

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/12-2319**

*Revêtement d'étanchéité monocouche en feuilles plastiques
à base d'EVAC fixé mécaniquement*

*Revêtement d'étanchéité
de toiture
Roof waterproofing system
Dachabdichtung*

Evalon[®] V et VG fixé mécaniquement

objet de l'Agrément
Technique Européen

ETA-08/0112

Titulaire : alwitra GmbH & Co Klaus Göbel
Am Forst 1
Postfach 3950
DE-54296 Trèves
Rhénanie Palatinat (Allemagne)

Tél. : 49(0) 651 91 0292
Fax : 49(0) 651 91 0294
Courriel : alwitra@alwitra.de
Internet : www.alwitra.de

Usine : CTW
Groupe alwitra GmbH & Co Klaus Göbel
DE-54411 Hermeskeil
Rhénanie Palatinat (Allemagne)

Distributeur : 3T France Sarl
Toiture Terrasse Technologie
Immeuble Le César
12 Chaussée Jules César
BP 80209 Osny
FR-95523 Cergy Pontoise Cedex (Val d'Oise)

Tél. : 01 30 32 08 00
Fax : 01 30 30 45 64
Courriel : 3t@3t-France.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 11 avril 2013

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 17 décembre 2012, la demande relative au revêtement d'étanchéité de toitures Evalon® V et VG fixé mécaniquement fabriqué par la société alwitra GmbH & Co Klaus Göbel titulaire de l'Agrément Technique Européen ETA-08/0112 et distribué par la société 3T France Sarl. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Ce procédé est un revêtement d'étanchéité monocouche :

- À base de feuilles plastiques sous-facées d'épaisseur 1,2 ou 1,5 mm, composées d'un mélange d'éthylène-acétate de vinyle (EVAC), de polychlorure de vinyle et d'autres composants :
 - EVALON® V avec sous-façage armé polyester,
 - EVALON® VG avec sous-façage armé composite polyester – voile de verre.
- Avec des attelages de fixation mécanique identifiés au Dossier Technique ou bénéficiant d'un Agrément Technique Européen.
- Fixé mécaniquement destinée aux travaux neufs ou de réfections de toitures :
 - inaccessibles (avec chemins de circulation), terrasses techniques ou à zones techniques ;
 - toitures plates, inclinées ou courbes ;

situées en climat de plaine sur les éléments porteurs en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, en tôles d'acier nervurées, en bois ou en panneaux dérivés du bois.

Les locaux situés sous la toiture sont classés en forte hygrométrie au point ($\frac{W}{n} \leq 7,5 \text{ g/m}^3$).

1.2 Mise sur le marché

Les produits objet de l'Agrément Technique Européen ETA-08/0112 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 24 avril 2001 portant application pour les systèmes et kits de feuilles souples fixées mécaniquement pour l'étanchéité des toitures du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

1.3 Identification

Les rouleaux reçoivent les étiquettes où figurent : le nom du fabricant et le code usine, le nom commercial de la feuille, les dimensions.

Le marquage des feuilles mentionne le type de feuille, le numéro de fabrication et le nom du fabricant.

La colle alwitra L 40 et nettoyeurs sont contenus dans des bidons métalliques. Ceux-ci sont étiquetés aux noms commerciaux, conditions de stockage et d'application, règlements de sécurité, date de production.

Les accessoires sont également étiquetés aux noms commerciaux, conditions de stockage et d'application, règlements de sécurité.

Les fixations des kits sont directement fournies par leurs fabricants et leurs emballages permettent leur identification.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'ATE dont il est titulaire.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Satisfait aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

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

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

Le classement de tenue au feu d'un revêtement apparent est connu pour le système cité au *paragraphe B* du Dossier Technique.

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

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.

Sécurité en cas de séisme

Selon la nouvelle 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 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.

Prévention des accidents et maîtrise des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Le procédé dispose de Fiches de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Le solvant tétrahydrofurane (THF) utilisé pour la soudure est toxique.

La surface des membranes est glissante lorsque humide.

Ce procédé ne peut être mis en œuvre que par une entreprise qualifiée instruite et agréée par le titulaire du Document Technique d'Application alwitra GmbH & Co Klaus Köbel, ou par son distributeur 3T France Sarl.

Données environnementales et sanitaires

Il existe une déclaration environnementale mentionnée au *paragraphe C1* du Dossier Technique. Il est rappelé que cette déclaration environnementale n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

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

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

Accessibilité de la toiture

Ce revêtement convient aux toitures :

- Terrasses inaccessibles avec ou sans chemins de circulation en dalles discontinues DALLE EVALON® ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé d'étanchéité n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé d'étanchéité n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements d'outre-mer (DOM).

Résistance au vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant dans toutes les zones de vent et tous les sites (cf. Règles V 65 avec le modificatif n° 4 de février 2009) dans les limites des performances citées ci-dessous.

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 :

- a) Avec un attelage de fixation mécanique dont la plaquette est métallique et d'épaisseur 0,8 mm :
- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{adm_{sr}} = 530 \text{ N/fixation}$;
 - Attelage de fixations du système de référence :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sr}} = 1\,320 \text{ N}$,
 - dimensions de la plaquette métallique : $82 \times 40 \times 0,8 \text{ mm}$.
- b) Avec un attelage de fixation mécanique avec fût plastique polymide et d'épaisseur 1 mm :
- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{adm_{sr}} = 580 \text{ N/fixation}$;
 - Attelage de fixations du système de référence :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sr}} = 1\,550 \text{ N}$,
 - dimensions de la plaquette à fût plastique : $82 \times 40 \times 1 \text{ mm}$.

Mise en œuvre

- a) La mise en œuvre relève des entreprises qualifiées, ayant reçu une formation aux techniques de pose de feuilles plastiques en EVAC de ce procédé et appliquant avec l'assistance de la société 3T France Sarl ; le personnel de pose est agréé par la société alwitra Gmbh & Co Klaus Köbel, ou par son distributeur 3T France Sarl.
- Dans les faits, la société alwitra Gmbh & Co Klaus Köbel dispose d'un centre de formation approprié à Trèves et a mis en place en France une assistance technique dont l'efficacité est reconnue.
- Le recours à l'assistance technique est obligatoire dès lors que la pente du support est supérieure à 36 %, conformément aux dispositions du *paragraphe 2* du Dossier Technique.
- b) Le matériau plastique EVALON® n'étant pas compatible avec les substances huileuses - les produits de cure du béton - les produits de préservation du bois et les panneaux assemblés à la colle phénolique, il sera nécessaire d'interposer un écran de protection chimique pour le cas où les matériaux en EVALON® sans non-tissé polyester en sous-face entreraient en contact avec ces substances.
- c) Le principe de soudure au solvant THF présente des spécificités qui nécessitent son application par des personnels avertis, tant au niveau de la pose que des précautions inhérentes au temps de consolidation des soudures. La soudure au solvant ne s'applique qu'au traitement des points singuliers.
- d) La réalisation d'une pente nulle sur un élément porteur ou support maçonné nécessite :
- Un strict respect par l'applicateur du document « Plan d'Action Qualité » de la société 3T France Sarl ;
 - Un autocontrôle formalisé de l'applicateur conformément à ce plan ;
 - La vérification significative de cet autocontrôle par une tierce partie ;
 - Une confirmation des soudures par PVC liquide ;
- ce qui implique son caractère systématique.

2.22 Fabrication

La fabrication des feuilles d'EVAC relève des techniques classiques du calandrage et de l'assemblage des feuilles plastiques ; comprenant l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité. La fabrication est certifiée EN ISO 9001 version 2008 et ISO 14001 : 2004.

2.23 Durabilité - entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé d'étanchéité Evalon® V et VG fixé mécaniquement est satisfaisante. La tenue aux UV du procédé est justifiée par l'expérience du titulaire.

Entretien et réparations

Cf. les normes P 84 série 200 (réf. DTU série 43). Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

2.24 Classement FIT

Actuellement, le classement FIT ne s'applique pas aux revêtements fixés mécaniquement.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Éléments porteurs en bois massif ou en panneaux dérivés du bois

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.

Pour les autres cas, les conditions d'ancrage des attelages n'étant pas définies au Dossier Technique, le présent Document Technique d'Application ne vise pas ces supports.

2.32 Préparation des éléments porteurs maçonnés

Dans le cas d'un emploi du pare-vapeur polyéthylène, les supports maçonnés doivent présenter un parement soigné conformément à la norme NF P 18-201 (référence DTU 21). Dans les autres cas, il est nécessaire de mettre en place une couche de séparation mécanique (feutre 300 g/m^2).

2.33 Attelages de fixation mécanique

- a) Lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), il est rappelé que les attelages de fixation mécanique 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.
- Cette disposition est applicable aux travaux neufs, comme en travaux de réfections.
- b) Le système Evalon® V et VG fixé mécaniquement en travaux de réfections 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 dérivés du bois,
- conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

2.34 Cas de la réfection

Addendum

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 P 84-208 (référence DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. *paragraphe 2.1*) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

Quatre ans, venant à expiration le 31 décembre 2016.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a) La tenue aux UV des feuilles plastiques d'EVAC est basée sur l'expérience européenne du titulaire. Les différents coloris des feuilles du procédé Evalon® V et VG fixé mécaniquement n'ont pas fait l'objet d'une évaluation spécifique.
- Un manque d'informations sur les coloris peut être également indiqué, la stabilité des teintes ne paraît pas certaine, d'après les observations du BAM (Berlin, Allemagne).
- b) Cas de la pente nulle sur maçonnerie :
- Se reporter au *paragraphe 2.21* de l'AVIS.
- c) Le Dossier Technique ne propose pas de distinctions particulières pour l'emploi des pare-vapeurs polyéthylène 0,25 mm et 0,40 mm.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
Stéphane GILLIOT

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Description générale

1.1 Présentation

Le procédé Evalon® V et VG fixé mécaniquement objet de l'Agrément Technique Européen ETA-08/0112 est un revêtement d'étanchéité monocouche apparent en semi-indépendance avec fixations mécaniques en lisières, destiné aux toitures plates, inclinées ou courbes, pour travaux neufs et réfections.

L'espacement entre lignes de fixations mécaniques est de 1,44 m au maximum.

Les membranes EVALON® V et EVALON® VG sont d'épaisseur 1,2 ou 1,5 mm, épaisseur à laquelle il faut ajouter un feutre de sous-face armé polyester ou composite voile de verre - polyester.

Les couleurs des membranes sont ⁽¹⁾ :

- Membranes EVALON® V :
 - disponibles en gris, gris ardoise, blanc,
 - autres couleurs sur demandes en vert, vert olive, noir ou rouge.
- Membranes EVALON® VG disponibles en gris, gris ardoise, blanc.

1.2 Organisation de la mise en œuvre et assistance technique

La mise en œuvre est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées et formées par la société 3T France Sarl avant travaux soit dans le centre de formation alwitra situé à Trèves (Allemagne), cours en français, ou dans les locaux de l'entreprise si la structure le permet.

L'assistance technique peut être demandée à la société 3T France :

- Calcul de dimensionnement des densités de fixations.
- Formation de la main-d'œuvre au cours de stages spécialisés (poseurs-encadrement).
- Assistance technique lors du démarrage de chantier.
- À l'issue de cette formation et vérification d'aptitude sur chantier, un certificat nominatif à durée limitée est remis au stagiaire.
- Une assistance technique aux entreprises qui en font la demande consistant en une préconisation complète d'un système le mieux adapté à l'ouvrage.
- Un monitorat sur chantiers est assuré, un rapport est établi pour chaque assistance.

2. Domaine d'emploi

- Utilisation en travaux neufs et de réfections sur toitures inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques situées en France européenne en climat de plaine.
- Mise en œuvre, toitures plates, inclinées ou courbes. Pour les toitures courbes, le rayon de courbure minimum est défini par le Document Technique d'Application relatif à l'isolant. Pour des toitures présentant une inclinaison supérieure à 36 %, la société 3T France Sarl accompagne l'entreprise d'étanchéité pour des dispositions particulières de mise en œuvre.
- En France européenne les éléments porteurs admis sont en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, en tôles d'acier nervurées, en bois ou en panneaux dérivés du bois, conformes aux normes P 84 série 200-1 (référence DTU série 43 P1) ou aux Documents Techniques d'Application particuliers dans les conditions d'emploi définies aux *tableaux 1 à 4*.
- Les règles et clauses des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) non modifiées par le Cahier des Prescriptions Techniques (voir l'AVIS) sont applicables.

3. Prescriptions relatives aux éléments Porteurs

3.1 Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ou au Document Technique d'Application les concernant. Les supports destinés à recevoir l'étanchéité doivent être stables et présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure (huile, plâtre, hydrocarbures, etc...).

3.2 Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis les éléments porteurs conformes à la norme NF P 10-203 (référence DTU 20.12 P1). La préparation des supports est effectuée conformément aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (référence DTU 43.1) ou aux Avis Techniques particuliers.

Dans le cas d'éléments porteurs en maçonnerie à pente nulle, travaux neufs ou réfections, l'entreprise devra justifier d'un « Plan d'Action Qualité » de la société 3T France Sarl ⁽²⁾. Une confirmation des soudures au moyen d'EVALON® liquide est obligatoire (§ 4.143).

3.3 Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

Sont admis les éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi de pente ≥ 1 %.

Ils sont réalisés conformément à ces Avis Techniques. On se reportera à ce document, notamment pour le type des joints, leur préparation et le pare-vapeur en cas d'une isolation thermique complémentaire.

3.4 Éléments porteurs en tôle d'acier nervurée

Sont admis les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (pleines, perforées ou crevées) conformes au NF DTU 43.3 P1, ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application particulier visant cet emploi.

Sont également admis les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (*Ohn*) > 70 mm (et ≤ 200 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).

3.5 Éléments porteurs et supports en bois et panneaux dérivés du bois

Sont admis les éléments porteurs et les supports traditionnels en bois massif et les panneaux dérivés du bois conformes au NF DTU 43.4 P1, et non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application ⁽³⁾ visant favorablement cet emploi.

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.

(1) Se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au *paragraphe 3a* de l'AVIS.

(2) Se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au *paragraphe 3b* de l'AVIS.

(3) Se reporter également au *paragraphe 2.31* de l'AVIS.

3.6 Supports isolants non porteurs

3.6.1 Généralités

Les revêtements d'étanchéité n'apportent pas de limite à la résistance thermique utile des panneaux isolants. Les panneaux isolants bénéficient d'un Document Technique d'Application pour la destination concernée (toiture inaccessible, terrasse technique ou zone technique) et pour un emploi sous revêtement d'étanchéité apparent fixé mécaniquement.

