

Sur le procédé

UNOFIX E

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

Titulaire(s) : Société **IMPER ITALIA SRL**

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
V2	<p>Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 5.2/17-2573_V1.</p> <p>Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajout du pare-vapeur STICKER 2 mm. • Ajout des feuilles UNOSINT 30 ES L4 JARDIN et UNOSINT 35 ES L4 JARDIN utilisées en 2ème couche sous toiture-terrasse végétalisée. • Ajout des feuilles UNOSINT 35 ES ARD et UNOSINT 30 ES ARD FR utilisées en 2ème couche apparente. • Extension du domaine d'emploi aux toitures-terrasses végétalisées. • Extension du domaine d'emploi aux toitures-terrasses sous protection lourde meuble. • Ajout du dimensionnement des fixations mécaniques selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier CSTB n°3779 de février 2017. 	Anouk Minon	Philippe Driat

Descripteur :

Le procédé UNOFIX E est un revêtement d'étanchéité bicouche, en bitume modifié par élastomère SBS, dont la membrane de première couche (UNOSINT ES L3 ou UNOSINT ES L4) est fixée mécaniquement en lisière à l'élément porteur, au travers de l'isolation thermique éventuelle.

Les feuilles de couche de finition en revêtement apparent comportent une autoprotection en paillettes d'ardoise.

Le procédé peut être appliqué sur toitures inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques et toitures-terrasses végétalisées, en climat de plaine en France métropolitaine, pour des toitures plates et inclinées, sur versants plans et courbes, en travaux neufs et réfection.

Ce procédé est admis sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie (très forte hygrométrie exclue), sous réserve du respect des règles propres aux éléments porteurs et aux isolants supports concernés, sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, tôles d'acier nervurées et en bois ou panneaux à base de bois, y compris panneaux CLT et caissons, conformes à leur NF DTU respectif, au cahier du CSTB 3537_V2 ou à leurs Avis Techniques particuliers.

Les efforts admissibles Wadm du procédé sont obtenus avec un attelage de référence vis + plaquette métallique EVDF 4,8 x L + plaquette 40 x 40 mm (épaisseur 0,8 mm) dont la résistance caractéristique (Pk) est au moins égale à 1520 N (selon NF P 30-313):

- Avec UNOSINT ES L3 : 499 N/fixation,
- Avec UNOSINT ES L4 : 817 N/fixation.

Les tableaux en fin de dossier donnent des cas précalculés pour le calcul des fixations (densité et espacement), selon les NV 65 modifiées et selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 (référence NF EN 1991-1-1) et son annexe nationale (référence NF EN 1991-1-4 /NA).

Table des matières

1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.	Zone géographique	5
1.1.1.	Ouvrages visés	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	5
1.2.2.	Durabilité.....	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	6
2.	Dossier Technique	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées	7
2.1.2.	Mise sur le marché.....	7
2.1.3.	Identification	7
2.2.	Description	7
2.2.1.	Principe	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.3.	Dispositions de conception	9
2.3.1.	Généralités	9
2.3.2.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie.....	9
2.3.3.	Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées	9
2.3.4.	Éléments porteurs et supports en bois massif et panneaux à base de bois.....	10
2.3.5.	Supports isolants non porteurs.....	11
2.3.6.	Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité	11
2.3.7.	Cas de la réfection.....	11
2.3.8.	Protection	11
2.3.9.	Protection sur isolation inversée	12
2.4.	Dispositions de mise en œuvre.....	12
2.4.1.	Généralités.....	12
2.4.2.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs et supports	12
2.4.3.	Mise en œuvre du pare-vapeur.....	12
2.4.4.	Mise en œuvre du support isolant	13
2.4.5.	Prescriptions relatives aux revêtements.....	13
2.4.6.	Relevés.....	16
2.4.7.	Mise hors d'eau.....	17
2.4.8.	Ouvrages particuliers	17
2.5.	Entretien	17
2.6.	Assistance technique	18
2.7.	Stockage, approvisionnement et circulation en toiture.....	18
2.7.1.	Stockage au sol	18
2.7.2.	Approvisionnement en toiture	18
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication	18
2.9.	Mention des justificatifs	18
2.9.1.	Résultats expérimentaux	18
2.9.2.	Références chantiers	18
2.10.	Annexe du Dossier Technique	19
2.10.1.	Annexe A : Règles d'adaptation de la densité de fixations	19
2.10.2.	Annexe B : Dimensionnement au vent.....	21
2.10.3.	Tableaux du Dossier Technique	28

2.10.4. Schémas du Dossier Technique36

1. Domaine d'emploi accepté

1.1. Zone géographique

Le procédé UNOFIX E s'emploie en climat de plaine :

- En France métropolitaine, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 40 m, dans les zones climatiques 1, 2, 3 et 4, tous sites de vent selon les règles de calcul du Cahier CSTB n°3563 de juin 2006 (cf. Règles NV 65 modifiées) ;
- En France métropolitaine, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 20 m, dans les régions climatiques 1, 2, 3 et 4, toutes catégories de terrain de vent selon les règles de l'Eurocode 1 partie 1- 4 (NF EN 1991-1 4/NA) simplifiée, donnée dans le Cahier CSTB n°3779.

1.1.1. Ouvrages visés

Il est destiné à la réalisation de travaux neufs et de travaux de réfection, avec ou sans un nouvel isolant support :

- De pente minimale conforme aux normes NF DTU série 43 ;
- Terrasses inaccessibles, avec chemins de circulation ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques avec une feuille de première couche UNOSINT ES L4, et pour une pression admise d'au plus 200 kPa sur maçonnerie, l'isolant support pouvant imposer une limite plus basse ;
- Toitures-terrasses végétalisées ;
- En climat de plaine.

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, en travaux neufs et de réfection, aux éléments porteurs et aux supports en France métropolitaine pour le climat de plaine, notamment en toitures-terrasses végétalisées s'appliquent.

L'emploi sur locaux à très forte hygrométrie est exclu.

Le procédé est destiné à rester autoprotégé ; toutefois il peut recevoir une protection lourde meuble pour des pentes jusqu'à 5 %, ou végétalisée, sur tous les éléments porteurs dans les conditions du § 2.3.8.

En toiture technique ou à zone technique, le procédé peut également recevoir une protection lourde avec dallettes, conformément aux normes NF DTU série 43.

Les tableaux 11 et 12 en fin de Dossier Technique résumant les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux supports qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conforme à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est indiqué au § 2.9.1.

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.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé ne fait pas l'objet 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 de certains produits.

La surface des feuilles est glissante lorsque humide.

Les rouleaux de plus de 25 kg doivent être portés par au moins 2 personnes.

Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

Isolation thermique

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

Sur l'élément porteur TAN, le coefficient ponctuel du pont thermique intégré des fixations mécaniques « χ_{fixation} », des feuilles d'étanchéité fixées mécaniquement et 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).

Données environnementales

Le procédé Unofix E ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé. Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

Aspects sanitaires

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

Résistance au vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant au vent pour :

- Des bâtiments de hauteurs inférieures ou égales à 40 m, dans les zones climatiques 1, 2, 3 et 4, tous sites de vent selon les règles de calcul du Cahier CSTB n°3563 de juin 2006 (cf. Règles NV 65 modifiées),
- Des bâtiments de hauteurs inférieures ou égales à 20 m, dans les régions climatiques 1, 2, 3 et 4, toutes catégories de terrain de vent selon les règles de calcul du Cahier CSTB n°3779 de février 2017 (cf. méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 (référence NF EN 1991-1-1) et son annexe nationale (référence NF EN 1991-1-4 /NA)).

Le système de référence du procédé, selon le CPT commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement », de l'*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006, est :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 - $W_{adm_{sr}} = 499$ N/fixation avec la feuille UNOSINT ES L3,
 - $W_{adm_{sr}} = 817$ N/fixation avec la feuille UNOSINT ES L4 ;
- Attelage de fixation des systèmes de référence :
 - Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sr}} = 1\,520$ N au sens de la norme NF P 30-313,
 - Dimensions de la plaquette : $40 \times 40 \times 8/10^e$ mm.

Classement I

Les classements de résistance à l'indentation du procédé Unofix E sont indiqués dans le tableau 1 ci-dessous.

Première couche	Deuxième couche					
	UNOVEL 25 E ARD	UNOSINT 30 ES ARD	UNOSINT 35 ES ARD	UNOSINT 30 ES ARD FR	UNOSINT 30 ES L4 JARDIN	UNOSINT 35 ES L4 JARDIN
UNOSINT 25 ES L3	I3	I5	I5	I5	I5	I5
UNOSINT 25 ES L4	I5	I5	I5	I5	I5	I5
UNOSINT 30 ES L4	I5	I5	I5	I5	I5	I5

Tableau 1 : Classement I du procédé Unofix E

1.2.2. Durabilité

Dans le domaine d'emploi, la durabilité du procédé d'étanchéité Unofix E est satisfaisante.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Sans objet.

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 : Imper Italia Srl
Via Volta 9
IT-10071 Frazione Mappano
Turin, Italie
Internet : www.imper.it

Distributeur : Bacacier Pliage, La Maison de l'Étancheur
Téléphone : 08 10 00 95 44
Internet : www.maisondeletancheur.com
Courriel : contactn42@maisondeletancheur.com

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE), les feuilles du procédé Unofix E font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par la Société Imper Italia Srl sur la base de la norme NF EN 13707.

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

2.1.3. Identification

L'étiquetage des rouleaux comporte le nom du fabricant, le nom commercial de la feuille, les dimensions, le code de fabrication, les conditions de stockage.

Les feuilles de partie courante prennent le code supplétif suivant, fonction de la finition avec film thermofusible de leurs faces :

- DT : pour un film polyéthylène TERMOTÈNE sur deux faces ;
- DTEX : pour un film polypropylène sur les deux faces ;
- T/TEX : pour un film TERMOTÈNE sur une face et un film TEXTÈNE sur l'autre face.

Les attelages de fixation mécanique sont directement fournis par leurs fabricants, et leurs emballages permettent leur identification.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Unofix E est un revêtement d'étanchéité de toitures bicouche, de type bitumineux modifié par élastomère SBS, fixé mécaniquement, pour travaux neufs et de réfection sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, ainsi que sur éléments porteurs en maçonnerie, bois et panneaux à base de bois et, en réfection uniquement, sur élément porteur en béton cellulaire autoclavé armé.

La feuille de première couche, de largeur nominale 1,00 m, est fixée mécaniquement de façon ponctuelle sous recouvrements de 100 mm soudés et, si nécessaire, sur lignes médianes de fixations complémentaires traversant la première couche sous bandes de recouvrement de 160 mm soudées. La feuille de seconde couche est ensuite soudée en plein sur la première.

Les feuilles utilisées en 1^{re} couche sont :

- Soit, UNOSINT 25 ES L3
- Soit, UNOSINT 25 ES L4
- Soit, UNOSINT 30 ES L4

Les feuilles utilisées en 2^e couche apparente soudée comportent une finition apparente ardoisée ou granulés colorés :

- Soit, UNOVEL 25 E ARD
- Soit, UNOSINT 30 ES ARD
- Soit, UNOSINT 35 ES ARD
- Soit, UNOSINT 30 ES ARD FR

Les feuilles utilisées en 2^e couche sous toiture-terrasse végétalisée soudée comportent une finition ardoisée :

- Soit UNOSINT 30 ES L4 JARDIN
- Soit UNOSINT 35 ES L4 JARDIN

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Liant

2.2.2.1.1. Liant UNO E en bitume élastomère SBS

Le mélange UNO E en bitume SBS fillerisé à 35 % au plus est conforme à la Directive UEAtc pour l'Agrément des systèmes d'étanchéité de toitures de décembre 1984.

2.2.2.1.2. Liant anti-racine UNO E / A

Le liant anti-racine UNO E / A est enrichi d'un agent anti-racine PRÉVENTOL B2 (origine Société Bayer) au taux minimal de 20 g/m².

Il est utilisé pour la fabrication des feuilles UNOSINT 30 ES L4 JARDIN et UNOSINT 35 ES L4 JARDIN. Il est conforme à la directive UEAtc de 1984.

2.2.2.2. Armatures

Voir Tableau 17.

2.2.2.3. Feuilles manufacturées

2.2.2.3.1. Composition et présentation

La composition et la présentation des principales feuilles sont indiquées aux Tableau 18 et Tableau 19.

2.2.2.3.2. Caractéristiques des feuilles principales

Elles sont conformes au Guide technique UEAtc de 2001 : voir Tableau 21.

