

Avis Technique 3/09-599

*Dispositif d'accrochage
pour panneau librement
dilatable*

*Point hanging device for
freely expanding panel*

*Punkthängeeinrichtung für
frei dehnbar platte*

Konnektor

Titulaire : Ruredil SPA
Via Buozzi 1
IT – 20097 San Donato MILANESE

Tél : + 39 02 5276041
Fax : + 39 02 5272185
Internet : www.ruredil.it
e.mail : - info@rurcem.it et pellegrino.amato@rurcem.it

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 15 janvier 2010



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

Le Groupe Spécialisé n° 3 de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 8 avril 2009 le dispositif d'accrochage pour panneau librement dilatable, Konnektor exploité par RUREDIL. Il a été formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Dispositif d'accrochage ponctuel du voile extérieur de panneaux sandwichs lourds à voile extérieur librement dilatable. Ce dispositif comporte :

- un soutien fixe,
- un soutien coulissant au minimum,
- des connecteurs ponctuels en périphérie des panneaux.

Les soutiens sont en acier galvanisé *ou* inox, les connecteurs ponctuels en acier inoxydable.

Le présent Avis ne vise que le dispositif d'accrochage du voile de béton des panneaux sandwichs et non les procédés qui le mettent en œuvre, et ne constitue pas un Avis Technique sur le panneau dans lequel il est intégré.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'application du dispositif d'accrochage concerne les panneaux sandwichs fabriqués en béton de granulat courant à voile extérieur librement dilatable dont la capacité portante des soutiens est celle définie au §3.1 du dossier technique, l'effort d'arrachement des connecteurs est défini au §3.2.

Les panneaux démoulés en position horizontale sont utilisables en zone sismique, hors zone III, avec un effort sollicitant maximum équivalent à celui du poids propre.

Le présent Avis est émis pour l'utilisation en France Européenne.

2.2 Appréciation sur le dispositif

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

Stabilité

La stabilité propre du voile extérieur des panneaux sandwichs dans lesquels est incorporé ce dispositif d'accrochage est normalement assurée (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

Utilisation en zone sismique

L'utilisation en zone de sismicité non nulle est possible moyennant le respect des dispositions prévues au § 2.311 du Cahier des Prescriptions Techniques.

Sécurité au feu

L'incorporation, dans les panneaux sandwichs lourds, de ce dispositif d'accrochage ponctuel du voile extérieur est sans influence sur l'aptitude de tels panneaux à satisfaire à la réglementation. Cette aptitude, qui dépend essentiellement de l'organisation des panneaux et qui peut être influencée par la présence éventuelle d'une lame d'air derrière le voile extérieur, fait l'objet d'appréciations dans les Avis Techniques dont relèvent les procédés mettant en œuvre ce type de panneaux.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre du dispositif

Elle peut être normalement assurée moyennant l'application des dispositifs du dossier et des prescriptions techniques.

2.2.2 Durabilité - Entretien

La liaison entre voiles de béton réalisée par ce dispositif est considérée comme durable et sans influence sur la durabilité des panneaux dans lesquels elle est incorporée.

2.2.3 Fabrication des pièces

Elle nécessite du soin et un autocontrôle permanent devant être mis en place par le titulaire.

2.2.4 Mise en œuvre du dispositif

Effectuée par les préfabricants des murs en béton, elle nécessite de la précision.

Le titulaire de l'Avis apportera sur leur demande son assistance technique aux préfabricants auxquels il fournira ce dispositif.

2.25 Divers

Les dispositifs d'accrochage ont été examinés en tant que tels et toutes les performances thermiques, acoustiques, etc ... du panneau doivent être déterminées par le concepteur du panneau en tenant compte des considérations du présent Avis.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.3.1 Prescriptions techniques particulières au dispositif d'accrochage ponctuel Konnektor

2.3.1.1 Conditions de conception des ouvrages

- Les procédés de construction employant ce dispositif doivent être utilisés conformément aux Avis Techniques dont ils relèvent.
- L'organisation des murs constitués de panneaux sandwichs dans lesquels est incorporé ce dispositif doit être conçue de telle sorte que chacun des voiles extérieurs en béton soit librement dilatable grâce notamment à l'absence de tout contact rigide avec un autre voile, une façade perpendiculaire ou un autre corps de bâtiment.

Dans chaque cas d'application, le nombre de pièces de liaison, leur position dans le panneau et l'organisation des aciers de renfort dans le voile de béton, doivent être déterminés par le bureau d'études techniques, en fonction des efforts à équilibrer.