3.6.2 Pare-vapeur

La mise en œuvre du pare-vapeur est décrite dans le *tableau 5*.

La continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient isolés ou non. Cette continuité de l'écran pare-vapeur et des relevés, doit être assurée de la façon suivante :

a) Pare-vapeur polyéthylène FDT Dampfsperre :

Le pare-vapeur en polyéthylène (§ 8.4 du Dossier Technique) est posé en indépendance, avec un recouvrement de 5 cm au minimum, liaisonné au moyen de bandes autocollantes FDT (§ 8.41), marouflé à la roulette. Le pare-vapeur est relevé en périphérie et rabattu sur l'isolant. Les angles rentrants sont pliés sans découpe.

Les supports maçonnés doivent présenter un parement soigné conforme à la norme NF P 18-201 (référence DTU 21). Dans les autres cas, il est nécessaire de mettre en place une couche de séparation mécanique (feutre 300 g/m²).

En périphérie de la toiture, un joint butyl est déposé entre l'élément porteur et le pare-vapeur en polyéthylène, puis entre l'acrotère ou costière et le pare-vapeur.

• Cas des relevés jusqu'à 20 cm :

Un cordon butyle (§ 8.68) de largeur 15 mm, est déposé entre pare-vapeur et maçonnerie ou dalles de béton cellulaire, entre pied de relevé et fixation mécanique. Le pare-vapeur est remonté sur le relevé, jusqu'à l'arrêt en tête (20 cm maximum), maintenu temporairement par cordon butyle, puis fixé avec la membrane d'étanchéité.

• Cas des relevés supérieur à 20 cm :

Le pare-vapeur est conforme à la norme NF P 84 204-1 (référence DTU 43.1 P1) ou à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire.

b) Pare-vapeur bitumineux :

- Sur relief en béton : il est réalisé conformément à l'article 6.3 de la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) ;
- Sur relief en blocs de béton cellulaire autoclavé : il est réalisé conformément à l'Avis Technique des dalles pour toitures.

Les feuilles bitumineuses à utiliser sont celles citées dans un même Document Technique d'Application de revêtement bitumineux (§ 8.5 du Dossier Technique).

3.6.3 Nature et mise en œuvre des isolants thermiques

Se référer au *tableau 1 à 3*.

Les panneaux d'isolants thermiques sont posés en quinconce, fixés conformément à leur Document Technique d'Application. Chaque panneau est au minimum fixé mécaniquement pour empêcher son déplacement lors de la mise en œuvre de la membrane, suivant les dispositions suivantes :

- par une fixation en son centre lorsque le panneau est traversé par une rangée de fixations de la membrane.
- par deux fixations, lorsque le panneau n'est pas traversé par une rangée de fixations de la membrane.

Dans le cas où la compression à 10 % (norme NF EN 826) de l'isolant est inférieure à 100 kPa (cf. le tableau des caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixation mécanique, éléments de liaison et plaquettes, doivent être du type « solide au pas » qui empêchent en service le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent.

Cette disposition en quinconce est applicable aux travaux neufs, comme aux travaux de réfection. À cet égard, dans le cas où il existerait une couche isolante existante, et à moins que la contrainte à 10 % de déformation de ce support isolant ne soit connue (norme NF EN 826), les attelages de fixation à employer doivent être également du type « solide au pas ».

3.7 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités type multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié, en asphalte, enduit pâteux – ciment volcanique - membrane synthétique, étant mises en œuvre sur différents supports et éléments porteurs (maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, tôles d'acier nervurées, bois - panneaux à base de bois ou panneaux supports isolants).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciens revêtements en asphalte et bitumineux pour leur réemploi comme support, ou comme écran pare-vapeur éventuel, sont définis par la norme NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1).

Les éléments porteurs en maçonnerie, dalles de béton cellulaire autoclavé armé, en bois - panneaux dérivés du bois, sont systématiquement vérifiés quant aux valeurs d'ancrage des fixations ($P_{k_{réel}}$ ou $Q_{réel}$) envisagées pour la réfection. $P_{k_{réel}}$ (ou $Q_{réel}$) s'évalue par mesures *in situ* conformément à l'annexe 4 du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, juin 2006).

4. Mise en œuvre du revêtement

4.1 Dispositions générales

La mise en œuvre doit être assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées et préalablement formées par 3T France Sarl.

L'emploi de dispositifs de sécurité (harnais, ceintures, équipements, dispositifs d'arrêt...) est obligatoire afin de répondre aux exigences en matière de prévention des accidents. Lors de la pose, de l'entretien ou de la maintenance, il est notamment nécessaire de mettre en place des dispositifs pour empêcher les chutes depuis la toiture.

En fin de journée ou en cas d'arrêt inopiné pour causes d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau comme suit (cf. *figure 5*) :

- à l'aide d'une bande d'EVALON® VSKA collée sur l'élément porteur ou le premier élément adhérent,
- à l'aide d'une bande de membrane bitume BE 25 VV 50 soudée à cheval sur l'élément porteur ou le premier élément adhérent et sur le revêtement de partie courante.

Cette bande doit être déposée à la reprise des travaux.

4.1.1 Pose des membranes

Cf. (*figures 1 à 12*)

Les membranes sont déroulées sans tension, à recouvrements longitudinaux de 11 cm (cf *figure 1*).

Une ligne repère tracée du bord des rouleaux de la membrane, guide le recouvrement usine à 11 cm (cf. *figure 1*).

Les membranes d'étanchéité EVALON® V ou EVALON® VG s'assemblent entre elles à l'avancement de façon homogène et étanche, à l'air chaud. Les surfaces à assembler doivent être sèches, propres, exemptes de résidus de colle.

Les recouvrements transversaux (about de laize) sont de 5 cm, décalés entre eux de 30 cm, et pontés au moyen d'une bande d'EVALON® de 16 cm de largeur (§ 7.32) positionnée à cheval sur les recouvrements et soudée conformément aux indications du § 4.14 (cf. *figure 2*).

Lors de la superposition de trois feuilles, les lisières sont chanfreinées pour éviter la formation de canaux capillaires (cf. *figure 2*).

4.1.2 Fixations mécaniques

4.1.2.1 Attelage de fixation mécanique

Se référer au § 8.61.

4.1.2.2 Densité de fixation

La densité et la répartition des fixations sont calculées en fonction des actions du vent, par référence:

- aux Règles V 65 modifiées, en vent extrême.
- aux dispositions du Groupe Spécialisé n° 5 en matière de résistance au vent (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006) avec une densité minimale de 3 fixations/m², et 18 cm d'entraxe minimum entre deux fixations, et sur un bac acier un entraxe maxi de deux fois la plage du bac.

3T France Sarl effectue les calculs des densités. Néanmoins, des *tableaux* de densités ont été pré-calculés pour les bâtiments de dimensions courantes ouverts ou fermés dont les dimensions respectent les conditions suivantes :

- hauteur $h \leq 0,5 a$ (a = longueur).
- flèche $\leq 0,5 h$ dans le cas des versants plans.
- flèche $\leq 0,66 h$ dans le cas des versants courbes. Conduisant à un coefficient d'élanement, $\gamma_0 = 1$ selon Règles NV 65.
- pour la répartition des fixations, on distingue différentes localisations en toiture (cf. *tableau de l'Annexe C.2.2*).

Ces calculs intègrent la charge dynamique admissible (Wadm) de :

- $Wadm_{sr} = 530$ N/ fixation pour un attelage de fixation mécanique constitué d'une vis IR2-4,8 et d'une plaquette $82 \times 40 \times 0,8$ mm de $Pk_{sr} = 1\ 350$ N sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de $0,75$ m d'épaisseur, de la société SFS Intec, basée à Valence (26).
- $Wadm_{sr} = 580$ N/ fixation pour un attelage de fixation mécanique constitué d'une vis ISODRILL TT A4 et d'un fût plastique ÉTANCOPLAST HP 82×40 mm \times 1 mm de $Pk_{sr} = 1\ 550$ N sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de $0,75$ m d'épaisseur, de la société LR ÉTANCO, basée au Pecq (78).

À partir de la densité de fixations (*Annexe C.1*), se reporter aux tableaux (*Annexe C.2.1*) qui donnent, en fonction de la largeur nominale des lés, l'intervalle « f » entre deux fixations. Cet intervalle « f » ne peut pas toujours être respecté sur TAN. Dans ce cas, si une fixation tombe dans un creux d'onde, reporter celle-ci sur l'onde précédente et reprendre ensuite le rythme théorique de fixation.

- *Annexe A et B* : dispositions simples.
- Pour d'autres éléments porteurs ou d'autres attelages de fixation mécanique de résistance plus faible, voir les règles d'adaptation du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006) reprises en *Annexe A* avec l'assistance technique de 3T France.

4.13 Fixations complémentaires

Les membranes EVALON® V & EVALON® VG sont fixées en pied de relevés de tous les reliefs et émergences, par des fixations ponctuelles, distantes de 25 cm au maximum (cf. *figure 8*).

4.14 Soudures

4.141 Soudure à l'air chaud

La soudure s'effectue en passant la buse à air chaud (d'un appareil automatique ou manuel défini au § 9.1) entre les bords à assembler. La température de l'air distribué doit être réglée pour qu'à la vitesse de progression pratiquée, il n'y ait ni combustion du matériau (qui se manifesterait par un dégagement de fumée noire), ni fusion insuffisante (qui se manifesterait par un manque d'adhérence). La largeur minimale de soudure effective est de 30 mm.

La soudure pourra être réalisée à l'aide d'un automate de soudure (*figure 11*) en respectant une vitesse d'avancement ne dépassant pas 2,5 m/min et avec une température comprise entre 470 °C et 570 °C.

Un contrôle de soudure par pelage sera effectué conformément au § 4.211 du *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004.

4.142 Contrôle des soudures

Lorsque la soudure est effective, toutes les soudures doivent être soigneusement contrôlées, avec une pointe sèche métallique déplacée le long de la jonction. Les défauts sont notés au passage, puis réparés, éventuellement par empîement.

La confirmation des soudures n'est pas obligatoire, sauf en pente nulle en maçonnerie. Un cordon d'EVALON® liquide (20 g/m environ) est alors déposé le long de la jonction, après autocontrôle et le jour même.

5. Relevés

5.1 Généralités

Les hauteurs de relevés sont celles prescrites par les normes NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1), NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1), NF DTU 43.3 P1, NF DTU 43.4 P1 et NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1) dans chaque cas, complétées par le *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004. Les règles d'utilisation des costières métalliques selon ces normes (référence DTU) s'appliquent également. Un dispositif écartant les eaux de ruissellement conforme à ces normes - DTU est obligatoire en tête des relevés.

Des pièces d'angles préformées en EVALON® sont fournies pour la réalisation des angles rentrants et sortants.

Les membranes EVALON® ou EVALON® V ou EVALON® VG sont positionnées (dans la longueur du rouleau) avec un talon de 10 cm sur la partie courante et un recouvrement de 5 cm en about de lés. Puis les recouvrements sont soudés, selon les indications du § 4.14.

5.2 Dispositions particulières

Les relevés inférieurs ou égaux à 50 cm sont libres et fixés mécaniquement en tête (bande de serrage ou fixation par vis et plaquette tous les 0,25 m) ou soudés en tête sur une tôle plastée Evalon® (fixée tous les 33 cm au plus), ou placés sous un profil liaisonné à la structure (voir *figure 7*) relevant de la procédure de l'Avis Technique. Sur reliefs en béton et en blocs de béton cellulaire autoclavé, le support est préalablement imprégné d'un primaire.

Pour les relevés > 50 cm, le collage est obligatoire pour éviter un battement au vent (colle alwitra L 40), sauf avec la membrane auto-adhérente EVALON® VSKA, avec toujours une fixation mécanique en tête. On peut aussi placer une fixation mécanique intermédiaire, au moyen d'une tôle colaminée EVALON® (§ 8.67) ou un plat métallique protégé de la corrosion recouvert d'une bande de pontage EVALON®, avec toujours une fixation mécanique en tête. L'entraxe des fixations en tête de lés et intermédiaires est de 25 cm.

Étanchéité à l'air : l'étanchéité au vent de la tête de relevé est renforcée par un joint mousse (§ 8.68) mis en place avec le profil de finition de rive.

5.3 Soudures au solvant (THF)

L'emploi de la soudure au solvant est spécifique aux ouvrages de relevés d'étanchéités.

Elle peut s'utiliser à partir d'une température d'air ambiant ≥ 15 °C et une humidité relative de HR < 85 %.

Si ces conditions ne sont pas réunies, les surfaces à assembler doivent être préchauffées à l'air chaud. Il est interdit de diluer le solvant THF au moyen d'eau ou d'un autre solvant.

Le solvant est introduit entre les surfaces à assembler avec un pinceau plat avec réservoir ou avec un appareil pour la soudure au solvant (cf. *figure 12*). La soudure se fait par dissolution superficielle du matériau. La largeur minimale de soudure effective est de 40 mm (conformément au *Fascicule du CSTB* d'avril 2004).

La soudure est effective après 1 heure au minimum.

L'emploi du solvant est subordonné au respect des consignes d'hygiène et de sécurité du travail, voir fiches de sécurité.

6. Ouvrages particuliers

6.1 Soudures au solvant (THF)

L'emploi de la soudure au solvant est spécifique aux ouvrages particuliers. La mise en œuvre et les conditions d'application de ce principe de soudure sont réalisées conformément au § 5.3.

6.2 Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes EVALON® V ou EVALON® VG.

6.3 Entrées d'eaux pluviales, pénétrations, trop-pleins

6.31 Généralités

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions des normes NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1), NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1), NF DTU 43.3 P1, NF DTU 43.4 P1 concernées et complétées par le *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004.

6.32 Dispositions particulières

6.321 Entrées d'eaux pluviales en travaux neufs

Les raccordements aux tuyaux de descente des eaux pluviales et aux canalisations s'effectuent au moyen d'une collerette en EVALON® selon le type de dispositif utilisé (moignon ou tronconique).

6.322 Entrées d'eaux pluviales en travaux de réfections (après préparation du support)

On utilise un conduit préfabriqué en PVC rigide fourni par alwitra, qui remplace l'ancienne entrée, fixée mécaniquement à l'élément porteur, avec une collerette en EVALON® soudée sur le tube et la membrane de la partie courante.

