

Valide du **28 octobre 2022**

au **30 novembre 2028**

Sur le procédé

FPA type 5

Titulaire : Société **HALFEN S.A.S.**
Internet : www.halfen.fr

Distributeur : Société **HALFEN S.A.S.**
Internet : www.halfen.fr

Descripteur :

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. 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 pré réglage 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 soit 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) ou d'Evaluation Technique Européennes (ETE) qui leur sont propres soit par boulonnage sur charpente métallique.

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.

Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur

Famille de produit/Procédé : Dispositif d'accrochage à suspentes réglables

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n°3/14-763. Cette version de l'Avis Technique intègre les modifications suivantes : - Suppression de la gamme « 56 kN ». - Mise à jour des performances mécaniques de la gamme « 46 kN ».	M. Angel JUNES	Mme. Roseline BERNARDIN-EZRAN

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Identification	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	5
1.2.3.	Prescriptions Techniques	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Données commerciales	8
2.1.1.	Coordonnées	8
2.2.	Description.....	8
2.3.	Domaine d'emploi	8
2.4.	Matériaux.....	8
2.4.1.	Acier inoxydable.....	8
2.4.2.	Acier à haute adhérence.....	8
2.4.3.	Cheilles de fixation.....	9
2.4.4.	Vis.....	9
2.5.	Eléments.....	9
2.5.1.	Elément de suspension	9
2.5.2.	Distanceurs	10
2.5.3.	Ancrages-vent HALFEN.....	10
2.5.4.	Goupillage	10
2.6.	Fabrication et contrôles.....	10
2.6.1.	Fabrication	10
2.6.2.	Contrôles	10
2.6.3.	Identification du produit	10
2.7.	Fourniture et assistance technique	11
2.8.	Dimensionnement et Positionnement.....	11
2.8.1.	Dimensionnement	11
2.8.2.	Positionnement	11
2.9.	Mise en œuvre.....	12
2.9.1.	Fabrication des plaques de parement (ou panneaux) – Annexe n° 1	12
2.9.2.	Accrochage des plaques à la structure – Annexe n°11.....	12
2.10.	Entretien et réparation.....	12
2.11.	Résultats expérimentaux.....	12
2.12.	Références	13
2.12.1.	Données Environnementales.....	13
2.12.2.	Références	13
2.13.	Annexes du Dossier Technique.....	14
	Annexe 1	14
	Annexe 2	15
	Annexe 3	16
	Annexe 4	18

Annexe 5	19
Annexe 6	21
Annexe 7	22
Annexe 8	23
Annexe 9	25
Annexe 10	26
Annexe 11	27
Annexe 12	29
Annexe 13	31

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 30 novembre 2021, le procédé **FPA Type 5**, présenté par la Société HALFEN S.A.S.. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. 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. 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 soit moyen de chevilles métalliques en acier inoxydable à ancrage par expansion ou de chevilles en acier inoxydable à scellement chimique qui relèvent d'Évaluations Technique Européennes (ETE) qui leur sont propres soit par boulonnage sur charpente métallique.

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.

1.1.2. 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 un code de couleur.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Dispositif destiné à l'habillage en panneaux architectonique de bâtiments, fixé sur une structure porteuse uniquement, avec un nu à nu minimum de 6 cm entre la peau intérieure du parement en béton et le support.

L'utilisation du procédé FPA Type 5 dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié n'est pas visée.

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

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. 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. Prescriptions Techniques).

Sécurité en cas d'incendie

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 cependant 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

Elle peut être normalement assurée moyennant une étude cas par cas (cf. §1.2.3 Prescriptions Techniques), et le respect des précautions de mise en œuvre mentionnées ci-après au §1.2.2.4.

Isolation thermique

Le pont thermique occasionné par la section d'acier du dispositif d'accrochage des panneaux de parement est 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.

Données environnementales

Le procédé « FPA Type 5 » ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2. 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.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

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

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits au §2.6 du Dossier Technique.

1.2.2.4. Mise en œuvre

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 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 réglage (cf. §1.2.3 Prescriptions Techniques ci-après).

1.2.2.5. Divers

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

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Conditions de conception

- 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.
- Les vérins distanceurs doivent être dimensionnés de manière à reprendre l'effort horizontal qu'ils subissent, en tenant compte autant de la composante de pression horizontale due au poids du panneau que de la composante de pression due au vent.
- 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 30 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'une Evaluation Technique Européenne (été), relevant du Document d'Evaluation Européen n° 330232-01-0601 pour les ancrages mécaniques et n° 330499-01-0601 pour les ancrages chimiques. Par ailleurs, le béton support de fixations doit respecter la norme NF EN 1992-1 et son annexe nationale, ainsi que le fascicule d'application FD P18-717 (août 2021) ».
- 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'Evaluation Technique Européenne (ETE).
- 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. Les effets du vent seront à prendre en considération conformément à la norme NF EN 1991-1-1 et son Annexe Nationale.

- 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.

1.2.3.2. 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.

1.2.3.3. 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.
- Le réglage de position du panneau doit se faire exclusivement lorsque le panneau est porté par la grue.
- 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.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3.Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

En l'absence d'essais de caractérisation du procédé FPA Type 5 sous chargement cyclique, l'utilisation du procédé dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié est exclue dans le cadre de cet Avis Technique.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société HALFEN S.A.S.
18, rue Goubet
FR - 75940 PARIS Cedex 19
Tél. : 01.44.52.31.00
Email : halfen@halfen.fr
Internet : www.halfen.fr

Distributeur(s) : Société HALFEN S.A.S.
18, rue Goubet
FR - 75940 PARIS Cedex 19
Tél. : 01.44.52.31.00
Email : halfen@halfen.fr
Internet : www.halfen.fr

2.2. Description

Ce dispositif est destiné à assurer la fixation réglable de panneaux préfabriqués en béton, rapportés en habillage d'une structure. 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 ou boulonnage en qualité 8.8 (au sens de la norme NF EN ISO 898-1) ;
- Un plat de montage percé de trous destinés à permettre un préréglage grossier ;
- Un étrier de suspension destiné à être ancré dans le panneau à suspendre.

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

2.3. Domaine d'emploi

Dispositif destiné à l'habillage en panneaux architectonique de bâtiments de 7 cm d'épaisseur minimum, fixé sur une structure porteuse uniquement, avec un vide d'air minimum de 6 cm entre la peau intérieure du parement en béton et le support.

L'utilisation du procédé FPA Type 5 dans des bâtiments nécessitant des dispositions parasismiques au sens de l'arrêté du 22 octobre modifié n'est pas visée.

Utilisation en France métropolitaine.

2.4. Matériaux

2.4.1. Acier inoxydable

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.

Ce sont 2 nuances d'acier inoxydable de caractéristiques équivalente sont compatibles avec des bâtiments construits en environnements Rural et Urbain élevé, Industriel et Maritime modérés relative à un Inox A4 (316L) classé en Catégorie III en résistance à la corrosion selon l'Annexe A de la norme NF EN 1993-1-4.

2.4.2. Acier à haute adhérence

Aciers à haute adhérence Fe E 500-3 pour assurer l'ancrage dans le panneau de parement, de l'étrier de suspension

- R_e = 500 N/mm²
- A_{min} = 5 %

2.4.3. Chevilles de fixation

Chevilles de fixation en acier inoxydable à système mécanique ou à scellement chimique bénéficiant d'une évaluation technique européenne.

2.4.4. Vis

Vis de classe 8.8 (au sens de la norme NF EN ISO 898-1) dans le cas de la fixation sur charpente métallique

2.5. Eléments

2.5.1. Elément de suspension

Les suspentes FPA - type 5 comportent (Annexes 1 et 2) :

- Un étrier de suspension avec cornière destiné à être ancré dans le panneau préfabriqué (réf. FPA-3/5-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).

Un coffrage de réservation spécifique ne contribuant aucunement à la résistance du système (voir annexe 11) est livré monté sur l'étrier de suspension. Il est fabriqué en polystyrène expansé protégé par une enveloppe plastique, il est uniquement destiné à créer un évidement ou viendra se loger le pivot de verrouillage.

La gamme se décline de la manière suivante : (voir Annexe n° 3 – 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.

2.5.1.1. Etrier de suspension.

a) Pour les charges ELS de 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 la charge ELS de 46,0 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.

2.5.1.2. 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.

2.5.1.3. Etrier de montage.

a. **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 dans le cas d'un support béton ou par l'intermédiaire de boulonnerie en vis qualité 8.8 dans le cas d'une fixation sur charpente métallique. Elle est coudée en partie supérieure à un angle de 20 à 25° suivant la valeur du vide d'air.

b. **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 » dans le cas d'un support béton ou par l'intermédiaire de boulonnerie en vis qualité 8.8 dans le cas d'une fixation sur charpente métallique.

c. **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 dans le cas d'un support béton ou par l'intermédiaire de boulonnerie en vis qualité 8.8 dans le cas d'une fixation sur charpente métallique.

d. **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 dans le cas d'un support béton ou par l'intermédiaire de boulonnerie en vis qualité 8.8 dans le cas d'une fixation sur charpente métallique.

2.5.2. 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° 8).

2.5.3. Ancrages-vent HALFEN

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 fixation destinée à coincer le vérin distanceur après que celui-ci ait été préalablement réglé et introduit dans la lumière oblongue de la plaque. Cette fixation peut être une cheville chimique ou dans le cas d'un support béton ou une vis de qualité 8.8 dans le cas d'une fixation sur charpente métallique.

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° 9).

2.5.4. 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° 10).

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 (HFV 1)
- 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.

2.6. Fabrication et contrôles

2.6.1. Fabrication

Les différents éléments livrés en France sont fabriqués sous la responsabilité de HALFEN dans les différentes usines de fabrication appartenant au groupe industriel HALFEN, situées à : Nowe (Pologne), Artern (Allemagne), Sheffield (Royaume Uni) et Langenfeld (Allemagne).

2.6.2. Contrôles

- Un Plan d'Assurance Qualité Fabrication est mis en place par la société HALFEN de ces différentes usines.
- La matière première (tôles, fils ronds lisses, ...) est livrée par différents fournisseurs agréés et certifiés. Un certificat de conformité de la matière première est fourni à chaque livraison.
- Le contrôle industriel de la fabrication est fait par le responsable qualité de chaque usine de fabrication ; il comporte le contrôle des matières premières (contrôle du certificat de la matière, dimensions géométriques), l'autocontrôle lors de la fabrication et le contrôle des pièces finies (contrôles géométriques, ...).
- Une fiche de suivi accompagne les pièces à fabriquer et sur laquelle est indiqué un n° de lot, ce dernier garanti la traçabilité des pièces produites.
- Des certificats de conformité 2.1/2.2 peuvent être fournis à tout moment par HALFEN, et 3.1/3.2 sur demande avant commande (pour fabrication d'un lot isolé) selon la NF EN 10204.
- Les usines de fabrication sont certifiées ISO 9001, et 50001.
- Les usines de fabrication font l'objet d'audits dans le cadre de ces certifications.

