

Sur le procédé

IKO Mono Acier

Famille de produit/Procédé : Revêtement d'étanchéité de toitures fixé mécaniquement en monocouche 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
V3	<p>Cette version annule et remplace le DTA 5.2/18-2634_V2. Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fusion de ce dossier avec le DTA FORCE FM suite à l'acquisition d'AXTER SAS par IKO SAS qui implique : <ul style="list-style-type: none"> ○ Ajout de l'usine de Courchelettes ○ Reprise de l'ensemble des membranes, produits et système du DTA FORCE FM sous de nouvelles dénominations. <p>Ajout des calculs de tenue au vent selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017</p>	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le procédé IKO MONO ACIER est un revêtement d'étanchéité monocouche homogène apparent, à base de bitume modifié SBS, fixé mécaniquement pour toitures-terrasses et toitures inclinées :

- Inaccessibles : autoprotégées apparentes
- Techniques ou à zones techniques : autoprotégées apparentes

Les tableaux 1 à 2 en fin de Dossier Technique résument les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports qui pourront affecter le domaine d'utilisation.

Le Wadm et la valeur Pk des attelages de fixation mécanique, avec la nature et les dimensions des plaquettes sont données au sous-chapitre « Résistance au vent » du § 1.2.1.5.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité - entretien.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Identification.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	7
2.3.	Dispositions de conception	9
2.3.1.	Généralités.....	9
2.3.2.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie $\geq 1\%$	10
2.3.3.	Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois	10
2.3.4.	Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées.....	10
2.3.5.	Supports isolants non porteurs.....	11
2.3.6.	Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité.....	11
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	12
2.4.1.	Mise en œuvre sur support isolant non porteur.....	12
2.4.2.	Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité	12
2.4.3.	Relevés et émergences	16
2.4.4.	Ouvrages particuliers.....	16
2.5.	Entretien et Réparation	17
2.6.	Assistance technique.....	17
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	17
2.7.1.	Fabrication	17
2.7.2.	Contrôles de fabrication	17
2.8.	Mention des justificatifs.....	18
2.8.1.	Résultats expérimentaux	18
2.8.2.	Références chantiers	18
2.9.	Annexes du dossier Technique.....	19
	ANNEXE A - Règles d'adaptation de la densité de fixation pour plaquettes métalliques (1).....	19
	Définitions	19
	Règles d'adaptation en fonction de l'élément porteur et de l'isolant thermique	19
	Domaine de validité des adaptations.....	19
	Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations.....	19
	Exigences et valeurs de la résistance Rns à retenir	20
	Détermination de la densité de fixations Dns du nouveau système	22
	ANNEXE B – Attelages de fixations à fûts plastiques	23
	Annexe C – Paramètres de choix de la méthode de calcul.....	24
	Zonage de la toiture selon les Règles NV 65 modifiées	26
	Annexe D - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon les règles NV65 modifiées.....	27

Tableau D1 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 728 N/fix.....	27
Tableau D2 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 460 N/fix pour renfort.....	29
Tableau D3 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 585 N/fix pour renfort.....	31
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.....	33
Tableau E1 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans – pente $\leq 8.7\%$ - Wadmsr = 728 N/fix	33
Tableau E2 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - pente $\leq 8.7\%$ - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 460 N/fix pour renfort.....	35
Tableau D3 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - pente $\leq 8.7\%$ - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 585 N/fix pour renfort.....	36
2.10. Tableaux du Dossier Technique	37

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 16 décembre 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 MONO ACIER est mis en œuvre, en climat de plaine en France européenne.

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé IKO MONO ACIER est mis en œuvre, en travaux neufs et de réfection avec ou sans apport d'un nouvel isolant, sur éléments porteurs ou supports en maçonnerie, bois ou panneaux à base de bois, tôles d'acier nervurées et isolants non porteurs. Les locaux à très forte hygrométrie sont exclus.

Les tableaux 1 et 2 résumant les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports, qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

L'emploi de ces revêtements autoprotégés convient sur toitures non accessibles : terrasses inaccessibles, et terrasses - zones techniques.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. 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 n'est pas connu pour les revêtements mentionnés au Dossier Technique

Vis-à-vis du feu intérieur

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

1.2.1.2. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce 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 des produits. La FDS est disponible chez la Société IKO-AXTER.

La surface des feuilles est glissante lorsque humide.

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

1.2.1.3. Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

1.2.1.4. Isolation thermique

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

Sur l'élément porteur TAN, le *coefficient ponctuel du pont thermique intégré des fixations mécaniques* « $X_{fixation}$ », des membranes d'étanchéité fixées mécaniquement et/ou de son support isolant, doit être pris en compte dans les calculs thermiques conformément aux dispositions prévues dans le fascicule 4/5 des Règles Th-Bat complétées par celles du Cahier

des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (e-Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011).

1.2.1.5. Résistance au vent

Les dispositions prévues au Dossier Technique permettent d'escompter un comportement satisfaisant dans toutes les zones de vent et tous les sites (cf. Règles NV 65 modifiées ou selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017) dans les conditions du Dossier Technique.

Les efforts admissibles du système de référence du procédé W_{admsr} , selon l'e-Cahier du CSTB 3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement » de juin 2006, sont définis dans le Dossier Technique :

- Attelage de fixations du système de référence avec plaquette métallique (associé à IKO MONO ACIER AR/F) :
 - Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sr}} = 152 \text{ daN}$,
 - Dimensions de la plaquette : 40 x 40 mm ;
- Attelage de fixations du système avec fût plastique ETANCOPLAST HP4L (associé à IKO MONO ACIER AR/F) :
 - Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sr}} = 135 \text{ daN}$,
 - Dimensions de la plaquette à fût plastique : $\varnothing 40 \text{ mm}$

1.2.1.6. Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci.

Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entrent pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.1.7. Mise en œuvre

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière. L'intervention sur chantiers fait l'objet d'une procédure d'assurance qualité d'IKO-AXTER (cf. § 2.6 du Dossier technique), complétée par la formulation d'un compte-rendu d'activité adapté.

1.2.2. Durabilité - entretien

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

Entretien et réparations

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

1.2.2.1. Impacts environnementaux

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

Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés. Il est rappelé que ces FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. Les méthodes de calcul de résistance doivent être appliquées de manière indépendante, soit selon les Règles NV 65 modifiées, soit en utilisant la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA.
- b. L'Annexe E de ce DTA précise que la pente maximale pour les calculs réalisés avec la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA est de 8,7 %. Si la pente excède cette valeur, un nouveau calcul prenant en compte la pente réelle devra être effectué.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

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

2.1.2. Identification

Les rouleaux reçoivent les étiquettes où figurent :

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

Les feuilles bitumineuses mises sur le marché font l'objet d'une Déclaration de Performance (DdP) établie par le fabricant et portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA sur la base des normes NF EN 13707 et NF EN 13970.

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

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé IKO MONO ACIER est un revêtement d'étanchéité monocouche homogène apparent, à base de bitume modifié SBS, fixé mécaniquement pour toitures-terrasses et toitures inclinées :

- Inaccessibles : autoprotégées apparentes
- Techniques ou à zones techniques : autoprotégées apparentes

La pente en fonction de l'élément porteur est conforme à la norme DTU série 43 concernée en étant toujours $\geq 1\%$.

La feuille monocouche IKO MONO ACIER AR/F ou IKO MONO ACIER FEU AR/F ou IKO MONO ACIER FEU1 AR/F comporte une finition de sous-face filmée et une finition de surface avec des granulats d'autoprotection. L'armature est à base de non tissé de polyester. Leur épaisseur nominale est de 4 mm. Elle est fixée mécaniquement en lisières. Les recouvrements sont soudés sur 10 cm.

Les *tableaux 1 à 2* en fin de Dossier Technique résument les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports qui pourront affecter le domaine d'utilisation.

Pour les toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, des chemins de circulation peuvent être prévus.

Les terrasses et zones techniques sont possibles avec des feuilles complémentaires IKO MONO ACIER AR/F, et les chemins de circulations avec des feuilles complémentaires IKO ACCESS.

Les systèmes fixés mécaniquement ne sont pas compatibles avec les locaux à très forte hygrométrie.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Liants

2.2.2.1.1. 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.

2.2.2.1.2. Liants ARMOUR FEU et FEU1

Il s'agit du liant ARMOUR additivé d'ignifugeants (ARMOUR FEU ou ARMOUR FEU1), et présentant les mêmes caractéristiques que celui-ci.

2.2.2.2. Feuilles manufacturées

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

2.2.2.2.1. Feuilles monocouches de partie courante

Il s'agit des feuilles :

- IKO MONO ACIER AR/ F
- IKO MONO ACIER FEU AR/F
- IKO MONO ACIER FEU1 AR/F

dont la composition, la présentation et les caractéristiques sont définies dans le *tableau 4*.

2.2.2.3. Matériaux complémentaires

2.2.2.3.1. Écrans pare-vapeur

Les pare-vapeur font l'objet d'un marquage CE conformément à la norme EN 13970.

Pour l'emploi : cf. *tableau 3*, présentation et caractéristique cf. Document Technique d'Application :

- IKO VAP ACIER : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO VAP : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO DUO FUSION G/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO VAP ALPA 3 en 1 : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO RLV ALU/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO RLV ALPA ALU/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO RLV ALU AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO RLV ALU PLUS AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO VAP ALU G/G : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO VAP STICK ALU : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO VAP STICK : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO VAP STICK ALU GR : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

2.2.2.3.2. Matériaux pour relevés

- IKO EQUERRE 25, 33 et 100 : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO RLV AR/F, IKO RLV ALU/F, IKO RLV ALU AR/F, IKO RLV ALU PLUS AR/F, IKO RLV ALPA ALU/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*
- IKO MONO FUSION AR/F, IKO MONO FUSION FEU1 AR/F, IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO MONO FUSION*
- IKO MONO ALPA AR/F, IKO MONO ALPA FEU AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO ALPAL*
- EXCELGORGE 25, 33 : cf. *Document Technique d'Application IKO ALPAL*
- IKO DUO GREEN 3000 AR/F, IKO MONO PARKING AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO PAROIS*

2.2.2.3.3. Feuilles complémentaires pour chemins de circulation ou zones techniques

IKO ACCESS : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

L'IKO ACCESS peut être substitué par tout autre membrane autoprotégée minérale de performance et d'épaisseur identique ou supérieure citée dans un DTA de la gamme IKO-AXTER. La couleur de l'autoprotection devra être différente de celle de partie courante.

IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F peut être substitué à l'IKO ACCESS. : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

IKO MONO FUSION AR/F, IKO MONO FUSION FEU1 AR/F, IKO MONO FUSION PLUS FEU AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO MONO FUSION*

IKO MONO ALPA AR/F, IKO MONO ALPA FEU AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO ALPAL*

2.2.2.3.4. Autres matériaux en feuilles

IKO DUO FUSION G/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

IKO DUO FUSION AR/G ou IKO DUO FUSION AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

IKO DUO FUSION L4 3000 AR/G ou IKO DUO FUSION L4 3000 AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

IKO DUO FUSION L4 JA FMP/MAT : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO FUSION*

IKO MONO FUSION AR/F : cf. *Document Technique d'Application IKO MONO FUSION*

IKO MONO FORUM F/F : cf. *Document Technique d'Application IKO MONO FORUM*

IKO DUO TOPACIER FMP/G : cf. *Document Technique d'Application IKO DUO TOPACIER*

EXCELRENFORT : cf. *Document Technique d'Application IKO ALPAL*

Elles peuvent être substituées par tout autre membrane grésée sous face de performance et d'épaisseur identique ou supérieure citée dans un DTA de la gamme IKO-AXTER.

IKO MONO FORUM F/F et IKO DUO TOPACIER F/F existent en feuilles de renfort ou en bandes de renfort de 16 cm de large découpées dans les feuilles correspondantes.

2.2.2.3.5. Écrans de semi-indépendance

IKO ECRAN PERFO : cf. Document Technique d'Application IKO DUO FUSION

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

- IKO Band Butyle, IKO Band Bitume : cf. Document Technique d'Application IKO DUO STICK
- IKO DUO STICK L3 T3 SI, IKO DUO STICK L3 T4 SI, IKO DUO STICK L4 T3 SI : cf. Document Technique d'Application IKO DUO STICK
- EXCELGORGE 25, 33 : cf. Document Technique d'Application IKO ALPAL

2.2.2.3.7. Primaires et colles

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

2.2.2.3.8. Attelages de fixations mécaniques

- **Attelage de fixations des isolants**

Plaquettes conformes aux normes NF DTU série 43

Éléments de liaison à l'élément porteur conformes aux normes -DTU série 43 ou au Document Technique d'Application spécifique du panneau isolant et au *Cahier du CSTB 3564* – Juin 2006

- **Attelage de fixations mécanique de référence**

SR1a, SR2a, SR3a

IKO-AXTER apporte sur demande son Assistance Technique au calcul du $Wadm_{ns}$ de l'attelage de fixation mécanique et à l'étude des densités et répartitions des fixations.