- Le béton des panneaux doit être exempt de composé chloruré.
- La capacité portante des soutiens définie dans le Dossier technique ne peut être retenue que si la résistance caractéristique à la compression à 28 jours des panneaux est au moins égale à 25 MPa.
- La résistance caractéristique sur cube du béton des panneaux au démoulage doit être au moins égale à 10 MPa.
- La résistance caractéristique sur cube du béton en phase d'exploitation doit être au minimum de 25 MPa.
- La résistance du voile intérieur des panneaux aux charges verticales doit être justifiée en prenant en compte le moment engendré dans ce voile par le scellement de l'ancrage principal et des ancrages complémentaires éventuels.
- L'épaisseur du voile intérieur est de 15 cm minimum au droit des soutiens fixes et coulissants,
- Les armatures de panneaux doivent avoir, du côté extérieur, un enrobage minimal de 2,5 cm de béton.
- Les connecteurs mis en périphérie du voile extérieur doivent être situés à une distance comprise entre 5 cm et 20 cm du bord,
- Le voile extérieur doit avoir une épaisseur comprise entre 6 cm et 10 cm ;
- Les connecteurs ne reprennent pas d'efforts dus à la dilatation thermique. La sollicitation à l'ELU fondamental dans les connecteurs sous l'effet de l'action du vent ne doit pas excéder la capacité d'ancrage de ces derniers déterminée dans le tableau du §3.2 du dossier technique ;
- L'épaisseur d'isolant au droit des soutiens doit être égale à 1 cm.
- L'épaisseur d'isolant au droit des connecteurs doit être comprise entre 1 cm et 15 cm.
- Les efforts de vent à prendre en compte pour le dimensionnement des pièces de liaison qu'ils sollicitent, et notamment des connecteurs par fils d'ancrage, sont ceux correspondant au vent extrême.

Dans le cas d'une pression s'appliquant sur le voile extérieur, une vérification de non-poinçonnement du parement extérieur au droit des soutiens doit être effectuée, l'effort de poinçonnement au droit de chaque soutien ne devant pas excéder :

$$\overline{Q_u}(N) = 0,2827 * \left[\frac{40.e + e^2}{2} \right] * \frac{f_{cj}}{\gamma_b}$$

Avec e : épaisseur du voile extérieure en mm réduite de la largeur du rail (35 mm).

Dans le cas d'une dépression, les connecteurs doivent être dimensionnés afin de reprendre l'effort d'arrachement.

- Les connecteurs doivent lors du démoulage reprendre le poids propre du voile extérieur majoré éventuellement de l'effort d'adhérence au démoulage.

Contrainte d'adhérence f_{ad} en daN/m ²		
Démoulage à plat		
Bois rugueux	Bois vernis huilé	Acier huilé
300	200	100

- Les connecteurs doivent reprendre en phase d'exploitation le moment engendré par l'excentrement du voile extérieur par rapport au parement intérieur de +/- 1cm en considérant une rotule autour de l'axe défini par l'implantation des soutiens fixes et coulissants,
- Un frettage doit être réalisé au droit des soutiens;
- Lorsque les soutiens sont réalisés en acier galvanisé, leur galvanisation et celle de leurs composants (rails et système de frettage) doit être réalisée dans du zinc fondu, conformément à la norme NF A 91-121 et au fascicule de documentation A 91-122. L'épaisseur minimale moyenne du revêtement est de 70 microns.
- En cas d'utilisation en zone de sismicité non nulle, les dispositifs d'accrochage doivent être dimensionnés de manière à reprendre les efforts dus à l'action sismique dans les conditions prévues au chapitre 7 des Règles PS 92 avec un coefficient K pris égal à 1,8. Les soutiens coulissants participent à la reprise de la composante de l'effort perpendiculaire à leur direction de mouvement.

Dans tous les cas, les soutiens doivent être positionnés dans le panneau de telle sorte que le centre de rotation et le centre de gravité du voile extérieur coïncident. La répartition des connecteurs doit être aussi homogène que possible autour de ce point.

De plus, les soutiens doivent se situer dans une zone de béton fretté. Enfin, les systèmes de fixations des panneaux à la structure doivent être conçus de telle sorte que le panneau ne soit pas mis en charge par la déformation de la structure.

2.312 Conditions de mise en oeuvre

Les dispositions définies lors de la conception des panneaux doivent être strictement appliquées, notamment celles concernant le nombre de connecteurs et de soutiens ainsi que leur positionnement.

Une attention particulière du bétonnage doit être réalisée entre le goujon et le rail composant le soutien fixe, et entre le goujon et la spirale des soutiens.

Effectuée en usine, la mise en oeuvre ne présente pas de difficulté particulière.

Le rail des soutiens fixes destiné à reprendre le poids propre du voile doit être disposé de façon à être horizontal en phase d'exploitation du procédé.

Pour les panneaux disposés verticalement, seuls les soutiens fixes peuvent reprendre le poids propre du voile extérieur.

2.313 Conditions de fabrication

Le traitement thermique éventuel doit être symétrique et progressif pour ne pas engendrer dans les panneaux des contraintes ou des déformations lors du démoulage et pour ne pas trop réduire les caractéristiques de résistance du béton.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

4 ans, jusqu'au 30 avril 2013.

Pour le Président du Groupe Spécialisé n°3

Le Président

J.P. BRIN

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n°3 tient à souligner que les efforts ponctuels se développant au droit des soutiens fixes et coulissants du système d'accrochage « Konnektor » conduisent à prévoir des dispositifs de frettage complémentaires dans le béton des panneaux, au voisinage des soutiens.

