

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/13-2365**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/08-2020

*Revêtement d'étanchéité monocouche à base de PVC plastifié
fixé mécaniquement à l'élément porteur*

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

Rhenofol fixé mécaniquement

objet de l'Agrément
Technique Européen

ETA-08/0187

Titulaire : FlachdachTechnologie GmbH & Co KG
Eisenbahnstraße 6 8
DE-68199 Mannheim
Bade Wurtemberg (Allemagne)
Tél. : 49(0) 621 8504 100
Fax : 49(0) 621 8504 200
Courriel : kundenservice@fdt.de
Internet : www.fdt.de

Usine : FlachdachTechnologie GmbH & Co KG (Mannheim)

Distributeur : 3T France Sarl
Toiture Terrasse Technologie
Immeuble Le César
12 Chaussée Jules César Tél. : 01 30 32 08 00
BP 80209 Osny Fax : 01 30 30 45 64
FR-95523 Cergy Pontoise Cedex Courriel : 3t@3t-france

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

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 4 juillet 2014



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 16 décembre 2013, la demande relative au revêtement d'étanchéité de toitures « Rhenofol fixé mécaniquement », présenté par FLACHDACHTECHNOLOGIE, objet de l'Agrément Technique Européen ETA-08/0187. 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 et dans les régions ultrapériphériques (DROM) Guadeloupe – Martinique, Guyane, Mayotte et Réunion. Ce document annule et remplace l'Avis Technique 5/08-2020.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le procédé Rhenofol fixé mécaniquement est un revêtement monocouche apparent constitué de feuilles en PVC plastifié armées, fixé mécaniquement, en travaux neuf et de réfection, sur différents supports, pour des toitures terrasses inaccessibles et terrasses techniques ou avec zones techniques.

1.2 Mise sur le marché

Le procédé fait l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de l'Agrément Technique Européen ETA 08/0187 utilisé en tant qu'Évaluation Technique Européenne.

1.3 Identification

Les rouleaux de feuilles RHENOFOL CV ou CV-F reçoivent des étiquettes où figurent les noms du producteur et du matériau, les dimensions, les conditions de stockage.

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 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 des revêtements apparents est connu pour les systèmes cités au *paragraphe B* du Dossier Technique.

Le classement de tenue au feu des autres revêtements 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 réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne) et 5 (forte) sur des sols de classe A, B, C, D et E.

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

Elle peut être normalement assurée. Cependant, la surface des membranes devient glissante lorsque humide.

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

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). Les fiches de sécurité sont disponibles à la Société 3T France Sarl.

Données environnementales et sanitaires

Il existe une FDES et une déclaration environnementale mentionnées au *paragraphe C1* du Dossier Technique. Il est rappelé que cette FDES et cette déclaration environnementale n'entrent 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. Il permet d'utiliser les isolants supports admis dans le Dossier Technique sans limitation de la résistance thermique validée dans leurs Documents Techniques d'Application respectifs.

Sur l'élément porteur TAN, le coefficient ponctuel du pont thermique intégré des fixations mécaniques « χ fixation », des feuilles d'étanchéité fixées mécaniquement et/ou de son support isolant, doit être pris en compte dans les calculs thermiques conformément aux dispositions prévues dans le fascicule 4/5 des Règles Th-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,
- 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 peut être employé sur des éléments porteurs et supports en maçonnerie, supports isolants sur toles d'acier nervurées, selon le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (*e-Cahier du CSTB 3644* d'octobre 2008). Seule la membrane RHENOFOL CV de couleur blanche et d'épaisseur de 1,5 mm peut être utilisée dans les conditions du paragraphe 7 du Dossier Technique.

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 modificatif n° 4*).

Les efforts admissibles du système de référence du procédé Wadm_{sr}, selon l'*e-Cahier du CSTB 3563* « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement » de juin 2006, sont définis au *tableau 7* (§ 4.315) du Dossier Technique.

- Attelage de fixations du système de référence avec plaquette métallique:
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{K_{sr}} = 1\ 320\ N$,
 - dimensions de la plaquette : 82 x 40 x 0,8 mm ;
- Attelage de fixations du système de référence ETANCOPLAST T 80 x 40 avec fût plastique en polyamide PA6 :
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{K_{sr}} = 1\ 350\ N$,
 - dimensions de la plaquette à fût plastique : 74 x 40 x 2,45 mm.

2.22 Durabilité – Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé Rhenofol fixé mécaniquement est satisfaisante.

Entretien et réparations

cf. les normes P 84 série 200 (réf. DTU série 43) et *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004. Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

2.23 Fabrication et contrôle

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées et formées par la Société 3T France Sarl. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière. 3T France Sarl apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

Le principe de soudure au solvant présente des spécificités qui nécessitent son application par du personnel averti, tant au niveau de la pose que des précautions inhérentes au temps de consolidation des soudures.

2.25 Classement FIT

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

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Attelages de fixations mécaniques

a) Il est rappelé que les attelages de fixations mécaniques des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, et des isolants supports fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826).

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

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

b) Le système Rhenofol 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,
- bois et panneaux dérivés du bois,

conformément à l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

c) L'usage de fixations mécaniques est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).

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.

2.32 Éléments porteurs en bois massif ou en panneaux à base de 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, le Document Technique d'Application de l'élément porteur à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaisonnement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique, limite au vent extrême du système selon les Règles V 65 avec le modificatif n° 4 de février 2009 etc. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

2.33 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/m²).

2.34 Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (réf. 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

Jusqu'au 31 décembre 2020.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

a) Cas de la pente nulle sur maçonnerie :

se reporter au *paragraphe 2.31* de l'AVIS.

b) La révision du procédé présente les modifications suivantes :

- Intégration au Dossier Technique des relevés isolés sur acrotère béton,
- Retrait des solutions en pâte SB et soudure au solvant sur panneaux de polystyrène expansé.

c) L'attelage de référence à fût plastique est uniquement EGB 2C Ø 4,8 mm ETANCOPLAST T 80 x 40. Pour les attelages à fût plastique, il n'y a pas de règles d'adaptation.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
Stéphane GILLIOT

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 Principe

Le procédé Rhenofol fixé mécaniquement est un revêtement d'étanchéité monocouche apparent constitué d'une membrane (RHENOFOL CV ou RHENOFOL CV-F) en PVC.P armée, destiné aux toitures plates, inclinées ou cintrées, pour travaux neufs et réfections, sur éléments porteurs en maçonnerie conformes aux normes NF P 10-203 (référence DTU 20.12 P1) et NF P 84-204 (référence DTU 43.1), pente $\geq 0\%$, béton cellulaire conforme à l'Avis Technique des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ; tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3 P1 ; 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) ; ou en bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 P1 ou à leurs Documents Techniques d'Application particuliers, et conforme au CPTC « Étanchéités de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document d'Application » (CPTC, *Fascicule du CSTB 3502*, avril 2004).

En réfection, les éléments porteurs sont conformes à la NF P 84-208 (DTU 43.5).

Les membranes RHENOFOL CV sont armées d'une grille de polyester et sont livrables en largeur de : 2,05 m, 1,50 m, 1,03 m, 0,68 m et 0,51 m.

Elles sont posées soit avec :

- fixations mécaniques en lisières recouvertes, avec largeur de lés $\leq 1,50$ m, pour la technique classique ;
- fixations intermédiaires, par soudage sur bandes, ou traversantes sous pontages, avec largeur de lés $\leq 2,05$ m, pour la technique composite.

1.2 Organisation de la mise en œuvre et assistance technique

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées et formées par la Société 3T France Sarl.

L'assistance technique peut être demandée à la Société 3T France Sarl, elle porte sur :

- La formation de la main d'œuvre au cours de stages spécialisés (poseurs-encadrement) ; cette formation précède, de quelques jours une assistance technique lors du démarrage du chantier ;
- À l'issue de cette formation et de la vérification d'aptitude sur chantier, un certificat nominatif de durée limitée est remis au stagiaire ;
- Une assistance technique aux entreprises 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 visite.

