

Sur le procédé

IKO DUO ACIER

Famille de produit/Procédé : Revêtement d'étanchéité de toitures fixé mécaniquement en bicouche à base de bitume modifié

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
V4	<p>Cette version annule et remplace le DTA 5.2/18-2630_V3. Elle intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fusion de ce dossier avec le DTA TOPFIX suite à l'acquisition d'Axter SAS par IKO qui implique : <ul style="list-style-type: none"> ○ Ajout de l'usine de Courchelettes ○ Ajout de certains produits et systèmes sous de nouvelles dénominations. ○ Ajout de la pose en toiture végétalisée. • Ajout du dimensionnement des fixations mécaniques selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier CSTB n°3779 de février 2017. • Ajout du système de référence IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G (ex TOPFIX PY FMP) fixé avec ETANCOPLAST HP4L. 	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le système IKO DUO ACIER est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène apparent, à base de bitume modifié SBS, fixé mécaniquement, pour travaux neufs et réfection de toitures plates, inclinées et courbes sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en maçonnerie ou en bois et panneaux à base de bois conformes aux normes NF DTU série 43 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

Le Wadm et la valeur Pk des attelages de fixation mécanique, avec la nature et les dimensions des plaquettes sont donnés au sous-chapitre « *Résistance au vent* » 1.2.1.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité - Entretien.....	6
1.2.3.	Impacts environnementaux	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.	Mise sur le marché.....	7
2.1.3.	Identification du produit.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception	9
2.3.1.	Généralités.....	9
2.3.2.	Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées.....	10
2.3.3.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie.....	11
2.3.4.	Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois	11
2.3.5.	Supports isolants non porteurs.....	11
2.3.6.	Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité.....	12
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	12
2.4.1.	Mise en œuvre sur support isolant non porteur.....	12
2.4.2.	Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité	13
2.4.3.	Relevés et émergences	16
2.4.4.	Ouvrages particuliers.....	17
2.4.5.	Dispositions particulières dans les DROM (hors végétalisation).....	19
2.5.	Entretien et réparation	19
2.6.	Assistance technique.....	19
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	20
2.7.1.	Fabrication	20
2.7.2.	Contrôles de Fabrication.....	20
2.8.	Mention des justificatifs.....	20
2.8.1.	Résultats expérimentaux	20
2.8.2.	Références chantiers	21
2.9.	Annexes du Dossier Technique.....	22
2.9.1.	Annexe A – Règles d'adaptation à d'autres éléments porteurs et d'autres attelages de fixations métalliques dans le cas de travaux neufs et dans le cas de travaux de réfection	22
2.9.2.	Annexe B – Attelages de fixations à fûts plastiques.....	26
2.9.3.	Annexe C – Paramètres de choix de la méthode de calcul.....	27
2.9.4.	Annexe D - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées	30
2.9.5.	Annexe E - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées.....	34
2.9.6.	Tableaux du dossier technique :	38
2.9.7.	Figures du dossier technique :	44

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 14 octobre 2024, par le Groupe Spécialisé 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 DUO ACIER est employé en France métropolitaine et dans les DROM, en climat de plaine dans les zones 1, 2, 3, 4 et 5 (hors TTV pour la zone 5) tous sites de vent selon :

- L'approche du Cahier CSTB n° 3563 de juin 2006 (cf. Règles NV 65 modifiées) : pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 40 m ;
- L'approche de la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier CSTB n°3779 de février 2017 : pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 20 m.

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé IKO DUO ACIER est employé en travaux neufs et de réfection avec ou sans apport d'un nouvel isolant sur toitures plates et inclinées, versants plans et courbes :

- Inaccessibles : autoprotégées apparentes ;
- Techniques ou à zones techniques : autoprotégées apparentes ;
- Végétalisées (hors DROM).

Il s'emploie

- En France européenne sur éléments porteurs en maçonnerie, bois ou panneaux à base de bois et éléments porteurs en bois structurel bénéficiant d'un avis technique pour l'emploi considéré et tôles d'acier nervurées (cf. tableau 3) ;
- Dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), sur éléments porteurs en maçonnerie et tôles d'acier nervurées dans les conditions du § 2.45 (cf. tableau 3bis) (hors TTV).

Le procédé est admis, selon la nature de l'élément porteur, sur des locaux à hygrométrie faible, moyenne ou forte, à l'exclusion des locaux à très forte hygrométrie.

Les chemins de circulation et les zones techniques sont admis dans les limites de pente définies par les normes NF DTU série 43 et les Documents Techniques d'Application des isolants.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Sécurité au feu

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 les systèmes cités au § 2.8 du Dossier Technique.

Le classement de tenue au feu des autres revêtements n'est pas connu.

Vis-à-vis du feu venant de l'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.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé ne dispose pas de Fiches de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé 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 de certains produits.

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.

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) 4 (moyenne) et 5 (forte), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation concernant la construction neuve ou de réfection. 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 « χ_{fixation} » des panneaux isolants et revêtements d'étanchéité, doit être pris en compte dans les calculs thermiques conformément aux dispositions prévues dans le fascicule 4/5 des Règles Th-Bat. Ces coefficients ponctuels sont définis dans l'e-Cahier du CSTB 3688 « Ponts thermiques intégrés courants de toitures métalliques étanchées ».

Résistance au vent

L'effort admissible du système de référence du procédé Wadmsr, selon l'e-Cahier du CSTB 3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement », de juin 2006, est défini au Dossier Technique.

- Attelage de fixation du système de référence avec plaquette métallique (associé à IKO DUO ACIER F/G) :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1340 N,
 - dimensions de la plaquette : 40 x 40 mm – ep : 0.8 mm ;
- Attelage de fixation du système avec fût plastique ETANCO, ETANCOPLAST HP4 L diamètre 40 (associé à IKO DUO ACIER F/G) :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1350 N,
 - dimensions de la plaquette à fût plastique : Ø 40 mm ;
- Attelage de fixation du système avec fût plastique SFS Group SAS TPA 50 (associé à IKO DUO ACIER F/G) :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1340 N,
 - dimensions de la plaquette à fût plastique : Ø 50 mm ;
- Attelage de fixation du système de référence avec plaquette métallique (associé à IKO DUO TOPACIER FMP/G, IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G, IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G, IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G) :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1520 N,
 - dimensions de la plaquette : Ø 40 mm – ep : 0.8 mm ;
- Attelage de fixation du système avec fût plastique ETANCO, ETANCOPLAST HP4 L diamètre 40 (associé à IKO DUO TOPACIER FMP/G, IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G, IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G, IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G) :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1350 N,
 - dimensions de la plaquette à fût plastique : Ø 40 mm ;
- Attelage de fixation du système de référence avec plaquette métallique (associé à IKO DUO TOPACIER FMP/G) :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage Pksr = 1520 N,
 - dimensions de la plaquette : 64 x 64 mm – ep : 0.8 mm ;

Composition des revêtements	Systèmes de référence associés			
	Désignation du système	Wadm N/fix	Plaquettes métalliques ou fût plastique	Pk (N)
1 ^{ère} couche fixée mécaniquement et largeur de recouvrement IKO DUO TOPACIER FMP/G: 8 cm ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F : 10 cm	SR A1	460	Ø 40 mm	1520
	SR A2		ETANCOPLAST HP4L Ø 40	1350
IKO DUO TOPACIER FMP/G: 12 cm	SR A3	585	64 x 64	1520
IKO DUO ACIER F/G: 10 cm	SR B1	759	40 x 40	1340
	SR B2	460	Etancoplast HP4L Ø 40	1350
	SR B3		Fût TPA Ø 50 mm	1340
IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G : 10 cm ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F: 12 cm	SR C1	634	Ø 40 mm	1520
	SR C2		ETANCOPLAST HP4L Ø 40	1350

Aspects sanitaires

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

Fabrication

Effectuée en usine, la fabrication relève des techniques classiques de la transformation des bitumes modifiés. Comportant l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité.

Les fixations sont définies par leurs fiches techniques et leurs fabricants attestent la conformité des fournitures à ces fiches.

Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les 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 - Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du revêtement d'étanchéité IKO DUO ACIER, peut être appréciée comme satisfaisante sur toitures plates ou inclinées.

Entretien et réparations

Cf. normes NF DTU série 43. Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelle. 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, le procédé ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce DTA comporte 8 systèmes de références avec 4 Wadm différents.

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 et distributeur : Société IKO-AXTER
6 rue Laferrière
75009 Paris
Internet : www.iko.fr

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les feuilles font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société IKO SAS sur la base de la norme NF EN 13707:2014.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification du produit

Les rouleaux reçoivent les étiquettes où figurent :

- Le fabricant et le code usine (T pour Tourville-la-Rivière - C pour Courchelettes);
- Le nom commercial de la feuille ;
- Les dimensions ;
- Les conditions de stockage ;
- Le numéro de fabrication.

Les feuilles bitumineuses mises sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA des normes NF EN 13707 et NF EN 13970 (pare-vapeur).

Les fixations éventuelles sont directement fournies par leurs fabricants, et leurs emballages permettent leur identification.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le système IKO DUO ACIER est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène apparent, à base de bitume modifié SBS, fixé mécaniquement, pour travaux neufs et de réfection de toitures plates, inclinées et courbes sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en maçonnerie, ou en bois et panneaux à base de bois conformes aux normes NF DTU série 43 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

La première couche comporte une finition de surface en film thermofusible ou film thermofusible macroporeux présentant un caractère antidérapant. Son épaisseur minimale est de 2,5 mm. Elle est fixée mécaniquement en lisière. Les recouvrements sont soudés.

Dans le cas des feuilles IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F et IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F, la membrane possède un joint de recouvrement mixte adhésif (≥ 20 mm) – thermosoudable (≥ 80 mm). La conception de ce joint permet de s'affranchir de la mise en œuvre préalable à la soudure du joint d'un écran pare-flamme destiné à protéger l'isolant support (notamment le PSE).

La seconde couche d'épaisseur minimale 2,5 mm est soudée en plein sur la première couche.

Dans le cas particulier de la végétalisation :

Le procédé de végétalisation doit être défini dans un Avis Technique particulier.

La seconde couche d'épaisseur minimum 3,0 mm autoprotégée par paillette est soudée en plein sur la première couche. Elle est adjuvantée anti-racines.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Liants en bitume élastomère SBS

Liant ARMOUR : il s'agit du mélange en bitume SBS fillerisé conforme aux Directives Techniques UEAtc de 1984 et défini dans le DTA Iko Duo Fusion.

Liant ARMOUR STICK T3 et ARMOUR STICK T4 : il s'agit des liants adhésifs définis dans le DTA Iko Duo Stick.

Liant ARMOUR FEU et ARMOUR FEU1 : il s'agit du liant ARMOUR additivé d'ignifugeants, et présentant les mêmes caractéristiques que celui-ci.

2.2.2.2. Feuilles manufacturées

Les feuilles du procédé IKO DUO ACIER font l'objet d'un marquage CE conformément à la norme NF EN 13707 et sont conformes au Guide UEATc SBS de décembre 2001.

2.2.2.2.1. Feuilles de première couche de partie courante

La composition et les caractéristiques des feuilles utilisées sont données dans le tableau 5.

2.2.2.2.2. Feuilles de seconde couche de partie courante

- IKO DUO ACIER AR/F (AR/G) (cf. tableau 5)

En substitution : toutes feuilles autoprotégées de performances égales ou supérieures sous DTA de la gamme IKO -AXTER parmi lesquelles (cf. tableau 2) :

IKO DUO ACIER FEU AR/F, IKO DUO FUSION AR/F (AR/G), IKO DUO FUSION FEU AR/F, IKO DUO FUSION FEU1 AR/F, IKO DUO FUSION ALU/F, IKO DUO FUSION ALU REFLECT, IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F, IKO DUO SOLAR ALU/F (cf. DTA Iko Duo Stick),

IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F : dito IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F (cf. DTA Iko Duo Stick) avec liant ARMOURFEU1, IKO MONO FUSION AR/F, IKO MONO FUSION FEU1 AR/F, IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F, (cf. DTA Iko Mono Fusion), IKO MONO ALPA AR/F, IKO MONO ALPA FEU AR/F (cf. DTA Iko Alpa),

IKO DUO GREEN 3000 AR/F, IKO MONO PARKING AR/F (cf. DTA Iko Parois),

- IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F (AR/G) (cf. DTA Iko Duo Fusion) :

En substitution : toutes feuilles autoprotégées de performances égales ou supérieures sous DTA de la gamme IKO -AXTER parmi lesquelles (cf. tableau 2) :

IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F : dito IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F (cf. DTA Iko Duo Stick) avec liant ARMOURFEU1, IKO MONO FUSION AR/F, IKO MONO FUSION FEU1 AR/F, IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F, (cf. DTA Iko Mono Fusion).

IKO MONO ALPA AR/F, IKO MONO ALPA FEU AR/F (cf. DTA Iko Alpa),

IKO DUO GREEN 3000 AR/F, IKO MONO PARKING AR/F (cf. DTA Iko Parois),

- IKO DUO GREEN 3000 AR/F (cf. DTA Iko Parois):

En substitution: (cf. tableau 2)

IKO MONO PARKING AR/F (cf. DTA Iko Parois).

2.2.2.3. Matériaux complémentaires

2.2.2.3.1. Primaires

- IKOpro Primaire Bitume Adérosol SR : enduit d'imprégnation à froid à séchage rapide (cf. -NF DTU série 43) ;
- IKOpro primaire ECOL'eau : enduit d'imprégnation à froid sans solvant (cf. NF DTU série 43) ;
- IKOpro Primaire bitume Aderosol GC : enduit d'imprégnation à froid, séchage rapide conforme aux NF DTU série 43 ;

2.2.2.3.2. Écrans de semi-indépendance

- IKO ECRAN PERFO : écran perforé pour thermosoudage (cf. DTA Iko Duo Fusion) ;

2.2.2.3.3. Écrans pare-vapeur

- IKO VAP ACIER : ref. NF DTU 43.3 ;
- IKO VAP, IKO DUO FUSION G/F, IKO VAP ALPA 3 en 1 (cf. DTA Iko Duo Fusion),
- IKO RLV ALU/F, IKO RLV ALPA ALU/F, IKO RLV ALU AR/F, IKO RLV ALU PLUS AR/F, IKO VAP ALU G/G (cf. DTA Iko Duo Fusion),
- IKO VAP STICK ALU, IKO VAP STICK, IKO VAP STICK ALU GR (cf. DTA Iko Duo Fusion).

2.2.2.3.4. Matériaux pour relevés

Equerre de renfort ou remontée du pare vapeur sur relief maçonnerie :

- IKO EQUERRE 25, 33 ou 100 : cf. DTA Iko Duo Fusion ;

Membranes de relevés hors toitures terrasses végétalisées :

- IKO RLV AR/F, IKO RLV ALU/F, IKO RLV ALU REFLECT, IKO RLV ALU AR/F, IKO RLV ALU PLUS AR/F, IKO RLV ALPA ALU/F (cf. DTA Iko Duo Fusion)
- IKO MONO FUSION AR/F, IKO MONO FUSION FEU1 AR/F, IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F, (cf. DTA Iko Mono Fusion).
- IKO MONO ALPA AR/F, IKO MONO ALPA FEU AR/F: DTA Iko Alpa
- IKO DUO STICK L3 T3 SI, IKO DUO STICK L3 T4 SI, IKO DUO STICK L3 ADH, IKO DUO STICK L4 ADH (cf. DTA Iko Duo Stick).

Membranes de relevés pour toitures terrasses végétalisées :

- IKO DUO GREEN 3000 AR/F, IKO MONO PARKING AR/F: DTA Iko Parois

2.2.2.3.5. Feuilles complémentaires pour chemins de circulation ou zones techniques :

- IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F : couche de finition (cf. DTA Iko Duo Stick),
- IKO ACCESS : chemin de circulation (cf. DTA Iko Duo Fusion),
- IKO MONO FUSION AR/F, IKO MONO FUSION FEU1 AR/F, IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F, (cf. DTA Iko Mono Fusion).
- IKO MONO ALPA AR/F, IKO MONO ALPA FEU AR/F: DTA Iko Alpa
- IKO MONO PARKING AR/F: DTA Iko Parois

2.2.2.3.6. Matériaux pour écran thermique, au droit des relevés, sur polystyrène expansé

- IKO Band Butyle, IKO Band Bitume, IKO DUO STICK L3 T3 SI, IKO DUO STICK L3 T4 SI, IKO DUO STICK L4 T3 SI (cf. DTA IKO Duo Stick ;
- IKO DUO FUSION G/F (cf. DTA Iko Duo Fusion) ;
- IKO DUO FUSION AR/F (ou AR/G) (cf. DTA Iko Duo Fusion).

2.2.2.3.7. Attelages métalliques de fixations de référence

Les attelages de fixation métallique de référence sont définis ci-dessous :

SRA1 et SRC1

- Vis VMS Ø 4,8 mm + plaquette Ø 40 mm de LR Etanco de Pkft = 1 520 N dans élément porteur acier 0,75 mm.

SRA3

- Vis EDVF de Ø 4,8 mm + plaquette 64 x 64 mm de LR Etanco, de Pkft = 1 520 N dans élément porteur acier 0,75 mm.

SRB1

- Vis IR2 ou IR2-C Ø 4,8 mm + plaquette PR 40 x 40 de SFS Group SAS de Pkft = 1340 N dans élément porteur acier 0,75 mm.

Les règles d'adaptation des attelages de fixations sont données à l'annexe A, § 2.9.1

Les attelages de fixations répondent aux exigences de l'e-Cahier du CSTB 3563.

Ils sont associés à l'élément porteur et aux feuilles de première couche.

Ils font l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant de fixations, précisant notamment la valeur de résistance caractéristique Pkft de l'attelage ou pour le béton la charge limite de service Qft (selon l'e-Cahier du CSTB 3563, juin 2006).

Le terme « solide au pas » s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant, et/ou du revêtement d'étanchéité, sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

2.2.2.3.8. Attelages de fixations plastiques de référence (cf. annexe B, § 2.9.2)

Les règles d'adaptation des plaquettes à fûts plastiques ne sont pas admises.

Ces fixations sont utilisées uniquement dans des tôles d'acier nervurées à plages pleines.

SRA2, SRB2 et SRC2

- Vis EGB Ø 4,8 + plaquette ÉTANCOPLAST HP4 L diamètre 40 de la Société LR Étanco, de Pkft = 1350 N dans élément porteur acier 0,75 mm.