2.2.2.3.3. Pare-vapeur

- UNOVEL 25 E (SBS 25 VV 50) ou UNOVEL 25 E/G (sous-face grésée) : $S_d = 250$ m,
- UNOVEL 3, $s_d = 250$ m,
- VAPOBAR (faces filmées) ou VAPOBAR G (1 face grésée, 1 face filmée) ou VAPOBAR DG (2 faces grésées), barrière à la vapeur aluminium-bitume (NF P 84-310), $s_d = 965$ m,
- IMPER ALU 50 ES ARD (norme NF P 84-316) et finition ardoisée épaisseur minimale 3,5 mm, sous face film, $s_d = 965$ m ;
- STICKER 2 mm : membrane bitumineuse SBS auto-adhésive d'épaisseur nominale 2 mm \pm 5 %, conforme à la NF EN 13970, cf. DTA Sintofol Fixé Mécaniquement. $S_d \geq 118$ m.

2.2.2.3.4. Matériaux pour relevés

- Équerre de renfort ÉQUERRE TOP (SBS 35 PY 150), liant UNO E, épaisseur 3,5 mm, finition 1 face film / 1 face sablée. Résistance à la déchirure au clou : 140 N (L \times T),
- Équerre en feuille TOP S : (SBS 35 PY 150), même matériau présenté en largeur 1 m, pour 1^{ère} couche de relevés,
- SINTOTEX 35 ARD (SBS 35 VV GV 90 A), liant UNO E, épaisseur minimale 3,5 mm, sous-face film,
- UNOSINT 35 ES ARD (SBS 35 CPV 180), liant UNO E, épaisseur minimale 3,5 mm, sous face film,
- IMPER ALU 50 ES (norme NF P 84-316), épaisseur minimale 3,5 mm, sous-face film,
- IMPER ALU 50 ES ARD finition ardoisée (norme NF P 84-316), épaisseur minimale 3,5 mm, sous-face film.

2.2.2.3.5. Chemin de circulation, terrasses techniques ou à zones techniques

- UNOSINT 30 ES ARD,
- UNOSINT 35 ES ARD.

2.2.2.3.6. Autres matériaux en feuilles

- Voile de verre conforme au NF DTU 43.3-P2 ;
- Écran thermique UNOVEL 25 E ARD (SBS 25 VV 50) : utilisé sur isolant EPS ;
- Bandes de pontage UNOVEL 25 E (SBS 25 VV 50) sur béton cellulaire, et IMPER ALU 50 ES (norme NF P 84-316) sur panneaux à base de bois ;
- RHEN TAPE : bande autoadhésive de largeur 10 cm utilisée pour la protection thermique en gorge de relevé des isolants en polystyrène expansé, conformément aux prescriptions des Avis technique des isolants.

2.2.2.3.7. Autres matériaux

- IMPERTENE primer EIF conformes aux normes NF DTU série 43 ;
- COLLE I 358 : composition : bitume, additifs, fillers, solvant white spirit 20 à 25 %
 - densité : $1,29 \pm 0,05$
 - extrait sec 87 ± 2 %

- adhérence en pelage ≥ 25 N/50 mm sur support béton
- glissement à 80 °C ≤ 25 mm
- conditionnement : bidons de 25 kg
- conservation 6 mois en bidons d'origine fermés, dans un local frais et ventilé. La colle est fabriquée à l'usine de Schio (Italie).

2.2.2.4. Attelages de fixation mécanique

Les attelages de fixation comportent :

- Un élément de liaison à l'élément porteur ;
- Une plaquette de répartition.

Ils répondent aux exigences du Cahier du CSTB 3563. Ils sont associés à l'élément porteur et aux revêtements UNOVEL et UNOSINT.

Ils font l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant de fixations, précisant notamment la valeur de résistance caractéristique P_{kft} selon la norme NF P 30-313 de l'attelage ou pour le béton la charge limite de service Q_{ft} (selon Cahier du CSTB 3563 de juin 2006).

Le système de référence du dossier technique a pour $P_{k_{sr}} = 1\,520$ N sur TAN 0,75 mm/S 320 au sens de la norme NF P 30-313.

Il est rappelé que les attelages de fixations mécaniques des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, et 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).

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 de la feuille 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.

Cette disposition est applicable aux travaux neufs, comme en travaux de réfection. 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 ».

L'utilisation d'attelages de fixation mécanique est exclue au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($W/n > 7,5$ g/m³).

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Généralités

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

L'annexe B, § 2.10.2 définit les choix de méthode de dimensionnement du procédé selon l'élément porteur et la méthode utilisée pour le dimensionnement de celui-ci.

Le panachage des méthodes de dimensionnement, lorsque élément porteur et étanchéité sont posés par l'étancheur n'est pas admis. La méthode de dimensionnement utilisée pour les revêtements d'étanchéité dépend de la méthode de dimensionnement admise par l'élément porteur (cf. Annexe B, § 2.10.2).

Si une protection lourde meuble, de la végétalisation, ou des dalles sont mises en œuvre, le poids propre de la protection doit être pris en compte conformément aux normes NF DTU de la série 43.

2.3.2. Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 20.12, NF DTU 43.1.

Sont exclus les éléments porteurs de type D, les formes de pente en béton de granulats lourds et de granulats légers, les voiles minces, les voiles précontraints, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers chauffants, les dalles contenant un réseau électrique diffus, les planchers collaborants.

2.3.3. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

2.3.3.1. En tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF DTU 43.3

2.3.3.1.1. Cas de l'approche des Règles NV 65 modifiées

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN) pleines, perforées ou crevées conformes à la norme NF DTU 43.3 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.

2.3.3.1.2. Cas de l'approche Eurocode 1 P1-4

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN) pleines, perforées ou crevées conformes à la norme NF DTU 43.3 et 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 P1-1) dans les cas suivants de bâtiments de hauteur maximum 20 m :

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

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

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

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

Avec :

- W : 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 caractéristique de la fixation selon la NF P 30-313 (daN).

Pour les cas non visés au présent paragraphe : bâtiments de hauteur supérieure à 20 m et/ou charge ascendante supérieure au total des charges descendantes l'approche Eurocode ne s'applique pas.

2.3.3.2. En tôles d'acier nervurées conformes au e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009

Sont également admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure > 70 mm conformes au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, dans les départements européens » (e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009).

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.

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

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

2.3.4.1. Généralités

Sont admis, les éléments porteurs et les supports traditionnels en bois massif et les panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 P1, et non traditionnels (y compris les panneaux CLT et planchers à caisson) bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant favorablement cet emploi.

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

La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules est possible, si le support est constitué d'un matériau conforme au NF DTU 43.4 P1-2.

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.

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

Dans le cadre d'un élément porteur en bois ou panneaux à base de bois bénéficiant d'un Avis Technique, le revêtement d'étanchéité est dimensionné :

- Selon les NV 65 si l'élément porteur est dimensionné selon les Règles CB 71 et NV 65 ;
- Selon les NV 65 ou selon l'Eurocode 1 P1-4/NA suivant la méthode simplifiée donnée dans le e-Cahier du CSTB 3779 de février 2017, si l'élément porteur est dimensionné selon les Eurocodes.

2.3.5. Supports isolants non porteurs

2.3.5.1. Généralités

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

Dans le cas d'isolant dont la résistance à la compression à 10 % est < 100 kPa (EN 826), les fixations du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas ».

2.3.5.2. Terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques

En système apparent, sont admis :

- Les panneaux isolants mentionnés dans le Tableau 12 dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier visant favorablement la mise en œuvre par fixation mécanique pour l'emploi considéré.
- Les procédés d'isolation mixte selon leur DTA sous revêtement d'étanchéité en apparent fixé mécaniquement.

Les panneaux isolants en laine de roche et en polystyrène expansé utilisables en terrasses techniques ou à zones techniques doivent être titulaires d'un Document Technique d'Application pour cet emploi.

2.3.5.3. Toitures-terrasses végétalisées

Sont admis les isolants de classe de compressibilité C mentionnés dans le Tableau 12 et :

- conformes aux Règles Professionnelles « Isolants support d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2024 et bénéficiant d'un certificat ACERMI pour les spécifications prévues par les règles,
- conformes aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021 et bénéficiant d'un certificat ACERMI pour les spécifications prévues par les règles,
- visés par un DTA dans le cas de procédés d'isolation mixte,

pour l'emploi considéré.

La contrainte apportée sur le revêtement d'étanchéité est calculée selon le § 2.3.8.2.

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

Ce sont d'anciens revêtements d'étanchéité type asphalte, multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié, ciment volcanique ou enduit pâteux, membranes synthétiques pouvant être sur différents supports (maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, bois - panneaux à base de bois, isolants sur les trois éléments porteurs précités et sur acier). Sur maçonnerie, voir § 2.3.2 pour les cas d'exclusion.

Les critères de conservation et de préparation de ces anciens revêtements et des autres éléments de la toiture sont définis dans la norme NF DTU 43.5. Les feuilles métalliques d'autoprotection n'ont pas à être déposées en partie courante.

2.3.7. Cas de la réfection

Le système Unofix E doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :

- Maçonnerie,
- Béton cellulaire autoclavé armé,
- Bois et panneaux à base de bois,

conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

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 de la norme NF DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

Les valeurs d'ancrage $P_{k, \text{réel}}$ (ou $Q_{k, \text{réel}}$) des attelages de fixation mécanique envisagés sont systématiquement vérifiés par une campagne de mesures in situ et utilisées selon l'Annexe A ; voir le CPT commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563 - juin 2006).

2.3.8. Protection

2.3.8.1. Protection avec gravillons ou dalles

Les protections lourdes meuble ou par dalles rapportées sont décrites par les normes NF DTU série 43. La limite de dépression au vent est celle prescrite pour les systèmes d'étanchéité sous protection meuble selon les normes NF DTU de la série 43.

2.3.8.2. Protection des toitures-terrasses végétalisés

La protection des toitures-terrasses végétalisées est réalisée avec un système de végétalisation bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement la mise en œuvre sur revêtement d'étanchéité en bitume fixé mécaniquement.

Les zones traitées en végétalisation sont inaccessibles. Elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien, à l'exclusion d'engins autres que des engins légers de poids ≤ 30 kg. Elles peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées, non circulables.

Le non-poinçonnement du revêtement d'étanchéité par le procédé de végétalisation doit être vérifié.

La contrainte apportée sur le revêtement d'étanchéité et sur l'isolant est calculée comme suit :

$$\frac{\text{Charges permanente} + \text{charges d'exploitation}}{\text{Surface de contact du procédé de végétalisation}} \leq \text{contrainte admise par le revêtement d'étanchéité et l'isolant}$$

La contrainte apportée calculée doit être inférieure :

- à 200 kPa dans le cas du présent procédé ;
- à la contrainte admissible de l'isolant support de l'étanchéité. Cette contrainte est indiquée dans le DTA ou le certificat ACERMI de l'isolant.

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

La charge permanente correspond à la somme de :

- La charge du complexe isolation-étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement d'étanchéité) ;
- La charge du complexe de végétalisation à CME (Capacité Maximale en Eau) de toutes les couches (drain, filtre et substrat) et des végétaux, définie dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- D'une charge de sécurité fixée forfaitairement à 15 daN/m² ;
- Dans le cas des éléments porteurs en bois de pente ≤ 7 %, une majoration de 85 daN/m² sera ajoutée (soit 100 daN/m²) pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs, pour tenir compte du fluage (cette disposition ne s'applique pas pour les éléments en CLT ou planchers caisson) ;
- La charge la plus élevée entre la charge d'exploitation et la charge climatique de neige normale dans le cas des TAN et bois, charge de neige ELS dans le cas de la maçonnerie, avec un minimum de 100 daN/m².

2.3.9. Protection sur isolation inversée

La protection meuble est réalisée selon les prescriptions des Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021 qui précisent :

- La nature de l'écran de séparation éventuel entre le revêtement et l'isolant.
- Les caractéristiques de la protection.
- La pression admise au niveau de l'isolant (se reporter à la Fiche système conforme aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021 du panneau isolant et certifié ACERMI pour les spécifications prévues par ces règles.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Généralités

La mise en œuvre est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées. Une assistance technique peut être demandée au distributeur La Maison de l'Étancheur.

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

2.4.2. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et supports

2.4.2.1. Éléments porteurs et supports en maçonnerie

La préparation des supports et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1, et des Avis Techniques.

2.4.2.2. Éléments porteurs et supports en bois massif et panneaux à base de bois

La préparation des éléments porteurs et supports est effectuée conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4 P1 et du Document Technique d'Application des panneaux à base de bois.