2.6.3. Identification du produit

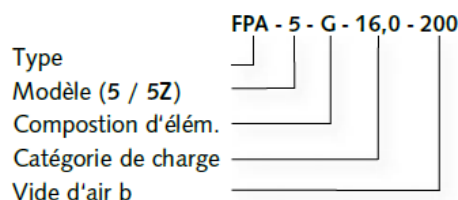
Les différents constituants du système sont repérés par le logo Halfen, par le type de suspente et par la catégorie de charge, l'ensemble étant estampé.

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

Ces dimensions sont données dans les Annexes 4, 5 et 6.

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

Exemple de commande : FPA - 5 - G - 16,0 - 200



La nomenclature comprend :

FPA - 5 - G : (ensemble complet) = FPA - 5 - M + FPA - 5 - E

Soit :

FPA - 5 - M : (partie montage) plat de montage avec tige de suspension, pivot de verrouillage, étrier de montage, vis et rondelle

FPA - 3/5 - E : (partie préfabriquée) étrier de suspension avec cornière et élément d'évidement

2.7. Fourniture et assistance technique

Le titulaire de l'Avis apportera à leur demande son assistance technique aux bureaux d'études aux préfabricants et aux entreprises auxquelles il fournit ce dispositif. Le bureau d'étude doit déterminer à l'ELU les efforts dans les différents composants dus au poids propre au vent et autres charges accidentelles. Ces valeurs sont à comparer aux classes de résistances données dans nos abaques.

2.8. Dimensionnement et Positionnement

2.8.1. Dimensionnement

Suivant la méthode de dimensionnement globale présentée en Annexe 12, voici les règles générales à respecter :

Pour la fixation d'une plaque de façade accrochée, il est nécessaire d'utiliser deux suspentes pour panneau de façade comme ancrage d'accrochage pour les charges verticales (poids propre) ainsi que quatre vérins distanceurs (en principe deux en haut et deux en bas) pour assurer la distance au mur.

Pour des plaques de façade accrochées superposées, les vérins distanceurs inférieures sont remplacées par des goupillages HFV.

Suivant la géométrie de la plaque et de la charge au vent, une sécurité contre l'aspiration/dépression (p.ex. un vérin + ancrage vent de retenue) peut être nécessaire.

Attention, il n'est pas permis de disposer plus de deux suspentes pour panneaux de façade par élément préfabriqué.

Le choix des éléments pour la mise en œuvre est fonction des capacités de charge, le bureau d'étude doit déterminer à l'ELU les efforts dans les différents composants dus au poids propre et au vent. Ces valeurs sont à comparer aux classes de résistances de calcul données dans les tableaux de l'Annexes 4 et 5 pour les suspentes, Annexes 8 et 9 pour les vérins et ancrage-vent et Annexe 10 pour les goupillages.

La classe de suspente, le positionnement des fixations, les types et positionnement des éléments complémentaires, la géométrie des panneaux, et les armatures des panneaux (y compris les armatures de renfort) doivent être déterminés par le bureau d'étude afin de pouvoir équilibrer les efforts engendrés par les panneaux en présence.

En ce qui concerne la structure porteuse :

- La structure porteuse doit être dimensionnée de sorte de pouvoir équilibrer les efforts engendrés par les panneaux de façade ;
- Le système de fixation choisi doit être dimensionné en fonction de la nature de la structure porteuse et des efforts engendrés par le panneau
- La libre dilatation des panneaux doit être respectée.

2.8.2. Positionnement

- On place deux dispositifs de suspentes par panneau, à proximité des rives verticales.
- Les suspentes sont positionnées au quart de la longueur du panneau à partir de ses cotés, dans le cas de panneaux parallélépipédiques.
- Dans le cas de panneaux non symétriques, on place de façon optimale et selon les possibilités deux suspentes symétriquement par rapport au centre de gravité 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.

2.9. Mise en œuvre

Les parties inserts des différents éléments (étrier suspentes, douilles vérins, et fourreaux goupillage) sont incorporés par les préfabriquants dans le panneau architectonique, selon l'étude de positionnement/dimensionnement réalisée par les bureaux d'études.

Les panneaux préfabriqués livrés sur les chantiers sont complétés des parties montage sur les inserts par les entreprises de construction.

Ces opérations nécessitent du soin et des équipes formées spécialement à la technique de pose particulière au dispositif.

Le fabricant des panneaux et l'entrepreneur n'utilisent qu'une main d'œuvre qualifiée en la matière et s'assurent, par une surveillance régulière, qu'à tout moment et en tout endroit le travail est exécuté suivant les spécifications d'HALFEN., que ce soit lors de la fabrication des panneaux en usine que lors de leur mise en place sur chantier. HALFEN prévoit, sur demande du client, une aide technique pour les différentes phases de fabrication et de mise en œuvre des panneaux. Ceci peut aussi comprendre une aide au bureau d'études qui s'occupe du calepinage des systèmes de fixation sur les plans des panneaux.

2.9.1. Fabrication des plaques de parement (ou panneaux) – Annexe n° 1

- 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 à l'armature de renfort ayant au minimum une densité de 2,5 cm²/m pour les aciers en position verticale et de 5,0 cm²/m pour les aciers en position horizontale. Ces valeurs sont à valider par le bureau d'études qui conçoit le panneau dans sa globalité.
- On cloue l'ensemble sur un gabarit en bois en utilisant les trous prévus à cet effet (voir Annexe 11) 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.
- En angle de bâtiment, ou pour les panneaux bas au droit de chaque vérin-distanceur, on dispose un ancrage-vent.
- Le béton doit être exempt de composé chloré.
- L'enrobage des armatures des panneaux doit répondre à la norme NF EN 1992-1-1 en fonction de la classe d'exposition de l'élément, afin de prévenir leur corrosion

2.9.2. Accrochage des plaques à la structure – Annexe n°11

- On fixe la cheville métallique en acier inoxydable à système mécanique ou à scellement chimique ou la vis de qualité 8.8, 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 6). 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 introduit les distanceurs et/ou ancrages vent dans les douilles manchons et/ou rails ; réglage de ceux-ci aux cotes théoriques.
- 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.
- Utilisation de cales entre deux panneaux positionnés l'un au-dessus de l'autre afin d'assurer l'épaisseur du joint entre eux. En aucun cas, ni lors de la pose, ni lors de la mise en service, ce système de cales ne doit permettre au panneau supérieur de poser sur le(s) panneau(x) inférieur(s). Les cales doivent être retirées après la pose de l'élément.
- On introduit les éventuelles goupilles de l'élément inférieur dans les manchons du panneau à fixer.
- Le réglage se fait lorsque le panneau est porté par la grue. Un réglage fin peut être fait après libération de la grue toujours vers le bas.
- On libère la grue, les panneaux sont portés par les suspentes. Le réglage fin de l'alignement en profondeur des panneaux se fait par action sur les écrous des distanceurs.
- On finit par la mise en place des ancrages vent en les fixant sur leur cheville d'ancrage. (Annexe 13)
- Il incombe au fabricant de panneaux de parement d'assurer l'étanchéité à l'eau entre les panneaux ou d'assurer la récupération des eaux de ruissellement en face interne des panneaux.

2.10. Entretien et réparation

On considère que la liaison constituée par ce dispositif est sans influence sur la durabilité des panneaux et de la structure sur laquelle les panneaux sont rapportés.

Les nuances d'acier austénitique utilisées, sont adaptées aux emplois dans lesquels les dispositifs sont soumis aux conditions d'ambiance les plus sévères.

2.11. Résultats expérimentaux

- LNE, Rapports d'essais n° D0 301 99 du 19 mars 2003 concernant des essais de traction sur les suspentes FPA-5Z et plats de montage ;

- FRIMEDA UNISTRUT GmGH, Rapports d'essais n° 910232 du 12 Juillet 1991 concernant des essais de traction sur les étriers de suspension ;
- FRIMEDA UNISTRUT GmGH, Rapports d'essais n° 910288 du 5 Aout 1991 concernant des essais de traction sur les étriers de montage et plats de montage ;
- LGA : Rapport d'essais / évaluation. Détermination des charges de dimensionnement des ancrages vents. (prise en compte du flambement, poinçonnement, traction) ;

2.12. Références

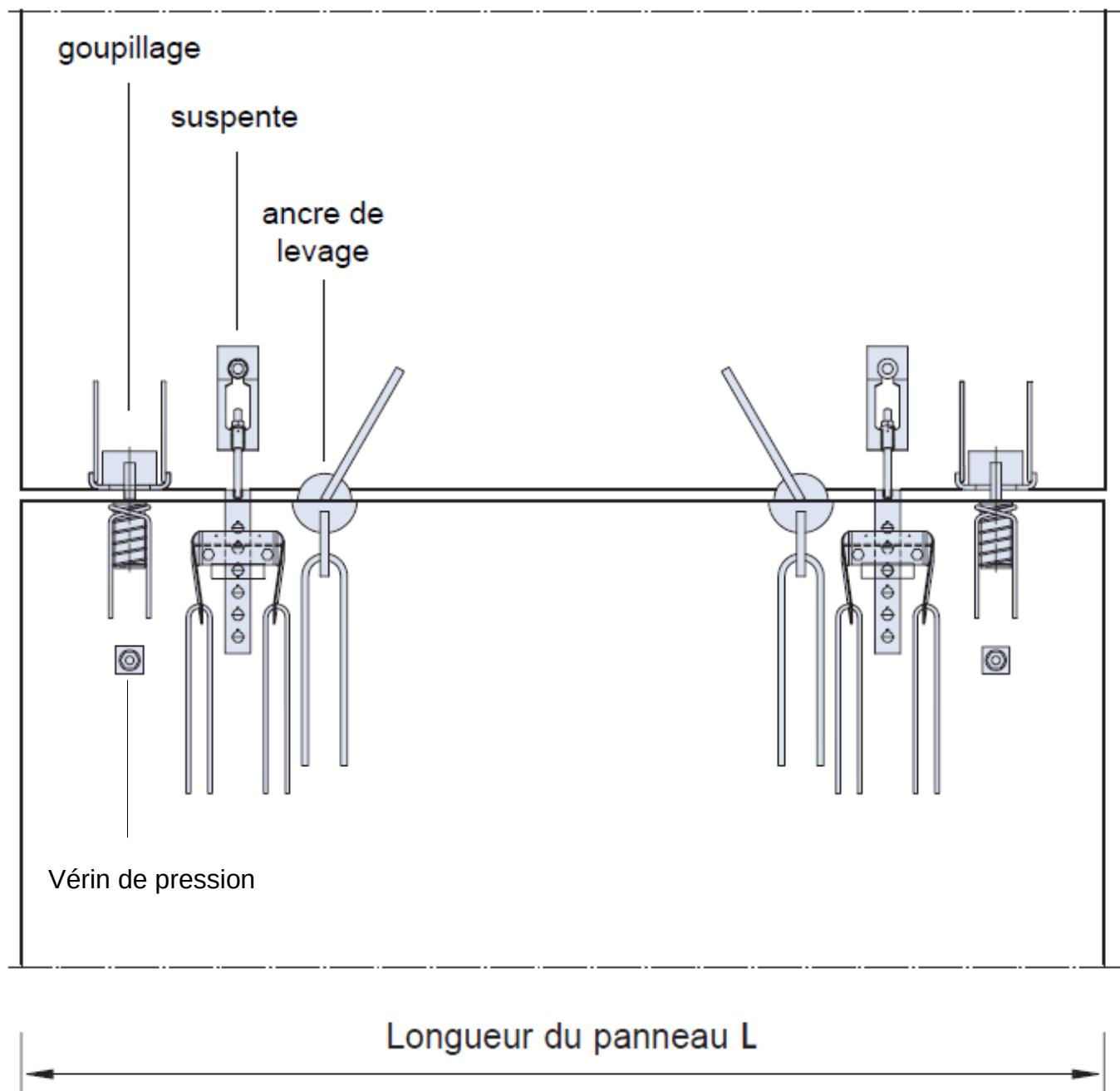
2.12.1. Données Environnementales

Le procédé FPA Type 5 ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés

2.12.2. Références

Principales réalisations depuis la dernière révision :

