

Avis Technique 3/07-515

Annule et remplace l'Avis Technique 1/99-754

*Dispositif d'accrochage à
suspenes réglables*

Hanging system

Aufhängungssystem

FPA type 5

Titulaire : HALFEN S.A.S.
18, rue Goubet
F-75940 PARIS Cedex 19

Tél : 01 44 52 31 00
Fax : 01 44 52 31 52
email : halfen@halfen.fr
internet : www.halfen.fr

Usine : HALFEN-DEHA.
Liebigstr. 14
40764 Langenfeld/Rheinld
Germany

Tél : +49 2173 9700
Fax : +49 2173 970123
email : info@halfen-deha.de
internet : www.halfen-deha.de

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 26 septembre 2007



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

Le Groupe spécialisé n° 3, de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné le 23 avril 2007, le dispositif d'accrochage à suspente réglable « FPA type 5 » fabriqué et exploité par la Société HALFEN S.A.S. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique n° 1/99-754. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Dispositif destiné à constituer les fixations réglables de panneaux de parement en béton de 7 cm d'épaisseur au moins, rapportés en habillage d'une structure en béton préexistante. Vide ventilé à l'arrière des panneaux.

Les éléments de suspension, disposés à raison de deux par panneaux comprennent un étrier destiné à être fixé sur la structure porteuse, un plat de montage percé de trous destinés à permettre un préréglage grossier et terminé par une tige filetée pour réglage fin et un étrier de suspension destiné à être ancré dans le panneau à suspendre; l'ensemble est en acier inoxydable.

Des distanceurs, des fixations ancrage-vent et des clavetages entre panneaux superposés complètent le dispositif.

La fixation des étriers de montage dans la structure s'effectue au moyen de chevilles métalliques en acier inoxydable à ancrage par expansion ou de chevilles en acier inoxydable à scellement chimique qui relèvent d'Agréments Techniques Européens (ATE) qui leur sont propres.

Le présent Avis ne vise que le dispositif d'accrochage des panneaux en béton et non les procédés qui y font appel.

La dénomination « FPA type 5 » correspond à l'ensemble de la gamme FPA-5, FPA-5Z, FPA-5A, FPA-5AZ.

1.2 Identification

Les différents constituants du système sont repérés par le logo Halfen, par le type de suspente et par la charge limite de service, l'ensemble étant estampé.

De plus les pièces correspondant à une même charge limite de service sont repérées par une pastille auto-collante de la même couleur.

2. Avis

2.1 Domaine d'emploi accepté

Echelle de charges limites de service de 5,0 ; 8,0 ; 11,5 ; 16,0 ; 22,0 ; 34,0, 46,0 et 56,0 kN.

L'utilisation en zone sismique n'a pas été examinée dans le présent Avis Technique.

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

Les panneaux de parement suspendus ne participent pas à la stabilité des façades qui doit être assurée par ailleurs.

La stabilité propre des panneaux sous l'action des sollicitations dues à leur poids propre, au vent et aux variations dimensionnelles d'origine hygrothermique est convenablement assurée (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

Sécurité au feu

En lui-même, ce dispositif d'accrochage n'a pas d'influence particulière sur la sécurité en cas d'incendie (étant observé que l'organisation de l'habillage de mur auquel il participe est par contre à examiner de ce point de vue compte tenu notamment d'un effet de cheminée éventuel du vide d'air).

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre du dispositif.

Elle peut être normalement assurée moyennant une étude cas par cas (cf. Cahier des Prescriptions Techniques), et le respect des précautions de mise en œuvre mentionnées ci-après en 2.2.4.

Isolation thermique.

Le pont thermique occasionné par la section d'acier du dispositif d'accrochage des panneaux de parement n'est pas de nature à modifier de façon sensible les caractéristiques thermiques des parties opaques des murs.

Isolement acoustique.

Compte tenu de la présence d'une lame d'air ventilée, le dispositif d'accrochage n'a pas en lui-même d'influence négative sur les caractéristiques de confort acoustique des volumes limités par les murs sur lesquels sont rapportés les panneaux.

Par rapport aux caractéristiques d'affaiblissement acoustique du mur support, l'adjonction des panneaux de parement permet d'accroître de 4 à 8 dB(A) l'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi opaque vis à vis des bruits extérieurs.

2.22 Durabilité - Entretien.

On considère que la liaison constituée par ce dispositif présente une durabilité équivalente à celle des panneaux qu'il sert à fixer; par ailleurs ce dispositif est sans influence sur la durabilité de la structure sur laquelle les panneaux sont rapportés.

La nuance d'acier austénitique qui comporte du titane en plus du molybdène et qui présente la meilleure résistance à la corrosion, est la mieux adaptée aux emplois dans lesquels les dispositifs sont soumis aux conditions d'ambiance les plus sévères.

2.23 Fabrication des pièces.

Elle nécessite du soin et un auto-contrôle continu.

2.24 Mise en œuvre du dispositif.

Effectuée pour partie en usine par les préfabricants et complétée sur le chantier par les entreprises de construction, elle nécessite du soin et des équipes formées spécialement à la technique de pose particulière au dispositif.

Le titulaire de l'Avis apportera sur leur demande son assistance technique aux préfabricants et aux entreprises auxquelles il fournit ce dispositif.

L'attention est attirée sur la nécessité de procéder au réglage latéral de la position de chaque panneau lorsque celui-ci est encore suspendu à la grue (rive du panneau en cours de pose parallèle et à distance voulue du panneau précédemment posé), en raison du danger que présenterait ultérieurement toute tentative de ripage latéral (cf. Cahier des Prescriptions Techniques).

2.25 Divers.

Les procédés d'habillage de mur en plaques préfabriquées sont hors du domaine du traditionnel.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques.

2.3.1 Prescriptions techniques particulières au dispositif d'accrochage « FPA type 5 ».

a) Conditions de conception des ouvrages

- Les procédés de construction employant ce dispositif doivent être utilisés conformément aux Avis Techniques dont ils relèvent et, le cas échéant, aux documents normatifs en vigueur qui les concernent.
- L'organisation d'ensemble de l'habillage de la structure doit être conçue de telle sorte que chacun des panneaux de parement soit librement dilatable grâce notamment à l'absence de tout contact rigide avec un autre panneau, une façade perpendiculaire ou un autre corps de bâtiment.
- Dans chaque cas d'application, le choix du type de suspente, la position précise des emplacements des fixations dans la structure, et l'organisation des aciers de renfort dans les panneaux voire, le cas échéant, dans la structure, doivent être déterminés par le bureau d'études techniques en fonction des efforts à équilibrer.

- Le béton de l'ouvrage support et le béton des panneaux doivent être exempts de composé chloruré (tels que des granulats ne pouvant pas justifier d'une teneur en ions-chlore inférieure à 1 % et des adjuvants chlorés).
- La résistance caractéristique à la compression du béton des plaques doit être au moins égale à 25 MPa lors du montage des panneaux.
- Les chevilles servant à la fixation des « étriers de montage » sur le mur support trouvent ici un emploi dans lequel leur ruine pourrait mettre en danger la vie humaine. Elles doivent être marquées CE sur la base d'un Agrément Technique Européen (ATE), relevant du Guide d'Agrément Technique Européen n°001 (ETAG n°001), parties 1 à 5. Par ailleurs, elles doivent être dimensionnées selon les méthodes de l'Annexe C de ce même Guide d'ATE n°001 relatif aux chevilles métalliques pour béton.
- La résistance caractéristique à la compression du béton de la structure lors de la pose des panneaux doit être au moins égale à celle considérée dans l'Agrément Technique Européen (ATE) ou dans l'Avis Technique relatif aux chevilles métalliques en acier inoxydable utilisées pour la fixation des « étriers de montage ».
- On doit vérifier, selon les méthodes de calcul en vigueur, que la structure en béton destinée à recevoir les panneaux de parement est apte à équilibrer, avec la sécurité nécessaire, les efforts engendrés par la présence de ces panneaux en tenant compte notamment des efforts concentrés au droit des points de fixation.
- On doit vérifier en fonction des cas d'application l'adaptation des dispositifs de fixation, anti-vent notamment, aux efforts de vent à équilibrer.
- L'enrobage des armatures en acier non inoxydable et qui ne sont pas munies d'une autre protection contre la corrosion, armatures de renfort notamment, doit être sur chacune des faces des panneaux de parement celui prévu par le DTU 22.1 pour les parements extérieurs.
- En l'absence d'un dispositif d'étanchéité continu au droit des joints entre panneaux de parement, on doit considérer que le parement extérieur de la structure porteuse n'est pas à l'abri de ruissellements d'eau locaux et, de ce fait, les armatures éventuellement incorporées au voisinage de ce parement doivent avoir également l'enrobage minimal exigé pour un mur extérieur, par le DTU correspondant.
- La pose des panneaux nécessite la mise en œuvre d'un échafaudage dont l'organisation doit être conçue en fonction des particularités engendrées notamment par la masse des éléments à mettre en place, de façon à assurer efficacement la sécurité des personnes.

b) Conditions de fabrication des pièces.

La fabrication des pièces métalliques constituant ce dispositif doit faire l'objet d'un autocontrôle continu.

Les résultats de cet autocontrôle doivent, pour ce qui concerne les dispositifs commercialisés en France, être adressés au CSTB deux fois par an.

c) Conditions de stockage et de transport

Chacun des types de suspente doit être livré en lots clairement identifiés.

Le transport et le stockage des panneaux doivent être organisés de façon à mettre à l'abri des chocs les cornières et boulons saillant sur la face intérieure des panneaux de parement.

d) Conditions de mise en œuvre

Les dispositions définies lors de la conception des ouvrages doivent être strictement appliquées, notamment celles concernant le dimensionnement et l'enrobage des armatures de renfort en acier ordinaire et celles concernant la sécurité des personnes.

Les aciers de nuance ordinaire au contact de pièces en acier inoxydable et qui sont destinés à équilibrer des efforts de traction, tels que les boucles d'ancrage de l'étrier de suspension incorporé dans les panneaux, doivent être revêtus d'un vernis époxy au moins sur quelques centimètres dans la zone de contact avec l'acier inoxydable.

