

Sur le procédé

IKO HYPERFLEX FM

Famille de produit/Procédé : Revêtement d'étanchéité de toitures apparent fixé mécaniquement en monocouche à base de membrane PVC-P

Titulaire(s) : Société IKO-AXTER

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	<p>Ce document annule et remplace la version 5.2/17-2579_V2. Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ajouts de pare-vapeur et EIF provenant du DTA IKO DUO FUSION 2. Ajout de la possibilité de pose sur CLT 3. Changement de nom pour la couleur RAL 9010 BLANC qui devient REFLECT 	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V2	Prorogation	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le procédé IKO HYPERFLEX FM est un revêtement d'étanchéité monocouche fixé mécaniquement utilisant des feuilles manufacturées en PVC plastifié armées, apparent pour toitures inaccessible, toitures-terrasses technique et zones techniques (pente $\geq 1.0\%$).

Il est fixé mécaniquement.

Il s'emploie en climat de plaine en France européenne :

- En travaux neufs et de réfection
- Sur éléments porteurs ou supports en maçonnerie, bois ou panneaux à base de bois, tôles d'acier nervurées

Les valeurs de résistance au vent sont indiquées au paragraphe 1.2.1.6. de ce document.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	6
1.2.3.	Données Environnementales.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Identification.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception	10
2.3.1.	Généralités.....	10
2.3.2.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie.....	10
2.3.3.	Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois	10
2.3.4.	Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées.....	11
2.3.5.	Supports isolants non porteurs.....	11
2.3.6.	Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité.....	11
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	11
2.4.1.	Mise en œuvre sur support isolant non porteur.....	11
2.4.2.	Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité.....	12
2.4.3.	Relevés et émergences	14
2.4.4.	Ouvrages particuliers.....	15
2.4.5.	Dispositions particulières.....	15
2.5.	Entretien et Réparation	15
2.6.	Formation et Assistance technique	16
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	16
2.7.1.	Fabrication	16
2.7.2.	Contrôles de fabrication	16
2.8.	Mention des justificatifs.....	16
2.8.1.	Résultats expérimentaux.....	16
2.8.2.	Références chantiers	16
2.9.	Tableaux du Dossier Technique.....	17
2.9.1.	Répartitions précalculées des fixations mécaniques.....	22
ANNEXE A.....		39
2.10.	Définitions	39
2.10.1.	Règles d'adaptation en fonction de l'élément porteur et de l'isolant thermique.....	39
2.10.2.	Domaine de validité des adaptations	39
2.10.3.	Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations	40
2.10.4.	Exigences et valeurs de la résistance Rns à retenir	40
2.10.5.	Détermination de la densité de fixations Dns du nouveau système.....	42
ANNEXE B.....		44

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 16/10/2023, par le Groupe Spécialisé 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé IKO HYPERFLEX FM est mis en œuvre en climat de plaine en France européenne.

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé IKO HYPERFLEX FM est mis en œuvre, en travaux neufs et de de réfection, sur éléments porteurs ou supports en maçonnerie, bois ou panneaux à base de bois et tôles d'acier nervurées.

Il s'emploie sur toitures-terrasses inaccessibles ou techniques et à zones techniques.

Les tableaux 1 et 4 résument les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports, qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est connu pour le revêtement IKO HYPERFLEX FM mentionné au § 2.8.1 du Dossier Technique.

Vis-à-vis du feu intérieur

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

1.2.1.2. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI) ou les formations appropriées pour l'utilisation des produits. La FDS est disponible chez la Société IKO-AXTER.

La surface des feuilles est glissante lorsque humide.

La manutention des rouleaux d'étanchéité de plus de 25 kg doit se faire par un minimum de deux personnes.

1.2.1.3. Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

- le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique,
- le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français,
- l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »,

le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

1.2.1.4. Isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation concernant la construction neuve ou de réfections. Il permet d'utiliser les isolants supports admis dans le Dossier Technique sans limitation de la résistance thermique utile validée dans leurs Documents Techniques d'Application respectifs.

Sur l'élément porteur TAN, le coefficient ponctuel du pont thermique intégré des fixations mécaniques « $X_{fixation}$ », des membranes d'étanchéité fixées mécaniquement et/ou de son support isolant, doit être pris en compte dans les calculs thermiques conformément aux dispositions prévues dans le fascicule 4/5 des Règles Th-Bat complétées par celles du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (e-Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011).

1.2.1.5. 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'entrent pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.1.6. Résistance au vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant dans toutes les zones de vent et tous les sites (cf. Règles NV 65 modifiées).

L'effort admissible des systèmes de référence du procédé Wadm_{sr}, selon l'e-Cahier du CSTB 3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement », de juin 2006, et défini au Dossier Technique :

Attelage de fixations du système de référence avec plaquette métallique :

- Résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1 320 N selon la norme NF P 30-313
- Dimensions de la plaquette : 82 x 40 x 0,8 mm
- Wadmsr = 600 N/ fixation

Attelage de fixations du système de référence avec fût plastique en polyamide PA6 :

- Résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1 350 N selon la norme NF P 30-313
- Dimensions de la plaquette à fût plastique : 82 x 40 x 3 mm qui est utilisé uniquement dans les tôles pleines
- Wadmsr = 600 N/ fixation

1.2.1.7. Mise en œuvre

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté.

La société IKO-AXTER apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

1.2.2. Durabilité

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du revêtement d'étanchéité IKO HYPERFLEX FM peut être appréciée comme satisfaisante.

Entretien et réparations

cf. DTU série 43. Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

1.2.3. Données Environnementales

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. L'attelage de référence à fût plastique est uniquement EGB 2C Ø 4,8 mm ETANCOPLAST HP 4 Ø 82 x 40 uniquement en TAN à plages pleines. Pour l'attelage à fût plastique, il n'y a pas de règles d'adaptation.
- b. La fonction de réflexion de la couleur REFLECT (RAL 9010), n'est pas évaluée par le GS 5.2.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire (s) : **Société IKO-AXTER**
 6, rue Laferrière
 FR – 75009 Paris
 Internet : www.iko.fr

2.1.2. Identification

Les rouleaux reçoivent les étiquettes où figurent :

- Le fabricant
- Le nom commercial de la feuille
- Les dimensions de la membrane
- Les conditions de stockage
- Le numéro de fabrication
- Le marquage CE suivant la norme EN 13956

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les feuilles du système IKO HYPERFLEX FM font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société IKO-AXTER sur la base de la norme EN 13956.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE et sont accompagnés des informations visées par l'annexe ZA des normes EN 13956. Les fixations sont directement fournies par leurs fabricants, et leurs emballages permettent leur identification.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé IKO HYPERFLEX FM est un revêtement d'étanchéité monocouche constitué de feuilles en PVC -P (polychlorure de vinyle plastifié) armées par du tissu polyester, fixé mécaniquement.

La feuille monocouche HYPERFLEX FM existe en largeur 1,60 m ou 1,025 m et d'épaisseur :

- 1,2 mm : HYPERFLEX FM 1,2-1600 et HYPERFLEX FM 1,2-1025
- 1,5 mm : HYPERFLEX FM 1,5-1600 et HYPERFLEX FM 1,5-1025

Elles sont fixées mécaniquement en lisière (sous recouvrement soudé) à l'élément porteur. Le recouvrement est de 100 mm minimum avec une largeur minimale de soudure de 30 mm (cf. figures 1 à 3).

La distance entre les lignes de fixation est de 1,5 m maximum.

Si la densité de fixation le nécessite vis-à-vis de la tenue au vent, les feuilles préfabriquées de largeur 1,60 m et 1,025m sont :

- Soit pour les membranes HYPERFLEX FM 1,2 ou 1,5-1600 coupées :
 - En deux en largeur 0,8 m
 - En trois en largeur 0,53 m
- Soit pour les membranes HYPERFLEX FM 1,2 ou 1,5-1025 coupées
 - En deux en largeur 0,51m
- Soit reçoivent une ou deux lignes de fixations intermédiaires traversantes. Elles sont alors pontées par des bandes soudées à l'air chaud de même épaisseur que celle de la partie courante (cf. §2.4.2.2 et figures 2 et 2 bis)

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Feuilles manufacturées

Les feuilles du procédé IKO HYPERFLEX FM sont produites à partir d'un mélange de chlorure de polyvinyle, de plastifiants, de stabilisants thermiques, de charges minérales, d'adjuvants (lubrifiants, anti-UV, pigments). Ce mélange est ensuite extrudé à l'épaisseur désirée.

2.2.2.1.1. HYPERFLEX FM

C'est une feuille PVC-P armée par un tissu de polyester. Les feuilles HYPERFLEX FM 1,2-1600, HYPERFLEX FM 1,2-1025, HYPERFLEX FM 1,5-1600 et HYPERFLEX FM 1,5-1025 (cf. tableau 2) sont conformes au Guide technique UEAtc de décembre 2001 (e-Cahier du CSTB 3539, de janvier 2006).

Les coloris disponibles pour les 4 membranes sont :

- RAL 3016 : ROUGE
- RAL 6000 : VERT
- RAL 7012 : GRIS ANTHRACITE
- RAL 7040 : GRIS
- RAL 9010 : REFLECT

dont le format, la composition, l'utilisation et les caractéristiques sont définies dans les *tableaux 2 et 3*.

2.2.2.1.2. HYPERFLEX H

C'est une feuille non armée. Le PVC-P est de même composition que pour la membrane HYPERFLEX FM 1,5.

2.2.2.1.3. HYPERFLEX CAMINO (cf figure 4)

C'est une feuille destinée aux chemins de circulation. Elle est identique à la feuille HYPERFLEX FM 1,5 avec une surface structurée.

2.2.2.2. Matériaux complémentaires

2.2.2.2.1. Écrans pare-vapeur

Pour l'emploi cf. tableau 4, présentation et caractéristique :

- IKO VAP ACIER : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO VAP : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO DUO FUSION G/F : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO VAP ALPA 2 en 1 : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO VAP ALPA 3 en 1 : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO RLV ALU/F : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO VAP STICK ALU : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO VAP STICK : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- IKO VAP STICK ALU GR : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION
- HYPERFLEX PV : Pare-vapeur polyéthylène avec un film de polyéthylène d'épaisseur ≥ 0.3 mm conforme à la norme EN 13984 et ayant un $S_d \geq 250$ m. Traitement des jonctions par bande adhésive double-face en caoutchouc butyle HYPERFLEX ADF.
 - Adhésif double-face HYPERFLEX ADF : Adhésif double-face caoutchouc – butyl, largeur ≥ 10 mm, longueur 30m.
 - HYPERFLEX PV jointoyé avec HYPERFLEX ADF : cisaillement des joints (EN 12317-2) ≥ 50 N/50 mm.

2.2.2.2.2. Ecrans de séparation

Ecrans de séparation selon les conditions d'emploi du tableau 1:

- VOILECRAN 100 : voile de verre 100 g/m²
- HYPERFLEX GO : non-tissé synthétique de 300 g/m²
- IKO ECRAN PERFO : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION

2.2.2.2.3. Couche de désolidarisation

Sous protection dure pour zone ou terrasse technique soit :

- Lit de granulats d'épaisseur 3 cm minimum
- HYPERFLEX GO posé à recouvrement de 10 cm minimum

2.2.2.2.4. Autres matériaux

HYPERFLEX STIK pour collage des relevés et habillage

Colle à prise rapide à base de caoutchouc nitriles et de résines synthétiques en solution dans des solvants organiques.

Elle s'utilise en relevés et émergences pour le collage des feuilles de gamme HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) -1600 et 1025, sur différents supports tels que le métal, le béton, le bois.

La colle HYPERFLEX STIK s'utilise aussi pour le collage de la membrane HYPERFLEX H non armée sur les émergences et évacuations, utilisée en double encollage :

- Conditionnement : bidon métallique de 5 kg
- Couleur beige clair à jaune clair
- Étiquetage : suivant réglementation européenne, avec consignes de sécurité

- Stockage : entre + 5 °C et + 25 °C, 12 mois dans l'emballage d'origine
- Consommation : en double encollage $\geq 2 \times 150 \text{ g/m}^2$
- Temps de séchage : 5 min
- Temps ouvert à 20 °C : 30 min
- Extrait sec : environ 29 %
- Densité : environ 0,90

La fabrication de ce produit fait l'objet d'un cahier des charges spécifique entre IKO -AXTER et son fournisseur, ce dernier est certifié ISO 9001. Les caractéristiques telles que la viscosité Brookfield et l'extrait sec sont fournies à travers un certificat qualité à chaque livraison.

HYPERFLEX LIQUID PVC pour finitions de joints

- PVC en solution dans du THF, densité 1
- Utilisé pour la finition de joints
- Bidons de 2,5 l étiquetés selon réglementation européenne, avec consignes de sécurité
- Consommation 10 g/mètre linéaire
- S'applique au flacon applicateur muni d'un embout pour la protection des bords apparents des jonctions des lés
- Produit irritant et inflammable, manipulation avec gants et lunettes
- Stockage au-dessus de 0 °C

HYPERFLEX NET

- Mélange de solvants spécialement étudié - Activateur d'adhérence
- Nettoyage de la membrane HYPERFLEX FM avant mise en œuvre d'une réparation ou d'une reprise de soudure
- Bidons de 5 l étiquetés selon réglementation européenne, avec consignes de sécurité
- Densité : environ 0,89
- Application au chiffon imbibé

2.2.2.2.5. Accessoires divers

Tôle plastée : HYPERFLEX PROFIL

Tôle d'acier galvanisée d'épaisseur 0,6 mm sur laquelle est colaminée une feuille de PVC plastifiée d'épaisseur 0,6 mm de même nature que les membranes HYPERFLEX H, de coloris gris (RAL 7040).

Elle est utilisée pour l'exécution des points particuliers en rive et en tête de relevés ou comme accessoire pour fixation mécanique en pied de relevé ou sur lignes intermédiaires.

Présentation :

- Tôles de longueur 2 m. Poids 5,5 kg/m² environ
- HYPERFLEX PLAQUE : largeur 1 m
- HYPERFLEX PROFIL R : largeur de développé 10 cm
- HYPERFLEX PROFIL C : largeur de développé 20 cm

Les membranes HYPERFLEX sont soudées à chaud sur la tôle.

Le pontage des tôles (espacées de 3 mm environ) est réalisé par soudure d'une bande de pontage en HYPERFLEX H de 15 cm de large conformément à la figure 5.

Fixations pour profilés

La fixation des profilés en tôles plastées et des profilés métalliques est assurée par des fixations à tête plate ou faiblement bombée. Suivant le type de support, elle est réalisée par des vis auto-perceuses, des tape-vis, des rivets à expansion ou des vis à bois. L'espacement entre fixations est maximum de 25 cm.

Angles préfabriqués HYPERFLEX AS et HYPERFLEX AR

Pièces préformées à partir de PVC non armé (PVC de même composition que l'HYPERFLEX H) d'épaisseur 1,5 mm, utilisées comme finition de l'étanchéité des angles, disponibles dans tous les coloris.

Pièce pour :

- Angle rentrant : HYPERFLEX AR (cf. figure 6)
- Angle sortant : HYPERFLEX AS (cf. figure 6 bis)

EIF :

- IKOpro Primaire ECOL'eau : cf. Document Technique D'Application IKO DUO FUSION
- IKOpro Primaire Bitume Adérosol SR : cf. Document Technique D'Application IKO DUO FUSION
- IKOpro Primaire Bitume Adérosol GC : cf. Document Technique D'Application IKO DUO FUSION

IKO Band Butyle :

- Bande d'étanchéité autoadhésive : cf. Document Technique D'Application IKO DUO FUSION

2.2.2.2.6. Attelages de fixations mécaniques

Attelages de fixation des isolants

Plaquettes conformes aux normes NF DTU série 43

Éléments de liaison à l'élément porteur conformes aux normes -DTU série 43 ou au Document Technique d'Application spécifique du panneau isolant.