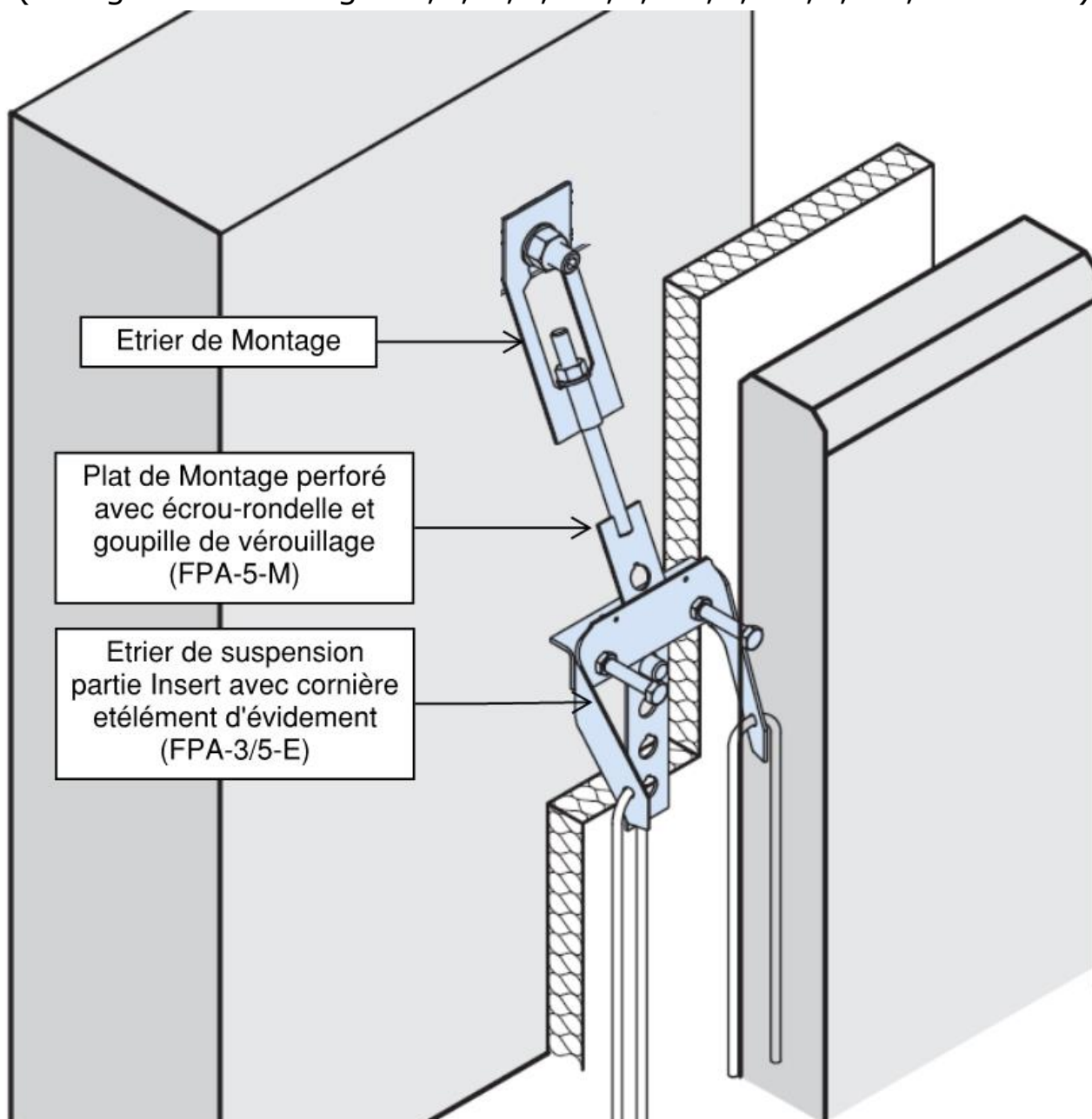
Chantier	Entreprise	Chantier	Entreprise
Banque De France	SPIE - GCC - BREZILLON	HOTEL a AVENES les BAINS	ALBERT ET FILS
TEMIS SCIENCE à Besançon	CAMPENON BERNARD	FORUM du pont de Sèvres	BATEG GTM
AQUAVERDER à Montpellier	EIFFAGE	ZONE EUROPE CHATENAY	SAVOIE
Hôtel de Police de Beauvais	SOGEA	CONSULAT D'ALGERIE GRENOBLE	IDEBAT
Lycée Descartes à Antony	HERVE CIBETEC	Centre FFT / ROLAND GARROS	LEON GROSSE / JOUSSELAINE
Collège MONTESQUEIU à Orléans	Jousselin	GPE Scolaire PUTEAUX	SNPPN
Maison départementale de la solidarité Angers	SORIBA	CHANTIER RATP BOULOGNE	BREZILLON
ZAC des moulins à Cergy	EIFFAGE	IESEG Lille	TOMMASINI
ZAC PORTE DE PARIS logement	DEMOUY	Logement au Grand Quevilly	ACA / CMEG-S2G
Espace Clément Ader à Toulouse	SOCOTRAP	Commissariat SEVRAN	GCC
3 F a SEVRAN	BREZILLON	CAMPUS CLAMART	LEON GROSSE / CIBETEC
ZAC CARDINET	BOUYGUES	GYMNASE A ST OUEN	SICRA / NAULLET
TERRAMARE (NICE)	DELTA PREFA	Garage Renault à Chanteloup en Brie	3IA /CIBETEC
STADE DE LIMOGE	NOLLET	POLE MAX JACOB a QUIMPER QUILLE	SRC
Collège DIDEROT à Besançon	AIC	École et EPAD à Charenton	URBAINE FAYAT
Le Clos des Rose à COMPIEGNE	BREZILLON	ILOT AA A BOULOGNE	BATEG
CAU ST VINCENT	DUMEZ	Logements et accueil petite enfance Paris 17ème	HERVE SA
CEISAM a NANTES	ANDRE BTP	ERDF BRIPS OUEST A NANTES	CMEG / EIFFAGE CONSTRUCTION
INSERM centre de cancérologie	EIFFAGE	CENTRE AQUATIQUE DE BRIVE	SEBAT
INRS à Nancy	GTM construction	CHU CAVALE BLANCHE à BREST	CMA
ZAC Rungis n 2	Vinci construction	Métro de RENNES - Station Beaulieu	ANGEVIN / GUILLERM

2.13. Annexes du Dossier Technique**Annexe 1**
AGENCEMENT DES COMPOSANTS DANS LE PANNEAU PRÉFABRIQUÉ

Annexe 2 COMPOSITION DE LA GAMME

Suspenste réglable FPA type 5

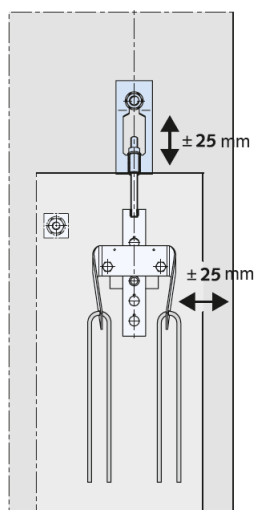
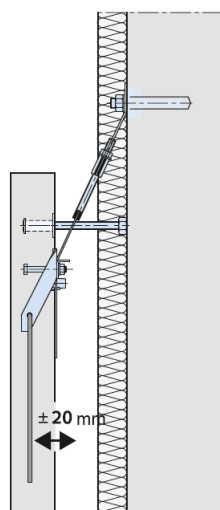
(Catégories de charges 5,0; 8,0; 11,5; 16,0; 22,0; 34,0 et 46kN)



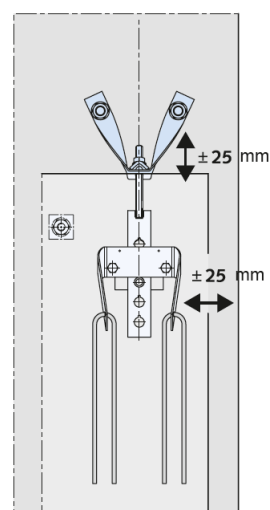
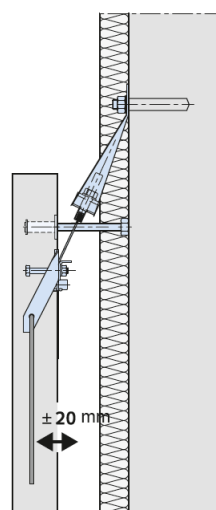
Annexe 3

PRESENTATION DES GAMMES

FPA-5 Suspentes pour panneaux de façade

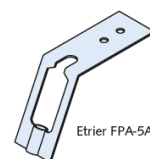
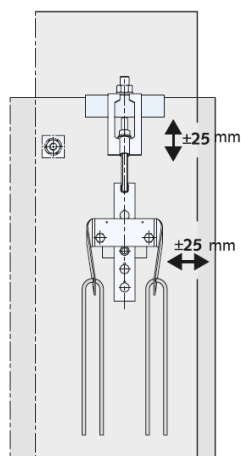
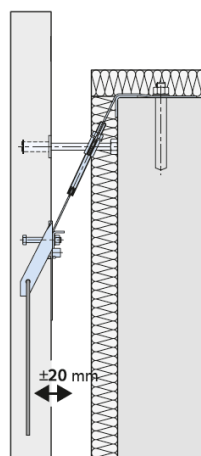