6.323 Ventilations en travaux neufs et de réfections

Voir figure 7.

On utilise un conduit préfabriqué en PVC rigide, fourni par alwitra, fixé mécaniquement à l'élément porteur, avec une collerette en EVALON® soudée sur le tube et la membrane de la partie courante ou avec des éléments préfabriqués en usine. Cf. § 7.611.

6.324 Trop-pleins

On utilise un conduit préfabriqué en PVC rigide, fixé mécaniquement à l'élément porteur, avec une collerette en membrane EVALON® soudée sur le tube et la membrane de la partie courante. Cf. § 7.611.

6.4 Joints de dilatation

Voir figure 9.

Les joints de dilatation sur relevés sont exécutés conformément aux dispositions de la norme P 84 série 200 (référence DTU série 43) concernée, complétées par le *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004, selon le principe des doubles costières. Ils sont réalisés en joints saillants avec un couronnement métallique ; sur costières métalliques, ils sont traités comme des relevés (cf. figure 8).

7. Matériaux

7.1 Membranes manufacturées de la gamme EVALON®

Identification et repérages

Les membranes reçoivent en continu l'impression suivante :

Evalon V - numéro de fabrication - alwitra - numéro de fabrication - Evalon V

7.2 Membranes de partie courante

Cf tableau 6

7.21 Membrane EVALON® V

Présentation et caractéristiques

Cette membrane peut présenter par ailleurs un ou deux bords pour la soudure. Coloris standard disponibles : gris, gris ardoise, blanc.

Membrane EVALON® V épaisseur membrane 1,2 mm avec 1 bord de soudure (épaisseur avec feutre 2,2 mm)		
- largeur 1,55 m	longueur 25 m, poids du rouleau	63 kg
- largeur 1,05 m	longueur 25 m, poids du rouleau	43 kg
- largeur 0,79 m	longueur 25 m, poids du rouleau	32 kg
- largeur 0,54 m	longueur 25 m, poids du rouleau	22 kg

Membrane EVALON® V épaisseur membrane 1,5 mm avec 1 bord de soudure (épaisseur avec feutre 2,5 mm)		
- largeur 1,55 m	longueur 25 m, poids du rouleau	78 kg
- largeur 1,05 m	longueur 25 m, poids du rouleau	53 kg
- largeur 0,79 m	longueur 25 m, poids du rouleau	40 kg
- largeur 0,54 m	longueur 25 m, poids du rouleau	27 kg

Remarque : sur demande des rouleaux d'un poids unitaire de ± 25 kg peuvent être produits en laize de 1,05 m (longueur de rouleau 14 m).

Membrane EVALON® V épaisseur membrane 1,2 mm avec 2 bords de soudure (épaisseur avec feutre 2,2 mm)		
- largeur 1,09 m	longueur 25 m, poids du rouleau	45 kg

Membrane EVALON® V épaisseur membrane 1,5 mm avec 2 bords de soudure (épaisseur avec feutre 2,5 mm)		
- largeur 1,09 m	longueur 25 m, poids du rouleau	55 kg

7.22 Membrane EVALON® VG

Cette membrane peut présenter par ailleurs un ou deux bords pour la soudure. Coloris standard disponibles : gris, gris ardoise, blanc.

Membrane EVALON® VG épaisseur membrane 1,2 mm avec 1 bord de soudure (épaisseur avec feutre 2,2 mm)		
- largeur 1,55 m	longueur 25 m, poids du rouleau	65 kg
- largeur 1,05 m	longueur 25 m, poids du rouleau	44 kg

Membrane EVALON® VG épaisseur membrane 1,5 mm avec 1 bord de soudure (épaisseur avec feutre 2,5 mm)		
- largeur 1,55 m	longueur 25 m, poids du rouleau	80 kg
- largeur 1,05 m	longueur 25 m, poids du rouleau	54 kg

Membrane EVALON® VG épaisseur membrane 1,2 mm avec 2 bords de soudure (épaisseur avec feutre 2,2 mm)		
- largeur 1,09 m	longueur 25 m, poids du rouleau	48 kg

Membrane EVALON® VG épaisseur membrane 1,5 mm avec 2 bords de soudure (épaisseur avec feutre 2,5 mm)		
- largeur 1,09 m	longueur 25 m, poids du rouleau	56 kg

7.3 Autres emplois des membranes de la gamme EVALON®

7.31 Membrane pour relevés EVALON® VSKA

Présentation et caractéristiques

Il s'agit de la même membrane que l'EVALON® V, d'épaisseur 1,5 mm mais sous-facée par 0,8 mm de composant auto-adhésif butyle (avec un ou deux bords pour la soudure).

Elle est destinée à la réalisation des relevés.

Les caractéristiques de cette membrane sont identiques à la membrane EVALON® et définies dans le Document Technique d'Application Evalon® en apparet. Coloris standard disponibles : gris clair, blanc et gris anthracite.

Membrane EVALON® VSKA épaisseur membrane 1,5 mm avec 1 bord de soudure (épaisseur avec feutre 2,5 mm)		
- largeur 0,63 m	longueur 25 m, poids du rouleau	35 kg
- largeur 0,43 m	longueur 25 m, poids du rouleau	23 kg
- largeur 0,33 m	longueur 25 m, poids du rouleau	18 kg

Membrane EVALON® VSKA épaisseur membrane 1,5 mm avec 2 bords de soudure (épaisseur avec feutre 2,5 mm)		
- largeur 1,26 m	longueur 25 m, poids du rouleau	69 kg
- largeur 0,86 m	longueur 25 m, poids du rouleau	46 kg
- largeur 0,66 m	longueur 25 m, poids du rouleau	36 kg

7.32 Membrane pour relevés et points singuliers EVALON®

Présentation et caractéristiques

Il s'agit de la même membrane que l'EVALON® V, d'épaisseur 1,2 ou 1,5 mm, mais sans sous-face.

Elle est destinée à la réalisation des habillages de sorties en toiture, des points singuliers et des relevés. Coloris standard disponibles : gris clair, blanc et gris anthracite. Les caractéristiques de cette membrane sont données au *tableau 10*.

Membrane EVALON® épaisseurs		1,2 mm	1,5 mm
- largeur 0,16 m	longueur 25 m, poids du rouleau	6 kg	7,5 kg
- largeur 0,20 m	longueur 25 m, poids du rouleau	7,5 kg	9,5 kg
- largeur 0,25 m	longueur 25 m, poids du rouleau	9 kg	11,5 kg
- largeur 0,33 m	longueur 25 m, poids du rouleau	12 kg	15,5 kg
- largeur 0,50 m	longueur 25 m, poids du rouleau	18,5 kg	23 kg
- largeur 0,66 m	longueur 25 m, poids du rouleau	24,5 kg	30,5 kg
- largeur 0,75 m	longueur 25 m, poids du rouleau	28 kg	34,5 kg
- largeur 1,05 m	longueur 25 m, poids du rouleau	38,5 kg	48,5 kg
- largeur 1,55 m	longueur 25 m, poids du rouleau	57 kg	71,5 kg
- largeur 2,00 m	longueur 25 m, poids du rouleau	73,5 kg	92 kg

7.33 Colle alwitra L 40 pour relevés d'étanchéité

La colle alwitra L 40 est une colle à base de caoutchouc synthétique.

Elle est destinée au collage des membranes d'étanchéité EVALON® et EVALON® V et EVALON® VG sur les relevés.

a) Spécifications :

- Base : caoutchouc SBR (styrène - butadiène) ;
- Couleur : blanc à beige clair ;
- Odeur : essence ;
- Consistance : liquide ;
- Poids spécifique à + 20 °C : environ 0,88 g/cm³ ;
- Extrait sec : environ 41 % ;
- Point d'éclair : - 25 °C ;
- Résistance au pelage du support béton : ≥ 25 N/50mm (selon le Guide technique UEAtc de décembre 2001),
- Identification obligatoire suivant réglementation pour matériaux dangereux : facilement inflammable.

b) Application :

Les surfaces à coller doivent être lisses, sèches, propres et sans poussières.

Les travaux ne doivent pas être effectués à des températures inférieures à + 5 °C.

Bien remuer la colle.

La colle est appliquée par simple encollage. Cela peut se faire soit à l'aide du pistolet à air comprimé, soit par rouleau « peau d'agneau », ou par pinceau.

La colle est appliquée, et on respecte alors un temps d'aération pour permettre aux solvants de s'évaporer (durée dépendant de la température ambiante et de l'humidité de l'air). Lorsque la colle ne file plus au doigt - toucher « sec » de la ou des surface(s) encollée(s) - rabattre la membrane dans la colle, et maroufler à l'aide d'un balai. Pour éventuellement corriger la position de la membrane, on peut la soulever, et la repositionner. Après, maroufler à nouveau vigoureusement.

c) Conditionnement :

Bidons métalliques avec couvercle démontable de 25 kg ou 9,5 kg.

d) Stockage :

La colle alwitra L 40 se conserve environ 12 mois dans son récipient métallique original fermé. Idéalement, la température de stockage sera de + 15 °C à + 20 °C, et en tout cas à l'abri du gel.

7.4 Matériaux pour le pare-vapeur

Les pare-vapeur en polyéthylène sont fabriqués pour la société FlachdachTechnologie GmbH & Co KG. Le nom et les coordonnées du fabricant ont été enregistrés au CSTB sous le numéro ET0948902.

L'étiquette des rouleaux comprend les informations suivantes :

Le nom du pare-vapeur (FDT Dampfsperre) et du titulaire (FDT FlachdachTechnologie GmbH & Co KG) ;

Les dimensions du rouleau : largeur - longueur - épaisseur ;

Un numéro de contrôle, et un code de production ;

Le marquage CE.

a) Film polyéthylène FDT Dampfsperre PE, d'épaisseur 0,25 mm et de couleur bleue, conforme à l'annexe ZA de la norme NF EN 13984 ; caractéristiques :

- traction, allongement (NF EN 12311-2 A) : ≥ 100 N/50mm, ≥ 400 %,

- résistance au choc (NF EN 12691 A) : ≥ 350 mm,

- résistance à la déchirure au clou (NF EN 12310-1) : ≥ 10 N,

- facteur de résistance à l'humidité (NF EN 1931) : $\mu \geq 700$ 000 (± 30 %), hauteur d'air équivalente $s_d \geq 170$ m.

Largeur 4 m, longueur 25 m, poids du rouleau 27 kg.

Jointement par bande autocollante FDT (§ 8.41).

b) Film polyéthylène FDT Dampfsperre fk, d'épaisseur 0,40 mm et de couleur bleue, conforme à l'annexe ZA de la norme NF EN 13984 ; caractéristiques :

- traction, allongement (NF EN 12311-2 A) : ≥ 300 N/50mm, ≥ 500 %,

- résistance au choc (NF EN 12691 A) : ≥ 450 mm,

- résistance à la déchirure au clou (NF EN 12310-1) : ≥ 250 N,

- facteur de résistance à l'humidité (NF EN 1931) : $\mu \geq 700$ 000 (± 30 %), hauteur d'air équivalente $s_d \geq 240$ m.

Largeur 4 m, longueur 25 m, poids du rouleau 35 kg.

Jointement par bande autocollante FDT (§ 8.41).

7.41 Bande autocollante FDT pour pare-vapeur

Bande autocollante FDT pour pare-vapeur ; adhésif double face caoutchouc butyl, de couleur noire :

largeur 8 cm, longueur 12 m, poids du rouleau 1,35 kg.

7.5 Matériaux pour le pare-vapeur bitumineux (non fournis)

Feuilles à base de bitume :

• Feuilles de bitume modifié SBS BE 25 VV 50 (mini) ou bitume élastomérique 35 Alu (NF P 84-316) et relevant de l'annexe ZA de la norme NF EN 13970 ;

• Aluminium bitumé conforme à la norme NF P 84-310 ;

• Écrans de semi-indépendance : feutre bitumé perforé (36 S VV HR) conforme à la norme NF P 84-313 ;

• Feuille de bitume élastomère SBS BE 35 pour relevés ;

conformes aux normes P 84 série 200-1-2 (référence DTU série 43 P1-2).

L'EIF, les feuilles bitumineuses, l'écran de semi-indépendance, et l'équerre de renfort sont cités dans le Document Technique d'Application d'un même système d'étanchéité bitumineux.

7.6 Autres matériaux - fourniture alwitra

7.61 Fixations mécaniques et attelages

Les éléments de fixation mécanique de référence des membranes EVALON® V et EVALON® VG sont conformes au Guide ETAG n° 006 : mars 2000 et sont composés :

• Soit d'une vis IR2-4,8 et d'une plaquette de répartition de 82 x 40 x 0,8 mm en acier traité fabriqués par la société SFS Intec, à Valence.

• Soit d'une vis ISODRILL TT A4 et d'une plaquette à fût plastique ÉTANCOPLAST HP 82 x 40 mm fabriqués par la société LR Étanco au Pecq.

Ces attelages constituent les systèmes de référence ayant été soumis aux essais de résistance au vent définis au *paragraphe B*. D'autres attelages de fixation mécanique sous Agrément Technique Européen sont admis sous réserve de respecter les règles d'adaptation figurant en *Annexe A*.

Les caractéristiques des attelages de fixations en fonction des éléments porteurs sont données aux *tableaux des annexes B.1 et B.2*.

7.62 Primaire d'adhérence alwitra Haftgrund SK-L

Primaire d'adhérence de couleur rouge, à base de caoutchouc SBS et de différents solvants, d'acétate de n-butyle, de naphta léger (pétrole) et hydrocarbures. Une fiche de données de sécurité est disponible chez 3T France Sarl.

Stockage du primaire alwitra Haftgrund SK-L dans un local tempéré, protégé du risque du gel ; durée de stockage en bidon métallique d'origine fermé : 12 mois.

7.63 Solvant THF pour soudure chimique

Solvant à base de THF (tétrahydrofurane). S'applique avec un pinceau plat muni d'un réservoir, de manière régulière et dans le sens de la longueur entre les deux faces à assembler, qui sont ensuite mises en contact par une légère pression de la main puis marouflées avec une roulette silicone de 80 mm.

- Masse volumique : 0,887 g/cm³ ;
- Extrait sec : néant ;
- Point éclair : 215 °C ;
- Viscosité : 0,5 m/Poise ;
- Nature : éther cyclique ;
- Étiquetage rouge : produit inflammable ;
- Consommation : minimum 20 g/ml ;
- Conditionnement : par bidons de 3 litres et 0,5 litre ;

Stockage : se conformer aux règles de sécurité pour produits inflammables en vigueur.