Cet avis ne dispense pas d'un calcul au vent et au séisme global, des calculs de liaisons des panneaux avec l'ouvrage ainsi que de l'intégrité des panneaux. Le groupe a accepté l'utilisation en zone sismique pour les panneaux démoulés en position horizontale car ceux-ci font la preuve que la répartition des raideurs entre connecteurs et soutiens est suffisamment homogène.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3
N. RUAUX

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination et principe

Le dispositif d'accrochage pour panneau librement dilatable Konnektor est destiné à être incorporé dans des panneaux sandwichs lourds à voile extérieur librement dilatable pour constituer les liaisons ponctuelles de ce voile au voile intérieur. Il permet la liaison du voile intérieur au voile extérieur. La distance entre ces éléments et les soutiens est de 10 mm, et de 150 mm au droit des connecteurs. Une lame d'air peut être aménagée à l'arrière du voile extérieur. Ce dispositif d'ancrage permet une dilatation entre le voile intérieur et le voile extérieur de 8 mm pour des panneaux dont la plus grande dimension n'excède pas 15 m.

Les éléments du système sont constitués par un minimum de deux types de soutiens (un fixe, les autres coulissants) et des connecteurs complémentaires. Le système de liaison doit être réalisé afin qu'aucun couple ne soit exercé sur les soutiens.

2. Matériaux

Pour les soutiens fixe et coulissant :

- Profil (rail) : Fe 37 en acier zingué (figure 2)
- Goujon : ST 52.3 DIN 17100 en acier galvanisé (à chaud, 70 microns d'épaisseur) ou inox AISI 416 (figure 1)
- Fretage : ressort à 5 spires, pas 12,5 mm soudé à une rondelle de diamètre 120 en acier zingué.
- éponge synthétique dans le cas des soutiens coulissants

Pour les connecteurs :

- entretoise isolante : polystyrène expansé (densité > 25 kg/m³)
- tube : plastique (nylon chargé à la fibre de verre à 30%)
- câble : acier inoxydable (double câble de diamètre 3mm de 20 fils de 0,5mm de diamètre) E = 65 000 MPa, $\epsilon_{rupture} = 10^2/100$

3. Éléments

3.1 Soutiens fixes et coulissants

Ce sont des goujons en acier galvanisé (12 microns) ou inox de diamètre 40 mm et de hauteur 160 mm (cf. figures 1 et 2).

La capacité portante du soutien est fonction de la résistance en compression du béton. Le tableau ci-dessous définit la portance des soutiens pour une épaisseur d'isolant n'excédant pas 1 cm au droit de ceux-ci.

Dans les panneaux verticaux, les soutiens coulissants sont uniquement prévus pour reprendre le poids du voile extérieur lors du stockage des panneaux et du transport (panneaux en position horizontale).

La mise en place de deux soutiens fixes espacés de 30 cm est possible.

Capacité résistante à l'ELS au cisaillement R des soutiens, en fonction de la résistance caractéristique en compression sur cube du béton – phase définitive					
fck, cube (MPa)	-	15	20	25	30
R (KN)	-	30	40	50	50

Tableau valable pour une épaisseur d'isolant de 10 mm

3.2 Connecteurs complémentaires

Des connecteurs sont mis en place pour relier le voile extérieur au voile porteur. L'espacement entre ces connecteurs est fonction d'une part du poids propre à reprendre en phase provisoire au moment du démoulage, d'autre part en phase de service en fonction de la dilatation du voile et des efforts sollicitants (vent).

L'épaisseur maximale de l'isolant au droit des ancrages complémentaires est de 15 cm.

La longueur d'ancrage des connecteurs dans le voile extérieure est au minimum de 55 mm.

Les capacités résistantes ultimes des connecteurs sont données dans les tableaux ci-dessous. Le tableau 1 vise le cas du levage des panneaux au démoulage et au levage (situation transitoire d'exécution), le tableau 2 vise la charge en situation de pose et en service une fois les panneaux posés à leur emplacement définitif.

Tableau 1

Capacité résistante ultime R' à l'arrachement des connecteurs, en fonction de la résistance caractéristique en compression sur cube du béton, en situation de démoulage et levage des panneaux.					
fck, cube (MPa)	10	15	20	25	30
R' (KN)	1,8	2,3	2,8	3,2	3,6

Tableau 2

Capacité résistante ultime R' à l'arrachement des connecteurs, en fonction de la résistance caractéristique en compression sur cube du béton, en situation définitive (panneaux posés dans l'ouvrage).					
fck, cube (MPa)	-	15	20	25	30
R' (KN)	-	1,7	2,0	2,3	2,6

4. Dispositions des éléments dans les panneaux

L'ancrage principal du voile extérieur est assuré par les soutiens fixes et coulissants. Ces soutiens doivent être positionnés de manière à empêcher tout couple dans le plan des voiles.

Le dimensionnement du système est fait en considérant la résistance caractéristique du béton lors du démoulage. Les soutiens sont disposés selon le schéma d'utilisation décrit à la figure 6.