Avec plaquette métallique

La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette carrée 40 x 40 mm associée à la vis VMS de \varnothing 4.8mm de LR Etanco : Pk_{sr} : 1520 N au sens de la norme NF P 30-313, sur tôle d'acier pleine de 0.75 mm d'épaisseur.

Les règles d'adaptation des attelages de fixations sont données à l'annexe A.

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 Pk_{ft} de l'attelage ou pour le béton la charge limite de service Q_{ft} (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 le 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.

Avec fût plastique (uniquement sur tôle pleine)

La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette ETANCOPLAST HP4L \varnothing 40 mm d'épaisseur 3 mm en polyamide PA6 associée à la vis EGB de \varnothing 4.8 mm solide au pas de LR ETANCO : Pk_{sr} : 1350 N au sens de la norme NF P 30-313, sur tôle d'acier pleine de 0.75 mm d'épaisseur.

Cette fixation est utilisée uniquement dans des tôles d'acier nervurées à plages pleines.

Les règles d'adaptation des fixations à fût plastique ne sont pas admises.

Cependant, la vis EGB associée à la plaquette ETANCOPLAST HP4L \varnothing 40 mm peut être substituée par d'autres vis de géométrie identique de chez Etanco : EG, VMS, et ISODRILL. Les Pk_{sr} des vis EG et VMS sont identiques au système de référence. Le $Wadm_{ns}$ du système avec la vis ISODRILL TT, résultant du calcul selon les règles énoncées en Annexe B, est de 598N pour un $Pk_{sr} = 1250$ N sur tôle pleine métallique selon NF P 30-313.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes - DTU ou des Documents Techniques d'Application les concernant.

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

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

Le tableau de choix de dimensionnement en fonction de l'élément porteur est donné en Annexe C.

2.3.2. Éléments porteurs et supports en maçonnerie $\geq 1\%$

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 et les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi.

La préparation des supports (notamment l'application d'un EIF) et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1, et des 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.

Les fixations mécaniques de l'isolant support ou du revêtement d'étanchéité ne sont pas autorisées sur 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, et les planchers de type *D* définis dans la norme NF DTU 20.12.

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

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

Leur préparation comprend :

- Pour les pare-vapeur indépendants : aucune préparation préalable
- Pour les pare-vapeur cloués : aucune préparation préalable
- Pare vapeur adhérents soudés sur panneaux à base de bois uniquement :
 - La préparation comporte le pontage des joints de panneaux en IKO DUO FUSION AR/F ou IKO RLV ALU/F de 20 cm de largeur sur les joints, la face aluminium ou ardoisée sur le support. L'application d'un EIF est obligatoire dans le cas de panneaux de particules et de contreplaqués conformément au NF DTU 43.4 en évitant les joints de panneaux.
- Pour les pare-vapeur adhésifs, sur panneaux à base de bois :
 - La préparation comporte l'application d'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, leur préparation se fait conformément aux préconisations du Documents Technique d'Application du panneau bois :

Bois et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 (cf. Tableau C1)

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.

2.3.4. 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.

2.3.4.1. 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 des 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) de l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA) 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 vérifiée selon la formule suivante :

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

Avec :

D : charges ELU en dépression dues au vent calculées selon l'Eurocode 1 P1-4 (NF EN 1991-1-4/NA) et 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 de caractéristique de la fixation selon la NF P 30-314 (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, l'approche Eurocode ne s'applique pas.

2.3.4.2. 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 mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, dans les départements européens » (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.

2.3.5. Supports isolants non porteurs

Le revêtement d'étanchéité n'apporte pas de limite à la résistance thermique des panneaux isolants, sont admis les panneaux isolants mentionnés dans le *tableau 2*, en fin de Dossier Technique dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier pour l'emploi considéré.

Fixation mécanique des panneaux isolants

- a. 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, apparent, à base de bitume oxydé ou à base de bitume modifié pouvant être sur différents supports (maçonnerie, béton cellulaire, bois et panneaux à base de bois, isolants sur les éléments porteurs précités et sur tôles d'acier nervurées).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF DTU 43.5. Tout éfois, les feuilles d'autoprotection métallique n'ont pas à être déposées en partie courante. Les anciens relevés avec feuille d'autoprotection métallique sont délardés.

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

Les anciens revêtements d'étanchéité chimiquement incompatibles avec les revêtements bitumineux (enduits pâteux, ciment volcanique, certaines membranes synthétiques) doivent recevoir un écran IKO VAP ACIER avant la pose du complexe (cf. *tableau 2*), conformément aux spécifications de la norme NF DTU 43.5.

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

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

La mise en œuvre du pare-vapeur est réalisée conformément aux normes NF DTU série 43.

Dans le cas d'isolant placé sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en maçonnerie, ou en blocs de béton cellulaire autoclavé armé, 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 est 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 des isolants d'épaisseur ≤ 130 mm
- IKO EQUERRE 33 ou IKO EQUERRE 100 pour des isolants d'épaisseur > 130 mm et ≤ 210 mm

Règle de substitution

L'IKO EQUERRE 25 ou 33 peut être substitué par EXCELGORGE 25 ou 33.

L'IKO EQUERRE 100 peut être substitué par EXCELRENFORT.

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, conformément aux normes NF DTU série 43 concernées et au Document Technique d'Application particulier de l'isolant.

Dans le cas de la pose en plusieurs lits, la pose se fait à joint décalés.

Sur TAN, le joint filant est perpendiculaire aux nervures des tôles.

2.4.1.2.1. Cas particulier du polystyrène expansé au droit des relevés

Ils sont mis en œuvre conformément à leur Avis Technique pour l'usage considéré. En surface des panneaux isolants, un écran thermique est nécessaire soit :

- IKO DUO FUSION AR/F (ou tout autre membrane ardoisée) déroulé à sec face ardoisée dessous, joints à recouvrement de 10 cm libres décalé par rapport au revêtement d'étanchéité ;
- IKO DUO FUSION L4 JA FMP/MAT déroulé à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 6 cm auto-adhésifs.

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

En variante :

- 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 à ailes sensiblement égales. Le recouvrement de ces bandes est de 10 cm.

ou

- Une bande de IKO EQUERRE 25 ou 33 (développé = épaisseur de l'isolant + 20 cm) est rebordée sur le bord des panneaux isolants. Le recouvrement de ces bandes est de 10 cm.

2.4.2. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

2.4.2.1. Règles de substitution

Le revêtement IKO MONO ACIER AR/F peut être remplacé par IKO MONO ACIER FEU AR/F ou IKO MONO ACIER FEU1 AR/F ou IKO MONO ACIER AR/G.

Les renforts de noues IKO DUO ACIER F/G peuvent être remplacés par IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retourné.

2.4.2.2. Règles d'inversion

L'inversion des couches des revêtements n'est pas admise

2.4.2.3. Composition et mise en œuvre des revêtements en partie courante

2.4.2.3.1. Dispositions générales

La composition est indiquée aux tableaux 1,2 et 3 en fin de Dossier Technique.

Les feuilles IKO MONO ACIER AR/F ou IKO MONO ACIER FEU AR/F ou IKO MONO ACIER FEU1 AR/F sont déroulées à sec (perpendiculairement aux nervures des tôles, sur tôles d'acier nervurées) sur le support et fixés mécaniquement en lisière sous les recouvrements soudés au chalumeau.

Le recouvrement des feuilles monocouches nécessite un soin particulier, afin de conduire d'une part à la continuité de la membrane et d'autre part, au minimum de surépaisseur aux joints.

Le recouvrement longitudinal se fait sur 10 cm, et le recouvrement d'about de lé sur 15 cm.

Réduction des surépaisseurs

Réchauffer légèrement et écraser avec une spatule chaude la lisière à recouvrir.

En about de lé, noyer le surfaçage minéral à la spatule chaude sur 15 cm après léger réchauffage au chalumeau.

Croisements de joints

Il est interdit de superposer 4 lés à un croisement de recouvrements. Tous les croisements doivent donc être en T.

Pour faciliter la réalisation des jonctions en T, il est recommandé de rallonger le fil d'eau éventuel en coupant à 45° l'about inférieur de la bande de soudure de chaque lé selon la figure 2. Ces coupes biaisées doivent également être mises en sifflet par écrasement, à la spatule chaude.

Contrôle de soudure

Après soudure des jonctions, on doit constater la présence d'un petit bourrelet de bitume en bordure.

Fixations en tête

Des fixations conformes aux normes NF DTU série 43 sont obligatoires en tête des lés de la couche autoprotégée (4 fixations par mètre linéaire) pour les pentes supérieures ou égales à 40 %.

Les feuilles IKO MONO ACIER AR/F sont fixées mécaniquement en lisière longitudinale sur la bande nue de recouvrement, par des fixations composées :

- De vis (ou autre élément de liaison type rivet ...) et de plaquettes 40/40 (système SR1a, SR2a et SR3a), conformes au NF DTU 43.3
- De vis et de plaquette ETANCOPLAST HP 4 ø 40 mm (systèmes de référence SR1b, SR2b et SR3b).

Ces fixations sont définies au § 2.2.2.3.8.

L'axe de la plaquette 40/40 nervurée ou de l'ETANCOPLAST HP4L ø 40 mm est positionné à 3 cm mini du bord du lé à fixer (cf figures 3 et 3 bis). Le joint de recouvrement comporte un lignage à 3 cm du bord du lé utilisable comme aide au positionnement des fixations.

2.4.2.3.2. Densité et répartitions des fixations en partie courante, rives et angles

2.4.2.3.2.1. Généralités

Pour les éléments porteurs et/ou les fixations métalliques (vis + plaquettes) autres que ceux des systèmes SR1, SR2 et SR3, 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).

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

Fixations complémentaires

Lorsque l'intervalle entre fixations devient inférieur à 18 cm, on utilise obligatoirement des bandes de renfort de largeur 16 cm pour les autres isolants (cf. tableau 1). Les figures 4 et 4bis illustrent des exemples de disposition des fixations en rives et angles, respectivement avec une bande de renfort IKO DUO TOPACIER FMP/G, ou IKO MONO FORUM F/F, ou une feuille de renfort de noue IKO DUO ACIER F/G.

Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Les valeurs des tolérances dc-i-dessous permettent d'adapter les espacements entre fixations au pas réel des tôles d'acier nervurées. Si l'espacement réel entre deux fixations est supérieur à la valeur calculée sans dépasser la tolérance, l'espacement entre les deux fixations suivantes est réduit d'autant.

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

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 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.

2.4.2.3.2.1.1. Selon les Règles NV 65 modifiées et dispositions du e-cahier du CSTB 3563 – Juin 2006

La densité de 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 faitage et la noue
- Aux dispositions du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (e -Cahier du CSTB 3563 de juin 2006)
- De la zone et du site de vent (zones 1 à 4), 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)
- Système de référence choisi parmi les systèmes SR1, SR2 ou SR3
- A une charge dynamique admissible par fixation, $Wadm_{sr}$, obtenue pour chacun des trois systèmes de référence SR1, SR2 et SR3 (cf. tableau A1), sur élément porteurs en tôles d'acier nervurées pleines d'épaisseur 0.75 mm pour une fixation de référence caractéristiques $Pk_{R,r}$, au sens de la norme NF P30-313

Nota : En noue, la charge dynamique admissible par fixation, $Wadm_{sr}$, dépend des feuilles utilisées en renfort de noue (cf. tableau A1).

Les zones de toiture soumises aux actions locales majorées de dépression due au vent sont susceptibles d'être traitées avec un intervalle réduit entre fixations. Les zones concernées sont précisées aux tableaux C2 et C3.