L'incorporation des étriers de suspension en acier inoxydable dans les panneaux doit s'effectuer au moyen de dispositifs rigides maintenus fermement en bonne position par fixation rigide sur les éléments des moules.

Après libération de la grue un éventuel complément de réglage de position d'un panneau ne doit être effectué que dans le sens d'une translation verticale par action sur les écrous de retenue des tiges filetées, dont il est souligné qu'elle ne peut en pratique s'effectuer que dans le sens d'un abaissement du centre de gravité du panneau, et à l'exclusion de tout ripage latéral. On doit préalablement vérifier que la course

du dévissage à effectuer reste inférieure à la longueur de filetage disponible pour cette opération.

Les écrous de fixation de la cornière de l'étrier de suspension, de la tige filetée du plat de montage et de la cheville d'ancrage dans le support, doivent être freinés.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité : jusqu'au 30 avril 2013

*Pour le Président du GS3 et par délégation
Le Président de séance*

L. SOKOL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

La présente révision complète la gamme des suspentes FPA-5 avec la charge limite de service 34 kN et intègre trois nouveaux types de suspentes (FPA-5Z, FPA-5A et FPA-5AZ) avec les mêmes échelles de charges limites de service que la FPA-5.

Il est enfin rappelé que, bien que ces suspentes soient conçues pour réserver aux monteurs des possibilités de réglage lors de la pose, il convient d'une part de ne pas surestimer la latitude de réglage globale disponible et, d'autre part, de souligner que, à l'exception du dévissage des boulons de retenue des plats de montage perforés, les opérations de réglage nécessitent le soulagement des contraintes d'appui des étriers de suspension et donc, en pratique, pour une question de sécurité notamment, la réalisation de l'essentiel des réglages lorsque le panneau est suspendu à la grue. C'est dire que les opérations de pose restent délicates et appellent le plus grand soin et que le non-respect des prescriptions correspondantes comporterait des risques.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 3

Ménad CHENAF

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Destination et principe

Ce dispositif est destiné à assurer la fixation réglable de panneaux préfabriqués en béton, rapportés en habillage d'une structure en béton. Un vide ventilé est aménagé à l'arrière des panneaux.

Les éléments de suspension, en acier inoxydable, sont constitués par :

- un étrier de montage destiné à être fixé sur la structure au moyen de chevilles chimiques en acier inoxydable ou de chevilles métalliques en acier inoxydable à double cône d'expansion ;
- un plat de montage percé de trous destinés à permettre un pré-réglage grossier ;
- un étrier de suspension destiné à être ancré dans le panneau à suspendre.

Des distanceurs, des ancrages vent HALFEN (système breveté) et des clavetages entre panneaux superposés complètent le dispositif.

2. Matériaux

Acier inoxydable austénitique dans l'une des nuances suivantes (Norme NF EN 10088-2 - Conditions Techniques de livraison des tôles et bandes pour usage général et Norme EN 10088-3 - Conditions Techniques de livraison pour les demi-produits, barres, fils machine et profils pour usages général) :

- X5 Cr Ni Mo 17-12-2. Désignation numérique 1.4401
- X6 Cr Ni Mo Ti 17-12.2. Désignation numérique 1.4571.

dont les caractéristiques imposées au cahier des charges du fournisseur sont les suivantes :

de 360 N/mm² de limite élastique conventionnelle suivant la norme NF EN 10 002-1, pour l'ensemble des pièces constituant la suspente : étriers, plats de montage à perforations circulaires, traverses, écrous des suspentes, éléments des distanceurs, ancrages au vent et goupillages.

- Aciers à haute adhérence Fe E 500-3 pour assurer l'ancrage dans le panneau de parement, de l'étrier de suspension
 - $R_e = 50 \text{ N/mm}^2$
 - $A_{\min} = 5 \%$
- Chevilles métalliques en acier inoxydable à double cône d'expansion ou à scellement chimique avec agrément technique européen.

3. Eléments

3.1 Eléments de suspension

Les dimensions des différentes pièces permettent d'équilibrer des efforts verticaux jusqu'à 56,0 kN selon une échelle de charges correspondant à 5,0 ; 8,0 ; 11,5 ; 16,0 ; 22,0 ; 34,0 ; 46,0 et 56,0 kN. Une identification par un système de couleur présente sur l'étrier de montage, le plat perforé et l'étrier de suspension facilite le repérage et le montage. (Les couleurs respectives sont : jaune, rouge, bleu, vert, brun, noir, orange et blanc).

Ces dimensions sont données dans les annexes 1, 2 et 3.

Le logo HALFEN ainsi que la charge sont gravés dans le métal des différents éléments de la bretelle et de l'étrier de suspension.

Les suspentes FPA - type 5 comportent (annexes 4 et 5) :

- un étrier de suspension avec cornière destiné à être ancré dans le panneau préfabriqué (réf. FPA-5-E) ; un coffrage de réservation en polystyrène expansé lui est associé ;
- une bretelle constituée d'un plat de montage avec écrou, rondelle, pivot de verrouillage et étrier de montage (réf. FPA-5-M).

La gamme se décline de la manière suivante : (voir annexe n° 6 – différents types d'étriers de montage)

- FPA-5** - Fixation en façade avec étrier de montage simple (une seule cheville)

- FPA-5Z** - Fixation en façade avec étrier de montage double (2 chevilles) destinée aux murs de faible épaisseur

- FPA-5A** - Fixation en partie supérieure d'un voile avec étrier de montage simple (une seule cheville)

- FPA-5AZ** - Fixation en partie supérieure d'un voile avec étrier de montage double (deux chevilles) destinée au voile de faible épaisseur afin de respecter les distances au bord.

3.11 Etrier de suspension.

a) Pour l'échelle de charges 5,0 à 34,0 kN, c'est un plat plié en forme de « U » ; aux extrémités de la base du U est vissée une cornière réservant en partie centrale un espace permettant le coulissement du plat de montage.

b) Pour l'échelle de charges 46,0 et 56,0 kN, c'est une pièce en forme de « U » constituée de plats soudés ; aux extrémités de la base de ce « U » est vissée une cornière réservant en partie centrale un espace permettant le coulissement du plat de montage.

3.12 Plat de montage.

C'est un plat à perforations circulaires, en extrémité duquel est soudée, à l'arc électrique, une tige filetée. Ce plat est plié suivant un angle α qui varie en fonction de l'épaisseur de la lame d'air. La tige filetée sert de liaison avec l'étrier de montage.

3.13 Etrier de montage.

FPA-5 C'est une pièce constituée d'un plat découpé d'un trou en forme de bouteille à l'extrémité inférieure duquel est soudé un tube destiné à recevoir l'extrémité de la tige filetée du plat de montage. Cette pièce est destinée à être fixée dans la structure support au moyen d'une cheville métallique à expansion ou à scellement chimique. Elle est coudeée en partie supérieure à un angle de 20 à 25° suivant la valeur du vide d'air.

FPA-5Z C'est une pièce constituée d'un plat en forme de « U » chantourné et plié en partie supérieure avec un angle de 20 à 25° suivant la valeur du vide.

L'extrémité inférieure est renforcée par un « V » inversé perforé destiné à recevoir l'extrémité de la tige filetée du plat de montage perforé qui est identique à la FPA-5. Cette pièce est destinée à être fixée sur la structure support au moyen de 2 chevilles métalliques à expansion ou scellement chimique au travers des 2 trous percés dans la partie haute du « U ».

FPA-5A C'est une pièce constituée d'un plat découpé avec un trou en forme de bouteille identique à la forme des FPA-5 mais allongée en partie supérieure et percée de 2 trous afin de pouvoir être fixée en partie supérieure du voile (les étriers sont livrés pré pliés, avec une cornière d'angle destinée à répartir l'effort sur l'angle du béton).

Le plat de montage perforé est identique à la FPA-5. L'étrier de montage est destiné à être fixé sur le dessus de la structure support au moyen d'une cheville métallique à expansion ou à scellement chimique.

FPA-5AZ C'est une pièce constituée d'un plat en forme de « U » chantourné et plié en partie supérieure identique à la FPA-5Z, mais allongée en partie supérieure et percée de 2 trous sur chaque aile du « U » afin de pouvoir être fixée en partie supérieur du voile (les étriers sont livrés pré pliés, avec 2 cornières d'angle destinées à répartir l'effort sur l'angle du béton).

Le plat de montage perforé est identique à la FPA-5. L'étrier de montage est destiné à être fixé sur le dessus de la structure support au moyen de 2 chevilles métalliques à expansion ou à scellement chimique.

3.2. Distanceurs

Disposés au voisinage immédiat du point d'ancrage de l'élément de suspension dans la plaque, ils sont destinés à transmettre à la structure porteuse les efforts de compression et comportent une douille spéciale de pression soudée sur un plat d'embase et une tige filetée sur un écrou large.

Le diamètre de la tige est fonction de la charge admissible de l'élément de suspension associé, de l'effort de vent à équilibrer et de la distance entre structure et plaque de parement (cf. Annexe n° 7).

3.3 Ancrages-vent HALFEN (système breveté)

Ils peuvent reprendre des efforts de traction en cas de risque d'écartement du panneau sous les efforts de vent en dépression.

Le type d'ancrage utilisé dans ce système se compose d'une plaque de maintien associée à une cheville chimique destinée à coincer le vérin distanceur après que celui-ci ait été préalablement réglé et introduit dans la lumière oblongue de la plaque.

Le réglage s'effectue au moyen d'un système vis écrou. L'ensemble des éléments (diamètre du vérin, section de l'ancrage vent, diamètre de la cheville) sont fonction des efforts provenant des valeurs de pression et de dépression du vent (voir annexe n° 8).

3.4 Goupillage

Disposés au voisinage de chaque suspente ils sont destinés à solidariser deux plaques superposées, dans la direction perpendiculaire à la façade (voir annexe n° 9).