La pente nulle justifie de l'utilisation d'un Plan d'Action Qualité.

1.3 Entretien

L'entretien minimal des toitures est conforme à celui 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, NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1) et du CPTC *Fascicule du CSTB 3502* d'avril 2004.

1.4 Réparation

En cas de blessure accidentelle, le revêtement d'étanchéité peut être facilement réparé, après nettoyage de la membrane dans la zone concernée, par des pièces de membrane, découpées de forme appropriée (5 cm en périphérie plus grande que la blessure) et soudées selon la technique utilisée pour la jonction des membranes.

2. Destination et domaine d'emploi

2.1 Généralités

Le Rhenofol fixé mécaniquement est employé en climat de plaine dans les zones 1, 2, 3, 4 et 5 tous sites de vents selon Règles V 65 avec le modificatif n° 4 de février 2009, comme étanchéité des toitures-terrasses plates, inclinées ou cintrées, inaccessibles et zones techniques, en travaux neufs et en réfections. Pour les toitures courbes, le rayon de courbure minimum est défini par le Document Technique d'Application relatif à l'isolant ou par le NF DTU 43.4 sur support direct.

Le Rhenofol fixé mécaniquement est applicable suivant les supports, sur les locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie, à l'exclusion des locaux à très forte hygrométrie.

Les règles et clauses, non modifiées par le présent Dossier Technique,

- Des normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) non modifiées par le Cahier des Prescriptions Techniques (voir l'AVIS) ;
- De l'Avis Technique des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ;
- Du 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) ;
- Du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements d'Outre-Mer (DOM) » (*e-Cahier du CSTB 3644* d'octobre 2008) ;

sont applicables.

2.2 Cadre d'utilisation

Le *tableau 1* résume les conditions générales d'utilisation. Son emploi doit tenir compte des règles propres aux éléments porteurs et/ou aux panneaux isolants qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

2.2.1 Revêtement sur toitures inaccessibles et techniques, éléments porteurs en maçonnerie pentes $\geq 0\%$ ou en béton cellulaire pentes $\geq 1\%$

Voir *tableau 1*.

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 ⁽¹⁾. Une confirmation des soudures au moyen de PVC liquide est obligatoire (cf. § 4.24).

2.2.2 Revêtement sur toitures inaccessibles et techniques, éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, pentes conformes au NF DTU 43.3

Voir *tableau 1*.

2.2.3 Revêtement sur toitures inaccessibles et techniques, éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois, pentes conformes au NF DTU 43.4

Voir *tableau 1*.

3. Prescriptions relatives aux supports

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).

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

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. Une confirmation des soudures au moyen de PVC liquide est obligatoire (cf. § 4.24).

Sont exclus les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers chauffants, les planchers comportant des distributions électriques noyées, et les planchers de type D.

La préparation des supports comprend, en l'absence d'isolation, la pose d'un écran de séparation mécanique (cf. § 6.32).

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

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 $\geq 1\%$.

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.

La préparation des supports comprend, en l'absence d'isolation, la pose d'un écran de séparation mécanique (cf. § 6.32).

3.4 Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

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

Les densités de fixations sont calculées en concordance avec les entraxes des nervures, entraxe minimum de fixation défini à 18 cm.

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

Elle comprend en l'absence d'isolation la pose d'un écran de séparation chimique et/ou mécanique (cf. § 6.32, et *tableau 1*).

3.6 Supports isolants thermiques non porteurs

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

Sont admis les panneaux isolants mentionnés ci-dessous et dans le *tableau 1*, dans les conditions de leurs Documents Techniques d'Application (DTA) particuliers pour l'emploi considéré.

3.6.1 Nature des isolants thermiques

Voir *tableau 1*.

Les isolants thermiques utilisés sont :

- La laine de roche nue ou surfacée bitume ;
- La laine de verre nue ;
- La perlite expansée ;
- Le polystyrène expansé nu ou parementé voile de verre ;
- Le polyisocyanurate parementé sans bitume ;
- Le polyuréthane parementé sans bitume.

Ils sont définis par leurs Documents Techniques d'Application particuliers favorables pour cet emploi.

Dans le cas de pose sur panneaux de perlite, un dispositif anti-poussière doit être prévu, soit tel que décrit au § 6.33, soit par nettoyage préalable avant de procéder à la soudure des recouvrements entre lés.

3.6.2 Composition du pare-vapeur

L'écran pare-vapeur est conforme aux normes NF P 84-204-1 (DTU 43.1 P1), NF DTU 43.3, NF DTU 43.4, à l'Avis Technique pour le béton cellulaire autoclavé armé ou au *Fascicule du CSTB 3502*.

L'écran pare-vapeur peut être constitué d'un film en polyéthylène FDT DAMPFSPERPE-PE décrit au § 6.21.

Le pare-vapeur en polyéthylène est posé en indépendance, avec un recouvrement de 5 cm minimum, liaisonné au moyen de bandes auto-collantes FDT (cf. § 6.49), 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).

Relief en béton et en blocs de béton cellulaire autoclavé

Dans le cas d'un isolant placé sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en maçonnerie, la continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient eux-mêmes isolés ou non. Cette continuité de l'écran pare-vapeur et des relevés, doit être assurée de la façon suivante :

a) Pare-vapeur polyéthylène FDT Dampfsperre :

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 butyl (cf. § 6.410) 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 butyl, 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) ;

- 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 (cf. § 6.23 du *Dossier Technique*).

En cas de réfection, la norme NF P 84-208 (DTU 43.5) s'applique, notamment en ce qui concerne la conservation de l'ancienne étanchéité comme écran pare-vapeur.

La composition du pare-vapeur est donnée dans le *tableau 2*.

3.6.3 Technique de mise en œuvre de l'isolant

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 ;
- 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 à base de bois, sont systématiquement vérifiés quant aux valeurs d'ancrage des fixations ($PK_{réel}$ ou $Q_{réel}$) envisagées pour la réfection. $PK_{réel}$ (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

Les compositions des complexes sont indiquées *tableau 1*, dans le cadre d'utilisation au paragraphe 2.2.

La membrane RHENOFOL (CV ou CV-F) est appliquée selon le système, comme défini ci-dessous, joints longitudinaux à recouvrements d'au moins 10 cm.

- Cas des supports isolants compatibles avec les membranes en PVC P : la membrane RHENOFOL est appliquée directement sur le support isolant ;
- Cas des supports isolants en polystyrène expansé : un écran de séparation chimique (cf. *tableau 1*, renvoi 7) ;
- Cas des supports isolants en perlite fibrée : un écran anti-poussières suivant (cf. *tableau 1*, renvoi 7) ;
- Cas particulier des supports directs en bois et panneaux à base de bois : un écran de séparation chimique/mécanique (cf. *tableau 1*, renvoi 8) ;
- Cas des supports isolants surfacés bitume et anciens revêtements bitumineux : un écran de séparation chimique/mécanique (cf. *tableau 1*, renvoi 6) ;
- Cas particulier des supports directs en maçonnerie et béton cellulaire : un écran de séparation mécanique (cf. *tableau 1*, *indice 8*).

4.2 Jonctions

Les feuilles sont déroulées sans tension, à recouvrements longitudinaux de 10 cm (cf. *figure 1*). Une ligne repère tracée à 10 cm du bord de la feuille guide le recouvrement. Les recouvrements transversaux sont de 5 cm, décalés entre eux d'au moins 0,30 m. Les jonctions en croix sont interdites et seules les jonctions en T sont admises (cf. *figure 4*). Lors de la superposition de trois feuilles, les lisières sont chanfreinées pour éviter la formation de canaux capillaires.

Les feuilles d'étanchéité RHENOFOL s'assemblent entre elles à l'air chaud, ou au solvant. Les surfaces à assembler doivent être sèches, propres, exemptes de résidus de colle.

4.21 Soudures à l'air chaud

La soudure s'effectue en passant la buse à air chaud (d'un appareil automatique ou manuel) 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 (cf. *figure 1*). La soudure est effectuée par une température extérieure minimale de 5 °C.