Densité, espacement et fixations complémentaires selon les règles NV65 modifiées et dispositions du e-cahier du CSTB 3563 – Juin 2006 (cf Annexe D)

Les *tableaux D1, D2 et D3* récapitulent les calculs des densités dans les conditions simplifiées des Règles NV 65 modifiées pour des bâtiments avec éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en bois, à versants plans de hauteur 20 m au plus, ouverts ou fermés, en travaux neufs ou en réfection

Ces tableaux ont été établis sur la base d'un calcul, prenant en compte un $Wadm_{sr}$ du tableau 1 obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique selon NF P 30-313 :

Tableau D1 : $Wadmsr = 728$ N/fix

- SR1a : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec Plaquette 40/40 nervurée + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1520 N)
- SR1b : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1320 N)

Tableau D2 : $Wadmsr = 728$ N/fix et $Wadmsr = 460$ N/fix en renfort

- SR2a : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec Plaquette 40/40 nervurée + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1520 N)
- SR2b : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1320 N)

Tableau D3 : $Wadmsr = 728$ N/fix et $Wadmsr = 585$ N/fix en renfort

- SR3a : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F fixé avec Plaquette 40/40 nervurée + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1520 N) et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec Plaquette 63/63 nervurée + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1520 N)
- SR3b : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F fixé avec ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1320 N) et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec Plaquette 63/63 nervurée + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1520 N)

Sur demande, l'assistance technique de la Société IKO-AXTER fournit les calculs conformément à l'Annexe A.

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

2.4.2.3.2.1.2. 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) et rugosité du terrain (IIIb, II, 0)
 - De la zone en toiture : partie courante, rive, angle, édicule et émergence (cf. tableau C3)
 - 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 $Pkft$ est donnée selon la norme NF P 30-313

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, E2 et E3 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 de réfection.

Ces espacements sont calculés sur la base des $Wadmsr$ du *tableau 1* avec une fixation de référence de résistance caractéristique obtenue selon la NF P 30-313.

Tableau E1 : $Wadmsr = 728$ N/fix

- SR1a : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec Plaquette 40/40 nervurée + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1520 N)
- SR1b : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ + vis $\varnothing 4,8$ mm (Pkft ≥ 1320 N)

Tableau E2 : Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 460 N/fix en renfort

- SR2a : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec PLAQUETTE 40/40 nervurée + vis $\varnothing 4,8\text{mm}$ (Pkft ≥ 1520 N)
- SR2b : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ + vis $\varnothing 4,8\text{mm}$ (Pkft ≥ 1320 N)

Tableau E3 : Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 585 N/fix en renfort

- SR3a : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F fixé avec PLAQUETTE 40/40 nervurée + vis $\varnothing 4,8\text{mm}$ (Pkft ≥ 1520 N) et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec PLAQUETTE 63/63 nervurée + vis $\varnothing 4,8\text{mm}$ (Pkft ≥ 1520 N)
- SR3b : Fixation du IKO MONO ACIER AR/F fixé avec ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$ + vis $\varnothing 4,8\text{mm}$ (Pkft ≥ 1320 N) et renfort en IKO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec PLAQUETTE 63/63 nervurée + vis $\varnothing 4,8\text{mm}$ (Pkft ≥ 1520 N)

Sur demande, l'assistance technique de la Société IKO-AXTER fournit les calculs conformément à l'Annexe A.

2.4.2.3.3. Fixations complémentaires éventuelles sur bande de renfort

2.4.2.3.3.1. Généralités

L'entraxe des fixations de la feuille IKO MONO ACIER AR/F et de la bande de renfort (IKO DUO TOPACIER FMP/G avec plaquette DTU 63 x 63, PLAQUETTE 40/40 nervurée ou ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$, IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retourné avec PLAQUETTE 40/40 nervurée ou ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$) résultent du même calcul.

Les feuilles IKO MONO ACIER AR/F sont soudées sur les bandes de renfort au fur et à mesure du déroulage. La fermeture des jonctions s'effectue par soudage.

2.4.2.3.3.2. Fixations par PLAQUETTE 40/40 nervurée ou ETANCOPLAST HP4L $\varnothing 40$

Renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée

Les bandes de renfort (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles IKO MONO ACIER AR/F. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir figure 4) à des intervalles spécifiés dans les tableaux D1 et E1.

Renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER FMP/F

Les bandes de renfort (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles IKO MONO ACIER AR/F. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir figures 4 et 4bis) à des intervalles spécifiés dans les tableaux D2 et E2.

2.4.2.3.3.3. Fixations par PLAQUETTE métallique 63 x 63

Renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G ou IKO DUO TOPACIER FMP/F

Les bandes de renfort (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles IKO MONO ACIER AR/F. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir figure 4) à des intervalles spécifiés dans les tableaux D3 et E3.

2.4.2.3.3.4. Fixation en pieds de relevé

Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés :

- Avec talon de 10 cm minimum pour l'équerre de renfort (dépassant de 4 cm minimum le bord de la plaquette).
- Et, 15 cm minimum pour le relevé (talon dépassant d'au moins 5 cm celui de l'équerre de renfort).

Les costières et reliefs sont imprégnés d'EIF.

En pied de reliefs et d'émergences, la feuille de partie courante reçoit une rangée complémentaire de fixations, (non comptées dans le calcul de densité moyenne), situées à plus de 0,03 m du relevé, avec un espacement inférieur ou égal à 25 cm. 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.

Sur élément porteur en TAN, les vis utilisées en pied de relevé doivent présenter une capacité de perçage dans l'acier :

- $\geq 20/10^{\text{ème}}$ mm si les fixations sont au droit de la costière
- $\geq 8/10^{\text{ème}}$ mm si les fixations échappent à la costière

2.4.2.4. 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 d'IKO VAP ou d'IKO MONO ACIER AR/F est soudée sur le pare-vapeur ou sur l'élément porteur (en cas d'absence de pare-vapeur ou en cas de pare-vapeur non adhérent à l'élément porteur ou en cas de pare-vapeur avec surface métallique) et sur le revêtement de partie courante
- Les équerres de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place et sur le relief préalablement préparé.

2.4.2.5. Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions du DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

2.4.3. Relevés et émergences

2.4.3.1. Généralités

Les reliefs et les dispositifs d'écartements des eaux de ruissellement des relevés sont réalisés conformément aux normes – DTU série 43 et DTU 20.12 concernées et, dans le cas de relevés isolés, au CPT Commun « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotères en béton des toitures accessibles, inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées et toitures jardin sur éléments porteurs en maçonnerie » e-Cahier du CSTB 3741_V2 de janvier 2020.

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

2.4.3.2. Relevés non isolés thermiquement

Les reliefs en maçonnerie, en acier (costière métallique) non isolés sont préalablement imprégnés d'EIF.

Les reliefs en bois et panneaux à base de bois sont traités par une feuille IKO EQUERRE ou EXCELGORGE ou IKO RLV AR/F à l'envers conformément à la norme NF DTU 43.4.

Dans le cas d'un isolant PSE de partie courante, la tranche des panneaux est protégée conformément au § 2.4.1.

Composition :

Variante 1 (cf. figure 5)

- Équerre de renfort IKO EQUERRE 25 développé 0,25 m, soudée sur la costière et avec talon de 0,10 m au moins fixé mécaniquement en pied de relief à l'aide des PLAQUETTES 40/40 nervurées ou ETANCOPLAST HP4L Ø 40 + vis (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), situées à plus de 0,03 m du relevé, avec un espacement inférieur ou égal à 25 cm
- Relevés en IKO MONO ACIER AR/F ou IKO RLV AR/F ou IKO RLV ALU/F ou IKO RLV ALU AR/F ou IKO RLV ALU PLUS AR/F ou IKO RLV ALPA ALU/F soudé, avec talon de 0,15 m au moins soudé sur la partie courante et dépassant le talon de l'équerre de renfort de 5 cm au moins.

Variante 2 (cf. figure 6)

- Équerre de renfort IKO EQUERRE 25 développé 0,25 m, soudé sur la costière et avec talon de 0,10 m au moins soudé sur la feuille IKO MONO ACIER AR/F de partie courante après réchauffage des granulats
- Relevés en IKO MONO ACIER AR/F ou IKO RLV AR/F ou IKO RLV ALU/F ou IKO RLV ALU AR/F ou IKO RLV ALU PLUS AR/F ou IKO RLV ALPA ALU/F soudé, avec talon de 0,15 m au moins soudé sur la partie courante et dépassant le talon de l'équerre de renfort de 5 cm au moins.

Dans ce cas, en pied de relief et d'émergences, la feuille IKO MONO ACIER AR/F de partie courante reçoit une rangée complémentaire de PLAQUETTE 40/40 nervurées ou ETANCOPLAST HP4L Ø 40 et de vis (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), situées à plus de 0,03 m du relevé, avec un espacement inférieur ou égal à 25 cm. Elles sont recouvertes par le talon de l'équerre de renfort du relevé. Le recouvrement soudé doit dépasser les plaquettes d'au moins 4 cm.

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 des éléments porteurs en maçonnerie et 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 IKO DUO STICK, conformément 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 », Cahier du CSTB 3741 V2 de janvier 2020 (cf. figures 5 et 6).

2.4.3.4. Dispositifs écartant les eaux de ruissellement

Les relevés sont protégés en tête, conformément aux normes NF DTU série 43 et au NF DTU 20.12 par engravure, becquet ou bandeau traditionnel.

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

2.4.4. Ouvrages particuliers

2.4.4.1. Noues

2.4.4.1.1. Généralités

L'entraxe des fixations de la feuille IKO MONO ACIER AR/F et de la feuille de renfort résultent du même calcul (cf. tableau 1) :

- Renfort de noue en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée, fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4L Ø 40, $Wadm_{sr} = 728 \text{ N/fixation}$

- Renfort de noue en IKO DUO TOPACIER FMP/G fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4L Ø 40, $Wadm_{sr} = 460$ N/fixation
- Renfort de noue en IKO DUO TOPACIER FMP/G fixé par PLAQUETTE 63 x 63, $Wadm_{sr} = 585$ N/fixation

Pour les noues nécessitant une ligne de fixation complémentaire en :

- La feuille de renfort de noue est fixée avec des plaquettes DTU 63 x 63 ou des PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4L Ø 40 au centre de la feuille de renfort ; une bande de pontage (16 cm) de même nature est ensuite soudée.

2.4.4.1.2. Noues centrales (cf. figure 7)

Le fil d'eau est renforcé sur 1 m environ de part et d'autre, en déroulant une feuille de renfort de noues fixées mécaniquement en lisière à l'intervalle requis. Le recouvrement longitudinal entre ces deux feuilles est de 8 cm.

Le revêtement de partie courante recouvre celui de la noue sur 0,15 m au moins et est soudé.

2.4.4.1.3. Noues de rive (cf. figure 8,9 et 10)

Le fil d'eau est renforcé sur 1 m environ, en déroulant une feuille de renfort de noues fixée mécaniquement en lisière à l'intervalle requis.

Les feuilles IKO MONO ACIER AR/F de partie courante transversales au fil d'eau sont soudées en plein sur la feuille de renfort de noue. Si les feuilles IKO MONO ACIER AR/F de partie courante sont parallèles au fil d'eau, un demi-lé de IKO MONO ACIER AR/F est préalablement soudé sur ce renfort en rive pour être recouvert par la partie courante sur 0,15 m au moins.

2.4.4.2. Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

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

La platine est insérée entre le monocouche et une pièce de renfort de 1 m x 1 m (IKO MONO ACIER AR/F retourné ou IKO MONO FORUM F/F).

2.4.4.3. Joint de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions des normes NF DTU 20.12 et NF DTU série 43 concernées et selon l'Avis Technique des joints de dilatation de la gamme IKO-AXTER.

2.4.4.4. Chemins de circulation, terrasses techniques et zones techniques

Chemins de circulation, terrasses techniques et zones techniques :

- Réchauffage au chalumeau pour noyer le surfaçage minéral dans le revêtement
- Soudure d'une feuille complémentaire IKO ACCESS ou d'IKO MONO ACIER AR/F (ou IKO DUO FUSION L4 3000 AR/G) de couleur différente de celle des parties courantes. Le renforcement s'effectue sur 1 m environ dans les zones de circulation

2.5. Entretien et Réparation

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

2.6. Assistance technique

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

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Fabrication

Les feuilles de partie courantes sont fabriquées :

- Dans l'usine de Courchelettes (59)
- Dans l'usine de Tourville-La-Rivière (76)

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 l'AFAQ pour l'usine de Courchelettes (59)
- Certifié par le Bureau Veritas Certification pour l'usine de Tourville-La-Rivière (76)

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 5.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Les justifications expérimentales ont été établies par les laboratoires du CSTC, du KIWA, du WFG et du demandeur selon les procédures des Guides UEAtc et des Guides Techniques du Groupe Spécialisé n° 5.2.