Attelages de fixation de l'étanchéité en tête de lé

Les fixations mécaniques de référence (cf. § 2.4.2.2.3) sont commercialisées par les Sociétés SFS Intec et par LR Etanco.

D'autres modèles de fixations avec plaquette métallique sont admis sous réserve de respecter les Règles d'adaptation figurant en *Annexe A*.

2.2.2.2.7. Outils et accessoires de mise en œuvre

Soudeuse automatique à air chaud

- Pour la réalisation de soudures de 3 cm minimum de large
- Débit d'air chaud 400 à 600 l/min, température réglable en continu entre 20 °C et 650 °C
- Vitesse d'avance réglable de 0,50 à 12 m/min
- Poids : environ 20 kg
- Marques : Leister Variant, Forplast W, Sievert

Soudeuse manuelle à air chaud à double isolation

- Pour la réalisation de soudures à la main de 3 cm minimum de large
- Puissance 1 460 W en 210 V ou 1 300 W en 220 V
- Débit d'air chaud 50 à 230 l/min, température réglable en continu entre 20 °C et 700 °C
- Poids : environ 1,5 kg
- Marques : Leister Triac, Forplast Quick L Electronique, Sievert

Rouleau de pression

Rouleau de 40 mm de largeur en silicone avec axe à roulements à billes monté sur monture en bois ou similaire pour maroufler la soudure (non fourni par IKO-AXTER).

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes - DTU ou des Documents Techniques d'Application les concernant et conformes au CPT « Etanchéités de toitures par membranes monocouches en PVC -P non compatible avec le bitume faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (Fascicule du CSTB 3502, avril 2004).

Les supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être secs, stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure d'huile, plâtre, hydrocarbure, etc.

2.3.2. Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 et les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi à l'exception des formes de pente en béton lourd ou léger, des voiles précontraints, des voiles minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage intégré, des planchers comportant des distributions électriques noyées, et des planchers de type *D* définis dans la norme NF DTU 20.12.

La préparation des supports est effectuée conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 et des Avis Techniques les concernant. Les pontages sont réalisés avec une bande de 20 cm d'IKO RLV ALU/F face aluminium contre le support.

Lorsque l'élément porteur est également le support du revêtement d'étanchéité, un écran de séparation HYPERFLEX GO est prévu entre le support et le revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1). Il est déroulé à sec, joints de recouvrements de 10 cm libres.

2.3.3. Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois

Sont admis :

- Les éléments porteurs et les supports panneaux bois et à base de bois conformes au NF DTU 43.4 ainsi que les supports non traditionnels et ceux en bois massif à usage structurel non traditionnels (CLT) bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable pour l'emploi considéré :
 - Lorsque le pare-vapeur est soudé : La préparation comporte le pontage des joints de panneaux en IKO DUO FUSION AR/F ou IKO RLV ALU/F de 20 cm de largeur sur les joints, la face aluminium ou ardoisée sur le support. L'application d'un EIF n'est pas obligatoire.
 - Lorsque le pare-vapeur est adhésif :
 - La préparation du support comprend l'imprégnation par un EIF en évitant les joints de panneaux. Les pontages ne sont pas nécessaires.
 - Lorsque le pare-vapeur est indépendant ou semi-indépendant par clouage : Les supports ne nécessitent ni pontage, ni imprégnation préalable à l'EIF
- Lorsque l'élément porteur est également le support du revêtement d'étanchéité, un écran de séparation VOILECRAN 100 est prévu entre le support et le revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1). Il est déroulé à sec, joints de recouvrements de 10 cm libres.

- Les panneaux à base de bois non traditionnels ainsi que ceux en bois massif à usage structurel non traditionnels (CLT) conformes au e-Cahier du CSTB 3814 de novembre 2019 et bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable pour l'emploi et la destination visés par le présent Dossier Technique.

Dans le cas d'un support non traditionnel, le Document Technique d'Application de l'élément porteur à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaison nement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique des panneaux isolants, limite au vent extrême du système selon les Règles NV 65 modifiées. La préparation et le pontage de ces supports sont définis dans le DTA du panneau.

En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage des panneaux isolants doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur.

2.3.4. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Sont admis :

- Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (pleines, perforées ou crevées) conformes au NF DTU 43.3 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement cet emploi,
- Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées conformes au C PT « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm dans les départements européens » (e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009).

2.3.5. Supports isolants non porteurs

- Sont admis les panneaux isolants mentionnés dans le tableau 1, dans les conditions de leur Avis Technique particulier pour l'emploi considéré.

Le revêtement d'étanchéité n'apporte pas de limite à la résistance thermique des panneaux isolants.

2.3.6. Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités, type asphalte, apparent, à base de bitume oxydé ou à base de bitume modifié ou membrane synthétique pouvant être sur différents supports (maçonnerie, béton cellulaire, bois et panneaux à base de bois, isolants sur les éléments porteurs précités et sur tôles d'acier nervurées).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités pour leur réemploi, le cas échéant, comme support ou comme écran pare-vapeur sont définis dans la norme NF DTU 43.5.

Sur éléments porteurs maçonnerie, béton cellulaire, bois, panneaux à base de bois, les valeurs d'ancrage ($Q_{réel}$ ou $Pk_{réel}$) des fixations mécaniques envisagées pour la réfection sont systématiquement vérifiées par une campagne de mesures in situ conformément au e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 (annexe A2).

Lorsque l'ancien revêtement est le support direct du revêtement d'étanchéité, un écran HYPERFLEX GO est prévu entre le support et le revêtement d'étanchéité (cf. *tableau 1*).

Dans le cas d'un support isolant existant préservé ou d'un apport d'un nouvel isolant dont la résistance à la compression à 10 % est < 100 kPa (suivant EN 286), les fixations du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas ».

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Mise en œuvre sur support isolant non porteur

2.4.1.1. Mise en œuvre du pare-vapeur

Le *tableau 4* s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur.

Lorsqu'on utilise l'HYPERFLEX PV sur support en maçonnerie, le support doit être d'aspect lissé conformément à la norme NF DTU 21. Si ce n'est pas le cas, l'interposition d'un HYPERFLEX GO entre le support et le pare-vapeur est nécessaire.

Conformément à la norme NF DTU 43.1 P1, dans le cas de panneaux isolants placés sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en béton, la continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient eux-mêmes isolés ou non.

Dans le cas d'HYPERFLEX PV (cf. *figure 7*)

L'adhésif double-face butyl HYPERFLEX ADF est déposé entre un HYPERFLEX PV et la maçonnerie, entre un pied de relevé et la fixation mécanique, puis l'HYPERFLEX PV est rabattu sur l'isolant. Le second adhésif double-face butyle HYPERFLEX ADF est déposé entre l'HYPERFLEX PV et la sous-face de la membrane d'étanchéité l'HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025.

Dans le cas de relevés de hauteur inférieure à 50 cm, il est possible de remonter le pare-vapeur sur le relief sur la hauteur du relevé. Il est maintenu temporairement par un adhésif double-face butyl HYPERFLEX ADF, puis fixé avec la membrane d'étanchéité.

Traitement des angles :

- Angles rentrants : HYPERFLEX PV est replié et les plis sont jointoyés à l'aide de l'adhésif double-face butyl HYPERFLEX ADF
- Angles sortants : HYPERFLEX PV est découpé en pièces assemblées avec l'adhésif double-face butyl HYPERFLEX ADF.

Dans le cas d'un pare vapeur bitumineux (cf. *figure 7 bis*)

Il est prévu un relevé à l'aide d'une bande auto-adhésive surface aluminium IKO Band Butyle dont l'aile horizontale vient en recouvrement de 6 cm au minimum sur le pare-vapeur et l'aile verticale dépassant d'au moins 6 cm la face supérieure du panneau isolant. L'adhésif double-face butyl HYPERFLEX ADF est déposé entre le IKO Band Butyle et la sous-face de l'HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 en partie courante. L'interposition d'un écran n'est pas obligatoire.

2.4.1.2. Mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants utilisés sont ceux mentionnés dans le *tableau 1* faisant l'objet d'un Document Technique d'Application visant favorablement leur emploi en toiture inaccessible ou toitures-terrasses techniques avec revêtement d'étanchéité sous membrane PVC-P fixée mécaniquement et mis en œuvre en conformité avec les prescriptions de ceux-ci.

Les panneaux isolants thermiques admis sont mis en œuvre en un ou plusieurs lits conformément aux prescriptions de leur Document Technique d'Application. Ils sont préalablement maintenus selon les dispositions de leur propre Document Technique d'Application.

Conformément au CPT « Étanchéités de toitures par membranes monocouches en PVC-P non compatibles avec le bitume faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application » (*Fascicule du CSTB 3502*, d'avril 2004) selon la nature de l'isolant et de son parement éventuel, un écran VOILECRAN 100 ou HYPERFLEX GO est prévu (cf. *tableau 1*). Il est déroulé à sec, joints de recouvrements de 10 cm libres.

Dans le cas d'isolants dont la résistance à la compression à 10 % est < 100 kPa (suivant NF EN 826), les fixations du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas » (cf. CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006)).

2.4.2. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

2.4.2.1. Dispositions générales

La composition du revêtement d'étanchéité est indiquée au *tableau 1*.

Les membranes sont fixées mécaniquement à l'élément porteur. Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, les lés sont déroulés perpendiculairement aux nervures des tôles.

Les fixations mécaniques sont disposées en lisières à 1 cm minimum du bord du lé (cf. *figure 3*) sous les recouvrements soudés, et lorsque nécessaire vis-à-vis de la tenue au vent, en pleine feuille sous bande de pontage. Les caractéristiques, densité et répartition des fixations sont données au § 2.4.2.2.

Positionnement et recouvrement des feuilles

Les feuilles sont déroulées planes et sans tension à recouvrements longitudinaux de 10 cm minimum (cf. *figure 1*). Une ligne repère, tracée sur la membrane, guide le recouvrement. Les recouvrements transversaux sont de 5 cm, décalés entre eux d'au moins 30 cm.

Il est interdit de superposer 4 lés à un croisement de recouvrements. Tous les croisements doivent être en T (cf. *figures 8 à 8 ter*), les lisières sont chanfreinées (avec le bec de l'appareil à air chaud par exemple) pour éviter la formation de canaux capillaires puis marouflées.

La sous-face des feuilles est de couleur gris anthracite ; les feuilles ne sont pas réversibles.

Jonctions par soudure à l'air chaud

Les membranes s'assemblent entre elles de façon homogène et étanche à l'air chaud. La soudure thermique s'effectue en passant la buse à air chaud d'un appareil automatique ou manuel (cf. § 2.2.2.2.7) entre les bords à assembler, en marouflant à l'avancement.

La température de l'air distribué doit être réglée pour que, à la vitesse de progression utilisée, il n'y ait ni combustion du matériau (qui se manifesterait par un dégagement de fumée noire), ni fusion insuffisante (qui se manifesterait par un manque d'adhérence).

Les surfaces à assembler doivent être sèches et propres.

La largeur de soudure effective est de 30 mm minimum en tout point.

Avant chaque reprise de chantier, il est procédé à un essai de soudure avec contrôle destructif par pelage manuel sur échantillon conformément au Fascicule du CSTB 3502 d'avril 2004.

Contrôle des soudures

Toutes les soudures doivent être soigneusement contrôlées après refroidissement avec une pointe sèche métallique (ou similaire) que l'on déplace le long de la jonction. Les défauts sont notés au passage pour effectuer les reprises nécessaires, puis réparés à l'aide d'une pièce soudée de membrane de forme appropriée.

Finition des soudures (cf. *figure 3*)

La finition des soudures est conseillée en tant que témoin de l'exécution de l'autocontrôle du chantier par l'entreprise ou pour cacher esthétiquement la tranche des membranes.

Elle n'est obligatoire qu'en fond de noue à pente nulle.

On dépose un cordon d'HYPERFLEX LIQUID PVC (10 g/mètre linéaire environ) le long de la jonction, après autocontrôle et le jour même de la mise en œuvre du soudage de la membrane.

2.4.2.2. Répartition des fixations

2.4.2.2.1. Généralités

La densité de fixation n'est jamais inférieure à 3 fix/m².

Elle est calculée en fonction de la zone et du site de vent par référence :

- Aux Règles NV 65 modifiées ;

- Aux dispositions du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563, de juin 2006)
- En fonction des caractéristiques du bâtiment : élancement, hauteur au faîtage, perméabilité à l'air des parois (bâtiment ouvert ou fermé), forme de ses versants (plans ou courbes)
- De la zone et du site de vent (zones 1 à 4 ; site normal ou exposé)
- De la résistance à l'arrachement (Wadmsr) du système de fixation utilisé dans l'élément porteur à considérer (règle d'adaptation en annexe)
- De la zone en toiture : parties courantes, rives, angles, etc. (cf. *tableau 5*).

Largeur des feuilles, lignes de fixations intermédiaires et entraxe minimum entre fixations

Quelle que soit la densité requise, l'entraxe entre fixations ne doit pas être inférieur à 18 cm.

Pour y parvenir, notamment en rive et angle, il est nécessaire, conformément aux *tableaux 6 à 9 bis* de prévoir soit :

- Des membranes HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 avec des fixations en lisière sous recouvrement de largeur réduite coupées sur chantier :
 - Soit en deux en largeur 0,8 m
 - Soit en trois en largeur 0,53 m
- Des membranes HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1025 avec des fixations en lisière sous recouvrement de largeur réduite coupées en deux en largeur 0,51 m
- Des lignes intermédiaires de fixations réalisées par des fixations traversantes sous pontage en pleine feuille (cf. figures 2 et 2bis). Les fixations intermédiaires sont identiques à celles utilisées en lisière et sont mises en œuvre avec le même entraxe. Sur la membrane HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 déroulée et fixée sous le recouvrement, les lignes de fixations intermédiaires sont alignées parallèlement à la lisière longitudinale des lés. L'entraxe entre deux fixations ne sera pas inférieur à 18 cm. Les bandes de pontages en HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 (d'épaisseur identique à celle de partie courante) coupées sur chantier de largeur 15 cm minimum sont déroulées en recouvrant les lignes de fixations et soudées sur la feuille HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 longitudinalement et transversalement. Elles sont arrêtées avant le bord transversal de partie courante. (cf. *figure 8 ter*).

Pour définir l'entraxe E entre deux fixations en fonction de la densité requise, on se reportera directement aux *tableaux 6 à 9 bis* qui présentent les combinaisons admises entre largeur de feuille et lignes intermédiaires de fixations.

Cas des tôles d'acier nervurées à Ohn > 70 mm

Dans le cas d'éléments porteurs en TAN dont l'ouverture haute de nervure (Ohn) est > 70 mm (et ≤ 200 mm), un espacement entre 2 fixations inférieur à 18 cm peut être appliqué, tout en restant supérieur à 12 cm et en étant entouré de 2 entraxes de 18 cm au moins : lorsqu'un attelage tombe dans une ouverture haute de nervure, cet attelage est reporté sur la plage précédente tout en conservant ensuite le rythme théorique de pose des attelages de fixations.

Fixations en pied de relevé (cf. figure 9).

En périphérie de toiture et au pied de relevé de chaque émergence ou édicule, la feuille HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 de partie courante est relevée verticalement sur 5 cm minimum puis est fixée en pied de relevé par des fixations ponctuelles distantes de 25 cm minimum ou toutes les plages de bac dans le cas d'un élément porteur TAN.