Le Document Technique d'Application de l'élément porteur à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaisonnement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique, limite au vent extrême du système selon les Règles NV 65 modifiées. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

2.4.3. Mise en œuvre du pare-vapeur

Le Tableau 13 et le Tableau 14 s'appliquent au choix et au principe de mise en œuvre du pare-vapeur.

Sur supports en béton ou en béton cellulaire autoclavé, au droit des rives et émergences, sauf dans le cas de costières métalliques, une équerre en ÉQUERRE TOP S est soudée avec talon de 6 cm au moins sur le pare-vapeur et sur le relief sur la hauteur de l'isolant augmentée de 6 cm au moins (cf. figure 6).

Cas particulier de la réfection sur toiture existante

Après révision de l'ancienne étanchéité selon les prescriptions de la norme NF DTU 43.5, l'ancienne étanchéité bitumineuse ou asphalte conservée peut constituer, le cas échéant, le pare-vapeur.

Cas particulier du STICKER 2 mm

Cette feuille est autoadhésive après avoir retiré le film pelable de protection en sous-face, puis marouflée.

Les opérations de mise en œuvre sont les suivantes :

- Dérouler le lé sur le support et le positionner à recouvrement de 6 cm du lé adjacent ;
- Enrouler la première moitié du lé ;
- Enlever le film de protection de sous-face du lé et le dérouler en marouflant au fur et à mesure ;
- Enrouler la seconde moitié du lé et répéter l'opération.

2.4.4. Mise en œuvre du support isolant

Les panneaux isolants sont posés sur pare-vapeur adapté à l'usage ou sur tôles d'acier nervurées selon le NF DTU 43.3-P1, en quinconce et jointifs, en un premier lit fixé au préalable selon les dispositions prescrites par leur Document Technique d'Application pour l'emploi considéré. Si nécessaire, un deuxième lit peut être posé à joints décalés, avec des fixations préalables.

Sur tôles d'acier nervurées, le joint filant est perpendiculaire aux nervures des tôles.

Toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application ou la fiche système de l'isolant est également utilisable.

Cas particulier du polystyrène expansé

L'écran thermique (cf. § 2.2.2.3.6) est déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libres.

En outre, on applique en fond de gorge, au droit des relevés et des émergences, une protection de la tranche du panneau par une équerre en bande autoadhésive RHEN TAPE développé 10 cm, ailes sensiblement égales. Le recouvrement entre bandes est de 10 cm .

2.4.5. Prescriptions relatives aux revêtements

2.4.5.1. Dispositions générales

La composition est indiquée dans les tableaux 11 et 12. La 1ère couche est fixée mécaniquement, comme détaillé ci-dessous ; la 2^e couche est soudée en plein. L'inversion des couches n'est pas admise.

Couche de finition soudée pour renforcement : feuille UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR, ou UNOSINT 35 ES ARD.

Tous les recouvrements transversaux sont décalés entre eux d'au moins 1 m, car les jonctions en croix sont interdites et seules les jonctions en T sont admises.

2.4.5.1.1. Pose de la 1ère couche en partie courante

2.4.5.1.1.1. Cas de la pose sur tôles d'acier nervurées

Positionnement

Les feuilles UNOSINT ES L3 ou L4 sont positionnées avec un recouvrement longitudinal de 100 mm, perpendiculairement au sens de nervuration des tôles. Pour guider le recouvrement, le film plastique thermofusible de surface comporte une série de flèches espacées de 10 cm dont la base se trouve à 10 cm du bord de la feuille (cf. figure 2). Les recouvrements transversaux sont d'au moins 60 mm, décalés entre eux d'au moins 1 m.

La feuille est ensuite réenroulée, puis soudée sur toute la largeur du recouvrement en déroulant.

La lisière opposée est alors fixée.

Cas particulier des TAN à grande ouverture haute de nervure

Pour les tôles d'acier nervurées de grande ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et < 200 mm) conformes aux prescriptions du CPT Commun (e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009), l'espacement maximum des attelages sera adapté à l'Ohn. La mise en œuvre sur chantier des attelages se fait selon le principe de la marche en avant, c'est-à-dire par une adaptation de l'espacement réel de l'attelage « n + 1 » par rapport à la position du précédent attelage « n » sur la plage de la TAN de grandes Ohn, sans dépasser l'espacement requis.

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.

Une tolérance de + 10 % est cependant admise sur une fixation de rang « n », à condition que l'intervalle immédiatement suivant (ou précédent) soit réduit d'autant.

2.4.5.1.1.2. Cas de la pose sur autres supports que TAN

Les feuilles sont positionnées avec un recouvrement longitudinal de 100 mm. Pour guider le recouvrement, le film plastique thermofusible de surface comporte une série de flèches espacées de 10 cm dont la base se trouve à 10 cm du bord de la feuille (cf. figure 2). Les recouvrements transversaux sont d'au moins 60 mm, décalés entre eux d'au moins 1 m.

La feuille est ensuite réenroulée, puis soudée sur toute la largeur du recouvrement en déroulant.
La lisière opposée est alors fixée.

2.4.5.1.1.3. Fixations

2.4.5.1.1.3.1. Fixations en lisière

Les feuilles sont fixées mécaniquement en lisière du lé (cf. figure 2) à l'intervalle maximum requis par le calcul en partie courante, en rives ou aux angles (cf. § 2.4.5.1.1.3.4 et tableaux 5, 6, 7, 8, 9 et 10), en correspondance des plages des tôles sur tôles d'acier nervurées. Pour guider la fixation, le film de surface comporte une série de flèches espacées de 10 cm dont la pointe se trouve à 5 cm du bord (cf. figure 3).

2.4.5.1.1.3.2. Fixations complémentaires en lignes avec bandes de recouvrement

Lorsque nécessaire, et en complément des fixations en lisière, des fixations sont également disposées en lignes parallèles, à mi-largeur de feuille (1 ligne intermédiaire – fixation sur 2 rangs), ou aux 1/3 - 2/3 de la largeur (2 lignes intermédiaires – fixation sur 3 rangs), aux intervalles résultant du calcul. Ces lignes de fixations complémentaires sont recouvertes par une bande de recouvrement en UNOSINT ES L3 ou UNOSINT ES L4 de largeur 160 mm au moins, soudée à cheval (cf. figure 4). La bande de recouvrement est de la même composition que la feuille de partie courante.

2.4.5.1.1.3.3. Fixation de la 1^e couche en rives, en angles de toiture et autour des émergences

Les zones de toiture soumises aux actions locales majorées de dépression dues au vent, sont traitées avec un intervalle réduit entre fixations. Les zones concernées sont répertoriées au Tableau 2.

2.4.5.1.1.3.4. Intervalle et répartition des fixations en partie courante, rives et angles

Généralités

Le dimensionnement des éléments porteurs (maçonnerie, tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois) doit être pris en compte sur le même référentiel de calcul que celui appliqué pour les revêtements et isolants supports. En ce sens, lorsque l'élément porteur est posé par l'entreprise d'étanchéité, si le dimensionnement se fait sur la base des charges admissibles, il y aura lieu de conserver le calcul du vent pour les isolants supports et revêtements d'étanchéité selon les Règles NV 65 modifiées. Se reporter au tableau en Annexe A.

Les fixations sont disposées sur des lignes parallèles entre elles et toujours perpendiculaires aux nervures sur bacs acier (hors bac caisson).

Dans tous les cas, la densité de fixation minimale est de 3 fixations/m².

Résistance caractéristique de l'attelage de référence

La résistance caractéristique au sens de la norme NF P 30-313 correspond aux valeurs suivantes, selon le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 :

Élément porteur	Travaux neufs	Travaux de réfection
Maçonnerie	$P_{k_{ft}}$ et $Q_{ft} = 1\ 520\ N$	$P_{k_{ft}}$ et $Q_{réel} = 1\ 520\ N$
TAN	$P_{k_{ft}} = 1\ 520\ N$	$P_{k_{ft}} = 1\ 520\ N$

Valeurs de vent admissibles par fixation

- **Wadmsr = 499N/fixation** pour **UNOSINT ES L3**

et

- **Wadmsr = 817 N/fixation** pour **UNOSINT ES L4**

sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées à plages pleines d'épaisseur nominale 0,75 mm, pour un attelage de fixation mécanique de référence dont la résistance caractéristique axiale $P_{k_{ft}}$ est égale à 1 520 N au sens de la norme NF P 30-313 sur le même élément porteur. Pour mémoire : valeur du système de référence, voir l'annexe 5 du CPT Commun 3563.

Selon les Règles NV 65 modifiées

L'intervalle entre fixations en tous points est calculé en fonction de la zone et du site de vent par référence :

- Aux Règles NV 65 modifiées ;
- Au CPT commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563) ;
- À la localisation en toiture ;

Les intervalles réels entre fixations sont adaptés au pas des tôles d'acier nervurées, sans dépasser les maxima calculés.

Lorsque l'intervalle calculé entre fixations devient inférieur à 18 cm, on utilisera obligatoirement des lignes de fixations complémentaires décrites dans le paragraphe § 2.4.5.1.1.3.2, avec les intervalles entre fixations résultant du nouveau calcul.

Pour un attelage de fixation mécanique de résistance axiale R_{ns} plus élevée que $R_{sr} = 1\ 520\ N$, on adopte la charge admissible par fixation : $Wad_{ns} = Wad_{sr}$

Pour un attelage de fixation mécanique de résistance axiale caractéristique plus basse, une correction d'intervalle est faite dans le rapport des résistances caractéristiques. On se reportera aux règles d'adaptation définies dans le CPT commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563), paragraphe 6 de l'annexe 5 de ce CPT Commun, à partir du système de référence.

Les tableaux 5, 6, 7, 8, 9 et 10 calculent les intervalles maximaux e (en cm), et les densités correspondantes d , dans des conditions simplifiées, qui prennent en compte des bâtiments courants fermés ou ouverts à versants plans de hauteur 20 m au plus et dont les dimensions respectent les proportions suivantes, qui conduisent à un coefficient d'élançement = 1 selon Règles NV 65 modifiées :

- Hauteur : $h \leq 0,5 a$ a = longueur ;
- Flèche : $f \leq 0,5 h$ dans le cas des versants plans ;
- Flèche : $f \leq 0,66 h$ dans le cas des versants courbes.

Sur demande, l'assistance technique de La Maison de l'Étanchéur effectue les calculs sur la base de l'annexe A au présent dossier, et indique la répartition des fixations pour les cas sortant de ce cadre simplifié (hauteur de bâtiment > 20 m, versants courbes, etc.).

	Largeur concernée
Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu...	1/10 ^e de la hauteur du bâtiment, sans être inférieure à 2 m
Angles	Intersection de 2 rives
Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m	1 m
Pourtour des autres émergences de dimensions plus petites : souches, lanterneaux, joints de dilatation...	Talon du relevé

Tableau 2 : Localisation des zones de toiture à dépression majorée

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

Les dispositions spécifiques à l'Eurocode 1 partie 1-4 et son Annexe nationale prises dans la méthode simplifiée s'adressent uniquement aux toitures planes et courbes de type rectangulaire et sont valables quelle que soit la pente de la toiture.

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

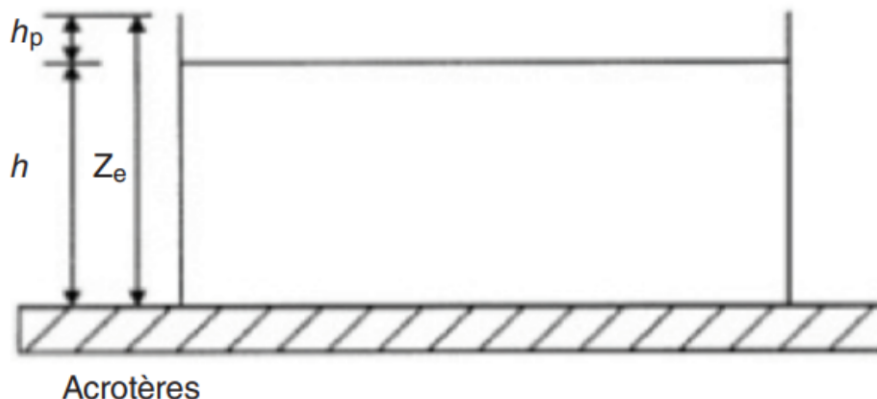
- D'une part, sur la base de la valeur de calcul à l'ELU par fixation (Wadmsr, système de référence) pour une fixation de référence dont la résistance caractéristique P_{kft} est donnée selon la norme NF P 30-313.
- Et d'autre part, par référence à la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA et son 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 :
 - Des caractéristiques du bâtiment, à savoir :
 - La forme et dimensions dont hauteur au faîtage,
 - La forme (plans ou courbes) et pente de ses versants,
 - La perméabilité à l'air des parois (bâtiment ouvert ou fermé),
 - De la région climatique,
 - De la catégorie de terrain,
 - Le coefficient d'orographie $c_0(z)$ est fixé à 1.
 - Le coefficient de direction c_{dir} est fixé à 1.
 - Le coefficient structural $c_s c_d$ est fixé à 1.
 - De la zone en toiture : partie courante, rive, angle, édicule et émergence.