Dans le cas de panneaux verticaux, seul le soutien fixe reprend le poids propre du voile extérieur, cependant un minimum d'un soutien coulissant doit être prévu pour reprendre le couple développé dans le plan du panneau. La composition du dispositif de liaison principal est réalisée par un soutien fixe, au minimum un soutien coulissant, et des connecteurs ponctuels en périphérie des panneaux. Les soutiens sont normalement disposés à mi-hauteur des panneaux.

5. Process de fabrication

- 1- mise en place du treillis soudé, du rail et des goujons composant les soutiens
- 2- mise en œuvre du béton de la paroi extérieure
- 3- mise en place des plaques isolantes puis des ressorts et des connecteurs
- 4- mise en œuvre du béton de la paroi intérieure

B. Résultats expérimentaux

Essais de cisaillement sur le soutien fixe

Les soutiens fixes ont fait l'objet d'essais de cisaillement avec une épaisseur d'isolant au droit des connecteurs de 4cm.

Ces essais ont été effectués par l'institut de recherches et d'essais MASINI en Italie

1^{er} essai (rapport d'essai n° 397-98)

Il a été effectué sur des maquettes de 0,5m x 0,5 m comportant deux voiles de béton de 7 et 15 cm d'épaisseur séparés par une couche de polystyrène expansé de 4 cm.

Les essais ont consisté à appliquer des efforts statiques centrés sur le voile extérieur à l'aide d'un vérin. Le glissement g du voile suspendu par rapport au voile porteur a été mesuré.

La résistance à la compression du béton était de 15 MPa.

2^{ème} essai (rapport d'essai n° 4177-2005)

La méthode d'essai est identique au premier essai. Cependant, la résistance en compression du béton a été portée à 45 MPa.

Essais d'arrachement des connecteurs

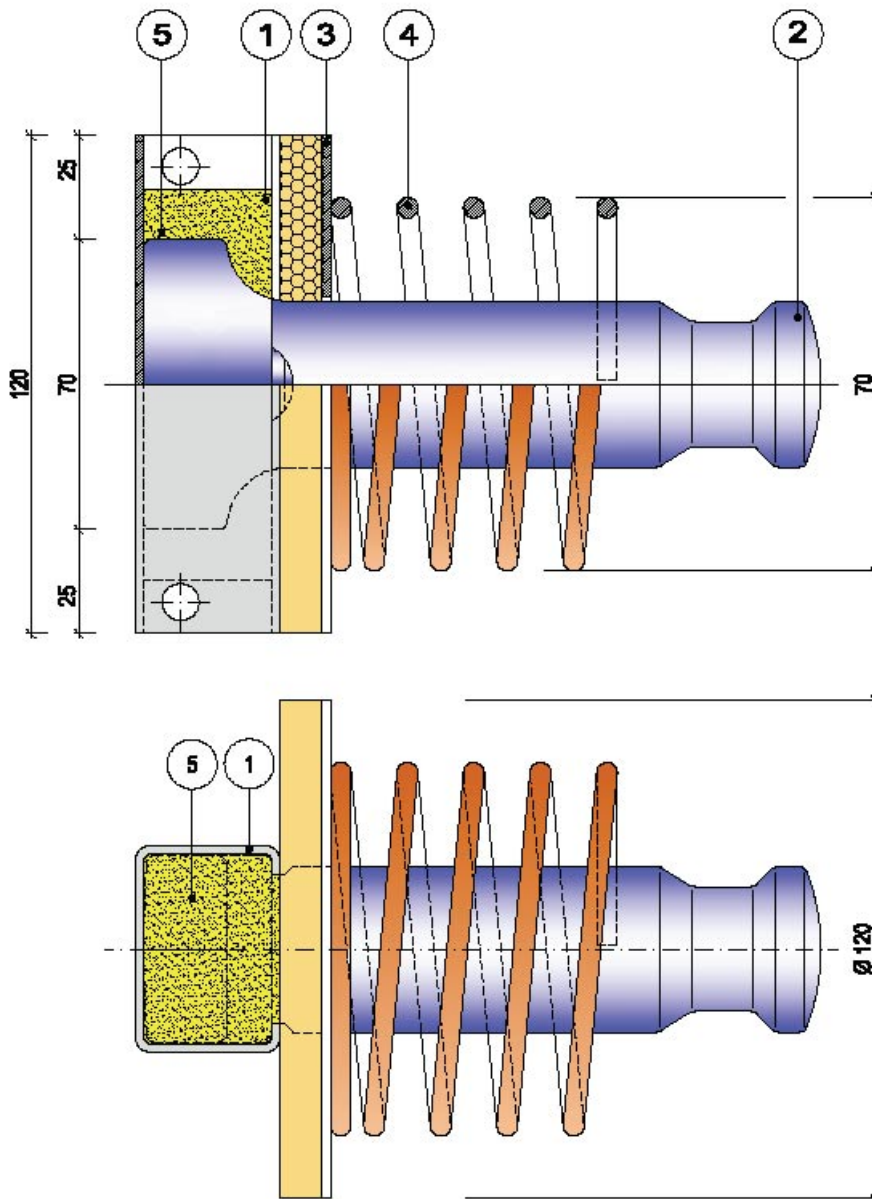
15 essais d'arrachement ont été effectués dans un béton ayant une résistance caractéristique en compression de 10 MPa. La profondeur d'ancrage des tresses composant ces connecteurs est de 5,5 cm.