SRB3

- Vis BS Ø 4,8 + plaquette TPA 50 diamètre 50 de la Société SFS Group SAS de Pkft = 1340 N dans élément porteur acier 0,75 mm.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes NF DTU série 43 ou des Avis Techniques les concernant.

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

Les pentes minimum / maximum sont définies dans les normes NF DTU série 43.

Cas particuliers des Régions d'Outre-Mer

Concernant les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), se référer au §2.4.5 .

Dans le cas particulier de la végétalisation :

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes DTU série 43 ou des Documents Techniques d'Application les concernant, complétés par l'Avis Technique de la végétalisation y compris pour les pentes.

Une pente supérieure à 20 % peut être envisagée si l'Avis Technique de la végétalisation le prévoit.

Les charges à prendre en compte pour les éléments porteurs sont :

- Les charges permanentes ; elles correspondent à la somme :
 - du poids du complexe isolation-étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement d'étanchéité),

- du poids du complexe de végétalisation à Capacité Maximale en Eau (CME) (couche drainante, couche filtrante, substrat, végétaux définis par l'Avis Technique du procédé de végétalisation),
- d'une charge de sécurité fixée forfaitairement à 15 daN/m². Une charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m² (soit 100 daN/m² au total) sera ajoutée pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs en bois massif et panneaux à base de bois, pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan.

Dans le cas des panneaux contrecollés CLT en bois massif à usage structurel, il conviendra de se reporter à leur DTA qui peut prévoir de s'affranchir de cette charge de sécurité ;

- Les charges d'exploitation, y compris les charges climatiques. La plus élevée de la charge d'entretien (100 daN/m² au sens de la norme NF P 06- 001) ou de la charge climatique est retenue.

La charge de calcul non pondérée est la somme de la charge permanente et de la charge d'exploitation.

2.3.2. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

En cas d'utilisation d'attelage à fût plastique, seules les tôles d'acier nervurées à plage pleine sont admises.

Dans le cas de terrasses et toitures végétalisées, la pente minimale des versants doit être $\geq 3\%$ dans tous les cas y compris le cas de noue en pente.

2.3.2.1. Tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3

Sont admises, les tôles d'acier nervurées (TAN) conformes aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1, avec un dimensionnement soit selon une approche NV65 modifiée, soit selon une approche Eurocode 1 P1-4.

Cas de l'approche des Règles NV 65 modifiées

Dans le cas d'une approche Règles NV 65 modifiées, le revêtement d'étanchéité s'applique pour des bâtiments de hauteur inférieure à 20 m et supérieure à 20 m sans dépasser 40 m. Dans ce dernier cas, une vérification spécifique des tôles d'acier nervurées à la charpente est à prévoir, comme prescrit par la norme NF DTU 43.3, et la consultation du fabricant des tôles d'acier nervurées est nécessaire.

Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4

Dans le cas d'une approche Eurocode 1 partie 1- 4 (NF EN 1991-1 4/NA) simplifiée, donnée dans le Cahier CSTB n°3779, le choix des TAN et de leur épaisseur est effectué en ne considérant que les charges descendantes (cf. § 6.2.2.1.3 du NF DTU 43.3) dans les cas suivants de bâtiments de hauteur maximum 20 m :

- Charge descendante supérieure à 1,1 kN/m² à l'ELS :
 - bâtiments fermés,
 - bâtiments ouverts situés :
 - en région 1 de vent toutes catégories de terrain,
 - en région 2 catégories de terrain IV et IIIb ;
- Charge descendante supérieure à 1,5 kN/m² à l'ELS :
 - bâtiments ouverts situés :
 - en région 2 catégories de terrain IIIa, II et 0,
 - en région 3 catégories de terrain IV et IIIb,
 - en région 4 catégories de terrain IV et IIIb ;
- Charge descendante supérieure à 1,9 kN/m² à l'ELS :
 - bâtiments ouverts situés :
 - en région 3 catégories de terrain IIIa, II et 0,
 - en région 4 catégories de terrain IIIa, II et 0.

Dans le cas de catégories de terrain non citées en Annexe A6 (IV et IIIa) et citées dans les DPM, il convient de prendre la plus défavorable, IIIb pour IV, II pour IIIa.

La densité de fixation des TAN est définie selon la formule suivante :

$$\frac{1,3 \times 1,25 \times D \times L \times e}{n} \leq R_c$$

n

Avec :

- D : charges ELU en dépression dues au vent calculées selon l'Eurocode 1 P1-4 (NF EN 1991-1-4/NA) et le Cahier du CSTB 3779 diminuées du poids propre de la toiture (daN/m²).
- L : portée des TAN (m).
- e : écartement des fixations des TAN sur appui (m) : un entraxe de nervures s'il y a une fixation par nervure, deux entraxes de nervures s'il y a une fixation toutes les deux nervures.
- n : pour chaque nervure fixée, n=1 si fixation unique ; n=2 si fixation doublée.
- R_c : résistance caractéristique de la fixation selon la NF P 30-313 (daN).

Pour les cas non visés au présent paragraphe : bâtiments de hauteur supérieure à 20 m et/ou charge ascendante supérieure au total des charges descendantes, tôles conformes au Cahier du CSTB 3644 (DROM), l'approche Eurocode ne s'applique pas.

2.3.2.2. En tôles d'acier nervurées conformes au Cahier du CSTB 3537_V2

Sont admises, les TAN conformes au CPT Commun « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mises en oeuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, dans les départements européens » (Cahier du CSTB n°3537_V2 de janvier 2009).

Dans ce cas, le revêtement d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les NV65 modifiées, l'approche Eurocode ne s'applique pas.

2.3.2.3. En tôles d'acier avec caisson bénéficiant d'un Avis Technique

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées avec caisson spécifique pour dissimuler les fixations mécaniques de l'isolant thermique et du revêtement d'étanchéité suivant leurs Avis Techniques. L'écartement maximum entre lignes de fixation est de 0,88 m (cette disposition est imposée par les dimensions de ce type de TAN).

Le panachage des méthodes de dimensionnement n'est pas admis. La méthode de dimensionnement utilisée pour les revêtements d'étanchéité dépend de la méthode de dimensionnement admise par l'Avis Technique des tôles d'acier nervurées avec caisson (cf. Annexe C § 2.9.3).

2.3.3. Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 20.12, y compris les éléments porteurs de type D surmontés d'une dalle de compression adhérente, et les éléments porteurs et 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 chauffants intégrés et des planchers comportant des distributions électriques noyées.

La préparation des supports et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 et des Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application. Les pontages sont réalisés avec une bande de largeur de 20 cm en IKO RLV ALU/F, face aluminium contre le support.

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

Sont admis, les éléments porteurs et supports en bois massif et les panneaux à base de bois conformes aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 et non traditionnels (CLT, panneaux composites sandwiches...) bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement cet emploi.

Dans le cas d'une toiture végétalisée, la pente minimum des versants devra être de 3 %, y compris quand les noues sont en pente.

Préparation de supports :

- Pour les pare-vapeur indépendants ou semi indépendants cloués : aucune préparation.
- Pour les pare-vapeur adhérents soudés sur panneaux à base de bois :

la préparation comporte la réalisation de pontages en IKO RLV ALU/F ou IKO DUO FUSION AR/F de 20 cm de largeur, disposés sur les joints de panneaux, la face aluminium ou ardoisée sur le support.

L'application d'un EIF (enduit d'imprégnation à froid) est obligatoire dans le cas de panneaux de particules et contreplaqués conformément au NF DTU 43.4.

- Pour les pare-vapeur adhérents adhésifs sur panneaux à base de bois,

la préparation du support comprend l'imprégnation par un EIF en évitant les joints de panneaux. Les pontages ne sont pas nécessaires.

Dans le cas de panneaux à base de bois sous Document Technique d'Application, elle se fait conformément aux préconisations du Document Technique d'Application du panneau bois ;

Bois et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4

Dans le cadre d'un élément porteur en bois conforme à la norme NF DTU 43.4, le dimensionnement aux contraintes admissibles reste applicable. Dans ce cas, le revêtement d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les NV65 modifiées.

Bois et panneaux à base de bois sous Avis Technique ou Document Technique d'Application

Dans le cas d'un élément porteur en bois ou panneaux à base de bois bénéficiant d'un Avis Technique, le revêtement d'étanchéité pourra être dimensionné selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017.

2.3.5. Supports isolants non porteurs

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

Sont admis, en un ou plusieurs lits, les panneaux isolants mentionnés dans les tableaux 3 et 3bis dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier pour l'emploi considéré.

Dans le cas des toitures-terrasses végétalisées, sont admis les panneaux de classe C mentionnés au tableau 3 dans les conditions des Règles professionnelles CSFE « isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2024 et certifiés ACERMI pour les spécifications prévues par ces règles. Sont également admis les isolants sous DTA revendiquant la pose en procédé mixte.

Fixation mécanique des panneaux isolants

- Il est rappelé que les attelages de fixation mécanique des isolants supports fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN

826). À cet égard, dans le cas où il existerait une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en déformation à 10 % de déformation de ce support isolant ne soit connue (norme NF EN 826), les attelages de fixation à employer doivent être également de type « solide au pas ». Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent.

- b. L'emploi de fixations mécaniques est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{w}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).
- c. Ne sont pas visés, les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, les planchers de type D surmontés ou non d'une dalle de compression adhérente.

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

Ce sont d'anciennes étanchéités, type asphalte, multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié, ciment volcanique, enduit pâteux, membrane synthétique, pouvant être sur différents supports (maçonnerie, béton cellulaire, bois et panneaux à base de bois, isolants sur les trois éléments porteurs précités et sur acier).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités pour leur réemploi comme support ou comme écran-vapeur sont définis dans la norme NF DTU 43.5. Toutefois, les feuilles d'autoprotection métallique n'ont pas à être déposées en partie courante. Les anciens relevés avec feuille d'autoprotection métallique sont délaqués.

Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection) respectent également cette norme.

Les éléments porteurs en bois, panneaux à base de bois, maçonnerie et béton cellulaire sont systématiquement vérifiés quant aux valeurs d'ancrage des fixations (P_k) envisagées pour la réfection par une campagne de mesures "in-situ". L'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du e-Cahier du CSTB 3563 – Juin 2006 "Résistance au vent des systèmes d'étanchéité des toitures fixés mécaniquement" (cf. Annexe A § 2.9.1).

Concernant la réfection sous terrasses et toitures végétalisées

Si l'ancien isolant est conforme aux prescriptions des Règles professionnelles CSFE « isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2024, l'ancienne étanchéité peut être conservée. Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités pour leur réemploi comme support sont conformes à la norme NF DTU 43.5 ;

- Dans le cas contraire, est interposé un nouvel isolant conforme aux Règles professionnelles CSFE « isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2024. Les critères de préparation de l'ancienne étanchéité sont conformes à la norme NF DTU 43.5.

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, en fin de dossier, s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur.

Conformément à la norme NF DTU 43.1 dans le cas d'isolant placé sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en béton, blocs de béton cellulaire autoclavé armé ou en réfection conforme au DTU 43.5, 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.

Cette continuité du pare-vapeur et des relevés doit être assurée par une équerre comportant un talon de 6 cm au minimum, avec une aile verticale dépassant d'au moins 6 cm au-dessus du nu supérieur de l'isolant de partie courante, soudée en plein horizontalement sur le pare-vapeur et verticalement.

Cette équerre de renfort est en :

- IKO EQUERRE 25 pour isolant d'épaisseur ≤ 130 mm ;
- IKO EQUERRE 33 ou IKO EQUERRE 100 pour isolant d'épaisseur > 130 mm.

2.4.1.2. Mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants sont mis en œuvre en quinconce en un ou plusieurs lits et jointifs. Ils sont fixés mécaniquement selon les prescriptions de leur Document Technique d'Application particulier.

Dans le cas de travaux neufs sur tôles d'acier nervurées, le joint filant est perpendiculaire aux nervures des tôles.

Dans le cas d'un support isolant dont la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa (cf. tableau des caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas » (cf. § 2.3.5).

Cas des toitures-terrasses et toitures végétalisées

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément aux dispositions des Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2024.

Dans le cas d'un support isolant dont la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa (cf. certificat ACERMI établi selon les Règles Professionnelles « Isolants support d'étanchéité sous protection lourde » de juillet 2024), les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas ». Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent et sont annoncés comme tels dans leur fiche technique.

Cas particulier des panneaux isolants en polystyrène expansé (EPS)

Ils sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application pour l'emploi considéré.

La protection de la surface des panneaux est réalisée avec un écran thermique (IKO DUO FUSION AR/F (AR/G) ou IKO DUO ACIER AR/F (AR/G)), déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libres. Cet écran n'est pas nécessaire avec la feuille IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F.

La protection de la tranche du panneau au droit des relevés ou émergences est prescrite par le Document Technique d'Application particulier de l'isolant.

En variantes, une bande :

- Auto-adhésive à froid, IKO Band Butyle ou IKO Band Bitume ou une bande découpée de IKO DUO STICK, développé 15 cm, est appliquée en fond de gorge, ailes sensiblement égales avec un recouvrement de ces bandes de 10 cm ;
- IKO DUO FUSION G/G (développé = épaisseur isolant + 20 cm) (ou toute membrane de la gamme IKO -AXTER sous Avis Technique) est rebordée sur le bord des panneaux isolants avec un recouvrement de ces bandes de 10 cm.

Il est également possible d'éviter cette protection en remplaçant l'EPS, au droit des émergences, par un panneau ou une bande de 20 cm minimum en perlite fibrée ou en laine minérale.

2.4.2. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

2.4.2.1. Règles d'inversion et de substitution

L'inversion des couches n'est pas admise.

La feuille de seconde couche peut être remplacée (sans modification du Wadm) par les feuilles listées au *tableau 2*.

Pour les feuilles de première couche, à destination égale, la substitution est possible par des feuilles de classe poinçonnement supérieur mais en tenant en compte d'un changement du Wadm.

2.4.2.2. Dispositions générales de mise en œuvre des feuilles IKO DUO ACIER

2.4.2.2.1. Généralités

Le domaine d'utilisation du procédé est défini aux tableaux 3 et 3bis.

La feuille de première couche est déroulée à sec et fixée mécaniquement en lisière sous les recouvrements longitudinaux par des attelages de fixations (cf. § 2.2.3.7 et 2.2.3.8).

Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées conformes au DTU 43.3 et cahier 3537_V2, les feuilles de première couche sont déroulées perpendiculairement aux nervures.

Sur élément porteur en tôles d'acier bénéficiant d'un Document Technique d'Application, le sens de pose du revêtement d'étanchéité est celui prescrit par ce Document Technique d'Application particulier

Sur un isolant admettant l'adhérence, il est possible de souder en plein la première couche en plus des fixations en lisière propre au système.

Dans le cas des membranes SPF à galon mixte (adhésif ≥ 20 mm) – thermosoudable (≥ 80 mm), la membrane de première couche est positionnée par rapport au lé précédent de manière à ce que le galon adhésif soit en vis-à-vis du galon adhésif de la membrane déjà posée, puis ré-enroulée. Elle est ensuite déroulée en retirant les bandes pelables de protection des galons adhésifs au fur et à mesure du déroulage. Le recouvrement longitudinal est assuré par auto-adhésivité en marouflant le galon adhésif de 2 cm, puis par soudure à la flamme du recouvrement restant (cf. *figure 10*).

En cas de mise en œuvre d'isolant support avec une résistance à la compression à 10 % < 100 kPa, les attelages de fixation doivent obligatoirement être de type solide au pas.

2.4.2.2.2. Recouvrements longitudinaux feuilles de première couche (cf. figures 1, 2 et 3)

La largeur des recouvrements longitudinaux et la position des fixations par rapport au bord du lé sont fonction de la feuille de première couche et des fixations employées :

- Systèmes SRA1 - plaquette $\varnothing 40$ ou 40×40 et Système SRA2 - ETANCOPLAST HP4 $\varnothing 40$:
 - 8 cm pour les feuilles IKO DUO TOPACIER FMP/G joints soudés,
 - 10 cm pour le IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F ;
- Système SRA3 - plaquette $\varnothing 64 \times 64$:
 - 12 cm pour les feuilles IKO DUO TOPACIER FMP/G joints soudés,
- Systèmes SRB1 - plaquette 40×40 et SRB2 - ETANCOPLAST HP4 $\varnothing 40$ et SRB3 – Fût de SFS Group SAS, TPA $\varnothing 50$ mm :
 - 10 cm pour les feuilles IKO DUO ACIER F/G joints soudés,
- Systèmes SRC1 - plaquette $\varnothing 40$ ou 40×40 et SRC2 - ETANCOPLAST HP4 $\varnothing 40$:
 - 10 cm pour les feuilles IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G joints soudés,
 - 12 cm pour le IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F.

IKO DUO ACIER F/G comporte un lignage sur la bande de recouvrement à 40 mm du bord, utilisables comme aide au positionnement des fixations.

IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F et IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F comportent un lignage sur la bande de recouvrement à 40 mm du bord, utilisable comme aide au positionnement des fixations.

Les autres feuilles de première couche IKO DUO TOPACIER comportent deux lignages en surface, utilisables comme aide au positionnement des fixations et à la réalisation des joints de recouvrements longitudinaux, respectivement positionnés par rapport au bord du lé à :

- 5 cm minimum et 12 cm minimum pour IKO DUO TOPACIER FMP/F et IKO DUO TOPACIER FMP/G;
- 4 cm minimum et 10 cm minimum pour IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/F et IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G.

2.4.2.2.3. Recouvrements transversaux des feuilles de première couche

Les recouvrements transversaux sont de :

- 10 cm (cas général) ;
- 20 cm, soudés sur 10 cm (cas des feuilles SPF sur PSE) - cf. figure 6.

En variante : protéger provisoirement l'isolant de la flamme en plaçant un écran thermique (IKO EQUERRE ou bande de 25 cm de IKO DUO ACIER découpée sur place) à l'emplacement du recouvrement.

2.4.2.2.4. Feuilles de seconde couche

La seconde couche est soudée en plein sur la première couche, joints à recouvrements de 6 cm minimum décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la 1^{ère} couche ou croisés.

Dans le cas de toitures de pente supérieure ou égale à 100 %, lorsque les lés sont positionnés dans le sens de la pente, la couche de finition est fixée en tête par 4 fixations par mètre linéaire placées sous les recouvrements transversaux amont ou par les talons des renforts de gorge. De plus, quel que soit le support, la longueur des lés de la couche autoprotégée est limitée à 5 m. Ces fixations (vis et plaquettes) sont conformes aux normes NF DTU série 43 P1 ou aux Documents Techniques d'Application des panneaux isolants.