7.64 Nettoyant EVALON®

Pour le nettoyage des membranes de gamme EVALON®. Appliquer le nettoyant à l'aide d'un flacon avec pinceau alwitra, puis éliminer le nettoyant en frottant à l'aide d'un chiffon. Selon le niveau de salissure il faudra renouveler l'opération jusqu'à retrouver un état de surface propre.

Laisser sécher pendant environ 10 à 15 min, jusqu'à ce que la surface de la membrane retrouve son état initial.

Conditionnement : en bidon de 2 kg.

7.65 EVALON® liquide

Pour finition des joints de soudures, et la pose des dalles discontinues DALLE EVALON® (pente ≤ 7 %).

- Couleur : gris clair, blanc ou gris anthracite ;
- Masse volumique : 0,96 g/cm³ ;
- Extrait sec : 22 % ;
- Point éclair : 215 °C ;
- Viscosité : 400 m/Poise ;
- Nature : EVALON® dilué dans du THF ;
- Solvant : THF ;
- Étiquetage rouge : produit inflammable ;
- Consommation : environ 20 g/ml ;
- Conditionnement : par bidons de 2 kg ;
- Stockage : se conformer aux règles de sécurité pour produits inflammables en vigueur.

7.66 Coins préfabriqués EVALON®

Renforts d'angle en EVALON®, épaisseur 1,5 mm, disponibles en gris clair, blanc et gris anthracite, destinés aux relevés et extrémités de toitures et disponibles en :



Coin saillants



Coin rentrants

7.67 Tôle colaminée EVALON®

Elle est utilisée pour l'exécution des points particuliers en rive et en tête de relevés. Elle est constituée d'une tôle d'acier galvanisée épaisseur 0,60 mm, sous-face laquée, sur laquelle est colaminée une feuille d'EVALON® épaisseur 0,60 mm. Tôles 1 m x 2 m ou 1 m x 3 m poids 5,5 kg/m² environ, de couleur gris-claire, blanche, gris anthracite.

7.68 Joint d'étanchéité à l'air

Joint d'étanchéité du commerce en mousse de polyuréthane imprégné de butyl :

épaisseur ≥ 15 mm, largeur ≥ 15 mm.

7.69 Joint d'étanchéité

Joint d'étanchéité élastomérique silicone ou polyuréthane, classe 25 E selon la norme NF P 85-210 (référence DTU 44.1) titulaire du label SNJF de 1^{ère} catégorie.

7.610 Dalle de chemin de circulation structurée DALLE EVALON®

Dalle de chemin de circulation structurée DALLE EVALON®. C'est une dalle constituée de membrane EVALON® et fabriquée par injection dans un moule avec une structure de hauteur 4 mm permettant les chemins de circulation en toiture non accessible (dimension : 80 cm x 60 cm x 9 mm).

Mise en œuvre par réchauffage à l'air chaud sur les quatre rives, la pose est possible à l'aide d'EVALON® liquide (§ 7.65 ci-avant).

Pose en dalles discontinues : laisser un intervalle de 5 cm entre 2 dalles pour la circulation des eaux pluviales.

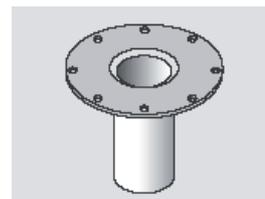


Figure 13 – Dalle discontinue DALLE EVALON®

DALLE EVALON® - Variation dimensionnelle suivant EN 1109	
Sens long (%)	- 0,28
Sens travers (%)	- 0,27

7.611 Conduit préfabriqué PVC rigide

Manchon PVC de 315 mm avec une platine pré-percée pour la fixation à l'élément porteur au moyen de vis adaptées. Une collerette en ENALON® homogène permet le raccordement à la membrane de partie courante.



- Diamètre intérieur avec platine de 300 mm : 40/46/53/65 mm ;
- Diamètre extérieur avec platine de 300 mm : 50/56/63/75 mm ;
- Diamètre intérieur avec platine de 380 mm : 85/100/115/130/150 mm ;
- Diamètre extérieur avec platine de 380 mm : 95/110/125/140/160 mm ;
- Essai UV selon la norme SIA 280 : source Xenon 2 500 heures et 2 500 heures dans l'eau chaude : classe 0, pas de fissures.

8. Outillage

8.1 Soudeuse automatique à air chaud

Cf. *figure 10*

- Buse 4 cm ;
- Puissance 4 000 W en 230 V ;
- Débit d'air chaud 400 à 600 l/min, température réglable en continu entre 20 °C et 650 °C ;

- Entraînement automatique, vitesse d'avance réglable de 0,5 à 5,5 m/min ;
- Poids : environ 35 kg ;
- Marques : Leister type « Varimat V ».

8.2 Bande caoutchouc d'aide à la soudure

cf. figure 10

Selon les conditions atmosphériques et la pente de la toiture, l'emploi d'un guide caoutchouc peut se révéler nécessaire pour éviter la formation de plis sur le bord de soudure. Cette bande non soudable, d'environ 150 mm de large sur 25 m, se positionne avant la mise en marche de l'automate, à fleur, sur le bord supérieur de la membrane, puis retirée après passage de l'automate, pour être repositionnée sur la suite de la ligne de soudure à réaliser.

8.3 Soudeuse manuelle à air chaud à double isolation

- Puissance 1 460 W en 230 V ;
- Débit d'air chaud 50 à 230 l/min sous 30 mbar, température réglable en continu entre 20 °C et 700 °C ;
- Poids : environ 1,5 kg ;
- Marques : Leister type « COMBITRIAC ».

8.4 Appareil pour soudure au solvant

Cf. figure 12

Appareil conçu en aluminium pour la réalisation des soudures, commercialisée par la société 3T France Sarl.

Le solvant, stocké dans le réservoir, imbibé le pinceau placé entre les deux membranes. La roulette avant, exerçant une légère pression, sert de guide à l'appareil de soudure. Le réglage du débit constant de solvant est assuré par un robinet réglable.

La soudure (40 mm mini) est réalisée par pression de deux rouleaux de marouflage à disques, permettant de reprendre les inégalités du support, et de garantir une parfaite fiabilité de soudure, après évaporation des solvants.

9. Fabrication et contrôle

a) Les membranes sont fabriquées par alwitra dans son usine CTW de Hermeskeil (Rhénanie-Palatinat), le système qualité de l'usine étant certifié EN ISO 9001 : 2008 et ISO 14001 : 2004 par l'organisme TÜV CERT.

Le mélange des matières premières homogénéisé en malaxeur est ensuite pressé dans une extrudeuse. Le mélange chaud alimente une calandre à 4 cylindres, qui produit une feuille homogène de 1,2 mm ou 1,5 mm d'épaisseur.

Pour obtenir la membrane EVALON® V, le non-tissé polyester est contrecollé à la sortie du 4^{ème} cylindre.

Pour obtenir la membrane EVALON® VG, le non-tissé voile de verre / polyester est contrecollé à la sortie du 4^{ème} cylindre.

Pour obtenir la membrane EVALON® VSKA, des rouleaux de grandes longueurs sont envoyés chez le sous-traitant qui applique la couche autoadhésive PSA.

L'autocontrôle est exécuté selon le plan de contrôle indiqué dans l'ETA-08/0112 sur les caractéristiques suivantes :

- En continu : état de surface ;
- 1 / équipe : épaisseur, poids, planéité, traction - allongement, retrait 80 °C ;
- 1 / mois : longueur, pliage à froid, soudure (joints) en traction et cisaillement.

b) La colle à froid alwitra L 40 fait l'objet pour chaque lot, par son fabricant soit d'un Certificat - Qualité selon la norme DIN 55 350-18-4.2.2, soit d'un Certificat d'analyses.

Un contrôle annuel est réalisé par le titulaire : essai de pelage à l'état neuf puis à l'état vieilli en température, selon le paragraphe 4.3.3 du Guide technique UEAtc (décembre 2001).

Emballage et stockage

Les feuilles sont enroulées sur mandrins sous plastique transparent. Une étiquette visible indique longueur, largeur, poids et le marquage CE selon l'ETA-08/0112. Une étiquette insérée dans le rouleau indique la date et l'équipe de production. Les rouleaux sont livrés conditionnés sur des Europalettes et emballage cartonné. Les rouleaux déballés doivent être stockés à plat, sur une surface sèche et exempte d'aspérités.

B. Résultats expérimentaux

Les résultats des essais sont consignés dans les rapports suivants :

- Agrément Certificate du BBA, n° 96/3293 du 26 juillet 2001, pour le EVALON and EVALON V Roofing Sheets, Royaume Uni.
- Rapports d'essais sur matériau EVALON® V :
 - du SKZ (DE-Würzburg, Bavière) n° 64533/04-I du 20 juillet 2004, résistance à la grêle sur EVALON® V (norme EN 13583),
 - du SKZ (Würzburg) n° 64533/04-III du 20 juillet 2004, résistance à la grêle sur EVALON® V (norme EN 13583).
- Rapport du MPA-Darmstadt (Hesse, Allemagne) :
 - n° K 05 1613.1 du 10 octobre 2006 pour la feuille EVALON® V, résultats d'essais selon les normes DIN EN,
 - n° K 10 0298.1 du 10 février 2010 pour la feuille EVALON® VG, résultats d'essais selon les normes DIN EN,
 - n° K 04 1631 du 24 mai 2005, contact avec le bitume (norme prEN 1548).
- Procès-verbaux d'essai au vent de l'IFI GmbH (Aix-la-Chapelle, Rhénanie-du-Nord Westphalie), sur élément porteur métallique :
 - n° 16/09 du 20 juillet 2009, pour la membrane EVALON® V avec l'attelage vis ISODRILL TT A4 - plaquette à fût plastique ÉTANCOPLAST HP 82 x 40,
 - n° 15/03 du 15 mars 2003, pour la membrane EVALON® V avec l'attelage vis IR2-4,8 et plaquette métallique de répartition de 82 x 40 x 0,8 mm,
- Rapport d'essais du CSTB « Résistance au poinçonnement statique et Résistance au poinçonnement dynamique de l'EVALON® V », n° TO05-010 du 23 février 2005.
- Procès-verbal du Warringtonfireagent de classement au feu extérieur n° 12604B du 9 mars 2007, classement B_{ROOF}(t3) EVALON® V 1,2 mm, fixée mécaniquement aux conditions suivantes :
 - pente ≤ 10°,
 - montage sur tout support en acier profilé et non perforé ou sur tout support continu non combustible d'épaisseur mini ≥ 10 mm,
 - gamme d'isolant : laine de roche nue d'épaisseur 100 mm et de masse volumique 140 kg/m³.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires (3)

Le système d'étanchéité de membranes d'étanchéité Evalon® V et Evalon® VG fait l'objet d'une déclaration environnementale, *Dach- und Dichtungsbahnssystem EVALON®*, conforme à la norme ISO 14025.

Les membranes d'étanchéité de partie courante sont constituées d'un mélange de terpolymère éthylène-vinyle-acétate (EVAC), de polychlorure de vinyle (PVC), de charges, pigments et stabilisants, ainsi que d'esters d'acide phtalique et d'acides gras comme lubrifiants et aides à la mise en œuvre (exempt de DEHP, DOP, plomb et cadmium conformément à la Déclaration Environnementale produit DEP).

Le demandeur déclare que cette déclaration environnementale est individuelle et a fait l'objet d'une autodéclaration.

Cette déclaration environnementale a été établie le 28 décembre 2010 par Birgit GRAHL, Horst J. BOSSENMAYER et Hans-Wolf REINHARDT, pour l'Institut Bauen und Umwelt e.V. Elle n'a pas fait l'objet d'une vérification par un organisme indépendant ; elle est disponible sur le site www.bau-umwelt.com.

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

C2. Références de chantier

La membrane EVALON® V est commercialisée en France depuis plus de 20 ans, représentant une surface de 220 000 m² (environ en fixation mécanique).

(3) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS.

Annexe A – Règles d'adaptation concernant les attelages de fixation mécanique du revêtement d'étanchéité

A.1 Définitions

ns	: nouveau système correspondant au système à évaluer
ft	: fiche technique du fabricant décrivant l'attelage de fixation mécanique
PK	: résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage de fixation mécanique (ensemble élément de liaison + plaquette) déterminée selon le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006
D	: densité de fixation en u/m ²
A	: nuance de l'acier support
e	: épaisseur du support
R _{ns}	: résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système
sr	: système de référence déterminé à la chambre hypobare
Wadm _{sr}	: charge admissible de calcul du système de référence
PK _{sr}	: résistance à l'arrachement de l'attelage du système de référence, PK _{sr} = 1 320 N ou PK _{sr} = 1 550 N selon les caractéristiques de l'attelage de référence
CR	: classe de résistance à la compression d'un béton de granulats courants
Q	: charge limite d'un ancrage dans le béton
ρ	: masse volumique du béton

A.2 Domaine de validité des adaptations

- Densité de fixations $D_{ns} \geq 3$ fixations /m² ;
- Espacement entre axes des fixations d'une même rangée ≥ 18 cm (*) ;
- Espacement entre axes de fixations d'une même rangée ≤ 2 fois l'entraxe des nervures des tôles.

(*) ≥ 15 cm dans le cas de TAN à grande ouverture de nervure (Ohn) $>$ à 70 mm (et ≤ 200 mm).

A.3 Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

A.3-1 Plaquettes métalliques

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

- Les plaquettes sont admises avec leur PK_{sr} ;
- L'épaisseur et la nuance d'acier sont \geq à celles de référence ;
- Les dimensions respectent les conditions suivantes :
 - si la plaquette du « ns » est ronde, son \varnothing doit être supérieur ou égal à la diagonale de la plaquette du système de référence,
 - si la plaquette est carrée ou oblongue, ses dimensions doivent être supérieures ou égales aux dimensions de la plaquette du système de référence et disposée dans le même sens.

A.3-2 Plaquette avec fût plastique

On admet que le fût plastique de référence ÉTANCOPLAST HP 82 × 40 peut être remplacée par un fût plastique de même nature (même matériau) et de dimensions \geq à celles du système de référence, avec une tolérance pour les dimensions du fût ÉTANCOPLAST de ± 8 %.

Les adaptations des attelages avec fûts plastiques ne sont pas prévues par le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

A.4 Exigences générales

Les *tableaux A1 et A2* donnent, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

- Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur,
- La résistance à la corrosion exigée pour l'élément de liaison (éléments de liaison + plaquettes) avec une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 du Guide ETAG n° 006 : mars 2000 de l'EOTA.
- La résistance caractéristique à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (D_{ns}).