2.4.2.2. Répartitions précalculées des fixations mécaniques

Densités précalculées des fixations mécaniques

Les *tableaux 6 à 9 bis* récapitulent les calculs des espacements entre fixations dans les conditions simplifiées des Règles NV 65 modifiées pour des bâtiments avec éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en bois, à versants plans de hauteur 20 m au plus, ouverts ou fermés, en travaux neufs ou de réfection.

Ces tableaux ont été établis sur la base d'un calcul, prenant en compte un :

- Wadmsr = 600 N/fixation obtenu avec la fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{ksr} = 1\,320\text{ N}$ selon la norme NF P 30-313 avec une plaquette métallique
- Wadmsr = 600 N/fixation avec le fût plastique ETANCOPLAST HP 4 et sur élément porteur en tôles d'acier nervurées à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur et $P_{ksr} = 1\,350\text{ N}$ selon la norme NF P 30-313.

Choix des largeurs de lés, des lignes intermédiaires et espacements entre fixations mécaniques sur une même ligne

En fonction de la densité requise pour le bâtiment à considérer, la répartition des lignes intermédiaires ainsi que l'espacement E entre fixations à retenir sont indiqués en *tableaux 6 à 9bis*.

Une tolérance de 10 % de dépassement de la valeur de E est admise à condition de réduire d'autant l'entraxe de la fixation suivante.

Autres cas

Les autres cas (bâtiment de hauteur > 20 m ou élancé) sont fournis par l'assistance technique d'IKO-AXTER, sur demande.

Pour les autres éléments porteurs et/ou d'autres attelages de fixations métalliques (hormis les fûts plastique) et dans le cas de travaux de réfection, l'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du *Cahier du CSTB 3563 - juin 2006* « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité des toitures fixés mécaniquement » (cf. *Annexe A*). Ces calculs peuvent modifier les répartitions précalculées, l'assistance technique de la Société IKO-AXTER doit être consultée.

2.4.2.2.3. Fixation mécanique de référence

Avec plaquette métallique

La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette IR 82 x 40 x 1 mm associée à la vis IR2 de Ø 4,8 mm, solide au pas et de $P_{ksr} = 1\,320\text{ N}$ selon la norme NF P 30-313 de SFS Intec sur tôle d'acier de 0,75 mm d'épaisseur.

D'autres modèles de fixations ou plaquettes sont admises dans les conditions des règles d'adaptation de l' *annexe A*.

Avec fût plastique (uniquement sur tôle pleine)

La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 82 x 40 épaisseur 3 mm en polyamide PA6 associée à la vis EGB de Ø 4,8 mm solide au pas, et de $P_{k_{sr}} = 1\,350$ N selon la norme NF P 30-313 de Lr ETANCO (cf *Annexe B*) sur tôle d'acier de 0,75 mm d'épaisseur. Cette fixation est utilisée uniquement dans des tôles d'acier nervurées pleines. Les règles d'adaptation des plaquettes à fûts plastiques ne sont pas admises.

2.4.2.3. Mise hors d'eau en fin de journée (cf. figure 10)

En fin de journée, ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau comme suit :

- Une bande adhésive en butyle placée entre l'élément porteur et l'HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 dans le cas des travaux neufs,
- Une bande de membrane bitumineuse soudée liaisonnant la membrane avec le premier élément adhérent à l'élément porteur ou l'élément porteur lui-même. À la reprise des travaux, la partie de la membrane HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 en contact avec la chape soudable est découpée.

2.4.3. Relevés et émergences

Cf. figures 7 – 7 bis – 7 ter – 11 - 12

2.4.3.1. Généralités

Les reliefs et les dispositifs d'écartements des eaux de ruissellement des relevés sont réalisés conformément aux normes – DTU série 43 et DTU 20.12 concernées ainsi que par le CPT « Etanchéité de toitures par membranes monocouches en PVC-P non compatible avec le bitume » faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un document Technique d'Application (e-cahier du CSTB 3502, d'avril 2004).

Dans le cas de relevés isolés, au CPT Commun « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotères en béton des toitures accessibles, inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées et toitures jardin sur éléments porteurs en maçonnerie » e-Cahier du CSTB 3741_V2 de janvier 2020.

Dans le cas de présence d'un rupteur thermique, les préconisations de son Avis Technique particulier sont à respecter.

Les feuilles de partie courante sont relevées le long du relief sur 5 cm minimum.

Les relevés utilisent les feuilles HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 en bandes distinctes des feuilles de la partie courante.

Les feuilles de relevés se recouvrent entre elles de 5 cm au moins et leurs jonctions sont soudées sur 3 cm au minimum (cf. § 2.4.2) avec une finition éventuelle (cordon HYPERFLEX PVC LIQUID) et recouvrent la partie courante par un talon de 10 cm au moins, soudé et avec débord de 5 cm au minimum au-delà de la plaquette de la fixation du pied du relevé (cf. figure 9).

Les feuilles de relevés sont systématiquement fixées mécaniquement en tête, ou soudées en tête sur une tôle plastée HYPERFLEX PROFIL, elle-même fixée mécaniquement. Dans tous les cas, l'étanchéité à l'air en tête doit être assurée par un joint en mastic avec label SNJF façade 25 E (cf. figures 7, 7 bis, 7 ter et 12).

Angles de relevés (cf. figures 6 et 6 bis)

On utilise en finition des pièces spéciales préformées HYPERFLEX AR (angle rentrant en veillant à avoir la face de finition en surface) ou HYPERFLEX AS (angle sortant en veillant à avoir la face de finition en surface) ou façonnées avec la feuille HYPERFLEX H.

Des pièces en HYPERFLEX H sont également utilisées pour habiller des formes contournées.

Composition des relevés (cf. figures 7, 7 bis, 7 ter et 12).

Selon la nature et la hauteur du relevé, les membranes HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 - 1025 de relevés sont :

- Posées libre
- Collées en plein avec l'HYPERFLEX STIK

ou

- Fixées par lignes intermédiaires de fixations
- Dans le cas où les relevés sont de hauteur $h \leq 20$ cm, la composition, en fonction du support est celle décrite ci-dessous :
 - Relief en maçonnerie : feuille de relevé libre avec HYPERFLEX GO ou collage en plein + feuille de relevé en HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) + fixation en tête
 - Costière métallique ou bois : feuille de relevé libre ou collée en plein en HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) + fixation en tête
 - Panneaux isolants : écran de séparation chimique éventuel selon nature de l'isolant (cf. tableau 1) + feuille de relevé en HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) libre + fixation en tête
- Dans le cas où les relevés sont de hauteur $20 \text{ cm} \leq h \leq 50$ cm, sont en pose libre, et lorsque le relevé n'est pas protégé des effets du vent (risques de battement au vent), une ligne de fixation intermédiaire sur tôle plastée HYPERFLEX PROFIL en milieu de relevé est ajoutée. La composition du relevé est celle décrite ci-dessus (cf. figure 11)
- Dans le cas où les relevés sont de hauteur $h \geq 50$ cm et sont en pose libre, l'entraxe entre lignes intermédiaires de fixations sur tôle plastée HYPERFLEX PROFIL est ≤ 50 cm. La composition du relevé est celle décrite ci-dessus (cf. figure 11)

2.4.3.2. Dispositifs écartant les eaux de ruissellement

Les relevés sont protégés en tête, conformément aux normes NF DTU série 43 et au NF DTU 20.12 et au e-cahier du CSTB 3502, d'avril 2004.

Le dispositif écartant les eaux de ruissellement en tête des relevés pourra être également constitué d'une bande porte solin métallique.

2.4.4. Ouvrages particuliers

2.4.4.1. Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes.

Pour les noues en pente, la finition des soudures par un cordon de PVC liquide HYPERFLEX LIQUID PVC est conseillée (au choix de l'entreprise).

Pour les noues à pente nulle, la finition des soudures par un cordon de PVC liquide HYPERFLEX LIQUID PVC est obligatoire (cf. § 2.2.2.2.4

Dans le cas des noues centrales, une ligne de fixations mécaniques complémentaires sous pontage est placée au changement de pente.

2.4.4.2. Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux normes NF DTU série 43 concernées.

Entrées d'Eaux Pluviales (EEP)

EEP conforme aux normes DTU série 43 fixée mécaniquement à l'élément porteur. Une membrane non armée HYPERFLEX H est collée sur la platine, avec la colle HYPERFLEX STIK. La membrane HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de la partie courante est soudée sur l'HYPERFLEX H (cf. figures 13 et 14)

Trop-pleins

Trop-plein conforme aux normes DTU série 43 fixé mécaniquement à l'élément porteur. Une membrane non armée HYPERFLEX H est collée sur le conduit, avec la colle HYPERFLEX STIK. La membrane HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de la partie courante est soudée sur l'HYPERFLEX H (cf. figure 15).

Pénétrations

Une membrane non armée HYPERFLEX H est collée sur le conduit, avec la colle HYPERFLEX STIK et soudée sur la membrane HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de la partie courante (cf. figure 16).

2.4.4.3. Joint de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés sur costières conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43

2.4.4.4. Chemins de circulation, terrasses techniques et zones techniques

Sur pentes $\leq 50\%$, des chemins de circulation réservés au passage pour entretien sont admis. Ils sont traités avec une feuille HYPERFLEX CAMINO de couleur différente de celle des parties courantes. Elle est soudée à l'air chaud, par points en son centre et est soudée en continu en périphérie sur l'HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 de partie courante.

Terrasses techniques et à zones techniques : elles sont traitées comme les chemins de circulation. La pose de l'HYPERFLEX CAMINO se fait bord à bord.

DANS le cas d'une pente inférieure à 5 %, la protection dure sur couche de désolidarisation peut être constituée par des dalles préfabriquées en béton posée sur un HYPERFLEX GO à recouvrement de 10 cm minimum, ou sur un lit de granulats d'épaisseur 3 cm minimum

2.4.5. Dispositions particulières

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées et formées aux techniques de pose des revêtements d'étanchéité synthétiques à base de PVC-P par la Société IKO-AXTER.

Sécurité à la mise en œuvre

La feuille est glissante lorsqu'elle est humide. Les dispositions constructives de la toiture doivent permettre de satisfaire aux exigences réglementaires concernant la prévention des risques professionnels et notamment ceux des chutes de personnes amenées à accéder, travailler ou circuler sur la toiture.

Manutention

Prévoir des matériels adaptés pour la manutention de rouleaux de plus de 25 kg.

Les rouleaux sont livrés couchés sur palette.

Les rouleaux doivent être stockés à plat sur une surface sèche et exempte d'aspérités.

Il existe à cet effet des fourches avec poignées de levage pour la répartition de la charge sur 2, 3, 4 personnes en fonction du poids des rouleaux (non fournis par IKO-AXTER).

2.5. Entretien et Réparation

L'entretien des toitures est celui prescrit par les normes DTU série 43 et au *Fascicule du CSTB 3502*, avril 2004.

En cas de blessure accidentelle, le revêtement d'étanchéité peut être réparé, après nettoyage de la membrane avec le produit HYPERFLEX NET dans la zone concernée, par des pièces de la membrane HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 (1025) utilisée en partie courante découpées de forme voulue (5 cm en périphérie plus grande que la blessure) et soudées (cf. § 2.4.2.1).

2.6. Formation et Assistance technique

Formation

Chaque nouvel applicateur reçoit avant travaux, une formation théorique et pratique sur ce procédé au Centre de Formation IKO-AXTER situé en France à Courchelettes (59).

La formation porte sur la réalisation des soudures sur membranes PVC-P, le contrôle des soudures et les diverses techniques de mise en œuvre.

Après formation, une carte nominative attestant de leur qualification est remise aux étancheurs ayant fait la preuve de leurs capacités professionnelles.

Un monitorat lors de la réalisation de premiers chantiers en complément de la formation précitée est également fourni sur demande de l'entreprise.

Assistance technique

Une assistance technique peut être demandée à la Société IKO-AXTER notamment pour la démonstration de mise en œuvre du procédé et la détermination du mode de fixation des constituants de la toiture (pare-vapeur, isolant thermique) en fonction des charges de dépression.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Fabrication

La fabrication des membranes HYPERFLEX FM 1,2 (1,5)-1600 et 1025 fait l'objet d'un cahier des charges spécifique entre IKO-AXTER et son fournisseur (Usine de Napajedla - République Tchèque), certifiés tous deux ISO 9001 et ISO 14001.

Le mélange de PVC-P est enduit par extrusion sur chacune des deux faces d'une armature en tissu de polyester.

La sous-face des feuilles est de couleur gris anthracite ; les feuilles ne sont pas réversibles.

Identification de l'armature : 1 100 dtex, 125 g/m², maille 3 fils/cm x 3 fils/cm. Elle est positionnée à mi-épaisseur dans la feuille.

2.7.2. Contrôles de fabrication

Les contrôles (cf. *tableau 10*) sont réalisés conformément à la norme EN 13956 et au Guide technique UEAtc de décembre 2001 (*e-Cahier du CSTB 3539*, de janvier 2006).

Les fabrications font l'objet d'un certificat qualité à chaque livraison.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Les essais ont été exécutés selon le Guide UEAtc général, et spécifique aux membranes d'étanchéité à base de PVC plastifié. Ils ont fait l'objet de compte rendus suivants :

- Rapport d'essai du BDA Hollande n° 0333-L-12/2 (Xenotest 2 500 heures/4 500 MJoules)
- Rapport d'essai du BDA Hollande n° 0108-K-12/1 (plusieurs caractéristiques du Guide UEAtc de 2001)
- Rapport d'essai du BDA Hollande n° 0275-L-13/1 (capillarité, adhérence inter-laminaire, taux de cendre, Guide UEAtc de 2001)
- Rapport d'essai de tenue au vent n° 0156-L-13, du 11 juin 2013, laboratoire du BDA
- Rapport d'essai de tenue au vent n° n° 0156-L-13, du 13 décembre 2013, laboratoire du BDA
- Procès-verbal de classement de tenue au feu extérieur n° PK5-03-12-016-F-0 du laboratoire PAVUS a.s du 12 juillet 2012 : classement BROOF (t3)
- Procès-verbal de classement de tenue au feu extérieur n° PK5 03 12-017-F-0 du laboratoire PAVUS a.s du 12 juillet 2012 : classement BROOF (t3)

2.8.2. Références chantiers

L'usine de Napajedla fabrique des membranes PVC depuis 1980.

La commercialisation en France du procédé IKO HYPERFLEX FM a débuté en 2010. Plus de 8 000 000 m² ont été mis en œuvre, dont 3 600 000 depuis décembre 2017.