Les coefficients $C_{pe,10}$ et $C_{pe,4}$ sont donnés dans les tableaux 5 à 5 ter de l'e-Cahier du CSTB 3779 de février 2017 – Méthode simplifiée pour la détermination du vent selon l'Eurocode 1 P1 4/NA de son corrigendum et de son annexe nationale.

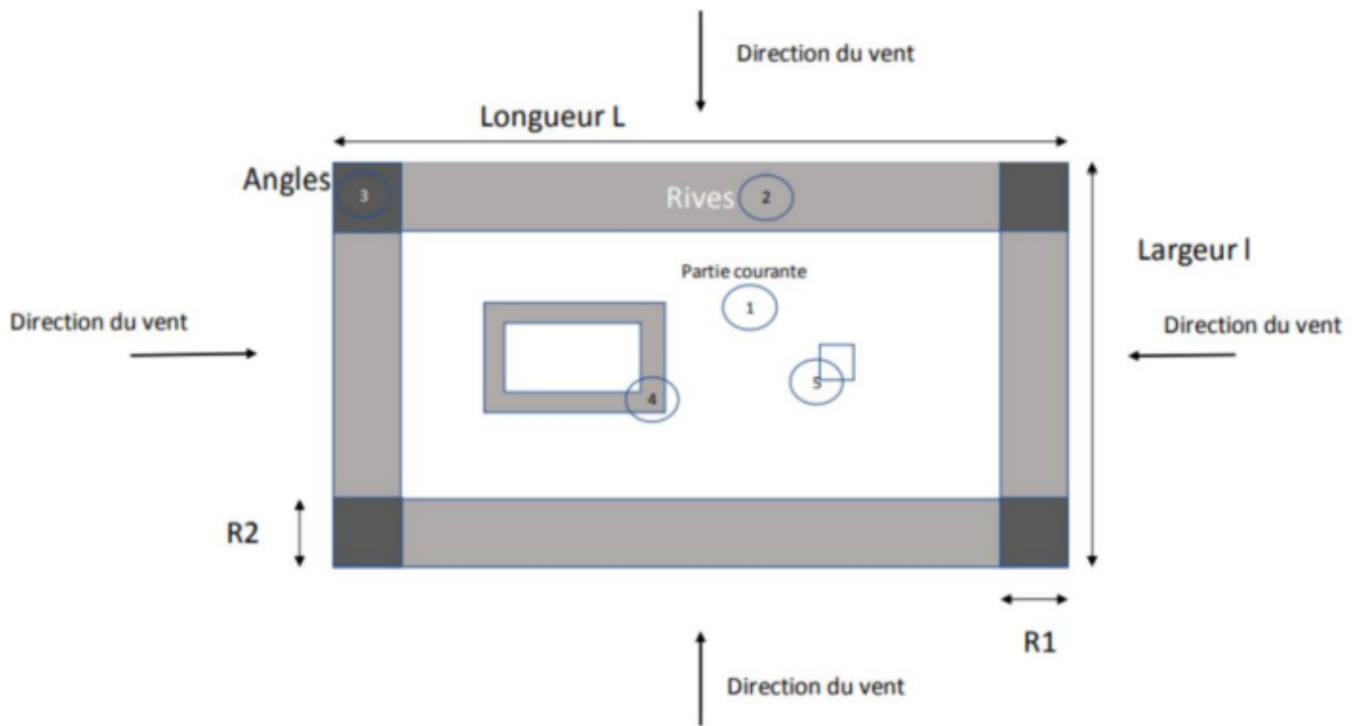
La hauteur de référence qu'il convient d'utiliser pour les toitures-terrasses avec acrotères est égale à : $z_e = h + h_p$

Où :

- h : hauteur du bâtiment sans la prise en compte d'acrotère comprenant le complexe d'étanchéité
- h_p : hauteur de l'acrotère comprise comme la hauteur depuis la face supérieure de la protection de l'acrotère



Pour la répartition des fixations, on distingue les différentes localisations en toiture suivantes :



1. Partie courante
2. Rives :
 - R1 : la largeur est le minimum entre $2/10^e$ de la hauteur du bâtiment et le $1/10^e$ de la largeur l du bâtiment, sans être inférieur à 2 m
 - R2 : la largeur est le minimum entre $2/10^e$ de la hauteur du bâtiment et le $1/10^e$ de la longueur L du bâtiment, sans être inférieur à 2 m
3. Angles : intersections des rives
4. Pourtour des édifices dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m : la largeur est égale à 1 m
5. Pourtour des émergences de dimensions plus petites : pieds des relevés

Figure 1 - Localisation des zones de toiture à dépression majorée

2.4.5.1.2. Pose de la 2^e couche

La 2^e couche est soudée, joints à recouvrements longitudinaux d'au moins 60 mm soudés, décalés d'au moins 100 mm par rapport à ceux de la 1^{ère} couche, ou croisés. Les recouvrements transversaux de la 2^e couche sont d'au moins 100 mm, décalés entre eux d'au moins 1 m. En about de lé, les granulats d'autoprotection sont noyés dans le liant avant soudure.

Lorsque les lés de 2^e couche sont posés dans le sens de la pente, et que la pente dépasse 100 % :

- Des fixations (les mêmes que pour la fixation de la 1^{ère} couche) sont obligatoires en tête de la couche autoprotégée. Le recouvrement par le lé amont est alors porté à 15 cm ;
- La longueur des lés est limitée à 5 m.

2.4.6. Relevés

2.4.6.1. Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 concernée.

Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés, avec talon de 10 cm pour l'équerre de renfort et 15 cm pour la couche de relevé, débordant le talon de l'équerre de 5 cm au moins.

Le relief est revêtu d'EIF.

2.4.6.2. Fixations en pied de relief

En pied de relief et d'émergences (cf. figures 4 - 5), le revêtement reçoit une rangée complémentaire de fixations (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), au même écartement ou à raison de 1 par plage. Ces fixations traversent généralement la costière, et l'on doit alors utiliser des vis d'une capacité de perçage 2×1 mm (cf. figure 5). Elles sont recouvertes par le talon de l'équerre de renfort, qui doit dépasser les plaquettes d'au moins 50 mm.

2.4.6.3. Composition et mise en œuvre des relevés

2.4.6.3.1. En toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques

Le relevé autoprotégé comprend :

- Équerre de renfort ÉQUERRE TOP ;

- Relevés en IMPER ALU 50 ES (SBS 35 TV60 Alu), ou IMPER ALU 50 ES ARD (SBS 35 TV60 Alu + ardoisage), ou en SINTOTEX 35 ARD (SBS 35 VVG 90 A).

2.4.6.3.2. En terrasses et toitures végétalisées

Le relevé comprend :

- 1 couche en feuille ÉQUERRE TOP S ;
- 1 couche en UNOSINT 30 E L4 JARDIN.

2.4.6.3.3. Sur acrotère en béton isolé thermiquement en toiture végétalisée

- Des panneaux isolants soudables en laine minérale (MW), ou en polyisocyanurate (PIR) (pouvant recevoir un revêtement autoadhésif) sont appliqués sur la hauteur du relevé, collés par plots de COLLE I 358 tous les 50 cm environ ou par fixation mécanique provisoire ;
- Une sous-couche UNOSINT ESL3 (autoadhésive ADH SI sur support PIR) sur la hauteur du relevé, est fixée mécaniquement tous les 50 cm environ, à recouvrements de 6 cm soudés et talon de 10 cm soudé sur 5 cm au moins sur le pare-vapeur de partie courante ;
- Une équerre de renfort ÉQUERRE TOP soudée sur la feuille UNOSINT E ADH SI sur 15 cm et talon de 10 cm sur la 1^{re} couche de partie courante ;
- Un relevé en UNOSINT 30 ESL3 JARDIN avec talon de 15 cm soudé sur l'équerre de renfort et sur la 1^{ère} couche du revêtement.

2.4.7. Mise hors d'eau

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 :

- Les panneaux isolants sont recouverts par au moins la 1^{re} couche ;
- Une bande de feuille de 1^{re} couche est soudée sur le pare-vapeur (ou sur l'élément porteur si le pare-vapeur n'est pas adhérent) et sur le revêtement de partie courante. Les équerres de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place.

2.4.8. Ouvrages particuliers

2.4.8.1. Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes, quel que soit le type de toiture.

2.4.8.2. Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 concernée, avec pièce de renfort UNOSINT ES L3 (ou UNOSINT ES L4) sous la platine.

La platine est soudée et fixée mécaniquement par 4 fixations au moins (cf. figure 7) sur l'élément porteur TAN, bois et panneaux à base de bois.

2.4.8.3. Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 concernée. Le dispositif de calfeutrement du joint de dilatation doit être titulaire d'un Avis Technique ; les systèmes sous Avis Technique des Sociétés IKO-AXTER, BMI Group France, Soprema sont vérifiées compatibles avec les feuilles du procédé Unofix E.

2.4.8.4. Chemins de circulation

Dans le cas des revêtements apparents, soudage d'une feuille UNO-SINT 30 E S ARD de couleur différente. Le renforcement s'effectue sur 1 m environ dans les zones de circulation.

2.4.8.5. Terrasses techniques ou à zones techniques

Les revêtements apparents pour terrasses techniques et zones techniques sont renforcés (cf. Tableau 11 et 1^{re} couche UNOSINT ES L4). Ce renforcement peut être rendu visible en utilisant une deuxième couche de couleur différente de celle des zones non techniques.

La pression admissible sur le procédé Unofix E est de 200 kPa lorsqu'il est mis en œuvre sur un support en maçonnerie. Lorsqu'il est posé sur un support isolant, la pression admissible est celle prescrite par le Document Technique d'Application de ce dernier, avec un maximum de 200 kPa.

2.4.8.6. Zones stériles des terrasses et toitures végétalisées

Sur terrasses plantées, la zone stérile doit être réservée conformément à l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

2.5. Entretien

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

Pour les toitures-terrasses végétalisées, l'Avis Technique du procédé de végétalisation précise les prescriptions particulières d'entretien.

2.6. Assistance technique

Le service technique de La Maison de l'Étanchéité assure, sur demande, une assistance technique à la réalisation de l'ouvrage, tant au niveau de la conception (choix du mode de pose, calcul des éléments de fixation) qu'à celui de la mise en œuvre sur chantiers.

2.7. Stockage, approvisionnement et circulation en toiture

2.7.1. Stockage au sol

Les rouleaux sont stockés debout dans leur emballage d'origine à l'abri de l'humidité (bâchés ou dans un local couvert), surélevés par rapport au sol sur un support plan et propre.

2.7.2. Approvisionnement en toiture

Répartir les matériaux et matériels de façon à éviter les surcharges éventuelles et manutentions inutiles.

Les matériaux, ainsi que les matériels électriques, stockés en toiture sont disposés loin des évacuations d'eaux pluviales. Ils doivent être protégés des intempéries à l'aide de bâches.

Les matériaux accessoires ou isolants susceptibles d'être emportés par le vent sont regroupés et lestés.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Les feuilles sont produites par la Société Imper Italia Srl dans son usine de Mappano (Turin, Italie).

Le liant préparé en usine est maintenu à 180 - 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction. Les armatures non-tissées sont imprégnées et enduites de bitume élastomère entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. L'autoprotection est appliquée avec un rouleau de pression. La feuille est ensuite lentement refroidie, puis enroulée à dimensions.

La conception, la production et le contrôle de qualité sont certifiés ISO 9001 par le Bureau Veritas Certification.