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



4.22 Soudures au solvant (THF)

Le solvant est introduit entre les surfaces à assembler avec un pinceau plat avec réservoir. La soudure se fait par dissolution superficielle du matériau. La largeur de soudure effective est de 50 mm. Elle peut s'utiliser jusqu'à une température d'air ambiant minimale + 15 °C et une humidité relative inférieure à 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.

La soudure est effective après 6 heures au minimum (à 5 °C ou à 20 °C).



L'emploi du solvant est subordonné au respect des consignes d'hygiène et de sécurité du travail, en conformité au mémento de formation aux « Étanchéités à base de monocouche synthétique » édité par la CSFE. La soudure au solvant n'est pas admise sur polystyrène expansé.

4.23 Contrôle des soudures

Le contrôle doit être fait impérativement à l'aide d'une pointe sèche (ou similaire), le long de toutes les soudures, après refroidissement ou évaporation totale des solvants.

Les défauts sont notés au passage pour effectuer les reprises nécessaires.

Thermosoudure

En cours de soudage, les indices visibles d'une bonne méthodologie d'application sont la brillance de la jonction et la formation d'un léger reflux de matière.

Il faut veiller à l'absence de plis, surchauffes (caractérisée par un jaunissement de la membrane et un dégagement de fumée noire).

Soudure chimique

En cours de soudage, l'indice visible d'une bonne méthodologie d'application est l'apparition de brillance par reflux de solvant.

Il faut veiller à l'absence de plis, et à une parfaite planéité de la membrane sur les jonctions.

Le contrôle à la pointe sèche doit être effectué après évaporation complète du solvant (~ 6 heures à 20 °C) et avant application éventuelle du cordon de PVC liquide.

La reprise de défauts de soudure se fait obligatoirement à l'aide de chalumeau à air chaud.

4.24 Finition des soudures

Sur support en maçonnerie à pente nulle, on dépose, le jour même, un cordon de PVC liquide Rhenofol (10 g/m environ) le long de la jonction, après autocontrôle.

4.3 Pose du revêtement en partie courante

4.31 Généralités

4.311 Technique classique (cf. *figure 1*)

Les laizes de largeur maximum de 1,50 m sont fixées en lisière sous le recouvrement de la laize suivante. Dans le cas d'éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, les laizes sont déroulées perpendiculairement aux ondes des nervures. À partir de la densité de fixation (cf. *tableaux A 1,1 à A 1,6 et tableaux A 3,1 à A 3,6*), on se reporte au *tableau A 1,7* qui donne, en fonction de la largeur nominale des laizes, l'intervalle « f » entre deux fixations. Cet intervalle « f » ne peut pas toujours être respecté sur T.A.N. dans ce cas, si une fixation tombe dans un creux d'onde, on reporte celle-ci sur la plage précédente et on reprend ensuite le rythme théorique de fixation.

En périphérie de toiture et au pied de relevé de chaque émergences ou édifices, la membrane est relevée verticalement sur 5 cm minimum.

4.312 Technique composite (cf. figure 1)

Les laizes de 2,05 m ou 1,50 m de large sont fixées en lisière. Pour répondre aux exigences de densité de fixation minimale (cf. *tableaux A 2,1 à A 2,7*), une ou plusieurs bandes intermédiaires de largeur 0,10 m auront été préalablement fixées, avec le même écart entre fixations que sur lisières. Au fur et à mesure de l'avancement, chaque laize est collée à la pâte SB, à raison de 50 g/m au minimum, sur les bandes intermédiaires.

Si les conditions climatiques ne permettent pas l'application de la pâte SB ($T^{\circ}\text{C} < \text{à } 5^{\circ}\text{C}$ ou $\text{HR} > 85\% \text{ HR}$), il est possible de fixer le revêtement avec des fixations traversantes en rangées intermédiaires, avec les mêmes espacements que pour les bandes, définies dans le paragraphe ci-dessus. Ces rangées intermédiaires traversantes seront pontées par une bande de RHENOFOL CV de 0,15 m soudée de part et d'autre (cf. *figure 1*).

La membrane est déroulée sans tension à recouvrements longitudinaux de 10 cm et transversaux de 5 cm.

En périphérie de toiture et au pied de relevé de chaque émergence ou édicule, la membrane est relevée verticalement sur 5 cm minimum.

4.313 Fixation mécanique du revêtement en partie courante

cf. *figure 2*.

4.314 Éléments de fixations mécaniques

Se référer au § 6.41.

4.315 Densité des fixations

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 ;
- 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 3*) ;
- La densité de fixations se calcule en fonction des règles V 65 modifiées en février 2009, en vent extrême. Elle y intègre la charge dynamique admissible (W_{adm}) définie dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 – Effort admissible W_{adm} suivant différentes configurations

Wadm	Technique classique	Technique composite
Plaquette métallique (*)	676 N/ fixation cf. <i>tableaux A 1,1 à A 1,6</i>	560 N/ fixation cf. <i>tableaux A 2,1 à A 2,6</i>
Fût plastique (**)	541 N/ fixation cf. <i>tableaux A 3,1 à A 3,6</i>	Non prévu

* Pour un attelage de fixation de référence constitué d'une vis IR2-4,8 et d'une plaquette métallique IR 82 x 40 x 0,8 mm solide au pas, dont la résistance caractéristique ($P_{k_{sr}}$) est au moins égale à 1 320 N, sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur de la Société SFS Intec, basée à Valence (26).

** Pour un attelage de fixation de référence constitué d'une vis EGB 2C Ø 4,8 et d'un fût plastique polyamide ETANCOPLAST T 80 x 40 solide au pas, dont la résistance caractéristique ($P_{k_{sr}}$) est au moins égale à 1 350 N, sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur de la Société LR ÉTANCO, basée au Pecq (78).

- 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 B* avec l'assistance technique de 3T France Sarl.

4.316 Fixations complémentaires.

La membrane de la partie courante est fixée en pied de relevés de tous les reliefs et émergences, par des fixations ponctuelles distantes de

25 cm au maximum ou, par fixation linéaire au moyen d'une cornière en tôle plastée, préalablement fixée au support à raison d'une fixation tous les 25 cm (en quinconce dans le cas d'une cornière). La membrane de la partie courante est alors soudée sur la tôle plastée.

4.32 Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée ou, en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau par une bande de chape soudable liaisonnant la membrane avec le premier élément adhérent à l'élément porteur dans le cas de travaux neufs. Cette bande doit être déposée à la reprise des travaux.

4.4 Traitement des relevés

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 et le CPT Commun « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotères béton des toitures inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées sur élément porteurs en maçonnerie » *e-Cahier du CSTB 3741* de novembre 2013. 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. Voir *figures 11, 14 et 14bis*.

4.41 Relevés sur acrotères non isolés

Les relevés utilisent les feuilles RHENOFOL en bandes distinctes des feuilles de la partie courante.

Des pièces en RHENOFOL C (non armé) peuvent être utilisées pour habiller les angles rentrants ou sortants et des formes contournées.

Les feuilles de relevés se recouvrent entre elles de 5 cm au moins, soudés sur 3 cm à l'air chaud et 5 cm au solvant (cf. § 4.2) et recouvrent la partie courante par un talon de 10 cm au moins, soudé sur 3 cm à l'air chaud et 5 cm au solvant (cf. § 4.2). Le talon doit dépasser de 5 cm au moins, le bord de la plaquette.

Les relevés ≤ 50 cm sont libres, fixés mécaniquement en tête ou soudés en tête sur une tôle plastée de largeur 5 cm, elle-même fixée mécaniquement (cf. *figure 11*). Les relevés peuvent aussi être collés en complément sur support bois, béton ou métallique, avec la colle N° 20 (FDT), consommation d'environ 600 g/m². Les jonctions entre feuilles sont réalisées par soudure.