Ils comportent :

- un fourreau ovale (HFV 1) en plastique scellé sur la rive basse du panneau, la grande dimension de la section étant parallèle à la façade ;
- une goupille (HFV 3) en acier inoxydable d'un diamètre égal à la petite dimension du fourreau ovale (HVF1)
- un fourreau à mortier (HFV 9) en PVC scellé sur la rive haute du panneau, d'un diamètre bien supérieur à celui de la clavette pour permettre de rattraper les erreurs d'implantation à remplir de mortier sans retrait après réglage.

4. Fabrication des pièces

L'ensemble des constituants est fabriqué par la Société HALFEN DEHA à ARTERN en Allemagne (usine ISO 9001).

5. Mise en œuvre

Le choix des éléments pour la mise en œuvre est fonction des charges limites de service (voir annexes 1, 2, 4, 7, 8 et 9).

5.1 Fabrication des plaques de parement (ou panneaux) – annexe n° 5

On place deux dispositifs de suspentes par panneau, à proximité des rives verticales.

On dispose les armatures d'ancrage dans les trous prévus ; ces armatures sont maintenues en niveau par un ensemble de cales dans le coffrage ; leur orientation et leur position en plan sont assurées par un dispositif rigide lié au moule.

On cloue l'ensemble sur un gabarit en bois en utilisant les trous prévus à cet effet (voir annexe n°10) et on le place dans le moule à l'extérieur des ancrages de manutention des panneaux, à une distance de la rive verticale égale à 1/5 de la longueur du panneau.

On incorpore en tête et en pied en les fixant sur les joues du coffrage le système de goupillage entre panneaux, à l'extérieur des suspentes et à une distance de la rive verticale égale à 100 mm pour une longueur de panneau inférieure ou égale à 1 m, 150 à 200 mm pour une longueur comprise entre 1 et 3 m et 300 à 400 mm pour une longueur supérieure. Un distanceur est disposé au-dessous du dispositif de goupillage de tête de panneau et en pied de panneau dans le cas où ceux-ci ne sont pas superposés.

En angle de bâtiment, ou pour les panneaux bas au droit de chaque vérin-distanceur, on dispose un ancrage-vent.

5.2 Accrochage des plaques à la structure – annexe n°11

- On fixe la cheville métallique à scellement chimique, ou à expansion par vissage, dans la structure.
- On retire l'élément d'évidement en Styropor pour positionner le plat de montage, entre la cornière et l'étrier de suspension, à la longueur choisie (annexe n°3). On introduit le pivot de verrouillage que l'on tourne de 180°.
- On plie le plat sur la cornière.
- On serre les écrous au couple de serrage (annexe 11)
- On assemble la tige filetée du plat perforé à l'étrier de montage.
- On suspend et fixe l'étrier de montage à la cheville en attente dans la structure porteuse.

- La tige de suspension et son écrou sont lubrifiés afin de faciliter le réglage du panneau. Celui-ci se fait impérativement en descendant.

B. Résultats expérimentaux

Des essais de traction ont été réalisés sur des éléments de ce dispositif au Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine – Universität (TH) Karlsruhe (D).

1. Essais de résistance à la traction de l'étrier de suspension incorporé dans une plaque de béton.

P.V. n° 91 0242 du 12 juillet 1991 (Prüfzeugnis n° 91 0242 von FRIMEDA Fassadenanker in Einbetonierten Zustand.

Trois séries de 3 panneaux-échantillons ont été réalisées avec des étriers de suspension de type a) et les armatures d'ancrages, correspondant aux charges nominales respectives 8-16-34 kN et 3 panneaux-échantillons avec des étriers de suspension de type b) avec les armatures d'ancrage correspondant à la charge nominale 56 kN.

Les plats de montage et les étriers de suspensions testés ont une limite élastique conventionnelle de 235 N/mm².

Type de suspente	Epaisseur du panneau	Limite d'élasticité N/mm ²	
		« Etrier de suspensions »	« Plat de montage »
8 kN	7 cm	295	312
16 kN	8 cm	268	301
34 kN	10 cm	249	288
56 kN	12,5 cm	346	354

Lors de la fabrication des panneaux des « échantillons cubiques en béton », de 20 cm de côté, ont été réalisées, parallèlement, afin de déterminer la résistance à la compression du béton.

La traction s'effectue dans l'axe Z sous l'angle $\alpha = 20^\circ$.

Les résultats sont résumés dans le tableau 1 ci-après.

2. Essais de traction sur l'étrier de montage :

PV n° 91 0288 du 5 Août 1991 (Prüfzeugnis N° 91.0288 - Untersuchung an FRIMEDA - Fassadenanker-Bauteilen in Nicht Einbeton lertein Zustand).

Les éléments de traction - bandes perforées équipées de tiges filetées et d'étriers de montage - ont été assemblés et soumis à des charges de traction Z_n avant d'être soumis à des essais de résistance à la rupture statique. Des charges oscillantes ont été générées par un pulsateur pendant l'essai de charge. La charge a été appliquée uniformément sur les feuillards perforés et les étriers au moyen d'un téton dont la longueur dépasse de 5 mm environ l'épaisseur de tôle. La tige filetée a été insérée dans les alésages de l'étrier. Les écrous ont ensuite été serrés au couple pour maintenir l'ensemble comme dans les conditions réelles d'utilisation. Les charges supérieures (F_u) ont été définies à $1,25 \times Z_n$ et les charges inférieures (F_u) à $1,25 \times Z_n \times 0,1$. Les cycles de charge appliqués s'élevaient chacun à 1×10^4 . Les fréquences d'essai étaient comprises entre 5 Hz et 10 Hz en fonction des catégories de suspentes. Les étriers coulés ont été redressés avant les essais.

Les plats de montage testés ont une limite élastique conventionnelle de 235 N/mm². Celle des étriers de montage est de 360 N/mm².

Type de suspente	Limite d'élasticité N/mm ²	
	Plat de montage	Etrier de montage
8	312	636
16	301	608
34	288	580
56	354	627

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 2 ci-après.

3. Essais de traction complémentaire sur l'étrier de montage 34 KN :

Les essais de traction ont été réalisés au LNE en date du 19 mars 2003 et enregistrés sous le numéro D0 301 99 document CQDE/1. Les tractions ont porté sur 7 essais avec les nouveaux plats de montage standard associés à un étrier du type FPA-5 et sur 7 essais avec les

nouveaux plats de montage standard associés à un étrier double du type FPA-5Z.

Ces nouveaux plats de montage ont une limite élastique conventionnelle de 360 N/mm².

Les résultats sont pratiquement identiques pour les 2 types de bretelles vu que le point faible de l'assemblage est toujours le plat de montage, les résultats confirmant les calculs.

Charge nominale Q_n (kN)	Charge de traction Z_n (kN)	Charge de rupture F_{max} (kN)	Coefficient global de sécurité $c = \frac{F_{max}}{Z_n}$	Type de rupture
FPA-5 34,0 KN	36,80	102,50	2,80	Rupture du plat de montage au niveau des perforations.
FPA-5 Z 34,0 KN	36,80	102,70	2,80	Rupture du plat de montage au niveau des perforations.

Moyenne sur 7 essais pour FPA-5 et 10 essais pour la FPA-5 Z.

C. Références

Depuis la formulation de l'Avis Technique n° 1/96-709, le dispositif d'accrochage "FPA type 5" a été utilisé dans les principales réalisations suivantes :

Chantier	Lieu	Entreprise
Centre E.D.F.	Saint-Denis	BOUYGUES
Hôpital de Gap	Gap	SAEM
SAGEP	Paris	BCS
SILIC	Villepinte	BOUYGUES
Cité des Sciences	TUNISIE	SOMATRA + INGEROP Clermont-Ferrand
Mémorial	Oradour-sur-Glane	
SOCOMI	Villepinte	SCGPM
Tang Frère	Vitry	BOUYGUES
CULA	L'Isle Adam (95)	MSA
Hôpital de Saverne	Saverne	BCS
Usine d'eau	Guebwiller	EG PREFA
Siège Air-France	Roissy	SCGPM
Parc des Cormailles	Ivry	GALLAUD
Station d'épuration	La Rochelle	DRAPEAU
Hôtel Hilton	Évian	BCS
Médiathèque	Alkirch	CINOR
Lycée B. Morel	Dunkerque	BMP
Piscine	Gonfreville	GAGNEREAU
Piscine	Nîmes	BOUYGUES
Collège	Gentilly	SICRA

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1

Charge nominale Q_n (kN)	Charge de traction Z_n (kN)	Charge 1 ^{ères} fissures dans le béton F_f (kN)	Charge de rupture F_{max} (kN)	Coefficient global de sécurité $c = \frac{F_{max}}{Z_n}$	Type de bande perforée	Type de rupture
8	8,83	-	25,87	2,92	N	d = 17 mm rupture de la bande perforée
8	8,83	38,78	36,05	4,08	S ₁	d = 17 mm R ₁
		28,20	34,09	3,86	S ₁	d = 17 mm R ₁ + R ₂
		28,20	38,13	4,31	S ₁	d = 17 mm R ₁ -
moyenne				4,08		
16	17,65	38,25	49,42	2,80	N	d = 17 mm rupture de la bande perforée
16	17,65	-	74,06	4,19	S ₂	d = 17 mm R ₁
		29,68	63,13	3,57	S ₂	d = 17 mm R ₁ + R ₃
		37,03	71,61	4,05	S ₂	d = 17 mm R ₁ -
moyenne				3,93		
34	36,80	40,22	71,36	1,93	N	d = 16 mm rupture de la bande perforée
34	36,80	-	128,02	3,47	S ₃	d = 12 mm R ₃
		67,69	138,12	3,75	S ₃	d = 12 mm R ₃
		57,87	136,36	3,70	S ₃	d = 12 mm R ₃
moyenne				3,64		
56	59,59	114,04	175,35	2,94	N	rupture de la bande perforée d = 15 mm
		87,06	189,45	3,17	N	d = 18 mm
		96,87	179,03	3,00	N	d = 18 mm
moyenne				3,03		

Légende
:

d = déplacement

N = bande normale du procédé

S₁ = bande renforcée : largeur : 47 mm - épaisseur 3 mm - trous Ø 20,5 mm - boulons Ø 12 mm.