A.5 Détermination de la densité de fixations D_{ns} du nouveau système

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les *tableaux B1 et B2*, les règles d'adaptation sont les suivantes:

- Si $R_{ns} \geq PK_{sr}$, alors $Wadm_{ns} = Wadm_{sr}$
- Si $R_{ns} < PK_{sr}$, alors $Wadm_{ns} = Wadm_{sr} \times R_{ns}/PK_{sr}$

D_{ns} (densité corrigée du nouveau système) = pression de vent / $Wadm_{sr}$ avec pression de vent extrême calculée en fonction de la zone, du site, hauteur du bâtiment, forme du versant, zone de toiture (partie courante, rive et angle).

Tableau A1 – Travaux neufs

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

1. Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
2. Classes d'hygrométrie selon les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).
3. Certains panneaux isolants présentent des exigences particulières, cf. Document Technique d'Application particulier.
4. Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
5. La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
6. La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
7. La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système doit être au moins égale à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation.
8. Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service correspondant à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 2 mm ; le dispositif de fixation doit permettre ce déplacement de 2 mm sans désaffleurement de la tête de fixation. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur Q_{ft} est supérieure à la résistance caractéristique Pk_{ft} indiquée dans la fiche technique de la fixation, la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).
9. Attelages complets présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006 mars 2000.
10. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Tableau A2 – Travaux de réfections

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

1. Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.

2. Classes d'hygrométrie selon les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).

3. Certains panneaux isolants (par exemple, mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières, cf. Document Technique d'Application particulier.

4. Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.

5. La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.

6. La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.

7. Le $PK_{réel}$ ou $Q_{réel}$ s'évalue par mesures *in situ* selon le protocole d'essai de l'annexe 4 du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 :

- les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, même constitution et état de la toiture),
- chaque zone fait l'objet d'un minimum de 15 essais et d'un rapport d'essai distinct.

La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système à la mise en œuvre doit être au moins égale à celle des essais préparatoires *in situ*.

8. Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur issue des essais sur chantier $Q_{réel}$ est supérieure à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation PK_{ft} , la valeur à retenir est celle de la fiche technique (PK_{ft}).

9. Attelages complets présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006 mars 2000.

10. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Annexe B.1 – Attelages de fixation mécanique avec plaquette métallique, admis pour les kits d'étanchéité

Liminaire :

L'attelage du système de référence est :

- vis IR2 4,8 × L (Ø 4,8 mm) + plaquette IRD 82 × 40 AL (épaisseur 0,8 mm), de la société SFS Intec, à Valence ;
- de $Pk_{ft} = 1\,320\text{ N}$.

Tableau B.1,1 – Élément porteur en maçonnerie (1)

Fabricant	Nom de l'attelage (2)	Pk_{ft} ou Q_{ft} (N) (3)	Solide au pas
SFS Intec	vis TI 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	$Pk_{ft} = 3\,970$ (4)	
	vis TI 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	$Pk_{ft} = 3\,320$ (6)	
	clou SPIKE® DT 6,3 × L + plaquette IRD 82×40	$Pk_{ft} = 1\,790$ (5) (7)	
	rivet TPR 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	$Pk_{ft} = 2\,240$ (4)	
LR Étanco	vis BETOFAST TH 3C + plaquette 82 × 40 R	$Q_{ft} = 2\,460$ (6)	
	vis BETOFAST TH DF 3C Ø 6,6 mm + plaquette 82 × 40 R DF	$Q_{ft} = 2\,460$ (6)	OUI
	clou NAILFIX CH + plaquette 82 × 40 R SC	$Q_{ft} = 1\,100$ (4) (7)	

OUI : attelage solide au pas (§ 3.63).

(1) Maçonnerie selon la norme NF P 10-203 (référence DTU 20.12).

(2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.

(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006), selon la fiche technique de l'attelage.

(4) Dans un béton C20/25 - ancrage ≥ 30 mm.

(5) Dans un béton C20/25 d'épaisseur ≥ 60 mm - ancrage ≥ 25 mm.

(6) Dans un béton C20/25 - ancrage ≥ 35 mm.

(7) Le $Wadm_{sr}$ est à calculer conformément au § A.5 de l'Annexe A.

Tableau B.1,2 – Élément porteur en dalles de béton cellulaire autoclavé armé de masse volumique 500 kg/m³

Fabricant	Nom de l'attelage (1)	Pk_{ft} (N) (2)	Solide au pas
SFS Intec	vis IGR-S 8,0 × L + plaquette IG8-C 82 × 40	1 470 (3) (4)	
LR Étanco	vis MULTIFAST TB DF Inox + plaquette 82 × 40 R	1 250 (3) (5) (6)	
	vis MULTIFAST TB Inox + plaquette 82 × 40 R	1 250 (3) (5) (6)	

(1) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.

(2) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006), selon la fiche technique de l'attelage).

(3) Élément de liaison en acier inoxydable austénitique A2.

(4) Ancrage ≥ 60 mm.

(5) Ancrage ≥ 55 mm.

(6) Le $Wadm_{sr}$ est à calculer conformément au § A.5 de l'Annexe A.

Tableau B.1,3 – Élément porteur en tôles d'acier nervurées pleines conformes au NF DTU 43.3 P1-2 (1)

Fabricant	Nom de l'attelage (2)	Pk _{ft} (N) (3)		Solide au pas
SFS Intec	vis IR2-4,8 × L ou vis IR2-S 4,8 × L + plaquette IR 82 × 40	1 320		OUI
	vis IR2-C 4,8 × L ou vis IR2-S 4,8 × L + plaquette IRC/W 82 × 40	1 320		OUI
	vis IT2-C 4,8 × L + plaquette IRC/W 82 × 40	1 430		
	clou TPR 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	1 756		
LR Étanco	vis EVF 2C + plaquette 82 × 40 R	1 900		
	vis EVDF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 900		OUI
	vis EVB DF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 600		OUI
	vis EHB DF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 600		OUI
	vis VMS 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 900		
	vis ISODRILL TT + plaquette 82 × 40 R DF	1 550		
	vis ISODRILL TH DF + plaquette 82 × 40 R DF	1 550		OUI
OUI : attelage solide au pas (§ 9.5).				
(1) TAN en acier galvanisé ≥ S 320 GD et conformes au NF DTU 43.3.				
(2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.				
(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (<i>e-Cahier du CSTB 3563</i> de juin 2006).				

Tableau B.1,4 – Élément porteur en tôles d'acier nervurées perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 P1-2 (1)

Fabricant	Nom de l'attelage (2)	Pk _{ft} (N) (3)		Solide au pas
		trou Ø 5 mm	acier crevé	
LR Étanco	vis FASTOVIS 3036 TF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 500	1 400	
	vis FASTOVIS 3036 TF DF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 500	1 400	OUI
	rivet PER + plaquette 82 × 40 R DF	1 090 (4)	920 (4)	OUI
OUI : attelage solide au pas (§ 9.5).				
(1) TAN en acier galvanisé ≥ S 320 GD et conformes au NF DTU 43.3.				
(2) Attelages définis dans la fiche technique du fabricant.				
(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (<i>e-Cahier du CSTB 3563</i> de juin 2006).				
(4) Le Wadm _{sr} est à calculer conformément au § A.5 de l'Annexe A.				

Tableau B.1,5 – Élément porteur en bois et panneaux dérivés du bois d'épaisseur 18 mm et conforme au NF DTU 43.4 P1-2 (1)

Fabricant	Nom de l'attelage (2)	Pk _{ft} (N) (3)		Solide au pas
SFS Intec	vis IFP2 6,7 × L + plaquette IRD 82 × 40	1 333 (4)		
	vis IWT 5,0 × L + plaquette IRC/W 82 × 40	1 666 (4)		
LR Étanco	vis MULTIFAST TF + plaquette 82 × 40 R	2 100 (4)		
	vis EVF 2C + plaquette 82 × 40 R SC	1 900 (4)		
	vis EVDF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 900 (4)		OUI
OUI : attelage solide au pas (§ 9.5).				
(1) Bois, panneaux de particules et de contreplaqué conformes au NF DTU 43.4.				
(2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.				
(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (<i>e-Cahier du CSTB 3563</i> de juin 2006).				
(4) Dans un support d'épaisseur ≥ 18 mm et conforme à ceux du NF DTU 43.4 P1.				

Annexe B.2– Attelages de fixation mécanique avec plaquette fût plastique, admis pour les kits d'étanchéité

Liminaire :

L'attelage du système de référence est :

- vis ISODRILL TT A4 (\varnothing 4,8 mm) + plaquette ÉTANCOPLAST HP 82 × 40 de la société LR Étanco, au Pecq ;
- de $PK_{ft} = 1\ 550$ N.

Tableau B.2,1 – Élément porteur en maçonnerie (1)

Fabricant	Nom de l'attelage (2)	PK_{ft} ou Q_{ft} (N) (3)	Solide au pas
LR Étanco	vis BETOFAST TB TX 30 3C \varnothing 6,6 mm + plaquette ÉTANCOPLAST HP6 82 × 40	$Q_{ft} = 2\ 460$ (4)	OUI
OUI : attelage solide au pas (§ 3.63).			
<p>(1) Maçonnerie selon la norme NF P 10-203 (référence DTU 20.12).</p> <p>(2) Attelage défini dans la fiche technique du fabricant.</p> <p>(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (<i>e-Cahier du CSTB</i> 3563 de juin 2006), selon la fiche technique de l'attelage.</p> <p>(4) Dans un béton C20/25 - ancrage ≥ 35 mm.</p>			

Tableau B.2,2 – Élément porteur en tôles d'acier nervurées pleines conformes au NF DTU 43.3 P1-2 (1)

Fabricant	Nom de l'attelage (2)	PK_{ft} (N) (3)	Solide au pas
SFS Intec	vis TK2-4,8 × L + plaquette plastique TK60	1 260 (4)	OUI
LR Étanco	Vis EGB 2C + plaquette ÉTANCOPLAST HP 82 × 40	1 600	OUI
	vis ISODRILL TT + plaquette ÉTANCOPLAST HP 82 × 40	1 550	OUI
OUI : attelage solide au pas (§ 3.63).			
<p>(1) TAN en acier galvanisé $\geq S\ 320$ GD et conformes au NF DTU 43.3.</p> <p>(2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.</p> <p>(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon le paragraphe 4.4.2 du CPT Commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures mécaniquement » (<i>e-Cahier du CSTB</i> 3563 de juin 2006).</p> <p>(4) Le $Wadm_{sr}$ est à calculer conformément au § A.5 de l'Annexe A.</p>			

Annexe C.1 – Répartitions précalculées des fixations mécaniques au mètre carré

Les tableaux C.1,1 à C.1,6 sont valables :

1) Pour les feuilles :

- EVALON® V/ EVALON® VG, pour un effort admissible
 $W_{adm_{sr}} = 530 \text{ N/fixation}$

2) Pour un attelage de référence : de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,320 \text{ N}$, avec plaquette métallique de dimensions
 $= 82 \times 40 \times 0,8 \text{ mm}$

$W_{adm} = 530$
N/fixation

EVALON® V et EVALON® VG

$R_{sr} \geq 1\,320 \text{ N}$

Tableau C.1,1 : Versants plans - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	8	9
15	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rives	3	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
20	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	11
30	Courante	3	3	3	4	4	5	4	5
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12
40	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rives	4	6	5	7	7	8	8	9
	Angles	6	8	7	9	9	11	11	13

Tableau C.1,2 : Versants plans - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11
15	Courante	3	4	4	5	4	6	5	6
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12
20	Courante	3	4	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	6	5	7	6	8	7	9
	Angles	6	8	7	9	9	11	11	13
30	Courante	4	5	4	6	5	7	6	8
	Rives	5	6	6	7	7	9	8	10
	Angles	7	9	8	10	10	12	12	14
40	Courante	4	5	5	6	6	7	7	8
	Rives	5	7	6	8	8	9	9	11
	Angles	7	10	9	11	11	13	13	15

Tableau C.1,3 : Versants plans - Maçonnerie et béton cellulaire: Travaux neufs et réfections - Bâtiments fermés et ouverts, - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois : réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir alors tableau C.1,1 - Bâtiment fermés)

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	5
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	6	5	6	6	8	7	9
20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9
30	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	10
40	Courante	3	3	3	3	3	4	3	4
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11

Wadm = 530 N/fixation

EVALON® V et EVALON® VG

R_{sr} ≥ 1 320 N

Tableau C.1,4 : Versants courbes - Tôle d'acier nervurées, bois et dérivés -Travaux neufs - Bâtiments fermés

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
15	Courante	3	3	3	4	3	4	4	5
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11
20	Courante	3	3	3	4	4	4	4	5
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12
30	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rives	5	6	5	7	7	8	8	9
	Angles	6	8	8	10	9	12	11	13
40	Courante	3	4	4	5	4	5	5	6
	Rives	5	7	6	7	7	9	9	10
	Angles	7	9	8	10	10	13	12	14

Tableau C.1,5 : Versants courbes - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	4	4	5	4	5	5	6
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11
15	Courante	3	4	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	9	11	10	12
20	Courante	4	5	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	6	5	7	6	8	7	9
	Angles	6	8	7	10	9	11	11	13
30	Courante	4	5	5	6	6	7	7	8
	Rives	5	6	6	7	7	9	8	10
	Angles	7	9	8	11	10	13	12	15
40	Courante	4	6	5	6	6	8	7	9
	Rives	5	7	6	8	8	9	9	11
	Angles	8	10	9	12	11	14	13	16

Tableau C.1,6 : Versants courbes - Maçonnerie et béton cellulaire : Travaux neufs et réfections - Bâtiments fermés et ouverts, - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois : réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir alors tableau C.1,4 - Bâtiment fermés)

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	4	5	4	5	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	8	9
15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	11
30	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12
40	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	4	6	5	6	6	8	7	9
	Angles	6	8	7	9	9	11	11	13

Les tableaux C.1,7 à C.1,12 sont valables :

1) Pour les feuilles :

- EVALON® V/ EVALON® VG, pour un effort admissible
 $W_{adm_{sr}} = 580 \text{ N/fixation}$

2) Pour un attelage de référence : de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1 550 \text{ N}$, avec et plaquette à fût plastique, de dimensions
 $= 82 \times 40 \times 0,8 \text{ mm}$