C. Références

Depuis 1999, 200 000 m² de panneaux sandwichs à voile extérieur librement dilatable ont été réalisés par ce procédé, principalement en Italie.

Tableaux et figures du Dossier Technique

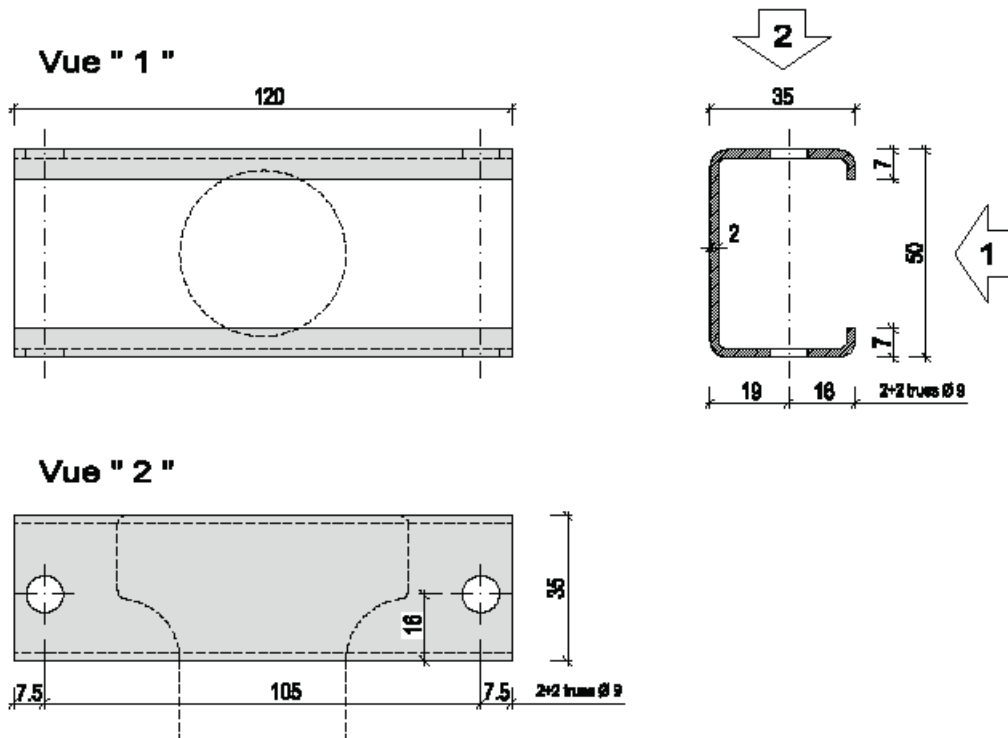
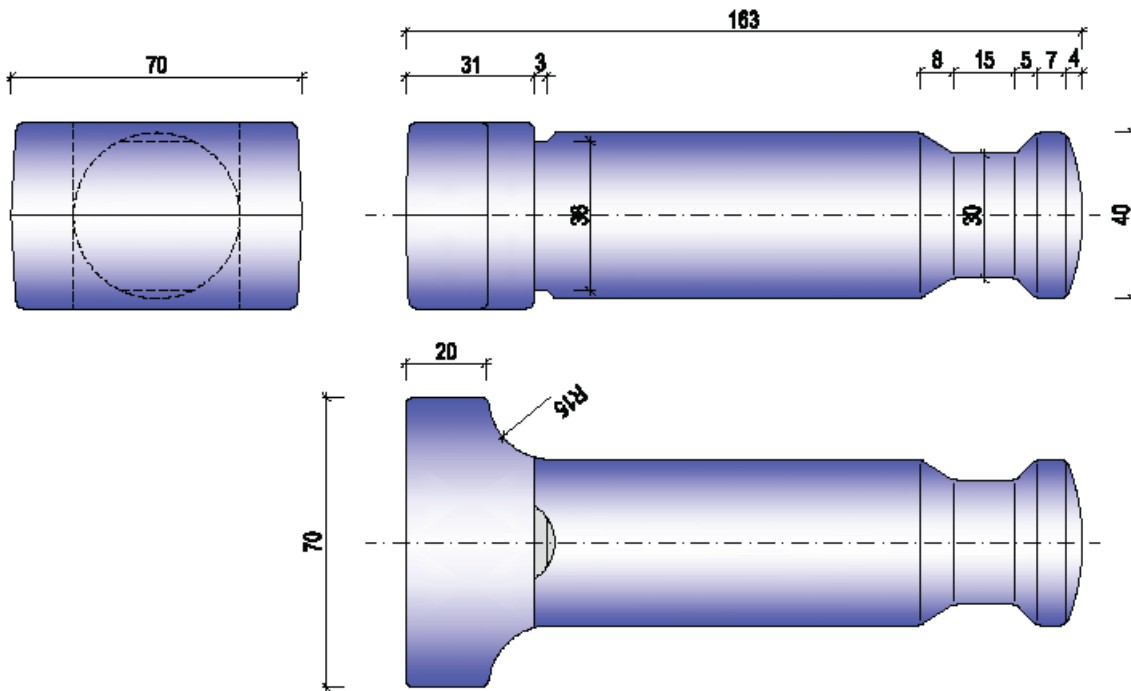
Figures 1 : Soutiens fixes et coulissants