2.9. Tableaux du Dossier Technique

Élément porteur (1)	Support direct du revêtement	Écran de séparation (5)	Toitures inaccessibles (2)
Maçonnerie (Pente $\geq 1\%$) ou Bois ou panneaux à base de bois ou CLT (Pente $\geq 3\%$)	Maçonnerie	HYPERFLEX GO	HYPERFLEX FM 1,2 ou HYPERFLEX FM 1,5
	Bois	VOILECRAN 100	
	Panneaux à base de bois	VOILECRAN 100	
	CLT	VOILECRAN 100	
	Laine de roche nue	Pas d'écran	
	Laine de verre nue	Pas d'écran	
	PIR	Pas d'écran	
	Perlite expansée (fibrée) nue	VOILECRAN 100	
	Polystyrène expansé ⁽³⁾		
Tôles d'acier nervurées (Pente $\geq 3\%$)	Laine de roche nue	Pas d'écran	
	Laine de verre nue	Pas d'écran	
	PIR	Pas d'écran	
	Perlite expansée (fibrée) nue	VOILECRAN 100	
	Polystyrène expansé ⁽³⁾		
Ancien revêtement (cf. § 2.3.6.)	Asphalte sans protection	HYPERFLEX GO	HYPERFLEX FM 1,2 ou HYPERFLEX FM 1,5
	Bitumineux apparent		
	Bitumineux protection métallique non délardée		
	Membrane synthétique ⁽⁴⁾		
	Autres asphaltes		
	Enduit pateux, ciment volcanique		
<i>Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois</i>			
<p>(1) Pente minimale admise par l'élément porteur en conformité avec la norme DTU série 43 ou par son Document Technique d'Application.</p> <p>(2) cf. § 2.4.4.4 pour les chemins de circulation et zones techniques.</p> <p>(3) Admis en zones techniques si le Document Technique d'Application de l'isolant le permet.</p> <p>(4) Sauf dans le cas d'une ancienne membrane synthétique autre que PVC sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. tableau 1 de la norme NF DTU 43.5).</p> <p>(5) Déroulé à sec, joints de recouvrements de 10 cm libres. Le VOILECRAN 100 peut être substitué par l'HYPERFLEX GO.</p>			

**Tableau 1 – Destination et composition du revêtement d'étanchéité - Travaux neufs et de réfection
France européenne – climat de plaine**

Caractéristiques	Unités	Normes de référence	Valeurs spécifiées Membranes HYPERFLEX		
			FM 1,2-1025 FM 1,2-1600	FM 1,5-1025 FM 1,5-1600 et CAMINO	H
Épaisseur	mm	EN 1849-2	1,2 ± 5 %	1,5 ± 5 %	1,5 ± 5 %
Masse surfacique	g/m ²	EN 1849-2	1 550 ± 10 %	1 940 ± 10 %	1 940 ± 10 %
Rectitude	mm	EN 1848-2	≤ 30		
Planéité	mm	EN 1848-2	≤ 10		
Résistance en traction LxT	État neuf	N/50 mm	EN 12311-2	≥ 1 000	
	Vieillessement 6 mois à 70 °C	%	Guide UEAtc	Δ ≤ 20 %	
Allongement à la rupture LxT	État neuf	%	EN 12311-2	≥ 15 x 20	
	Vieillessement 6 mois à 70 °C	%	Guide UEAtc	Δ ≤ 20 %	
Stabilité dimensionnelle	%	EN 1107-2	≤ 0,3		≤ 2
Adhérence inter laminaire	N/50 mm	EN 12316-2	≥ 80 N/50 mm		
Résistance à la déchirure amorcée	N	EN 12310-2	≥ 200 x 220		
	N		≥ 100		
Résistance à la déchirure au clou LxT	N	EN 12310-1	≥ 350		
Souplesse à basse température LxT	État neuf	°C	EN 495-5	≤ -25	
	Vieillessement 6 mois à 70 °C	%	Guide UEAtc PVC-P de 2001	Δ ≤ 2 %	
Résistance au poinçonnement statique	kg	EN 12730 méthode A	≥ 20		
Résistance au choc	mm	EN 12691 :2006 Méthode A	≥ 1 000	≥ 1 500	
	mm	EN 12691 :2006 Méthode B	≥ 2 000		
Poinçonnement statique	kg	NF P 84-354	L4		
Poinçonnement dynamique	J	NF P 84-354	D3		
Résistance au pelage des soudures état neuf état vieilli 1 mois à 80 °C état vieilli 1 semaine dans l'eau 60 °C	N/50 mm	EN 12316-2	≥ 260		
Résistance au cisaillement des joint état neuf état vieilli 1 mois à 80 °C état vieilli 1 semaine dans l'eau 60 °C	N/50 mm	EN 12317-2	≥ 1 000		
Absorption d'eau	%	Guide UEAtc	< 2		
Capillarité	mm	Guide UEAtc	< 15		
Perte de masse	État neuf	%	Guide UEAtc	Δ ± 20 %	
	Vieillessement 1 mois à 80 °C				
Taux d'imbrulés à 850 °C	%	NF ISO 3451-5/A	5,2 ± 5 %		
Type de plastifiant	Spectre IR		Phtalates		
Taux en plastifiant	%	EN ISO 6427	35 ± 2%		
		Vieillessement UV Guide UEAtc « PVC-P » de 2001 (2 500 h 45 °C et 4 500 MJ/m ²)	Aucun dégât + Δ ≤ 3 unités		
		Vieillessement 24 semaines dans l'eau à 23 °C	Δ ≤ 3 unités		
Temps d'Induction de deshydrochloruration (DHC)	min	NF ISO 182-2	181		
Réaction au feu	Euroclasse	EN 13501-1	E	E	

Tableau 2 – Composition et présentation des feuilles

	Membranes HYPERFLEX					
	FM 1,2-1025	FM 1,2-1600	FM 1,5-1025	FM 1,5-1600	H	CAMINO
Épaisseur (mm)	1,2			1,5		
Largeur (m)	1,025 (-5 mm ; + 10 mm)	1,600 (-8 mm ; + 16 mm)	1,025 (-5 mm ; + 10 mm)	1,600 (-8 mm ; + 16 mm)	1,300 (-6 mm ; + 13 mm)	1,000 (-5 mm ; + 10 mm)
Longueur (m)	25 (-0 ; + 1 m)			20 (-0 ; + 1 m)		
Poids des rouleaux (kg) indicatif	39	61	39	61	50	40
Utilisation	Partie courante et relevés apparents fixés mécaniquement en tête Bandes de pontage				Points de détails	Chemins de circulation
Coloris - Surface - Sous-face	Rouge RAL 3016, Vert RAL 6000, Gris anthracite RAL 7012, Gris RAL 7040, Reflect RAL 9010 Gris anthracite RAL 7012					

Tableau 3 – Composition et présentation des feuilles

Élément Porteur	Hygrométrie et chauffage locaux	Mise en œuvre	Pare-vapeur
Maçonnerie ⁽¹⁾	Cas courant en climat de plaine	Soudé	EIF + IKO VAP ⁽²⁾ EIF + IKO VAP ALG/F
		Adhésif	EIF + IKO VAP STICKALU ⁽⁴⁾ EIF + IKO VAP STICK ⁽⁴⁾
		Libre	HYPERFLEX PV ⁽³⁾ (4)
	Locaux à forte hygrométrie	Soudé	EIF + IKO RLV ALU AR/F ⁽⁴⁾ EIF + IKO VAP ALG/F ⁽⁴⁾ EIF + IKO VAP ALPA 3 EN 1 ⁽⁴⁾
		Adhésif	EIF + IKO VAP STICKALU ⁽⁴⁾
Bois	Faible et moyenne	Cloué ⁽⁵⁾ , joints soudés	IKO VAP
Panneaux à base de bois ⁽¹⁾ et CLT	Faible et moyenne	Cloué ⁽⁵⁾ , joints soudés	IKO VAP
		Soudé	IKO VAP ⁽²⁾ IKO VAP ALG/F
		Adhésif	EIF + IKO VAP STICKALU ⁽⁴⁾ EIF + IKO VAP STICK ⁽⁴⁾
Tôles d'acier nervurées pleines	Faible et moyenne		Non requis ou IKO VAP ACIER posé libre (face alu des sus) IKO VAP STICK ⁽⁴⁾
		Libre	IKO VAP ACIER
	Forte	Adhésif	EIF + IKO VAP STICKALU ⁽⁴⁾ IKO VAP STICK ALU ⁽⁴⁾
Tôles d'acier nervurées perforées ou crevées	Faible et moyenne	Libre	IKO VAP ACIER
		Adhésif	IKO VAP STICK ALU ⁽⁴⁾ IKO VAP STICK ⁽⁴⁾

(1) Pontage des joints si besoin selon les normes – DTU ou Avis Technique et Document Technique d'Application.

(2) Peut être remplacé par IKO VAP ALPA 2 en 1, IKO VAP ALPA 3 en 1

(3) HYPERFLEX PV est posé en indépendance, joints à recouvrement de 10 cm liaisonnés par bande adhésive double -face caoutchouc butyl HYPERFLEX ADF. Il est relevé en périphérie et rabattu sur l'isolant, les angles rentrants sont pliés sans découpe.

(4) Le pare-vapeur adhésif est mis en œuvre sur support maçonnerie présentant un très bon fini de surface, correspondant à « l'aspect lissé » des bétons surfacés selon le NF DTU 21, sur panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 et sur tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3. Après mise en œuvre de l'EIF, sauf sur TAN, le pare-vapeur adhésif est déroulé en retirant le film siliconé de sous-face ; les recouvrements sont jointoyés en retirant la bande siliconée pelable et en marouflant soigneusement.

(5) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un clou tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface.

Tableau 4 – Choix et mise en œuvre des pare-vapeur

	Localisation	Largeur concernée
1	Parties courantes	
2	Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu.	1/10 ^{ème} de la hauteur du bâtiment, sans être inférieure à 2 m
3	Angles	Intersections de 2 rives
4	Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m	1 m
5	Pourtour des autres émergences de dimensions plus petites : Souches, lanterneaux, joints de dilatation	Pied de relevé

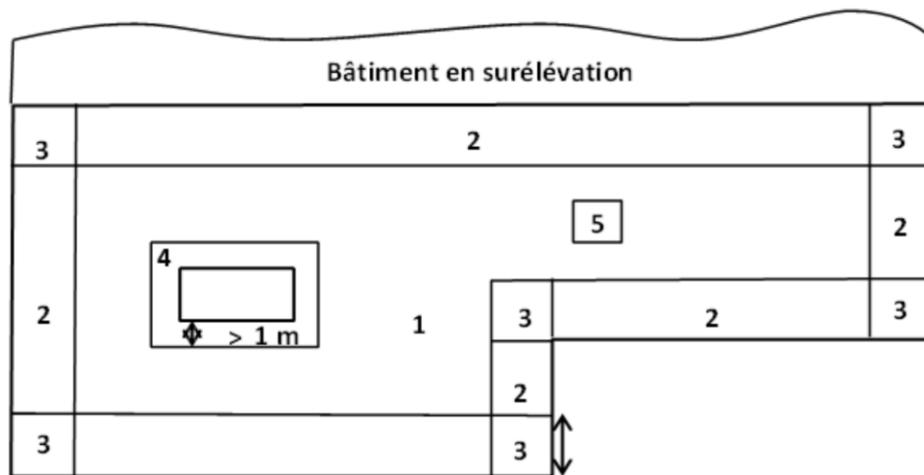


Tableau 5 – Localisation en toiture

2.9.1. Répartitions précalculées des fixations mécaniques

Attelages des systèmes de référence :

$R_{sr} \geq 1\,320\text{ N}$ avec vis IR2 de $\varnothing 4,8\text{ mm}$ avec plaquette métallique IR 82 \times 40 de $P_{ksr} = 1\,320\text{ N}$ selon NF P 30-313.

$R_{sr} \geq 1\,350\text{ N}$ avec vis EGB 2C de $\varnothing 4,8\text{ mm}$ avec ETANCOPLAST HP4 82 \times 40 (uniquement sur élément porteur en tôles pleines) : $P_{ksr} = 1\,350\text{ N}$ selon la norme NF P 30-313.

$W_{adm_{sr}} = 600\text{ N/fix}$

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
$\leq 10\text{ m}$	Partie courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rive	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
$> 10\text{ et } \leq 15\text{ m}$	Partie courante	3	3	3	3	3	4	3	4
	Rive	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	7	9
$> 15\text{ et } \leq 20\text{ m}$	Partie courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rive	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections Bâtiments ouverts									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
$\leq 10\text{ m}$	Partie courante	3	3	3	4	4	5	4	5
	Rive	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10
$> 10\text{ et } \leq 15\text{ m}$	Partie courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rive	4	5	4	6	5	7	6	7
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	11
$> 15\text{ et } \leq 20\text{ m}$	Partie courante	3	4	4	4	4	5	5	6
	Rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	7	7	8	8	10	10	11
Béton: travaux neufs et de réfection, et béton cellulaire uniquement en réfection - Bâtiments ouverts et fermés									
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir « Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés »)									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
$\leq 10\text{ m}$	Partie courante	3	3	3	4	4	5	4	5
	Rive	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10
$> 10\text{ et } \leq 15\text{ m}$	Partie courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rive	4	5	4	6	5	7	6	7
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	11
$> 15\text{ et } \leq 20\text{ m}$	Partie courante	3	4	4	4	4	5	5	6
	Rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	7	7	8	8	10	10	11

Tableau 6 – Densité de fixations précalculées – Versants PLANS

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	21
	Rive	22	19	22	34*	34*	28*	28*	24*
	Angles	19	28*	30*	24*	24*	20*	20*	24**
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	19
	Rive	22	18	20	30*	32*	26*	26*	22*
	Angles	34*	24*	28*	22*	22*	18*	18*	24**
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	22	22	22	22	22	20	21	34*
	Rive	22	32*	18	28*	30*	24*	24*	20*
	Angles	32*	22*	26*	20*	20*	24**	24**	21**

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et de réfection Bâtiments ouverts									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	22	22	22	19	20	32*	32*	28*
	Rive	22	32*	19	28*	30*	24*	24*	20*
	Angles	30*	22*	26*	20*	20*	24**	24**	21**
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	22	20	22	34*	18	28*	30*	24*
	Rive	20	30*	34*	26*	26*	22*	22*	18*
	Angles	28*	20*	22*	18*	18*	21**	21**	18**
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	22	19	21	32*	34*	26*	28*	22*
	Rive	19	28*	32*	24*	24*	20*	20*	24**
	Angles	26*	18*	22*	24**	24**	21**	21**	18**

Béton: travaux neufs et réfections, et béton cellulaire uniquement en réfection - Bâtiments ouverts et fermés

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir « Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés »)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rive	22	22	22	20	21	34*	18	30*
	Angles	21	32*	18	26*	28*	22*	24*	20*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rive	22	21	22	19	19	30*	32*	26*
	Angles	19	28*	32*	24*	26*	20*	20*	18*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rive	22	20	22	34*	18	28*	30*	24*
	Angles	18	26*	30*	22*	24*	18*	20*	24**

* 2 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée en deux sur chantier,
- 1 ligne intermédiaire de fixations traversantes sous pontage (cf. figure 2).

** 3 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée en trois sur chantier,
- 2 lignes intermédiaires de fixations traversantes sous pontage.

Tableau 7 – HYPERFLEX FM – 1600 - Espacement des fixations – Versants plans

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	34
	Rive	36	32	36	27	29	23	24	20
	Angles	30	22	25	19	20	32*	34*	28*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	36	36	36	36	36	35	36	31
	Rive	36	29	33	25	26	21	22	18
	Angles	28	20	23	34*	18	28*	30*	24*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	36	36	36	36	36	33	34	28
	Rive	36	27	30	23	24	19	20	34*
	Angles	26	19	21	32*	34*	26*	28*	24*

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et de réfection Bâtiments ouverts									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	36	36	36	31	32	26	27	22
	Rive	36	27	30	23	24	19	20	34*
	Angles	25	18	21	32*	34*	26*	28*	22*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	36	33	36	28	29	23	24	20
	Rive	33	24	28	21	22	34*	18	30*
	Angles	23	34*	19	28*	30*	24*	24*	20*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	36	30	34	26	27	22	23	19
	Rive	31	23	26	20	20	32*	34*	28*
	Angles	21	30*	34*	26*	28*	22*	22*	18*

Béton : travaux neufs et de réfection, et béton cellulaire uniquement en réfection - Bâtiments ouverts et fermés

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir « Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés »)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	36
	Rive	36	36	36	33	35	28	29	24
	Angles	35	26	29	22	23	18	19	32*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	36
	Rive	36	35	36	30	32	25	26	22
	Angles	32	23	26	20	21	34*	34*	28*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	36
	Rive	36	33	36	28	29	23	24	20
	Angles	29	22	24	19	19	30*	32*	26*

*** 2 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :**

- feuille préfabriquée de 1.025 m coupée en deux sur chantier,
- 1 ligne intermédiaire de fixation traversante sous pontage (cf. figure 2).