Pour les relevés ≥ 50 cm, le collage est obligatoire ou peut être remplacé par une fixation intermédiaire à mi-hauteur du relevé (cf. *figure 8*).

L'étanchéité au vent de la tête de relevé est renforcée par un joint mousse (cf. § 6.411) mis en place avec le profil de finition de rive.

4.42 Relevés sur acrotères béton et blocs de béton cellulaire autoclavé isolés

Les relevés utilisent les feuilles RHENOFOL en bandes distinctes des feuilles de la partie courante.

Des pièces en RHENOFOL C (non armé) peuvent être utilisées pour habiller les angles rentrants ou sortants et des formes contournées.

Les feuilles de relevés se recouvrent entre elles de 5 cm au moins, soudés sur 3 cm à l'air chaud et 5 cm au solvant (cf. § 4.2) et recouvrent la partie courante par un talon de 10 cm au moins, soudé sur 3 cm à l'air chaud et 5 cm au solvant (cf. § 4.2). Le talon doit dépasser de 5 cm au moins, le bord de la plaquette.

Les relevés ≤ 50 cm sont libres, fixés mécaniquement en tête par un profil de finition de rive (cf. *figure 8*). Les finitions en cale bois sont réalisées par des matériaux de pièce de bois de classe d'emploi 3-2 selon les normes NF EN 335 et NF EN 351-1, fixés mécaniquement conformément au DTU 43.4. Les jonctions entre feuilles sont réalisées par soudure.

Pour les relevés ≥ 50 cm, une fixation intermédiaire à mi-hauteur du relevé est obligatoire (cf. *figure 7*).

L'étanchéité au vent de la tête de relevé est renforcée par un joint mousse (cf. § 6.411) mis en place avec le profil de finition de rive.

5. Ouvrages particuliers

5.1 Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes.

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

5.21 Généralités.

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions des normes P 84 série 200-1 (référence DTU série 43 P1) concernées.

5.22 Dispositions particulières

5.221 Entrées d'eaux pluviales en travaux neufs et rénovation

Les raccordements aux tuyaux de descente et aux canalisations s'effectuent au moyen d'une EEP conforme aux normes – DTU série 43. (cf. *figure 9*). Une membrane RHENOFOL C est collée sur la platine, avec la colle N° 20 (FDT) et soudée sur la membrane de partie courante.

5.222 Ventilations en travaux neufs et rénovation

On utilise un conduit conforme aux normes DTU série 43.

On habille le conduit existant après préparation du DTU support avec une membrane RHENOFOL C collée en plein avec la colle N° 20 (FDT), consommation d'environ 600 g/m² avec finition par mastic silicone et collier de serrage. Une platine en membrane RHENOFOL C est soudée sur la membrane de la partie courante (cf. *figure 10*).

5.223 Trop-pleins

On utilise un trop-plein conforme aux normes DTU série 43 avec une platine en membrane RHENOFOL C soudée sur la membrane du relevé (cf. *figure 9bis*).

5.3 Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions de la norme P 84 série 200-1 (référence DTU série 43 P1) concerné. (cf. *figures 12 et 13*).

5.4 Chemins de circulation

Réalisé avec des dalles de circulation structurées Rhenofol composées de PVC-P.

Les dalles de circulation Rhenofol sont mises en place pour la protection de l'étanchéité et le marquage des zones de circulation et de maintenance des toitures terrasses étanchées avec la membrane Rhenofol CV.

- Dimensions : ± 800 × 600 mm (tolérance 5 mm) ;
- Épaisseur : ± 9 mm ;
- Hauteur des stries : ± 4 mm ;
- Poids : 8 kg/m² soit 3,7 kg/palette ;
- Conditionnement : 100 pc/palette soit 48 m²/ palette.

Mise en œuvre :

- Pose directe sur la membrane RHENOFOL CV neuve, propre et sèche ;
- Fixée à l'aide de la pâte Rhenofol (cf. § 6.47) à raison d'un cordon de 2 cm, disposé à 3 cm du bord de la dalle. La dalle est appliquée ensuite sur la membrane de partie courante, et le bord extérieur est confirmé avec la pâte Rhenofol ;
- La fixation des dalles est réalisée par soudure à l'air chaud. La soudure doit être étanche sur le pourtour afin d'éviter toute formation de poche de rétention d'eau sous la dalle ;
- Pose en dalles discontinues : laisser un intervalle de 5 cm entre 2 dalles pour l'écoulement des eaux pluviales.



Figure 15 – Dalle discontinue Rhenofol

Dalles Rhenofol Variation dimensionnelle suivant Guide UEAtc PVC de 2001	
Sens long (%)	- 0,06
Sens travers (%)	- 0,13

6. Matériaux

6.1 Feuille RHENOFOL CV

6.11 Présentation et caractéristiques Rhenofol CV / Rhenofol CV-F

Elles sont d'une épaisseur totale de 1,2 mm, 1,5 mm, 1,8 mm ou 2 mm (RHENOFOL CV) et 1,2 mm ou 1,5 mm (RHENOFOL CV-F). Les membranes se composent d'une couche supérieure et d'une couche inférieure avec une armature par grille de fibres synthétiques au centre. Elles sont conformes au Guide UEAtc PVC de décembre 2001 et à l'annexe ZA de la norme NF EN 13956 (cf. *tableau 4*).

Le dessus de la membrane est gris, anthracite, blanc, bleu, vert ou rouge brique au choix, lisse et mat ; le dessous est gris foncé et mat. L'armature de type tissé présente des mailles d'environ 4 mm x 4 mm qui s'impriment sur la surface.

Les membranes se composent de PVC.P souple avec plastifiants, pigments et stabilisants. L'armature se compose de fibres synthétiques polyester, 1100 dtex, 70 g/m².

cf. *tableau 5*.

6.12 Identification et repérages

Les membranes reçoivent en continu l'impression suivante :

FLACHDACHTECHNOLOGIE Rhenofol CV ou Rhenofol CV-F

+ DIN 16734 + numéro d'ordre de fabrication + date de fabrication codée + CE.

Le recouvrement est repéré par une ligne imprimée à 10 cm du bord.

6.13 Emballage et stockage

Les feuilles sont enroulées sur mandrins. Les rouleaux sont livrés conditionnés sous film plastique sur des europalettes, sous film plastique et cerclage de l'ensemble. Les rouleaux déballés doivent être stockés à plat, sur une surface sèche et exempte d'aspérités, à l'abri des intempéries.

6.14 Fabrication et contrôle

Les membranes sont fabriquées par FDT dans son usine de MANNHEIM, l'usine étant certifiée ISO 9001 et 14001.

Après mélange des matières et vérification des dosages, la matière est portée à 200 °C environ et est calandree à l'épaisseur individuelle voulue. Les feuilles armées sont obtenues par colaminage thermique de feuilles individuelles et d'une armature.

Les contrôles de fabrication sont recensés avec leur fréquence dans le *tableau 6*.

6.15 Feuilles RHENOFOL C et CF

Membranes de Rhenofol C/CF : en PVC-P non armé de 1,2 mm ou 1,5 mm d'épaisseur pour coupes, collerettes et coins.

- Rhenofol C/CF, épaisseur 1,2 mm :
 - largeur 2,05 m, longueur 15 m, poids du rouleau 46 kg.
- Rhenofol C/CF, épaisseur 1,5 mm :
 - largeur 2,05 m, longueur 15 m, poids du rouleau 57 kg,
 - largeur 1,03 m, longueur 15 m, poids du rouleau 29 kg.

6.16 Bande RHENOFOL pour collage ou pontage

- Bande de Rhenofol CV ou CV-F armée, épaisseur 1,2 mm, de 0,10 m ou 0,15 m x 50 m :
 - largeur : 0,10 m, longueur 50 m, poids du rouleau 7,5 kg,
 - largeur : 0,15 m, longueur 50 m, poids du rouleau 11 kg.

6.2 Autres matériaux en feuilles

6.21 Écran pare-vapeur NF EN 13984

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.