S₂ = bande renforcée : largeur : 65 mm - épaisseur 4 mm - trous Ø 25,2 mm - boulons Ø

S₃ = bande renforcée : largeur : 86 mm - épaisseur 6 mm - trous Ø 31 mm - boulons Ø

R₁ = angle de renvoi déformé et déformation du trou dans la bande.

R₂ = un boulon de la cornière cisailé.

R₃ = rupture du béton.

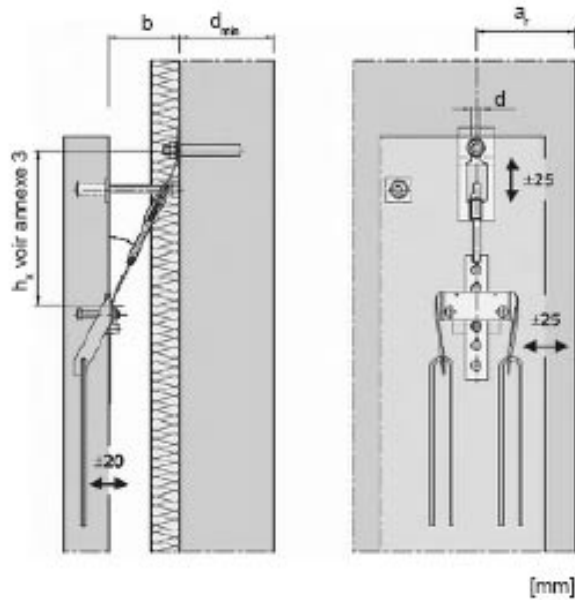
La résistance moyenne du béton sur cube de 20 cm est de 28,95 N/mm².

Tableau 2

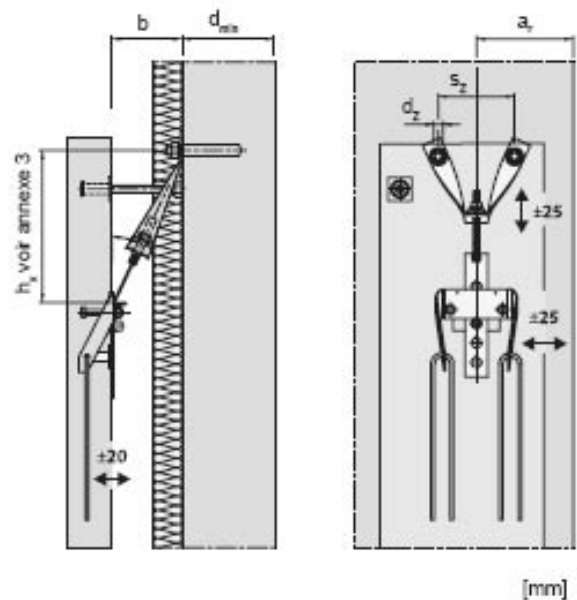
Charge nominale Q_n (kN)	Charge de traction Z_n (kN)	Charge supérieure F_o (kN)	Charge inférieure F_u (kN)	Observations après cycles	Charge de rupture Z_r (kN) (moyenne)	Mode de rupture	Coefficient global de sécurité $c = \frac{Z_r}{Z_n}$
8	8,83	11,03	1,10	0 ₁	25,36	R ₁	2,87
16	17,65	22,06	2,20	0 ₁	47,23	R ₁	2,67
34	36,80	46,00	4,60	0 ₁	67,00	R ₂	1,82
56	60,59	74,48	7,45	0 ₂	155,26	R ₁	2,60
<p><u>Légende</u> :</p> <p>0₁ = pas de rupture, ni d'amorce de rupture (3 essais) 0₂ = pas de rupture mais fissure de la bande près de la soudure (3 essais) R₁ = déformation du trou et rupture de la bande perforée (3 essais) R₂ = rupture de la soudure de la bande perforée (1 essai sur les 3)</p>							

ANNEXE 1

Type FPA-5



Type FPA-5Z



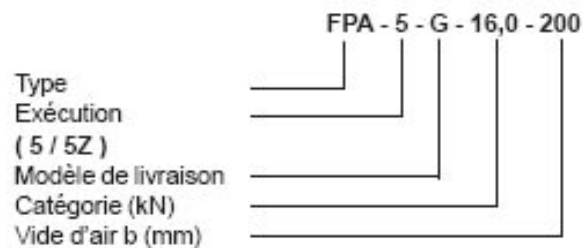
La fourniture du type FPA-5 comprend :

FPA - 5 - M : (partie montage)
Plat de montage avec écrou et rondelle, goupille de verrouillage et étrier de montage.

FPA - 3/5 - E : (partie préfa)
Étrier de suspension avec cornière et élément d'évidement.

FPA - 5 - G : (ancrage complet)
FPA - 5 - M + FPA - 5 - E

Exemple de désignation :

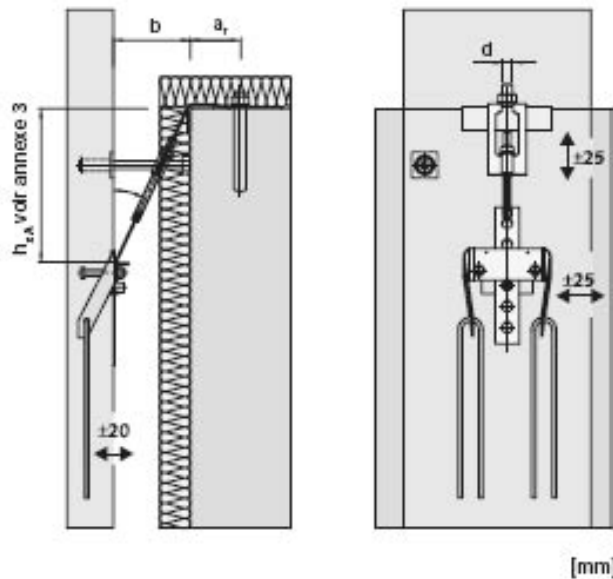


Catégorie [kN]	Angle du plat de montage α	Variations de l'angle α en fonction du vide d'air b [mm]								Dimension du trou pour le chevillage au gros œuvre		entre-axe aZ [mm]
		60	70	80	90	100	110	120	>120	d [mm]	dZ [mm]	
5,0	25,0°	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	13	8,5	120
8,0	25,0°	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	17	10,5	135
11,5	25,0°	16,5° (Ⓟ)	19,0°	22,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	21	12,5	160
16,0	25,0°	14,5° (Ⓟ)	17,0°	19,5°	22,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	21	12,5	160
22,0	22,5°	13,5° (Ⓟ)	15,5°	18,0°	20,0°	22,5°	22,5°	22,5°	22,5°	21	16,5	170
34,0	22,5°	-	14,0° (Ⓟ)	16,0°	18,5°	20,5°	22,5°	22,5°	22,5°	25	22,5	190
46,0	20,0°	-	-	-	-	16,0° (Ⓟ)	18,0° (Ⓟ)	20,0°	20,0°	26	25	250
56,0	20,0°	-	-	-	-	-	15,0° (Ⓟ)	17,0° (Ⓟ)	20,0°	31	25	315

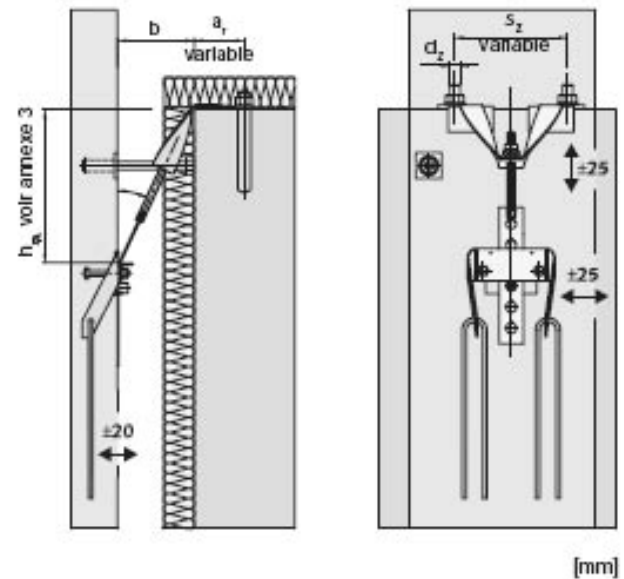
(Ⓟ) tolérance plus réduite.

ANNEXE 2

Type FPA-5A



Type FPA-5AZ



La fourniture du type FPA-5A comprend :

FPA - 5 - M : (partie montage)

Plat de montage avec écrou et rondelle, goupille de verrouillage, étrier de montage et cornière de protection.

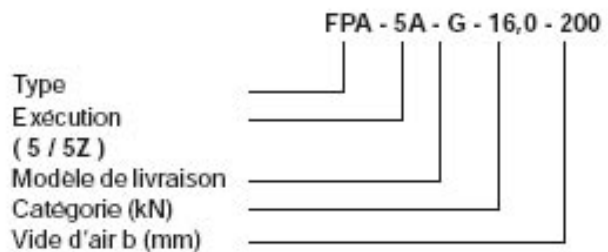
FPA - 3/5 - E : (partie prefa)

Étrier de suspension avec cornière et élément d'évidement.