La nomenclature de l'autocontrôle est présentée au Tableau 22. Par ailleurs, Imper Italia Srl vérifie la compatibilité chimique du liant UNO E avec les préparations des surfaces des isolants aptes au soudage et des joints de dilatation, en accord avec leurs fournisseurs.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais caisson du ITC du 30 juin 2016 n° 5970/RT/16.
- Rapports d'essais des feuilles de partie courante du Laboratorio Business Unit Mappano d'Imper Italia SpA :
 - déchirure au clou à trois températures (CT), n° ITT-TRT/CA.1660.01 (juin 2016),
 - résistance au choc (EN 12691 méthode B), n° 0033.090116 du 16 janvier 2009 et ITT-I- CA.1605.24 (2016),
 - stabilité dimensionnelle (EN 1107-1 méthode A), n° 0033.111007 et n° 0033.111008 du 7 octobre 2011,
 - Résistance à la pression d'eau ITT-WT/CA.10 et WT-AC 1604.20 (2016),
 - Résistance au poinçonnement statique et dynamique ITTSL/CA.1604.30/31/32/33/11/12//13/24.
- Rapport d'essais du CSI (Bollate, Italie) n° 138/DEU/CPD/06 du 3 novembre 2006 : transmission de la vapeur d'eau (EN 1931 méthode A) ;
- Rapport d'essais du CSTB et de l'ITC (Milan) :
 - n° TO05-012-1 du 23 octobre 2006, UNOSINT ES L3 - UNOSINT ES L4 : tenue au vent,
 - n° ITC 5970 et 5971 (30 juin 2016) UNOSINT ES L3 - UNOSINT ES L4 : tenue au vent,
 - n° RSET 09-26018503 et RSET 09-260185093 des 3 et 25 juin 2009 : stabilité de forme lors d'une variation cyclique de température (retrait entravé), feuilles UNOSINT 25 ES L3, UNO-VEL 25 E ARD et UNOSINT 25 ES L4.
- PV de classement du WFRGENT 18335E Broof(t3), du 20 juin 2017.

2.9.2. Références chantiers

Le système est utilisé depuis 1990 pour environ 1 million de mètres carrés, et depuis 2008 avec les feuilles UNOSINT 25 ES L3 ou 25 ES L4. Depuis 2017, 10 000 m² ont été réalisés.

2.10. Annexe du Dossier Technique

2.10.1. Annexe A : Règles d'adaptation de la densité de fixations

Ces règles s'appliquent sur les éléments porteurs définis au § 2.3 du Dossier Technique, pour l'emploi des feuilles UNOSINT ES L3 et UNOSINT ES L4 fixées avec les attelages conformes au Cahier des Prescriptions techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006) et titulaires d'une Évaluation technique Européenne (ETE), pour les cas qui ne font pas l'objet des règles simplifiées des *tableaux 5, 6, 7, 8, 9 et 10*. En travaux de réfection, elles impliquent la réalisation d'essais d'arrachement in situ sur les éléments porteurs autres que TAN.

L'adaptation est faite suivant le § 2.4.5.1.1.3.4 et la présente *Annexe A*, et ce conformément au CPT commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, juin 2006) auquel il y a lieu de se référer.

A.1 Définitions

- *Attelage* Ensemble élément porteur + élément de liaison + plaquette de répartition.
Attelage de référence : TAN épaisseur 0,75 mm + vis EVDF 4,8 x L + plaquette 40 x 40 - épaisseur 0,8 mm.
- *ns* Notation liée au nouveau système à évaluer.
- *Wadm_{sr}* N/fixation Valeur admissible de l'attelage du système de référence, spécifiée au § 2.4.5.1.1.3.4 du Dossier Technique.
- *Wadm_{ns}* N/fixation Valeur admissible de l'attelage du nouveau système.
- *D_{ns}* Densité de fixations du nouveau système.
- *PK_{ft}* N Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage (NF P 30-313) spécifiée dans la fiche technique du fabricant.
- *Q_{ft}* N Charge limite de service de l'attelage dans un élément porteur en béton, spécifié dans la fiche technique du fabricant.
- *PK_{réel}* N Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage obtenue par essai *in situ* selon la norme NF P 30-313.
- *Q_{réel}* N Charge limite de service de l'attelage dans un élément porteur en maçonnerie (béton), obtenue par essai *in situ*.
- *F_{adm}* N Valeur la plus faible entre PK_{réel} et Q_{réel}.
- *R_{ns}* N Valeur la plus faible entre PK_{ft} et F_{adm} à retenir pour la fixation du nouveau système.

ATTELAGE	UNOSINT ES L3	UNOSINT ES L4
Vis EVDF 4,8 x L et plaquette 40 x 40 x 0,8	Wadm _{sr}	Wadm _{sr}
	UNOSINT ESL3	UNOSINT ESL4
PK _{sr} = 1 520 N	499 N/fixation	817 N/fixation

Tableau 3 : Attelage de fixation de référence et Wadm résultant

A.2 Règles générales

Les règles spécifiées dans le présent Dossier Technique s'appliquent, dont en particulier :

- Densité de fixations $D_{ns} \geq 3$ fixations/m² ;
- Espacement entre axes des fixations d'une même rangée ≥ 18 cm.

A.3 Détermination de la valeur admissible Wadm_{ns} des attelages

L'effort admissible par attelage à prendre en compte dans les calculs dépend de la valeur de la résistance à l'arrachement R_{ns}.

- En travaux neufs, la valeur R_{ns} à retenir est le PK_{ft}, compte tenu des cas particuliers suivants :
 - sur béton cellulaire autoclavé armé, $R_{ns} = 0,9 PK_{ft}$,
 - sur maçonnerie (béton), prendre la valeur la plus faible entre PK_{ft} et Q_{ft}.
- En travaux de réfection, la valeur R_{ns} à retenir est la plus faible des valeurs de résistance à l'arrachement F_{adm} (PK_{réel} ou Q_{réel} mesurées *in situ* selon l'annexe 4 du CPT commun, *e-Cahier du CSTB 3563*), et le PK_{ft} compte tenu des cas particuliers suivants :
 - sur béton cellulaire, R_{ns} ainsi calculé est affecté d'un coefficient de minoration = 0,7,
 - si R_{ns} est $\geq PK_{sr}$ (valeur Pk du système de référence, voir § 2.4.5.1.1.3.4 du Dossier Technique), on retient :
Wadm_{ns} = Wadm_{sr}
- si R_{ns} est $< PK_{sr}$ (valeur Pk du système de référence, voir § 2.4.5.1.1.3.4 du Dossier Technique), on retient :

$$Wadm_{ns} = Wadm_{sr} \times \frac{R_{ns}}{PK_{sr}}$$

A.4 Densité et répartition des fixations

La densité minimale des fixations dans le nouveau système : $D_{ns} (u/m^2) = \frac{P}{Wadm_{ns}}$ (il est rappelé que $D_{ns} \geq 3$)

où P (Pa) est la dépression due au vent extrême dans la zone de toiture à considérer (partie courante, rive, angle) définie selon les Règles NV 65 modifiées, et reprises dans le tableau 1 du CPT Commun, *e-Cahier du CSTB 3563*.

La répartition des fixations (espacement Lu des rangées et intervalles E entre fixations dans chaque rangée) est obtenue par la formule :

$$E \leq \frac{1}{D_{ns}} \times Lu$$

Lu (m) est = largeur de feuille moins largeur de recouvrement, ou 1/2 ou 1/3 de cette largeur Lu

E (m) est $\geq 0,18$ m

2.10.2. Annexe B : Dimensionnement au vent

2.10.2.1. Méthode de dimensionnement du revêtement d'étanchéité selon l'élément porteur

Élément porteur	Approche de dimensionnement de l'élément porteur	Méthode de Dimensionnement admise pour le revêtement d'étanchéité	Tableaux à considérer
Maçonnerie	Selon les Eurocodes	NV 65 modifiées	Tableau 7
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Tableau 10
Béton cellulaire autoclavé armé en réfection	cf. NF DTU 43.5	NV 65 modifiées	Tableau 7
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Tableau 10
TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment ≤ 20 m décrites au paragraphe 2.3.3.1	Selon la norme NF DTU 43.3	NV 65 modifiées	Tableaux 5 à 7
	Selon le DTU 43.3 suivant les prescriptions décrites au paragraphe « Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4 » du 2.4.4.1	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779 et les prescriptions décrites au paragraphe « Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4 » du 2.4.4.1	Tableaux 8 à 10
TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment > 20 m non décrites au paragraphe 2.3.3.1 du DT	Selon la norme NF DTU 43.3		
TAN grandes portées conformes au cahier CSTB 3537_V2	Selon le Cahier CSTB 3537_V2	NV 65 modifiées	Tableaux 5 à 7
Panneaux 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	NV 65 modifiées	Tableaux 5 à 7
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Tableaux 8 à 10
Planchers CLT ou planchers à caissons sous DTA	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Tableaux 5 à 7
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Tableaux 8 à 10

Tableau 4 : Tableaux à considérer selon la méthode de dimensionnement et le type d'élément porteur

2.10.2.2. Calcul des fixations selon les règles NV 65 modifiées – densité (d) et espacement entre fixation (espt, en cm) - attelage de fixation $R_{Sf} = 1\ 520\ N$ - Conditions simplifiées, cf. § 2.4.5.1.1.3.4

Tableau 5 : Travaux neufs – Bâtiments fermés – Versants plans – sur Tôles d'Acier Nervurées, bois et panneaux à base de bois

Système de référence :																	
• Wadmsr = 499N/fixation																	
Hauteur	Position	Zone 1				Zone 2				Zone 3				Zone 4			
		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	31	4	33	5	27
	Rives	4	35	5	26	4	29	5	23	5	24	6	18	6	19	7	32*
	Angles	5	25	7	18	6	21	7	32*	7	33*	9	26*	9	27*	10	22*
15 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	4	35	4	36	4	28	4	30	5	25
	Rives	4	32	5	23	5	27	6	21	6	21	7	34*	7	35*	8	29*
	Angles	5	23	7	34*	6	18	8	29*	8	30*	10	24*	9	25*	11	20*
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	4	32	4	33	5	26	4	27	5	23
	Rives	4	30	6	22	5	25	6	18	6	19	8	31*	7	32*	9	27*
	Angles	6	21	8	31*	7	35*	9	26*	8	22*	10	22*	10	20*	12	19*

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
 espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 5.1 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L3

Système de référence :																	
• Wadmsr = 817 N/fixation																	
Hauteur	Position	Zone 1				Zone 2				Zone 3				Zone 4			
		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	3	37	4	36	3	37	4	30	4	31	5	26
	Angles	3	37	4	29	4	33	5	25	5	26	6	21	5	22	6	18
15 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	3	37	4	32	4	34	5	27	4	28	5	23
	Angles	4	36	5	27	4	30	5	23	5	24	6	19	6	20	7	33*
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	4	37	3	37	4	30	4	31	5	25	5	26	5	21
	Angles	4	33	5	24	4	27	6	21	5	22	7	35*	6	34*	8	31*

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
 espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 5.2 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L4 et bandes de renfort UNOSINT ES L4

Tableaux 6 : Travaux neufs – Bâtiments ouverts – Versants plans – sur Tôles d'Acier Nervurées, bois et panneaux à base de bois

Système de référence :																	
• Wadmsr = 499N/fixation																	
Hauteur	Position	Zone 1				Zone 2				Zone 3				Zone 4			
		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	4	29	4	33	5	25	5	26	6	21	6	22	7	18
	Rives	4	29	6	22	5	24	6	19	6	19	8	31*	7	32*	9	27*
	Angles	6	20	7	31*	7	34*	9	26*	9	27*	11	21*	10	22*	12	18*
15 m	Courantes	4	36	5	26	4	30	5	23	5	24	6	19	6	20	7	33*
	Rives	5	27	6	20	5	22	7	34*	7	36*	8	28*	8	30*	9	25*
	Angles	6	18	9	27*	8	31*	10	23*	9	24*	12	19*	11	20*	13	24**
20 m	Courantes	4	37	5	24	4	27	6	21	5	22	7	35*	6	18	8	30*
	Rives	5	25	6	18	6	20	7	32*	7	33*	9	26*	8	27*	10	23*
	Angles	7	34*	9	25*	8	28*	11	22*	10	22*	13	18*	12	19*	14	24**

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)
 ** : avec 2 lignes intermédiaires (sur 3 rangs)

Tableau 6.1 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L3

Système de référence :																	
• Wadmsr = 817 N/fixation																	
Hauteur	Position	Zone 1				Zone 2				Zone 3				Zone 4			
		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	33	4	35	5	29
	Rives	3	37	4	35	3	37	4	30	4	31	5	25	5	26	6	22
	Angles	4	33	5	25	4	28	6	21	6	22	7	35*	7	18	9	30*
15 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	30	4	32	5	26
	Rives	3	37	5	32	4	36	4	27	4	28	5	23	5	24	7	20
	Angles	4	30	5	23	5	25	6	19	6	20	7	31*	7	32*	9	27*
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	4	34	4	35	4	28	4	29	5	24
	Rives	3	37	4	30	4	33	5	25	5	26	6	21	5	22	7	18
	Angles	4	28	6	20	5	23	7	35*	6	18	8	29*	8	30*	10	25*