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) : hauteur d'air équivalente s_d ≥ 110 m ;
- Largeur 4 m, longueur 25 m, poids du rouleau 27 kg ;
- Jointoiement par bande autocollante FDT (cf. § 6.22).

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.

6.22 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.

6.23 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 ou écran perforé pour une mise en œuvre par soudage ;
 - 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.

6.24 Couche de séparation chimique

- Soit non tissé polyester / polypropylène ≥ 300 g/m² sur tous supports y compris bitumineux ;
- Soit voile de verre ≥ 100 g/m² mini sur support polystyrène.

Caractéristiques du voile de verre FDT

- Épaisseur : 0,70 mm ;
- Masse surfacique : 120 g/m², résistance à la chaleur: + 170 °C ;
- Résistance à la rupture :
 - sens longitudinal 280 N/50 mm,
 - sens transversal 190 N/50 mm,
- Présentation : rouleau 100 m x 2 m, \varnothing 0,35 m, poids 34 kg/rouleau, couleur blanche.

6.25 Couche de séparation mécanique

Constituée d'un non tissé polyester / polypropylène ≥ 300 g/m².

Caractéristiques du polyester FDT

- Masse surfacique 300 g/m² ;
- Épaisseur: 1,60 mm ;
- Résistance à la rupture : 700 N/50mm ;
- Allongement à la rupture: 20 % ;
- Présentation : rouleau 50 x 2,25 m, \varnothing 0,4 m, poids 34 kg/rouleau, couleur blanche.

6.26 Écran de séparation anti-poussières

Caractéristiques du voile de verre FDT

- Épaisseur: 0,70 mm ;
- Masse surfacique : 120 g/m², résistance à la chaleur: + 170 °C ;
- Résistance à la rupture :
 - sens longitudinal 280 N/50mm,
 - sens transversal 190 N/50 mm ;
- Présentation : rouleau 100 x 2 m, \varnothing 0,35m, poids 34 kg/rouleau, couleur blanche.

6.3 Matériaux accessoires

6.31 EAC (non fourni)

EAC : Enduit d'Application à Chaud exempt de bitume oxydé conforme à un Document Technique d'Application pour le collage des panneaux isolants.

6.32 Attelages de fixations du revêtement comme système de référence

Les éléments de fixation mécanique de référence des membranes Rhénofol sont conformes au Guide ETAG n° 006 : juin 2013 et sont composés soit d'une vis :

- IR2 4,8xL et d'une plaquette de répartition de 82 x 40 x 0,8 mm en acier traité fabriqué par la Société SFS Intec, à Valence ;
- EGB 2C 4,8xL et d'une plaquette à fût plastique ETANCOPLAST T 80 x 40 fabriqué par la Société LR ETANCO au Pecq.

Ces attelages constituent les systèmes de référence ayant été soumis aux essais de résistance au vent définis au *paragraphe B*.

6.33 Attelages, élément de liaison et plaquette, conformes au Document Technique d'Application des panneaux isolants

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

6.34 Autres fixations de l'étanchéité

D'autres attelages de fixation mécanique avec plaquette métallique sont admis sous réserve de respecter les règles d'adaptation figurant en *Annexe B*.

Les caractéristiques de ces attelages à plaquette métallique en fonction de l'élément porteur sont définies au *tableau C1*.

Les règles d'adaptation des plaquettes à fûts plastiques ne sont pas admises. L'unique attelage à fût plastique de référence est défini en *Annexe C2*.

6.35 Tôle plastée Rhénofol

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, sur laquelle est colaminée une feuille de RHENOFOL C épaisseur 0,85 mm. Tôles 1 m x 2 m ou 1 m x 3 m poids 5,8 kg/m² environ, de couleur gris, anthracite, blanc ou brique.

6.36 Pièces préfabriquées Rhénofol

Angles rentrants ou saillants en RHENOFOL C/CF obtenus par thermoformage.



6.37 Colles

Colle contact FDT N° 20 (principe du double encollage).

a) Caractéristiques

- masse volumique: 0,925 g/cm³,
- extrait sec : 28 %,
- viscosité: 60-70 secondes,
- nature : base de caoutchouc nitril,
- solvant : Diluant D (fourniture FDT),
- temps de gommage : minimum 5 minutes,
- temps ouvert : maximum 20 minutes,
- étiquetage rouge : produit inflammable,
- consommation : environ 600 g/m² (double encollage),
- stockage : se conformer aux règles de sécurité pour produits inflammables en vigueur,
- conditionnement : par bidons de 12 kg.

b) Contrôle selon des méthodes internes :

- viscosité dynamique : 2 000 \pm 300 mPas, méthode Brookfield,
- essais de pelage sur béton : 25 N/cm, Guide UEAtc de 2001.

Utilisation

Collage des relevés (au-dessus de 20 cm de hauteur), éventuellement.

6.38 Finition pour joints

Pâte RHENOFOL (PVC liquide) FDT

- Masse volumique: 0,96 g/cm³ ;
- Extrait sec : 22 % ;
- Point éclair: 215 °C ;
- Viscosité: 400 m/Poise ;
- Nature : PVC dilué dans du THF ;

- Solvant : THF ;
- Étiquetage rouge : produit inflammable ;
- Consommation : environ 10 g/m ;
- Conditionnement : par bidons de 2 kg ;
- Stockage : se conformer aux règles de sécurité pour produits inflammables en vigueur.

6.39 Pâte SB

Pâte soudante SB RHENOFOL SCHWEISSPASTE : solution de PVC plastifié pour collage de la partie courante sur bandes de RHENOFOL CV (100 mm de largeur) préalablement fixées sur les supports. Fournie par FDT en conditionnement de 5 et 12 kg. Emploi non admis sur polystyrène expansé.

- PVC plastifié : 15 % ;
- THF : 84 % ;
- Couleur : blanche ;
- Résistance au pelage : VLF \geq 25 N/cm, Guide UEAtc de 2001 ;
- Viscosité PA.s : 2,3 à - 5 °C, 1,0 à + 40 °C, méthode Brookfield.

Application en cordon de 8 mm avec une bouteille polyéthylène à embout calibré ; puis marouflage. Consommation : 50 g/m.

Conditions limites d'emploi + 5° C et 85 %HR d'humidité relative maximum. Temps ouvert : 30 secondes, par temps chaud en situation aérée.

Fabrication et contrôles

La Pâte SB est fabriquée par FDT dans son usine de Mannheim. Les autocontrôles réalisés sont : viscosité dynamique (1 par production), et pelage (1 par production).

6.310 Bande auto collante 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.

6.311 Joint pour équerre du pare-vapeur synthétique

Joint en mousse de polyuréthane imprégné de butyl :

- Épaisseur \geq 15 mm, largeur \geq 15 mm.

6.312 Joint pour profil de rive en relevés

Joint élastomérique silicone ou polyuréthane, classe 25 E selon la norme NF P 85-210 (référence DTU 44.1) titulaire du label SNJF de classe 25 E.

6.313 Soudeuse automatique à air chaud

- Buse 4 cm ;
- Puissance 4000 W en 220 V ;
- Débit d'air chaud 400 à 600 l/mn, température réglable en continu entre 20 °C et 650 °C ;
- Entraînement automatique, vitesse d'avance réglable de 0 à 12 m/mn ;
- Poids : environ 20 kg ;
- Marques : LEISTER type « Varimat » ou équivalent.



6.314 Soudeuse manuelle à air chaud à double isolation

- puissance 1 460 W en 220 V ;

- Débit d'air chaud 50 à 230 l/mn sous 30 mbars, température réglable en continu entre 20 °C et 700 °C ;
- Poids : environ 1,5 kg ;
- Marques : LEISTER type « COMBITRIAC » ou équivalent.

6.315 Solvant 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 marouffées 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 : esther cyclique ;
- Étiquetage rouge : produit inflammable ;
- Consommation : 15 à 20 g/m ;
- Conditionnement : par bidons de 4,5 kg ;
- Stockage : se conformer aux règles de sécurité pour produits inflammables en vigueur. Emploi non admis sur PSE.