Les lés sont fixés le long des rives en pied de relief :

- Lé parallèle à une rive : 1 fixation tous les 25 cm (cf. fig. 2) ;
- Lé perpendiculaire à une rive : 3 fixations supplémentaires en tête de lé ou 2 fixations supplémentaires si la feuille IKO DUO ACIER reçoit une ligne médiane de fixations.

Ces fixations n'entrent pas en ligne de compte pour le calcul de la densité des fixations.

2.4.2.3. Densité et répartition des fixations en partie courante, rives et angles

2.4.2.3.1. Performances du procédé

Les efforts admissibles (au sens des NV 65 modifiées) ou des valeurs de calcul à l'ELU (au sens du cahier 3779), Wadm du système de référence du procédé sont :

Tableau A – Wadm du système de référence

Systèmes de référence (SR)	Wadm
SRA1 et SRA2 SRB2 et SRB3	$Wadm_{SrA1} = Wadm_{SrA2} = Wadm_{SrB2} =$ $Wadm_{SrB3} = 460 \text{ N/fixation}$
SRA3	$Wadm_{SrA3} = 585 \text{ N/fixation}$
SRB1	$Wadm_{SrB1} = 759 \text{ N/fixation}$
SRC1 et SRC2	$Wadm_{SrC1} = Wadm_{SrC2} = 634 \text{ N/fixation}$

Pour les éléments porteurs et/ou les fixations autres que ceux des systèmes SRA1, SRB et SRC, l'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563, de juin 2006) (cf. Annexe A § 2.9.1).

2.4.2.3.2. Selon les Règles NV 65 modifiées et dispositions du e-Cahier du CSTB 3563 - juin 2006

La densité des fixations est calculée en fonction de la zone et du site de vent par référence :

- Aux règles NV 65 modifiées, en vent extrême, pour des bâtiments d'élanement courant respectant les proportions suivantes :
 - $h \leq 2,5 a$ avec h = hauteur du bâtiment et a = longueur,
 - $f \leq h/2$ pour des toitures à versants plans ou $f \leq 2/3 h$ pour des toitures à versants courbes avec f = flèche entre le faîtage et la noue ;
- Aux dispositions du e-Cahier du CSTB 3563 - juin 2006 relatives à la "Résistance au vent des systèmes d'étanchéité des toitures fixés mécaniquement" :
 - zone et site de vent (zones 1 à 5) ; site normal ou exposé,
 - localisation en toiture : parties courantes, rives (largeur égale à $H/10$ (H = hauteur du bâtiment) et 2 m au moins (et pourtour d'édicules sur 1 m de largeur), angles (rencontre de deux rives), etc. (cf. tableau C2),
- Au système de référence choisi (cf. tableau 1),
- A la charge dynamique admissible par fixation $Wadmsr$, (tableau A) obtenue pour chacun des systèmes de référence sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines d'épaisseur 0,75 mm, pour une fixation de référence de résistance caractéristique $Pkft$ est donnée selon la norme NF P 30-313

2.4.2.3.3. Selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017

La densité de fixation est calculée en fonction des régions climatiques et des classes de rugosité du terrain par référence :

- à la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017 (valeurs de dépression calculées avec une valeur de base de la vitesse de référence du vent $V_{b,0}$ pour une période de retour de 50 ans) pour des bâtiments rectangulaires, en fonction :
 - De la région (région 1 à 4, Guyane, Guadeloupe, Martinique, réunion/Mayotte) et rugosité du terrain (IIIb, II, 0)
 - De la zone en toiture : partie courante, rive, angle, édicule et émergence (cf. tableau C2);
 - Des caractéristiques du bâtiment.
- Au système de référence choisi (cf. tableau 1),
- A la valeur de calcul à l'ELU, par fixation (Wadmsr, système de référence) déterminée sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'épaisseur nominale 0,75 mm, pour une fixation de référence dont la résistance caractéristique P_{kft} est donnée selon la norme NF P 30-313.

2.4.2.4. Espacement des fixations

2.4.2.4.1. Généralité

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

Sur demande, l'assistance technique de la société IKO-AXTER fournit les calculs.

Fixations complémentaires

Lorsque l'espacement calculé entre fixations est inférieur à 18 cm, il est nécessaire de mettre en œuvre des fixations complémentaires alignées en pleine feuille avec des bandes de pontage.

La première couche est fixée en lisière, avec une ligne complémentaire de fixations en milieu de lé, ou deux lignes de fixations distantes de 30 cm, l'espacement des fixations en lisière et des fixations complémentaires étant identiques. Chaque ligne complémentaire de fixations est pontée par une bande de pontage. La bande de pontage, de largeur 16 cm minimum, de même nature que la feuille de première couche, est soudée en plein sur la première couche en recouvrement des fixations complémentaires (cf. figure 4).

2.4.2.4.2. Densité, espacement et fixations complémentaires selon les Règles NV 65 modifiées et dispositions du e-Cahier du CSTB 3563 - juin 2006 (cf. Annexe D § 2.9.4)

Les tableaux D1 à D4 récapitulent les densités, espacements entre fixations et nombre de lignes de fixations dans les conditions simplifiées des Règles NV 65 modifiées pour des bâtiments avec éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en bois, en béton à versants plans de hauteur 20 m au plus, ouverts ou fermés, en travaux neufs ou de réfection.

Ces espacements sont calculés sur la base des W_{admsr} du *tableau A* avec une fixation de référence de résistance caractéristique obtenue selon la NF P 30-313.

Tableau D1 : $W_{admsr} = 460$ N/fix

- SRA1 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique Ø 40 mm de $P_{kft} \geq 1520$ N
- SRA2 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4 Ø 40 mm de $P_{kft} \geq 1350$ N
- SRB2 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation ETANCO ETANCOPLAST HP4 Ø 40 mm de $P_{kft} \geq 1350$ N
- SRB3 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation SFS Group SAS TPA Ø 50 mm de $P_{kft} \geq 1340$ N

Tableau D2 : $W_{admsr} = 585$ N/fix

- SRA3 : IKO DUO TOPACIER FMP/G avec attelage de fixation et plaquette métallique 64 x 64 mm de $P_{kft} \geq 1520$ N

Tableau D3 : $W_{admsr} = 634$ N/fix

- SRC1 : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique Ø 40 mm de $P_{kft} \geq 1520$ N
- SRC2 : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de $P_{kft} \geq 1350$ N

Tableau D4 : $W_{admsr} = 759$ N/fix

- SRB1 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40 x 40 mm de $P_{kft} \geq 1340$ N

L'étude des autres cas (bâtiment de hauteur > 20 m ou élancé, toiture à versants courbes...) est fournie par l'assistance technique d'IKO-AXTER, sur demande.

2.4.2.4.3. Densité, espacement et fixations complémentaires selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017 (cf. Annexe E § 2.9.5)

Les tableaux E1 à E4 récapitulent les densités, espacements entre fixations et nombre de lignes de fixations selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017 pour des bâtiments avec éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en bois, en béton à versants plans de hauteur 20 m au plus, de versant plans avec pente $\leq 8.7\%$, en travaux neufs ou en réfection.

Ces espacements sont calculés sur la base des $Wadmsr$ du *tableau A* avec une fixation de référence de résistance caractéristique obtenue selon la NF P 30-313.

Tableau E1 : $Wadmsr = 460$ N/fix

- SRA1 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique $\varnothing 40$ mm de $Pkft \geq 1520$ N
- SRA2 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ mm de $Pkft \geq 1350$ N
- SRB2 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation ENTANCO ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ mm de $Pkft \geq 1350$ N
- SRB3 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation SFS Group SAS TPA $\varnothing 50$ mm de $Pkft \geq 1340$ N

Tableau E2 : $Wadmsr = 585$ N/fix

- SRA3 : IKO DUO TOPACIER FMP/G avec attelage de fixation et plaquette métallique 64 x 64 mm de $Pkft \geq 1520$ N

Tableau E3 : $Wadmsr = 634$ N/fix

- SRC1 : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique $\varnothing 40$ mm de $Pkft \geq 1520$ N
- SRC2 : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ mm de $Pkft \geq 1350$ N

Tableau E4 : $Wadmsr = 759$ N/fix

- SRB1 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40 x 40 mm de $Pkft \geq 1340$ N

L'étude des autres cas (bâtiment de hauteur > 20 m ou élancé, toiture à versants courbes...) est fournie par l'assistance technique d'IKO-AXTER, sur demande.

2.4.2.4.4. Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Les valeurs des tolérances ci-dessous permettent d'adapter les espacements entre fixations au pas réel des tôles d'acier nervurées.

Si l'espacement entre deux fixations est supérieur à la valeur calculée (cf. *tableaux D1 à D4, E1 à E4*), l'espacement entre les deux fixations suivantes sera réduit d'autant (cf. *tableau B*).

Tableau B – Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Espacement (cm)	≥ 35	de 35 à 25	de 25 à 18
Tolérance (cm)	+ 4	+ 3	+ 2

2.4.2.4.5. Cas des T.A.N. à ouverture haute de nervure > 70 mm

Dans le cas d'éléments porteurs en T.A.N. dont l'ouverture haute de nervure est > 70 mm et ≤ 200 mm, un espacement et un seul sur une largeur de profilé, entre 2 fixations < 18 cm (mais toujours > 12 cm) peut être appliqué lorsqu'une fixation tombe dans une ouverture haute de nervure. Celle-ci est reportée sur la plage précédente tout en conservant ensuite l'espacement théorique de pose des attelages de fixations.

2.4.2.5. Fixations

Les fixations mécaniques des systèmes de références sont données aux § 2.2.3.7 et 2.2.3.8

D'autres modèles de fixations ou plaquettes métalliques sont admises dans les conditions des règles d'adaptation de l'annexe A § 2.9.1.

La vis EGB associée au fût plastique ETANCOPLAST HP 4 peut être substituée par les vis VMS 2C, EG et ISODRILL TT de chez LR Etanco. Un calcul du $Wadmsr$ du système résultant sera fait en tenant compte des règles énoncées en *Annexe A - § 2.9.1* avec :

- EG $Pksr = 1\ 520$ N sur tôle métallique selon NF P 30-313 ;
- ISODRILL TT $Pksr = 1\ 250$ N sur tôle métallique selon NF P 30-313 ;
- VMS 2C $Pk_{sr} = 1\ 520$ N sur tôle métallique selon NF P 30-313 ;

D'autres plaquettes à fûts plastiques ne sont pas admises.

IKO-Axter peut apporter son Assistance Technique au calcul du $Wadmsr$ de l'attelage de fixation mécanique et à l'étude des densités et répartitions des fixations.

2.4.2.6. Mise hors d'eau en fin de journée

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 de feuille de 1^{ère} couche est soudée sur le pare-vapeur (ou l'élément porteur si le pare-vapeur n'est pas adhérent) et sur le revêtement de partie courante. Les équerrés de renfort sont soudés en périphérie sur la couche de revêtement en place.

2.4.3. Relevés et émergences

2.4.3.1. Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43, concernée, notamment pour ce qui concerne les hauteurs de relevés et les arrêts d'eau en tête des relevés, contre le ruissellement.

2.4.3.2. Relevés non isolés thermiquement

Les reliefs en béton, en blocs de béton cellulaire ou acier (costière métallique) non isolés sont préalablement imprégnés d'EIF. Les reliefs en bois et panneaux à base de bois sont préparés par clouage préalable d'une feuille IKO EQUERRE 100 conformément au NF DTU 43.4.

Dans le cas d'une isolation thermique de partie courante réalisée en polystyrène expansé (EPS), la tranche des panneaux isolants en pied de relevé doit être protégée conformément au § 2.4.1.2.

2.4.3.2.1. Mise en œuvre

Les feuilles utilisées en relevés sont soudées à joints décalés par rapport à la partie courante :

- Avec talon de 10 cm minimum sur la première couche de partie courante pour l'équerre de renfort, débordant de 4 cm mini le bord de la plaquette ;
- Et, 15 cm minimum pour la feuille de relevé (talon dépassant d'au moins 5 cm celui de l'équerre sur la deuxième couche de partie courante) ;

Les lés de partie courante sont fixés le long des rives en pied de relief :

- Lé parallèle à une rive : 1 fixation tous les 25 cm (cf. fig. 2) ;
- Lé perpendiculaire à une rive : 3 fixations supplémentaires en tête de lé ou 2 fixations supplémentaires si la feuille IKO DUO ACIER reçoit une ligne médiane de fixations.

Ces fixations n'entrent pas en ligne de compte pour le calcul de la densité des fixations.

Elles sont recouvertes par le talon de l'équerre de renfort du relevé. Le recouvrement soudé doit dépasser d'au moins 4 cm les bords des plaquettes.

Dans l'acier, les vis utilisées en pied de relevé doivent présenter une capacité de perçage :

- $\geq 20/10$ mm si les fixations sont au droit de la costière ;
- $\geq 8/10$ mm si les fixations échappent à la costière.

2.4.3.2.2. Composition

- Relevés hors végétalisation :
 - EIF (sur maçonnerie ou costière métallique),
 - IKO EQUERRE 25
 - IKO RLV AR/F.

Le § 2.2.2.3.4 précise les feuilles de substitution possibles en relevés.

- Relevé en toiture-terrasse végétalisées :
 - EIF (sur maçonnerie ou costière métallique),
 - IKO EQUERRE 100,
 - IKO DUO GREEN 3000 AR/F

Le § 2.2.2.3.4 précise les feuilles de substitution possibles en relevés.

La présence ou non d'une zone stérile, ainsi que son traitement sont définis dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Dans le cas où il n'y a pas de zone stérile, la hauteur des relevés au-dessus de la couche de culture est de :

- 15 cm minimum ;
- 5 cm si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure dans le cas d'élément porteur en maçonnerie.

2.4.3.3. Relevés isolés thermiquement

- Sur isolant soudable :

Les relevés isolés sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF-DTU série 43 concernée.

- Sur isolant PIR uniquement :

Dans le cas d'un acrotère en béton, la composition des feuilles de relevés est identique à celle des relevés non isolés en ajoutant préalablement une sous-couche autoadhésive conformément au DTA IKO DUO STICK et au CPT commun « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotère béton des toitures inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées sur élément porteur en maçonnerie », e-Cahier du CSTB 3741_V2 de janvier 2020 (cf. figure 8 et 9).

2.4.3.4. Dispositifs écartant les eaux de ruissellement

Les relevés sont protégés en tête, conformément aux normes DTU de la série 43

2.4.4. Ouvrages particuliers

2.4.4.1. Cas général :

2.4.4.1.1. Émergences ponctuelles

Au droit des émergences ponctuelles de hauteur supérieure à 1 m et dont une des dimensions est supérieure à 1 m, il y aura un renforcement identique à celui des rives et ce, sur 1 m de largeur. Prévoir également les fixations en pied de relevé.

Pour les autres émergences, seules les fixations en pied de relevé sont nécessaires.

2.4.4.1.2. Noues – Faitages – Chéneaux

Ils sont réalisés de manière identique à la partie courante.

2.4.4.1.3. Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

Les ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions des normes – DTU série 43 concernées.

La platine est prise en sandwich entre la feuille de première couche des parties courantes et une pièce de renfort 1 m x 1 m du même produit. Elle est fixée mécaniquement à l'élément porteur à raison de 4 fixations minimum.

2.4.4.1.4. Joints de dilatation

Les joints de dilatation sur costières sont exécutés conformément aux dispositions des normes – DTU série 43 concernées (cf. figure 7) ou conformément aux dispositions prévues dans l'Avis Technique IKO EXCELJOINT.

2.4.4.1.5. Chemins de circulation

La protection de l'étanchéité au droit des chemins de circulation est mise en œuvre par soudage d'une feuille complémentaire IKO ACCESS (ou IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F ou IKO MONO FUSION AR/F) de couleur différente de celle des parties courantes. Le renforcement s'effectue sur 1 m environ.

2.4.4.2. Cas des toitures terrasses végétalisées

Tous les raccords : rives, seuils, canalisations, ventilations, joints de dilatation, évacuations des eaux pluviales... sont traités conformément aux dispositions de la norme NF DTU 20.12 et (ou) des normes NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4.

2.4.4.2.1. Zones stériles

Une zone stérile de 0,40 m de large peut être aménagée contre les relevés et les joints de dilatation si le type de végétalisation le requiert. Dans tous les cas, elle est obligatoire au pourtour des entrées d'eaux pluviales et dans les noues courantes ou noues de rives de fil d'eau de pente < 2 %.

La zone stérile peut être constituée :

- Pour des pentes comprises entre 0 et 5 %, par une protection lourde conforme à celle prescrite en protection des toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou accessibles par la norme NF DTU 43.1 (à l'exception des dallages en mortier ou béton coulé in situ) ;
- Le revêtement d'étanchéité peut être laissé apparent.

2.4.4.2.2. Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes, quels que soient le type de toiture et la pente de la noue. Elles sont traitées avec ou sans zone stérile selon l'Avis Technique de la végétalisation avec zone stérile obligatoire pour celles avec fil d'eau < 2 %.

2.4.4.2.3. Chéneaux et caniveaux

Le revêtement d'étanchéité est réalisé conformément à la norme NF DTU 43.1 P1, NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1 concernée avec une seconde couche adjuvantée antiracine.

2.4.4.2.4. Évacuations des eaux pluviales, pénétrations, joints de dilatation

Lorsque la zone stérile est prévue, elle est de 40 cm de large.

2.4.4.2.5. Chemins de circulation

La zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation.

Pour l'entretien ou pour accéder à des équipements techniques, des chemins de circulation peuvent être aménagés (largeur ≥ 80 cm). Leurs protections sont définies dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation, ou peuvent être :

- Celles décrites pour les terrasses jardins dans le cas d'élément porteur maçonnerie ;
- Le revêtement d'étanchéité laissé en apparent ;
- Des dalles en béton posées sur la couche drainante.

2.4.4.2.6. Dispositifs de séparation entre zones

Tout dispositif de séparation entre la zone végétalisée et la zone stérile ou de destination différente défini dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation est admis.

Pour les pentes ≤ 20 %, il peut aussi être constitué :

- De bandes métalliques ajourées maintenues par des bandes de 25 cm de large en IKO DUO GREEN 3000 AR/F soudées à cheval sur le talon métallique et le revêtement d'étanchéité de partie courante. Entre la bande métallique et le substrat est interposé l'IKO FILTRE 170.
- Des bordures préfabriquées en béton posées sur les couches drainante et filtrante, uniquement sur maçonnerie.

2.4.4.2.7. Protection des toitures-terrasses végétalisées

La protection du revêtement d'étanchéité par le système de végétalisation est réalisée selon les prescriptions de l'Avis Technique particulier du système de végétalisation.