FPA-5Z Suspentes (double chevillage) pour panneaux de façade

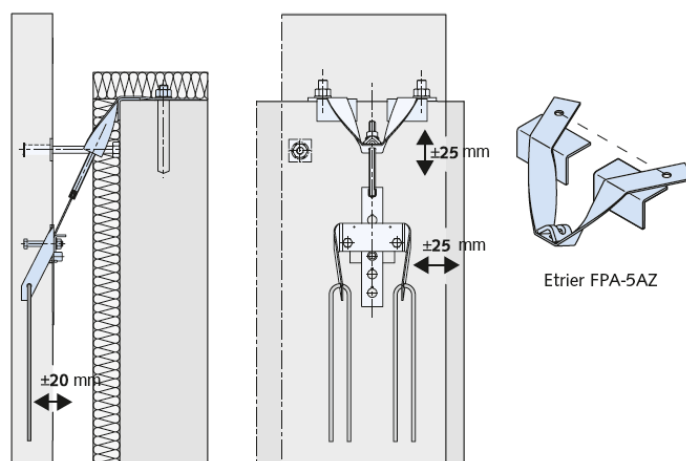


Tolérance de réglage du système sur x,y,z est de $\pm 20\text{mm}$ ou $\pm 25\text{mm}$

FPA-5A Suspentes pour panneaux de façade (fixation en acrotère)



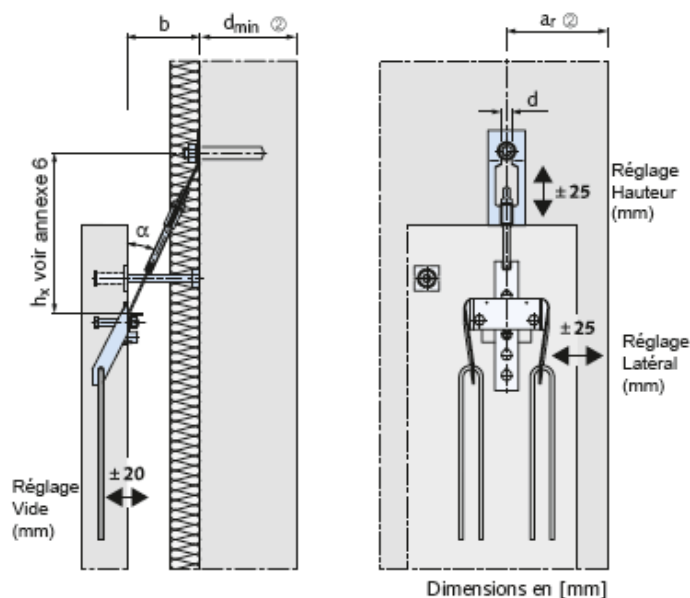
**FPA-5AZ Suspentes pour panneaux de façade
(fixation en acrotère avec chevillage double)**



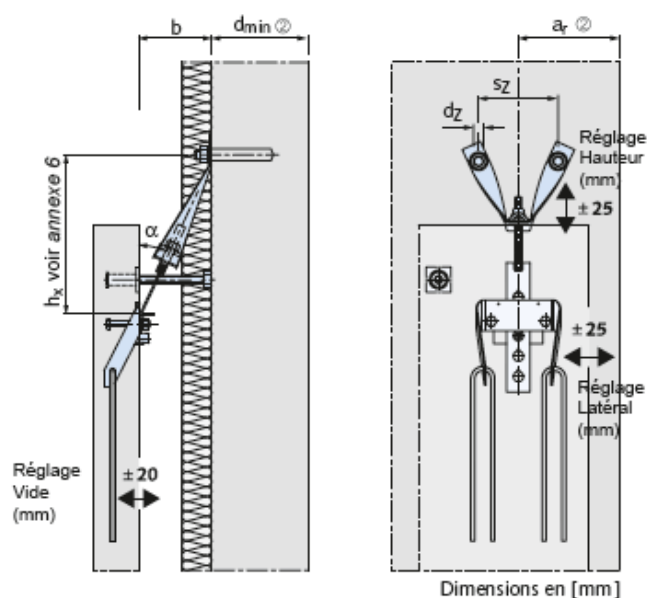
Annexe 4

FPA-5 et FPA-5Z : Dimensions

FPA-5 Suspentes pour panneaux de façade



FPA-5Z Suspentes (double chevillage) pour panneaux de façade



Fourniture FPA-5

FPA - 5 - M (Pièce de montage):
Plat de montage avec tige de suspension, pivot de verrouillage, étrier de montage, vis et rondelle

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

FPA - 5 - G (ensemble complet):
composé de: **FPA - 5 - M**
+ **FPA - 5 - E**

Exemple de désignation

FPA - 5 - G - 16,0 - 200

Type ———
Modèle (5/5Z) ———
Composition ———
Catégorie de charge ———
Vide d'air b ———

Vérins distanciers à commander séparément.

Dimensions FPA-5 et FPA-5Z

Catégorie	Résistance $F_{v,Rd}$ [kN] (E.L.S.)	Valeurs de l'angle alpha en fonction du vide b ③								Diamètre du trou de la pièce de montage		s_z (④) [mm]
		[mm]								d [mm]	d _z [mm]	
		60	70	80	90	100	110	120	>120			
5,0	6,75	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	13	8,5	120
8,0	10,80	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	17	10,5	135
11,5	15,53	16,5° ①	19,0°	22,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	21	12,5	160
16,0	21,60	14,5° ①	17,0°	19,5°	22,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	21	12,5	160
22,0	29,70	13,5° ①	15,5°	18,0°	20,0°	22,5°	22,5°	22,5°	22,5°	21	16,5	170
34,0	45,90	-	14,0° ①	16,0° ①	18,5°	20,5°	22,5°	22,5°	22,5°	25	22,5	190
46,0	60,40	-	-	-	-	-	15,0° ①	17,0° ①	20,0°	31	25,0	315

① plage de tolérance réduite

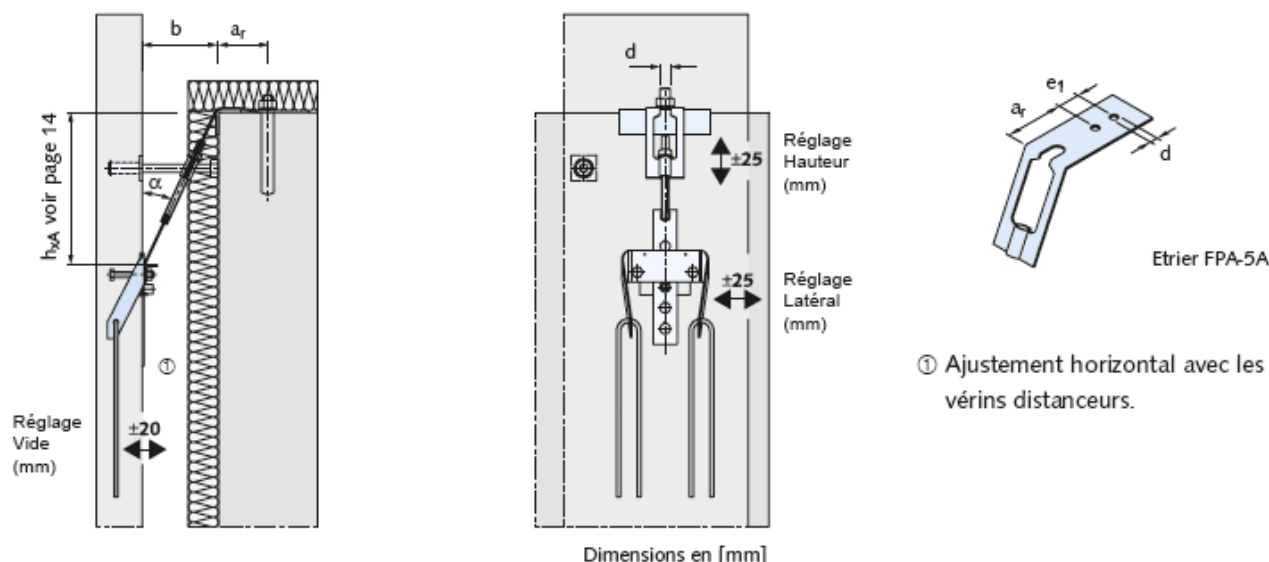
② d_{min} et a_r sont dépendants du type de fixation

③ Informations complémentaires sur la bande perforée voir → annexe 6

Annexe 5

FPA-5A : Dimensions

FPA-5A Suspentes pour panneaux de façade (fixation en acrotère)



Fourniture FPA-5A

FPA - 5A - M (Pièce de montage):
Plat perforé avec tige de suspension, écrou, rondelle, pivot de verrouillage, étrier de montage, et cornière de protection

FPA - 5A - G (ensemble complet):
FPA - 5A - M
+ **FPA - 5 - E**

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

Exemple de commande

FPA - 5A - G - 16,0 - 200

Type —
Modèle —
Composition —
Catégorie de charge —
Vide d'air b —

Dimensions FPA-5A											
Catégorie de charge	Résistance $F_{v,Rd}$	Valeurs de l'angle alpha en fonction du vide b ②							Diamètre du trou de la pièce de montage	Entraxe trous	Distance du bord
[kN] (E.L.S.)	[kN] (E.L.U.)	[mm]							d [mm]	e ₁ [mm]	a _r [mm]
		60	70	80	90	100	110	≥120			
5,0	6,75	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 11	24	110
8,0	10,80	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 13	28	135
11,5	15,53	16,5° ①	19,0°	22,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 17	37	155
16,0	21,60	14,5° ①	17,0°	19,5°	22,5°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 21	46	210
22,0	29,70	13,5° ①	15,5°	18,0°	20,0°	22,5°	22,5°	22,5°	∅ 21	46	210
34,0	45,90	-	14,0° ①	16,0°	18,5°	20,5°	22,5°	22,5°	∅ 25	55	260
46,0	60,40	sur demande									

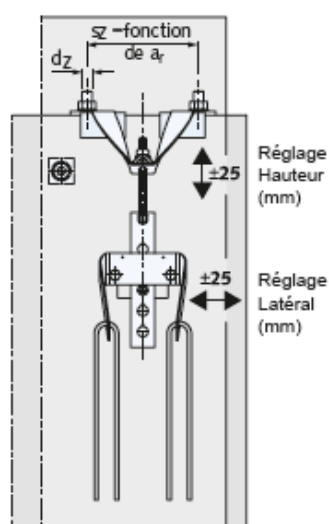
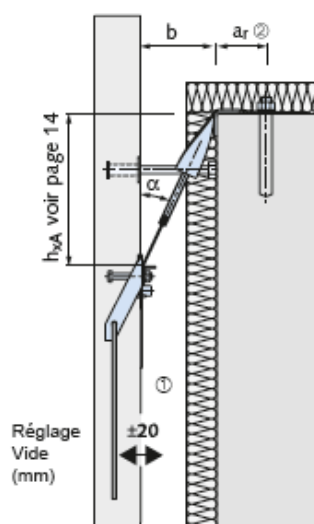
① plage de tolérance réduite

② Informations complémentaires sur la bande perforée voir → annexe 6

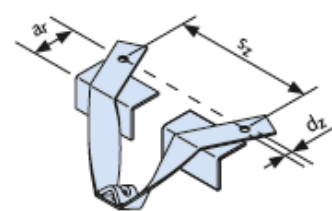
Annexe 5 bis

FPA-5AZ : Dimensions

FPA-5AZ Suspentes pour panneaux de façade (fixation en acrotère avec chevillage double)



Dimensions en [mm]



Etrier FPA-5AZ

① Ajustement horizontal avec les vérins distanceurs.