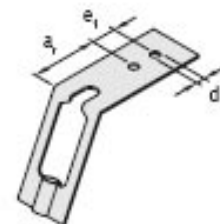
FPA - 5A - G : (ancrage complet)

FPA - 5A - M + FPA - 5 - E

Exemple de désignation :



Étrier de montage FPA-5A

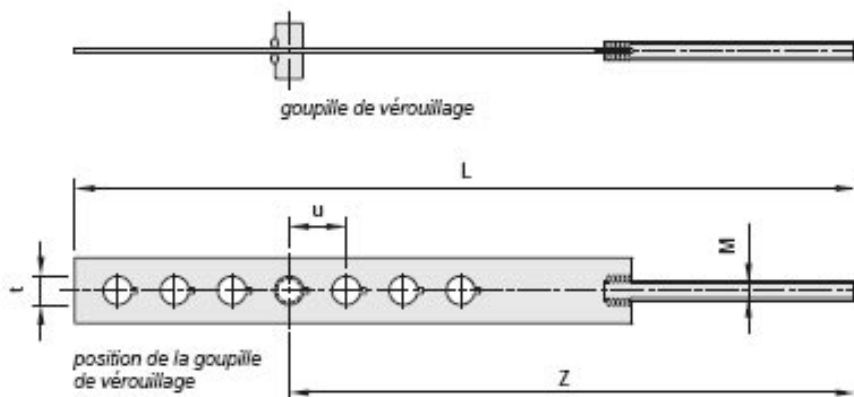


Catégorie	Angle du plat de montage α	Variations de l'angle α en fonction du vide d'air b								Dimension du trou pour la partie gros ceure		entre-axe des trous FPA-5A e_1 [mm]	distance au bord FPA-5A a_1 [mm]
		[mm]								d [mm]	dZ [mm]		
5,0	25,0°	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	Ø 11	Ø 8,5	24	110
8,0	25,0°	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	Ø 13	Ø 10,5	28	135
11,5	25,0°	16,5° ①	19,0°	22,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	Ø 17	Ø 12,5	37	155
16,0	25,0°	14,5° ①	17,0°	19,5°	22,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	Ø 21	Ø 12,5	46	210
22,0	22,5°	13,5° ①	15,5°	18,0°	20,0°	22,5°	22,5°	22,5°	22,5°	Ø 21	Ø 16,5	46	210
34,0	22,5°	-	14,0° ①	16,0°	18,5°	20,5°	22,5°	22,5°	22,5°	Ø 25	Ø 22,5	55	260
46,0		SUR DEMANDE											
56,0		SUR DEMANDE											

① tolérance plus réduite.

ANNEXE 3

Dimensions des plats de montage perforés

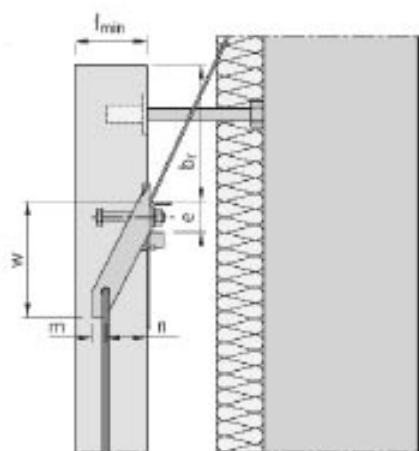


Catégorie	5,0 kN			8,0 kN			11,5 kN			16,0 kN			22,0 kN			34,0 kN			46,0 kN			56,0 kN			
Frotage	M8			M10			M12			M14			M16			M20			M27			M30			
t (mm)	11			13			17			21			21			25			28			31			
u (mm)	21			25			33			41			41			50			56			62			
Vide d'air b (mm)	Ø hxc	Ø hxA	⌀ L	Z	Ø hxc	Ø hxA	⌀ L	Z	Ø hxc	Ø hxA	⌀ L	Z	Ø hxc	Ø hxA	⌀ L	Z	Ø hxc	Ø hxA	⌀ L	Z	Ø hxc	Ø hxA	⌀ L	Z	
60	185	170			167	185	195		184	210	-		217	240	-		238	260	-		255	-	-		
70	180	165			167	180	190		184	210	215		217	235	-		238	260	-		255	285	-		202
80	175	160			167	175	180	278	184	205	210		217	230	245		238	255	260		255	285	-		202
90	200	180			188	195	175	(4)	184	200	205		217	225	240		238	250	255		255	280	285		202
100	220	200			209	215	195		209	220	200		217	220	230		238	245	250		255	275	275		202
110	240	220			230	240	220		234	240	220		250	245	220		238	270	240		206	270	270		202
120	265	245			251	260	240		259	265	240		283	265	240		279	290	265		206	295	265		202
130	285	265			272	280	260		284	285	260		316	285	260		279	315	290		337	320	290		342
140	305	285			293	305	280		309	305	280		316	310	285		320	340	315		337	340	315		342
150	325	305			314	325	305	453	334	325	305		340	330	305		361	365	335		378	365	335		302
160	350	330			335	345	325	(10)	359	350	325		382	350	325		361	390	360		419	390	360		302
170	370	350			377	370	350		384	370	345		382	375	345		402	410	385		419	415	385		442
180	390	370			398	390	370		409	390	365		415	395	370		402	435	410		460	440	410		442
190	415	395			419	410	390		434	415	385		448	415	390		443	460	435		501	460	435		402
200	435	415			440	430	415		459	435	410		448	440	410		443	485	460		501	485	460		402
210	455	440			440	450	435		459	455	435		481	460	435		484	510	485		501	505	475		402
220	475	460			461	475	460		484	475	455		481	480	455		484	535	510		542	530	500		542
230	495	480			482	495	480	653	509	500	480		514	500	475		525	560	535		583	555	525		542
240	520	505			524	515	500	(10)	534	520	500		547	520	495		525	580	555		583	580	550		502
250	540	525			545	540	525		559	540	520		547	545	520		566	605	580		624	605	575		502
260	560	545			566	560	545		584	560	540		580	565	540		566	630	605		665	630	600		642
270	580	565			587	580	565		609	585	565		613	585	560		607	655	630		665	655	625		642
280	605	590			608	605	590		634	605	585		646	605	580		607	680	655		706	680	650		602
290	625	610			629				625	605			646	630	605		648	705	680		706	705	675		742
300 Ø									650	630			679	650	625		648	730	705		747	725	695		742
310 Ø																					755	730			742
320 Ø																					775	750			702
330 Ø																					800	775			702
340 Ø																									702
350 Ø																									930
																									960

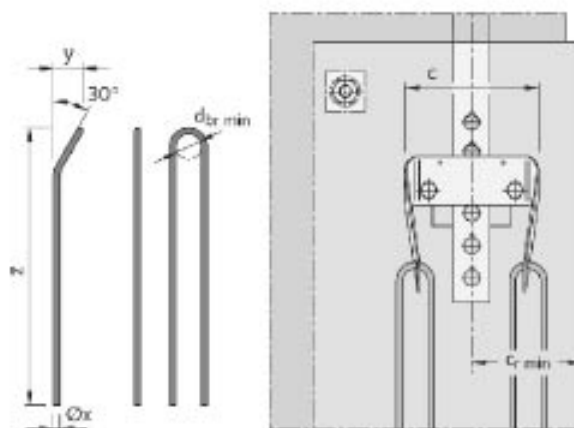
Ⓞ Valeurs entre parenthèses : Nombre de trous sur le plat de montage. g. hxc pour PPA-S / S2. g. hxA pour PPA-SA / SA2. Pour ces vides, voir distances sur demande.

Annexe 3 bis

Dimension des renforts



[mm]

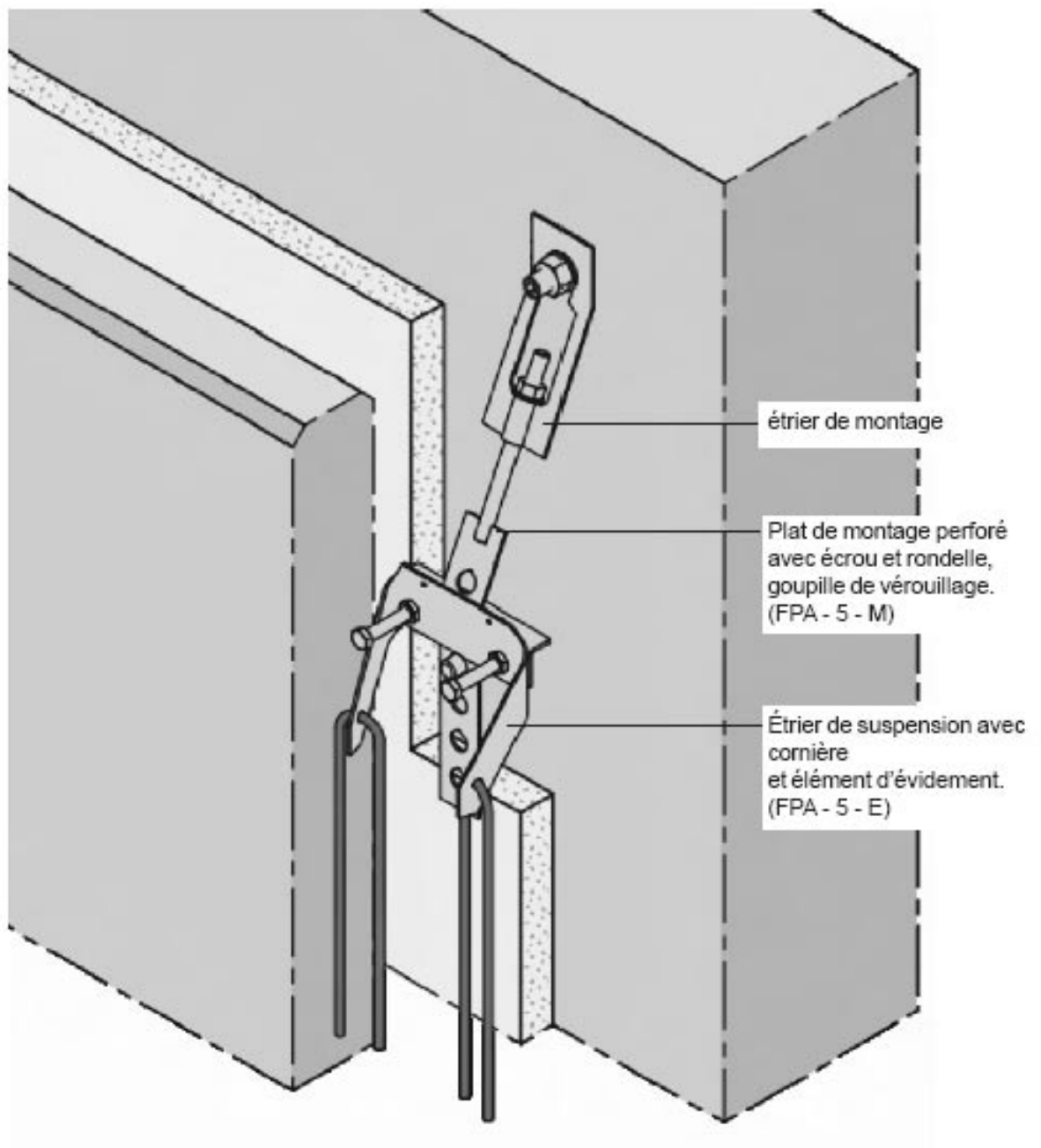


Pour les suspentes supérieures à 34 [mm]
kN les aciers doivent être soudés à
30°.