Il précisera :

- La destination et le domaine d'emploi (climat, élément porteur, pente minimale et maximale, accessibilité, région) du procédé de végétalisation ;
- La charge à CME (Capacité Maximale en Eau) du procédé de végétalisation à prendre en compte ;
- La nature et la mise en œuvre des différentes couches (drain, filtre substrat, végétaux), l'implantation et le traitement des zones stériles et des dispositifs de séparation ;
- Les conditions d'arrosage et d'entretien du procédé de végétalisation.

2.4.5. Dispositions particulières dans les DROM (hors végétalisation)

2.4.5.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

Sont admis :

- Les éléments porteurs et les supports en maçonnerie conformes au CPT commun « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644, octobre 2008) et les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique pour cette destination en DROM.

La pente minimum à mettre en œuvre est de 2 % ;

- Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées conformes au CPT commun « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644, octobre 2008).

La pente minimum à mettre en œuvre est de 3 %.

Leur préparation ainsi que le pontage des joints sont effectuées conformément aux prescriptions des normes de la série NF DTU série 43 concernées et des DTA s'y rapportant.

Le procédé est mis en œuvre dans le cas de travaux neufs et de réfection uniquement dans le cas d'éléments porteurs en maçonnerie :

- à partir du support maçonnerie mis à nu,
- sur un ancien revêtement conservé uniquement dans le cas d'apport d'un nouvel isolant fixé mécaniquement bénéficiant d'un DTA pour cet usage en DROM.

2.4.5.2. Mise en œuvre du pare-vapeur

Conformément au CPT commun « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644, octobre 2008), la mise en œuvre d'un pare-vapeur n'est pas obligatoire, sauf sur locaux chauffés. Sur locaux chauffés, les DPM peuvent prévoir la mise en place d'un pare-vapeur. Le pare-vapeur est à choisir et à mettre en œuvre conformément au tableau 4.

2.4.5.3. Étanchéité des parties courantes et relevés

Les revêtements d'étanchéité de parties courantes possibles sont ceux prévus au tableau 3bis.

La hauteur minimale des relevés est ≥ 15 cm.

La constitution et la mise en œuvre des relevés est celle du § 2.4.3.

2.4.5.4. Noues, chéneaux et caniveaux

La pente dans les noues, chéneaux et caniveaux est de 1 % minimum.

Elles sont traitées comme ci avant (cf. § 2.4.4.1).

2.4.5.5. Évacuation des eaux pluviales

Elles sont traitées comme ci avant (cf. § 2.4.4.1).

Le NF DTU 60.11 P3 donne l'intensité pluviométrique à prendre en compte pour le dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales de 4,5 l/m².min dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM). Les DPM peuvent prévoir une intensité pluviométrique de 6 l/m².min.

2.5. Entretien et réparation

L'entretien des toitures est celui prescrit par les normes NF DTU série 43 concernées.

2.6. Assistance technique

Une assistance technique peut être demandée à la Société IKO-AXTER, notamment pour le calcul de la densité et des espacements des fixations.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Fabrication

Les feuilles sont produites

- à Tourville-la-Rivière (76).
- à Courchelettes (59).

Lorsqu'elles sont produites dans les deux usines, un code usine (T pour Tourville-la-Rivière - C pour Courchelettes) est apposé selon la provenance.

Le liant, préparé en usine, est dirigé vers les machines d'enduction. Les armatures non tissées polyester sont imprégnées, puis enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions.

2.7.2. Contrôles de Fabrication

L'autocontrôle de fabrication fait partie de l'ensemble d'un système qualité conforme aux prescriptions de la norme ISO 9001:2015

- certifié par Bureau Veritas Certification pour l'usine de Tourville-la-Rivière (76)
- certifié par l'AFAQ pour l'usine de Courchelettes (59)

De plus, le site de Courchelettes applique un système de management environnemental conforme à la norme ISO 14 001:2015 certifié par l'AFAQ.

La nomenclature de l'autocontrôle est donnée par le tableau 6.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Désignation commerciale des feuilles et produits MEPLE	Désignation commerciale des feuilles et produits IKO-AXTER
MEGAFIX 1000	IKO DUO ACIER F/G
Désignation commerciale des feuilles et produits AXTER	Désignation commerciale des feuilles et produits IKO-AXTER
TO PFIX FMP	IKO DUO TOPACIER FMP/F
TO PFIX FMP SPF	IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F
TO PFIX PY FMP	IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/F
TO PFIX PY FMP GRESE	IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G
VAP ADH	IKO VAP STICK
VAP ALU ADH	IKO VAP STICK ALU GR

- Rapport d'essai n° 14/08 (essai interne) : détermination du Ct.
- Rapport d'essais du CSTC CAR 7042/1 : tenue au vent du procédé Megafix avec feuille MEGAFIX 1000 fixée par plaquette 40x40 mm nervurée (mars 2007).
- Rapport d'essais du CSTC CAR 9028/2 : tenue au vent du procédé Megafix avec feuille MEGAFIX 1000 fixé par plaquette TPA50 (avril 2009).
- Rapport d'essais du CSTC CAR 9170/2 : tenue au vent du procédé Megafix avec feuille MEGAFIX 1000 avec fût ETANCOPLAST HP4 L diamètre 40 de LR Etanco (juillet 2009).
- PV de classement du WFRGENT 12296B, du 25 août 2006
- PV de classement du WFRGENT 14399 D, du 21 juin 2010
- PV de classement du WFRGENT 13814 B, du 13 mai 2009
- PV de classement du WFRGENT 16884 B, du 20 mars 2015 :
- PV de classement du WFRGENT 18295 D, du 22 juin 2017,
- Rapport d'essais du CSTC TDI-19-760-01 : tenue au vent du procédé IKO DUO ACIER avec feuille IKO DUO ACIER F/G avec fût TPA 50 de SFS INTEC (février 2020).
- Rapport d'essai n° CAR 9063/1 du 13 mars 2009, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX FMP SPF fixée par plaquette Ø 40 mm nervurée.
- Rapport d'essai n° CAR 9140/1 du 27 mai 2009, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX FMP SPF fixée par plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 mm.
- Rapport d'essai n° CAR 16071/2 du 7 novembre 2016, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX FMP fixée par plaquette 63 x 63 mm nervurée.
- Rapport d'essai n° CAR 16071/3 du 7 novembre 2016, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX PY FMP fixée par plaquette Ø 40 mm nervurée.
- Rapport d'essai n° TS-24-034-BIS DE-TS-0028 du 30 mai 2024, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX PY FMP GRESE fixée par plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 mm.
- Rapport ct : Essai interne : Rapport 16-08 - Évaluation Ct Topfix et Force FM.
- Rapport de classement du WFG n° 12362 C du 4 avril 2016, classement BROOF(t3).

- Rapport de classement du WFG n° 16977 D du 16 juin 2015, classement BROOF(t3).
- Rapport de classement du WFG n° 17331 C du 26 octobre 2015, classement BROOF(t3).
- Rapport d'essai 0286-L-15/1 du 22 juin 2016 du Kiwa BDA testing B.V. : détermination de la transmission de la vapeur d'eau selon EN 1931 avant et après vieillissement sur VAP ADH.
- Rapport d'essai 0287-L-15/1 du 22 juin 2016 du Kiwa BDA testing B.V. : détermination de la transmission de la vapeur d'eau selon EN 1931 avant et après vieillissement sur VAP ALU ADH.

2.8.2. Références chantiers

Le procédé IKO DUO ACIER est utilisé depuis 1990 et a fait globalement l'objet de plusieurs dizaines de millions de mètres carrés d'applications en France sous ses appellations précédentes.

2.9. Annexes du Dossier Technique

2.9.1. Annexe A – Règles d'adaptation à d'autres éléments porteurs et d'autres attelages de fixations métalliques dans le cas de travaux neufs et dans le cas de travaux de réfection

2.9.1.1. Définitions

Le procédé a été évalué au caisson de vent sur tôles d'acier nervurées à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur avec des systèmes de fixations de référence SRA1, SRA3, SRB1, et SRC1 (cf. § 2.2.3.7).

Système de référence	Type de plaquette	Type de vis*	Pk _{ft} (en N)	Wadm _{sr} (N/fixation)
SRA1	∅ 40 mm nervurée acier galva épaisseur 0,8 mm (LR Étanco)	VMS ∅ 4,8 mm (LR Étanco)	1 520 sur tôle d'acier épaisseur minimum 0,7 mm	460
SRA3	64 x 64 mm nervurée acier galva épaisseur 0,8 mm (LR Étanco)	VMS ∅ 4,8 mm (LR Étanco)	1 520 sur tôle d'acier épaisseur minimum 0,7 mm	585
SRB1	PR 40 x 40 mm nervurée acier galva épaisseur 0,8 mm (SFS Group SAS)	IR2 ou IR2C ∅ 4,8 mm (SFS Group SAS)	1 340 sur tôle d'acier épaisseur minimum 0,7 mm	759
SRC1	∅ 40 mm nervurée acier galva épaisseur 0,8 mm (LR Étanco)	EVDF ∅ 4,8 mm (LR Étanco)	1 520 sur tôle d'acier épaisseur minimum 0,7 mm	634

*Solide au pas selon NF P 30-317 ou non.

Tableau A1 – Systèmes de références

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 : résistance caractéristique à l'arrachement de la fixation, (ensemble de l'attelage : vis + plaquette) déterminée selon la norme NF P 30-313 ;
- D : densité de fixation en u/m² ;
- A : nuance de l'acier support ;
- e : épaisseur du support ;
- Rns : résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système ;
- CR : classe de résistance à la compression d'un béton de granulats lourds ;
- Q : charge limite de service d'un ancrage dans le béton.
- Wadmsr : Valeur admissible (NV 65 modifiées) ou valeur de calcul ELU (selon le cahier du CSTB n°3779) des fixations des systèmes de référence, récapitulés au tableau A1
- Wadmns : Valeur admissible (NV 65 modifiées) ou valeur de calcul ELU (selon le cahier du CSTB n°3779) des fixations du nouveau système.

2.9.1.2. Domaine de validité des adaptations

- Densité de fixations Dns ≥ 3 fixations /m² ;
- Espacement entre axes des fixations d'une même rangée ≥ 18 cm ;
- Espacement entre axes de fixations d'une même rangée ≤ 2 fois l'entraxe des nervures des tôles.
- Dans le cas d'éléments porteurs en T.A.N. dont l'ouverture haute de nervure est > 70 mm (et ≤ 200 mm), un espacement entre 2 fixations < 18 cm (mais toujours > 12 cm) peut être appliqué lorsqu'une fixation et une seule sur une largeur de profilé, tombe dans une ouverture haute de nervure. Celle-ci est reportée sur la plage précédente tout en conservant ensuite l'espacement théorique de pose des attelages de fixations.

2.9.1.3. Exigences concernant les plaquettes métalliques de répartition des fixations

Il est rappelé que, en conformité aux normes NF DTU 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 ≥ à celles de référence ;
- Les dimensions respectent les conditions du *tableau A2*

- Les recouvrements entre feuilles d'étanchéité sont adaptés pour respecter une largeur en débord de 1 cm et une largeur de recouvrement au-delà de la plaquette de 3 cm (cf. figure A1).

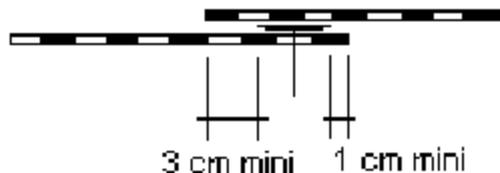


Figure A1 – Recouvrements entre feuilles de première couche

Plaquettes des « Sri »		Plaquettes « ns »	
		rondes	Carrées, rectangulaires ou oblongues
SRA1 et SRC1	Rondelle $\varnothing = 40$ mm	$\varnothing \geq 40$ mm	Largeur et longueur ≥ 40 mm
SRA3	Carrée 64 x 64 mm	$\varnothing \geq 80$ mm	Largeur et longueur ≥ 63 mm
SRB1	Carrée 40 x 40 mm	$\varnothing \geq 57$ mm	Largeur et longueur ≥ 40 mm

Tableau A2 – Dimensions des plaquettes

2.9.1.4. Exigences générales

Les tableaux A3 et A4 donnent, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

- Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur ;
 - La résistance à la corrosion exigée pour l'attelage de fixation (élément de liaison (vis, rivets) + plaquettes) par référence à l'essai du Guide EAD 030351-00-0402 de l'EOTA avec 2 litres de SO₂ sans apparition de rouille rouge sur plus de 15 % de la surface de la vis ;
- La résistance caractéristique à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (Dns).

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

La valeur Rns à retenir est donnée par le tableau A1, les règles d'adaptation sont les suivantes :

- Si $Rns \geq Pksr$, alors $Wadmns = Wadmsr$;
- Si $Rns \leq Pksr$, alors $Wadmns = Wadmsr \times Rns/Pksr$.

Dns (densité corrigée du nouveau système) = pression de vent / $Wadmns$.

Exigences	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton 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	$CR_{ns} \geq CR_{ft}$
Identification de l'élément de liaison	vis $\varnothing \geq 4,8$	vis $\varnothing \geq 6,3$	vis $\varnothing \geq 6,3$	vis $\varnothing \geq 4,8$	vis, cheville ou clou à friction
	rivet $\varnothing \geq 4,8$ (1)	rivet $\varnothing \geq 4,8$ (1)	rivet $\varnothing \geq 4,8$ (1)		
Résistance à la corrosion de l'attelage complet (3) sur locaux à faible et moyenne hygrométrie (2)	2 cycles sans aucune corrosion de surface	2 cycles sans aucune corrosion de surface	2 cycles sans aucune corrosion de surface	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)
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}	$Pk_{ft}(5)$	$Pk_{ft}(5)$	$Pk_{ft}(7)$	valeur mini (Pk_{ft} ou Q_{ft}) (7) (8)

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Rivet conforme à la norme NF DTU 43.3, avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.

(2) Classes d'hygrométrie selon les normes NF DTU série 43.

(3) Certains panneaux isolants (par exemple : mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières (cf. DTA 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 > 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 § 2.2.3.4 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 EN 10088.

Tableau A3 - Règles d'adaptation dans le cas de travaux neufs

Exigences	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	Béton 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} matériau de même type	ρ_{ns}	CR _{ns}
Identification de l'élément de liaison	vis $\varnothing \geq 4,8$	vis $\varnothing \geq 6,3$	vis $\varnothing \geq 6,3$	vis $\varnothing \geq 4,8$	vis métallique à pas spécial	vis et cheville - clou à friction
	rivet $\varnothing \geq 4,8$ (1)	rivet $\varnothing \geq 4,8$ (1)	rivet $\varnothing \geq 4,8$ (1)		cheville à clou déporté	
Résistance à la corrosion de l'élément de liaison (3) sur locaux à faible et moyenne hygrométrie (2)	2 cycles sans aucune corrosion de surface	2 cycles sans aucune corrosion de surface	2 cycles sans aucune corrosion de surface	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'élément de liaison (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			
Valeur de R _{ns} à retenir	Pk _{ft}	Pk _{ft} (5)	Pk _{ft} (5)	Pk _{réel} (7)	0,7 x 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 à la norme NF DTU 43.3, avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.

(2) Classes d'hygrométrie selon les normes NF DTU série 43.

(3) Certains panneaux isolants (par exemple : mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières (cf. DTA 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 Cahier du CSTB 3563 :

- les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, mêmes constitution et état de toiture) ;
- 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.

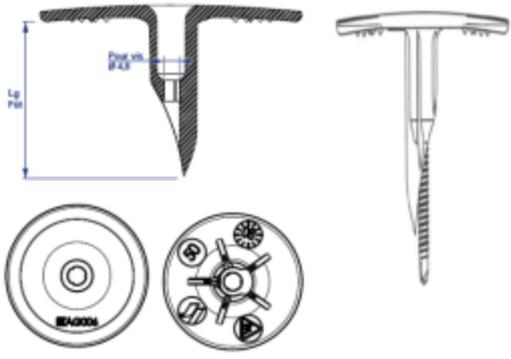
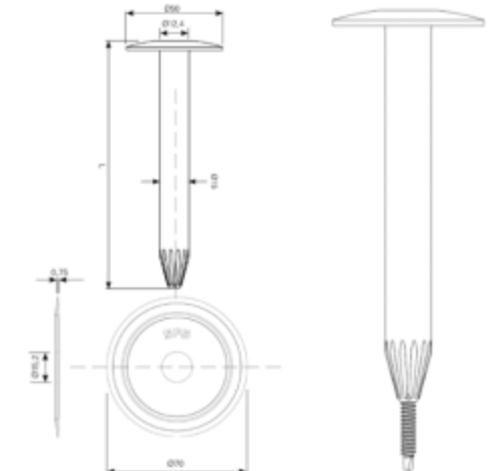
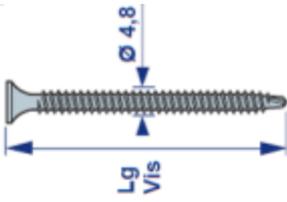
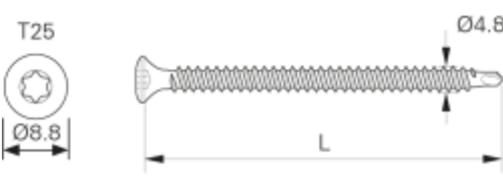
(8) Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur Q_{ft} est supérieure à la résistance caractéristique Pk_{ft} indiquée dans la fiche technique de la fixation, la valeur à retenir est celle de 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 § 2.2.3.4 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 EN 10088.