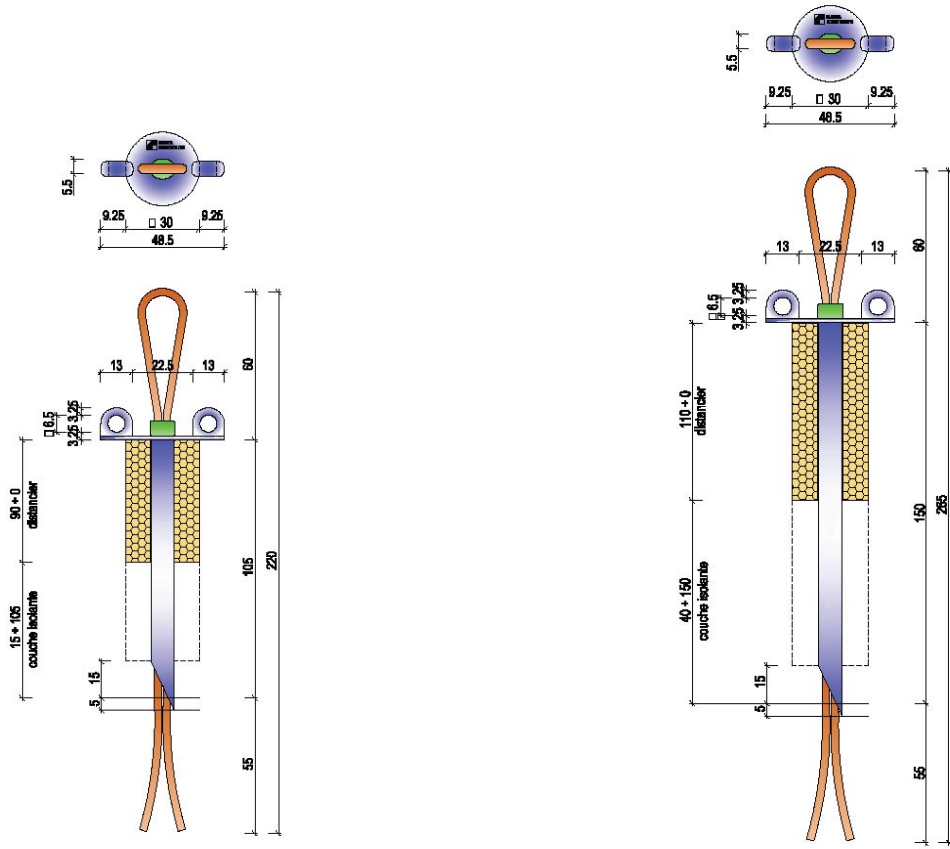
- 1 : profilé métallique
- 2 : goujon ($\varnothing = 40\text{mm}$)
- 3 : platine ($\varnothing = 120\text{mm}$, épaisseur 6/10 mm)
- 4 : ressort ($\varnothing = 70\text{mm}$, spire 5/12.5)
- 5 : éponge synthétique seulement pour le soutien coulissant

