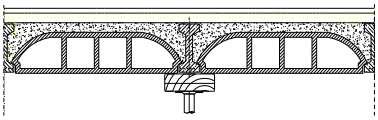


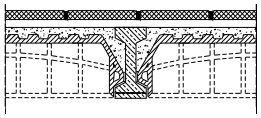
FIGURE 10. MISE EN OEUVRE

1.



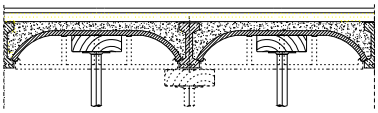
Étaiement du plancher (si nécessaire)

2.



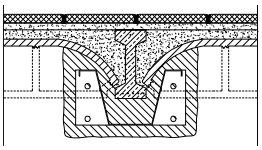
Dégager les parties latérales de la poutrelle à renforcer

3.



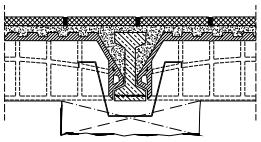
Déplacement des étais (s'ils existent).
Assainissement des parties abîmées de la poutrelle.

4.



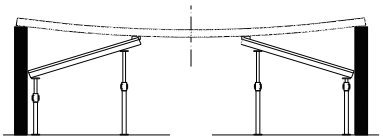
Préparation des parements pour les supports.

5.



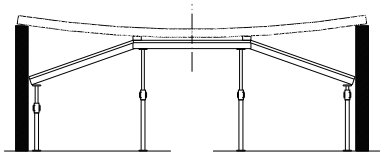
Percer les cloisons.

6.



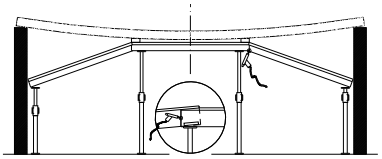
Pose des profils d'extrémité

7.



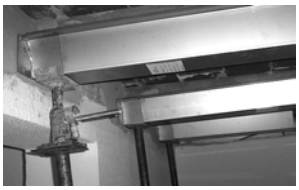
Pose du profil central.

8.



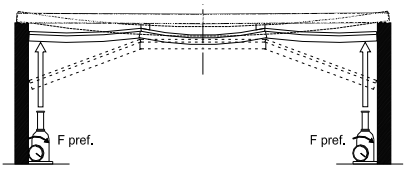
Soudage des profils.

9.



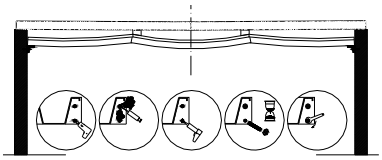
Vérinage

10.



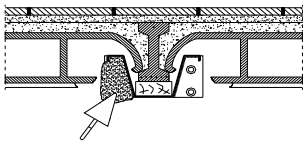
Pré-fléchissement du système

11.



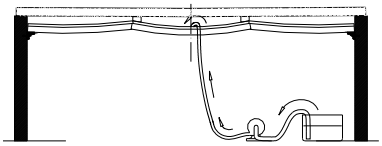
Montage des ancrages, remise en place des étais de rive
(voir figure page 17) pendant la prise du mortier d'ancrage
(si enlèvement des vérins hydrauliques)

12.



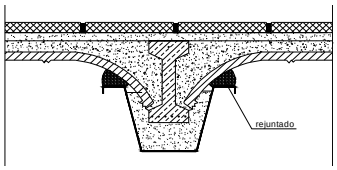
Imperméabilisation des supports

13.



Processus de remplissage

14.



Jointoiement

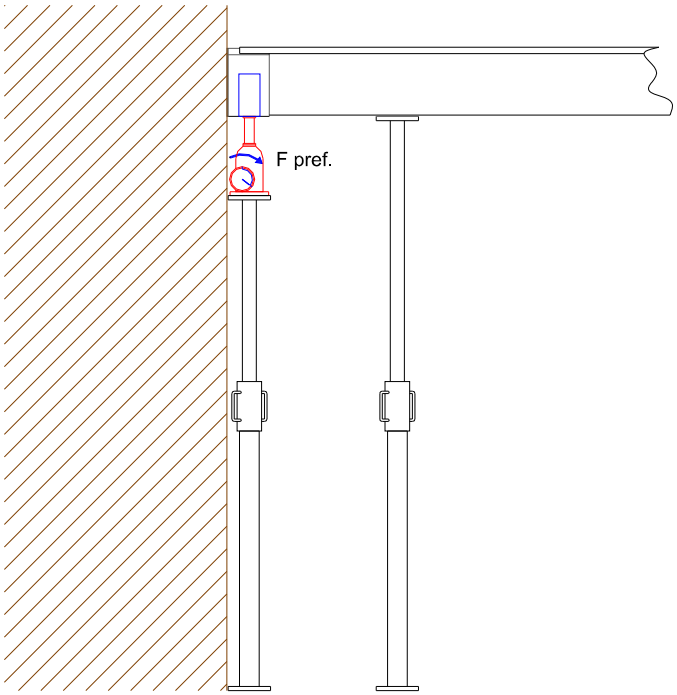



FIGURE 11. EXEMPLE D'ETAIEMENT