Tableau A4 – Règles d'adaptation dans le cas de travaux de réfection

2.9.2. Annexe B – Attelages de fixations à fûts plastiques

Description des attelage admis				
	Attelage n°1 - LR Etanco		Attelage n°2 – SFS Group SAS	
Vis	Composition EGB 2C	Vis en acier au carbone cémenté traité SUPRACOAT 2C. Diamètre de 4,8 mm, longueur L et avec tête circulaire 8,5 mm. Protection à la corrosion Supracoat. Résistance à 15 cycles Kesternich	Composition BS-4,8xL	Vis en acier au carbone cémenté traité Durocoat®. Diamètre de 4,8 mm, longueur L et tête de diamètre 8,8 mm. Résistance à 15 cycles Kesternich.
Fût	Composition ETANCOPLAST HP4 L de diamètre 40	Plaquette en polyamide 6 à tête ronde de diamètre - 40 mm, corps Ø 13 mm, longueur [50,100, 150 et 200 mm]	Composition TPA50xL de diamètre 50	Fixation à rupture thermique en Polyamide PA6, gris foncé. Tête ronde de diamètre 50 mm. Longueur L : 70 - 100 - 130 - 160 - 190 - 230
Résistance caractéristique d'assemblage à l'arrachement NFP 30-313	135 daN (tôle d'acier 0,75mm – tôle pleine uniquement)		134 daN (tôle d'acier 0,75mm – tôle pleine uniquement)	
Résistance à la corrosion EAD 030351-00-0402	15 cycles Kesternich		15 cycles Kesternich	
Résistance au dévissage EAD 030351-00-0402 Et NFP 30-315	Rotation de la tête de fixation ≤ ¼ tour après 500 cycles Rotation de la tête de fixation ≤ ½ tour après 900 cycles Mouvement vertical ≤ 1 mm après 900 cycles		Rotation de la tête de vis ≤ 1/4 tour après 500 cycles Rotation de la tête de vis ≤ 1/2 tour après 900 cycles Déplacement vertical ≤ 1mm après 900 cycles	
Résistance mécanique/ fragilité de la fixation EAD 030351-00-0402	Résistance aux chocs, avant et après vieillissement : > 1 m		Résistance aux chocs, avant et après vieillissement : > 1 m	
Solide au pas NFP 30-317	Oui		Oui	
Schéma de l'attelage : plaquette à fût plastique				
Schéma de l'attelage : Vis métallique				
Vis de substitution possibles	<p>La fixation métallique peut être substituée par les fixations suivantes :</p> <p>EG Pk_{sr} = 1 520 N sur tôle métallique selon NFP 30-313 ;</p> <p>ISO DRILL TT Pk_{sr} = 1 250 N sur tôle métallique selon NFP 30-313 ;</p> <p>VMS 2C Pk_{sr} = 1 520 N sur tôle métallique selon NFP 30-313.</p>			

2.9.3. Annexe C – Paramètres de choix de la méthode de calcul.

2.9.3.1. Tableau C1 – Choix de méthode de calcul de densité de fixations suivant l'élément porteur

	Élément porteur	Approche de dimensionnement de l'élément porteur	Méthode de dimensionnement admise pour le revêtement d'étanchéité	Densité de fixations minimale et écartement maximal entre fixations à prendre en compte
France Métropolitaine	Maçonnerie	Selon les Eurocodes	NV 65 modifiées	Annexe D
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe E
	Béton cellulaire autoclavé armé (uniquement en réfection)	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexe D
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe E
	TAN caisson sous Avis technique décrites au § 2.3.2.3	Selon l'Avis Technique de l'élément porteur	NV 65 modifiées (si l'AT dimensionne les TAN caisson aux NV 65 modifiées)	Annexe D
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779 (si l'AT dimensionne les TAN caisson aux Eurocodes)	Annexe E
	TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment ≤ 20 m décrites au § 2.3.2.1	Selon la norme NF DTU 43.3	NV 65 modifiées	Annexe D
		Selon le DTU 43.3 suivant les prescriptions décrites au paragraphe 2.8.4.1.2 « Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4 »	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779 et les prescriptions décrites au paragraphe 2.8.4.1.2 « Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4 »	Annexe E
	TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment > 20 m non décrites au § 2.3.2.1	Selon la norme NF DTU 43.3	NV 65 modifiées	Annexe D
	TAN grandes portées conformes au cahier CSTB 3537_V2	Selon le Cahier CSTB 3537_V2		
Panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4	Selon la norme NF DTU 43.4			
Panneaux à base de bois dimensionnés à partir de l'Eurocode 5 partie 1 avec les dispositions constructives de la norme NF DTU 43.4	Selon les Eurocodes	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe E	
CLT	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexe D	
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe E	
DROM	Maçonnerie	Selon les Eurocodes	NV 65 modifiées	Annexe D
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe E
	TAN	Selon le Cahier CSTB 3644	NV 65 modifiées	Annexe D

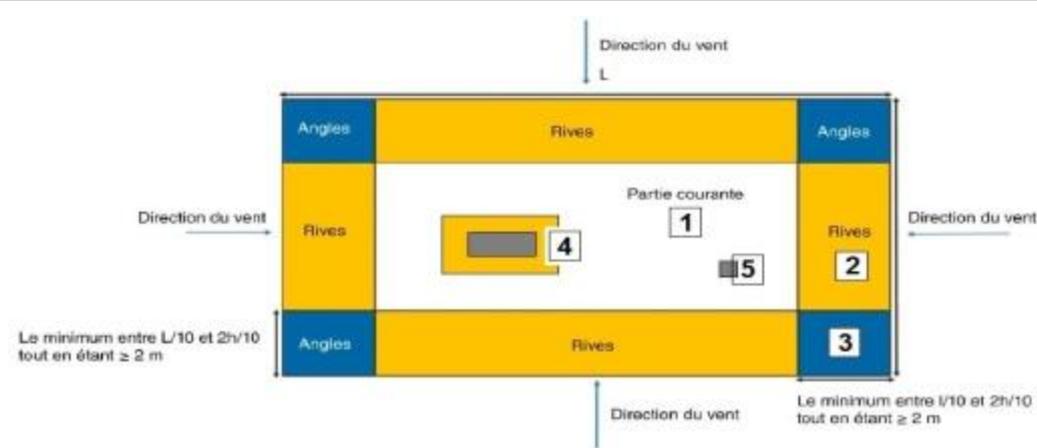
2.9.3.2. Zonage de la toiture selon les Règles NV 65 modifiées

Tableau C2 – Localisation en toiture

N°	Localisation	Largeur concernée
1	Parties courantes	
2	Rives , comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu...	1/10ème 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

2.9.3.3. Zonage de la toiture selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA (Cahier CSTB n° 3779 de février 2017)

Tableau C3 – Localisation en toiture



N°	Localisation	Largeur concernée
1	Parties courantes	
2	Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu...	La largeur de rive sur la Longueur du bâtiment = minimum entre <ul style="list-style-type: none"> • 2 x hauteur du bâtiment / 10 • Longueur du bâtiment / 10 sans être inférieure à 2 m
		La largeur de rive sur la largeur du bâtiment = minimum entre <ul style="list-style-type: none"> • 2 x hauteur du bâtiment / 10 • largeur du bâtiment / 10 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...	ped de relevé

2.9.4. Annexe D - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon les règles NV65 modifiées.

Tableau D1 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 460 N/fix

SRA1 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique Ø 40 mm de Pkft ≥ 1520 N

SRA2 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N

SRB2 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation ETANCO, ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N

SRB3 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation SFS Group SAS, TPA Ø 50 mm de Pkft ≥ 1340 N

Hauteur	Position	Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4						Zone 5							
		normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé				
		Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations		
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés																																	
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,30	1	4	0,31	1	5	0,26	1	5	0,23	1	6	0,19	1		
	Rives	4	0,33	1	5	0,24	1	4	0,28	1	5	0,21	1	5	0,22	1	6	0,35	2*	6	0,18	1	7	0,31	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*		
	Angles	5	0,23	1	7	0,35	2*	6	0,19	1	8	0,30	2*	7	0,31	2*	9	0,25	2*	9	0,26	2*	10	0,22	2*	11	0,19	2*	14	0,24	3*		
≤ 15	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,33	1	4	0,34	1	4	0,27	1	4	0,28	1	5	0,24	1	5	0,21	1	6	0,18	1		
	Rives	4	0,30	1	5	0,22	1	5	0,25	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,32	2*	7	0,33	2*	8	0,28	2*	9	0,25	2*	11	0,21	2*		
	Angles	5	0,21	1	7	0,32	2*	6	0,18	1	8	0,27	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*	9	0,24	2*	11	0,20	2*	12	0,18	2*	15	0,22	3*		
≤ 20	Partie courante	3	0,36	1	3	0,35	1	3	0,36	1	4	0,30	1	4	0,32	1	5	0,25	1	4	0,26	1	5	0,22	1	6	0,20	1	7	0,33	2*		
	Rives	4	0,28	1	6	0,20	1	5	0,23	1	6	0,18	1	6	0,18	1	8	0,30	2*	7	0,31	2*	9	0,26	2*	10	0,23	2*	11	0,19	2*		
	Angles	6	0,20	1	8	0,29	2*	7	0,33	2*	9	0,25	2*	9	0,26	2*	11	0,21	2*	10	0,22	2*	12	0,18	2*	13	0,25	3*	16	0,20	3*		
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																																	
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	4	0,28	1	4	0,31	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,35	2*	7	0,31	2*	9	0,26	2*		
	Rives	4	0,28	1	6	0,21	1	5	0,23	1	6	0,18	1	6	0,19	1	8	0,30	2*	7	0,31	2*	9	0,26	2*	10	0,23	2*	11	0,19	2*		
	Angles	6	0,19	1	8	0,29	2*	7	0,32	2*	9	0,25	2*	9	0,26	2*	11	0,21	2*	10	0,21	2*	12	0,18	2*	14	0,24	3*	16	0,20	3*		
≤ 15	Partie courante	4	0,34	1	5	0,25	1	4	0,28	1	5	0,22	1	5	0,23	1	6	0,18	1	6	0,19	1	7	0,32	2*	8	0,28	2*	9	0,24	2*		
	Rives	5	0,25	1	6	0,19	1	5	0,21	1	7	0,33	2*	7	0,34	2*	8	0,27	2*	8	0,28	2*	9	0,24	2*	10	0,21	2*	12	0,18	2*		
	Angles	6	0,35	2*	9	0,26	2*	8	0,29	2*	10	0,22	2*	10	0,23	2*	12	0,19	2*	11	0,19	2*	14	0,24	3*	15	0,22	3*	18	0,18	3*		
≤ 20	Partie courante	4	0,32	1	5	0,23	1	4	0,26	1	6	0,20	1	5	0,21	1	7	0,34	2*	6	0,35	2*	8	0,29	2*	9	0,26	2*					
	Rives	5	0,24	1	6	0,35	2*	6	0,20	1	7	0,30	2*	7	0,32	2*	9	0,25	2*	9	0,26	2*	10	0,22	2*	11	0,20	2*					
	Angles	7	0,33	2*	9	0,24	2*	8	0,27	2*	11	0,21	2*	10	0,22	2*	13	0,26	3*	12	0,18	2*	15	0,23	3*	16	0,20	3*					
Béton et béton cellulaire : travaux neufs et réfections - 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 »)																																	
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,34	1	4	0,28	1		
	Rives	3	0,36	1	4	0,30	1	4	0,34	1	5	0,26	1	4	0,27	1	5	0,21	1	5	0,22	1	6	0,18	1	7	0,34	2*	8	0,28	2*		
	Angles	4	0,27	1	6	0,20	1	5	0,22	1	7	0,34	2*	6	0,18	1	8	0,29	2*	8	0,30	2*	9	0,25	2*	10	0,22	2*	12	0,18	2*		
≤ 15	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,34	1	4	0,30	1	5	0,25	1		
	Rives	3	0,36	1	4	0,27	1	4	0,30	1	5	0,23	1	5	0,24	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,34	2*	7	0,30	2*	9	0,25	2*		
	Angles	5	0,24	1	6	0,18	1	6	0,20	1	7	0,31	2*	7	0,32	2*	9	0,26	2*	8	0,27	2*	10	0,22	2*	11	0,20	2*	13	0,25	3*		
≤ 20	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,31	1	4	0,28	1	5	0,23	1		
	Rives	4	0,34	1	5	0,25	1	4	0,28	1	5	0,22	1	5	0,22	1	6	0,18	1	6	0,19	1	7	0,31	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*		
	Angles	5	0,22	1	7	0,33	2*	6	0,19	1	8	0,29	2*	8	0,30	2*	9	0,24	2*	9	0,25	2*	11	0,21	2*	12	0,19	2*	14	0,23	3*		

2* : 2 lignes de fixations (1 en lisière et 1 intermédiaire)

3* : 3 lignes de fixations (1 en lisière et 2 intermédiaire)

En zone 5, les seuls éléments porteurs admis sont les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (en travaux neufs uniquement) et en maçonnerie.

Tableau D2 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 585 N/fix

SRA3 : IKO DUO TOPACIER FMP/G avec attelage de fixation et plaquette métallique 64 x 64 mm de Pkft ≥ 1520 N

Hauteur	Position	Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4						Zone 5					
		normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé		
		Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés																															
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,35	1	4	0,31	1	5	0,26	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,33	1	3	0,37	1	4	0,28	1	4	0,29	1	5	0,23	1	5	0,24	1	6	0,20	1	7	0,18	1	8	0,31	2*
	Angles	4	0,31	1	5	0,23	1	5	0,26	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,33	2*	7	0,35	2*	8	0,29	2*	9	0,26	2*	11	0,21	2*
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,28	1	5	0,23	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,33	1	5	0,26	1	5	0,27	1	6	0,21	1	5	0,22	1	6	0,18	1	7	0,33	2*	8	0,28	2*
	Angles	4	0,28	1	6	0,21	1	5	0,23	1	7	0,18	1	6	0,19	1	8	0,30	2*	8	0,31	2*	9	0,26	2*	10	0,23	2*	12	0,19	2*
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,35	1	4	0,29	1	5	0,26	1	6	0,22	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,27	1	4	0,31	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,20	1	6	0,20	1	7	0,34	2*	8	0,31	2*	9	0,26	2*
	Angles	5	0,26	1	6	0,19	1	6	0,22	1	7	0,34	2*	7	0,35	2*	8	0,28	2*	8	0,29	2*	10	0,24	2*	11	0,22	2*	13	0,18	2*
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																															
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,32	1	4	0,33	1	5	0,27	1	4	0,28	1	5	0,23	1	6	0,21	1	7	0,35	2*
	Rives	3	0,37	1	4	0,28	1	4	0,31	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,35	2*	8	0,31	2*	9	0,26	2*
	Angles	5	0,26	1	6	0,19	1	6	0,21	1	7	0,33	2*	7	0,34	2*	8	0,29	2*	8	0,29	2*	10	0,24	2*	11	0,21	2*	13	0,18	2*
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	4	0,34	1	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,30	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,21	1	6	0,19	1	8	0,31	2*
	Rives	4	0,34	1	5	0,25	1	4	0,28	1	6	0,22	1	5	0,23	1	7	0,18	1	6	0,19	1	8	0,31	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*
	Angles	5	0,23	1	7	0,35	2*	6	0,19	1	8	0,30	2*	8	0,31	2*	9	0,25	2*	9	0,26	2*	11	0,22	2*	12	0,19	2*	14	0,24	3*
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,35	1	5	0,27	1	4	0,28	1	5	0,22	1	5	0,23	1	6	0,19	1	7	0,35	2*	8	0,29	2*
	Rives	4	0,31	1	5	0,23	1	5	0,26	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,34	2*	7	0,35	2*	8	0,29	2*	9	0,26	2*	11	0,22	2*
	Angles	6	0,22	1	7	0,32	2*	7	0,18	1	8	0,28	2*	8	0,29	2*	10	0,23	2*	10	0,24	2*	12	0,20	2*	13	0,18	2*	15	0,22	3*
Béton et béton cellulaire : travaux neufs et réfections - 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 »)																															
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,36	1	4	0,28	1	4	0,30	1	5	0,25	1	5	0,22	1	6	0,18	1
	Angles	4	0,36	1	5	0,26	1	4	0,30	1	5	0,23	1	5	0,24	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,33	2*	8	0,30	2*	9	0,25	2*
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,36	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,32	1	5	0,26	1	5	0,27	1	5	0,22	1	6	0,20	1	7	0,34	2*
	Angles	4	0,32	1	5	0,24	1	5	0,27	1	6	0,21	1	6	0,21	1	7	0,35	2*	7	0,18	1	8	0,30	2*	9	0,27	2*	10	0,22	2*
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,33	1	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,30	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,21	1	6	0,19	1	8	0,31	2*
	Angles	4	0,30	1	5	0,22	1	5	0,25	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,32	2*	7	0,33	2*	8	0,28	2*	9	0,25	2*	11	0,21	2*

2* : 2 lignes de fixations (1 en lisière et 1 intermédiaire)

3* : 3 lignes de fixations (1 en lisière et 2 intermédiaire)

En zone 5, les seuls éléments porteurs admis sont les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée (en travaux neufs uniquement) et en maçonnerie.

Tableau D3 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 634 N/fix

SRC1 : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique Ø 40 mm de Pkft ≥ 1520 N

SRC2 : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N

Hauteur	Position	Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4						Zone 5					
		normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé		
		Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés																															
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	4	0,27	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,35	1	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,31	1	5	0,25	1	5	0,26	1	5	0,21	1	6	0,19	1	7	0,32	2*
	Angles	4	0,33	1	5	0,24	1	4	0,27	1	6	0,21	1	5	0,22	1	7	0,35	2*	6	0,18	1	8	0,31	2*	8	0,27	2*	10	0,23	2*
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	4	0,30	1	4	0,30	1	5	0,25	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,31	1	3	0,35	1	4	0,27	1	4	0,28	1	5	0,22	1	5	0,23	1	6	0,19	1	7	0,35	2*	8	0,29	2*
	Angles	4	0,30	1	5	0,22	1	5	0,25	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,32	2*	7	0,33	2*	8	0,28	2*	9	0,25	2*	11	0,21	2*
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,28	1	5	0,23	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,33	1	5	0,25	1	5	0,26	1	6	0,21	1	5	0,22	1	6	0,18	1	7	0,33	2*	8	0,27	2*
	Angles	4	0,28	1	6	0,20	1	5	0,23	1	7	0,18	1	6	0,18	1	8	0,30	2*	7	0,31	2*	9	0,26	2*	10	0,23	2*	12	0,19	2*
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																															
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,35	1	4	0,28	1	4	0,29	1	5	0,24	1	5	0,22	1	6	0,18	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,33	1	5	0,25	1	5	0,26	1	6	0,21	1	5	0,22	1	6	0,18	1	7	0,33	2*	8	0,27	2*
	Angles	4	0,27	1	6	0,20	1	5	0,23	1	7	0,35	2*	6	0,18	1	8	0,29	2*	8	0,30	2*	9	0,25	2*	10	0,23	2*	12	0,19	2*
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,32	1	5	0,26	1	5	0,27	1	5	0,22	1	6	0,20	1	7	0,33	2*
	Rives	3	0,36	1	4	0,27	1	4	0,30	1	5	0,23	1	5	0,24	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,33	2*	8	0,30	2*	9	0,25	2*
	Angles	5	0,25	1	6	0,18	1	6	0,21	1	7	0,32	2*	7	0,33	2*	9	0,25	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*	11	0,21	2*	13	0,26	3*
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	4	0,33	1	3	0,37	1	4	0,28	1	4	0,30	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,20	1	6	0,18	1	7	0,31	2*
	Rives	4	0,33	1	5	0,25	1	4	0,28	1	6	0,21	1	5	0,22	1	7	0,18	1	6	0,18	1	7	0,31	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*
	Angles	5	0,23	1	7	0,34	2*	6	0,19	1	8	0,29	2*	8	0,31	2*	9	0,24	2*	9	0,25	2*	11	0,21	2*	12	0,19	2*	14	0,24	3*
Béton et béton cellulaire : travaux neufs et réfections - 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 »)																															
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,31	1	5	0,26	1	5	0,23	1	6	0,19	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,28	1	4	0,31	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,35	2*	7	0,31	2*	9	0,26	2*
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	4	0,34	1	4	0,27	1	4	0,29	1	5	0,24	1	6	0,21	1	7	0,18	1
	Angles	4	0,34	1	5	0,25	1	4	0,29	1	5	0,22	1	5	0,23	1	6	0,18	1	6	0,19	1	7	0,32	2*	8	0,29	2*	10	0,24	2*
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	3	0,35	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,32	1	5	0,25	1	5	0,26	1	5	0,22	1	6	0,20	1	7	0,33	2*
	Angles	4	0,32	1	5	0,23	1	5	0,26	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,34	2*	7	0,35	2*	8	0,29	2*	9	0,26	2*	10	0,22	2*

2* : 2 lignes de fixations (1 en lisière et 1 intermédiaire)

3* : 3 lignes de fixations (1 en lisière et 2 intermédiaire)

En zone 5, les seuls éléments porteurs admis sont les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (en travaux neufs uniquement) et en maçonnerie.