Ancien nom de membrane	Nouveau nom de membrane
FORCE 4000 FM	IKO MONO ACIER AR/F
FORCE 4000 FM FE	IKO MONO ACIER FEU AR/F
FORCE 4000 FM FE PLUS	IKO MONO ACIER FEU1 AR/F
FORCE 4000 FMG	IKO MONO ACIER AR/G
TOPFIX FMP SPF	IKO DUO TOPACIER SPF FMP/F
TOPFIX FMP	IKO DUO TOPACIER FMP/F
VAP ADH	IKO VAP STICK
VAP ALU ADH	IKO VAP STICK ALU GR

Vent :

- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 11221/1R du 22 décembre 2011, essai au caisson au vent d'une étanchéité FORCE 4000 FMG fixée par plaquette Ø 40 mm nervurée
- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 9140/2 du 27 mai 2009, essai au caisson au vent d'une étanchéité FORCE 4000 FMG fixée par plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 mm
- Rapport d'essai du CSTC 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 du CSTC 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 du CSTC 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 ct : Essai interne : Rapport 16-08 - Evaluation Ct Topfix et Force FM.

Pare-Vapeur :

- 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 MONO ACIER est utilisé depuis 1993 et a fait globalement l'objet de plusieurs millions de mètres carrés d'applications en France sous ses appellations précédentes, dont 500 000 m² depuis 2017.

2.9. Annexes du dossier Technique

ANNEXE A - Règles d'adaptation de la densité de fixation pour plaquettes métalliques (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 un « système de fixation de référence » SR1, SR2 et SR3.

Système de référence SR	Plaquette (LR Étanco)	Vis (LR Étanco)	Pk _{ft} (en N)	Wadm _{sr} (en N/fixation)
SR1a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520	728 (parties courantes et noues)
SR2a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520	728 (partie courante)
				460 (noues)
SR3a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520	728 (partie courante)
	PLAQUETTE DTU 63 x 63 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm			585 (noues)

Tableau A1 – Système des 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 issue 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 l'attelage de la fixation (ensemble vis + plaquette) déterminée selon norme NF P 30-313.

Rns : résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système selon norme NF P 30-313.

D : densité de fixation u/m².

A : nuance de l'acier support.

e : épaisseur du support.

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

CR : classe de résistance à la compression du béton

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

Règle d'adaptation en fonction de l'élément porteur

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

Concernant les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, la fixation mécanique (attelage complet : vis + plaquette associée) doit résister au dévissage selon les critères d'acceptation de l'030351-00-0402 (rotation ≤ ¼ tour après 500 cycles et rotation ≤ ½ tour après 900 cycles).

Règle d'adaptation en fonction de l'isolant thermique

Règle d'adaptation applicable à tous les panneaux isolants.

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

Prescriptions complémentaires concernant les panneaux en laine minérale

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

Domaine de validité des adaptations

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

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

Dans le cas d'éléments porteurs en 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 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.

Lorsqu'une fixation tombe dans une vallée, cette fixation est reportée sur la plage précédente tout en conservant ensuite le rythme théorique de pose des fixations.

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

⁽¹⁾ Il est rappelé qu'il n'existe pas, à ce jour, de règles d'adaptation pour les fixations à fut plastique.

Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

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

- Les plaquettes sont admises avec leur Pk_{ft}
- L'épaisseur et la nuance d'acier sont ≥ à celles de la plaquette référence

- Les dimensions respectent les conditions suivantes :

Plaquettes « SRI »	Plaquettes « ns »
Plaquette 40/40 nervurée	Rectangulaires ou oblongues Largeur et longueur > 40 mm

Tableau A2 – Dimension de plaquettes

Exigences et valeurs de la résistance R_{ns} à retenir

Les *tableaux A3* (cas des travaux neufs) et *A4* (cas de la réfection) donnent, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

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

Exigences	Élément porteur				
	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux dérivés du bois	Maçonnerie de granulats courants
	Pleine	Perforée (4)	Crevée (4)		
Identification de l'élément porteur	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ Matériau de même type	$CR_{ns} \geq CR_{ft}$
Identification de l'élément de liaison	Vis \varnothing 4,8 mini	Vis \varnothing 6,3 mini	Vis \varnothing 6,3 mini	Vis \varnothing 4,8 mini	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet \varnothing 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet \varnothing 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet \varnothing 4,8 mini ⁽¹⁾		
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à faible et moyenne hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	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	
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 au NF DTU 43.3 P1-2 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. Document Technique d'Application particulier.
4. Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
5. La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
6. La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
7. Le $Pk_{réel}$ ou $Q_{réel}$ s'évalue par mesures *in situ* selon le protocole d'essai de l'annexe 4 du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 :
- les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, même constitution et état de la toiture),
- 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 issue des essais sur chantier Quérel est supérieure à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation Pkft,
- la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pkft).
9. Attelages complets présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'EAD 030351-00-0402
10. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Tableau A3 – Travaux neufs

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

- Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
- Classes d'hygrométrie selon les normes NF DTU série 43.
- Certains panneaux isolants (par exemple, mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières, cf. *Document Technique d'Application particulier*.
- Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
- La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
- 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.
- Le $Pk_{réel}$ ou $Q_{réel}$ s'évalue par mesures *in situ* selon le protocole d'essai de l'annexe 4 du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 :
 - les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, même constitution et état de la toiture),
 - 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*.
- 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 issue des essais sur chantier $Q_{réel}$ est supérieure à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation P kft,
 - la valeur à retenir est celle de la fiche technique (P kft).
- Attelages complets présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'EAD 030351-00-0402
- Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Tableau A4 – Travaux de réfection

Détermination de la densité de fixations D_{ns} du nouveau système

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les *tableaux A3* et *A4*, les règles d'adaptation sont les suivantes :

- Si, R_{ns} (en N) $\geq 1\,520$ N (Pk_{sr}), alors $Wadm_{ns} = Wadm_{sRi}$
- Si, R_{ns} (en N) $\leq 1\,520$ N (Pk_{sr}), alors $Wadm_{ns} = Wadm_{sRi} \times R_{ns} / Pk_{sRi}$

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

- « D_{ns} » = pression de vent / Wad_{ns} (avec $D_{ns} \geq 3$ dans tous les cas) ;

Avec pression de vent calculée en fonction de la région, du site, de la hauteur du bâtiment, de la forme du versant, de la zone de toiture (partie courante, rive et angle) selon Règles NV 65 modifiées.

ANNEXE B – Attelages de fixations à fûts plastiques

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

Système de référence :

Vis métallique EGB 2C 4,8 x L (Ø 4,8 mm) + plaquette fût plastique Etancoplast HP4L Ø 40 d'épaisseur 3 mm en polyamide de la Société LR Etanco, au Pecq (Yvelines) :

- Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{kR} = 1\,350$ N sur tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,7 mm d'épaisseur selon NF P 30-313
- Résistance au dévissage, selon l'EAD 030351-00-0402 et NF P 30-315
 - Rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{4}$ tour après 500 cycles
 - Rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{2}$ tour après 900 cycles
 - Mouvement vertical ≤ 1 mm après 900 cycles
- Résistance mécanique / fragilité de la fixation en plastique selon l'EAD 030351-00-0402

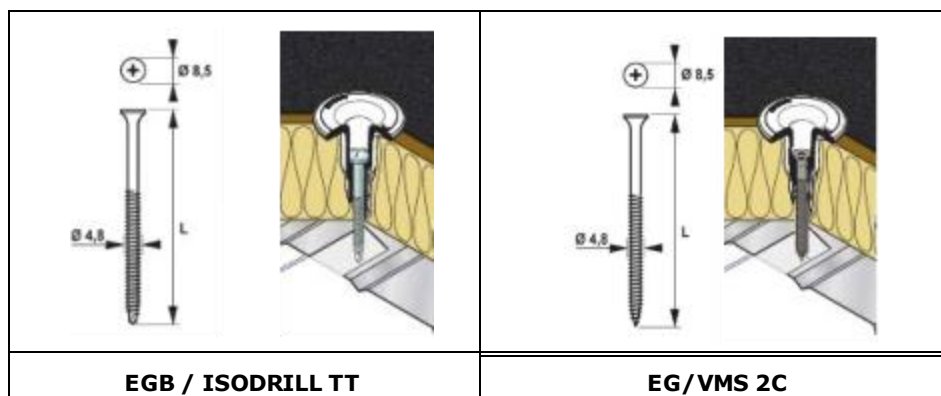
o Hauteur de chute état neuf 2,2 m

- Hauteur de chute état vieilli (28 jours à 80 °C) 2,2 m
- Solide au pas selon NF P 30-317



La fixation métallique peut être substituée par les fixations suivantes :

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



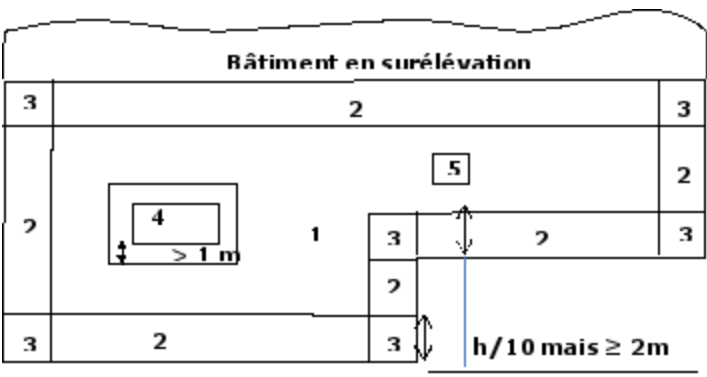
Attelages de fixations ETANCOPLAST HP4L

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

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
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	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 conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment ≤ 20 m décrites au § 2.3.4	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

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


Zonage de la toiture selon les Règles NV 65 modifiées



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

Tableau C2 – Localisation en toiture

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



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...	pied de relevé

Tableau C3 – Localisation en toiture

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 =728 N/fix

SR1a : IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40/40 mm de Pkft \geq 1520 N

SR1b : IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft \geq 1350 N

Hauteur	Position	Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4					
		normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé			normal			exposé		
		Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation	Densité	Entrées fixation	Nb de lignes de fixation
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés																									
≤ 10	Partie courante (et noues en 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
	Rives (et noues en rives)	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
	Angles (et noues en 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	0,21	1	7	0,35	2*
≤ 15	Partie courante (et noues en 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
	Rives (et noues en rives)	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,32	1	5	0,26	1	4	0,27	1	5	0,22	1
	Angles (et noues en angles)	4	0,35	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*
≤ 20	Partie courante (et noues en 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	0,36	1
	Rives (et noues en 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
	Angles (et noues en angles)	4	0,32	1	5	0,24	1	5	0,27	1	6	0,20	1	6	0,21	1	7	0,34	2*	7	0,18	1	8	0,30	2*
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																									
≤ 10	Partie courante (et noues en partie courante)	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,32	1	4	0,34	1	4	0,28	1
	Rives (et noues en rives)	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
	Angles (et noues en 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*
≤ 15	Partie courante (et noues en partie courante)	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,35	1	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,31	1	5	0,25	1
	Rives (et noues en rives)	3	0,37	1	4	0,31	1	4	0,35	1	5	0,26	1	4	0,28	1	5	0,22	1	5	0,23	1	6	0,19	1
	Angles (et noues en angles)	4	0,26	1	6	0,21	1	5	0,24	1	6	0,18	1	6	0,19	1	8	0,30	2*	7	0,32	2*	9	0,26	2*
≤ 20	Partie courante (et noues en partie courante)	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	0,24	1
	Rives (et noues en rives)	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	0,21	1	7	0,18	1
	Angles (et noues en angles)	5	0,26	1	6	0,19	1	5	0,22	1	7	0,34	2*	7	0,35	2*	8	0,28	2*	8	0,29	2*	9	0,24	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 (et noues en 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
	Rives (et noues en rives)	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,35	1	3	0,36	1	4	0,30	1
	Angles (et noues en angles)	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
≤ 15	Partie courante (et noues en 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
	Rives (et noues en rives)	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,32	1	4	0,33	1	4	0,27	1
	Angles (et noues en 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
≤ 20	Partie courante (et noues en 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
	Rives (et noues en rives)	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,35	1	3	0,37	1	4	0,29	1	4	0,30	1	5	0,25	1
	Angles (et noues en angles)	3	0,37	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*

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

Tableau D2 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 460 N/fix pour renfort

SR2a : IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40/40 mm de Pkft \geq 1520 N