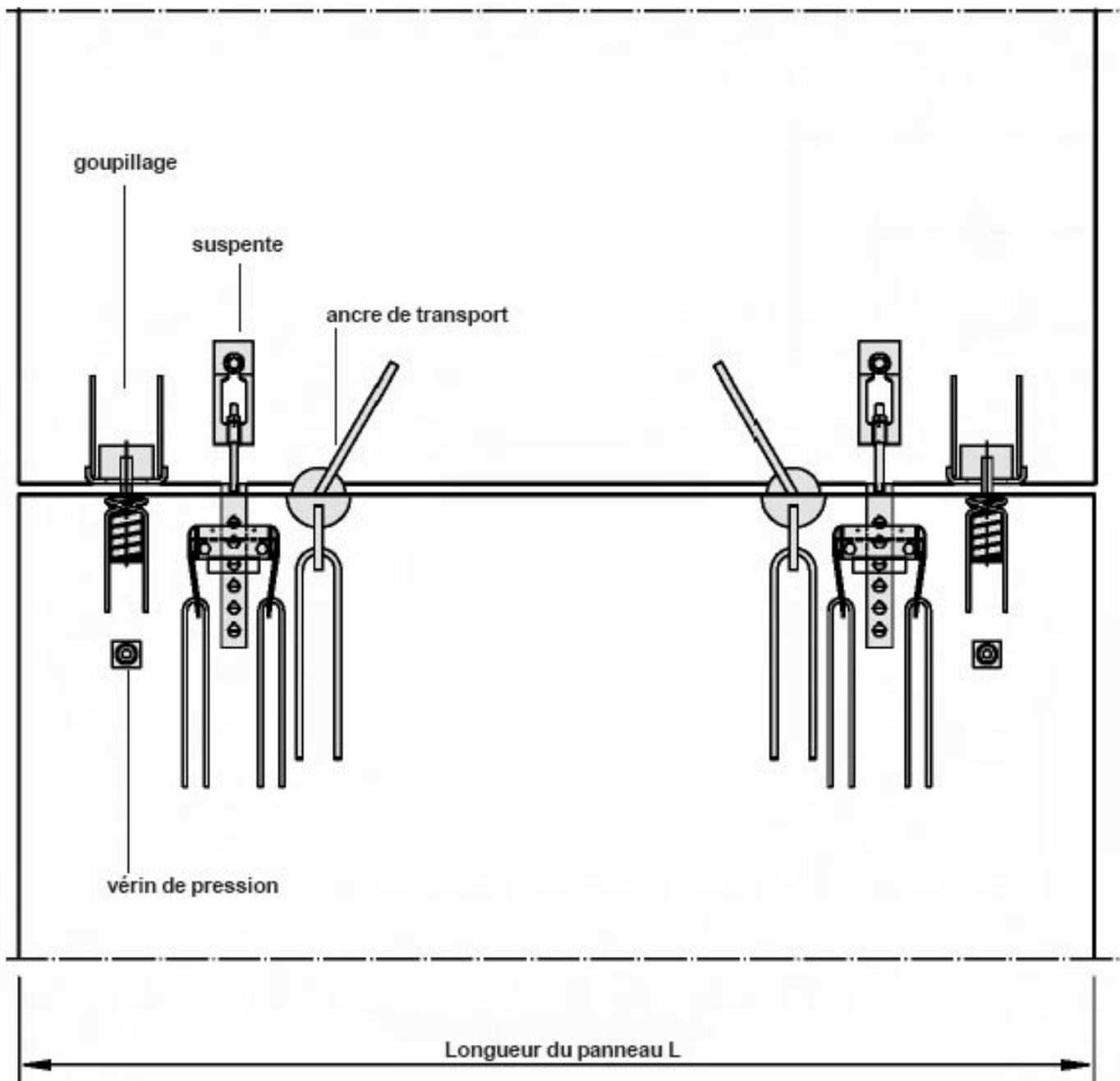
Catégorie [kN]	Partie Prota FPA-5 pour suspente FPA-5, FPA-5Z, FPA-5A, FPA-5AZ									Acier de renfort		
	f min	b _r min	c _r min	c	e	m	n	w	Ø x	y	z	
5,0	70	50	107	120	22	11	40	107	6	-	250	
8,0	70	60	112	130	28	13	40	116	6	-	250	
11,5	80	70	122	140	36	14	46	133	8	-	250	
16,0	80	80	132	160	39	18	50	148	8	-	350	
22,0	90	100	132	160	42	21	50	151	8	-	400	
34,0	100	110	160	200	52	25	50	164	10	25	500	
46,0	115	140	180	220	62	30	50	166	12	42	500	
56,0	125	150	180	230	69	35	50	173	12	52	600	

Cotes en mm

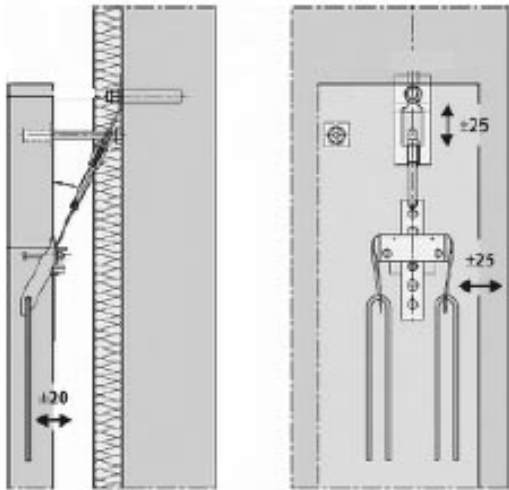
Suspente réglable FPA type 5
(pour charges admissibles 5 - 8 - 11,5 - 16 - 22 - 34 - 46 et 56 kN)



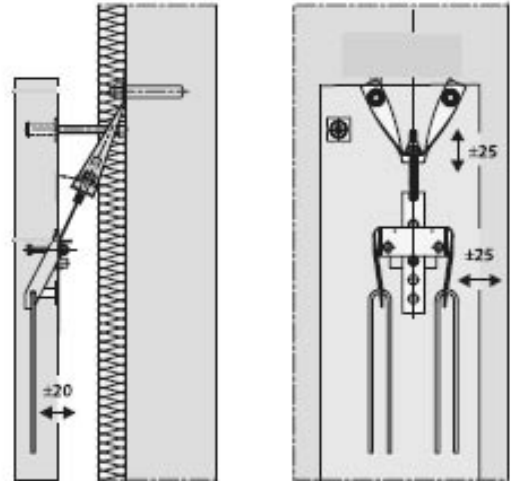
Principe d'implantation du dispositif d'accrochage à suspentes réglables FPA-5 dans les panneaux préfabriqués



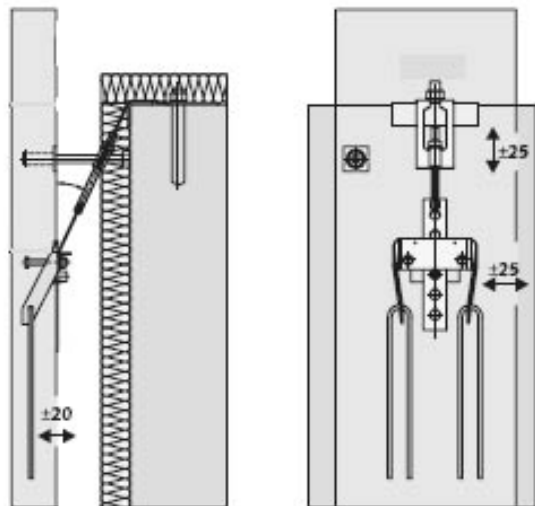
Différents types de montage



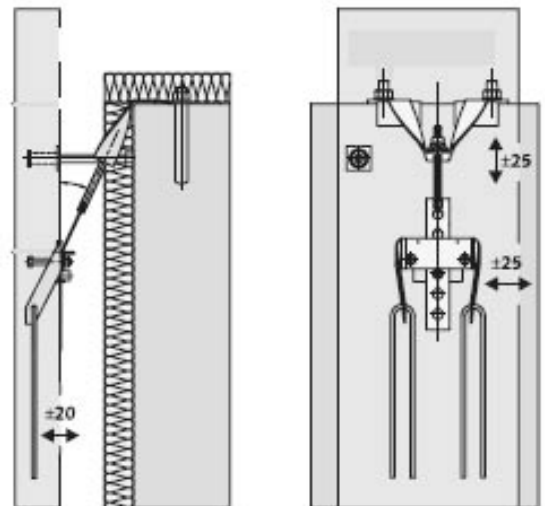
Type FPA-5



Type FPA-5Z

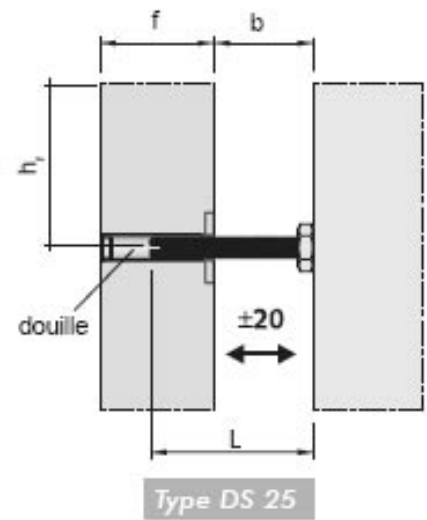
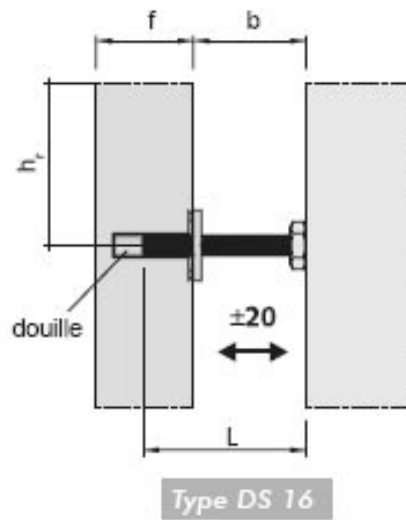
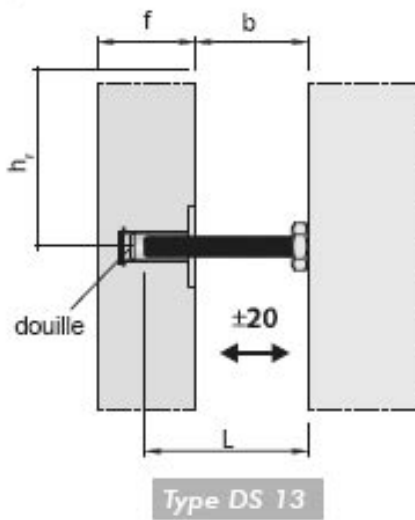