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 6.2 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L4 et bandes de renfort UNOSINT ES L4

Tableau 7 : Sur maçonnerie (béton), béton cellulaire et sur Tôles d'Acier Nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs et de réfection avec ancien revêtement conservé - Bâtiments fermés et ouverts - Versants plans - (sur ancien revêtement sous protection lourde : voir alors tableaux 6)

Système de référence :																	
• Wadmsr = 499N/fixation																	
Hauteur	Position	Zone 1				Zone 2				Zone 3				Zone 4			
		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	4	31	4	35	5	27	4	28	5	22	5	23	6	19
	Angles	4	28	6	21	5	23	7	18	6	18	8	30*	8	31*	9	26*
15 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	35
	Rives	3	37	4	28	4	32	5	24	5	25	6	20	6	21	7	35*
	Angles	5	25	6	19	6	21	7	32*	6	34*	9	27*	9	26*	10	23*
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	33
	Rives	4	31	5	26	4	29	5	22	5	23	6	19	6	19	7	33*
	Angles	5	21	7	35*	6	39*	8	30*	7.0	31*	9	25*	9	26*	11	22*

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 7.1 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L3

Système de référence :																	
• Wadmsr = 817 N/fixation																	
Hauteur	Position	Zone 1				Zone 2				Zone 3				Zone 4			
		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé		Site normal		Site exposé	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	5	36	3	37	4	31
	Angles	3	37	4	33	3	37	4	29	4	30	5	24	5	25	6	21
15 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	33	4	34	4	28
	Angles	3	37	4	30	4	34	5	26	4	27	6	22	5	22	6	19
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	3	37	4	35	3	37	4	30	4	31	5	26
	Angles	3	37	4	30	4	34	5	26	4	27	5	22	5	23	7	19

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 7.2 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L4 et bandes de renfort UNOSINT ES L4

2.10.2.3. Calcul des fixations selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier du CSTB n°3779 de février 2017 – densité (d) et espacement entre fixation (espt, en cm) - attelage de fixation $R_{sr} = 1\ 520\ N$ - Conditions simplifiées, cf. § 2.4.5.1.1.3.4, pente $\leq 8,7\ \%$

Tableau 8 : Travaux neufs – Bâtiments fermés – Versants plans – sur Tôles d'Acier Nervurées, bois et panneaux à base de bois

Système de référence :																									
• Wadmsr = 499N/fixation																									
Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4					
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	34	3	37	3	36	4	29
	Rives	3	37	4	30	5	24	3	37	5	25	6	20	3	36	6	22	7	34*	4	31	6	19	8	30*
	Angles	3	37	5	23	6	18	4	32	6	19	8	30*	5	27	7	32*	9	26*	5	23	8	28*	10	22*
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	35	3	37	4	35	4	29	3	37	4	30	5	25
	Rives	3	37	5	25	6	21	4	32	6	21	7	18	4	27	7	18	8	30*	5	23	7	30*	9	26*
	Angles	4	29	6	19	7	32*	5	24	7	32*	9	26*	6	20	8	26*	10	22*	7	18	10	24*	11	20*

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 8.1 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L3

Système de référence :																									
• Wadmsr = 817N/fixation																									
Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4					
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	34	3	37	3	36	4	29	3	37	4	31	5	25
	Angles	3	37	3	37	4	30	3	37	4	32	5	25	3	37	5	27	6	22	3	37	5	23	6	19
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37
	Rives	3	37	3	37	4	35	3	37	4	35	4	30	3	37	4	30	5	25	3	37	5	26	6	22
	Angles	3	37	4	31	5	27	3	37	5	26	5	22	4	34	5	22	6	19	4	29	6	19	7	32*

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 8.2 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L4 et bandes de renfort UNOSINT ES L4

Tableaux 9 : Travaux neufs – Bâtiments ouverts – Versants plans – sur Tôles d'Acier Nervurées, bois et panneaux à base de bois

Système de référence :																									
• Wadmsr = 499N/fixation																									
Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4					
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt		
10 m	Courantes	3	37	3	37	4	30	3	37	4	31	5	25	3	37	5	26	6	21	3	37	5	23	6	18
	Rives	3	37	5	23	6	19	4	33	6	19	7	32*	4	28	7	32*	9	26*	5	24	8	28*	10	22*
	Angles	4	31	6	18	8	30*	5	26	7	30*	9	24*	5	22	9	26*	11	20*	6	19	10	22*	12	18*
20 m	Courantes	3	37	4	31	5	26	3	37	5	26	5	22	4	33	5	22	6	18	4	29	6	19	7	32*
	Rives	4	29	6	19	7	32*	5	25	7	32*	8	28*	6	21	8	28*	10	24*	7	18	10	24*	11	20*
	Angles	5	23	7	30*	9	26*	6	20	9	26*	10	22*	7	32*	10	22*	12	18*	8	28*	12	18*	14	24**

d : densité (u/m²) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)
 ** : avec 2 lignes intermédiaires (sur 3 rangs)

Tableau 9.1 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L3

Système de référence :																									
• Wadmsr = 817N/fixation																									
Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4					
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt		
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	35	3	37	3	37	4	30
	Rives	3	37	3	37	4	31	3	37	4	32	5	26	3	37	4	27	5	22	3	37	5	23	6	19
	Angles	3	37	4	31	5	25	3	37	5	26	6	21	3	36	5	22	7	34*	4	31	6	19	8	30*
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	36	3	37	3	36	4	31	3	37	4	31	5	26
	Rives	3	37	4	32	5	27	3	37	5	27	5	23	4	34	5	23	6	19	4	30	6	20	7	32*
	Angles	3	37	5	26	6	21	4	32	6	21	7	18	4	27	6	18	8	30*	5	24	7	32*	9	26*

d : densité (u/m²) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 9.2 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L4 et bandes de renfort UNOSINT ES L4

Tableau 10 : Sur maçonnerie (béton), béton cellulaire et sur Tôles d'Acier Nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs et de réfections avec ancien revêtement conservé - Bâtiments fermés et ouverts - Versants plans - (sur ancien revêtement sous protection lourde : voir alors tableaux 9)

Système de référence :																									
• Wadmsr = 499N/fixation																									
Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4					
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt		
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37		
	Rives	3	37	4	34	4	28	3	37	4	29	5	23	3	37	5	25	6	20	3	35	6	21		
	Angles	3	37	5	25	6	20	4	35	6	21	7	34*	4	30	7	18	8	28*	5	26	8	30*		
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37		
	Rives	3	37	4	29	5	24	3	36	5	24	6	20	4	31	6	20	7	34*	5	27	7	18		
	Angles	4	32	6	21	7	18	5	27	7	34*	8	30*	5	22	8	30*	9	24*	6	19	9	26*		

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

* : avec 1 ligne intermédiaire (sur 2 rangs)

Tableau 10.1 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L3

Système de référence :																									
• Wadmsr = 817N/fixation																									
Hauteur	Position	Région 1						Région 2						Région 3						Région 4					
		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0		IIIb		II		0	
		d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt	d	espt		
10 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37		
	Rives	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	33	3	37	4	35		
	Angles	3	37	3	37	4	33	3	37	4	35	4	28	3	37	4	29	5	24	3	37	5	25		
20 m	Courantes	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37		
	Rives	3	37	3	37	3	37	3	37	3	37	4	33	3	37	4	34	4	28	3	37	4	29		
	Angles	3	37	4	35	4	29	3	37	4	29	5	24	3	37	5	25	6	21	4	32	6	21		

d : densité (u/m^2) des attelages donnée à titre indicatif
espt : espacement (cm) entre fixations d'une même ligne

Tableau 10.2 : Système Unofix E avec 1ère couche UNOSINT ES L4 et bandes de renfort UNOSINT ES L4

2.10.3. Tableaux du Dossier Technique

Support direct du revêtement pente ⁽¹⁾	Revêtement d'étanchéité	
	Toitures inaccessibles ⁽²⁾	Toitures techniques ou à zones techniques ⁽³⁾
<ul style="list-style-type: none"> • Maçonnerie • Béton cellulaire autoclavé armé, en réfection uniquement • Bois et panneaux à base de bois, y compris CLT et caissons • Isolant thermique (4) : <ul style="list-style-type: none"> - laine de verre (5) (6) (7) - laine de roche (6) (7) - PU 	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR	UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR
<ul style="list-style-type: none"> - Polystyrène expansé 	écran thermique (8) + UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR	
Ancien revêtement autoprotégé (1) (cf. § 2.3.6) : <ul style="list-style-type: none"> • Asphalte autoprotégé • Autres asphaltes • Revêtements bitumineux autoprotégés • Enduit pâteux, ciment volcanique 	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR	UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR
	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR	UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR
<ul style="list-style-type: none"> • Membrane synthétique⁽⁹⁾ 	Alu VV + UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR	Alu VV + UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOVEL 25 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD ou UNOSINT 35 E ARD ou UNOSINT 30 ES ARD FR

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Les pentes sont conformes aux normes NF référence NF DTU série 43, pour les dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé, la pente est de 1 % au minimum.

(2) Chemins de circulation : selon le § 2.4.8.4 du Dossier Technique.

(3) Selon le § 2.4.8.5 du Dossier Technique.

(4) L'aptitude à l'emploi de chaque isolant est déterminée par son Document Technique d'Application particulier.

(5) À destination des toitures inaccessibles uniquement.

(6) Emploi en terrasse technique ou en zone technique : si le Document Technique d'Application de l'isolant le permet.

(7) Lorsque la compressibilité à 10 % de déformation selon la norme NF EN 826 est inférieure à 100 kPa, les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et ceux du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas » (cf. § 2.2.2.4 du Dossier Technique).

(8) Écran thermique en UNOVEL 25 E ARD (cf. § 2.3.54.4 du Dossier Technique).

(9) Sauf dans le cas d'une ancienne membrane synthétique sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. tableau 1 de la norme NF DTU 43.5).

Tableau 11 : Revêtements pour toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques, en apparent, en travaux neufs ou de réfection

Support du revêtement pente :⁽¹⁾	Revêtement d'étanchéité
<ul style="list-style-type: none"> • Maçonnerie • Maçonnerie + isolation inversée ⁽²⁾ • Bois et panneaux à base de bois • Panneaux CLT et caisson bois⁽⁷⁾ 	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN
<ul style="list-style-type: none"> • Isolants⁽³⁾ : <ul style="list-style-type: none"> - verre cellulaire - laine de minérale ⁽⁵⁾ 	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN
- PU	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN
- polystyrène expansé	<p style="text-align: center;">écran thermique⁽⁶⁾ + UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN</p>
Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) : <ul style="list-style-type: none"> • Asphalte autoprotégé • Autres asphaltes • Revêtements bitumineux autoprotégés minéral • Revêtements bitumineux autoprotégés métal • Enduit pâteux, ciment volcanique • Membrane synthétique⁽⁴⁾ 	UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN Alu VV + UNOSINT 25 ES L3 ou UNOSINT 25 ES L4 ou UNOSINT 30 ES L4 + UNOSINT 30 ES L4 JARDIN
<p style="text-align: right;"><i>Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.</i></p> <p>(1) Les pentes sont conformes à celles de l'Avis Technique de la végétalisation.</p> <p>(2) Les Règles Professionnelles « Isolation inversée de toitures-terrasses » de juin 2021 indiquent les prescriptions de mise en œuvre du panneau isolant.</p> <p>(3) Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément aux Règles Professionnelles "Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde" de juillet 2024.</p> <p>(4) Sauf dans le cas d'une ancienne membrane synthétique sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. tableau 1 de la norme NF DTU 43.5). L'écran d'indépendance VV 100 est facultatif.</p> <p>(5) Isolant de classe C, si les Règles Professionnelles "Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde" de juillet 2024 et la fiche système de l'isolant établie selon ces Règles, le prévoient.</p> <p>(6) Ecran thermique en UNOVEL 25 E ARD.</p> <p>(7) Si le DTA de l'élément porteur le prévoit.</p>	

Tableau 12 : Revêtements pour terrasses et toitures végétalisées en travaux neufs et de réfections

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur
Maçonnerie	Cas courant ⁽¹⁾	EIF + UNOVEL 25 E/G soudé en plein ou collé à froid ⁽²⁾ EIF + STICKER 2 mm
	Locaux à forte hygrométrie	EIF + IMPER ALU 50 ES ARD soudé en plein ou collé à froid ⁽²⁾ EIF + VAPOBAR ou VAPOBAR G soudé en plein, ou VAPOBAR DG soudé en plein ou collé à froid ⁽²⁾
Tôles d'acier nervurées	Locaux à faible, moyenne hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3 + A1
	Locaux à forte hygrométrie	UNOVEL 25 E/G partiellement collé, ou UNOVEL 3 joints 6 cm soudés ou selon le NF DTU 43.3 EIF + STICKER 2 mm
Bois et panneaux à base de bois (y compris CLT) ⁽³⁾	Selon le NF DTU 43.4	<ul style="list-style-type: none"> • Soit : UNOVEL 25 E ou UNOVEL 3 cloué selon le NF DTU 43.4, joints de 6 cm soudés • Soit : UNOVEL 25 E/G collé à froid⁽²⁾ • Soit EIF + STICKER 2 mm

(1) Par cas courant, on entend les planchers hauts des locaux à faible ou moyenne hygrométrie ne comportant pas d'éléments chauffants.