Tableau 7 bis – HYPERFLEX FM – 1025 - Espacement des fixations – Versants plans

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	3	3	3	3	3	4	3	4
	Rive	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	8	9
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rive	4	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rive	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections Bâtiments ouverts									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rive	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	3	4	4	5	4	5	5	6
	Rive	4	5	4	6	5	7	6	7
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	3	4	4	5	5	6	5	6
	Rive	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12

Béton : travaux neufs et réfections, et béton cellulaire uniquement en réfection - Bâtiments ouverts et fermés

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir « Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés »)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rive	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
> 10 et ≤ 15	Partie courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rive	3	4	4	5	4	5	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	7	9
> 15 et ≤ 20	Partie courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rive	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9

Tableau 8 – Densité de fixations précalculées – Versants COURBES

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	19
	Rive	22	34*	20	30*	32*	24*	26*	22*
	Angles	32*	24*	28*	20*	22*	18*	18*	21**
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	22	22	22	22	22	20	20	34*
	Rive	21	32*	18	28*	28*	22*	24*	20*
	Angles	30*	22*	24*	18*	20*	24**	24**	21**
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	22	22	22	22	22	18	19	32*
	Rive	20	30*	32*	24*	26*	20*	22*	18*
	Angles	28*	20*	22*	18*	18*	21**	21**	18**

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections Bâtiments ouverts									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	22	21	22	18	19	30*	30*	26*
	Rive	22	32*	19	28*	30*	24*	24*	20*
	Angles	30*	22*	24*	18*	20*	24**	24**	21**
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	22	19	21	32*	34*	26*	28*	24*
	Rive	20	30*	34*	26*	26*	22*	22*	18*
	Angles	26*	20*	22*	24**	18*	21**	21**	18**
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	22	34*	20	30*	32*	24*	26*	22*
	Rive	19	28*	32*	24*	24*	20*	20*	24**
	Angles	24*	18*	20*	24**	24**	18**	21**	18**

Béton : travaux neufs et réfections, et béton cellulaire uniquement en réfection - Bâtiments ouverts et fermés

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir « Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés »)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rive	22	21	22	18	19	30*	30*	26*
	Angles	19	28*	30*	24*	24*	20*	20*	24**
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rive	22	19	21	32*	34*	26*	28*	24*
	Angles	34*	24*	28*	22*	22*	18*	18*	24**
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rive	22	34*	20	30*	32*	24*	26*	22*
	Angles	32*	22*	26*	20*	20*	24**	24**	21**

* 2 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée en deux sur chantier,
- 1 ligne intermédiaire de fixations traversantes sous pontage (cf. figure 2).

** 3 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée en trois sur chantier,
- 2 lignes intermédiaires de fixations traversantes sous pontage.

*** 3 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée à 1.4 m et redécoupée en trois sur chantier
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée à 1.4 m et 2 lignes intermédiaires de fixations traversantes sous pontage. (cf. figure 2 bis).

Tableau 9 – HYPERFLEX FM – 1600 - Espacement des fixations – Versants courbes

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	36	36	36	36	36	35	36	31
	Rive	36	28	32	25	26	20	21	18
	Angles	27	20	22	34*	18	28*	30*	24*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	36	36	36	36	36	32	34	28
	Rive	35	26	29	22	23	18	19	32*
	Angles	24	18	20	30*	32*	26*	26*	22*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	36	36	36	36	36	30	31	26
	Rive	32	24	27	21	21	34*	18	30*
	Angles	23	34*	19	28*	30*	24*	24*	20*

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et de réfection Bâtiments ouverts									
Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	36	34	36	29	30	24	25	21
	Rive	36	27	30	23	24	19	20	34*
	Angles	24	18	20	30*	32*	26*	26*	22*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	36	31	35	26	28	22	23	19
	Rive	33	24	28	21	22	34*	18	30*
	Angles	22	32*	18	28*	28*	22*	24*	20*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	36	28	32	25	26	20	21	18
	Rive	31	23	26	20	20	32*	34*	28*
	Angles	20	30*	34*	26*	26*	22*	22*	18*

Béton : travaux neufs et de réfection, et béton cellulaire uniquement en réfection - Bâtiments ouverts et fermés

Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir « Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés »)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		Site normal	Site exposé						
≤ 10 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	36
	Rive	36	34	36	29	30	24	25	21
	Angles	30	22	25	19	20	32*	34*	28*
> 10 et ≤ 15 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	36
	Rive	36	31	35	26	28	22	23	19
	Angles	28	20	23	34*	18	28*	30*	24*
> 15 et ≤ 20 m	Partie courante	36	36	36	36	36	36	36	36
	Rive	36	28	32	25	26	20	21	18
	Angles	26	19	21	32*	34*	26*	28*	24*

* 2 lignes de fixations (cf. § 2.4.2.2.1) Soit :
- feuille préfabriquée de 1,6 m coupée en deux sur chantier
- 1 ligne intermédiaire de fixations traversantes sous pontage (cf. figure 2).

Tableau 9 bis – HYPERFLEX FM – 1025 - Espacement des fixations – Versants courbes

Caractéristique	Référentiel	Fréquence minimale
Épaisseur	EN 1849-2	1 / lot
Masse surfacique	EN 1849-2	1 / lot
Largeur	EN 1848-2	1 / lot
Défauts visuels	EN 1850-2	Permanence
Planéité	EN 1848-2	1 / mois
Rectitude	EN 1848-2	1 / mois
Résistance en traction Allongement à la rupture	NF EN 12311-2 - méthode A	1 / semaine
Résistance à la déchirure amorcée	NF EN 12310-2	2 / an
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1107-2	1 / semaine
Souplesse à basse température	NF EN 495-5	2 / an
Résistance aux cisaillements des joints	EN 12317-2	1 / an
Adhérence interlaminaire	UEAtc	1 / semaine
Taux de plastifiant	Chromatographie phase gazeuse	1 / mois
Perte de masse après vieillissement thermique de 28 j à 80 °C	UEAtc	2/an

Tableau 10 – Nomenclature des contrôles sur produits finis

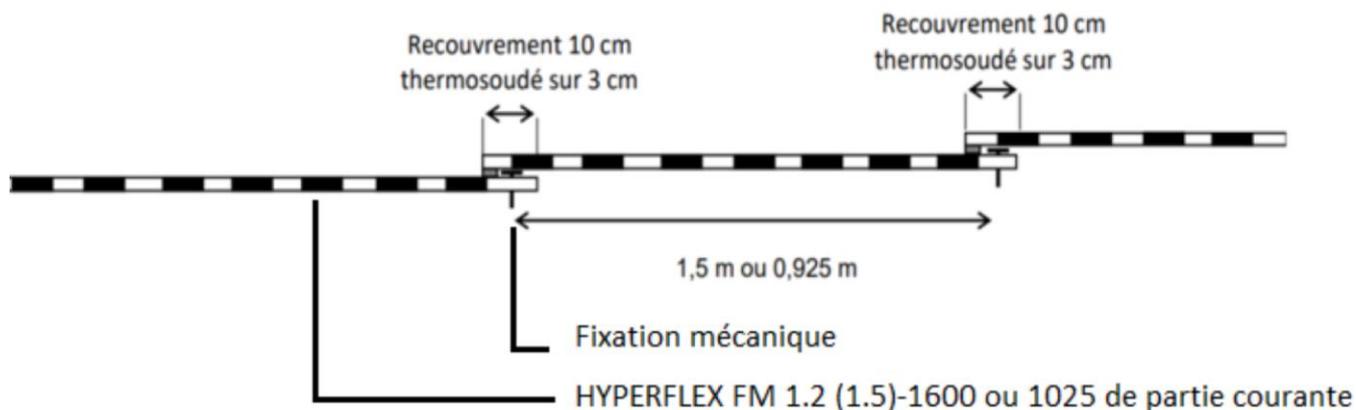


Figure 1 – Principe de fixation en lisière

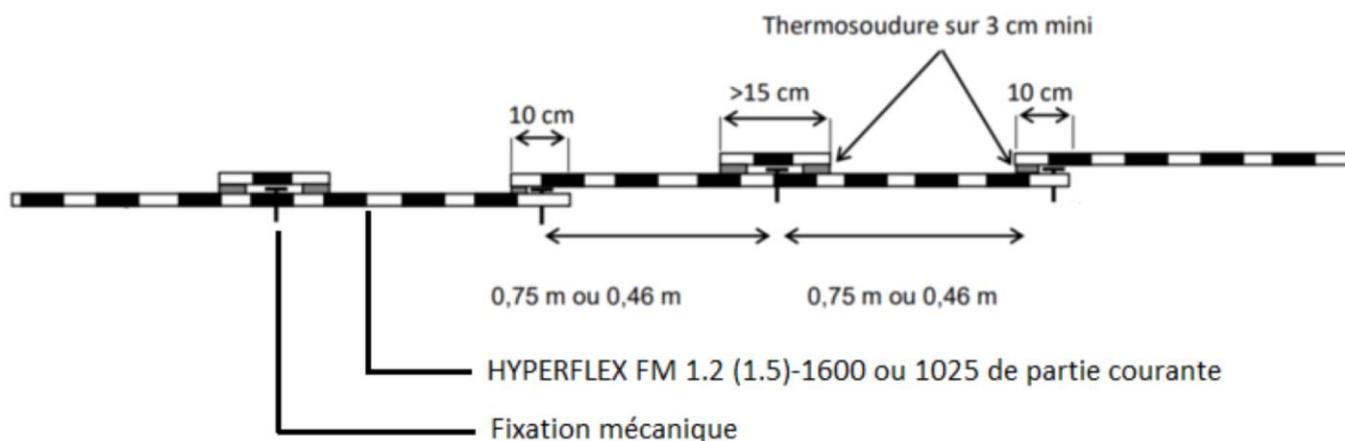


Figure 2 – Principe de fixation avec bande de pontage : cas de rangée de fixations supplémentaires

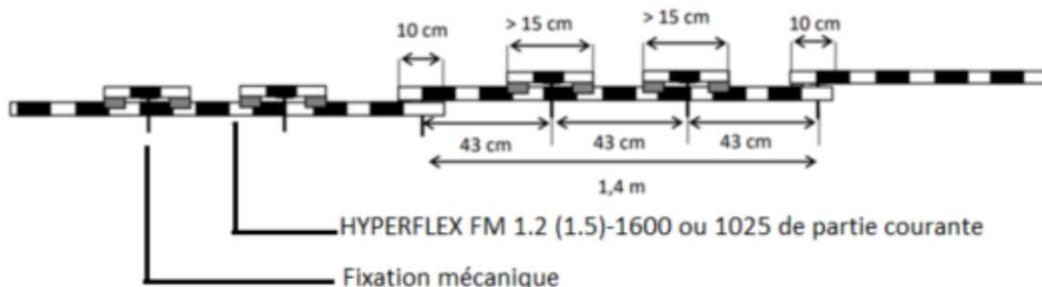


Figure 2 bis – Cas particulier avec HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) - 1600 recouvert à 1,4m et cas de 2 rangées de fixations supplémentaires

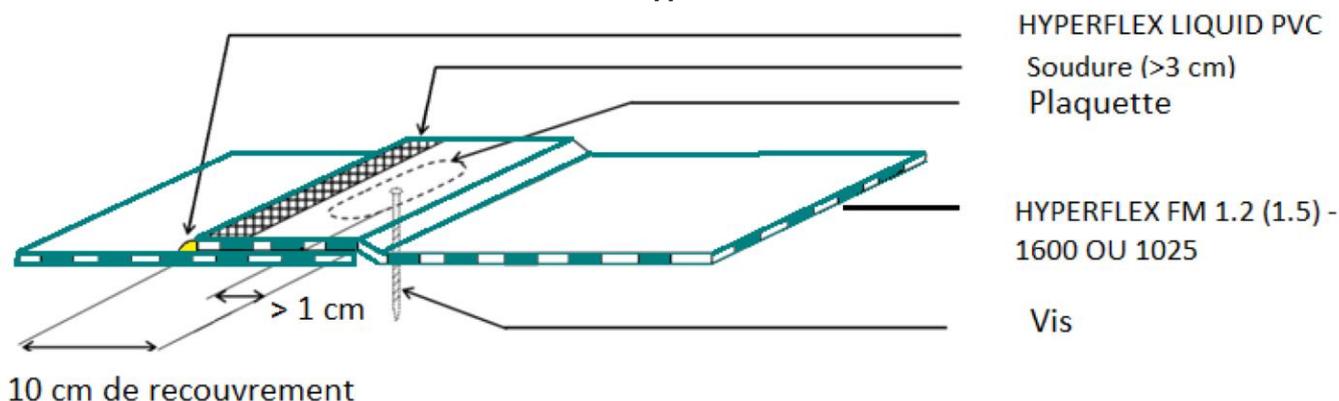


Figure 3 – Recouvrement entre lés HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) - 1025 et 1600