7. Cas particulier des Départements et Régions d'Outre-Mer

7.1 Généralités

Les éléments porteurs sont en maçonnerie ou en tôles d'acier nervurées conformes au CPTC « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » approuvé par le Groupe Spécialisé N° 5 le 26 mai 2008.

7.2 Prescriptions relatives aux travaux de partie courante

7.21 Pare-vapeur

La présence d'un pare-vapeur n'est pas obligatoire. Elle est spécifiée dans les DPM.

7.22 Densité de fixation

Les densités de fixations sont déterminées en fonction des *tableaux A1* et *A2* en se plaçant dans la colonne zone 5 sauf pour la Guyane (Zone 1).

7.23 Isolants

Les panneaux isolants sont titulaires d'un Document Technique d'Application visant favorablement leur utilisation dans les DROM.

7.24 Revêtement d'étanchéité

Dans les DROM, la membrane Rhenofol CV de couleur blanche et d'épaisseur de 1,5 mm est utilisée.

7.25 Relevés

La hauteur minimale de relevés est supérieure ou égale à 15 cm.

7.3 Évacuation des eaux pluviales

Les systèmes d'évacuation des eaux pluviales se feront en fonction des usages locaux.

Chaque entrée d'eau intéresse une surface collectée au plus égale à 700 m².

Cas particuliers à certains DROM (Martinique, Guadeloupe)

L'Additif Antilles à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) prévoit que :

- La section des descentes doit être établie pour un débit maximal de 4,5 l/min/m² ;
- Un trop-plein est obligatoire dans le cas de terrasse inaccessible. Son implantation, son diamètre sont déterminés lors de l'étude générale de la toiture.

B. Résultats expérimentaux

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

- Rapport d'essai du MPA Darmstadt K 81 360 (Xenotest 480-8900 h).
- Rapport d'essai de tenue au vent n° CAR 7149/1, du 23 octobre 2007, laboratoire du CSTC.
- Rapport d'essai de tenue au vent n° CAR 7149/2, du 23 octobre 2007, laboratoire du CSTC.
- Procès verbal de classement de tenue au feu extérieur n° RS 06-060 du laboratoire du CSTB, du 21 avril 2006 : classement B_{ROOF} (t3) pour membrane RHENOFOL CV-F sur panneaux en polystyrène expansé Knauf Therm TTI TH 36 SE BA d'épaisseur entre 60 et 150 mm et de masse volumique minimale de 19 kg/m³, posés sur panneaux FESCO C-DO d'épaisseur 50 mm, sur élément porteur en acier profilé et non perforé, pente entre 0 et 10°.
- Procès-verbal de classement de tenue au feu extérieur n° 902 4983 000-12 du laboratoire MPA STUTTGART (Allemagne), du 30 juin 2013 : classement B_{ROOF} (t3) pour membrane RHENOFOL CV 1,2 mm sur panneaux en laine minérale d'épaisseur 140 mm, pare-vapeur FDT- Dampfsperre d'épaisseur 0,25 mm sur élément porteur en acier, pente $\geq 10^\circ$ et $\leq 70^\circ$.
- Procès-verbal de classement de tenue au feu extérieur n° 902 4983 000-12 du laboratoire MPA STUTTGART (Allemagne), du 30 juin 2013 : classement B_{ROOF} (t3) pour membrane RHENOFOL CV 1,2 mm sur panneaux en laine minérale d'épaisseur 100 mm, pare-vapeur FDT- Dampfsperre d'épaisseur 0,25 mm sur élément porteur en acier, pente $< 10^\circ$.
- Procès-verbal de classement de tenue au feu extérieur n° 902 4983 000-4 du laboratoire MPA STUTTGART (Allemagne), du 30 juin 2013 : classement B_{ROOF} (t3) :
pour membrane RHENOFOL CV 1,2 mm ou RHENOFOL CV 2 mm aux conditions suivantes :
 - écran voile de verre 120 g/m²,
 - panneaux en polyuréthane d'épaisseur 100 mm parementé voile de verre,
 - pare-vapeur FDT- Dampfsperre d'épaisseur 0,25 mm sur élément porteur en acier, pente $< 10^\circ$;pour membrane RHENOFOL CV 1,2 mm aux conditions suivantes :
 - écran voile de verre 120 g/m²,

- panneaux en polyuréthane d'épaisseur 100 mm parement aluminium,
- pare-vapeur FDT- Dampfsperre d'épaisseur 0,25 mm sur élément porteur en acier, pente $< 10^\circ$.

- Rapport de classement n° 9015004002, laboratoire MPA, 20 mars 2008 : Euroclasse E.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽²⁾

Le procédé suivant : « Membrane d'étanchéité synthétique fixée mécaniquement » fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) conforme à la norme NF P 01-010.

Le demandeur déclare que la fiche est collective et a fait l'objet d'une autodéclaration.

Cette FDES a été établie en juin 2012 par le Syndicat Français des Inducteurs Calandriers - 3 rue de Liège - 75009 PARIS. Elle a fait l'objet d'une vérification par un organisme indépendant AFNOR ; elle est disponible sur le site internet www.inies.fr.

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

Le système d'étanchéité de membranes d'étanchéité RHENOFOL CV fait l'objet d'une déclaration environnementale de produit, « Rhenofol CV, Rhenofol CG FDT FlachdachTechnologie GmbH & Co. KG », conforme à la norme ISO 14025 et EN 15804.

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

Cette déclaration environnementale a été établie le 4 février 2013 par Horst J. BOSSENMAYER et Hans-Wolf REINHARDT, pour l'Institut Bauen und Umwelt e.V et le SVA. Elle a fait l'objet d'une vérification par Matthias Schluz contrôleur indépendant mandaté par le SVA ; 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 RHENOFOL CV est fabriquée depuis 1975. Depuis cette date, ont été posés plus de 40 millions de m² en Europe dont 3,5 millions de m² en France. La 1^{ère} réalisation aux Antilles remonte à 1994.

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

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Composition du système de revêtement en fonction de l'élément porteur et du support (6)

Éléments porteurs	Pente	Supports directs	Toitures inaccessibles	Zones techniques et Toitures techniques
Maçonnerie ou Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	(1) ≤ (2)	Maçonnerie Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	Écran de séparation mécanique (8) RHENOFOL CV /CV-F	Écran de séparation mécanique (8) RHENOFOL CV /CV-F
		Isolants thermiques (4) (6) - laine de verre nue (MWG) (5) - laine de roche nue (MWR) - polyuréthane (PUR) parementé sans bitume - polyisocyanurate (PIR) parementé sans bitume - perlite expansée fibrée (EPB) (7)	Écran pare vapeur Isolant thermique RHENOFOL CV/CV-F	Écran pare vapeur Isolant thermique RHENOFOL CV/CV-F
		Isolants thermiques (4) (6) - laine de roche surfacée bitume - polystyrène expansé nu (9) - polystyrène expansé parementé voile de verre (9)	Écran pare vapeur (4) Isolant thermique Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F	Écran pare vapeur (4) Isolant thermique Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F
Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (T.A.N)	mini NF DTU 43.3 ≤ (2)	Isolants thermiques (4) (6) - laine de verre nue (MWG) (5) - laine de roche nue (MWR) - polyisocyanurate (PIR) parementé sans bitume - perlite expansée fibrée (EPB) (7)	Écran pare vapeur Isolant thermique RHENOFOL CV/CV-F	Écran pare vapeur Isolant thermique RHENOFOL CV/CV-F
		Isolants thermiques (4) (6) - laine de roche surfacée bitume - polystyrène expansé nu (9) - polystyrène expansé parementé voile de verre (9)	Écran pare vapeur Isolant thermique Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F	Écran pare vapeur Isolant thermique Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F
Bois ou Panneaux à base de bois	mini NF DTU 43.4 ≤ (3)	- Panneaux de particules ou de contreplaqués conformes au NF DTU 43.4 - Panneaux à base de bois sous DTA pour un emploi en toitures étanchées	Écran de séparation mécanique/chimique (8) RHENOFOL CV/CV-F	Écran de séparation mécanique/chimique (8) RHENOFOL CV/CV-F
		Isolants thermiques (4) (6) - laine de verre nue (MWG) (5) - laine de roche nue (MWR) - polyuréthane (PUR) parementé sans bitume - polyisocyanurate (PIR) parementé sans bitume - perlite expansée fibrée (EPB) (7)	Écran pare vapeur Isolant thermique RHENOFOL CV/CV-F	Écran pare vapeur Isolant thermique RHENOFOL CV/CV-F
		Isolants thermiques (4) (6) - laine de roche surfacée bitume - polystyrène expansé nu (9) - polystyrène expansé parementé voile de verre (9)	Écran pare vapeur Isolant thermique Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F	Écran pare vapeur Isolant thermique Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F
Tous	Conforme à la NF P 84-208 (référence DTU 43.5) (2)	Anciens revêtements apparents (cf. § 3.7) : - bitumineux autoprotection métallique - membrane synthétique - bitumineux autoprotégé minéral - asphalte apparent	Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F	Écran de séparation chimique (7) RHENOFOL CV/CV-F
		- autres asphaltes - bitumineux indépendants - enduit pâteux ciment volcanique		