Tableau D4 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 759 N/fix

SRB1 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40 x 40 mm de Pkft ≥ 1340 N

Hauteur	Position	Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4						Zone 5																	
		normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé														
		Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations												
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés																																											
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1			
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,31	1	5	0,26	1	5	0,23	1	5	0,23	1	6	0,19	1	6	0,19	1	6	0,19	1			
	Angles	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,33	1	5	0,25	1	5	0,26	1	6	0,21	1	5	0,22	1	6	0,18	1	7	0,33	2*	8	0,27	2*	8	0,27	2*	8	0,27	2*	8	0,27	2*			
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,30	1			
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	4	0,34	1	4	0,27	1	4	0,28	1	5	0,23	1	6	0,21	1	6	0,21	1	7	0,35	2*	7	0,35	2*	7	0,35	2*			
	Angles	3	0,36	1	5	0,27	1	4	0,30	1	5	0,23	1	5	0,24	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,33	2*	8	0,30	2*	9	0,25	2*	9	0,25	2*	9	0,25	2*	9	0,25	2*			
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	4	0,33	1	4	0,33	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,35	1	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,31	1	5	0,25	1	5	0,26	1	5	0,26	1	5	0,26	1	6	0,19	1	7	0,33	2*	7	0,33	2*	7	0,33	2*			
	Angles	4	0,33	1	5	0,25	1	4	0,28	1	6	0,21	1	5	0,22	1	7	0,18	1	6	0,18	1	7	0,31	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*	10	0,23	2*	10	0,23	2*	10	0,23	2*			
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																																											
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,35	1	4	0,29	1	5	0,26	1	5	0,26	1	5	0,26	1	6	0,20	1	7	0,33	2*			
	Rives	3	0,37	1	4	0,35	1	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,32	1	5	0,25	1	5	0,26	1	5	0,22	1	6	0,20	1	6	0,20	1	7	0,33	2*	8	0,27	2*	10	0,23	2*			
	Angles	4	0,33	1	5	0,24	1	4	0,27	1	6	0,21	1	5	0,22	1	7	0,35	2*	6	0,18	1	8	0,30	2*	8	0,27	2*	8	0,27	2*	8	0,27	2*	10	0,23	2*	10	0,23	2*			
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,32	1	5	0,27	1	5	0,24	1	6	0,18	1	6	0,20	1	8	0,30	2*						
	Rives	3	0,37	1	4	0,32	1	3	0,36	1	4	0,28	1	4	0,29	1	5	0,23	1	5	0,24	1	6	0,20	1	6	0,18	1	8	0,30	2*	8	0,27	2*	10	0,23	2*						
	Angles	4	0,30	1	5	0,22	1	5	0,25	1	6	0,19	1	6	0,20	1	7	0,32	2*	7	0,33	2*	8	0,27	2*	9	0,25	2*	9	0,25	2*	11	0,20	2*	11	0,20	2*						
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,34	1	3	0,36	1	4	0,28	1	4	0,30	1	5	0,25	1	5	0,22	1	6	0,18	1	6	0,18	1	7	0,33	2*	8	0,28	2*			
	Rives	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,33	1	5	0,26	1	5	0,27	1	6	0,21	1	6	0,22	1	6	0,18	1	7	0,33	2*	8	0,28	2*	8	0,28	2*	10	0,23	2*						
	Angles	4	0,27	1	6	0,20	1	5	0,23	1	7	0,35	2*	6	0,18	1	8	0,29	2*	8	0,31	2*	9	0,25	2*	10	0,23	2*	12	0,19	2*	12	0,19	2*	12	0,19	2*						
Béton et béton cellulaire : travaux neufs et réfections - 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 »)																																											
≤ 10	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1			
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,28	1	4	0,28	1	5	0,23	1	5	0,23	1	5	0,23	1			
	Angles	3	0,37	1	4	0,34	1	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,30	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,21	1	6	0,19	1	7	0,31	2*	7	0,31	2*	7	0,31	2*	7	0,31	2*			
≤ 15	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1			
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	4	0,34	1	4	0,28	1	5	0,26	1	6	0,21	1	6	0,21	1	7	0,34	2*	8	0,28	2*			
	Angles	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,34	1	5	0,26	1	4	0,27	1	5	0,22	1	5	0,23	1	6	0,19	1	7	0,34	2*	8	0,28	2*	8	0,28	2*	8	0,28	2*						
≤ 20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1			
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,30	1	4	0,32	1	5	0,26	1	5	0,24	1	6	0,20	1	6	0,20	1	6	0,20	1	6	0,20	1			
	Angles	3	0,37	1	4	0,28	1	4	0,32	1	5	0,24	1	5	0,25	1	6	0,20	1	6	0,20	1	7	0,35	2*	7	0,32	2*	9	0,26	2*	9	0,26	2*	9	0,26	2*						

2* : 2 lignes de fixations (1 en lisière et 1 intermédiaire)

3* : 3 lignes de fixations (1 en lisière et 2 intermédiaire)

En zone 5, les seuls éléments porteurs admis sont les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (en travaux neufs uniquement) et en maçonnerie.

2.9.5. Annexe E - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées

selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017

Tableau E1 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans – pente ≤ 8.7% - Wadmsr = 460 N/fix

SRA1 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique Ø 40 mm de Pkft ≥ 1520 N

SRA2 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/G fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N

SRB2 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation ETANCO, ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N

SRB3 : IKO DUO ACIER F/G fixé avec attelage de fixation SFS Group SAS, TPA Ø 50 mm de Pkft ≥ 1340 N

Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4																	
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0													
		Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations												
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés																																					
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,30	1	3	0,36	1	4	0,32	1	4	0,26	1			
	Rives	3	0,36	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,36	1	5	0,23	1	6	0,18	1	4	0,33	1	6	0,19	1	7	0,32	2*	4	0,28	1	7	0,34	2*	8	0,27	2*
	Angles	4	0,34	1	6	0,21	1	7	0,33	2*	4	0,29	1	7	0,35	2*	8	0,28	2*	5	0,25	1	8	0,30	2*	9	0,24	2*	5	0,21	1	9	0,25	2*	11	0,20	2*
≤ 20	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,31	1	3	0,36	1	4	0,26	1	3	0,36	1	4	0,27	1	5	0,23	1	5	0,23	1	5	0,23	1
	Rives	4	0,35	1	5	0,23	1	6	0,19	1	4	0,29	1	6	0,19	1	7	0,33	2*	5	0,25	1	8	0,28	2*	5	0,21	1	8	0,28	2*	9	0,24	2*	9	0,24	2*
	Angles	5	0,20	1	7	0,35	2*	8	0,29	2*	5	0,22	1	8	0,29	2*	9	0,24	2*	6	0,18	1	9	0,25	2*	11	0,21	2*	7	0,32	2*	10	0,21	2*	12	0,18	2*
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																																					
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	4	0,33	1	4	0,27	1	3	0,36	1	4	0,28	1	5	0,22	1	3	0,36	1	5	0,24	1	6	0,19	1	4	0,34	1	6	0,20	1	7	0,33	2*
	Rives	3	0,35	1	5	0,21	1	7	0,34	2*	4	0,29	1	6	0,35	2*	8	0,29	2*	5	0,25	1	7	0,30	2*	9	0,24	2*	5	0,21	1	9	0,26	2*	11	0,21	2*
	Angles	4	0,28	1	7	0,34	2*	8	0,27	2*	5	0,23	1	8	0,28	2*	10	0,23	2*	6	0,20	1	9	0,24	2*	11	0,19	2*	7	0,35	2*	11	0,21	2*	13	0,25	3*
≤ 20	Partie courante	3	0,36	1	4	0,28	1	5	0,23	1	3	0,35	1	5	0,23	1	6	0,20	1	4	0,30	1	6	0,20	1	7	0,34	2*	5	0,26	1	7	0,34	2*	8	0,29	2*
	Rives	4	0,20	1	6	0,35	2*	8	0,30	2*	5	0,22	1	8	0,30	2*	9	0,25	2*	6	0,19	1	9	0,25	2*	10	0,21	2*	7	0,33	2*	10	0,22	2*	12	0,18	2*
	Angles	5	0,21	1	8	0,28	2*	9	0,24	2*	6	0,18	1	9	0,24	2*	11	0,20	2*	7	0,30	2*	11	0,20	2*	13	0,26	3*	9	0,26	2*	13	0,26	3*	15	0,22	3*
Béton et béton cellulaire : travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts et fermés																																					
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,34	1	3	0,36	1
	Rives	3	0,36	1	4	0,31	1	5	0,25	1	3	0,36	1	5	0,26	1	5	0,21	1	3	0,36	1	5	0,22	1	6	0,18	1	4	0,32	1	6	0,19	1	7	0,31	2*
	Angles	3	0,36	1	5	0,23	1	6	0,18	1	4	0,32	1	6	0,19	1	7	0,31	2*	4	0,27	1	7	0,33	2*	9	0,26	2*	5	0,23	1	8	0,28	2*	10	0,22	2*
≤ 20	Partie courante	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,35	1	4	0,29	1	4	0,29	1
	Rives	3	0,36	1	5	0,26	1	5	0,22	1	4	0,33	1	5	0,22	1	6	0,18	1	4	0,28	1	6	0,18	1	7	0,31	2*	5	0,24	1	7	0,32	2*	8	0,27	2*
	Angles	4	0,28	1	6	0,19	1	7	0,32	2*	5	0,24	1	7	0,32	2*	8	0,27	2*	6	0,20	1	8	0,27	2*	10	0,23	2*	6	0,35	2*	10	0,23	2*	11	0,20	2*

Hauteur	Position	Guadeloupe						Guyane						Martinique						Réunion/Mayotte																	
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0													
		Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations	Densité	Entraxe fixations	Nb de lignes de fixations												
Béton : travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts et fermés																																					
≤ 10	Partie courante	3	0,36	1	5	0,25	1	6	0,20	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,32	1	5	0,26	1	3	0,36	1	4	0,28	1	5	0,23	1
	Rives	6	0,19	1	10	0,23	2*	12	0,19	2*	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	5	0,24	1	8	0,29	2*	9	0,24	2*	5	0,21	1	9	0,26	2*	11	0,21	2*
	Angles	8	0,28	2*	13	0,25	3*	16	0,20	3*	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,31	1	6	0,18	1	10	0,21	2*	13	0,26	3*	7	0,32	2*	12	0,19	2*	14	0,23	3*
≤ 20	Partie courante	4	0,32	1	5	0,21	1	6	0,18	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,36	1	5	0,23	1	6	0,20	1
	Rives	8	0,29	2*	11	0,19	2*	13	0,24	3*	3	0,36	1	3	0,36	1	3	0,36	1	6	0,18	1	9	0,24	2*	11	0,21	2*	7	0,33	2*	10	0,22	2*	12	0,18	2*
	Angles	10	0,21	2*	15	0,21	3*	18	0,18	3*	3	0,36	1	4	0,32	1	4	0,27	1	8	0,27	2*	12	0,18	2*	15	0,23	3*	9	0,24	2*	14	0,24	3*	16	0,20	3*

2* : 2 lignes de fixations (1 en lisière et 1 intermédiaire)
 3* : 3 lignes de fixations (1 en lisière et 2 intermédiaires)

2.9.6. Tableaux du dossier technique :

Composition des revêtements	Systèmes de référence associés			
	Désignation du système	Wadm N/fix	Plaquettes métalliques ou fût plastique	Pk (N)
1 ^{ère} couche fixée mécaniquement et largeur de recouvrement				
IKO DUO TOPACIER FMP/G: 8 cm ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F: 10 cm	SR A1	460	∅ 40 mm	1520
	SR A2		ETANCOPLAST HP4L ∅ 40	1350
IKO DUO TOPACIER FMP/G: 12 cm	SR A3	585	64 x 64	1520
IKO DUO ACIER F/G: 10 cm	SR B1	759	40 x 40	1340
	SR B2	460	ETANCOPLAST HP4L ∅ 40	1350
	SR B3		Fût TPA ∅ 50 mm	1340
IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G: 10 cm ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F: 12 cm	SR C1	634	∅ 40 mm	1520
	SR C2		ETANCOPLAST HP4L ∅ 40	1350

Tableau 1 – Composition des systèmes

1 ^{ère} couche	2 ^{ème} couche		
	Toitures Inaccessibles	Terrasses techniques ou à zones techniques	Toitures-terrasses végétalisées
IKO DUO TOPACIER FMP/G IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F IKO DUO ACIER F/G	IKO DUO ACIER AR/F IKO DUO ACIER FEU AR/F IKO DUO FUSION AR/F IKO DUO FUSION AR/G IKO DUO FUSION FEU AR/F IKO DUO FUSION FEU1 AR/F	IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F IKO MONO FUSION AR/F IKO MONO FUSION FEU1 AR/F IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F IKO MONO ALPA AR/F IKO MONO ALPA FEU AR/F IKO DUO GREEN 3000 AR/F IKO MONO PARKING AR/F	IKO DUO GREEN 3000 AR/F IKO MONO PARKING AR/F
IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F	IKO DUO FUSION ALU/F IKO DUO SOLAR ALU/F IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F IKO MONO FUSION AR/F IKO MONO FUSION FEU1 AR/F IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F IKO MONO ALPA AR/F IKO MONO ALPA FEU AR/F IKO DUO GREEN 3000 AR/F IKO MONO PARKING AR/F	IKO DUO ACIER AR/F IKO DUO ACIER FEU AR/F IKO DUO FUSION AR/F IKO DUO FUSION AR/G IKO DUO FUSION ALU/F IKO DUO SOLAR ALU/F IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F IKO MONO FUSION AR/F IKO MONO FUSION FEU1 AR/F IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F IKO MONO ALPA AR/F IKO MONO ALPA FEU AR/F IKO DUO GREEN 3000 AR/F IKO MONO PARKING AR/F	IKO DUO GREEN 3000 AR/F IKO MONO PARKING AR/F

Tableau 2 - Association possible des membranes selon destination

S1: IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO ACIER F/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F + IKO DUO ACIER AR/F		T1: IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F + IKO DUO ACIER AR/F		
S2: IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO ACIER F/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F + IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F				
S3 : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO ACIER F/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F + IKO DUO GREEN 3000 AR/F		T2: IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F + IKO DUO GREEN 3000 AR/F		
Élément porteur	Support direct du revêtement	APPARENTS		TOITURES VEGETALISEES ⁽³⁾
		TOITURES INACCESSIBLES ^{(1) (4)}	TOITURES TECHNIQUES (OU ZONES TECHNIQUES) ^{(1) (2)}	
Maçonnerie Bois et à base de bois CLT	Béton	S1	S2 ou T1	S3 ou T2
	Bois	S1	S2 ou T1	S3 ou T2
	Panneaux à base de bois et CLT ⁽⁸⁾	S1	S2 ou T1	S3 ou T2
	Perlite expansée (fibrée)	S1	S2 ou T1	S3 ou T2
	Laine de verre			
	Laine de roche ⁽⁶⁾		S2 ou T1	S3 ou T2
	Polyisocyanurate ⁽⁶⁾		S2 ou T1	S3 ou T2
Polystyrène ⁽⁶⁾	S1 ⁽⁵⁾	S2 ⁽⁵⁾ ou T1 ⁽⁵⁾	S3 ⁽⁵⁾ ou T2 ⁽⁵⁾	
TAN	Perlite expansée (fibrée)	S1	S2 ou T1	S3 ou T2
	Laine de verre			
	Laine de roche ⁽⁶⁾		S2 ou T1	S3 ou T2
	Polyisocyanurate ⁽⁶⁾		S2 ou T1	S3 ou T2
	Polystyrène ⁽⁶⁾	S1 ⁽⁵⁾	S2 ⁽⁵⁾ ou T1 ⁽⁵⁾	S3 ⁽⁵⁾ ou T2 ⁽⁵⁾
Ancienne étanchéité (cf. § 2.3.6)	Asphalte	S1	S2 ou T1	S3 ou T2
	Bitumineux protection minérale			
	Bitumineux protection métallique non délardée			
	Ciment volcanique et enduit pâteux	IKO VAP ACIER + S1	IKO VAP ACIER +S2 ou IKO VAP ACIER + T1	IKO VAP ACIER + S3 ou IKO VAP ACIER + T2
	Membrane synthétique ⁽⁷⁾	IKO VAP ACIER + S1	IKO VAP ACIER +S2 ou IKO VAP ACIER + T1	IKO VAP ACIER + S3 ou IKO VAP ACIER + T2
<p>(1) La pente minimum est celle des normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4.</p> <p>(2) Pente maximales ≤ 5 % selon les normes NF DTU série 43 P1 sur béton et acier. Sur bois et panneaux à base de bois : pente ≤ 7 %.</p> <p>(3) La pente minimum / maximum est celle des normes NF DTU série 43 et celle des Avis Technique de procédé de végétalisation de toitures.</p> <p>(4) Les aires et chemins de circulation sont admis avec feuille complémentaire IKO ACCESS soudée sur pente au plus égale à 50 %.</p> <p>(5) Les membranes SPF, munies d'un galon spécifique, sont à privilégier. A défaut, interposition d'un pare flamme IKO DUO ACIER AR/F (ou toute autre membrane ardoisée de la gamme IKO -AXTER) face ardoisée vers le bas avant la pose des membranes IKO DUO TOPACIER FMP/G, IKO DUO ACIER F/G et IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G.</p> <p>(6) Si le Document Technique d'Application de l'isolant admet cet emploi en terrasse technique ou zone technique ou en toiture -terrasse végétalisée.</p> <p>(7) Dans le cas d'une ancienne membrane sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. <i>tableau 1</i> ddu NF DTU 43.5), la totalité du complexe est déposée sur tout élément porteur.</p> <p>(8) si le DTA du CLT l'autorise.</p>				

Tableau 3 – Domaines d'emploi des revêtements en France européenne

S1: IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO ACIER F/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F + IKO DUO ACIER AR/F S2: IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO ACIER F/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F + IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F		T1: IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F+ IKO DUO ACIER AR/F	
Élément porteur	Support direct du revêtement	TOITURES INACCESSIBLES (1) (3)	TOITURES TECHNIQUES (OU ZONES TECHNIQUES) (1) (2)
Maçonnerie	Béton	S1	S2 ou T1
	Perlite expansée (fibrée)	S1	S2 ou T1
	Laine de verre		
	Laine de roche ⁽⁶⁾		S2 ou T1
	Polyisocyanurate ⁽⁶⁾		S2 ou T1
	Polystyrène ⁽⁶⁾		S1 ⁽⁵⁾
TAN	Perlite expansée (fibrée)	S1	S2 ou T1
	Laine de verre		
	Laine de roche ⁽⁶⁾		S2 ou T1
	Polyisocyanurate ⁽⁶⁾		S2 ou T1
	Polystyrène ⁽⁶⁾	S1 ⁽⁵⁾	S2 ⁽⁴⁾ ou T1 ⁽⁴⁾

(1) La pente minimum est celle du Cahier des Prescriptions techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (*e-Cahier du CSTB 3744* d'octobre 2008).