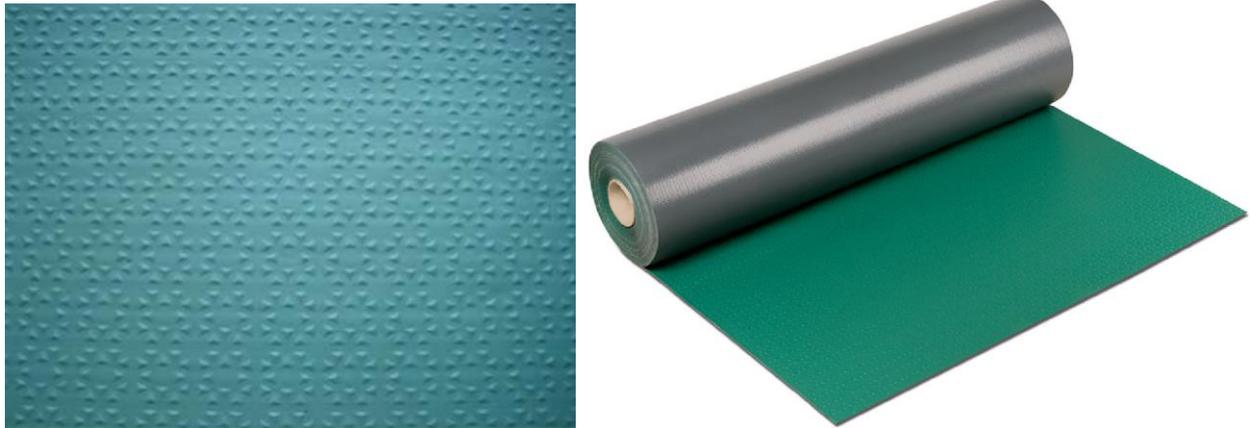


Figure 4 - Surface de l'HYPERFLEX CAMINO

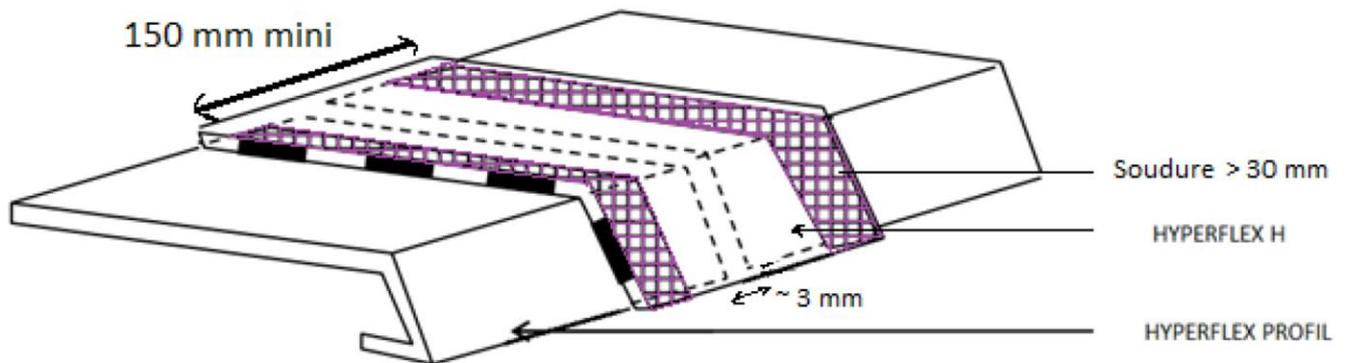


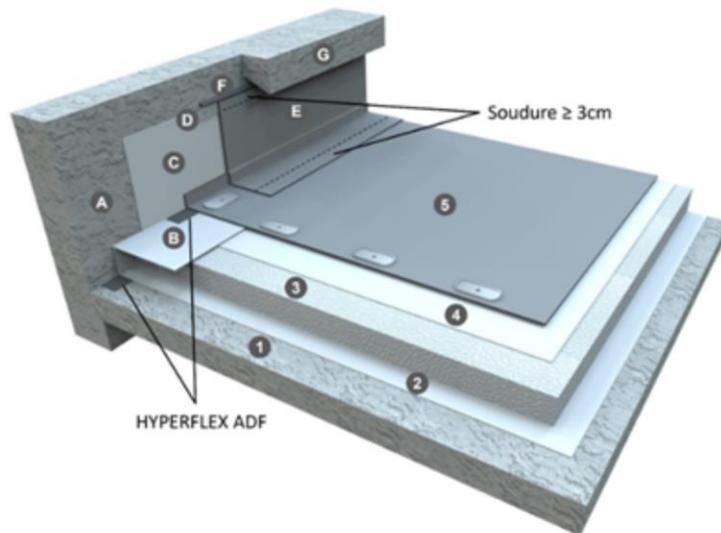
Figure 5 - Pontage des HYPERFLEX PROFIL



Figure 6 : HYPERFLEX AR – Angle rentrant

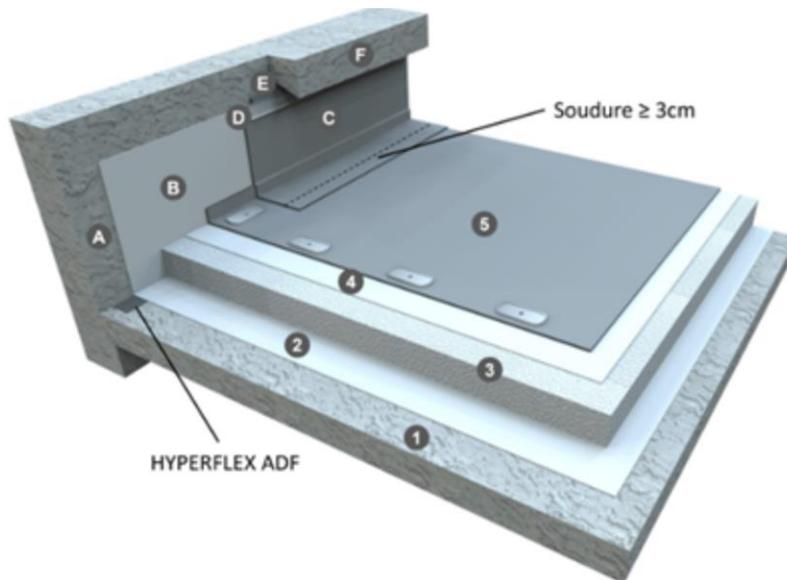


Figure 6 bis : HYPERFLEX AS – Angle sortant



- A** Maçonnerie
- B** Retombée de l'HYPERFLEX PV
- C** HYPERFLEX GO
- D** HYPERFLEX PROFIL
- E** HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de relevé
- F** Joint façade SNJF 25 E
- G** Becquet en maçonnerie

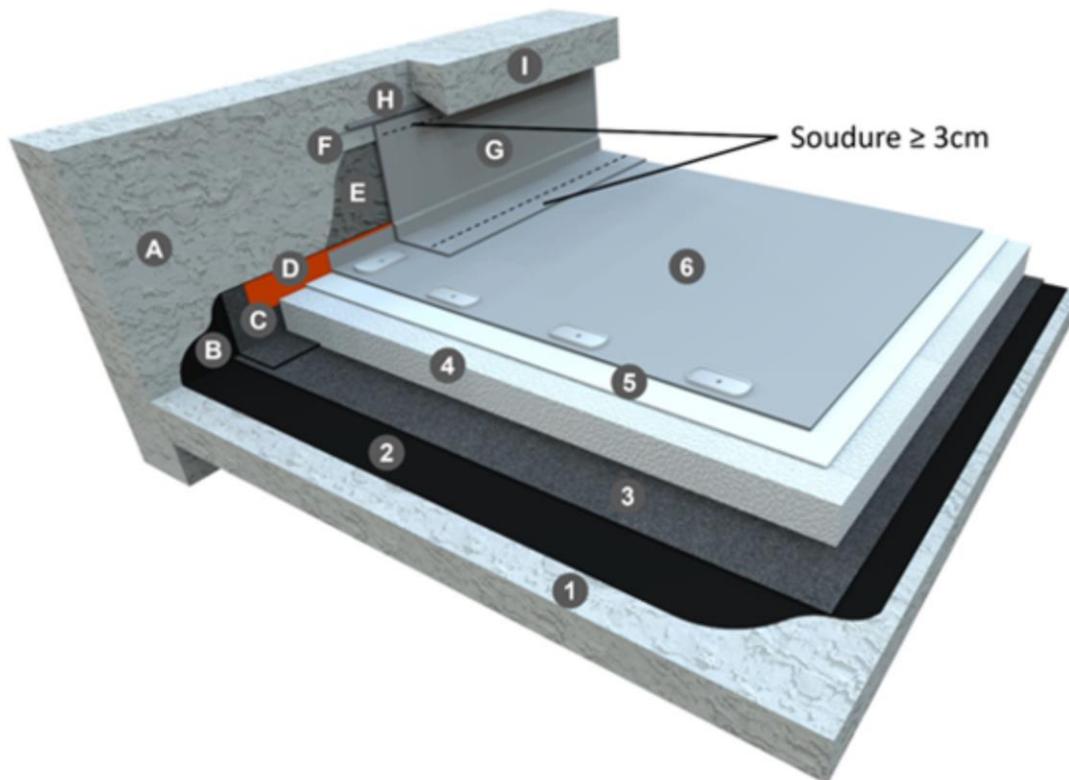
- 1** Maçonnerie
- 2** HYPERFLEX PV
- 3** Isolant thermique lorsque nécessaire
- 4** Écran de séparation mécanique et/ou chimique lorsque nécessaire
- 5** HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de partie courante



- A** Maçonnerie
- B** Relevé de l'HYPERFLEX PV
- C** HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de relevé
- D** Bande de serrage
- E** Joint façade SNJF 25 E
- F** Becquet en maçonnerie

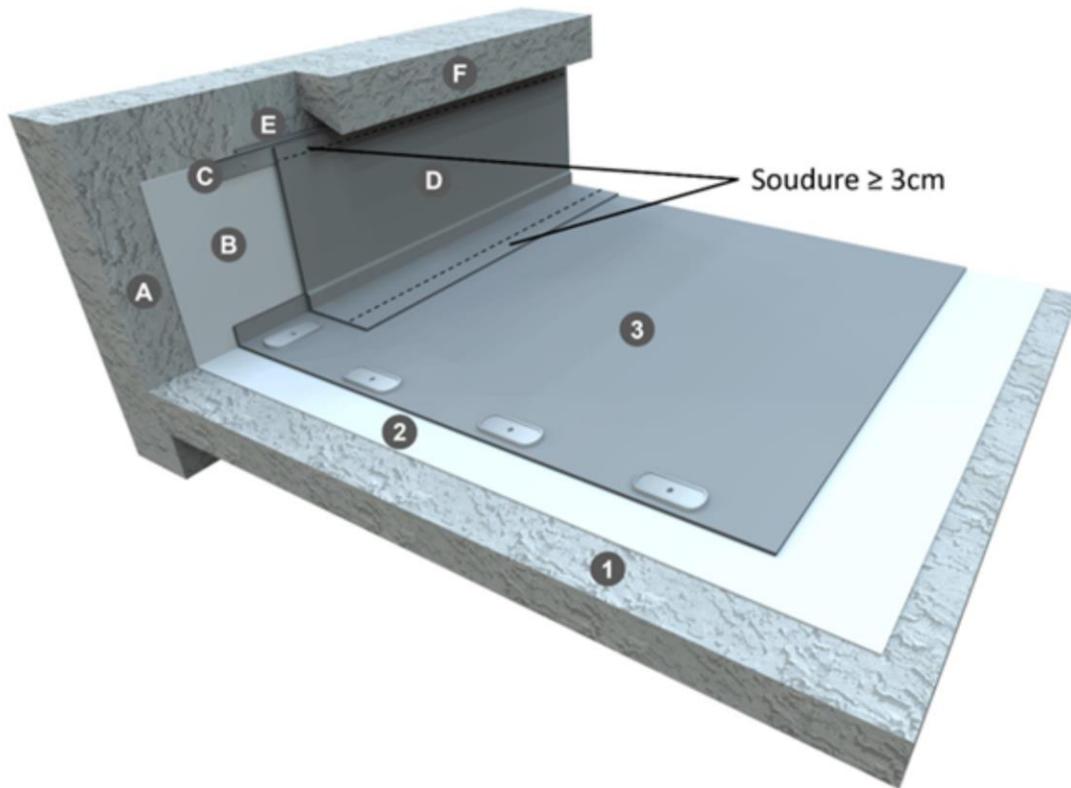
- 1** Maçonnerie
- 2** HYPERFLEX PV
- 3** Isolant thermique lorsque nécessaire
- 4** Écran de séparation mécanique et/ou chimique lorsque nécessaire
- 5** HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de partie courante

Figure 7 : Relevés d'étanchéité avec pare-vapeur HYPERFLEX PV sur maçonnerie en faible et moyenne hygrométrie



- | | |
|--|--|
| A Maçonnerie | 1 Maçonnerie |
| B EIF | 2 EIF |
| C BANDE D'EQUERRE 35 PY | 3 Pare-vapeur bitumineux |
| D IKO BAND BUTYLE | 4 Isolant thermique |
| E HYPERFLEX STICK | 5 Écran de séparation mécanique et/ou chimique lorsque nécessaire |
| F HYPERFLEX PROFIL | 6 HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de partie courante |
| G HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de partie courante | |
| H Joint façade SNJF 25 E | |
| I Becquet en maçonnerie | |

Figure 7 bis : Relevés d'étanchéité collés avec pare-vapeur bitumineux sur maçonnerie



- A** Maçonnerie
 - B** Remontée de l'écran de séparation mécanique et/ou chimique
 - C** HYPERFLEX PROFIL
 - D** HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de partie courante
 - E** Joint façade SNJF 25 E
 - F** Becquet en maçonnerie
- 1** Maçonnerie
 - 2** Écran de séparation mécanique et/ou chimique
 - 3** HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de partie courante

Figure 7 ter : Relevés d'étanchéité directement sur maçonnerie

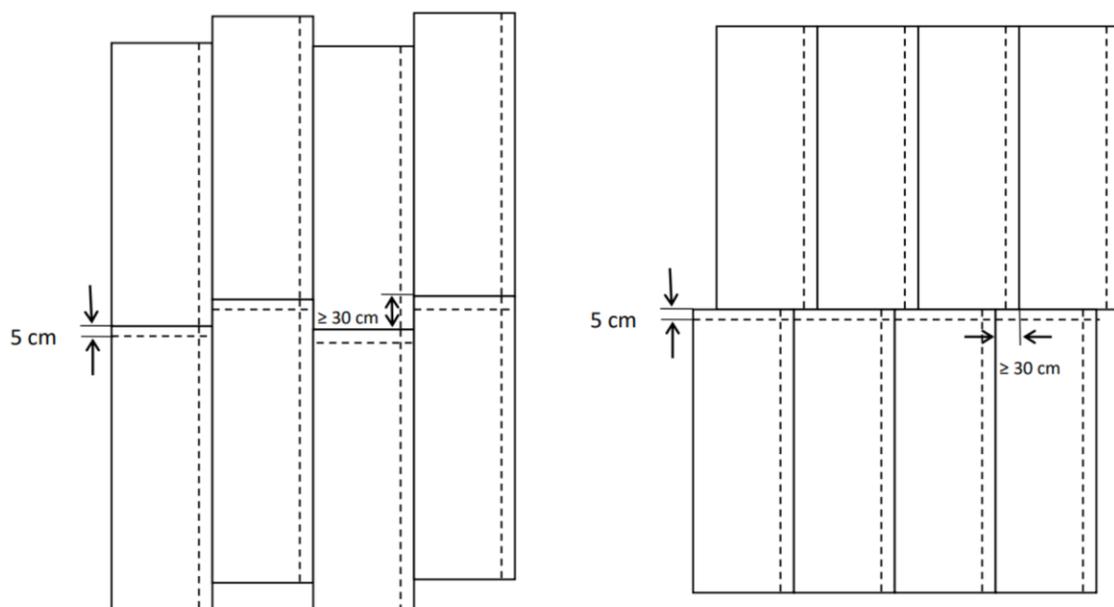


Figure 8 : Jonctions des lés

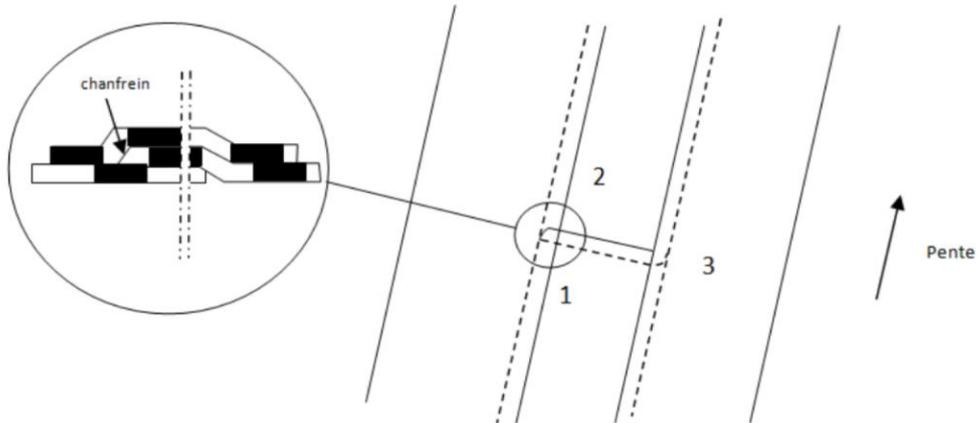


Figure 8 bis : Croisement des recouvrements

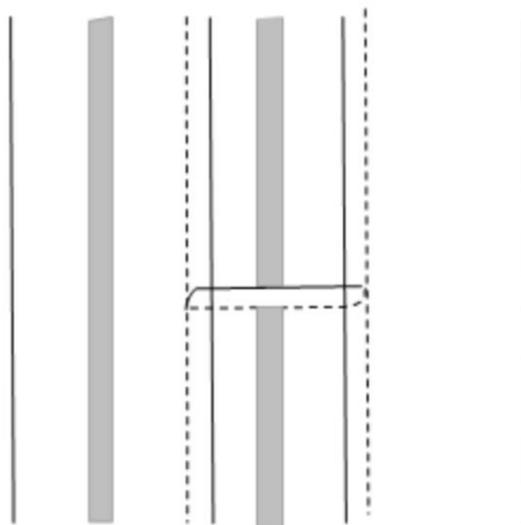


Figure 8 ter : Arrêt des bandes de pontage avant le recouvrement transversal de la membrane