$W_{adm} = 580 \text{ N/fixation}$

EVALON® V et EVALON® VG

$R_{sr} \geq 1 550 \text{ N}$

Tableau C.1,7 : Versants plans - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
15	Courante	3	3	3	3	3	4	3	4
	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	8	9
20	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rives	3	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10
30	Courante	3	3	3	4	3	4	4	5
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11
40	Courante	3	3	3	4	4	5	4	5
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	7	7	9	8	10	10	12

Tableau C.1,8 : Versants plans - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois - Travaux neufs et réfections - Bâtiments ouverts

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	4	4	5	4	5
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
15	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11
20	Courante	3	4	4	5	4	5	5	6
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	7	7	9	8	10	10	12
30	Courante	3	4	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	6	5	7	6	8	8	9
	Angles	6	8	7	9	9	11	11	13
40	Courante	4	5	4	6	5	7	6	7
	Rives	5	6	6	7	7	9	8	10
	Angles	7	9	8	10	10	12	12	14

Tableau C.1,9 : Versants plans - Maçonnerie et béton cellulaire: Travaux neufs et réfections - Bâtiments fermés et ouverts, - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois : réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir alors tableau C.1,7 - Bâtiment fermés)

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	3	3	4	4	4	4	5
	Angles	4	5	4	5	5	6	6	7
15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	5
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	9
30	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	10
40	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	10

Wadm = 580 N/fixation

Evalon® V et Evalon® VG

R_{sf} ≥ 1 550 N

Tableau C.1,10 : Versants courbes - Tôle d'acier nervurées, bois et dérivés -Travaux neufs - Bâtiments fermés

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	4	3	4
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	4	6	5	7	7	8	8	9
15	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10
20	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	4	5	4	6	6	7	7	8
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11
30	Courante	3	3	3	4	4	5	4	5
	Rives	4	6	5	6	6	8	7	9
	Angles	6	8	7	9	9	11	10	12
40	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rives	5	6	5	7	7	8	8	9
	Angles	6	8	7	10	9	11	11	13

Tableau C.1,11 : Versants courbes - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois - Travaux neufs et réfections- Bâtiments ouverts

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	7	6	7	7	9	9	10
15	Courante	3	4	4	5	4	5	5	6
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11
20	Courante	3	4	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12
30	Courante	4	5	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	6	5	7	6	8	8	9
	Angles	6	9	8	10	9	12	11	13
40	Courante	4	5	5	6	6	7	7	8
	Rives	5	6	6	7	7	9	8	10
	Angles	7	9	8	11	10	13	12	15

Tableau C.1,12 : Versants courbes - Maçonnerie et béton cellulaire : Travaux neufs et réfections - Bâtiments fermés et ouverts, - Tôle d'acier nervurée, bois et panneaux dérivés du bois : réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde, voir alors tableau C.1,10 - Bâtiment fermés)

Hauteur (m)	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
		normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé	normal	exposé
10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8
15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	4	5	4	5	5	6
	Angles	4	6	5	7	6	8	8	9
20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10
30	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11
40	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8
	Angles	6	7	7	9	8	10	10	12

Annexe C.2.1 – Entraxes de fixations

Tableau C.2.1,1 – Evalon® V & VG fixé mécaniquement

Intervalle « f » entre fixations en fonction de la densité théorique et de la largeur nominale des lés (« f » en m) - Entraxes des fixations avec laizes standard avec fixations en lisières

Densité théorique nombre/m ²	Largeur nominale des laizes (m)				
	EVALON® V et EVALON® VG			EVALON® V	
	1,55	1,09	1,05	0,79	0,54
3	0,23	0,34	0,36	0,37	0,40
4	0,17 (1)	0,26	0,27	0,37	0,40
5		0,21	0,22	0,30	0,40
6			0,18	0,25	0,40
7				0,21	0,34
8				0,19	0,30
9					0,26
10					0,24
11					0,22
12					0,20
13					0,18
14					
15					
16					

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

Tableau C.2.1,2 – Evalon® V & VG fixé mécaniquement

Entraxes des fixations avec lignes de fixations intermédiaires

Densité théorique nombre/m ²	Entraxe lignes de fixation EVALON® V et EVALON® VG en largeur de laizes 1,55 m		Entraxe fixation	Entraxe lignes de fixation EVALON® V et EVALON® VG en largeur de laizes 1,05 m		Entraxe fixation
	1,44			0,94		
3	1,44		0,23	0,94		0,36
4	0,72	1 lé EVALON®V ou EVALON® VG coupé en 2	0,35	0,94		0,27
5	0,72	1 lé coupé en 2	0,28	0,94		0,21
6	0,72	1 lé coupé en 2	0,23	0,47	1 lé coupé en 2	0,35
7	0,72	1 lé coupé en 2	0,20	0,47	1 lé coupé en 2	0,30
8	0,48	1 lé coupé en 3	0,26	0,47	1 lé coupé en 2	0,27
9	0,48	1 lé coupé en 3	0,23	0,47	1 lé coupé en 2	0,24
10	0,48	1 lé coupé en 3	0,21	0,47	1 lé coupé en 2	0,21
11	0,48	1 lé coupé en 3	0,19	0,47	1 lé coupé en 2	0,19
12	0,36	1 lé coupé en 4	0,23	0,47	1 lé coupé en 2	0,18
13	0,36	1 lé coupé en 4	0,21	0,31	1 lé coupé en 3	0,25
14	0,36	1 lé coupé en 4	0,20	0,32	1 lé coupé en 3	0,23
15	0,36	1 lé coupé en 4	0,19	0,32	1 lé coupé en 3	0,22
16	0,29	1 lé coupé en 5	0,21	0,32	1 lé coupé en 3	0,20

Annexe C.2.2 – Zonage de la toiture

Zones de toiture	Localisation	Largeur des zones
1	Parties courantes	
2	Rives y compris au droit d'un mur en surplomb	Sur une largeur de 1/10 ^{ème} de la hauteur sans être inférieure à 2 m.
3	Angles	Définis comme la rencontre de deux rives
4	Pieds d'émergences ponctuelles (*):	Sur une largeur de 1 m
	- de hauteur ≥ 1 m et dont une des dimensions en plan est ≥ 1 m	
5	- autres émergences	Renfort en pied de relevé

La toiture d'une émergence est traitée comme un élément distinct (toiture ascenseur).

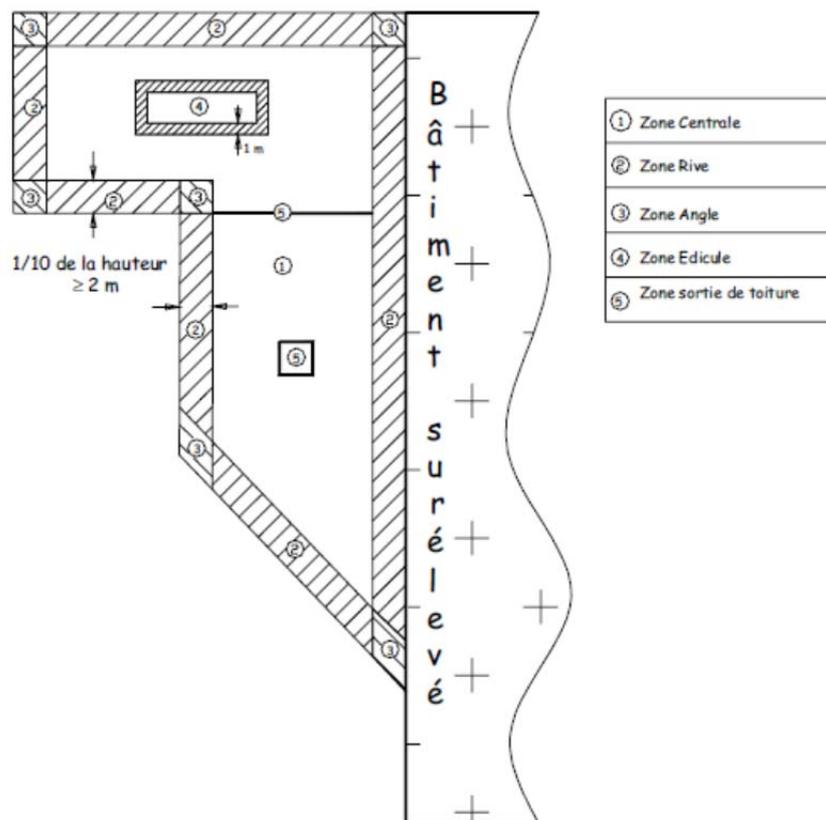


Figure C.2.2,1 – Zonage de la toiture

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Toitures inaccessibles et terrasses techniques ou à zones techniques, avec le procédé EVALON® V et EVALON® VG fixé mécaniquement, travaux neufs sur maçonnerie et dalles de béton cellulaire autoclavé (5)

Élément porteur	Supports directs	Complexes fixés mécaniquement
		(1) ≤ pente (2)
Maçonnerie (2) ou Dalles de béton cellulaire autoclavé	- Maçonnerie - Dalles de béton cellulaire autoclavé armé Isolants thermiques (3) : - laine de verre (MWG) (4) - laine de roche (MWR) - perlite expansée (fibrée) (EPB) - polyuréthane (PUR) parementé - polyisocyanurate (PIR) parementé - polystyrène expansé (EPS)	EVALON® V ou EVALON® VG Écran pare-vapeur + Isolant thermique + EVALON® V ou EVALON® VG
<p>(1) La pente minimum est nulle sur maçonnerie avec mise en place d'un « Plan d'Action Qualité » (cf. § 3.2 du Dossier Technique) (*) ; pente ≥ 1 % sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé.</p> <p>(2) Pente ≤ 5 % en terrasses techniques ou à zones techniques. Pente ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; les chemins de circulation sont réalisés avec des dalles discontinues DALLE EVALON® (cf. § 7.710 du Dossier Technique). À partir d'une pente de 36 %, le recours à l'assistance technique de la société 3T France est obligatoire (cf. § 2 du Dossier Technique).</p> <p>(3) Les isolants sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application.</p> <p>(4) Uniquement en toiture inaccessible.</p> <p>(5) Si le Document Technique d'Application du panneau isolant vise l'emploi en toitures techniques ou à zones techniques</p> <p>(*) Se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au <i>paragraphe 3c</i> de l'AVIS.</p>		

Tableau 2 – Toitures inaccessibles ou à zones techniques, avec le procédé EVALON® V et EVALON® VG fixé mécaniquement, travaux neufs sur tôle d'acier nervurée (4)

Élément porteur	Supports directs	Complexes fixés mécaniquement
		mini NF DTU 43.3 ≤ pente (2)
Tôle d'acier nervurée	Isolants thermiques (1) : - laine de verre (MWG) (3) - laine de roche (MWR) - polyisocyanurate parementé (PIR) - polystyrène expansé (EPS)	Écran pare-vapeur si nécessaire + isolant thermique + EVALON® V ou EVALON® VG
<p>(1) Les isolants sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application.</p> <p>(2) Pente ≤ 5 % en zones techniques. Pente ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; les chemins de circulation sont réalisés avec des dalles discontinues DALLE EVALON® (cf. § 8.610 du Dossier Technique). À partir d'une pente de 36 %, le recours à l'assistance technique de la société 3T France est obligatoire (cf. § 2 du Dossier Technique).</p> <p>(3) Uniquement en toiture inaccessible.</p> <p>(4) Si le Document Technique d'Application du panneau isolant vise l'emploi en zones techniques</p>		

Tableau 5 – Mise en œuvre du pare-vapeur

Tableau 3 – Toitures inaccessibles ou à zones techniques, avec le procédé EVALON® V et EVALON® VG fixé mécaniquement, travaux neufs sur bois et panneaux à base de bois (4)

Élément porteur	Supports directs	Complexes fixés mécaniquement
		mini NF DTU 43.4 ≤ pente (2)
Bois	- Panneaux d'agglomérés ou de contreplaqués conformes au NF DTU 43.4 P1-1 - Panneaux à base de bois sous DTA pour un emploi en toitures étanchées	EVALON® V ou EVALON® VG
Panneaux à base de bois	Isolants thermiques (1) (4) : - laine de verre (MWG) (3) - laine de roche (MWR) - perlite expansée (fibrée) (EPB) - polyuréthane (PUR) parementé - polyisocyanurate (PIR) parementé - polystyrène expansé (EPS)	Écran pare-vapeur + EVALON® V ou EVALON® VG

(1) Les isolants sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application.
(2) Pente ≤ 7 % en zones techniques. Pente ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; les chemins de circulation sont réalisés avec des dalles discontinues DALLE EVALON® (cf. § 8.610 du Dossier Technique). À partir d'une pente de 36 %, le recours à l'assistance technique de la société 3T France est obligatoire (cf. § 2 du Dossier Technique).
(3) Uniquement en toiture inaccessible.
(4) Si le Document Technique d'Application du panneau vise l'emploi en zones techniques.

Tableau 4 – Toitures inaccessibles et terrasses techniques ou à zones techniques, travaux de réfections avec le procédé EVALON® et VG fixé mécaniquement

Support direct sur tous éléments porteurs selon la norme - DTU 43.5	Complexes fixés mécaniquement (1) ≤ pente (2)
Anciens revêtements apparents (§ 3.7) : - bitumineux indépendants - enduit pâteux ciment volcanique,	
- bitumineux autoprotection métallique - membrane synthétique (3) - bitumineux autoprotégé minéral - asphalte apparent	Écran de séparation chimique (4) + EVALON® V ou EVALON® VG
- autres asphaltes	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La pente minimum du support est conforme à la norme NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1), avec pente nulle sur élément porteur maçonné avec mise en place d'un « Plan d'Action Qualité » (cf. § 3.2 du Dossier Technique) (*).
(2) Pente ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; les chemins de circulation sont réalisés avec des dalles discontinues DALLE EVALON® (cf. § 8.610 du Dossier Technique). À partir d'une pente de 36 %, le recours à l'assistance technique de la société 3T France est obligatoire (cf. § 2 du Dossier Technique).
(3) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur polyéthylène.
(4) Écran de séparation chimique défini au § 7.612.
(*) Se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au *paragraphe 3c* de l'AVIS.