(2) Consommation de colle à froid COLLE I (cf. § 2.2.2.3.7) : 500 g/m² environ, soit un plot tous les 50 cm en quinconce, soit une bande tous les 50 cm.

(3) Après pontage des joints des panneaux à base de bois.

Rappels :

- les feuilles pare-vapeur sont posées à recouvrements de 6 cm soudées,
- sur les reliefs en béton et en blocs de béton cellulaire autoclavé en continuité des parties courantes en maçonnerie, une équerre en ÉQUERRE TOP S est soudée.

Tableau 13 : Choix et mise en œuvre du pare-vapeur en toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur sans EAC
Maçonnerie ⁽¹⁾	Cas courant ⁽²⁾	EIF + UNOVEL 25 E soudé en plein ou collé à froid ⁽²⁾ EIF + STICKER 2 mm
	Cas courant en climat de montagne	EIF + IMPER ALU 50 ES soudé en plein ou collé à froid ⁽²⁾ EIF + VAPOBAR ou VAPOBAR G soudé en plein, ou VAPOBAR DG soudé en plein ou collé à froid ⁽²⁾
Tôles d'acier nervurées	Locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3 P1 + A1
Bois et panneaux à base de bois (y compris CLT) ⁽¹⁾	Locaux à faible, moyenne hygrométrie	UNOVEL 25 E cloué, joints soudés ⁽³⁾ (cf. NF DTU 43.4 P1)

(1) Pontage des joints selon § 2.4.2.1 et § 2.4.2.2.

(2) Par cas courant, on entend les planchers hauts des locaux à faible ou moyenne hygrométrie ne comportant pas d'éléments chauffants.

Rappels : les feuilles pare-vapeur sont posées à recouvrement de 6 cm collés par EAC ou soudés. Les sous-couches perforées sont posées bord à bord ou à recouvrement. Sur les reliefs en béton en continuité des parties courantes sur élément porteur maçonnerie, une feuille en ÉQUERRE TOP S est soudée.

Tableau 14 : Choix et mise en œuvre du pare-vapeur sous toitures-terrasses végétalisées

Caractéristique	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à + 70 °C
Ramollissement TBA (°C)	≥ 110	≥ 100
Pénétration à + 25 °C (indicatif) (dmm)	40 à 45	
Température limite de souplesse à froid (°C)	≤ - 20	≤ - 5
Reprise élastique totale (NF P 84-360) après élongation %	≥ 200	≥ 25
Taux de fines (%)	≤ 35	

Tableau 15 : Caractéristiques du liant UNO E

Caractéristique	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à + 70 °C
Ramollissement TBA (°C)	≥ 110	≥ 100
Pénétration à + 25 °C (indicatif) (dmm)	40 à 45	
Température limite de souplesse à froid (°C)	≤ - 20	≤ - 5
Reprise élastique totale (NF P 84-360) après élongation %	≥ 200	≥ 25
Taux de fines (%)	≤ 35	
Taux d'adjuvant anti-racines (Preventol B2) (g/m ²)	≥ 20	

Tableau 16 : Caractéristiques du liant UNO E / A antiracine

Caractéristiques	UNOVEL 25 E ARD	UNOSINT 25 ES L3	UNOSINT 25 ES L4 UNOSINT 30 ES L4 UNOSINT 30 ES ARD UNOSINT 35 ES ARD	UNOSINT 30 ES ARD FR	UNOSINT 30 ES L4 JARDIN UNOSINT 35 ES L4 JARDIN
Nature et masse surfacique (g/m ²)	Voile de verre 50 ± 15 %	Non-tissé polyester-verre 140 ± 20 %	Non-tissé polyester-verre 180 ± 20 %	Non-tissé polyester-verre 250 ± 20 %	Non-tissé polyester-verre 180 ± 20 %
Contrainte de rupture en traction (N/50 mm) ± 20 %	Sens L 200 Sens T 160	Sens L 300 Sens T 160	Sens L 600 Sens T 500	Sens L 650 Sens T 600	Sens L 750 Sens T 550
Allongement de rupture	1 %	35 % ± 15	35 % ± 15	35 % ± 15	35 % ± 15

Tableau 17 : Caractéristiques des armatures

Appellations commerciales	UNOSINT 25 ES L3		UNOSINT 25 ES L4 / UNOSINT 30 ES L4	
	DT	DTEX	DT	DTEX
Faces avec film fusible	2	2	2	2
Film TERMOTÈNE (g/m ²)	2 × 10		2 × 10	
Film TEXTÈNE (g/m ²)		2 × 25		2 × 25
Armature polyester non-tissé stabilisée	140		180	
Liant UNO E (g/m ²) (- 5 %)	2 950		2 950	3500
Épaisseur nominale (mm et tolérances %)	2,65 (± 5)		2,65 (± 5)	3,15 (± 5)
Dimensions des rouleaux (m × m)	10 × 1		10 × 1	
Poids des rouleaux (indicatif)	31 / 32		31 / 32	36 / 37
Destination	Première couche fixée mécaniquement			
Présentation des finitions de surface et/ou de sous-face des feuilles :				
<ul style="list-style-type: none"> • DT : film thermofusible polyéthylène 10 g/m² dénommé « TERMOTÈNE » sur deux faces. • DTEX : film thermofusible polypropylène 25 g/m² sur deux faces. 				
Présentation 1 face TERMOTÈNE / 1 face TEXTÈNE (suffixe T/TEX) est également possible.				

Tableau 18 : Composition et présentation des feuilles 2 faces noires

Appellations codifiées	25 VV 50 A		30 CPV 180 A		35 CPV A		30 CPV A FR
	UNOVEL 25 E ARD		UNOSINT 30 ES ARD		UNOSINT 35 ES ARD		UNOSINT 30 ES ARD FR
	T	TEX	T	TEX	T	TEX	T
Film TERMOTÈNE (g/m ²)	10		10		10		10
Film TEXTÈNE (g/m ²)		25		25		25	
Armature voile de verre	50						
Armature polyester non-tissé verre			180		180		250
Liant UNO E (g/m ²) (- 5 %)	2 950		3 500		4050		3500
Granulats d'autoprotection (g/m ²)	1 000		1 000		1000		1000
Épaisseur nominale (EN 1849-1) (mm et tolérances %)	3,5 (± 5)		3,8 (± 5)		4,5 (± 5)		4,0 (± 5)
Épaisseur minimale en lisière (mm et tolérances %)	2,65 (± 5)		2,95 (± 5)		3,65 (± 5)		3,15 (± 5)
Dimensions des rouleaux (m × m)	10 × 1		10 × 1		10 × 1		10 × 1
Poids des rouleaux (indicatif) (kg)	40		46		52		47
Destination	2 ^{ème} couche autoprotégée		Chemins de circulation		Chemins de circulation		2 ^{ème} couche autoprotégée

Tableau 19 : Composition et présentation des feuilles autoprotégées

Appellations codifiées	30 CPV 180 A		35 CPV 180 A	
Appellations commerciales	UNOSINT 30 ES L4 JARDIN		UNOSINT 35 ES L4 JARDIN	
	DT	DTEX	DT	DTEX
Film TERMOTÈNE (g/m ²)	10		10	
Film TEXTÈNE (g/m ²)		25		25
Armature polyester non-tissé stabilisée	180		180	
Liant UNO E (g/m ²) (- 5 %)	3500		4000	
Granulats d'autoprotection (g/m ²)	1000		1000	
Épaisseur nominale (mm et tolérances %)	3,2 (± 5)		3,5 (± 5)	
Dimensions des rouleaux (m × m)	10 × 1		10 × 1	
Poids des rouleaux (indicatif)	46		53	
Destination	2 ^{ee} couche sous TTV et jardin			
Présentation des finitions de surface et/ou de sous-face des feuilles :				
<ul style="list-style-type: none"> • DT : film thermofusible polyéthylène 10 g/m² dénommé « TERMOTÈNE » sur deux faces. • DTEX : film thermofusible polypropylène 25 g/m² sur deux faces. 				
Présentation 1 face TERMOTÈNE / 1 face TEXTÈNE (suffixe T/TEX) est également possible.				

Tableau 20 : Composition et présentation de la feuille à finition ardoisée Jardin

Caractéristiques	UNOVEL 25 E ARD	UNOSINT 25 ES L3	UNOSINT 25 ES L4 / UNOSINT 30 ES L4/ UNOSINT 30 ES ARD/ UNOSINT 35 ES ARD	UNOSINT 30 ES ARD FR	UNOSINT 30 ES L4 JARDIN	UNOSINT 35 ES L4 JARDIN
Masse surfacique (EN 1848-1) (VLF - kg/m ²)	4,0 ± 0,4	3,2 ± 0,3	3,2 / 3,6 / 4,6 / 5,2 ± 0,3	4,7	4,6 ± 0,4	5,3 ± 0,5
Étanchéité à l'eau (EN 1928 - VLF)	Passe	Passe	Passe	Passe	Passe	
Perméance à la vapeur d'eau (valeur forfaitaire) - μ (EN 1931)	20 000	20 000	20 000	20 000	-	
Contrainte de traction (EN 12311- 1) à rupture d'armature, valeur déclarée L × T (N/50 mm - VDF)	350 × 250 ± 15 %	450 × 250 ± 15 %	750 × 550	850 × 800	750 × 550 (± 20 %)	
Contrainte de traction (EN 12311- 1) à rupture d'armature valeur minimale L × T (N/50 mm - VLF)	300 × 215	380 × 340	600 × 440	680 × 640	600 × 440	
Allongement de rupture (EN 12311-1) valeur déclarée L × T (%) (et tolérance - VLF)	2 × 2	45 × 45 (± 15)	45 × 45 (± 15)	45 × 45 (± 15)	45 × 45 (± 15)	
Température limite de souplesse à basse température (EN 1109) (°C VLF) état neuf - sens L et T	- 20	- 20	- 20	- 20	- 20	
Température limite de souplesse à basse température (EN 1109) (°C - VLF) état vieilli (EN 1296) 6 mois à 70 °C	- 5	- 5	- 5	- 5	- 5	
Tenue à la chaleur (EN 1110) (°C - VDF) état neuf - sens L et T	100	100	100	100	100	
Tenue à la chaleur (EN 1110) (°C) état vieilli (EN 1296 - VLF) 6 mois à 70 °C	90	90	90	90	90	
Retrait libre maximum à 80 °C (EN 1107-1) (%) - VLF)	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	
Résistance au poinçonnement statique (EN 12730 - VLF) méthode A (daN) (Guide UEAtc de décembre 2001)	5 (L5)	15 (L15)	25 (L25)	25 (L25)	25 (L25)	
Résistance au choc (EN 12691:2006) méthode B sur polystyrène expansé - hauteur (mm - VLF)	≥ 500	≥ 800	≥ 1 200	≥ 1 200	≥ 1 200	
Résistance au poinçonnement statique (NF P 84-354) (kg)	≥ 5	15 (L3 au moins)	25 (L4 au moins)	25 (L4 au moins)	25 (L4 au moins)	
Résistance au poinçonnement dynamique (NF P 84-354) (J)	D1	D2	D2	D2	D3	
Résistance à la déchirure au clou à + 23 °C (EN 12310-1) L × T (N - VDF)	50 × 50	140 × 160	150 × 180	150 × 180	150 × 180	
Adhérence des granulats sens L (EN 12039) (perte % - VLF)	≤ 30		≤ 30	≤ 30	≤ 30	

Tableau 21 : Caractéristiques spécifiées des feuilles

sur matières premières	Fréquence	Certificat du fournisseur
* Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C	Chaque livraison	Oui
* Fines : granulométrie	Chaque livraison	
* Ardoises : granulométrie - coloris	Chaque livraison	Oui
* Films : poids	Chaque livraison	Oui
* Armatures : poids - traction - stabilité dimensionnelle	Chaque livraison	Oui
sur bitume modifié		
* TBA - pénétration à 25 °C	Chaque mélange	
* Microscopie par fluorescence	Chaque mélange	
* Souplesse à basse température	1/mois	
sur produits finis		
* Épaisseur - Longueur - Largeur - Lisières - Poids	Permanent	
* Tenue des granulats	1/mois	
* Tenue à la chaleur	1/poste/machine	
* Souplesse à basse température (état neuf)	1/poste/machine	
* Souplesse à basse température (état vieilli EN 1296)	2/an	
* Retrait libre	1/semaine	
* Vieillessement 6 mois à 70 °C (Guide UEAtc de décembre 2001)	2/an	

Tableau 22 : Nomenclature de l'autocontrôle

2.10.4. Schémas du Dossier Technique

Schémas de principe sans échelle

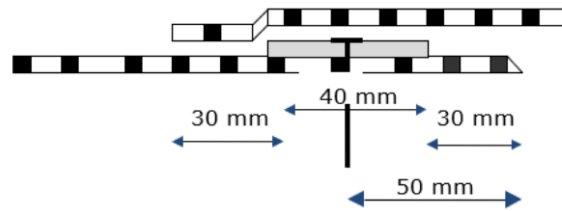
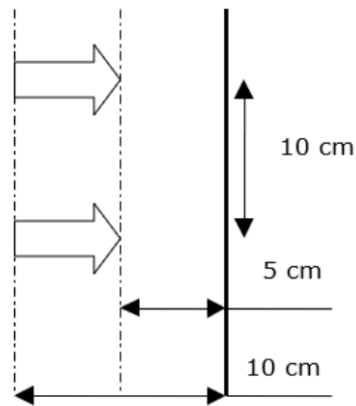


Figure 2 : Coupe sur jonction et fixation en lisière de la 1ère couche



Le film de surface comporte une série de flèches espacées de 10 cm dont la pointe se trouve à 5 cm du bord du lé et la base à 10 cm.