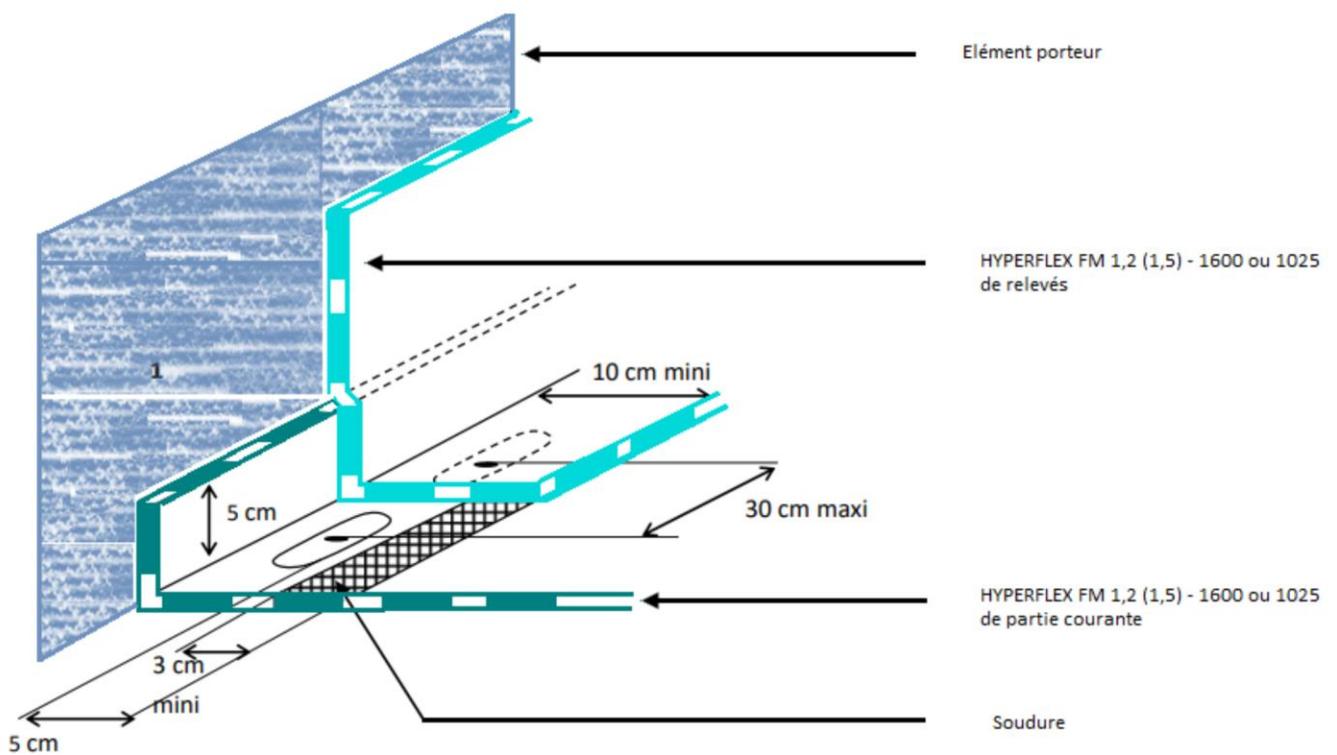


Figure 9 : Relevés : Recouvrements et soudures – dimensions à respecter

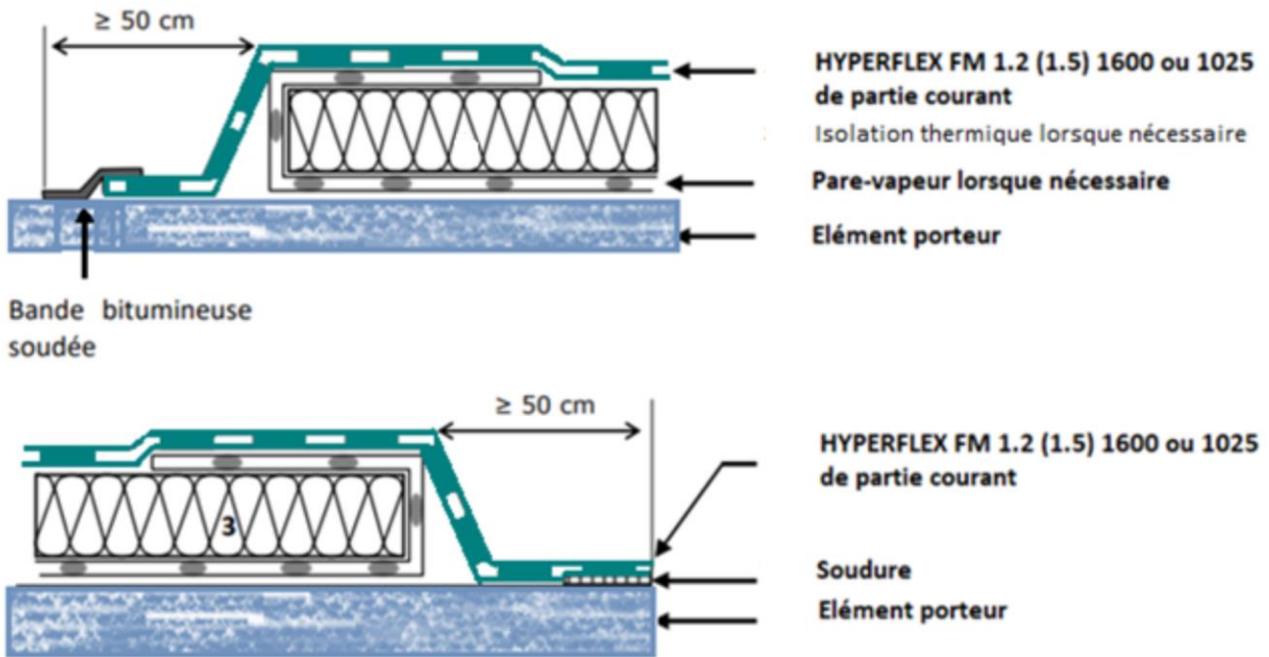


Figure 10 : Fermeture provisoire de chantier

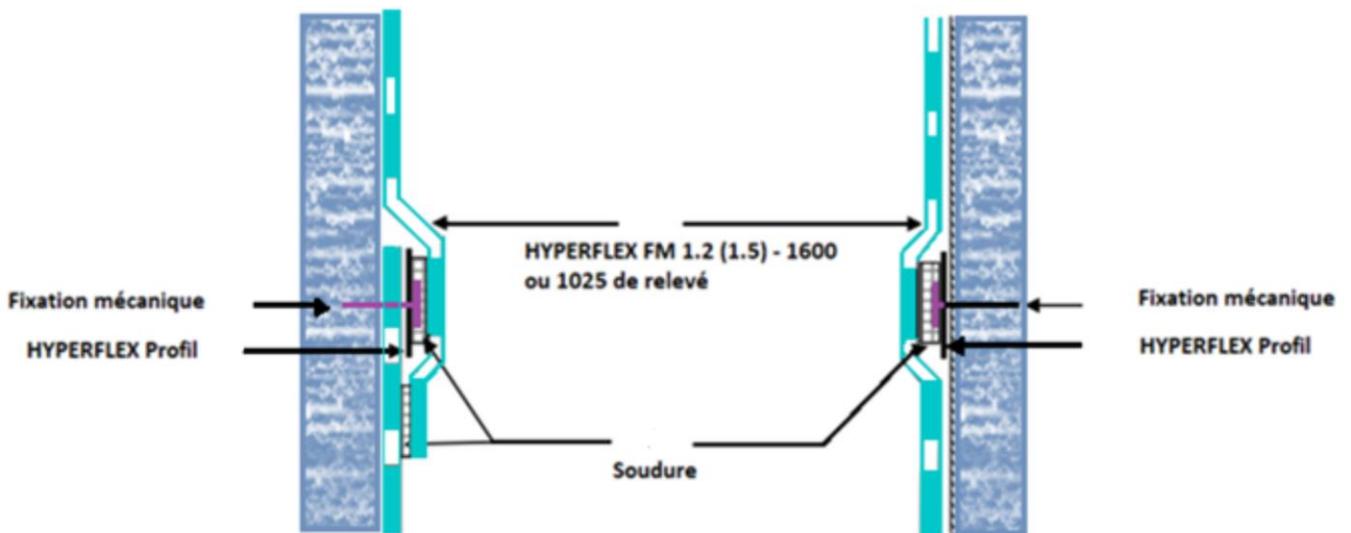
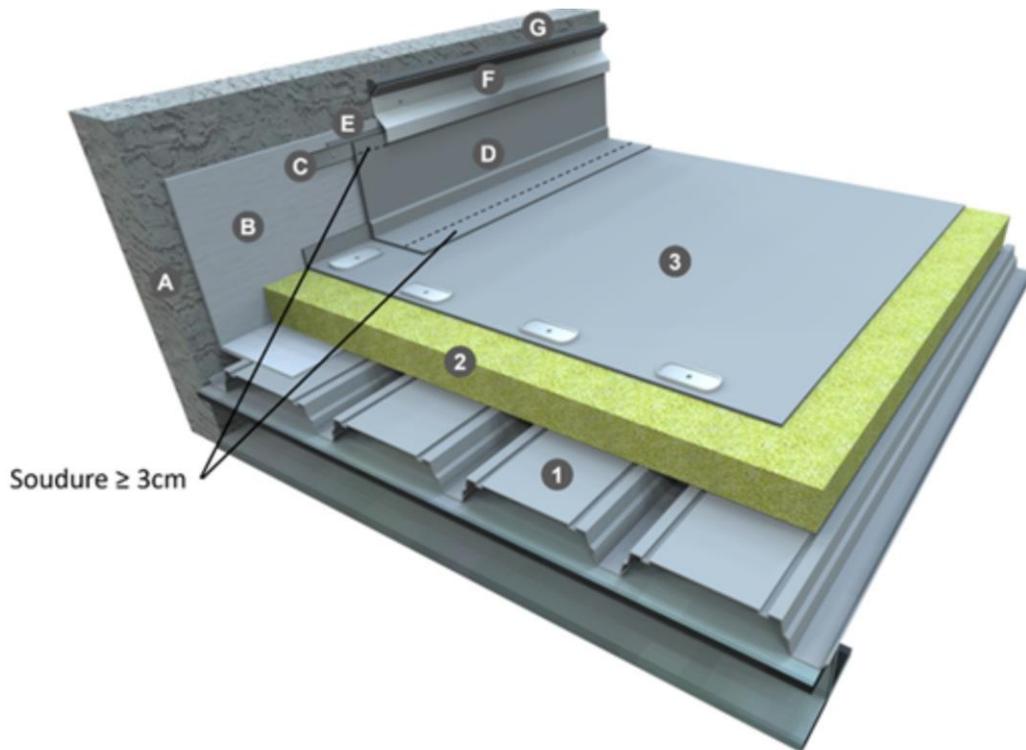


Figure 11 : Fixation intermédiaire des relevés > 0.5 m



- | | |
|---|---|
| A Maçonnerie | 1 Tôles d'acier nervurées |
| B Costière métallique | 2 Isolant |
| C HYPERFLEX PROFIL | 3 HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) partie courante |
| D HYPERFLEX FM 1,2 (1,5) de relevé | |
| E Joint façade SNJF 25 E | |
| F Bande solin | |
| G Joint façade SNJF 25 E | |