SR2b : IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L \varnothing 40 mm de Pkft \geq 1350 N

Tableau D3 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 585 N/fix pour renfort

SR3a : IKO MONO ACIER AR/F fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40/40 mm de Pkft \geq 1520 N et renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique DTU 63/63 mm de Pkft \geq 1520 N

SR3b : IKO MONO ACIER AR/F fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft \geq 1350 N et renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique DTU 63/63 mm de Pkft \geq 1520 N

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 =728 N/fix

SR1a : IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique Ø 40 mm de Pkft ≥ 1520 N

SR1b : IKO MONO ACIER AR/F et renfort en IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N

Hauteur	Position	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4					
		IIb		0	IIb		0	IIb		0	IIb		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
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtimts fermés																
S10	Partie courante	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	0,36	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	4	0,28	1
S20	Partie courante	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	4	0,31	1	3	0,37	1	5	0,26	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,28	1	5	0,24	1	3	0,37	1	6	0,20	1
S10	Noue Part cour	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Noue Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	4	0,32	1
	Noue Angles	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	5	0,24	1
S20	Noue Part cour	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1
	Noue Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,31	1	3	0,37	1	5	0,26	1
	Noue Angles	3	0,37	1	4	0,28	1	5	0,24	1	3	0,37	1	6	0,20	1
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réflexions - Bâtimts ouverts																
S10	Partie courante	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	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	5	0,24	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,37	1	6	0,18	1
S20	Partie courante	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	0,28	1	5	0,24	1	3	0,37	1	6	0,20	1
	Angles	4	0,34	1	5	0,23	1	6	0,19	1	4	0,31	1	7	0,25	2*
S10	Partie courante	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	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	4	0,31	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,37	1	6	0,18	1
S20	Partie courante	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	0,28	1	5	0,24	1	3	0,37	1	6	0,20	1
	Angles	4	0,34	1	5	0,23	1	6	0,19	1	4	0,31	1	7	0,25	2*
Béton et béton cellulaire : travaux neufs et réflexions - Bâtimts ouverts et fermés																
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : réflexions (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir e Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtimts fermés)																
S10	Partie courante	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
	Angles	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,30	1	3	0,37	1	5	0,25	1
S20	Partie courante	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	0,36	1	3	0,37	1	4	0,30	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,31	1	5	0,26	1	4	0,33	1	6	0,18	1
S10	Partie courante	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
	Angles	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,30	1	3	0,37	1	5	0,25	1
S20	Partie courante	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	0,36	1	3	0,37	1	4	0,30	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,31	1	5	0,26	1	4	0,33	1	6	0,18	1

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

Tableau D3 : Densité, entraxe, et nombre de ligne de fixations des toitures à versants plans - pente ≤ 8.7% - Wadmsr = 728 N/fix et Wadmsr = 585 N/fix pour renfort

SR3a : IKO MONO ACIER AR/F fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique 40/40 mm de Pkft ≥ 1520 N et renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique DTU 63/63 mm de Pkft ≥ 1520 N

SR3b : IKO MONO ACIER AR/F fixé avec attelage de fixation ETANCOPLAST HP4L Ø 40 mm de Pkft ≥ 1350 N et renfort en IKO DUO TOPACIER FMP/G (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec attelage de fixation et plaquette métallique DTU 63/63 mm de Pkft ≥ 1520 N

Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4								
		Ib		II		O		Ib		II		O		Ib		II		O		Ib		II		O				
		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																												
S10	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
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,30	1	3	0,37	1	4	0,32	1	5	0,26	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	4	0,28	1	5	0,23	1	3	0,37	1	5	0,24	1	6	0,19	1
S20	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
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,31	1	3	0,37	1	4	0,31	1	5	0,26	1	3	0,37	1	5	0,27	1	5	0,22	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,28	1	5	0,24	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*
S10	Noue Part cour	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
	Noue Rives	3	0,37	1	3	0,36	1	4	0,29	1	3	0,37	1	4	0,30	1	5	0,24	1	3	0,37	1	5	0,25	1	6	0,20	1
	Noue Angles	3	0,37	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,37	1	5	0,22	1	6	0,18	1	4	0,32	1	6	0,19	1	7	0,31	2*
S20	Noue Part cour	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	3	0,37	1
	Noue Rives	3	0,37	1	4	0,30	1	5	0,25	1	3	0,37	1	5	0,25	1	6	0,21	1	4	0,32	1	6	0,21	1	6	0,18	1
	Noue Angles	4	0,34	1	5	0,22	1	6	0,19	1	4	0,28	1	6	0,19	1	7	0,32	2*	5	0,24	1	7	0,32	2*	8	0,27	2*
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts																												
S10	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	0,31	1	3	0,37	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	4	0,29	1	5	0,23	1	3	0,37	1	5	0,24	1	6	0,20	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,37	1	5	0,23	1	6	0,18	1	4	0,32	1	6	0,19	1	7	0,34	2*
S20	Partie courante	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,32	1	3	0,37	1	4	0,32	1	4	0,27	1
	Rives	3	0,37	1	4	0,28	1	5	0,24	1	3	0,36	1	5	0,24	1	6	0,20	1	4	0,31	1	6	0,20	1	7	0,35	2*
	Angles	4	0,34	1	5	0,23	1	6	0,19	1	4	0,29	1	6	0,19	1	7	0,32	2*	5	0,24	1	7	0,33	2*	8	0,28	2*
S10	Noue Part cour	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,35	1	3	0,37	1	3	0,36	1	4	0,29	1	3	0,37	1	4	0,31	1	5	0,25	1
	Noue Rives	3	0,37	1	4	0,27	1	5	0,22	1	3	0,37	1	5	0,23	1	6	0,18	1	4	0,33	1	6	0,19	1	7	0,32	2*
	Noue Angles	3	0,36	1	5	0,22	1	7	0,35	2*	4	0,31	1	6	0,18	1	8	0,30	2*	5	0,26	1	7	0,31	2*	9	0,25	2*
S20	Noue Part cour	3	0,37	1	3	0,36	1	4	0,31	1	3	0,37	1	4	0,30	1	5	0,26	1	3	0,37	1	5	0,26	1	4	0,34	1
	Noue Rives	4	0,34	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	7	0,33	2*	8	0,28	2*
	Noue Angles	4	0,27	1	6	0,18	1	7	0,31	2*	5	0,23	1	7	0,31	2*	9	0,26	2*	6	0,20	1	9	0,26	2*	10	0,22	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 »)																												
S10	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
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,34	1	3	0,37	1	3	0,36	1	4	0,29	1	3	0,37	1
	Angles	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,30	1	3	0,37	1	4	0,31	1	5	0,25	1	3	0,37	1	5	0,26	1	6	0,21	1
S20	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
	Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	3	0,36	1	3	0,37	1	3	0,35	1	4	0,30	1	3	0,37	1	4	0,30	1	5	0,25	1
	Angles	3	0,37	1	4	0,31	1	5	0,26	1	3	0,37	1	5	0,26	1	5	0,22	1	4	0,33	1	5	0,22	1	6	0,18	1
S10	Noue Part cour	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
	Noue Rives	3	0,37	1	3	0,37	1	4	0,33	1	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,27	1	3	0,37	1	4	0,29	1	5	0,23	1
	Noue Angles	3	0,37	1	4	0,29	1	5	0,24	1	3	0,37	1	5	0,25	1	6	0,20	1	4	0,35	1	6	0,21	1	7	0,34	2*
S20	Noue Part cour	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
	Noue Rives	3	0,37	1	4	0,34	1	4	0,28	1	3	0,37	1	4	0,28	1	5	0,24	1	3	0,36	1	5	0,24	1	6	0,20	1
	Noue Angles	3	0,37	1	5	0,25	1	6	0,21	1	4	0,31	1	6	0,21	1	7	0,35	2*	5	0,26	1	7	0,35	2*	8	0,30	2*

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

2.10. Tableaux du Dossier Technique

Désignation du système de référence (cf. § 2.4.2.3.2)	Composition des systèmes en partie courante			Composition des systèmes en renfort		
	Revêtement d'étanchéité	Plaquettes	Wadm _{sr} (N/fixation)	Renfort de noue et bande de renfort	Plaquettes	Wadm _{sr} (N/fixation)
SR1a	IKO MONO ACIER AR/F	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728	IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retourné	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728
SR1b	IKO MONO ACIER AR/F	ETANCOPLAST HP4L Ø 40	728	IKO MONO FORUM F/F ou IKO MONO ACIER AR/F retourné	ETANCOPLAST HP4L Ø 40	728
SR2a	IKO MONO ACIER AR/F	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728	IKO DUO TOPACIER FMP/G	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	460
SR2b	IKO MONO ACIER AR/F	ETANCOPLAST HP4L Ø 40	728	IKO DUO TOPACIER FMP/G	ETANCOPLAST HP4L Ø 40	460
SR3a	IKO MONO ACIER AR/F	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728	IKO DUO TOPACIER FMP/G	PLAQUETTE métallique (DTU 43) 63 x 63	585
SR3b	IKO MONO ACIER AR/F	ETANCOPLAST HP4L Ø 40	728	IKO DUO TOPACIER FMP/G	PLAQUETTE métallique (DTU 43) 63 x 63	585

Tableau 1 – Composition et charges dynamiques admissibles des systèmes « SR1 », « SR2 » et « SR3 »

Élément porteur ⁽¹⁾	Support direct du revêtement	Toitures inaccessibles et zones techniques ⁽²⁾
		Revêtement de base
Maçonnerie Bois et panneaux à base de bois	Maçonnerie	IKO MONO ACIER AR/F
	Bois	IKO MONO ACIER AR/F
	Panneaux à base de bois	IKO MONO ACIER AR/F
	Perlite expansée (fibrée)	IKO MONO ACIER AR/F
	Laine de verre ⁽³⁾	
	Laine de roche ⁽⁴⁾	
	Polyisocyanurate ⁽⁴⁾	
	Polystyrène ⁽⁴⁾	IKO DUO FUSION AR/G ⁽⁵⁾ + IKO MONO ACIER AR/F
TAN	Perlite expansée (fibrée)	IKO MONO ACIER AR/F
	Laine de verre ⁽³⁾	
	Laine de roche ⁽⁴⁾	
	Polyisocyanurate ⁽⁴⁾	
	Polystyrène ⁽⁴⁾	IKO DUO FUSION AR/G ⁽⁵⁾ + IKO MONO ACIER AR/F
Ancien revêtement	Asphalte Bitumineux protection minérale Bitumineux protection métallique non délardée	IKO MONO ACIER AR/F
	Ciment volcanique et enduit pâteux	IKO VAP ACIER + IKO MONO ACIER AR/F
	Membrane synthétique ⁽⁶⁾	IKO VAP ACIER + IKO MONO ACIER AR/F

1. Pentés conformes aux DTU 43.3 à DTU 43.5 et toujours de pente $\geq 1\%$.
2. Les chemins de circulation sont admis avec feuille IKO ACCESS complémentaire soudée sur pentes au plus égales à 50%. Les zones techniques sont admises avec feuille IKO MONO ACIER AR/F (ou IKO DUO FUSION L4 3000 AR/G) complémentaire, de couleur différente de celle de la feuille de partie courante, sur pentes au plus égales à 5%.
3. Uniquement en toitures inaccessibles.
4. Admis en zones techniques si l'Avis Technique de l'isolant le permet.
5. Interposition d'un pare flamme IKO DUO FUSION AR/F face ardoisée vers le bas (ou la feuille IKO DUO FUSION L3 JA FMP/MAT (ou IKO DUO FUSION L4 JA FMP/MAT) déroulée à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 6 cm auto-adhésifs avant la pose de la membrane IKO MONO ACIER AR/F
6. Dans le cas d'une ancienne membrane sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. tableau 1 de la norme NF, DTU 43.5), la totalité du complexe est déposée quel que soit l'élément porteur.

Tableau 2 – Domaine d'emploi

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 ⁽²⁾	- 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
Bois, Panneaux à base de bois, CLT ⁽¹⁾	Faible et moyenne hygrométrie	Cloué ⁽³⁾ , joints soudés	IKO VAP
		Soudé ⁽⁴⁾	IKO VAP
		Adhésif ⁽²⁾⁽⁴⁾	- 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 ⁽⁵⁾ - IKO VAP joints soudés ⁽⁶⁾
		Adhésif ⁽²⁾	- IKO VAP STICK ALU - IKO VAP STICK
	Forte hygrométrie	Libre	IKO VAP ACIER ⁽⁷⁾
		Adhésif ⁽²⁾	- IKO VAP STICK ALU - IKO VAP STICK ALU GR
Tôles d'acier nervurées perforées	Faible et moyenne hygrométrie	Libre	IKO VAP ACIER ⁽⁵⁾
		Adhésif ⁽²⁾	- IKO VAP STICK ALU - IKO VAP STICK

(1) Pontage des joints : cf. § 2.3.2. - 2.3.3 - 2.3.4.