Fourniture FPA-5AZ

FPA - 5AZ - M (Pièce de montage):
Plat perforé avec tige de suspension, écrou, rondelle, pivot de verrouillage, étrier de montage, et cornière de protection

FPA - 3/5 - E (Pièce préfa):

Etrier de suspension avec cornière et élément d'évidement

FPA - 5AZ - G (Ensemble complet):

FPA - 5AZ - M
+ **FPA - 5 - E**

Exemple de commande

FPA - 5AZ - G - 16,0 - 200

Type ———
Modèle ———
Composition ———
Catégorie de charge ———
Vide d'air b ———

Dimensions FPA-5AZ																							
Caté- gorie de charge	Ré- sistance $F_{v,Rd}$	Valeurs de l'angle Alpha en fonction du vide b ②									Diamètre du trou de la pièce de montage d_z	Entraxe sz [mm] pour distance à la paroi ar [mm] ③ ④											ar, max ⑤
		[mm]																					
		60	70	80	90	100	110	120	≥120	60		80	100	120	140	160	180	200	230	280	[mm]		
[kN] (E.L.S.)	[kN] (E.L.U.)																						
5,0	6,75	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 8,5	175	190	210										100
8,0	10,80	18,5°	21,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 10,5	190	205	225										110
11,5	15,53	16,5° ①	19,0°	22,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 12,5	200	220	240	255									135
16,0	21,60	14,5° ①	17,0°	19,5°	22,5°	25,0°	25,0°	25,0°	25,0°	∅ 12,5	210	230	250	270	290								140
22,0	29,70	13,5° ①	15,5°	18,0°	20,0°	22,5°	22,5°	22,5°	22,5°	∅ 16,5		235	255	270	290	310							170
34,0	45,90	-	14,0° ①	16,0°	18,5°	20,5°	22,5°	22,5°	22,5°	∅ 22,5			270	290	305	325	340	360					200
46,0	60,40						15,0° ①	17,0° ①	20,0°	∅ 25,0					370	390	405	420	445	485	280		

① plage de tolérance réduite

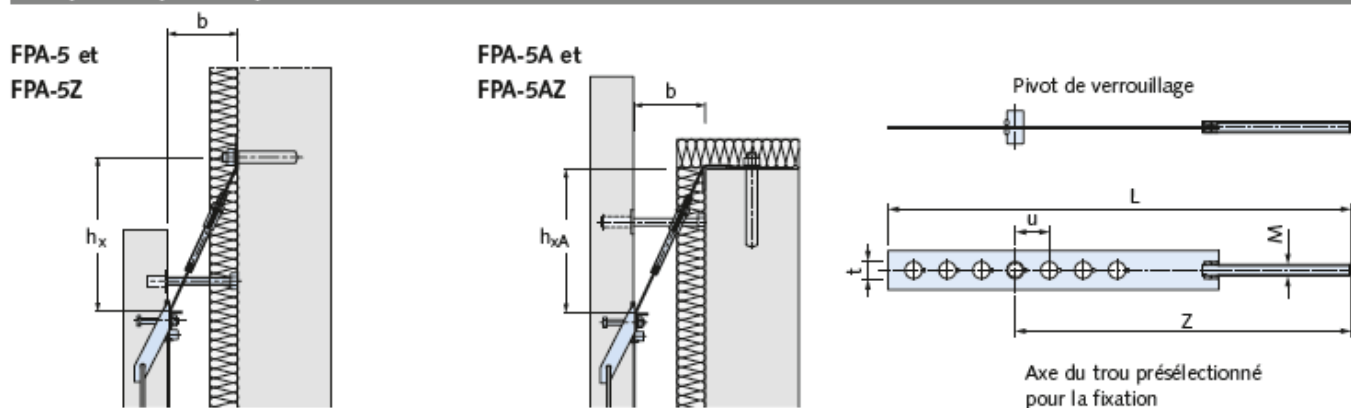
② Informations complémentaires sur la bande perforée voir → annexe 6

③ a_r à indiquer lors de la commande. Pour la position de cheville choisie, il est nécessaire de faire une vérification des chevilles ou goujons

Annexe 6

DIMENSIONS DES PLATS DE MONTAGE PERFORES

Plat perforé pour suspentes FPA-5, FPA-5Z, FPA-5A et FPA-AZ



Dimensions du plat perforé pour types FPA-5, FPA-5Z, FPA-5A et FPA-AZ

Catégorie de charge	5,0				8,0				11,5				16,0				22,0				34,0				46,0												
Filetage	M8				M10				M12				M14				M16				M20				M30												
SW, t, u	Dimensions t, u et clé de serrage voir "dimensions du plat perforé pour FPA-3" (pag																																				
Vide d'air b [mm]	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z	h _x ②	h _{xA} ③	L ①	Z									
60	195	180		188	200	180		184	225	205		217	255	235		238	275	250		255	-	-		-	-	-	-	-	-	-							
70	195	180	246	188	195	180		184	225	205		217	255	230		238	280	255		255	310	285		293	-	-	-	-	-	-							
80	190	175	(4/5)	188	190	175	278 (4/5)	184	220	200		217	250	230		238	270	250		255	310	280		293	-	-	-	-	-	-							
90	210	195		209	210	195		209	215	195	341 (4/5)	217	240	220		238	275	250	409	255	300	270		293	-	-	-	-	-	-	-						
100	230	215		230	235	215		234	235	215		250	240	215	392 (4/5)	238	265	245	(4/5)	255	300	270	480	293	-	-	-	-	-	-	-						
110	255	240		251	255	240		259	260	240		250	260	240		279	290	270		296	295	270	(4/5)	293	450	415					608 (4/5)	376					
120	275	260		272	275	260		284	280	260		283	280	260		279	315	290		296	320	290		343	430	395					608 (4/5)	376					
130	295	280	435 (12/M)	293	295	280		309	300	280		316	305	280		320	340	315		337	345	315		343	395	360					608 (4/5)	376					
140	315	305		314	320	305	453 (10/M)	334	320	305		349	325	305		320	365	340		378	370	340		393	420	385					608 (4/5)	376					
150	340	325		356	340	325		359	345	325	506 (8/M)	349	345	325		361	390	365		378	390	365		393	450	415					608 (4/5)	376					
160	360	345		377	360	345		359	365	345		382	365	345	515 (6/M)	361	410	390		419	415	390		443	475	440					608 (4/5)	376					
170	380	365		398	385	365		409	385	365		415	390	365	(6/M)	402	435	415		460	440	415		443	505	470					608 (4/5)	376					
180	405	390		419	405	390		409	410	390		415	410	390	(6/M)	443	460	435		460	465	435	630 (6/M)	493	530	495					608 (4/5)	376					
190	425	410		440	425	410		434	430	410		448	430	410		443	485	460		501	490	460		493	560	525					608 (4/5)	376					
200	445	430		461	445	430		459	450	430		481	455	430		484	510	485		542	515	485		543	585	550					608 (4/5)	376					
210	470	455	645	482	470	455		484	470	455		514	475	455		484	535	510		542	535	510		543	615	580					794 (6/M)	624					
220	490	475	(12/L)	524	490	475	653 (10/L)	509	495	475		514	495	475		525	555	535		583	560	535		593	640	605					794 (6/M)	624					
230	510	495		545	510	495		534	515	495		547	515	495	679 (6/L)	525	580	560		583	585	560		593	670	635					794 (6/M)	624					
240	530	515		566	535	515		559	535	515	704 (8/L)	580	540	515		566	605	580		624	610	580		643	695	660					794 (6/M)	624					
250	555	540		587	555	540		584	560	540		580	560	540		607	630	605		665	635	605	830 (6/L)	643	725	690					794 (6/M)	624					
260	575	560		608	575	560		609	580	560		613	580	560		607	655	630		665	660	630		693	750	715					794 (6/M)	624					
270	595	580		629	595	580		634	600	580		646	605	580		648	680	655		706	680	655		693	780	745					794 (6/M)	624					
280	620	605		650	620	605		659	620	605		679	625	605		648	700	680		747	705	680		743	805	770					794 (6/M)	624					
290	640	625		671	640	625		684	645	625		679	645	625		689	725	705		747	730	705		793	835	800					1042 (6/L)	810					
300								665	645			712	665	645	843 (6/XL)	730	750	725		788	755	725		793	860	825					1042 (6/L)	810					
310																	775	750		829	780	750	1030 (6/XL)	843	890	855					1042 (6/L)	810					
320																	800	775	1106 (8/XL)	829	805	775		843	915	880					1042 (6/L)	810					
330																	825	800		870	825	800		893	945	910					1042 (6/L)	810					
340																									970	935						1042 (6/L)	810				
350																									1000	965						1042 (6/L)	810				
360																	895	870	(8/XL)	952	900			943	1025	990					1290 (6/XL)	1058					
370																	920	895		952	925			993	1055	1020					1290 (6/XL)	1058					
380																	945	920		993					1080	1045					1290 (6/XL)	1120					
390																	970	945		1034					1110	1075					1290 (6/XL)	1120					
400																	990	970		1034					1135	1100					1290 (6/XL)	1182					
410																	1015	990		1075					1165	1130					1290 (6/XL)	1182					
420																									1190	1155						1290 (6/XL)	1244				

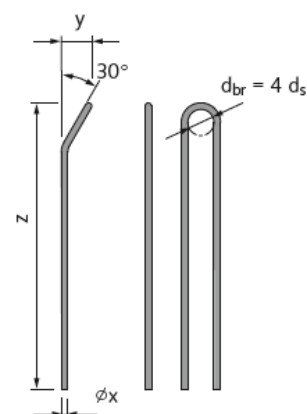
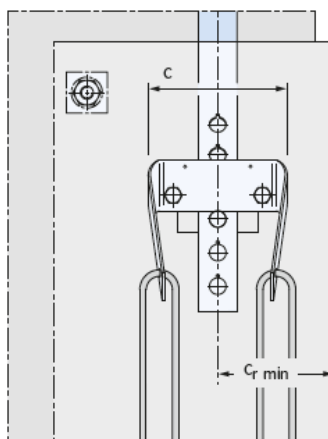
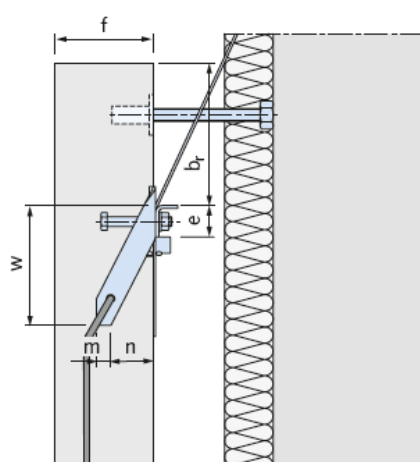
Remarque: Plats perforés pour vides supérieurs, sur demande ① Nombre de trous/type de bande perforée (S/M/L/XL) → voir valeur entre parenthèse ② h_x pour FPA-5/-5Z ③ h_{xA} pour FPA-5A/-5AZ

Annexe 7

DIMENSIONS DES RENFORTS

FPA-3/5-E Insert pour élément préfabré

Les Inserts de suspentes pour panneaux de façade sont identiques pour tous les types; la sélection peut se faire à l'aide du tableau ci-dessous.