Figure 12 : Relevé sur costière métallique et bande porte solin

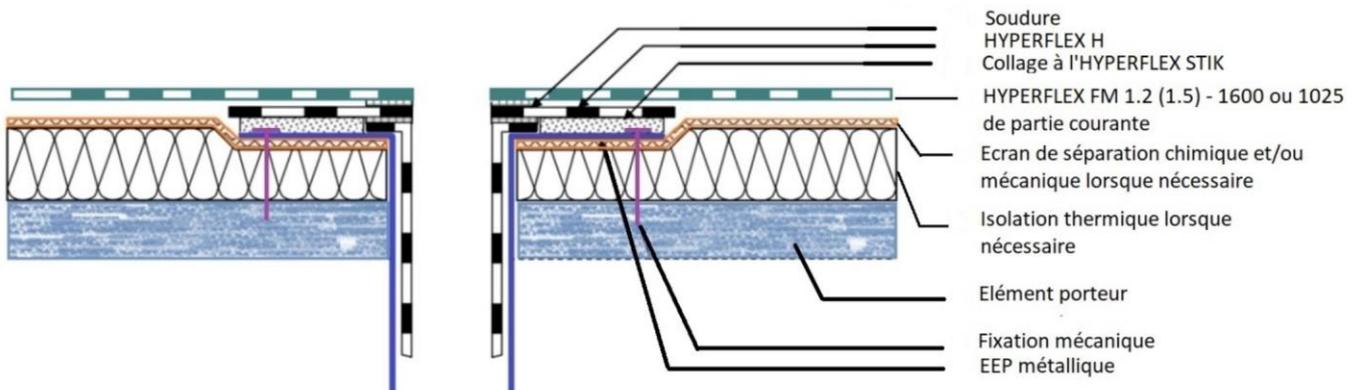


Figure 13 : Habillage des EP métalliques cylindriques

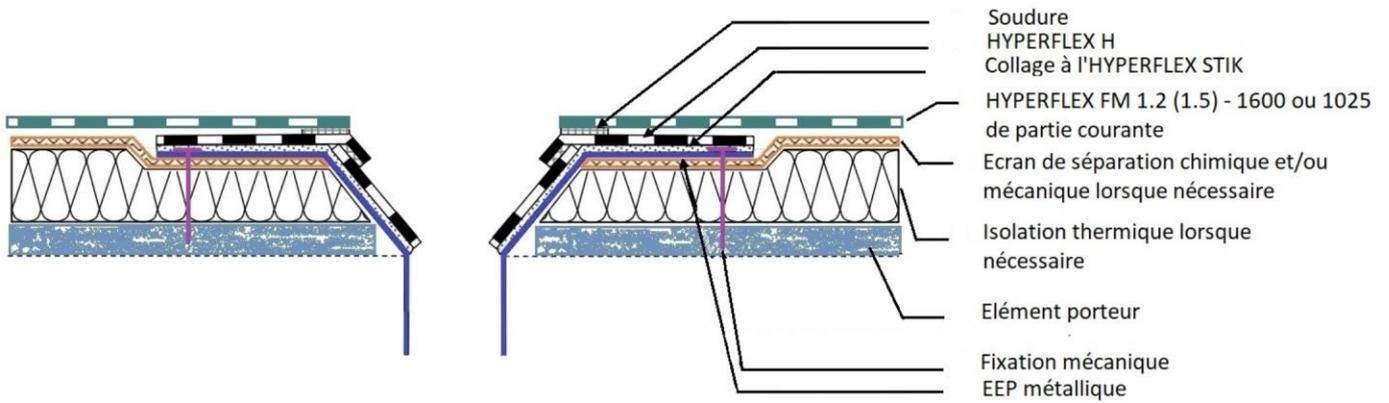


Figure 14 : Habillage des EP métalliques tronconiques

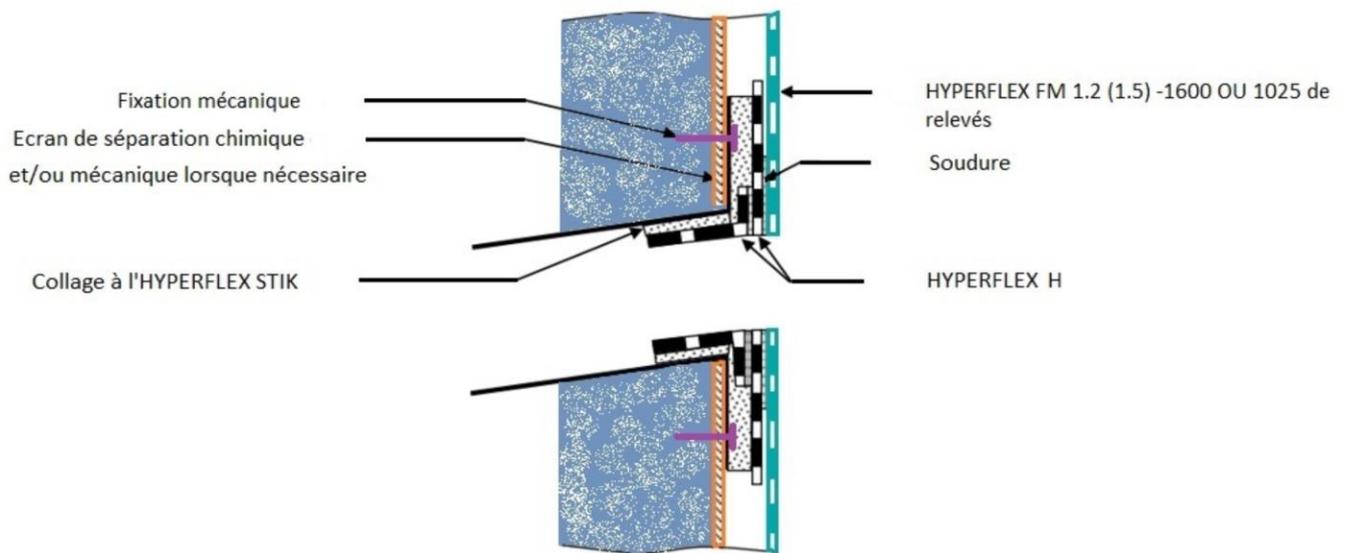


Figure 15 : Habillage des trop-pleins

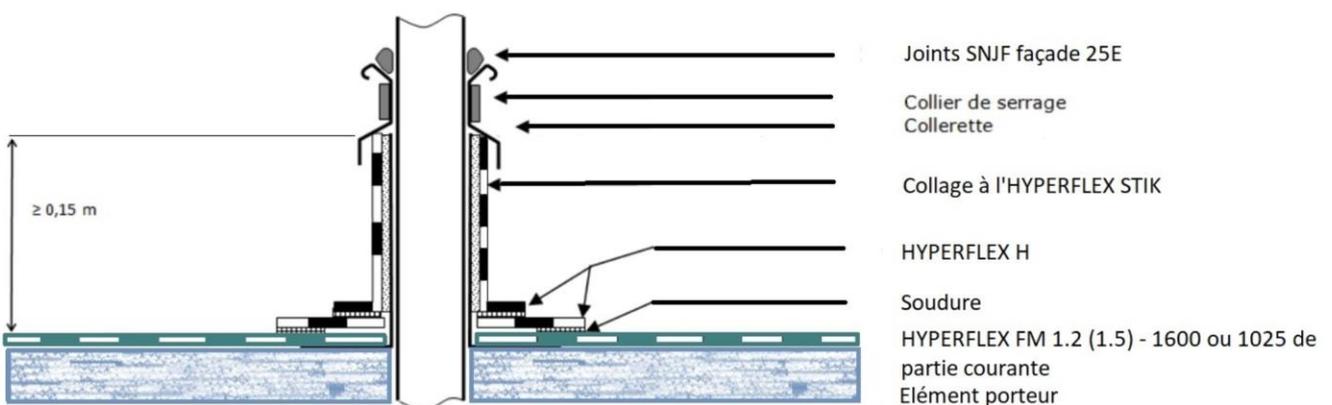


Figure 16 : Habillage des ventilations

ANNEXE A

Règles d'adaptation de la densité de fixation avec attelages métalliques

* NB : il est rappelé qu'il n'existe pas, à ce jour, de règles d'adaptation pour les fixations à fûts plastiques.

2.10. Définitions

Le procédé a été évalué au caisson de vent sur tôles d'acier nervurées à plages pleines de 0,75 mm d'épaisseur avec un système de fixation de référence à plaquette métallique (cf. § 4) - vis IR2 Ø 4,8 mm + plaquette IR 82 x 40.

Pour tout autre « nouveau système » (autre élément porteur et/ou fixation : vis, cheville, clou, etc. et plaquettes de répartition), il convient de respecter les présentes règles d'adaptation issues du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » e-Cahier du CSTB 3563, de juin 2006.

sr : système de référence.

ns : nouveau système correspondant au système à évaluer.

ft : fiche technique du fabricant décrivant la fixation.

Pk_{sr} : résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage de la fixation (IR2 Ø 4,8 mm + plaquette IR 82 x 40 mm) déterminée selon norme NF P 30-313

$Pk_{sr} = 1320 \text{ N}$.

R_{ns} : résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système.

D : densité de fixation u/m².

A : nuance de l'acier support.

e : épaisseur du support.

Q : charge limite de service d'un ancrage dans le béton.

CR : classe de résistance à la compression du béton.

P : masse volumique du béton cellulaire autoclavé.

2.10.1. Règles d'adaptation en fonction de l'élément porteur et de l'isolant thermique

Règle d'adaptation en fonction de l'élément porteur

Pour les éléments porteurs en tôles d'acier perforées ou crevées, en maçonnerie, béton cellulaire ou bois, le nouveau système « ns » est déterminé après consultation et accord du fabricant de fixations et après essai in situ dans le cas de la réfection.

Concernant les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, la fixation mécanique (attelage complet : vis + plaquette associée) doit résister au dévissage selon les critères d'acceptation de l'030351-00-0402 (rotation $\leq \frac{1}{4}$ tour après 500 cycles et rotation $\leq \frac{1}{2}$ tour après 900 cycles).

Règle d'adaptation en fonction de l'isolant thermique Règle d'adaptation applicable à tous les panneaux isolants.

Dans le cas où la fixation mécanique du revêtement traverse une couche de panneaux isolants thermiques, les fixations doivent également être conformes aux prescriptions du Document Technique d'Application particulier du panneau isolant.

Prescriptions complémentaires concernant les panneaux en laine minérale

Dans le cas où le support direct du revêtement d'étanchéité est constitué d'une couche de panneaux isolants en laine minérale, les modèles de fixation mécanique sont du type : plaquette avec vis à filet sous tête (solide au pas) ou plaquette avec rivet à entretoise ou plaquette à rupture de pont thermique. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent.

2.10.2. Domaine de validité des adaptations

La densité de fixations du nouveau système « D_{ns} » doit être ≥ 3 fixations/m².

L'espacement entre fixations « E » d'une même rangée doit être ≥ 18 cm.

Dans le cas d'éléments porteurs en TAN dont l'ouverture haute de nervure est > 70 mm (et ≤ 200 mm), un espacement entre 2 fixations inférieur à 18 cm peut être appliqué, tout en restant supérieur à 12 cm et en étant entouré au moins de 2 entraxes de 18 cm : lorsqu'un attelage tombe dans une ouverture haute de nervure, cet attelage est reporté sur la plage précédente tout en conservant ensuite le rythme théorique de pose des attelages de fixations.

L'espacement entre deux axes de fixations d'une même rangée \leq deux fois l'entraxe des nervures des tôles.

2.10.3. Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

Il est rappelé que, en conformité aux normes P 84 série 200 (référence DTU de la série 43), l'utilisation dans le nouveau système « ns » de plaquettes différentes de celles du système de référence « sr » est possible aux conditions suivantes :

- Les plaquettes sont admises avec leur Pk_{ft}
 - L'épaisseur et la nuance d'acier sont \geq à celles de la plaquette référence (acier de type DX51D)
 - Les dimensions respectent les conditions suivantes :
 - si la plaquette du « ns » est ronde, son \emptyset doit être supérieur ou égal à 82 mm
 - si la plaquette est carrée ou oblongue, ses dimensions doivent être \geq à celles du « sr », la plaquette devant être disposée dans le même sens
 - Le bord de la plaquette doit être à 1 cm minimum du bord de la feuille fixée (cf. *figure 3*).
-

2.10.4. Exigences et valeurs de la résistance Rns à retenir

Les *tableaux A1* (cas des travaux neufs) et *A2* (cas de la réfection) donnent, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

- Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur
- La résistance à la corrosion exigée pour les attelages complets (élément de liaison + plaquette) par référence à l'essai dit « Kesternich », avec 2 litres de SO₂ et présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'EAD 030351-00-0402
- La résistance caractéristique « Rns » à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (Dns).

2.10.4.1. Tableau A1 – Travaux neufs

Exigences	Élément porteur					
	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	Maçonnerie de granulats courants
	Pleine	Perforée (4)	Crevée (4)			
Identification de l'élément porteur	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ Matériau de même type	$\rho_{ns} \geq \rho_{ft}$	$CR_{ns} \geq CR_{ft}$
Identification de l'élément de liaison	Vis Ø 4,8 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 4,8 mini	Vis à pas spécial	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet Ø 4,8 mini (1)	Rivet Ø 4,8 mini (1)	Rivet Ø 4,8 mini (1)		Cheville à clou déporté	
Résistance à la corrosion de l'attelage complet (3) sur locaux à faible et moyenne hygrométrie (2)	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille $\square \leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	Acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)
Résistance à la corrosion de l'attelage complet (3) sur locaux à forte hygrométrie (2)	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)					15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ (9) ou acier inoxydable austénitique (10)
Pk minimal (daN)	90	90	90	90	90	
Valeur de R_{ns} à retenir	PK_{ft}	PK_{ft} (5)	PK_{ft} (5)	PK_{ft} (7)	0,9 PK_{ft} (6) (7)	Valeur mini (PK_{ft} ou Q_{ft}) (7) (8)

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
(2) Classes d'hygrométrie selon les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).
(3) Certains panneaux isolants présentent des exigences particulières (cf. Document Technique d'Application particulier).
(4) Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
(5) La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
(6) La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm
(7) La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système doit être au moins égale à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation.
(8) Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service correspondant à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation $\square 2$ mm ; le dispositif de fixation doit permettre ce déplacement de 2 mm sans désaffleurement de la tête de fixation. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur Q_{ft} est supérieure à la résistance caractéristique PK_{ft} indiquée dans la fiche technique de la fixation, la valeur à retenir est celle de la fiche technique (PK_{ft}).
(9) Attelages complets présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'EAD 030351-00-0402.
(10) Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

2.10.4.2. Tableau A2 – Travaux de réfections

Exigences	Élément porteur					
	Tôles d'acier nervurées			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	Maçonnerie de granulats courants
	Pleine	Perforée (4)	Crevée (4)			
Identification de l'élément porteur	ens ≥ eft Ans ≥ Aft	ens ≥ eft Ans ≥ Aft	ens ≥ eft Ans ≥ Aft	ens Matériau de même type	ρ ns	CR _{ns}
Identification de l'élément de liaison	Vis Ø 4,8 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 4,8 mini	Vis à pas spécial	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet Ø 4,8 mini (1)	Rivet Ø 4,8 mini (1)	Rivet Ø 4,8 mini (1)		Cheville à clou déporté	
Résistance à la corrosion de l'attelage complet (3) sur locaux à faible et moyenne hygrométrie (2)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)	Acier inoxydable austénitique (10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)
Résistance à la corrosion de l'attelage complet (3) sur locaux à forte hygrométrie (2)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)					15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % (9) ou acier inoxydable austénitique (10)
Pk minimal (daN)	90	90	90			
Valeur de R _{ns} à retenir	Pk _{ft}	Pk _{ft} (5)	Pk _{ft} (5)	Pk _{réel} (7)	0,7 Pk _{réel} (6)(7)	Valeur mini (Pk _{ft} ou Q _{réel})(7)(8)

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

- (1) Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
(2) Classes d'hygrométrie selon les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).
(3) Certains panneaux isolants (par exemple, mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières, cf. Document Technique d'Application particulier.
(4) Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
(5) La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
(6) La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
(7) Le Pk_{réel} ou Q_{réel} s'évalue par mesures in situ selon le protocole d'essai de l'annexe 4 du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 :
 - o Les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, même constitution et état de la toiture),
 - o Chaque zone fait l'objet d'un minimum de 15 essais et d'un rapport d'essai distinct.
La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système à la mise en œuvre doit être au moins égale à celle des essais préparatoires in situ.
(8) Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service. La connaissance des deux valeurs est nécessaire si :
 - o la valeur issue des essais sur chantier Q_{réel} est supérieure à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation Pk_{ft},
 - o la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).
(9) Attelages complets présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'EAD 030351-00-0402.
(10) Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

2.10.5. Détermination de la densité de fixations Dns du nouveau système

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les *tableaux A1* et *A2*, les règles d'adaptation sont les suivantes :

- Si, R_{ns} (en N) ≥ 1320 N (PK_{sr}), alors $Wadm_{ns} = 600$ N/fixation ;
- Si, R_{ns} (en N) ≤ 1320 N (PK_{sr}), alors $Wadm_{ns} = 600 \times R_{ns} / 1320$ (en N/fixation).

La densité corrigée de fixation à prévoir pour le nouveau système = « D_{ns} » avec :

« D_{ns} » = pression de vent/ $Wadm_{ns}$ (avec $D_{ns} \geq 3$ dans tous les cas) avec pression de vent calculée en fonction de la région, du site, de la hauteur du bâtiment, de la forme du versant, de la zone de toiture (partie courante, rive et angle) selon Règles NV 65 modifiées.

ANNEXE B

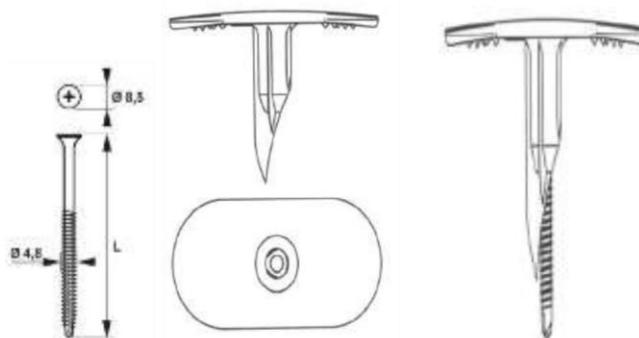
Attelage avec fût plastique sans règles d'adaptation

Les attelages mixtes (vis métallique et fût plastique) admis sont :

Système de référence :

Vis métallique EGB 2C 4,8 x L (Ø 4,8 mm) + plaquette fût plastique Etancoplast HP4 82x40 d'épaisseur 3 mm en polyamide de la Société LR Etanco, au Pecq (Yvelines) :

- Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{K_{ft}} = 1\,350\text{ N}$ sur tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,7 mm d'épaisseur selon NF P 30-313
- Résistance au dévissage, selon EAD 030351-00-0402 et NF P 30-315
 - o Rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{4}$ tour après 500 cycles
 - o Rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{2}$ tour après 900 cycles
 - o Mouvement vertical $\leq 1\text{ mm}$ après 900 cycles
- Résistance mécanique/fragilité de la fixation en plastique selon EAD 030351-00-0402
 - o Hauteur de chute état neuf 2,2 m
 - o Hauteur de chute état vieilli (28 jours à 80 °C) 2.2 m
- Solide au pas selon NF P 30-317
 - o Hauteur de chute état neuf 2,2 m
 - o Hauteur de chute état vieilli (28 jours à 80 °C) 2.2 m



La fixation métallique peut être substituée par les fixations suivantes :

- EG $P_{K_{sr}} = 1\,520\text{ N}$ sur tôle métallique selon NF P 30-313
- ISODRILL TT $P_{K_{sr}} = 1\,250\text{ N}$ sur tôle métallique selon NF P 30-313
- VMS 2C $P_{K_{sr}} = 1\,520\text{ N}$ sur tôle métallique selon NF P 30-313