(2) 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 tôle d'acier nervurée conforme 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.

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

(4) Uniquement sur panneaux à base de bois

(5) 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

(6) Avec protection de sous face des tôles nervurées compatibles avec le soudage

(7) 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 3 – Choix et mise en œuvre des pare-vapeur

				IKO MONO ACIER AR/F ⁽¹⁾	
Composition					
Armature	Polyester n.t.		g/m ²	170	180
	Polyester n.t. stabilisé				
Liant	ARMOUR ⁽²⁾⁽³⁾			3 800	3 800
Finition surface	Ardoise / granulats		g/m ²	1 000 / 1 200	
Finition sous-face	Film		g/m ²	10	
Présentation					
Épaisseur au galon	NF EN 1849-1	mm	4.0 (- 5 %)		
Dimensions du rouleau	NF EN 1848-1	m	8 x 1		
Poids du rouleau emballé (ardoisage / granulats)	Indicatif	kg	41 / 43		
Lisière de recouvrement	Minimum	mm	100		
Caractéristiques					
Propriété en traction : Force maximale L x T	VDF	NF EN 12311-1	N/50 mm	600 x 600	
	VLF			500 x 500	
Propriété en traction : Allongement maximal L x T	VDF	NF EN 12311-1	%	35 x 35	
	VLF			25 x 35	
Résistance à la déchirure au clou L x T	VDF	NF EN 12310-1	N	200 x 250	
	VLF			180 x 230	
Souplesse à basse température (surface / sous-face) : - état neuf	NF EN 1109		°C	≤ - 15	
	NF EN 1109 + NF EN 1296		°C	≤ - 0	
Résistance au fluage à température élevée - état neuf	NF EN 1110		°C	≥ 100	
	NF EN 1110 + NF EN 1296		°C	≥ 90	
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1107-1	%	≤ 0,3		
Résistance au poinçonnement statique	NF EN 12730 (A)	kg	20		
Résistance au choc	NF EN 12691	mm	1750		
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-354) Classe L				L4	
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-354) Classe D				D3	
(1) Sous façade grésage de 250 g/m ² au lieu de film thermofusible, appellations IKO MONO ACIER AR/G, IKO MONO ACIER FEU AR/G, IKO MONO ACIER FEU1 AR/G					
(2) produit avec liant ARMOUR FEU : IKO MONO ACIER FEU AR/F					
(3) produit avec liant ARMOUR FEU1 : IKO MONO ACIER FEU1 AR/F					

Tableau 4 – Composition et caractéristiques des feuilles

Sur matières premières	Fréquence
Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C	1 certificat / livraison
Fines : granulométrie	1 certificat / livraison
Granulats : granulométrie - coloris	1 certificat / livraison
Armatures : poids - traction	1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	Fréquence
TBA - pénétration 25 °C	1 / lot
Image microscope par fluorescence	1 / lot
Taux de fines	1 / lot
Reprise élastique	2 / an
% SBS : analyse GPC	1 / semaine / liant
Sur produits finis	Fréquence
Épaisseur - longueur - largeur - lisières - poids Résistance au fluage à température élevée Souplesse à basse température Retrait libre Résistance au poinçonnement statique Déchirure au clou Traction - Allongement Tenue des granulats Vieillessement pendant 6 mois à 70 °C (souplesse à froid - Résistance au fluage à température élevée)	Conforme à la norme NF EN 13707 Guide UEAtc 2001

Tableau 5 – Nomenclature de l'autocontrôle

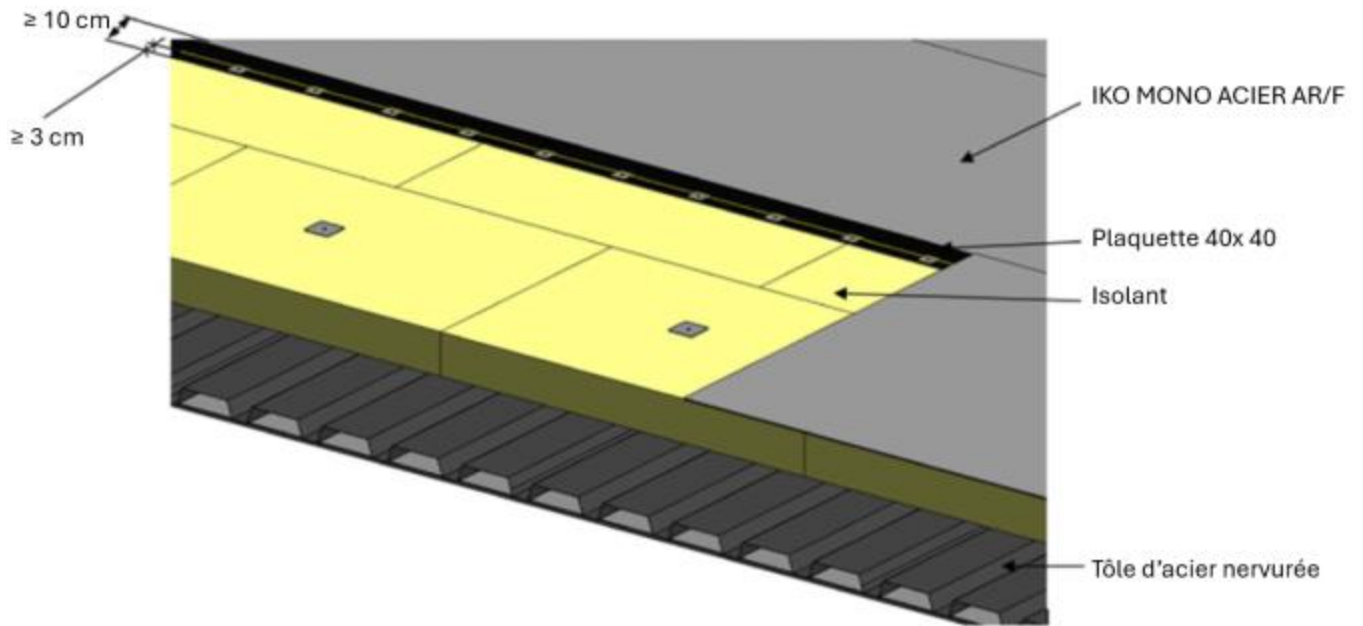


Figure 1 – Principe de mise en œuvre avec fixation par vis et plaque métallique 40 x 40

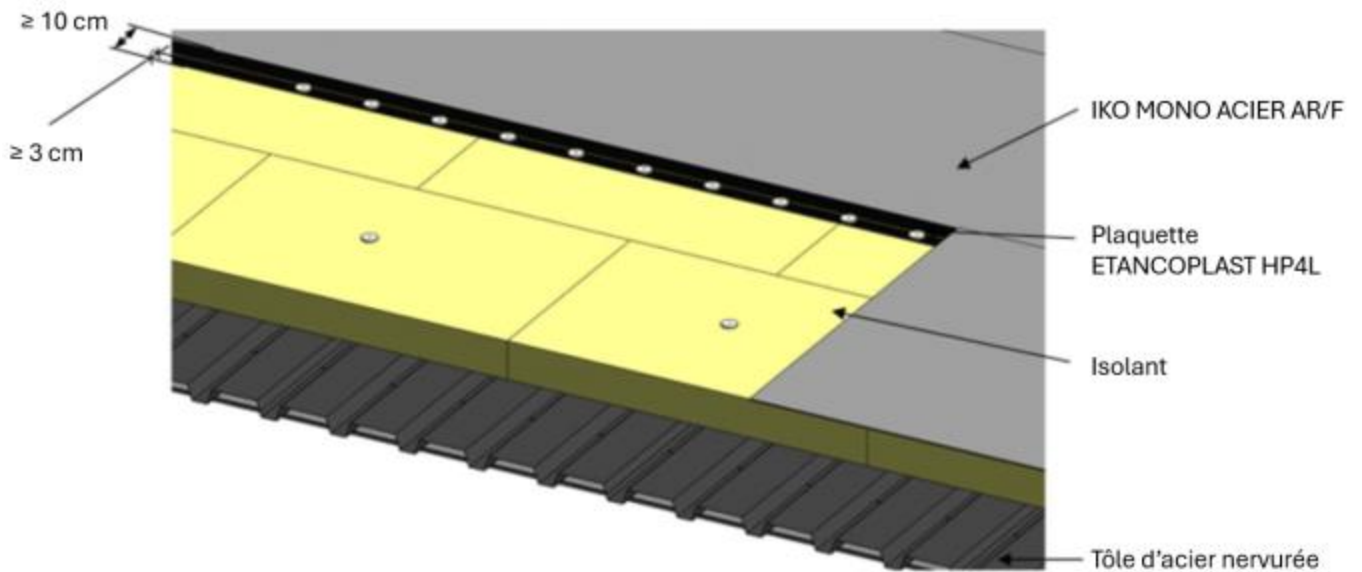


Figure 1 bis – Principe de mise en œuvre avec fixation par vis et plaque ETANCOPLAST HP4L