Type FPA-5A



Type FPA-5AZ

Vérins distanceurs



Filetage	f mini [mm]	h _v mini [mm]
M10	70	50
M12	70	90
M16	80	120
	90	120
M20	90	135
	100	150
M24	120	180
	150	180
M27	120	180
	150	225

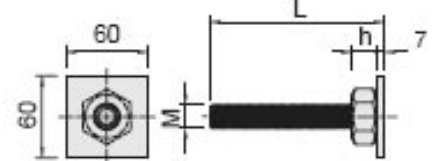
vide d'air b [mm]	Filetage					
	M10	M12	M16	M20	M24	M27
	Charge admissible sur vérins [kN]					
40	7,81	12,46	19,47	36,37	-	-
60	7,81	12,46	19,47	36,37	46,60	-
80	7,81	12,46	19,47	36,37	46,60	-
100	7,60	12,46	19,47	36,37	46,60	60,60
120	6,65	11,18	19,47	36,37	44,11	59,91
140	5,83	10,02	19,47	36,37	41,56	56,81
160	5,14	8,99	19,47	36,37	39,19	53,92
180	4,54	8,09	19,47	34,83	36,98	51,20
200	4,02	7,30	17,99	32,57	34,93	48,65
220	-	-	16,63	30,49	33,01	46,25
240	-	-	15,39	28,57	31,21	44,00



Type DS1 et DS2 (M10-M20)



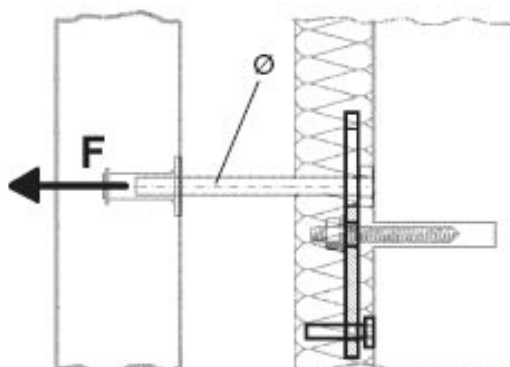
Type DS1 et DS2 (M24-M30)



Longueur "L" des vis des vérins distanceurs en fonction du vide "b"

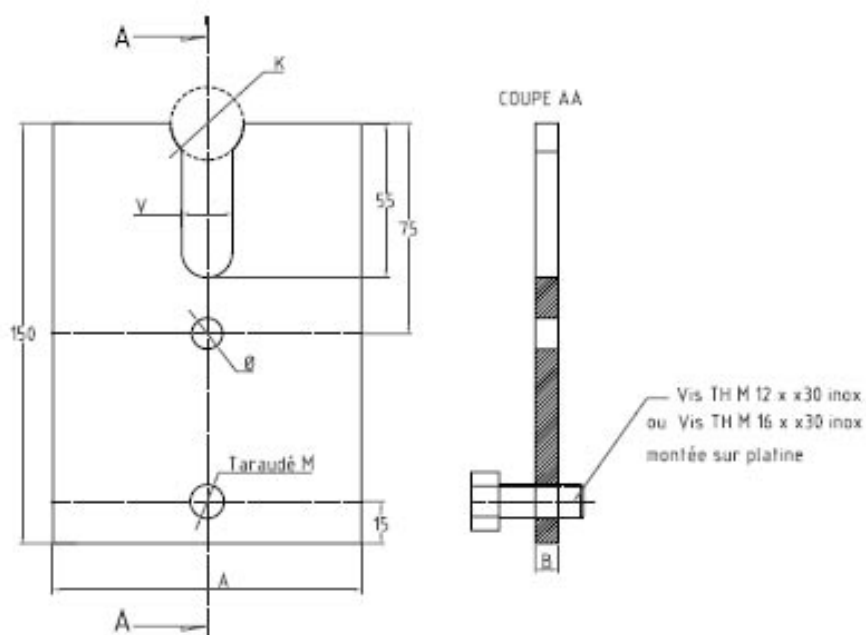
Type	M10		M12		M16		M20		M24		M27		M30	
s	19		24		30		41		36		41		46	
h	8		10		13		16		18		20		24	
type de vérin	DS13/25	DS 16	DS13/25	DS 16	DS13/25	DS 16	DS13/25	DS 16	DS13/25	DS 16	DS13/25	DS 16	DS13/25	DS 16
b = 40 mm	70	90	72	92	75	95	80	100	-	-	-	-	-	-
b = 60 mm	90	110	92	112	95	115	100	120	105	125	-	-	-	-
b = 80 mm	110	130	112	132	115	135	120	140	125	145	-	-	-	-
b = 100 mm	130	150	132	152	135	155	140	160	145	165	145	165	-	-
b = 120 mm	150	170	152	172	155	175	160	180	165	185	165	185	-	-
b = 140 mm	170	190	172	192	175	195	180	200	185	205	185	205	-	-
b = 160 mm	190	210	192	212	195	215	200	220	205	225	205	225	-	-
b = 180 mm	210	230	212	232	215	235	220	240	225	245	225	245	-	-
b = 200 mm	230	250	232	252	235	255	240	260	245	265	245	265	-	-
b = 220 mm	-	-	-	-	255	275	260	280	265	285	265	285	-	-
b = 240 mm	-	-	-	-	275	295	280	300	285	305	285	305	285	305
b = 260 mm	-	-	-	-	295	315	300	320	305	315	305	325	305	325
b = 280 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325	345
b = 300 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	345	365

Ancrages-Vent

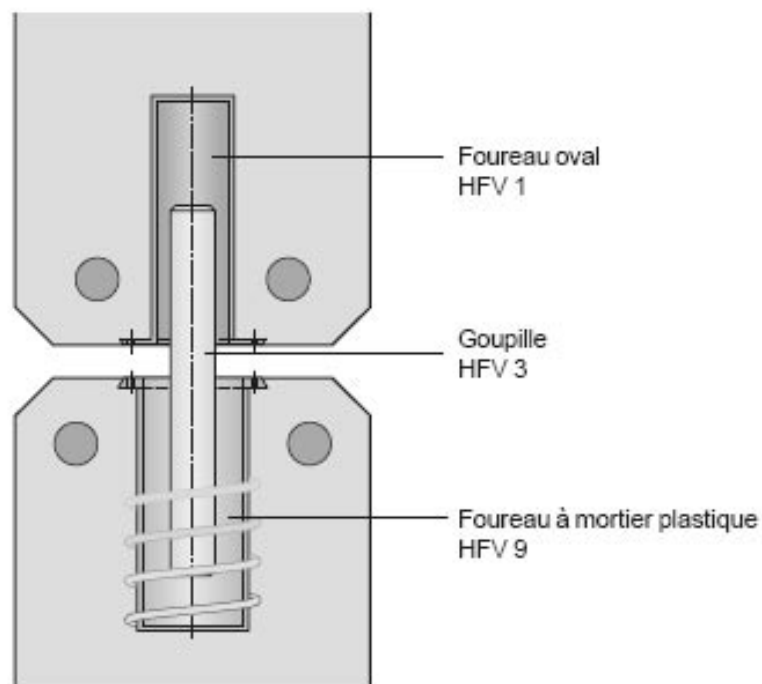
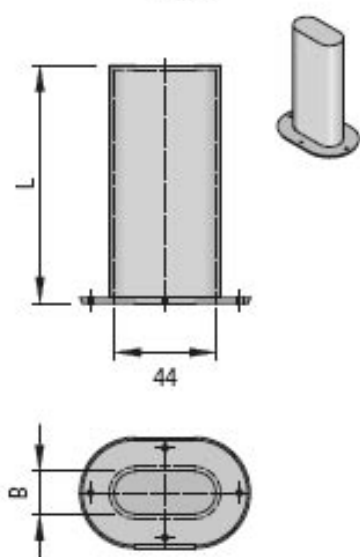
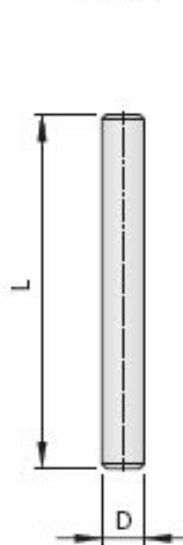
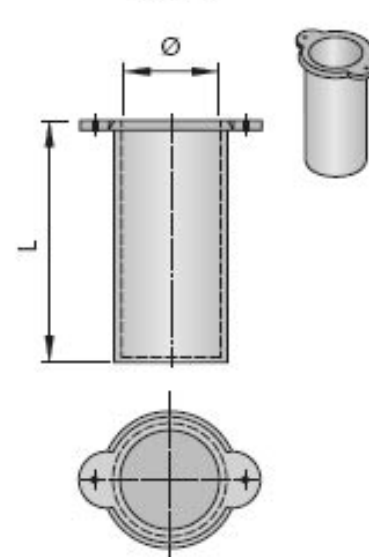