(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. Dans le cas d'un support à pente nulle, sur maçonnerie, les soudures seront confirmées obligatoirement au PVC liquide.

(2) Pente ≤ 5 % en zones techniques. Pente ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; les chemins de circulation sont réalisés avec des DALLES RHENOFOL (cf. § 5.4 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) Pente ≤ 7 % en zones techniques. Pente ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; les chemins de circulation sont réalisés avec des DALLES RHENOFOL (cf. § 5.4 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).

(4) Les isolants sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application.

(5) Uniquement en toiture inaccessible.

(6) Si le Document Technique d'Application du panneau isolant vise l'emploi en toitures techniques ou à zones techniques.

(7) Voile de verre 100 gr/m² minimum sur support isolant de type polystyrène expansé ou isolant perlite fibrée comme écran anti-poussière.

(8) Géotextile de 300 gr/m² minimum sur maçonnerie, béton cellulaire, et support bitumineux, bois et panneaux à base de bois.

(9) Emploi non admis avec la pâte SB et la soudure au solvant.

Tableau 2 – Mise en œuvre du pare-vapeur

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur sans EAC (DTU ou DTA) (2)	Pare-vapeur polyéthylène (3)
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 (cf. § 6.21 du Dossier Technique). Nécessite un parement soigné conformément à la norme NF P 18-201 (référence DTU 21).

Tableau 3 – Localisation des éléments de fixations.

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(*) : de hauteur ≥ 1 m et dont une des dimensions en plan est ≥ 1 m	Sur une largeur de 1 m
5	Pourtour des autres émergences	Renfort en pied de relevé

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

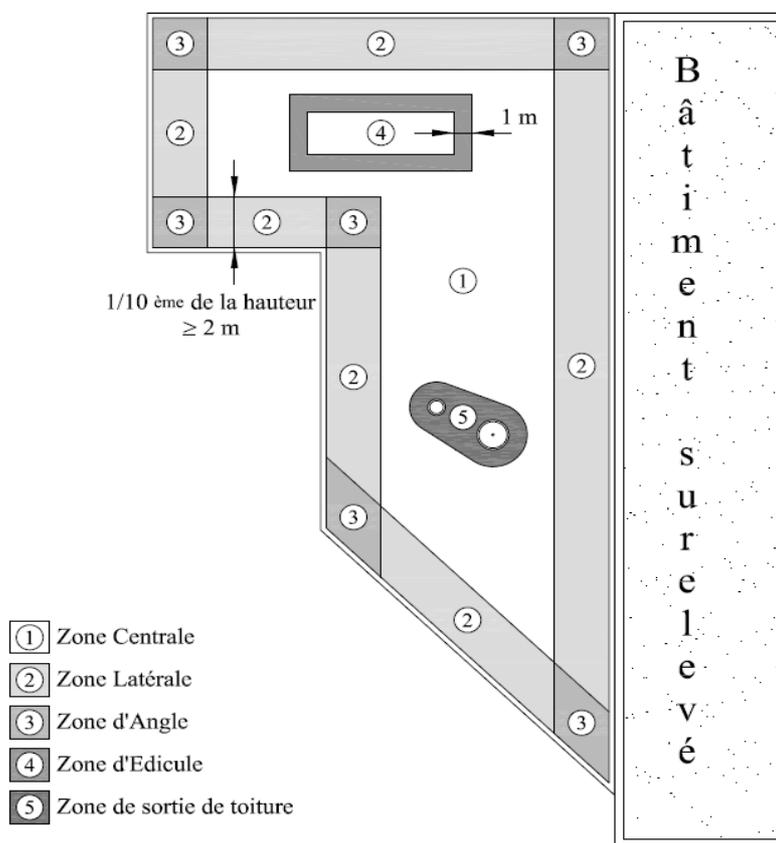


Tableau 4 – Désignation et caractéristiques des membranes Rhenofol CV

	Largeur (m) (2)				
	0,51 m	0,68 m	1,03 m	1,50 m	2,05 m
Épaisseur (mm) (1)	Longueur (m) (3) Poids des rouleaux (kg)				
1,2	-	20 m 19,99 kg	20 m 30,28 kg	20 m 44,10 kg	20 m 60,27 kg
1,5	15 m 13,88 kg	15 m 18,87 kg	15 m 28,58 kg	20 m 55,50 kg	15 m 56,89 kg
1,8	-	-	15 m 34,76 kg	15 m 50,63 kg	15 m 69,19 kg
2,0	-	-	-	15 m 55,80 kg	-

(1) VDF selon EN 1849-2 avec tolérance -5 % / + 10 %.
(2) VDF selon EN 1848-2 avec tolérance -0,5 % / + 1 %.
(3) VDF selon EN 1848-2 avec tolérance -0 % / + 5 %.

Tableau 4bis – Désignation et caractéristiques des membranes Rhenofol CV-F

	Largeur (m) (2)		
	1,03 m	1,50 m	2,05 m
Épaisseur (mm) (1)	Longueur (m) (3)		
1,2	20 m 30,28 kg	20 m 44,10 kg	20 m 60,27 kg
1,5	15 m 28,58 kg	20 m 55,50 kg	15 m 56,89 kg

(1) VDF selon EN 1849-2 avec tolérance -5 % / + 10 %.
(2) VDF selon EN 1848-2 avec tolérance -0,5 % / + 1 %.
(3) VDF selon EN 1848-2 avec tolérance -0 % / + 5 %.

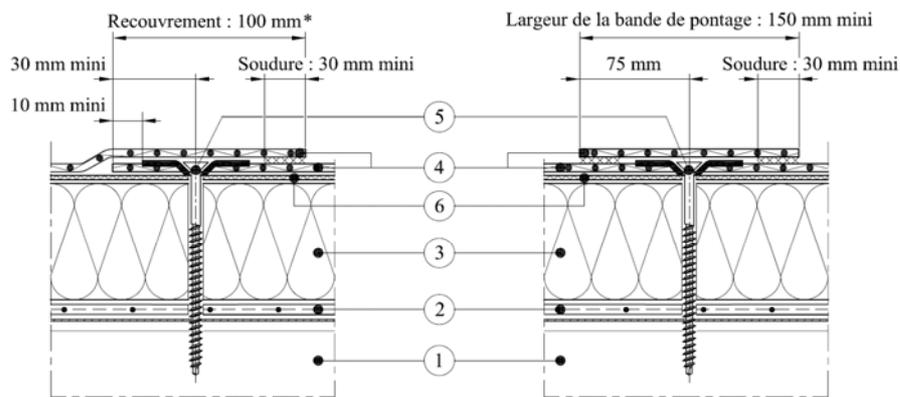
Tableau 5 – Caractéristiques spécifiées de RHENOFOL CV –RHENOFOL CV-F