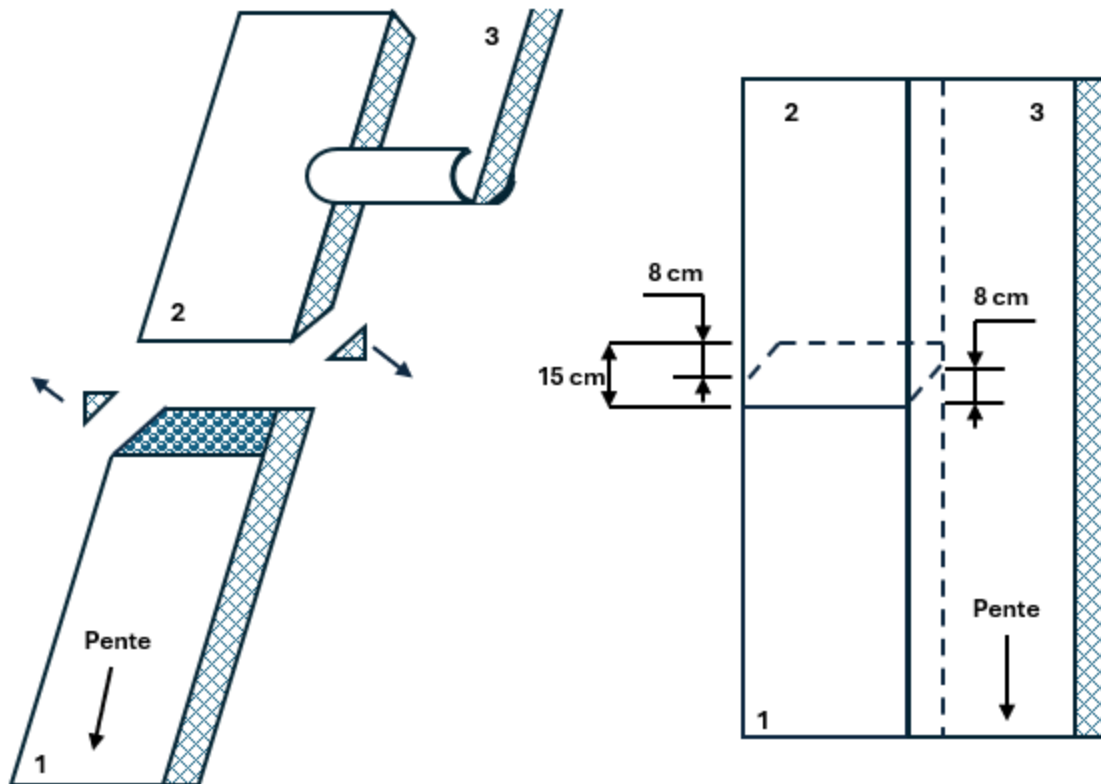


Figure 2 – Déroulement des lés

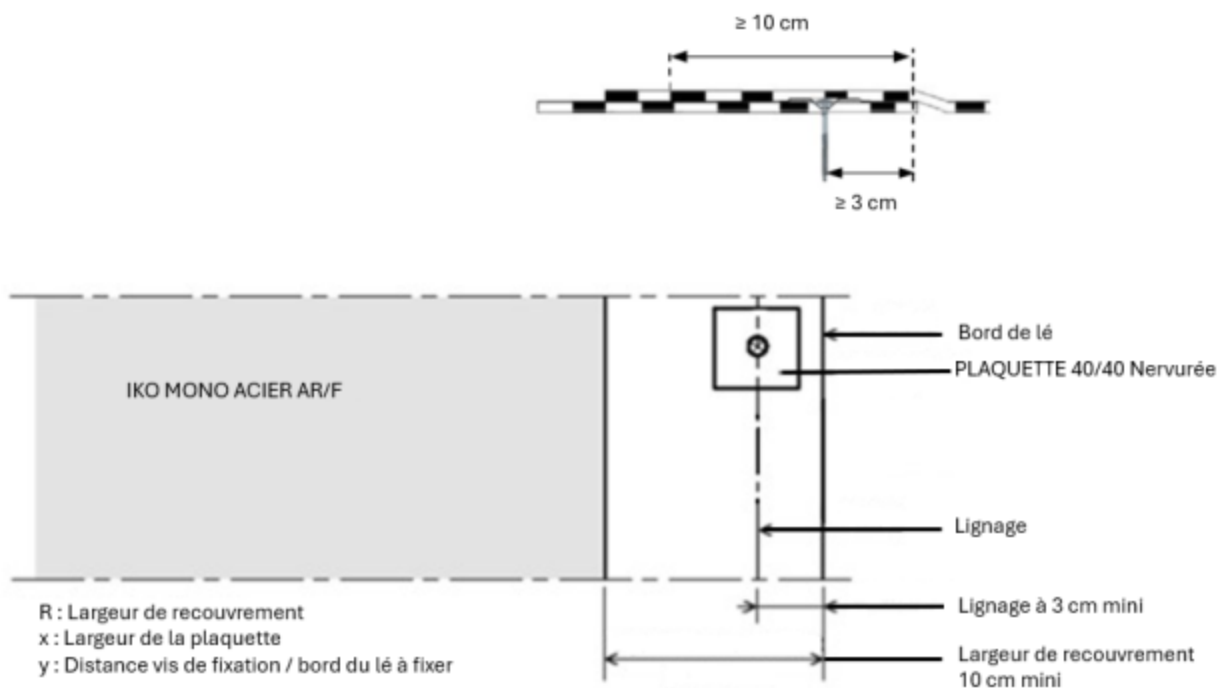


Figure 3 – Recouvrement et fixation en lisière pour les systèmes SR1a, SR2a, SR3a (plaquette métallique 40 x 40)

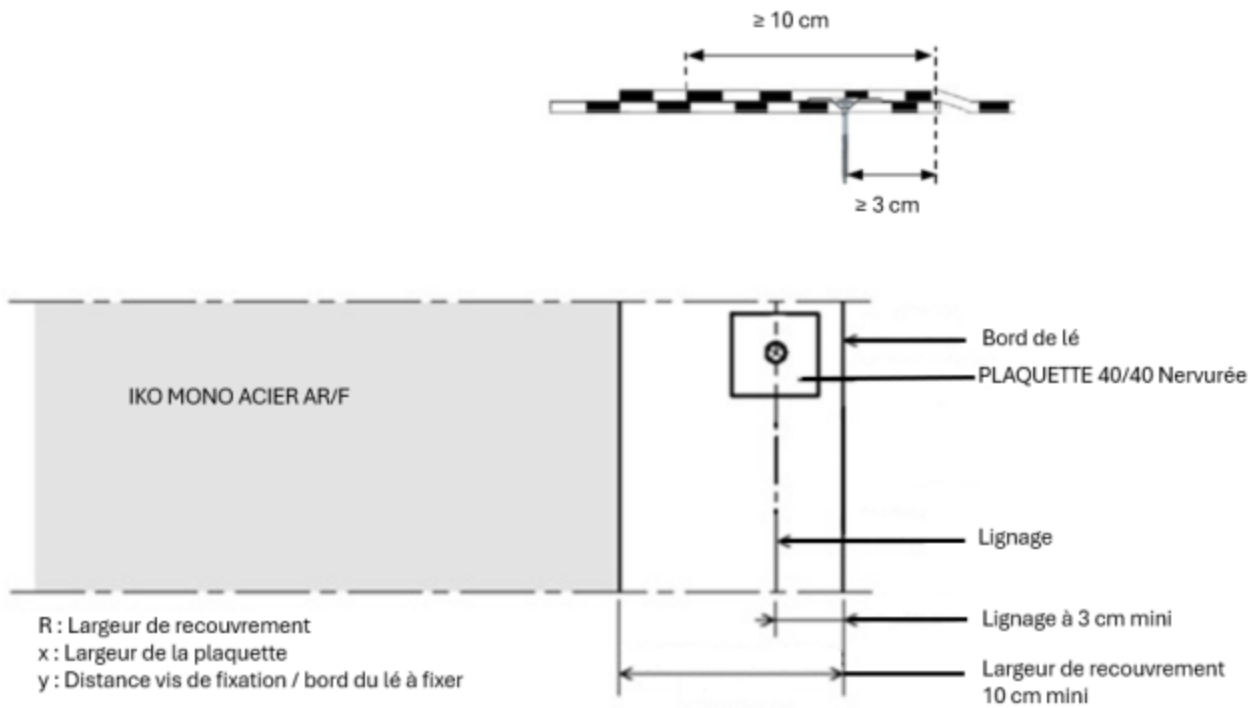


Figure 3 bis – Recouvrement et fixation en lisière pour les systèmes SR1a, SR2a, SR3a (plaquette ETANCOPLAST HP4L)

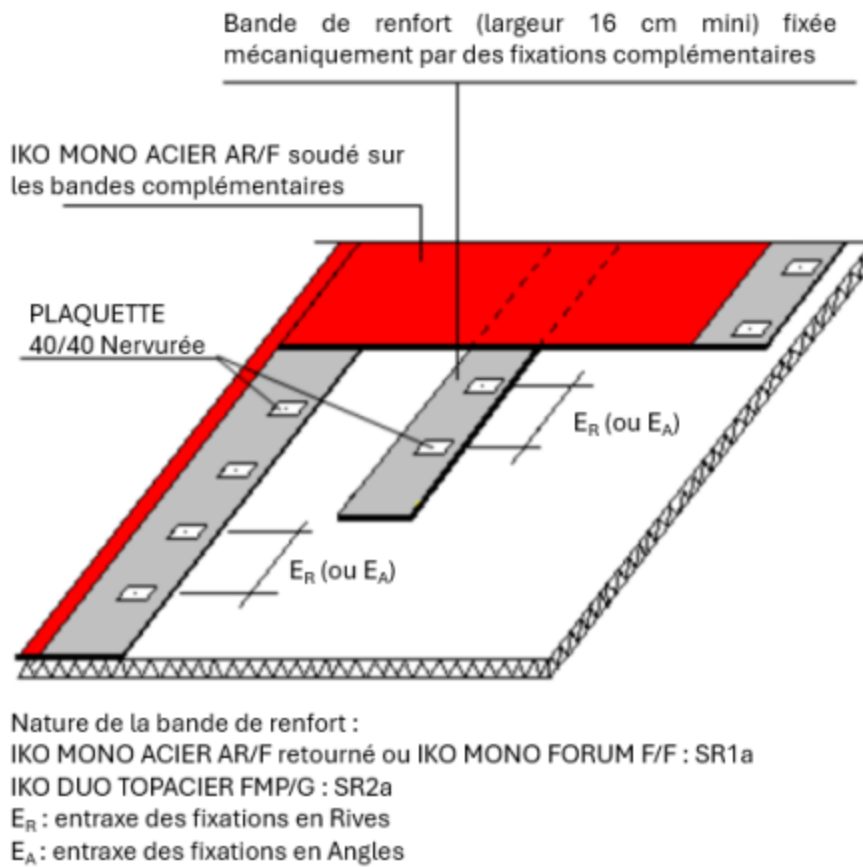


Figure 4 – Fixations complémentaires pour les systèmes SR1a et SR2a (plaquette métallique 40 x 40)

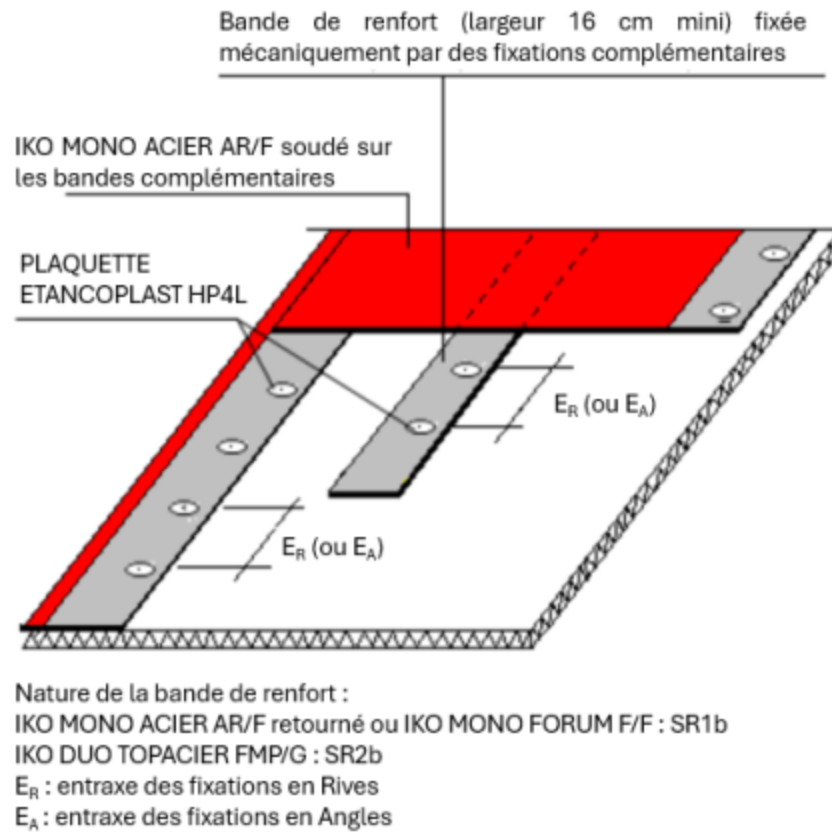


Figure 4 bis – Fixations complémentaires pour les systèmes SR1b et SR2b (plaquette ETANCOPLAST HP4L)

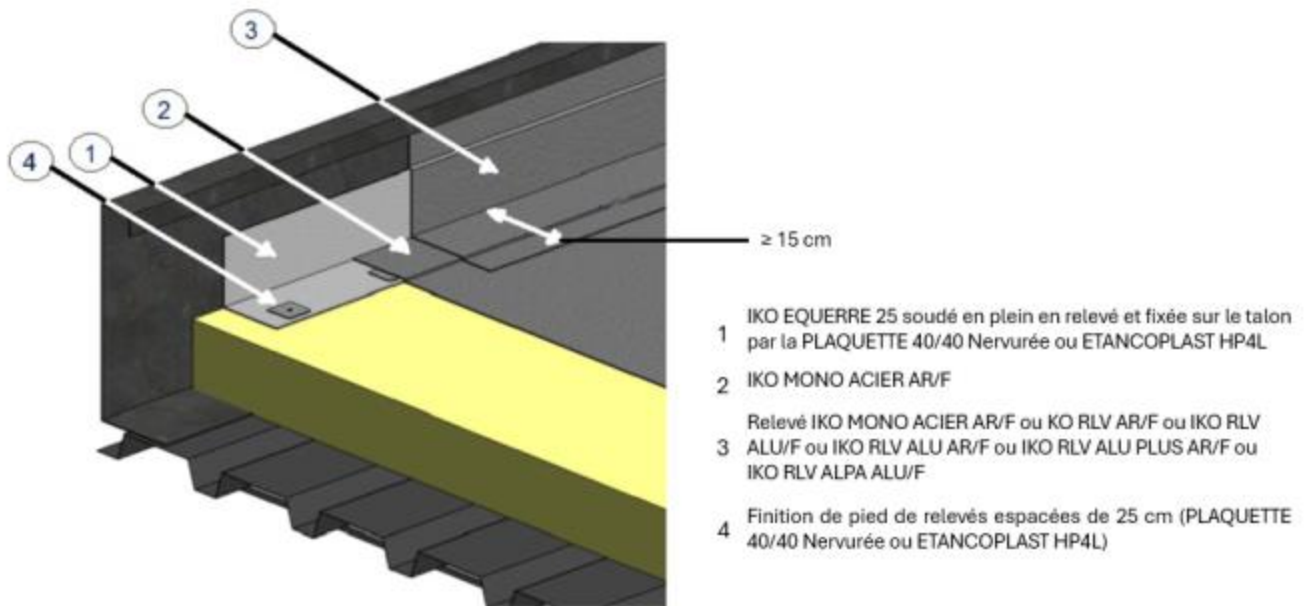


Figure 5 – Relevés (variante 1)