Diamètre du Vérin distanceur Ø [mm]	Charge Admissible F (kN)	ANCRAGE VENT REF. INOX	CHEVILLE CHIMIQUE COMPLETE* REF. INOX	Dimensions de la platine [mm]					
				Largeur A	Épaisseur B	trou central Ø	taraudage trou inférieur M	Diamètre échancrure K V	
10 ou 12	1,0	AW0012	M10 CH5031	70	8	11	12	22	13
12	2,0	AW0016 + rondelle A17212	M10 CH5031	110	8	11	12	26	18
16		AW0016							
18	2,7	AW0020 + rondelle A17216	M12 CH5041	100	10	14	16	32	22
20		AW0020							

* Capsule + Tige



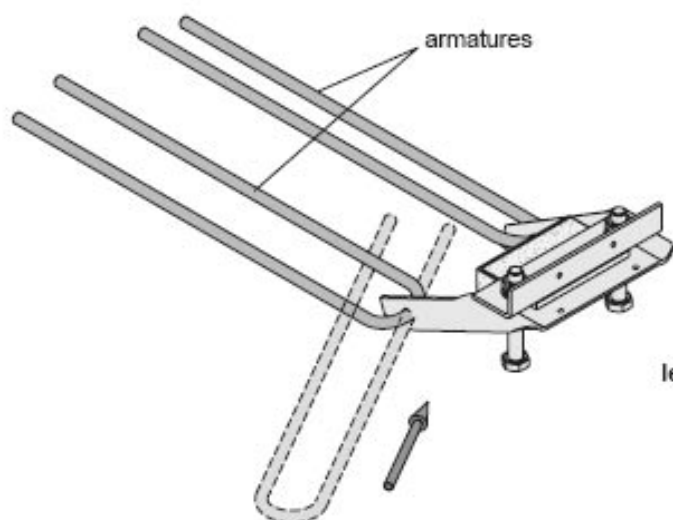
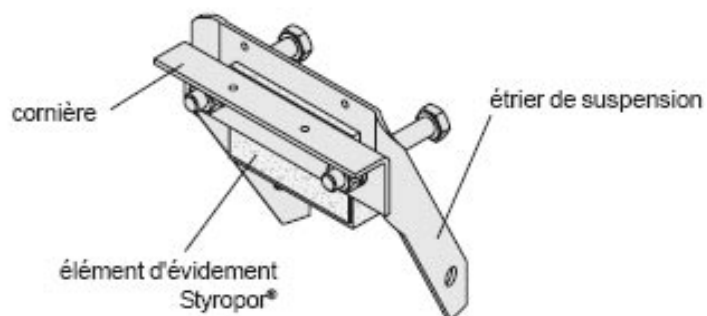
Gouillage

Foureau oval
HFV 1Goupille
HFV 3Foureau à mortier plastique
HFV 9

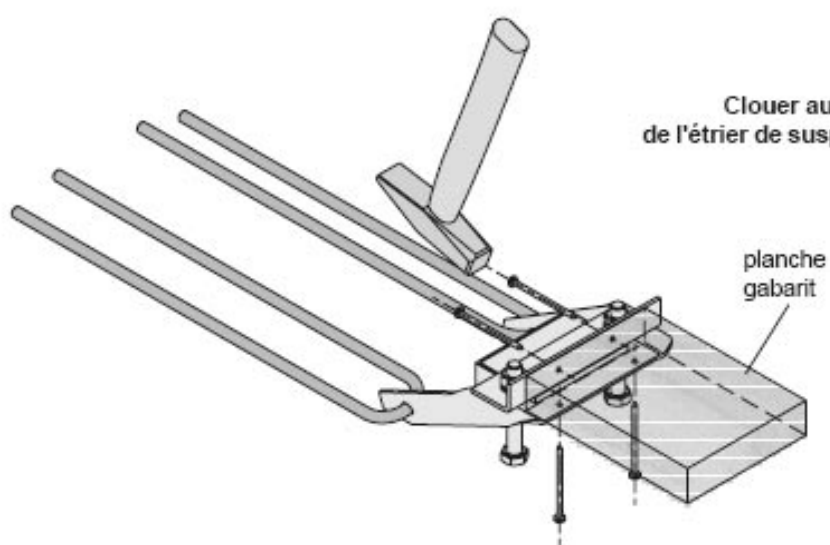
Dimensions en fonction de la charge

Charge limite de service [kN]	Goupille $D \times L$ [mm]	Foureau oval HFV 1 $B \times L$ [mm]	Foureau à mortier plastique HFV 9 $\varnothing \times L$ [mm]
2,5	18 x 200	18 x 100	40 x 100
5,0	20 x 200	22 x 100	40 x 100

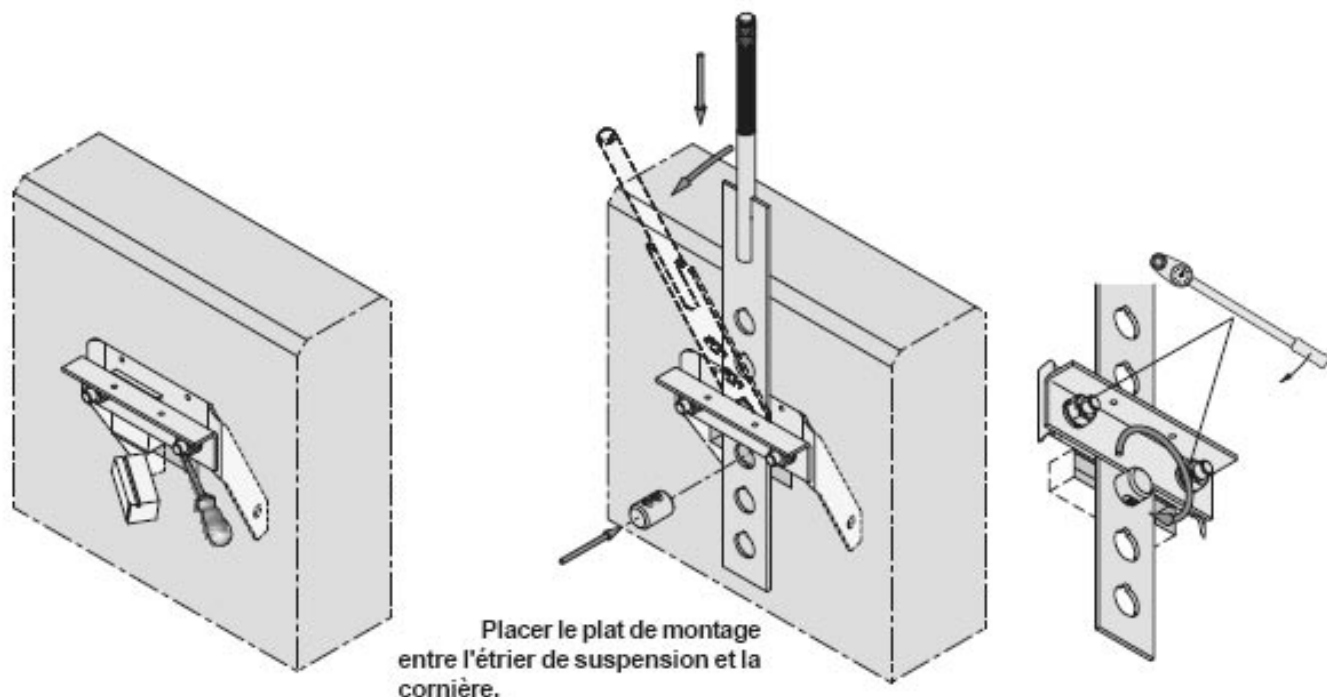
Mise en oeuvre de l'étrier de suspension



Positionner les armatures de renfort dans les trous prévus.



Clouer au gabarit dans les trous prévus de l'étrier de suspension et la cornière.

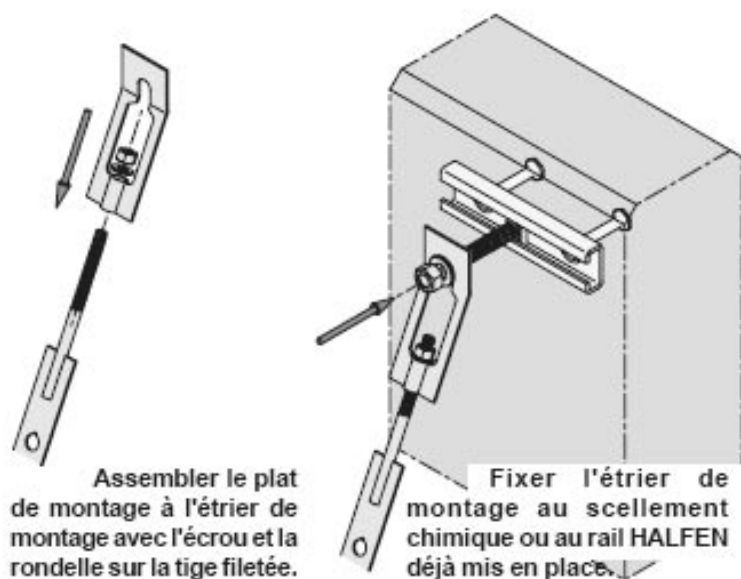


Enlever l'élément dévidement Styropor®.

Placer le plat de montage entre l'étrier de suspension et la cornière.

Ajuster la longueur nécessaire du plat de montage selon le tableau de l'annexe 3 et mettre en place la goupille de verrouillage (tourner la goupille à 180°).

Appliquer le couple de serrage sur les écrous d'après le tableau (montage définitif) et plier le plat de montage.



Assembler le plat de montage à l'étrier de montage avec l'écrou et la rondelle sur la tige filetée.

Fixer l'étrier de montage au scellement chimique ou au rail HALFEN déjà mis en place.



Appliquer l'huile Molykote et régler la plaque de façade avec l'étrier de montage toujours à la descente du panneau.

Catégorie [kN]	Couple de serrage [N.m] Montage définitif
5,0	5
8,0	5
11,5	10
16,0	15
22,0	15
34,0	30
46,0	60
56,0	60