Figures 2 : Goujons et rails composant les soutiens

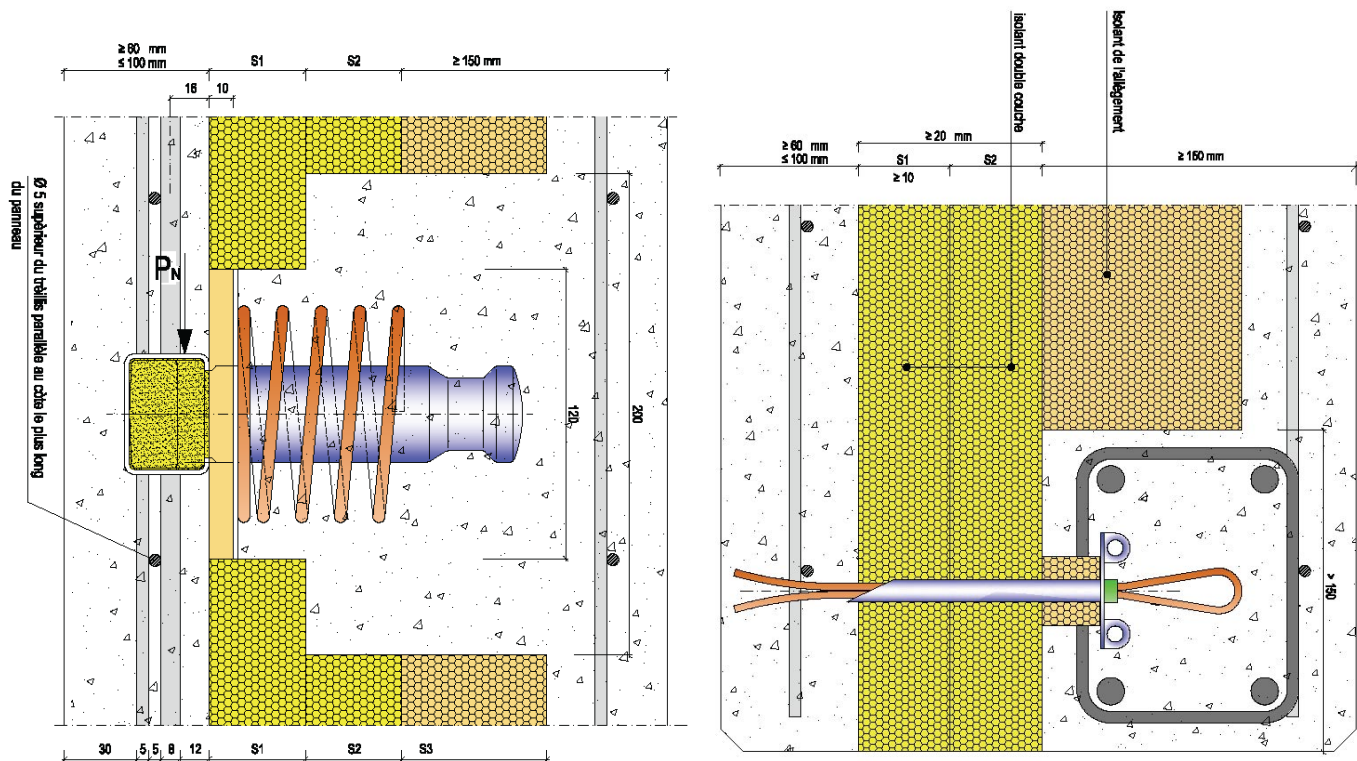
géométrie du goujon composant les soutiens - géométrie du rail composant les soutiens