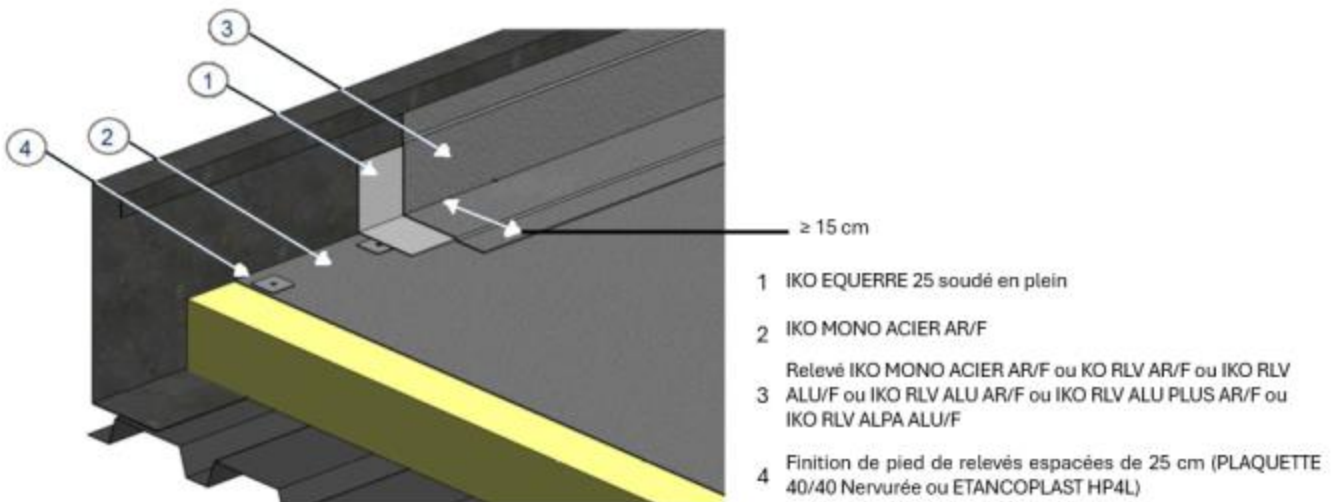


Figure 6 – Relevés (variante 2)

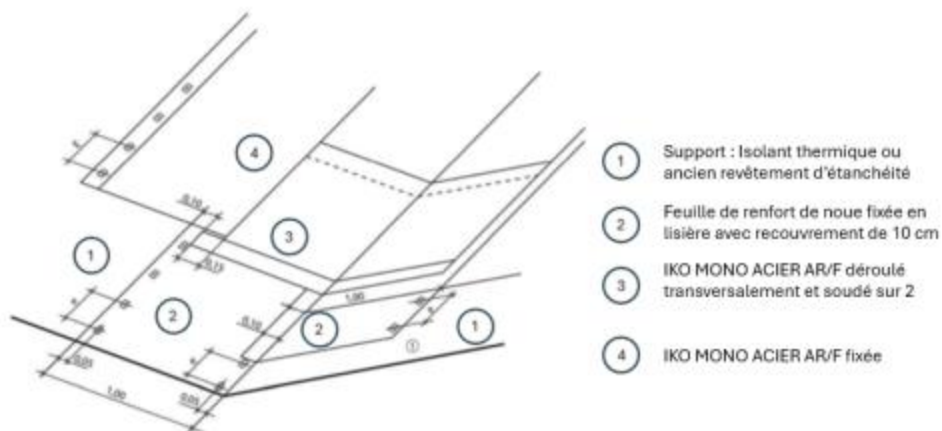


Figure 7 – Noue centrale avec tôle d'acier nervurée perpendiculaire à la noue

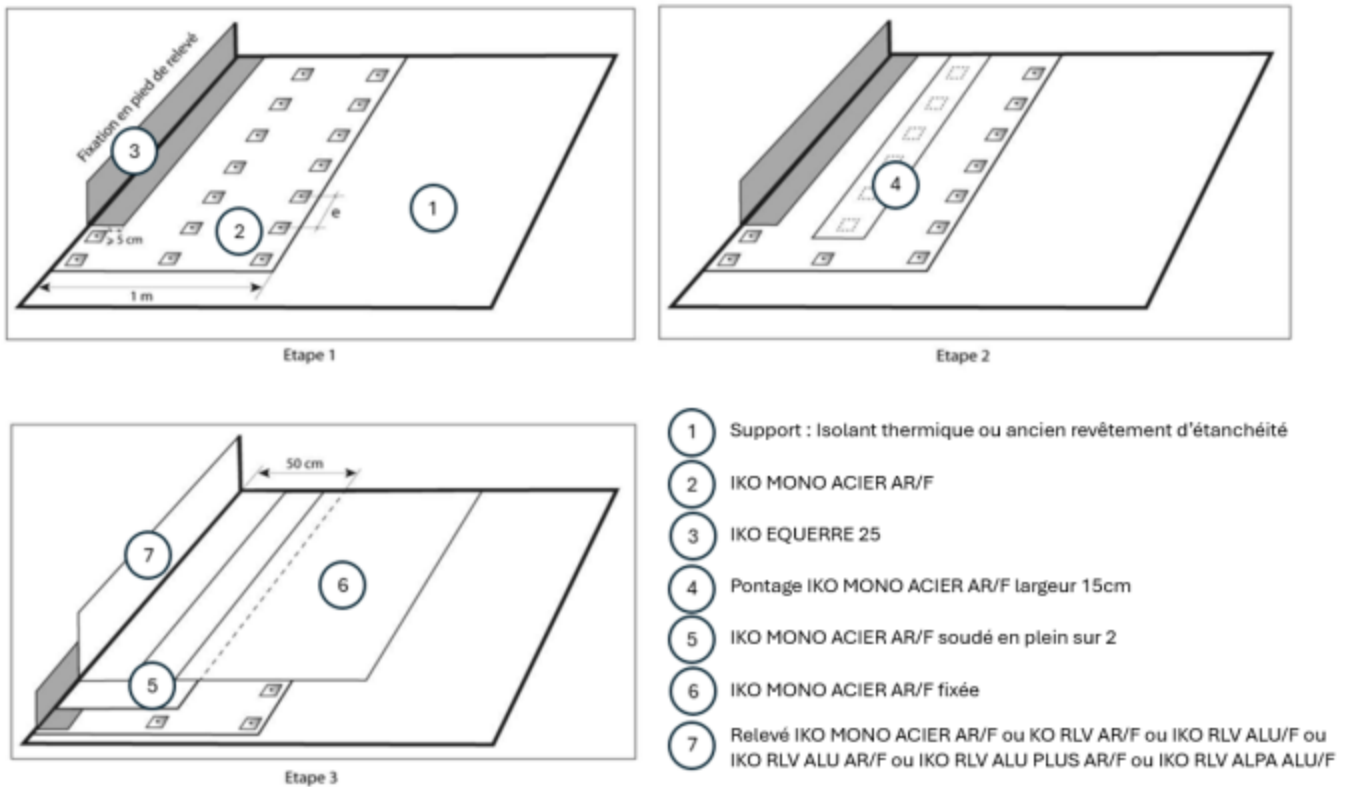


Figure 8 – Nœud de rive avec lignes de fixations complémentaires

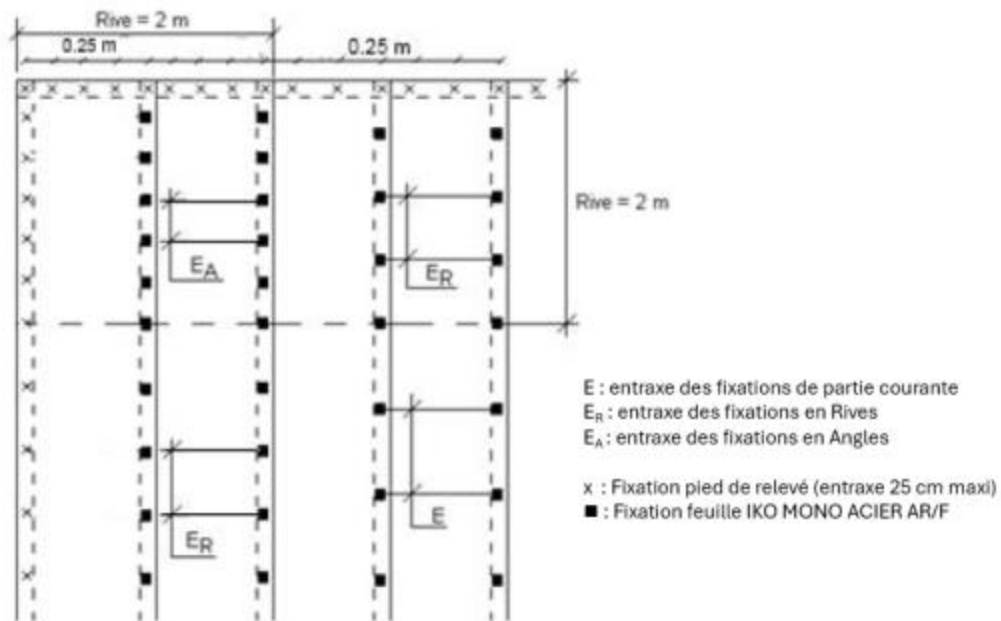


Figure 9 – Disposition des fixations en partie courante, rives et angles (sans bande de renfort complémentaire, hors renfort de nœud)

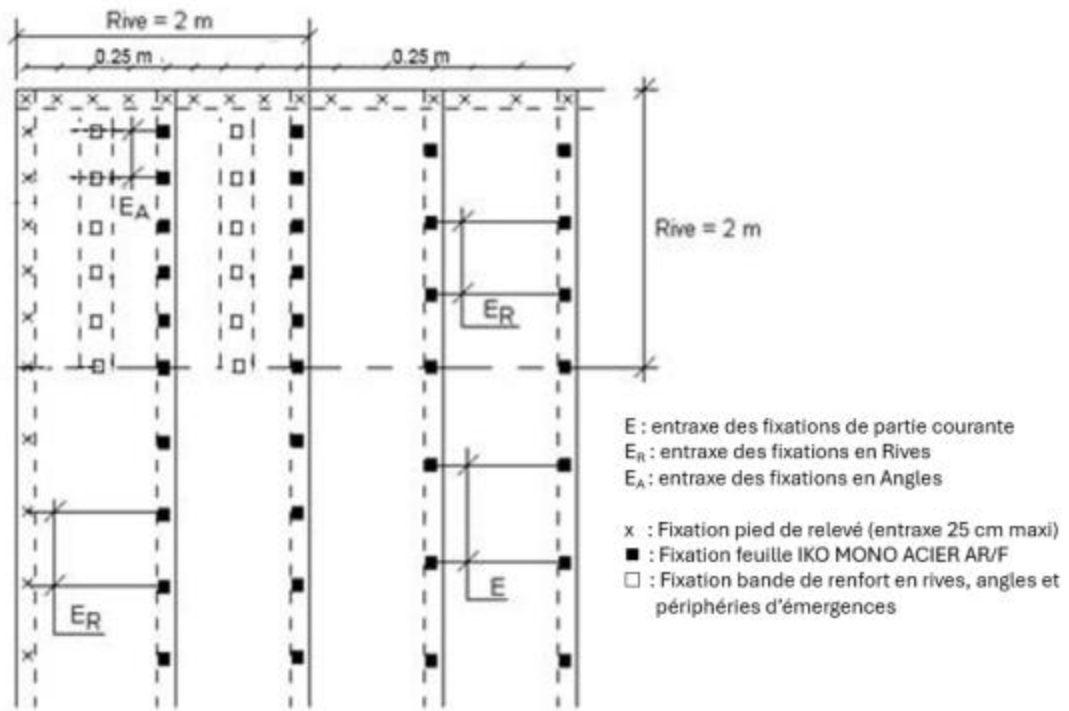


Figure 10 – Disposition des fixations en partie courante, rives et angles (avec bande de renfort complémentaire, hors renfort de noue)