Pour les charges ≥ 34 kN, l'étrier est coudé

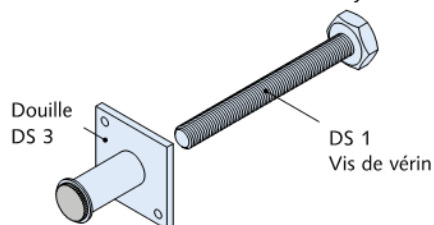
Dimensions FPA-3/5-E Insert [mm]												
Niveau de charge [kN] (E.L.S.)	Résistance $F_{V,Rd}$ [kN] (E.L.U.)	Insert FPA-3/5-E adaptée à FPA-3, FPA-5, FPA-5Z, FPA-5A, FPA-5AZ								Etrier (hors fourniture HALFEN)		
		f min	b _r min	c _r min	c	e	m	n	w	Ø x	y	z
5,0	6,75	70 ^①	50	107	122	22	11	40	107	6	-	250
8,0	10,80	70 ^①	60	112	137	28	13	40	116	6	-	250
11,5	15,53	80 ^①	70	122	142	36	15	46	133	8	-	250
16,0	21,60	80 ^①	80	132	170	39	18	52	148	8	-	350
22,0	29,70	90	100	132	170	42	21	52	151	8	-	400
34,0	45,90	100	110	160	210	52	25	52	164	10	25	500
46,0	60,40	125	150	180	218	69	35	50	173	12	52	600

Annexe 8

VERINS DISTANCEURS

DS 13

avec vis de vérin et douille en acier inoxydable

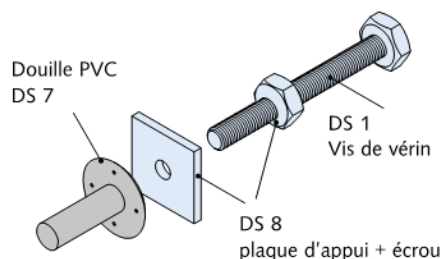


Vérin type DS - 13

comprend : douille DS 3
vis de vérin DS 1

DS 18

avec vis de vérin et douille en PVC

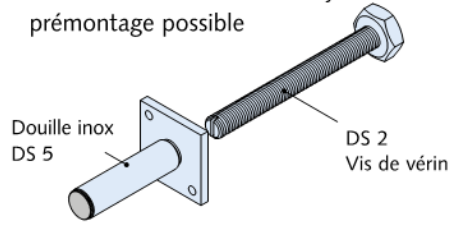


Vérin type DS - 18

comprend : - plaque d'appui DS 8
+écrou
- vis de vérin DS 1

DS 25

avec vis de vérin à empreinte et douille ouverte en acier inoxydable prémontage possible



Vérin type DS - 25

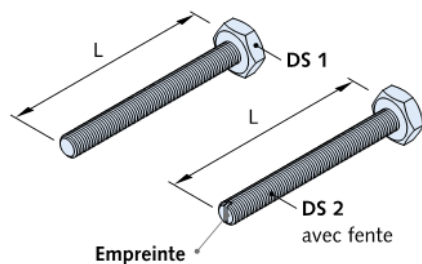
comprend : douille DS 5
Vis de vérin DS 2

La douille DS 5 est ouverte des deux côtés pour permettre à la vis de vérin DS 2 d'être réglée après montage par la face avant du panneau, grâce à l'empreinte au bout de la tige.

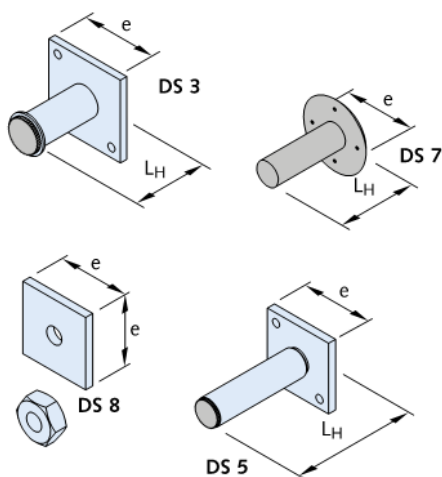


DS-18 et DS 25 ne peuvent pas être associés aux ancrages vent (effort de dépression).

Boulons d'appui



Douille de traction/compression



Exemple de commande

DS 13 - 10 - 100
Type
Modèle
Filetage
Vide d'air b

La fourniture comprend :

Type 13 : vis de vérin DS 1
et douille DS 3
Type 18 : vis de vérin DS 1
plaque d'appui DS 8 + écrou
Type 25 : vis de vérin DS 2
et douille ouverte DS 5

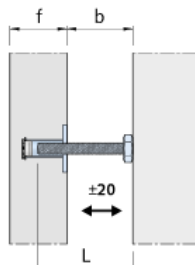
Dimensions des douilles et plaques d'appui [mm]

Type	M10		M12		M16		M20		M24		M27		M30	
	L _H	e	L _H	e	L _H	e	L _H	e	L _H	e	L _H	e	L _H	e
DS 3	63	50	64	50	70	50	77	70	80	70	81	80	80	90
DS 7	70	41	70	41	80	45	80	50	-	-	-	-	-	-
DS 8	-	50	-	50	-	50	-	70	-	-	-	-	-	-
DS 5	①	50	①	50	①	50	①	70	①	70	-	-	-	-

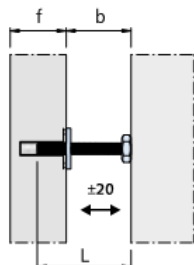
VERINS DISTANCEURS

Longueur des vis de vérin distanceur

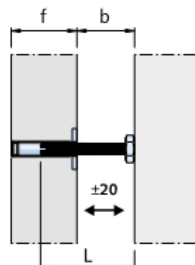
Type DS 13



Type DS 18

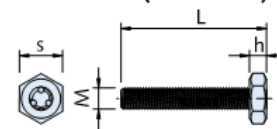


Type DS 25

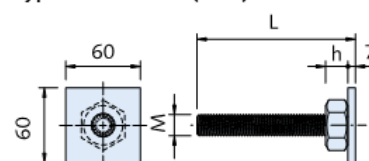


DS 1 et DS 2

Type DS 1 et DS 2 (M10 - M20)



Type DS 1 et DS 2 (M24)



Longueur des vis de vérin [mm]

Type	M10		M12		M16		M20		M24		M27	
s	19		24		30		41		36		41	
h	8		10		13		16		19		22	
Boulons d'appui	DS 13/25	DS 18	DS 13/25	DS 18	DS 13/25	DS 18	DS 13/25	DS 18	DS 13/25	DS 18	DS 13	DS 18
b = 40 mm	70	90	72	92	75	95	80	100	-	-	-	-
b = 60 mm	90	110	92	112	95	115	100	120	105	-	-	-
b = 80 mm	110	130	112	132	115	135	120	140	125	-	-	-
b = 100 mm	130	150	132	152	135	155	140	160	145	-	145	-
b = 120 mm	150	170	152	172	155	175	160	180	165	-	165	-
b = 140 mm	170	190	172	192	175	195	180	200	185	-	185	-
b = 160 mm	190	210	192	212	195	215	200	220	205	-	205	-
b = 180 mm	210	230	212	232	215	235	220	240	225	-	225	-
b = 200 mm	230	250	232	252	235	255	240	260	245	-	245	-
b = 220 mm	250	-	252	-	255	275	260	280	265	-	265	-
b = 240 mm	-	-	-	-	275	295	280	300	285	-	285	-
b = 260 mm	-	-	-	-	295	315	300	320	305	-	305	-
b = 280 mm	-	-	-	-	315	335	320	340	325	-	325	-
b = 300 mm	-	-	-	-	335	-	340	-	345	-	345	-

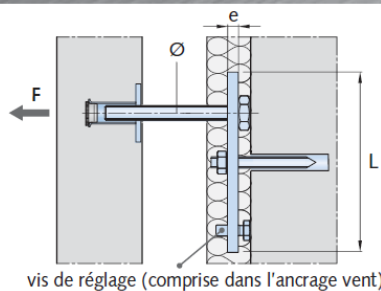
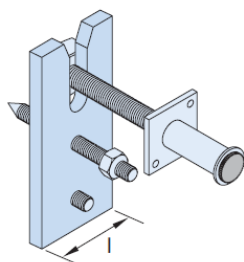
Charges résistantes [kN]

Distanceur	M10		M12		M16			M20			M24		M27	
Plaque e [mm]	50		50		50			70			70		80	
épaisseur de la plaque f [mm]	70	80	80	90	80	90	100	90	100	120	130	150	150	170
b = 60 mm	7,7	11,7	11,3	15,8	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 80 mm	7,7	11,7	11,3	15,8	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 100 mm	7,7	11,0	11,3	15,8	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 120 mm	7,7	9,6	11,3	15,8	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 140 mm	7,7	8,3	11,3	14,3	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 160 mm	7,2	7,7	11,3	12,7	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 180 mm	6,2	6,2	11,3	11,3	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 200 mm	5,4	5,4	10,0	10,0	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 220 mm	4,8	4,8	8,9	8,9	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 240 mm	4,2	4,2	7,9	7,9	10,9	15,4	20,4	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 260 mm	3,7	3,7	7,1	7,1	10,9	15,4	19,7	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 280 mm	3,3	3,3	6,4	6,4	10,9	15,4	18,1	16,9	22,2	34,4	39,1	53,8	54,8	71,4
b = 300 mm	3,0	3,0	5,8	5,8	10,9	15,4	16,6	16,9	22,2	33,6	39,1	53,8	54,8	71,4

Annexe 9

Ancrages-vent

Ancrage vent de type LD-AW (traction / compression)



Exemple de commande: LD-AW - 2,0

Type

Catégorie

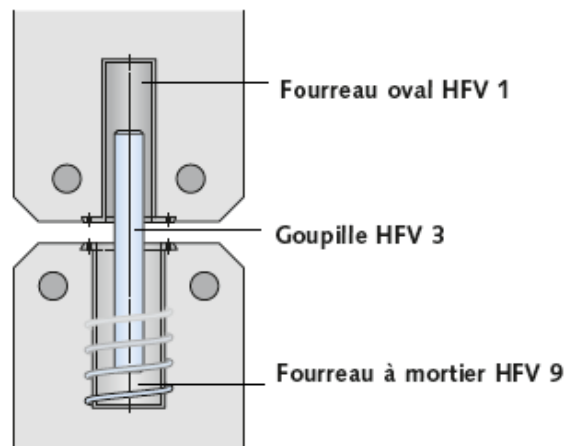
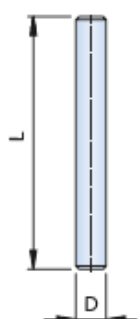
Tableau 17B - Ancrage vent type LD-AW (acier inoxydable A2)