(2) Pente maximales $\leq 5\%$ selon les NF DTU série 43 sur béton et acier.

(4) Les aires et chemins de circulation sont admis avec feuille complémentaire IKO ACCESS soudée sur pente au plus égale à 50 %.

(5) Les membranes SPF, munies d'un galon spécifique, sont à privilégier. A défaut, interposition d'un pare flamme IKO DUO ACIER AR/F (ou toute autre membrane ardoisée de la gamme IKO-AXTER) face ardoisée vers le bas avant la pose des membranes IKO DUO TOPACIER FMP/G, IKO DUO ACIER F/G et IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G.

(6) Si le Document Technique d'Application de l'isolant admet cet emploi en terrasse technique ou zone technique et DROM.

Tableau 3bis – Domaines d'emploi des revêtements en DROM

Élément porteur	Hygrométrie et chauffage des locaux	Mise en œuvre	Pare-vapeur
Maçonnerie (1)	Cas courant (faible ou moyenne hygrométrie)	Soudé en plein	EIF + IKO VAP
		Adhésif (3)	- EIF + IKO VAP STICK ALU - EIF + IKO VAP STICK
	Locaux à forte hygrométrie	Soudé en plein	EIF + IKO RLV ALU/F EIF + IKO VAP ALU G/G
		Adhésif (3)	- EIF + IKO VAP STICK ALU - EIF + IKO VAP STICK ALU GR
Bois Panneaux à base de bois CLT (1)	Faible et moyenne hygrométrie	Cloué (4), joints soudés	IKO VAP
		Libre	IKO VAP
		Soudé en plein (5)	IKO VAP
		Adhésif (3)(5)	- EIF + IKO VAP STICK ALU - EIF + IKO VAP STICK
Tôles d'acier nervurées pleine	Faible et moyenne hygrométrie avec $Q_{4Pa-surf} > 1.4 \text{ m}^3/(h/m^2)$	Non requis	
	Faible et moyenne hygrométrie avec $Q_{4Pa-surf} \leq 1.4 \text{ m}^3/(h/m^2)$	Libre	- IKO VAP ACIER (6) - IKO VAP joints soudés (7)
		Adhésif (3)	- IKO VAP STICK ALU - IKO VAP STICK
	Forte hygrométrie	Libre	IKO VAP ACIER (8)
		Adhésif (3)	- IKO VAP STICK ALU - IKO VAP STICK ALU GR
Tôles d'acier nervurées perforées ou crevées	Faible et moyenne hygrométrie	Libre	IKO VAP ACIER (6)
		Adhésif (3)	- IKO VAP STICK ALU - IKO VAP STICK

(1) Pontage des joints : cf. § 2.3.3 – 2.3.4.
(2) L'écran perforé est déroulé bord à bord ou à recouvrement de 5 à 10 cm. En périphérie de la toiture et autour des émergences, le pare-vapeur est soudé en plein sur EIF sur 50 cm au moins sans cet écran perforé. La performance au vent du système est limitée à 4712 Pa sauf si l'isolant est fixé mécaniquement.
(3) 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.
(4) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface.
(5) Uniquement sur panneaux à base de bois
(6) Face aluminium au-dessus – recouvrement de 10 cm – recouvrements longitudinaux placés au droit des plages - recouvrement transversaux pontés par IKO Band Butyle ou IKO Band Bitume
(7) Avec protection de sous face des tôles nervurées compatibles avec le soudage
(8) Face aluminium au-dessus – recouvrement de 10 cm – recouvrements longitudinaux placés au droit des plages - recouvrement longitudinal et transversaux pontés par IKO Band Butyle ou IKO Band Bitume

Tableau 4 – Mise en œuvre du pare-vapeur en France européenne et en DROM, sur locaux chauffés ou selon les DPM.

			IKO DUO TOPACIER FMP/G		IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F		IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G		IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F		IKO DUO ACIER F/G	IKO DUO ACIER AR/F	
Composition													
Armature	Voile de Verre	g/m ²										50	
	Polyester	g/m ²	120 (*)	110	120 (*)	110	170 (*)	180	170 (*)	180	110 ou 140		
Liant	ARMOUR	g/m ²	2800		3000		2800		3100		3100	3000 (3)	
Finition de surface	Film	g/m ²									10		
	Film macro-perforé	g/m ²	10				10						
	Grès	g/m ²	80				80						
	Ardoise / granulats	g/m ²										1 000 / 1 200	
Finition de sous-face	Grès	g/m ²	300 (1)				300 (1)				300		
	Film	g/m ²			10				10			10 (2)	
Présentation													
Épaisseur + ou - 5 %	EN 1849-1	mm	2,65 (±5 %)				2,65 (±5 %)				2,65 (±5 %)	2,65 (±5 %)	
Dimensions	EN 1848-1	m	7 x 1				7 x 1				7 x 1	6 x 1	
Poids	Indicatif	kg	25		24		25		25		25	24 / 25	
Lisière de recouvrement	Minimum	mm	80 ou 120		20 adhésif et 80 soudé		100		20 adhésif et 80 soudé		100 (4)	60	
Lignages (position par rapport au bord du lé)		mm	50 et 120		50		40 et 100		60		40		
Caractéristiques													
Propriété en traction : Force maximale L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	N/50 mm	450 x 275				750 x 750				580 x 430	250 x 250
	Minimum			320 x 230				500 x 500				420 x 360	155 x 120
Propriété en traction : allongement maximal L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	%	15 x 15				35 x 35				35 x 35	3
	Minimum			10 x 10				25 x 25				20 x 20	2
Résistance à la déchirure au clou	Moyenne	NF EN 12310-1	N	180 x 150				200 x 250				250 x 300	
	Minimum			140 x 120				180 x 230				150 x 150	50
Souplesse à basse température - État neuf	NF EN 1109	°C	≤ -15				≤ -15				≤ -15	≤ -15	
	NF EN 1109 + NF EN 1296	°C	≤ 0				≤ 0				≤ 0	≤ 0	
Résistance au fluage à température élevée - État neuf	NF EN 1110	°C	≥ 100				≥ 100				≥ 100	≥ 100	
	NF EN 1110 + NF EN 1296	°C	≥ 90				≥ 90				≥ 90	≥ 90	
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1107-1	%	≤ 0.3				≤ 0.3				≤ 0.4	≤ 0,1	
Résistance au poinçonnement statique	NF EN 12730 (A)	kg	≥ 10				≥ 20				≥ 15	PND	
Résistance au choc	NF EN 12691 (A)	H (mm)	≥ 500				≥ 600				≥ 700	≥ 400	
Résistance au poinçonnement statique et poinçonnement dynamique du système NF P 84-354 sous-classe L et D avec 2ème couche IKO DUO ACIER AR/F			L2				L4				L3		
			D2				D3				D2		
Résistance au poinçonnement statique et poinçonnement dynamique du système NF P 84-354 sous-classe L et D avec 2ème couche IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F ou IKO DUO ACIER 3000 FEU L4 AR/F			L4				L4				L4		
			D3				D3				D3		
(1) Sous-façage en film thermofusible au lieu du grésage, appellations IKO DUO TOPACIER FMP/F, IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/F. (2) Sous-façage grésage au lieu film thermofusible, appellation IKO DUO ACIER AR/G (3) produits avec liant ARMOUR FEU : IKO DUO ACIER FEU AR/F (4) Largeur de soudure matérialisée par un film fusible de 100 mm en sous-face. (*) NT Polyester stabilisé													

Tableau 5 – Composition, présentation et caractéristiques des membranes principales

Sur matières premières	Fréquence
Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C Fines : granulométrie Granulats : granulométrie - coloris Films métalliques : poids Armatures : poids - traction	1 certificat / livraison 1 certificat / livraison 1 certificat / livraison Chaque livraison 1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	Fréquence
TBA - image UV - taux de fines Reprise élastique	1 / lot 2 / an
Sur produits finis	Fréquence
Épaisseur - longueur - largeur - lisières - poids Tenue à la chaleur Pliage à froid Retrait libre Traction - Allongement Déchirure au clou Résistance au poinçonnement statique Résistance au choc Tenue des granulats Vieillessement - 6 mois à 70 °C tenue à la chaleur, pliage à froid.	cf. EN 13707 cf. Guide UEAtc 2001

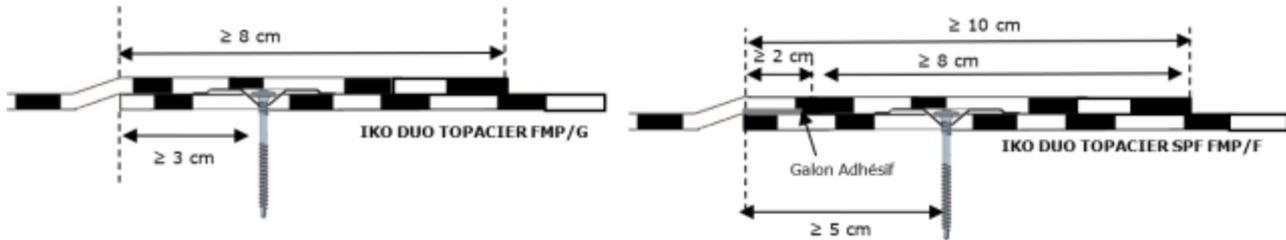
Tableau 6 – Nomenclature de l'autocontrôle des feuilles

2.9.7. Figures du dossier technique :

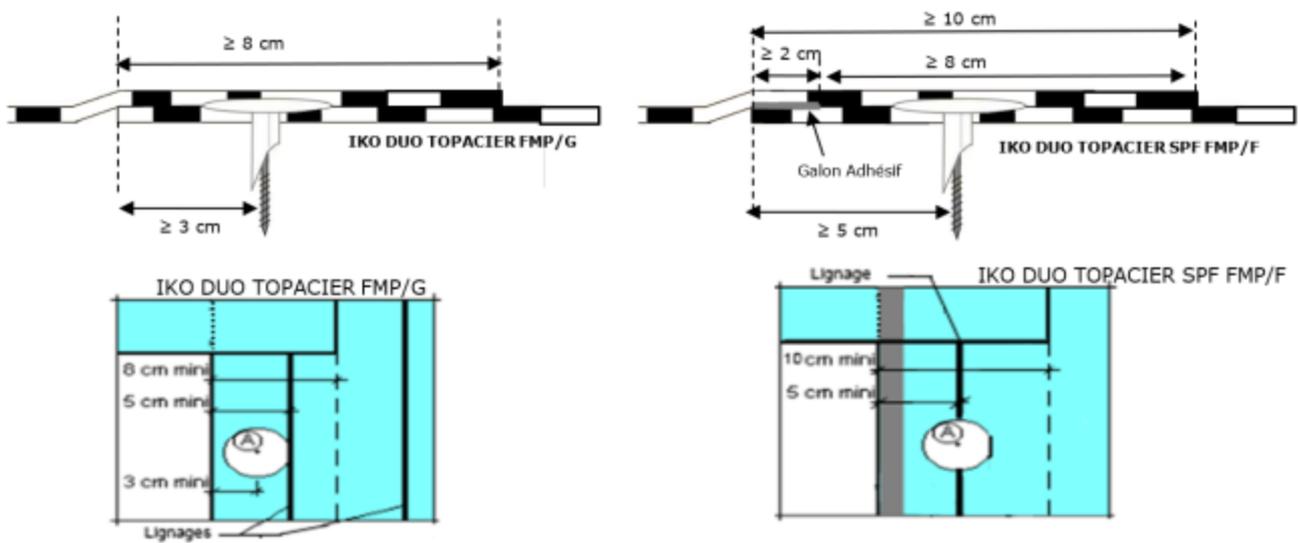
Détail de la position des fixations et des recouvrements

- **Systèmes de référence A (SRA)**

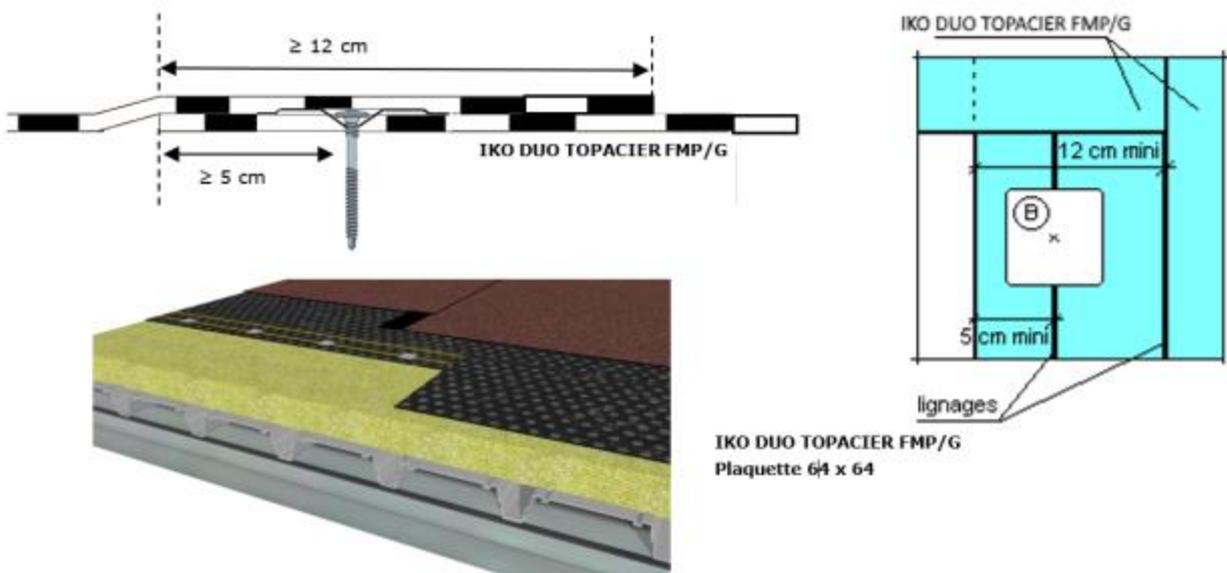
SRA 1 : plaquette métallique Ø 40 mm - $R_{sr} \geq 1\,520\text{ N}$



SRA 2 : Plaquette plastique ETANCOPLAST HP4L - $R_{sr} \geq 1\,350\text{ N}$



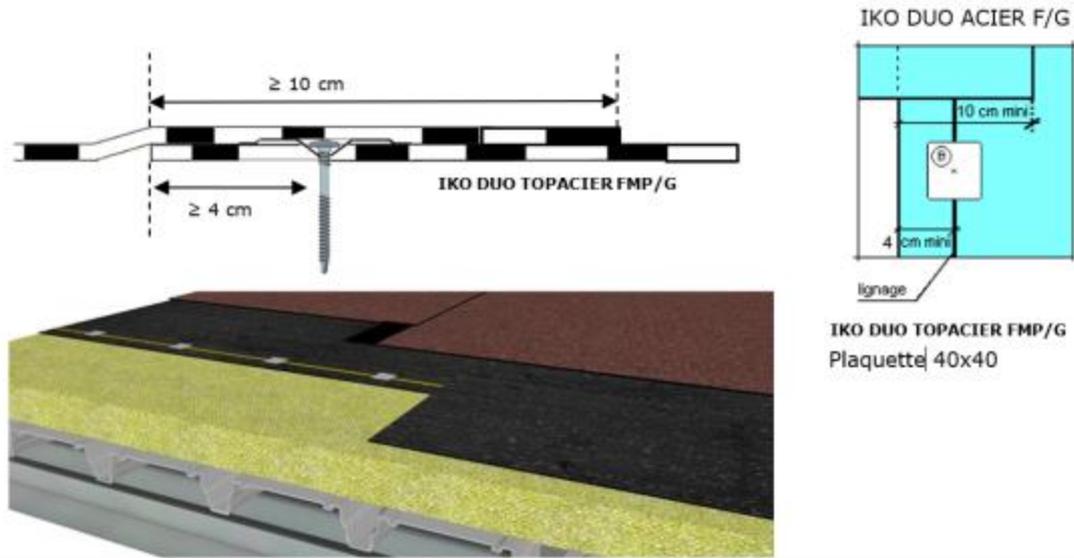
SRA 3 : plaquette métallique 64 x 64 mm - $R_{sr} \geq 1\,520\text{ N}$