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur sans EAC bitumineux (DTU ou DTA) (2)	Pare-vapeur polyéthylène (3) (4)
Maçonnerie (1)	Faible ou moyenne hygrométrie	EIF + BE 25 VV 50 soudé en plein	FDT Dampfsperre
	Locaux à forte hygrométrie	EIF + bitume élastomérique 35 Alu soudé en plein	
	Très forte hygrométrie		
Béton cellulaire autoclavé armé (1)	Faible ou moyenne hygrométrie	Voir Avis Technique des dalles pour toitures	FDT Dampfsperre
Tôles d'acier nervurées	Faible ou moyenne hygrométrie	se reporter au NF DTU 43.3 P1	
	Locaux à forte hygrométrie	se reporter au NF DTU 43.3 P1	
	Locaux à très forte hygrométrie		
Bois et panneaux dérivés du bois	Faible ou moyenne hygrométrie	BE 25 VV 50 cloué, joint soudé ou sur panneaux seulement : pontage (1) + EIF + BE 25 VV 50 soudé en plein	FDT Dampfsperre

(1) Pontage des joints cf. § 3.2 - 3.3 - 3.5 du Dossier Technique.
(2) Le pare-vapeur sans EAC peut également être posé en indépendance (avec les mêmes feuilles, sans EIF ni écran perforé), à joints soudés. En périphérie de la toiture et autour des émergences, le pare-vapeur est soudé en plein, sur 0,50 m au moins.
(3) FDT Dampfsperre (§ 3.62 du Dossier Technique). Nécessite un parement soigné conformément à la norme NF P 18-201 (référence DTU 21).
(4) Il n'y a pas de différences d'emploi entre le pare-vapeur polyéthylène 0,25 mm et 0,40 mm.

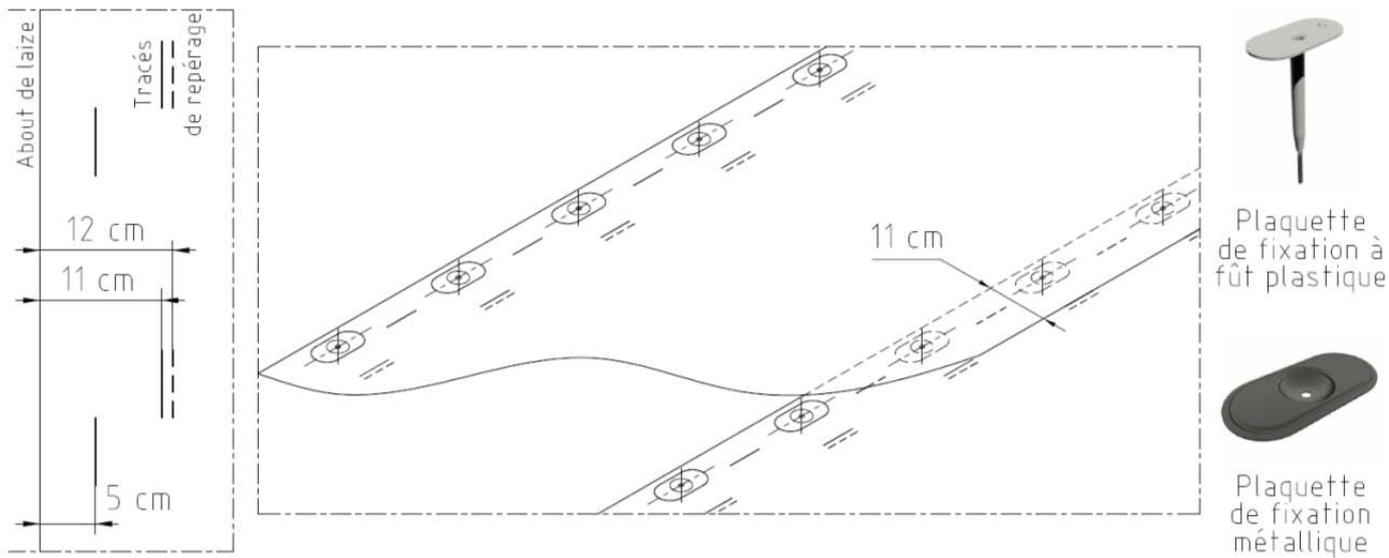
Tableau 6 – Caractéristiques spécifiées et utilisation des membranes EVALON® V - EVALON® VG

Propriétés	Référentiel	Valeur spécifiée EVALON® V	Valeur spécifiée EVALON® VG
Épaisseur (VDF) tolérances sur valeur unitaire (%) (tolérances sur valeurs moyennes : - 5 %, + 10 %)	EN 1849-2	1,2 (± 0,05) (1) + feutre (3)	1,2 (± 0,05) (1) + feutre (3)
Masse surfacique (VDF) (g/m ²)		1 660	1 660
Feutre non-tissé en sous-face :			
- polyester en sous-face (g/m ²)		160	
- composite polyester/voile de verre – polyester (g/m ²)			190
Rectitude (VLF) (mm)	EN 1848-2	< 50	< 50
Planéité (VLF) (mm)		< 10	< 10
Allongement en rupture (sens L x T) (VDF) (%) (± 20 %)	EN 12311-2 (A)	≥ 60	≥ 60
Résistance en traction (sens L x T) (VDF) (%) (± 20 %)	EN 12311-2 (A)	≥ 500	≥ 500
Stabilité dimensionnelle (VLF) (%)	EN 1107-2	sens L : < 0,5 sens T : < 0,2	sens L : < 0,5 sens T : < 0,2
Résistance à la déchirure au clou (sens L x T) (VDF) (± 20 %) (N)	EN 12310-1	≥ 80	≥ 80
Résistance à la déchirure amorcée (VLF) (N)	EN 12310-2	≥ 80	≥ 80
Résistance au poinçonnement statique - méthode A sur polystyrène expansé 20 kg/m ³ (VLF)	EN 12730	L25	L25
Résistance au choc - méthode B (VLF) (mm)	EN 12691 : 2006	≥ 300	≥ 300
Résistance au poinçonnement statique (sous-classe L)	NF P 84-352 (2)	L4	L4
Résistance au poinçonnement dynamique (sous-classe D)	NF P 84-353 (2)	D3	D3
Résistance à la grêle (VLF) (m/s)	EN 13583	≥ 30	≥ 30
Pliage à froid (VDF) (°C)	EN 495-5	- 30	- 30
Pliage à froid (VLF)		- 25	- 25
Propriétés vis-à-vis de la vapeur d'eau (VLF) (valeur μ) épaisseur de la couche d'air équivalente (s _a) (m)	EN 1931	< 20 000 < 24	< 20 000 < 24
Compatibilité vis-à-vis du bitume	EN 1548	pas de dommage	pas de dommage
Résistance au pelage du joint (VLF) (N/50mm)	EN 12316-2	≥ 80	≥ 80
Résistance au cisaillement du joint (VLF) (N/50mm)	EN 12317-2	≥ 200	≥ 200
Utilisation	---	Partie courante, relevés	Partie courante, relevés

VDF : valeur déclarée par le fabricant. VLF : valeur limite du fabricant.
(1) Également en épaisseur 1,5 mm (1,5 mm + feutre 160 g/m²). (2) Guide technique F.I.T. (Cahier du CSTB de mars 2008).
(3) Épaisseur totale 2,2 et 2,5 mm.

Tableau 7 – Caractéristiques et utilisation des autres membranes de gamme EVALON®

		EVALON®	
Propriétés	Référentiel	Valeur	
Épaisseur (mm) (VDF) (1)	EN 1849-2	1,2	1.5
Masse surfacique (VDF) (g/m ²)	EN 1849-2	1 500	
Allongement en rupture (sens L × T) (VDF) (%) (± 20 %)	EN 12311-2 (méthode B)	≥ 300	
Résistance en traction (sens L × T) (VDF) (%) (± 20 %)	EN 12311-2 (méthode B)	≥ 12,5	
Stabilité dimensionnelle (VLF) (%)	EN 1107-2	sens L : < 1,0 × sens T : < 0,1	
Résistance à la déchirure au clou (sens L × T) (VDF) (± 20 %) (N)	EN 12310-1	≥ 80	
Résistance à la déchirure amorcée (VLF) (N)	EN 12310-2	≥ 80	
Pliage à basse température (VLF) (°C)	EN 495-5	- 30	
Coefficient de diffusion de vapeur d'eau (valeur μ)	EN 1931	< 20 000	
Compatibilité vis-à-vis du bitume	EN 1548	pas de dommage	
Résistance au poinçonnement statique - méthode B sur support dur (VLF)	EN 12730	L20	
Résistance au pelage du joint (VLF) (N/50mm)	EN 12316-2	≥ 80	
Résistance au cisaillement du joint (VLF) (N/50mm)	EN 12317-2	≥ 200	
Utilisation		Accessoires (pièces d'angles, EEP), habillage tôle plastée, relevés	
		EVALON® VSKA	
Utilisation		Relevés	
(1) Tolérances : ± 5 % (moyenne) ± 10 % (valeur individuelle).			



Le lignage à 5 cm est pour le système collé sous DTA « Evalon® en apparent »
 Le lignage à 11 cm est pour les attelages de fixations mécaniques

Figure 1 – Jonctions longitudinales et marquages sur la membrane

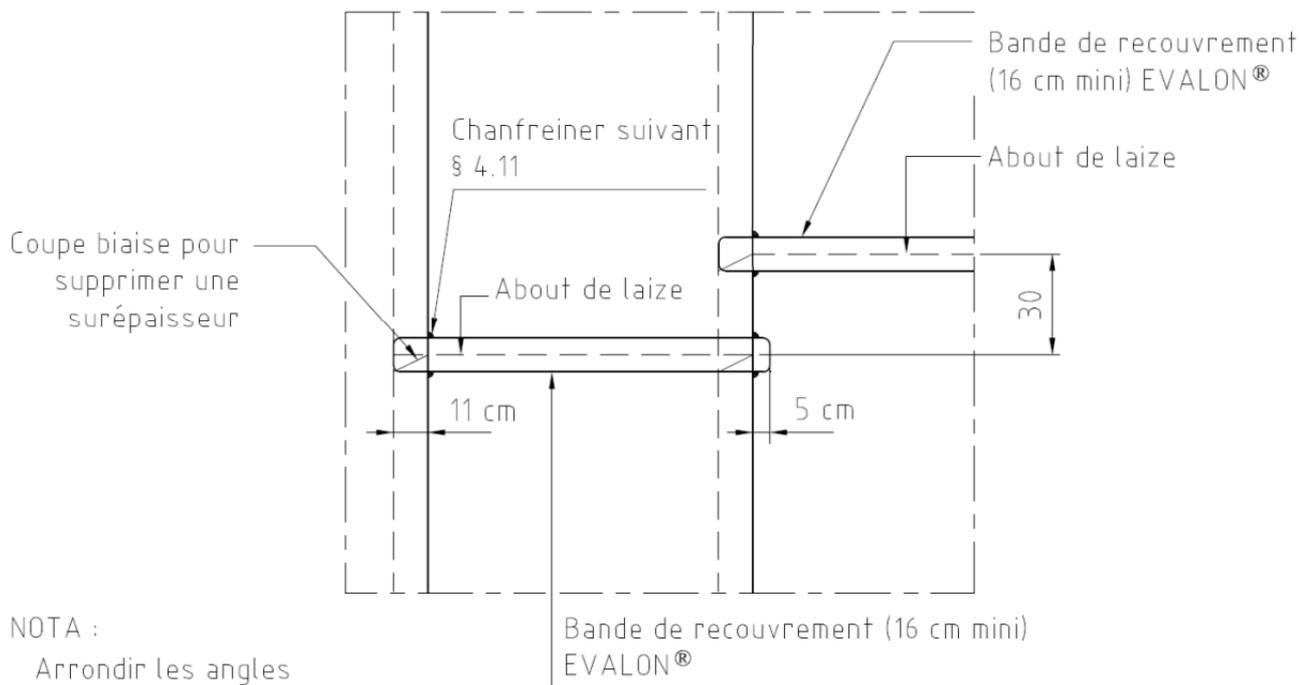
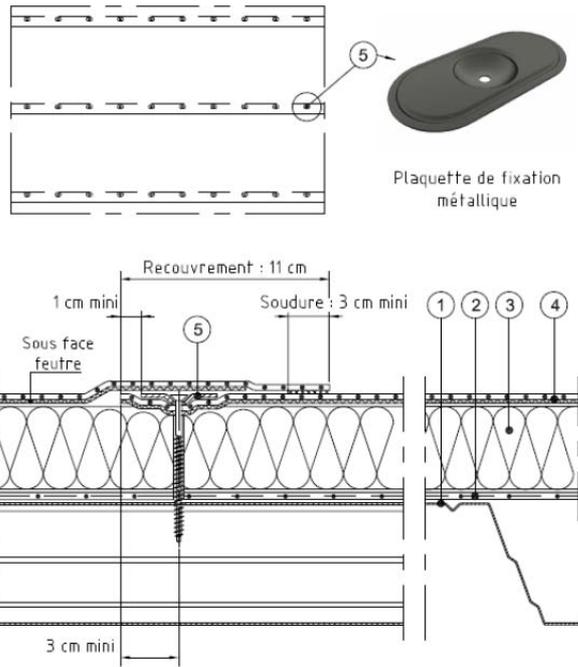
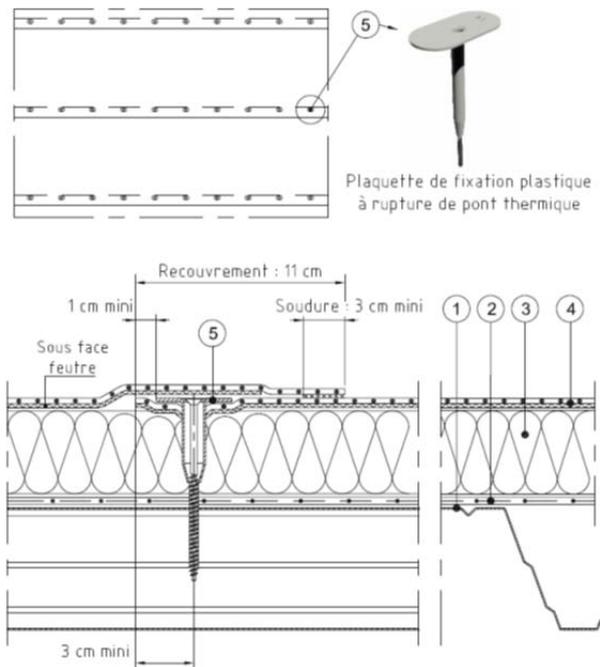


Figure 2 – Jonctions transversales en T (décalées)