Type	Catégorie (E.L.S.)	Charge en traction E.L.U. ② F_{Rd} [kN]	Diamètre possible du vérin distanceur ① M	Rondelle supplémentaire Inox A2	L [mm]	l [mm]	e [mm]	Diamètre cheville chimique ① M
LD-AW	1,0	1,35	10	non	150	70	8	10
			12	non				
	2,0	2,7	12	oui (dim.27x2mm)	150	110	8	10
			16	non				
	2,7	3,6	16	oui (dim.32x3mm)	150	100	8	12
			20	non				

Annexe 10

Goupillage

Goupille HFV 3



Matériau: acier inoxydable A4

Goupillages HFV HALFEN (plastique)

Type	Parties supérieure et inférieure								Goujon	
Catégorie de charge (E.L.S.)	HFV 1		HFV 5		HFV 9				HFV 3	
	B [mm]	L [mm]	B [mm]	L [mm]	40 × 100		32/60 × 120		D [mm]	L [mm]
					B [mm]	L [mm]	B [mm]	L [mm]		
2,5	18	100	16,5	100	40	100	32/60	120	16	170
5,0	22	100	20,5	100					20	170

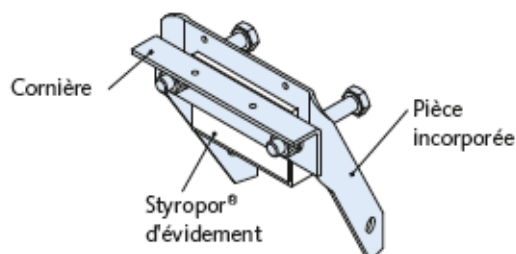
Capacités de charge F_{Rd} [kN] (E.L.U.) ①

Catégorie de charge (E.L.S.)	Type	Epaisseur panneau f [mm]							
		sans armature				avec armature spirale HFV B			
		80	100	120	140	80	100	120	140
2,5	HFV 1	1,5	2,5	3,6	3,7	2,7	3,7	3,7	3,7
	HFV 5	2,4	3,3	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
	HFV 9	2,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
5,0	HFV 1	1,5	2,5	3,6	4,8	2,8	4,0	5,2	6,6
	HFV 5	2,5	3,6	4,8 ^②	6,0 ^②	5,5	6,7	7,5	7,5
	HFV 9	2,7	3,7	4,9 ^②	6,3 ^②	4,9	6,1	7,3	7,5

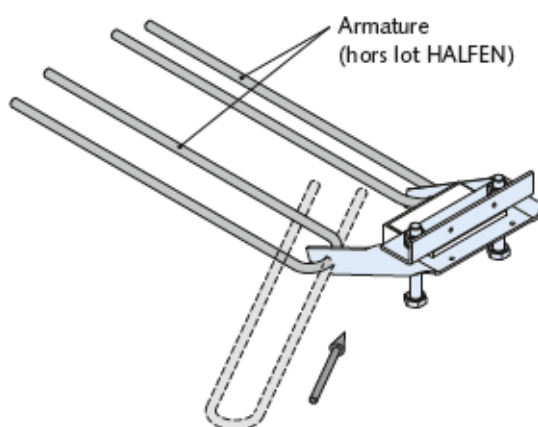
Annexe 11

Mise en œuvre de l'étrier de suspension

- 1.1 La pièce préfa FPA-3/5-E, formée de l'étrier, de la cornière et de l'élément d'évidement en Styropor® est livrée préassemblée.



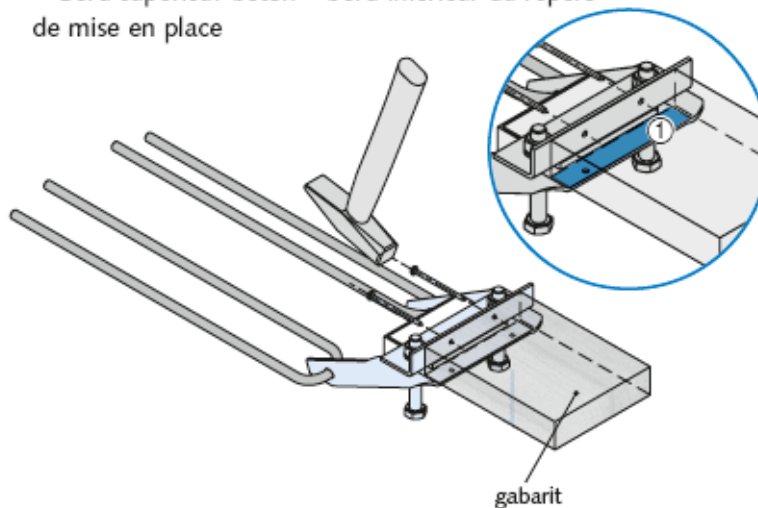
- 1.2 Placer les étriers d'armature dans les trous prévus à cet effet.



- 1.3 Fixer avec des clous au coffrage.
Des trous sont prévus sur la la cornière.

Attention: Le gabarit de mise en place doit reposer sur la surface marquée ①!

→ Bord supérieur béton = bord inférieur du repère de mise en place

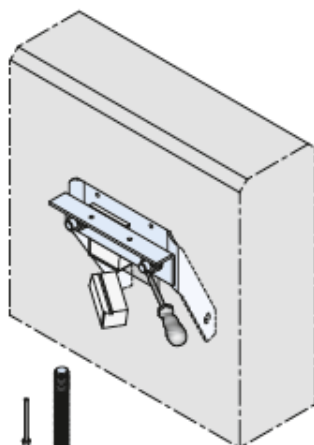


MISE EN ŒUVRE DE LA BRETELLE

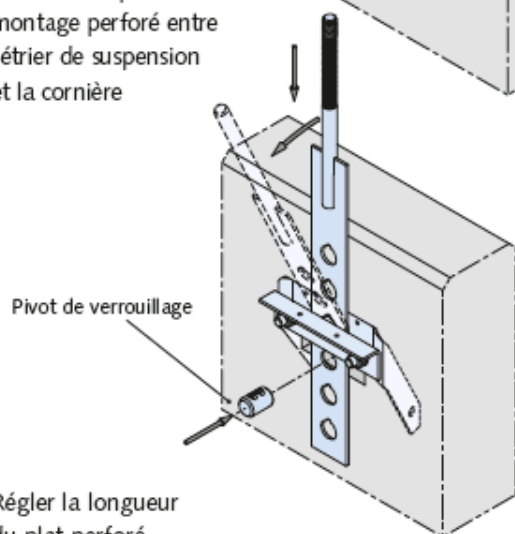
Mise en place du plat de montage perforé FPA-5M

- 1.1** Enlever l'élément d'évidement en Styropor®.

Le Styropor® résiduel peut être enlevé en passant un tournevis plat

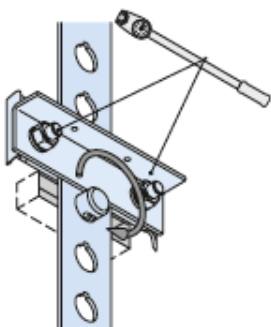


- 1.2** Introduire le plat de montage perforé entre l'étrier de suspension et la cornière



Pivot de verrouillage

- 1.3** Régler la longueur du plat perforé. Fixer le plat perforé en utilisant le pivot de verrouillage, en le tournant de 180°. Ensuite replier le plat par-dessus la cornière.



- 1.4** Appliquer le couple de serrage sur les écrous d'après le tableau ci-dessous (montage définitif)

Couples de serrage pour pièce incorporée de panneau de façade

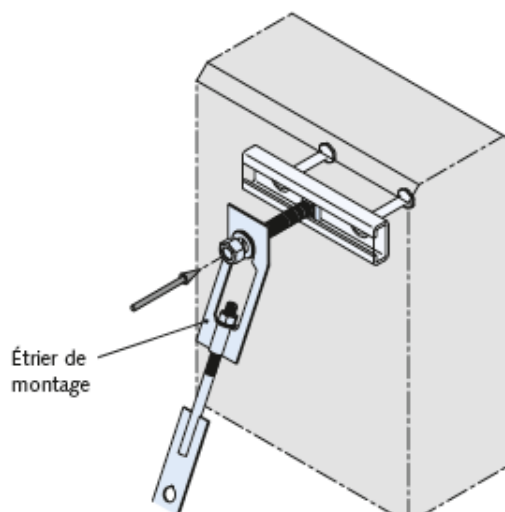
Catégorie de charge [E.L.S.]	Couple de serrage [Nm]	Clé de serrage	Identification couleur
5,0	5	13	jaune
8,0	5	13	rouge
11,5	10	17	bleu
16,0	15	19	vert
22,0	15	19	marron
34,0	30	24	noir
46,0	60	30	orange

Montage sur gros œuvre

- 2.1** Monter l'étrier de montage avec l'écrou et la rondelle sur la tige filetée



- 2.2** Fixer l'étrier de montage à la cheville, goujon mécanique, ou au rail déjà implanté dans le voile.



Étrier de montage

Appliquer l'huile Molykote® et régler la plaque de façade avec l'étrier de montage.



Annexe 12

DIMENSIONNEMENT GLOBALE DU SYSTEME

Méthode générale de détermination des éléments nécessaires à la fixation des panneaux de parement préfabriqués en béton. Cette méthode n'est pas exhaustive, elle doit être adaptée de manière intelligente à chaque situation. Le dimensionnement du système est réalisé par un bureau d'études en charge de l'opération.

A chaque étape, la personne chargée du dimensionnement du système doit s'assurer que la stabilité du système fixations-panneau-support est assurée en fonction de tous les éléments propres à la situation étudiée.

Vérification du calcul

Hypothèse de charge :

G = poids mort de la plaque

G par suspente = $\frac{1}{2}$ poids de la plaque

W = charge de vent horizontal (1/4 de la charge du vent sur le panneau)

Vérification du calcul exact des efforts en fonction de la position des vérins distanceurs par rapport à la suspente.

Un coefficient de sécurité de 1,2 à la charge du vent doit être appliqué pour tenir compte du soulèvement du panneau.