Figure 3 : Repères sur la feuille de 1ère couche

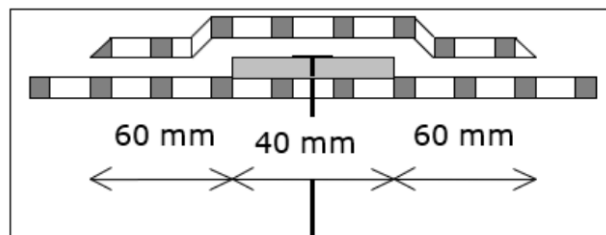
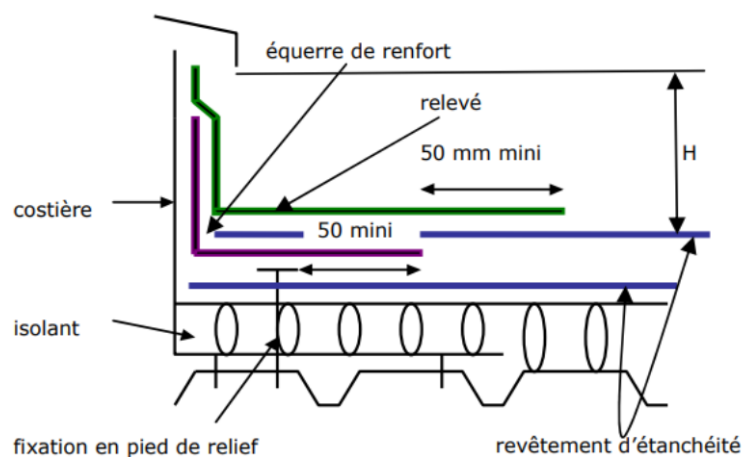
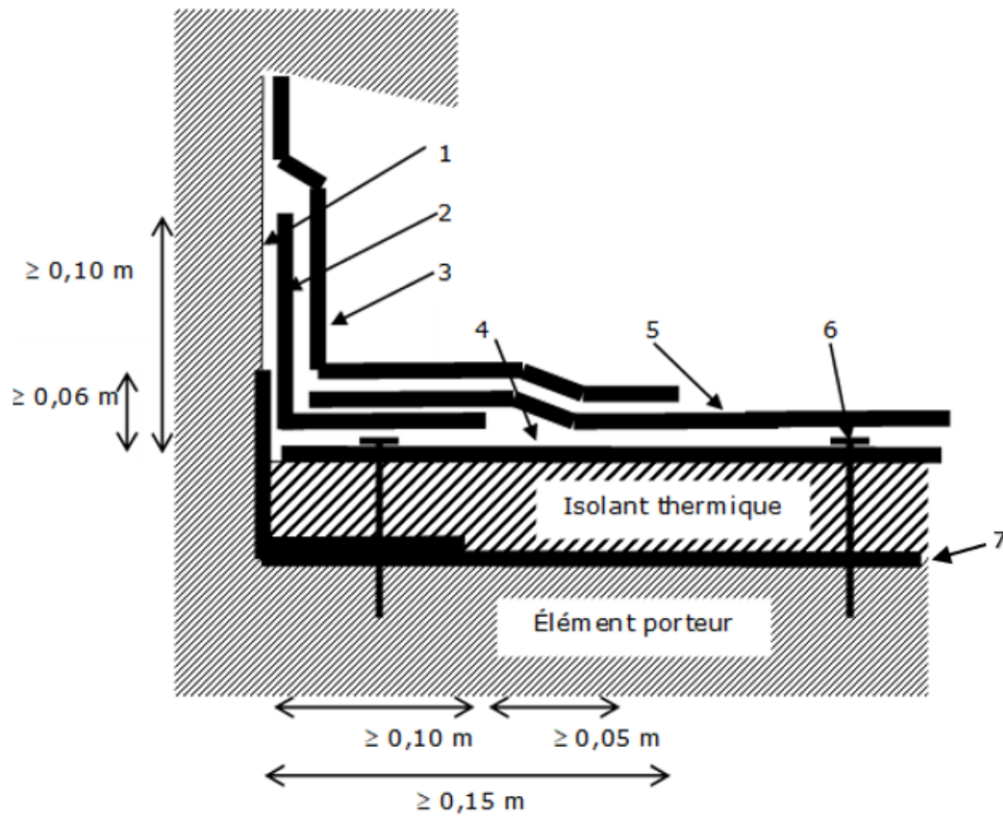


Figure 4 : Coupe sur rangée de fixations complémentaires et bande de recouvrement



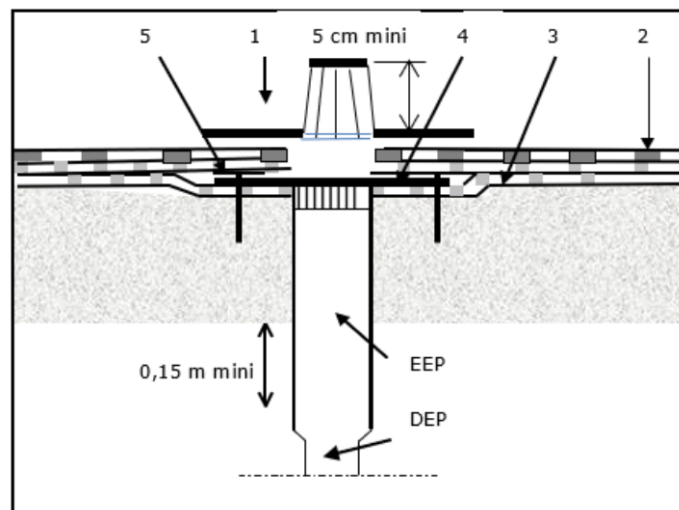
Hauteur H selon le NF DTU 43.3 P1-1

Figure 5 : Coupe sur relevé, exemple sur Tôles d'Acier Nervurées (TAN)



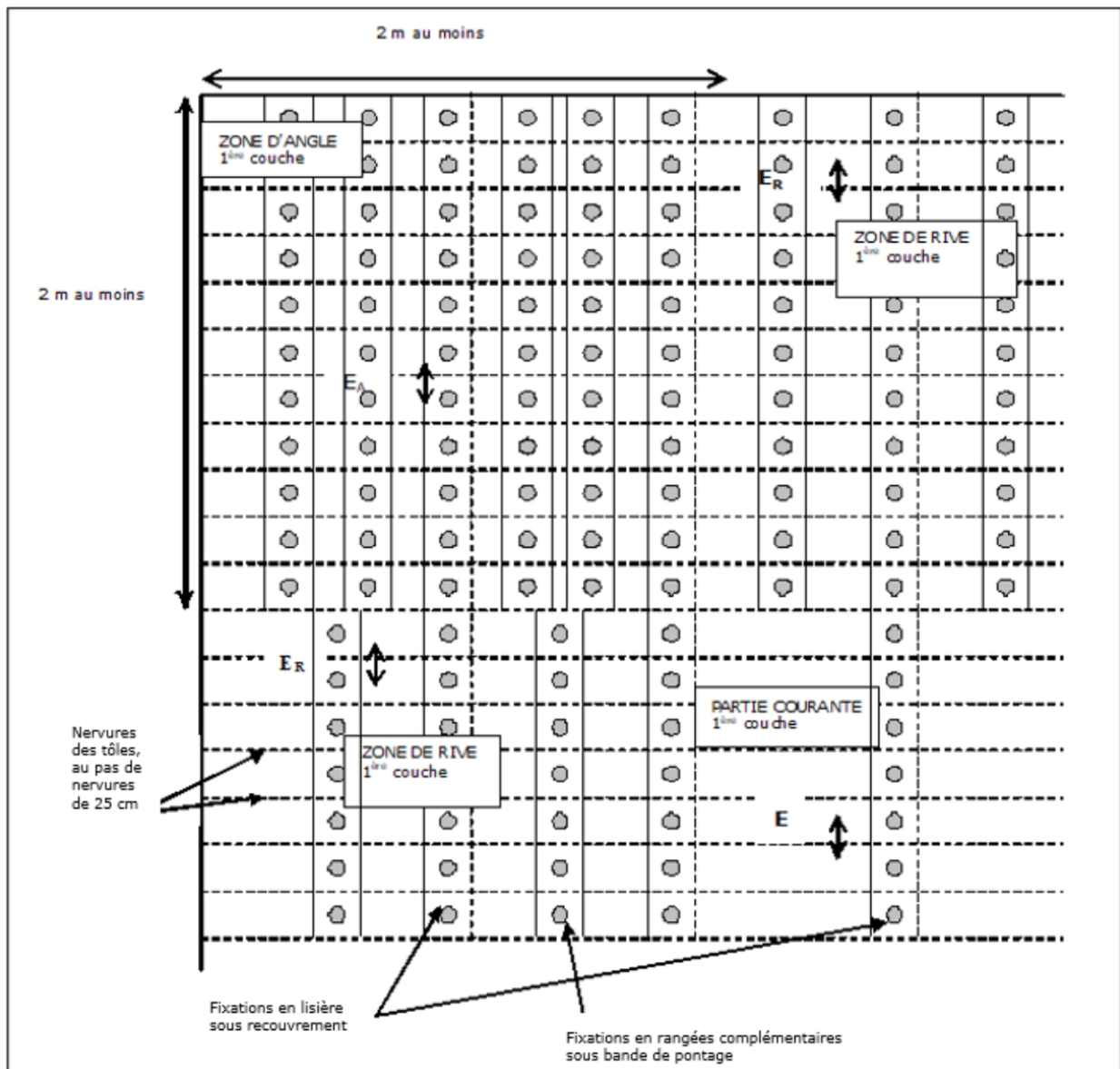
- 1 - EIF
- 2 - ÉQUERRE TOP
- 3 - Relevé autoprotégé
- 4 - 1^{ère} couche du revêtement fixée mécaniquement
- 5 - 2^{ème} couche autoprotégée
- 6 - Attelage de fixation mécanique
- 7 - Pare-vapeur

Figure 6 : Exemple de relevé



- 1 - Crapaudine
- 2 - Revêtement d'étanchéité
- 3 - Empiècement 1 m × 1 m (cf. § 2.4.8.2 du Dossier Technique)
- 4 - Platine soudée 0,12 m au minimum
- 5 - Sur TAN, bois et panneaux à base de bois : fixation mécanique de la platine

Figure 7 : Exemple d'entrée d'eaux pluviales



E écartement en partie courante, exemple d'une fixation sur 1 rang en lisière

ER écartement en rive, exemple d'une fixation sur 2 rangs en lisière et sous une bande de pontage

EA écartement en angle, exemple d'une fixation sur 3 rangs en lisière et sous deux bandes de pontage

Intervalles $E - ER - EA$ égaux à 25 cm (au pas de nervures des TAN)

Figure 8 : Exemple de disposition des fixations