- ① Élément porteur
- ② Pare-vapeur suivant norme - DTU série 43
- ③ Support isolant
- ④ Membrane EVALON® V ou EVALON® VG de partie courante
- ⑤ Élément de fixation avec plaquette métallique

Figure 3 – Fixations mécaniques à plaquette métallique EVALON® V et EVALON® VG avec soudure à air chaud



- ① Élément porteur
- ② Pare-vapeur suivant norme - DTU série 43
- ③ Support isolant
- ④ Membrane EVALON® V ou EVALON® VG de partie courante
- ⑤ Élément de fixation à fût plastique

Figure 4 – Fixations mécaniques à fût plastique EVALON® V et EVALON® VG avec soudure à air chaud

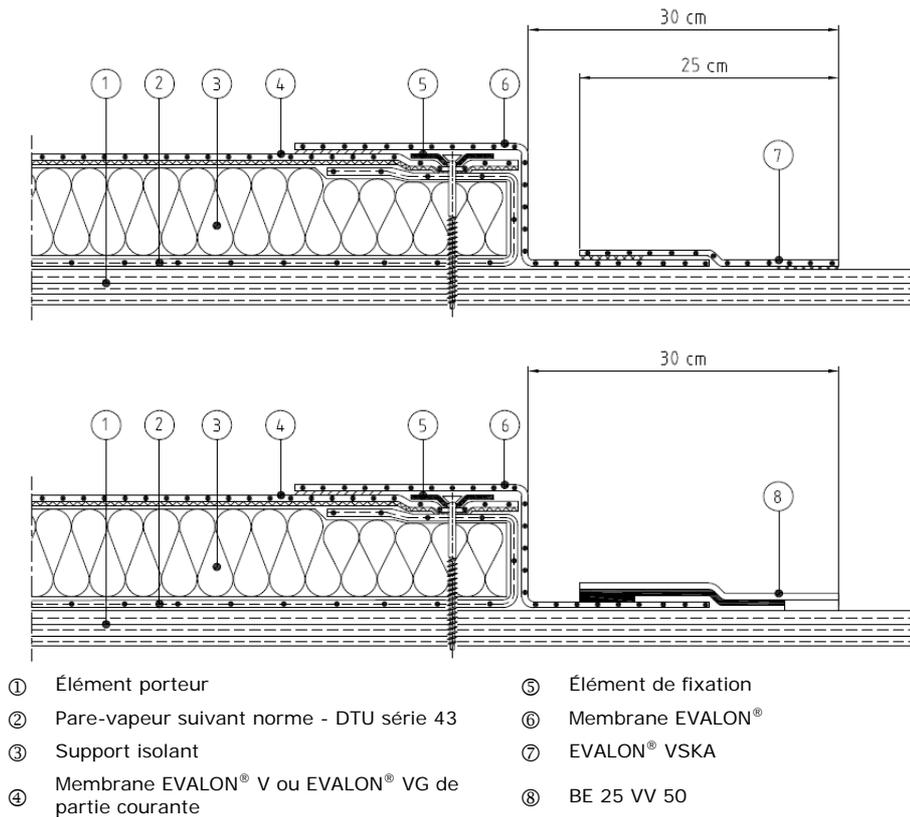


Figure 5 – Mise hors d'eau fin de journée

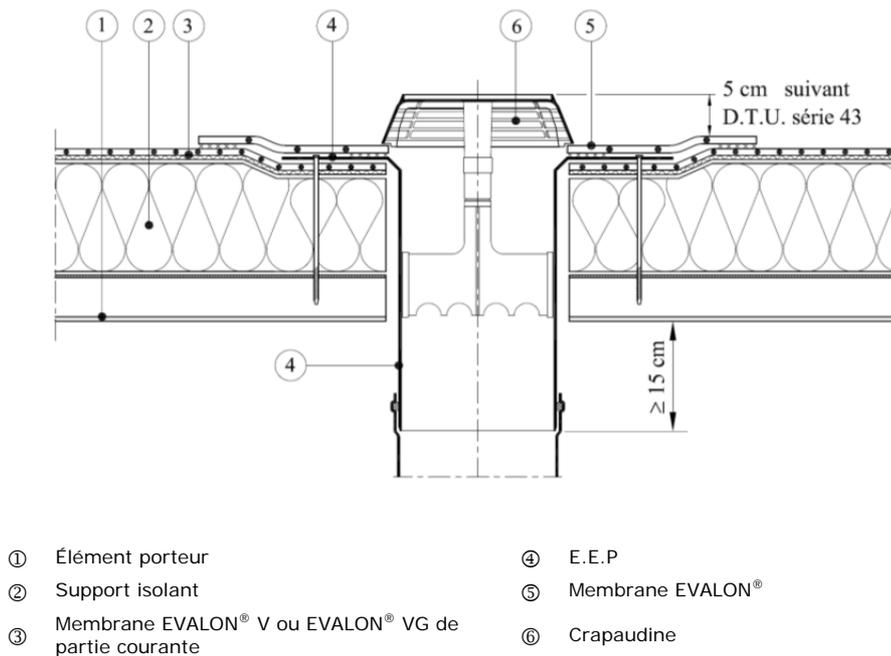
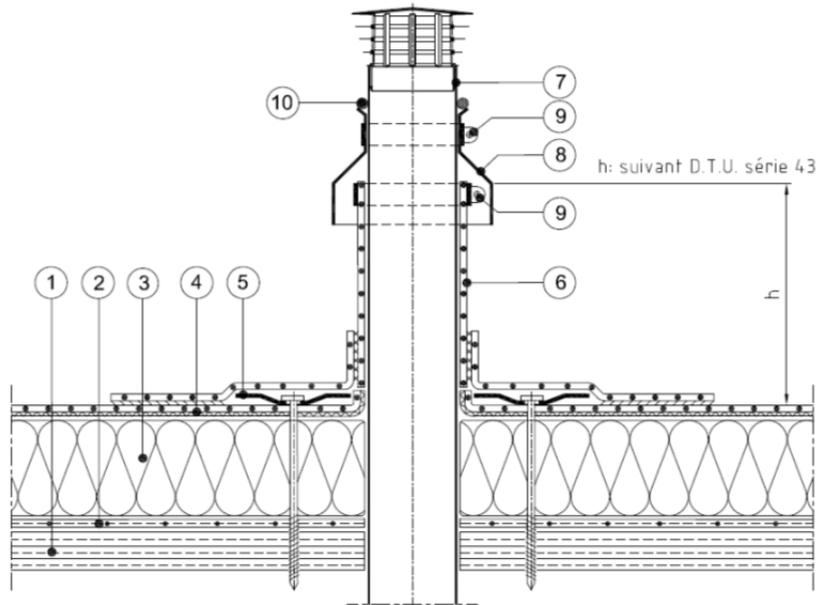
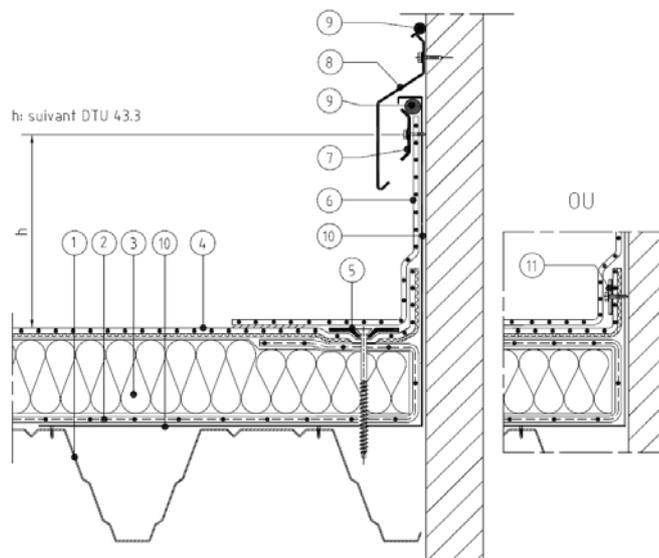


Figure 6 – Entrées d'eaux pluviales



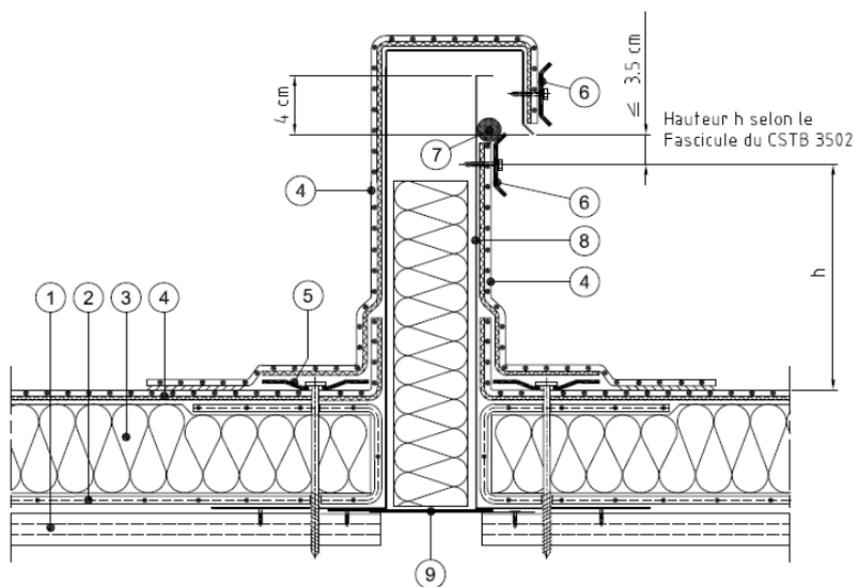
- | | | |
|---|--|----------------------|
| ① Élément porteur | ⑤ 4 fixations au mètre | ⑨ Collier de serrage |
| ② Pare-vapeur suivant norme - DTU série 43 | ⑥ Membrane EVALON® ou EVALON® VSKA | ⑩ Mastic |
| ③ Support isolant | ⑦ Ventilation suivant norme - DTU série 43 | |
| ④ Membrane EVALON® V ou EVALON® VG de partie courante | ⑧ Colletette de protection | |

Figure 7 – Relevé sur conduit de ventilation



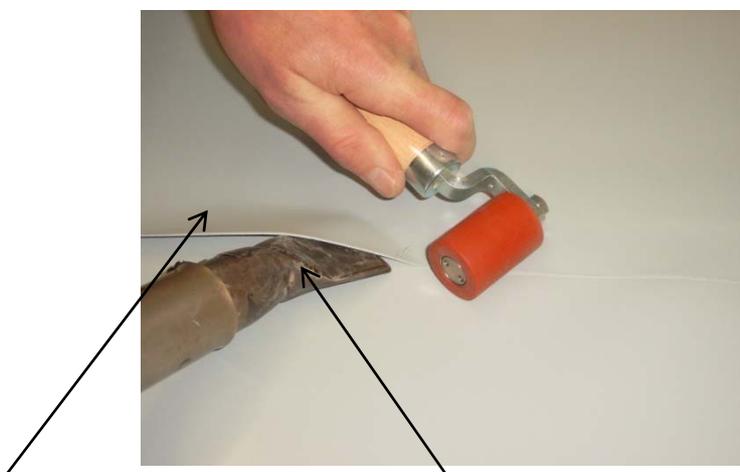
- | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|
| ① Élément porteur tôle d'acier nervurée | ⑤ Fixation de pied dans la costière | ⑨ Mastic |
| ② Pare-vapeur si nécessaire | ⑥ Relevé en EVALON® V ou EVALON® VSKA | ⑩ Costière métallique |
| ③ Support isolant | ⑦ Feuillard | ⑪ Fixation de pied dans le relevé |
| ④ Membrane EVALON® V ou EVALON® VG de partie courante | ⑧ Bande porte-solin sous ATec | |

Figure 8 – Relevé sur costière métallique mur maçonnerie



- | | | | | | |
|---|--|---|----------------------|---|-------------------------------|
| ① | Élément porteur tôle d'acier nervurée | ⑤ | 4 fixations au mètre | ⑨ | Tôle de maintien de l'isolant |
| ② | Pare-vapeur | ⑥ | Feuillard | | |
| ③ | Support isol | ⑦ | Mastic | | |
| | Hauteur <i>h</i> selon le Fascicule du CSTB 3502 | | | | |
| ④ | Membrane f partie courante | ⑧ | Costière métallique | | |

Figure 9 – Joint de dilatation sur costière métallique



Soudure sur 30 mm mini

Buse

Figure 10 – Soudure à l'air chaud

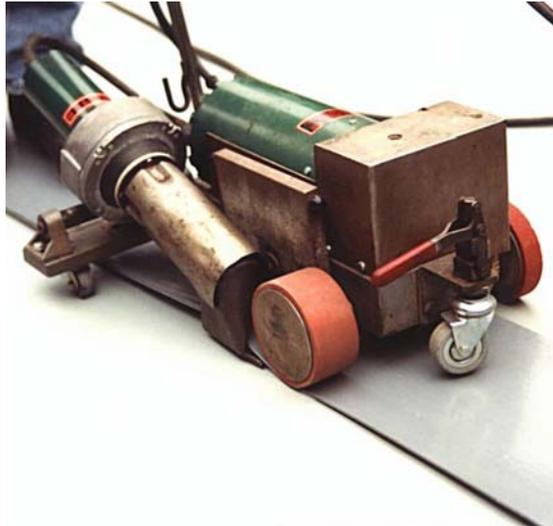
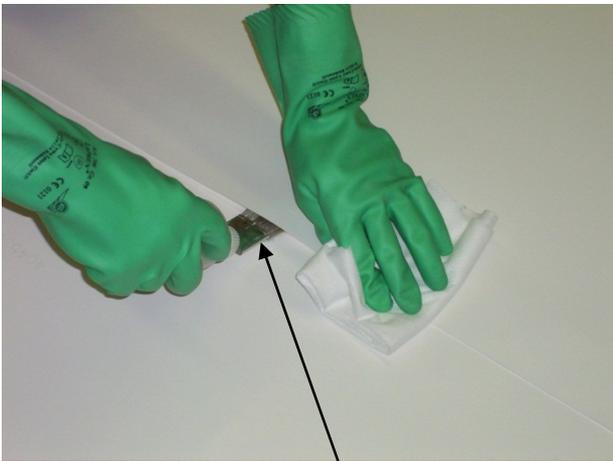


Figure 11 – Soudure à l'air chaud par robot de soudure et bande de guidage



Pinceau plat avec réservoir soudure sur 40 mm mini



Figure 12 – Soudure au solvant THF à l'aide d'un automate de soudure ou au pinceau plat