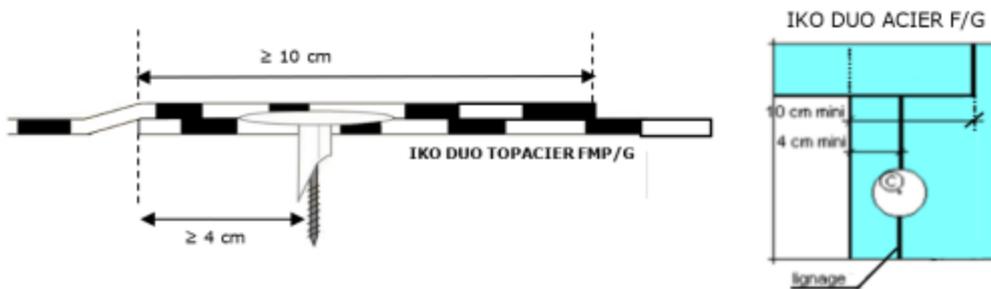
Figures 1 : recouvrement longitudinal des systèmes de référence A1, A2 et A3 –
Membrane fixée : IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F

Systèmes de référence B (SRB)

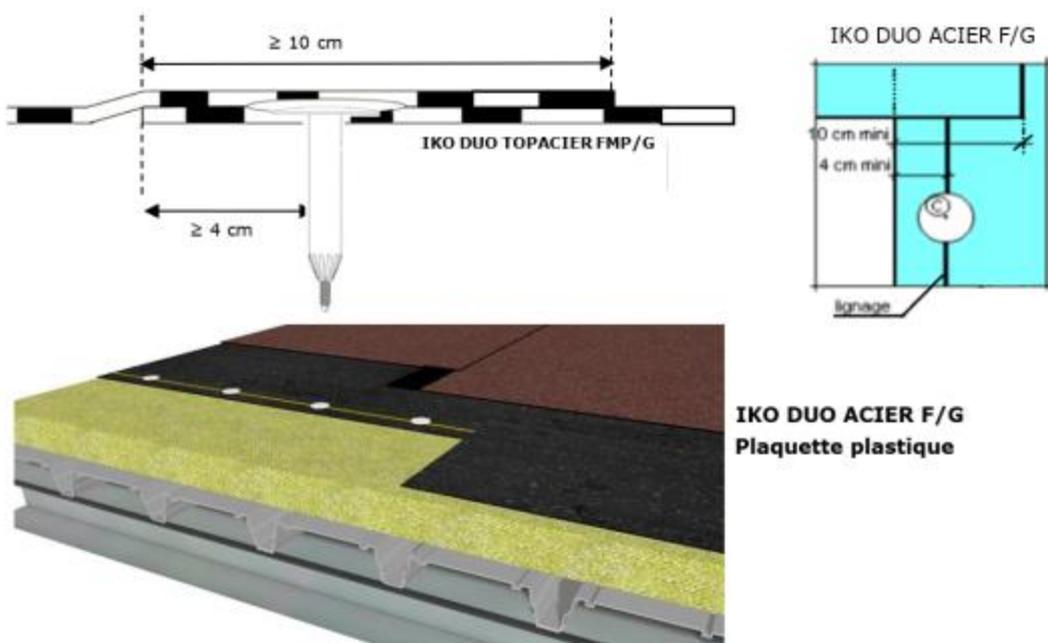
SRB 1 : plaquette métallique 40 x 40 mm - $R_{sr} \geq 1\,340\text{ N}$



SRB 2 : Plaquette plastique ETANCOPLAST HP4L - $R_{sr} \geq 1\,350\text{ N}$



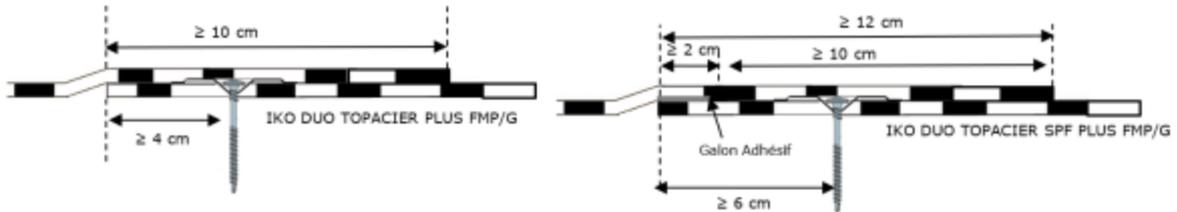
SRB 3 : Plaquette plastique Fut TPA Ø 50 - $R_{sr} \geq 1\,340\text{ N}$



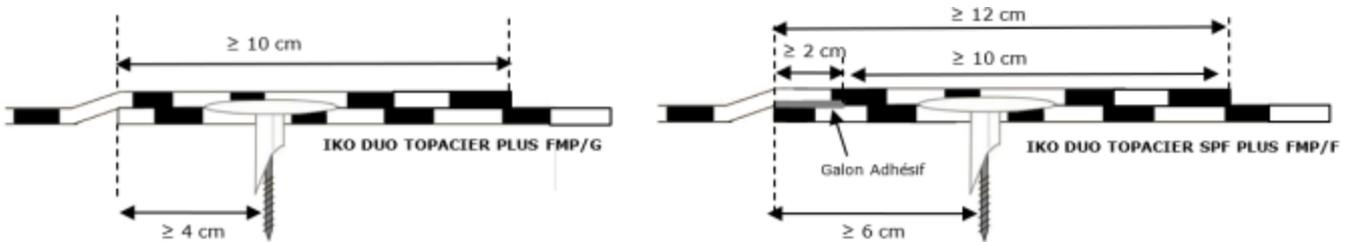
Figures 2 : recouvrement longitudinal du système de référence B –
Membrane fixée : IKO DUO ACIER F/G

- **Systèmes de référence C (SRC)**

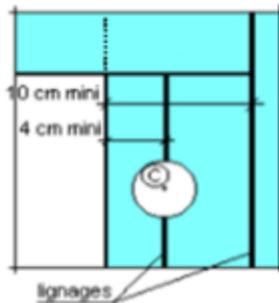
SRC 1 $R_{sr} \geq 1\,520$ N plaquette métallique Ø 40 mm



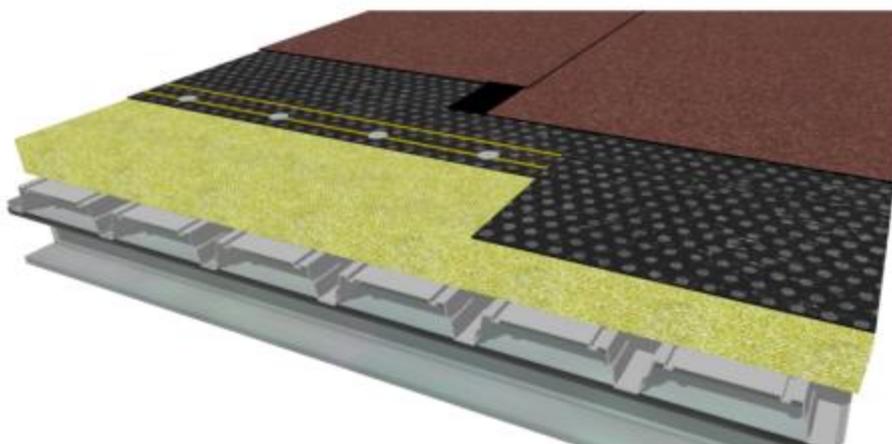
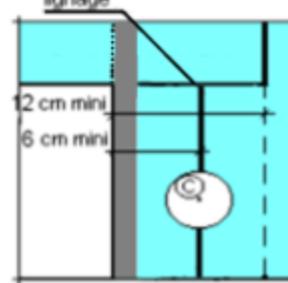
SRC 2 $R_{sr} \geq 1\,350$ N Plaquette plastique ETANCOPLAST HP4L



IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G



IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F



IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G
Plaquette Ø 40 ou ETANCOPLAST Ø 40

**Figures 3 : recouvrement longitudinal du système de référence C –
Membrane fixée : IKO DUO TOPACIER PLUS FMP/G ou IKO DUO TOPACIER SPF PLUS FMP/F**

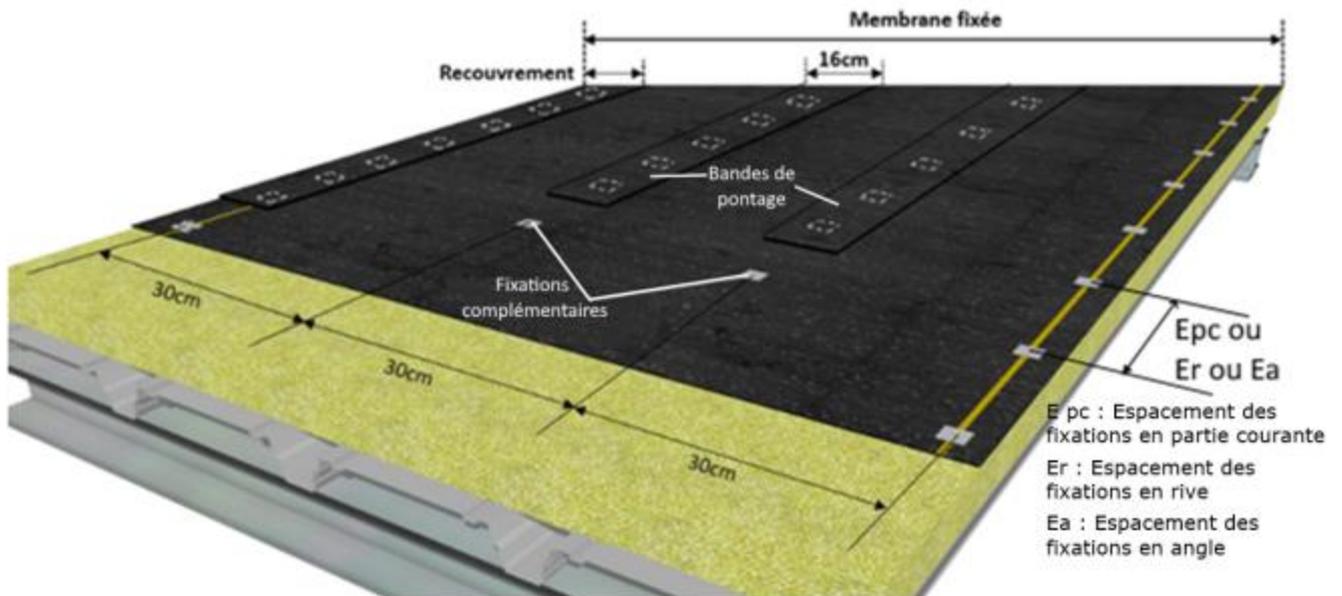


Figure 4 – Exemples de fixations complémentaires

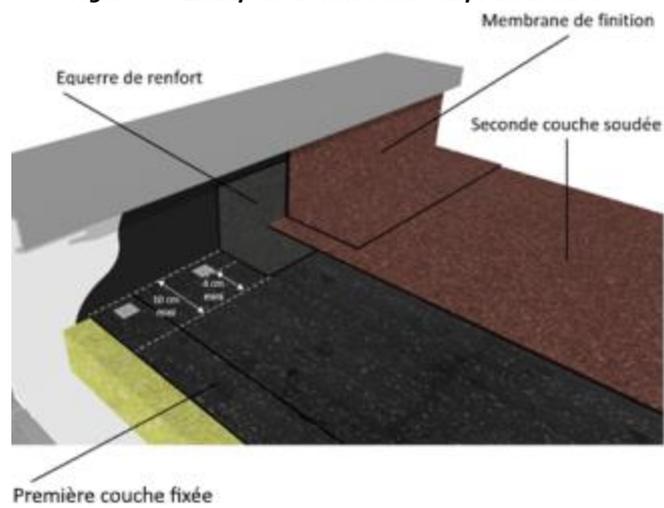


Figure 5 – Exemple de constitution du relevé avec un élément porteur en tôles d'acier nervurées

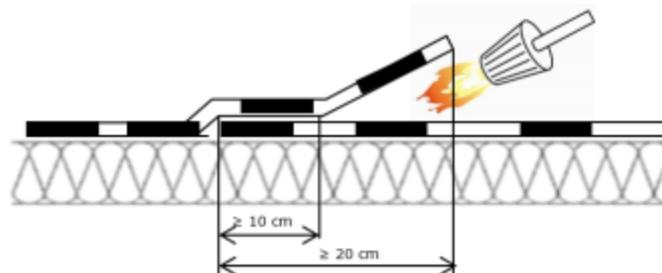


Figure 6 – Soudure de l'about de lé sur PSE dans le cas des feuilles SPF

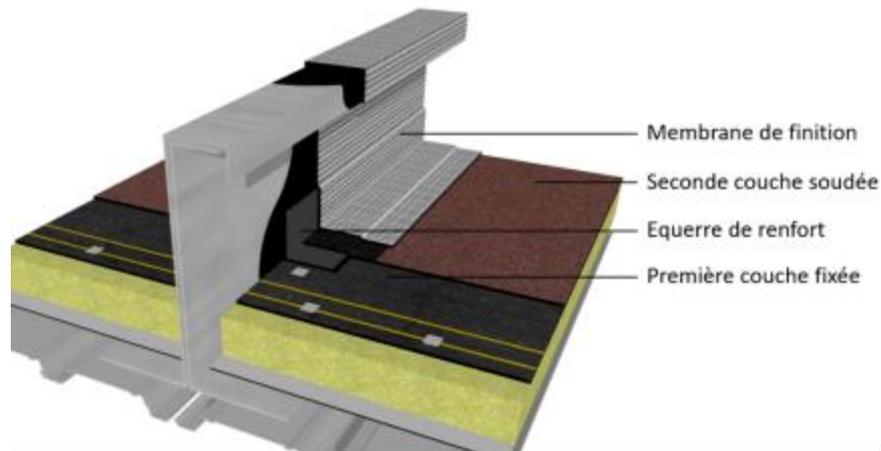


Figure 7 – Joint de dilatation par double costière métallique

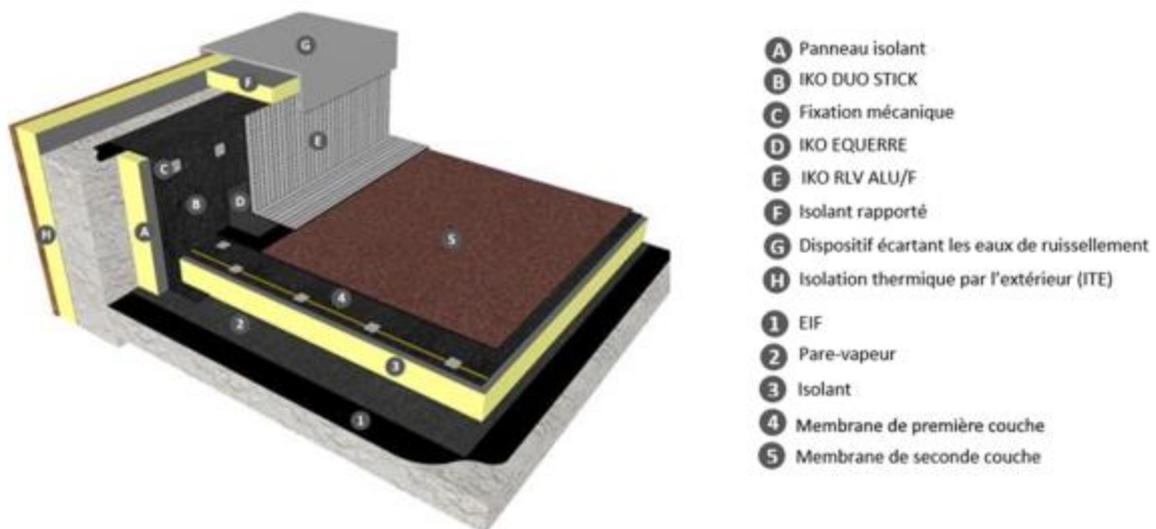


Figure 8 - Exemple de traitement de relevé isolé avec isolant en relevé en PIR apte à recevoir un revêtement autoadhésif

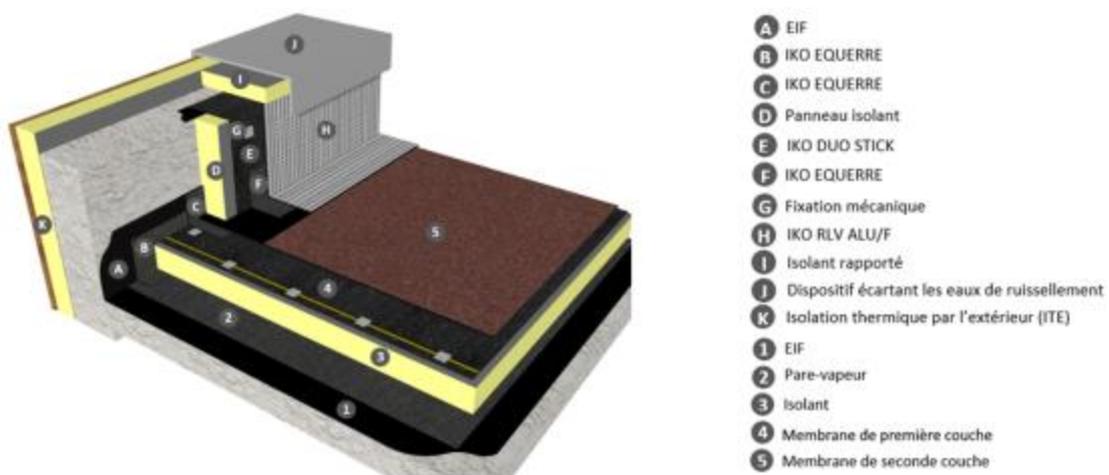
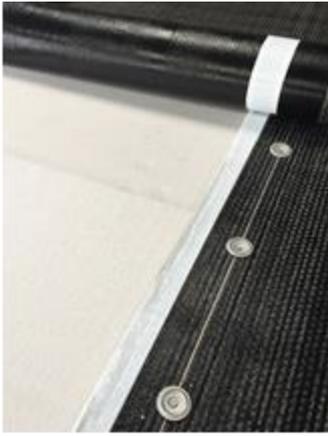


Figure 9 - Exemple de traitement de relevé isolé avec isolant en relevé en PIR apte à recevoir un revêtement autoadhésif (variante)



Étape 1 : Après mise en œuvre des fixations métalliques du lé précédent, le lé suivant est positionné par rapport au lé précédent de manière à ce que le galon adhésif soit en vis-à-vis du galon adhésif de la membrane déjà posée, puis ré enroulé.



Étape 2 : Dérouler en retirant les bandes pelables au fur et à mesure du déroulage et maroufler.



Étape 3 : Souder à la flamme le recouvrement restant et maroufler.

Figures 10 – Étapes de mise en œuvre des membranes SPF