Coefficient de sécurité pour une combinaison de charges :

γ_G = 1,35 pour charge permanente (poids mort)

γ_Q = 1,50 pour charge variable (charge de vent)

Efforts dans les suspentes :

V_d = charge verticale par suspente = $G \times \gamma_G$

H_d = charge horizontale par suspente = $V_d \times \tan \alpha$

R_d = résultante des efforts par suspente = $\sqrt{V_d^2 + H_d^2}$

Do_d = charge horizontale vérin du haut ($Do_{g,d} + Do_{w,d}$)

Du_d = charge horizontale vérin du bas ($Du_{g,d} + Du_{w,d}$)

$Do_{g,d}$ = charge horizontale en haut due au poids mort $\times \gamma_G$

max $Do_{w,d}$ = charge horizontale en haut due au vent ($wd \times \gamma_Q$)

min $Do_{w,d}$ = charge horizontale en haut due au vent ($ws \times \gamma_Q$)

$Du_{g,d}$ = charge horizontale en bas due au poids mort $\times \gamma_G$

max $Du_{w,d}$ = charge horizontale en bas due au vent ($wd \times \gamma_Q$)

min $Du_{w,d}$ = charge horizontale en bas due au vent ($ws \times \gamma_Q$)

Condition :

Si min $Do_d < 0 \rightarrow$ ancre-vent nécessaire (en haut)

Si min $Du_d < 0 \rightarrow$ ancre-vent nécessaire (en bas)

Calcul:

$\Sigma M_A \rightarrow Du_{g,d} = (H_d \times h_2 + V_d \times e) / h_1$

max $Du_d = Du_{g,d} + \max Du_{w,d}$

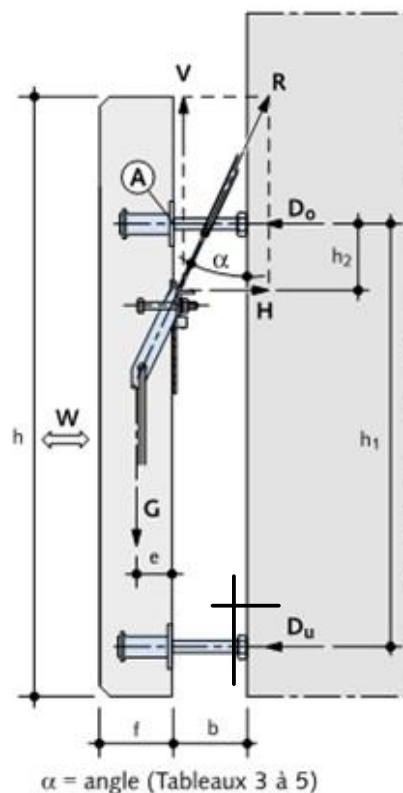
min $Du_d = Du_{g,d} - \min Du_{w,d}$

$\Sigma H \rightarrow Do_{g,d} = H_d - Du_{g,d}$

max $Do_d = Do_{g,d} + \max Do_{w,d}$

min $Do_d = Do_{g,d} - \min Do_{w,d}$

$wd = 1,25 \times cp_d \times q \times A$ (pression)
 $ws = 1,1 \times cp_s \times q \times A$ (dépression)
 cp_d = Pression dynamique de base
 cp_s = Dépression dynamique de base
 q = Coefficient majorateur
 (effet de site, effet de hauteur...)
 A = Surface d'influence sur le vérin



1. Sélectionner le panneau à fixer, et déterminer :

Positionnement

- a. Sa position sur la façade (départ ou superposé)
 - Choisir le type d'étrier de suspension en fonction du support disponible derrière le panneau
 - I. Pour fixation en bretelle de façade type FPA5 ou 5Z
 - II. Pour fixation en bretelle acrotère type FPA5A ou 5AZ
- b. La position de son centre de gravité
 - Positionner les suspentes si possibles à équidistance du centre de gravité, en tenant compte de la présence des différentes armatures.
- c. Déterminer les éléments de fixation en partie basse
 - I. Panneau de départ = Vérin distanceur
 - II. Panneau superposé = Goupillage

Dimensionnement

- a. Le poids du panneau
 - Choisir la catégorie des 2 suspentes nécessaires en se reportant au §2.8 Dimensionnement du dossier technique
- b. Le vide
 - Déterminer la longueur « z » du plat de montage et la position de l'étrier insert préfabriqué par rapport à la cheville suivant la côte « hx » dans le tableau repris dans la documentation ou annexe 6
 - Déterminer la longueur de vis de vérin distanceur et vérifier sa capacité de charge à la compression suivant le tableau des vides de l'Annexe 8.
- c. Dimensionner les éléments de fixation en partie basse

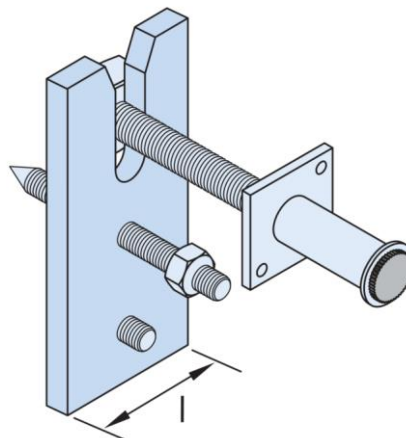
Suivant la méthode de vérification, évaluer la possibilité que le panneau se soulève sous l'effet du vent en dépression en calculant le moment des efforts externes par rapport à la position de la (des) cheville(s) des Etriers de suspensions (poids x bras de levier - vent en dépression x bras de levier)

 - I. Avec vérins Bas :
 - si le panneau ne peut pas se soulever sous l'effet du vent en dépression, mettre deux distanceurs et déterminer leur diamètre en fonction de l'effort de compression sur le distanceur et le vide.
 - Si le panneau se soulève sous l'action du vent en dépression, il faut empêcher ce soulèvement par un ancrage vent qui est dimensionné pour reprendre l'effort dû au vent en dépression suivant la situation sur le chantier.
 - II. Avec Goupillage :
 - Dimensionner le goupillage en s'assurant que le panneau inférieur est de dimensions suffisantes pour reprendre l'effort dû au soulèvement.
Il faut reprendre l'effort sur la goupille par un ancrage vent (ou système similaire) sur le panneau inférieur.
Le diamètre de la goupille HVF 3 est déterminé pour reprendre les efforts internes (effort tranchant et moment de flexion) sur la goupille.

Choisir les distanceurs supérieurs (proches de la suspente) en fonction du vide et de l'effort de compression sur le distanceur (composante due au poids du panneau, composante due au vent en compression, composantes propres à la situation étudiée).

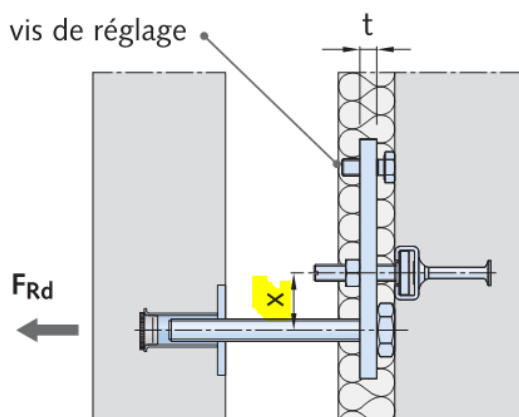
Annexe 13

MISE EN OUVRE DES ANCRAGES VENT (CF. ANNEXE 9 POUR LES CHARGES RESISTANTES ELU/ELS)



1. Préparation des chevilles

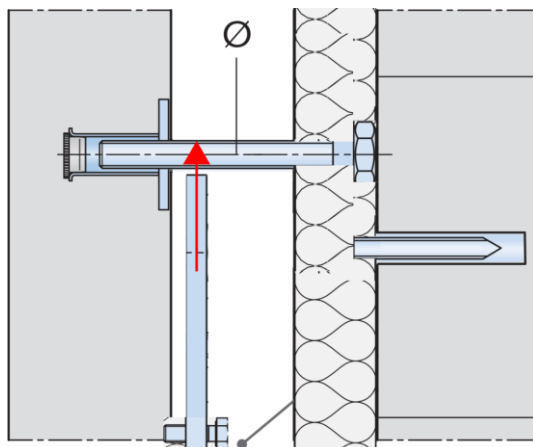
- a. Percer les trous et ancrer les chevilles pour les ancrages vent en fonction de la cote « x » (x=rayon de 4 cm par rapport à l'appui théorique de la vis de vérin distanceur)

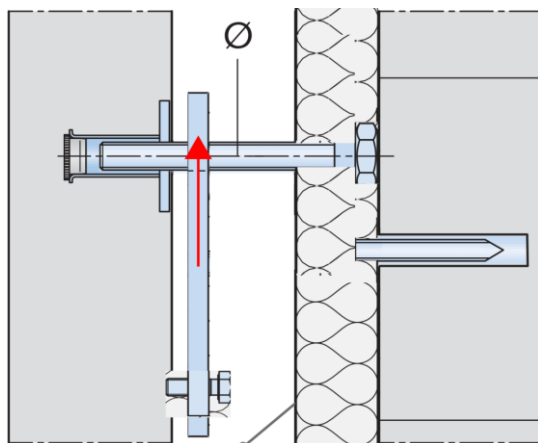


2. Pose des ancrages vent

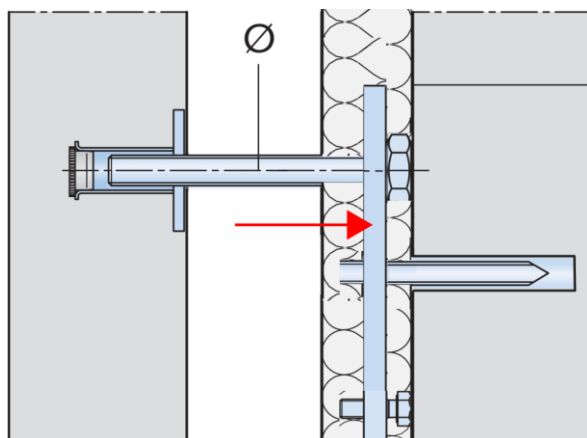
Panneau réglé et ajusté en 3D, il reste à poser les ancrages vent :

- a. Engager l'ancrage vent via son trou oblong sur la tige du vérin distanceur

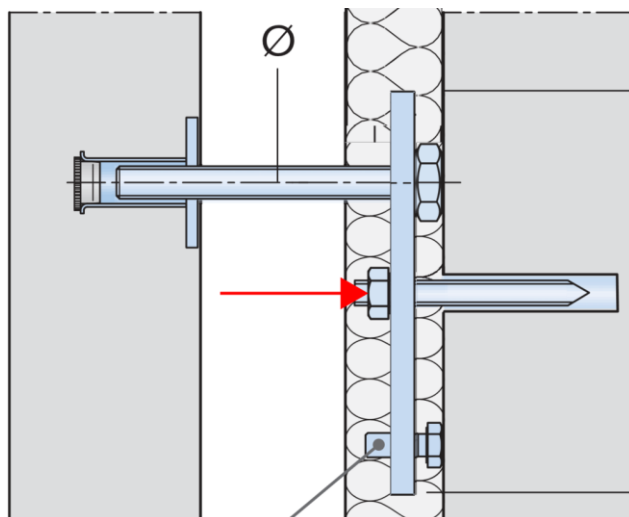




- b. Glisser l'ancrage vent via son trou ajusté du milieu sur la tige de la cheville en attente sur le support



- c. Plaquer l'ancrage vent contre le support
d. Engager et serrer l'écrou de l'ancrage vent sur la cheville en attente



- e. Bloquer la tête du vérin en serrant la vis de réglage de l'ancrage vent