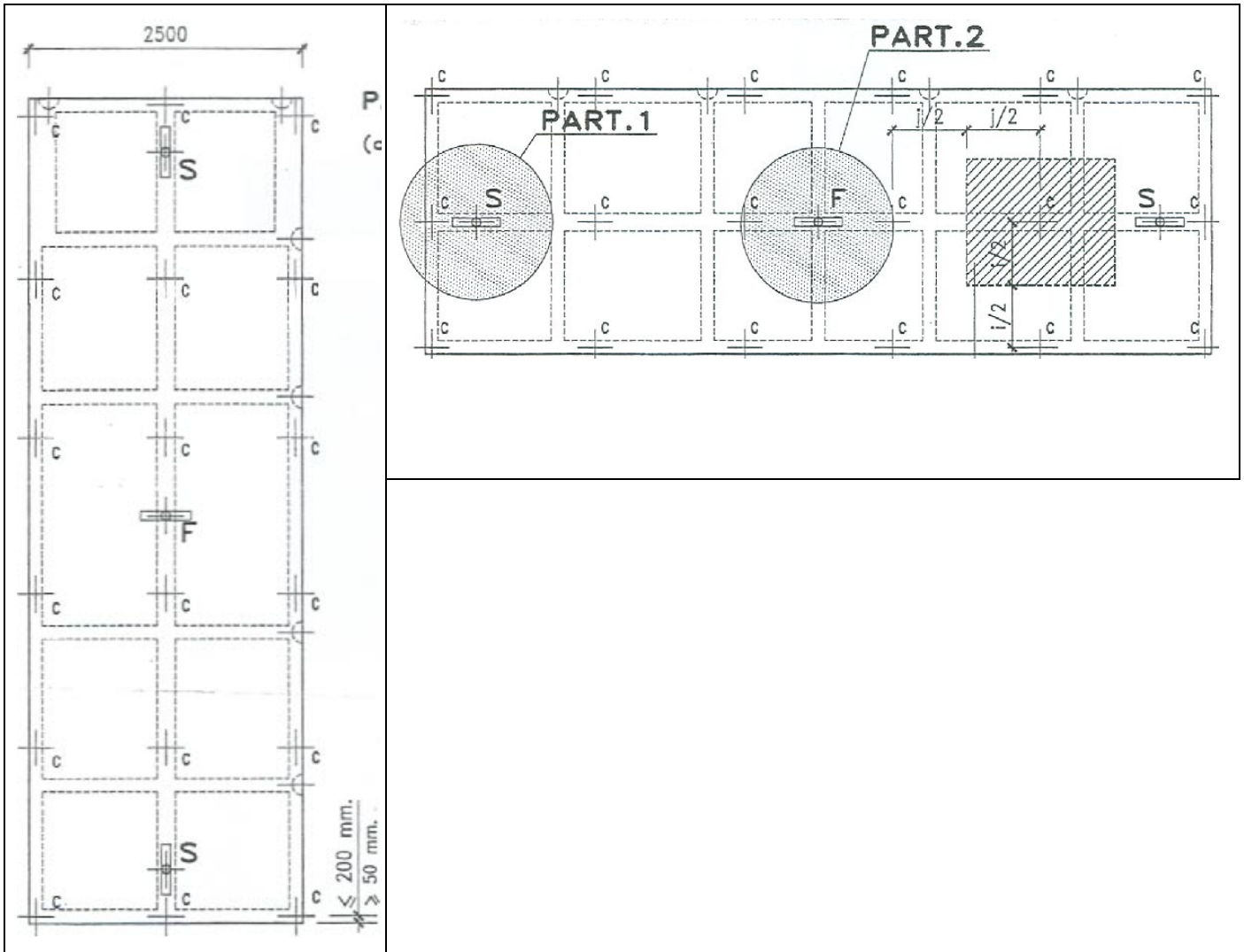
Figures 3 : Connecteurs



Figures 4 : détails de mise en œuvre des éléments d'ancrage dans les panneaux à voile extérieure librement dilatable



Figures 5 : Exemples de mise en œuvre des éléments de fixation



SCHEMA D'UTILISATION DES ELEMENTS DANS LES PANNEAUX

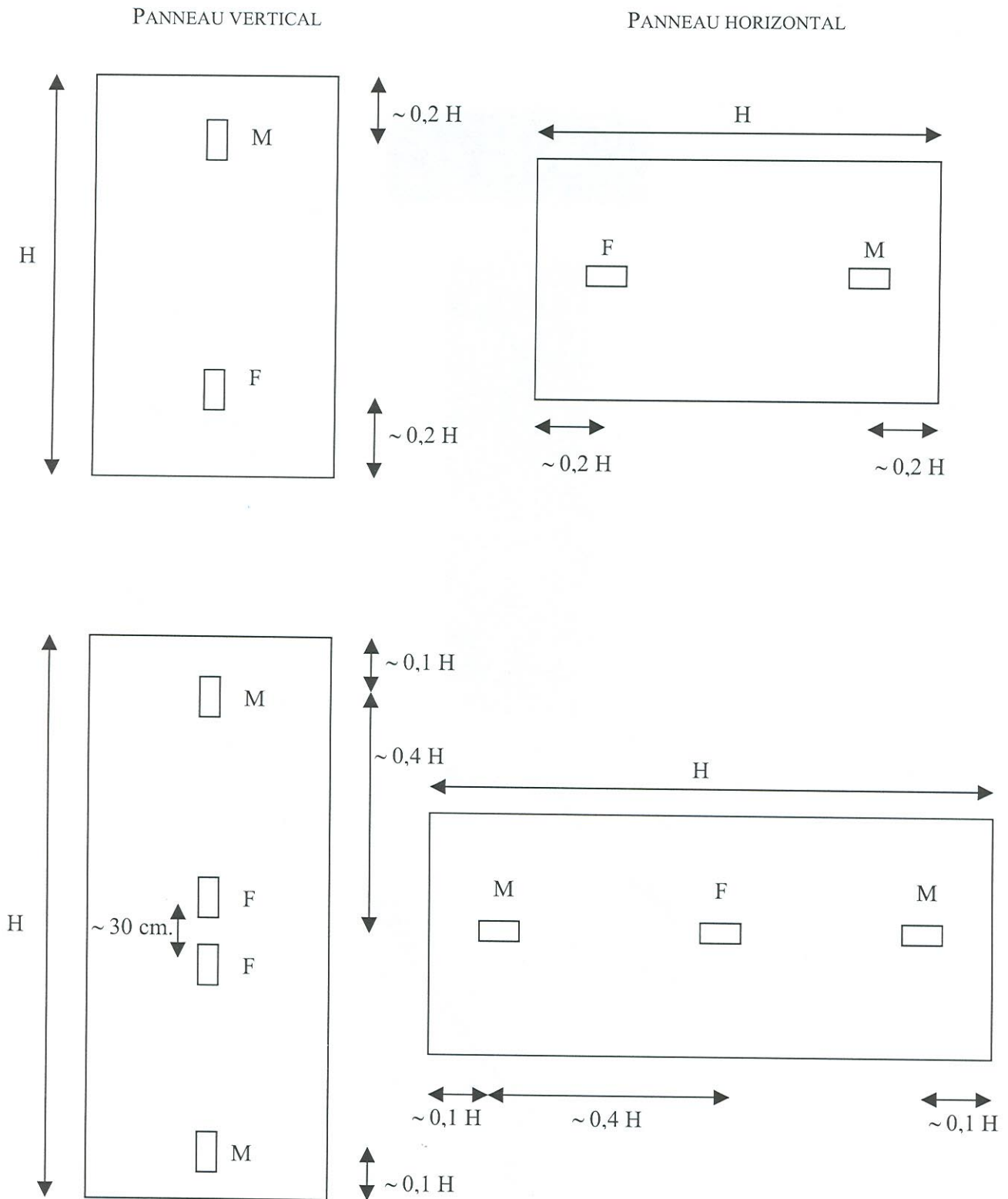


Figure 6 : disposition de principe des soutiens fixes (F) et coulissants (M)