Caractéristique		Référentiel	VLF	VDF
Rectitude Planéité		EN 1848-2	≤ 30 mm ≤ 10 mm	
Résistance au pelage des joints (L x T) (N/50mm)	À l'état neuf	EN 12316-2	soudures au solvant	≥ 150 x 150
			soudures à l'air chaud	≥ 150 x 150
	Après vieillissement chaleur EN 1296 (1 mois à 80 °C)		soudures au solvant	Δ ≤ 20 %
			soudures à l'air chaud	Δ ≤ 20 %
	Après vieillissement 1 semaine dans l'eau 60 °C		soudures au solvant	Δ ≤ 20 %
			soudures à l'air chaud	Δ ≤ 20 %
Résistance au cisaillement des joints (L x T) (N/50mm)	À l'état neuf	EN 12317-2	soudures au solvant	≥ 900 x 900
			soudures à l'air chaud	≥ 900 x 900
	Après vieillissement chaleur EN 1296 (1 mois à 80 °C)		soudures au solvant	Δ ≤ 20 %
			soudures à l'air chaud	Δ ≤ 20 %
	Après vieillissement 1 semaine dans l'eau 60 °C		soudures au solvant	Δ ≤ 20 %
			soudures à l'air chaud	Δ ≤ 20 %
Résistance à la déchirure (L x T) (N)		EN 12310-2	≥ 180 x 180	
Résistance au pliage à froid	À l'état neuf	UEAtc	≤ -30 °C	
	Après vieillissement chaleur EN 1296 (6 mois à 70 °C)		Δ ≤ 15 °C	
Résistance à la pression d'eau		EN 1928 méthode B	CONFORME	
Perméabilité à la vapeur d'eau μ		EN 1931		15 000 ± 5 %
Résistance en traction	Force maximale (L x T) (N/50mm)	EN 12311-2	≥ 1 000 x 1 000	
	Allongement maximal (L x T) (%)	EN 12311-2	≥ 15 x 15	
Déchirure au clou (N)		EN 12310-1	≥ 300	
Résistance au poinçonnement statique (kg)		EN 12730	≥ 20	
Résistance au poinçonnement dynamique (mm)		EN 12691: 2006	≥ 500	
Méthode A Méthode B			≥ 600	
Poinçonnement statique		NF P 84-354	L4	
Poinçonnement dynamique		NF P 84-353	D3	
Stabilité dimensionnelle (%)		EN 1107-2	≤ 0,2	
Retrait libre après séjour à 80 °C (%)		UEAtc	< 0,5	
Adhérence interlaminaire (N/50 mm)		UEAtc	≥ 80	
Capillarité (mm)		UEAtc	≤ 15	
Teneur en plastifiant (%) état neuf Après 24 semaines dans l'eau à 23 °C après UV 2 500 heures 4 500 MJ/m ²		UEAtc	33 ± 2 % Δ ≤ 3 % Δ ≤ 3 %	
Temps d'induction de deshydrochloruration DHC (min)		UEAtc	118	
Type de plastifiant spectre IR		UEAtc	Phtalates (DIHP & DPHP)	
Taux de cendre 850 °C		UEAtc	8,6 % ± 5 %	
Réaction au feu		EN 13501-1	Euroclasse E (1)	

(1) Dans les conditions du rapport de classement n° 9015004002, laboratoire MPA, 20 mars 2008.

Tableau 6 - Contrôle de fabrication des feuilles Rhenofol CV et CV-F

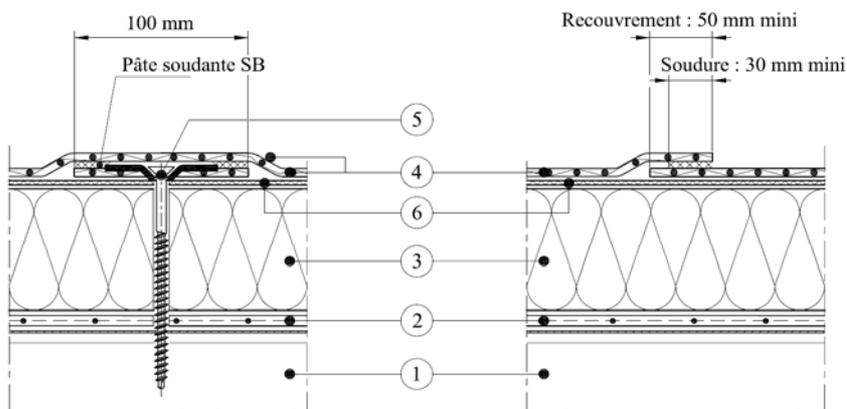
Contrôles	Fréquence minimale
Aspect, absence de bulle ou de fissures	En permanence
Épaisseur	En permanence
Largeur	En permanence
Masse volumique	Chaque jour
Planéité	Chaque jour
Rectitude	1 par mois
Résistance au pelage entre couches	Chaque jour
Variations dimensionnelles	Chaque jour
Force de traction et Allongement	Chaque semaine
Coefficient d'élasticité	Chaque semaine
Composants extractibles (DHC)	Tous les 6 mois
Déchirure au clou	1 par mois
Déchirure amorcée	1 par semaine
Pliage à froid	Tous les 6 mois
Pelage des joints	1 par semaine
Perte en poids (4 semaines à 80 °C)	1 par mois
Teneur en plastifiant	Tous les 6 mois



Assemblages longitudinaux
(dans le cas d'attaches de fixation en lisières)

Assemblages avec bande de pontage

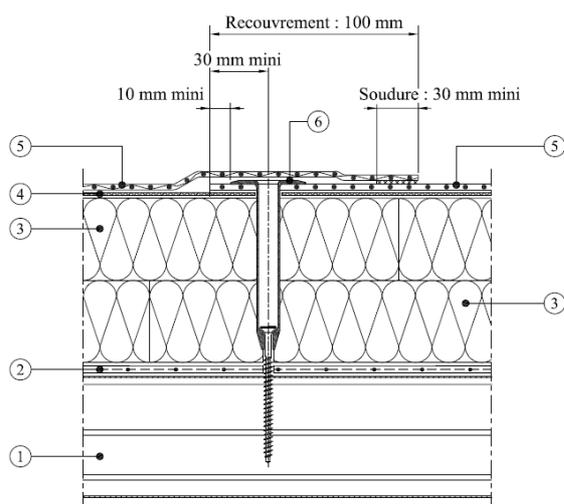
* : Marquée sur la surface de la membrane



Assemblages bandes / pâte SB

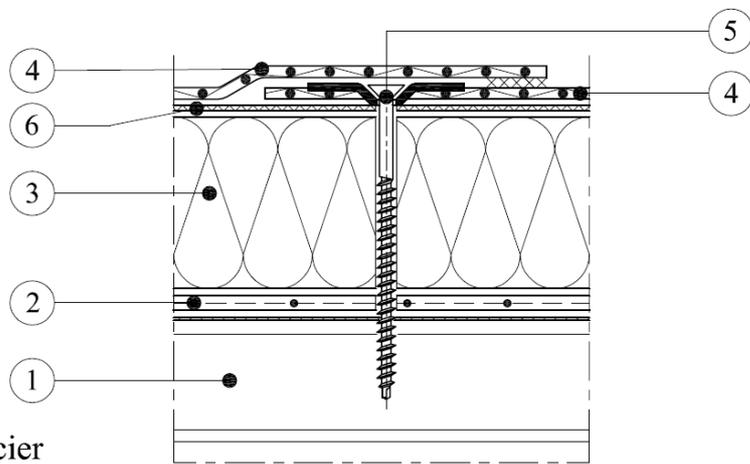
Assemblages transversaux ou longitudinaux
(dans le cas d'absence de fixation en lisières)

- | | | | |
|---|---|---|---|
| ① | Élément porteur | ④ | Membrane RHENOFOL CV |
| ② | Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑤ | Élément de fixation avec plaquette métallique |
| ③ | Support isolant | ⑥ | Séparation chimique lorsque nécessaire |

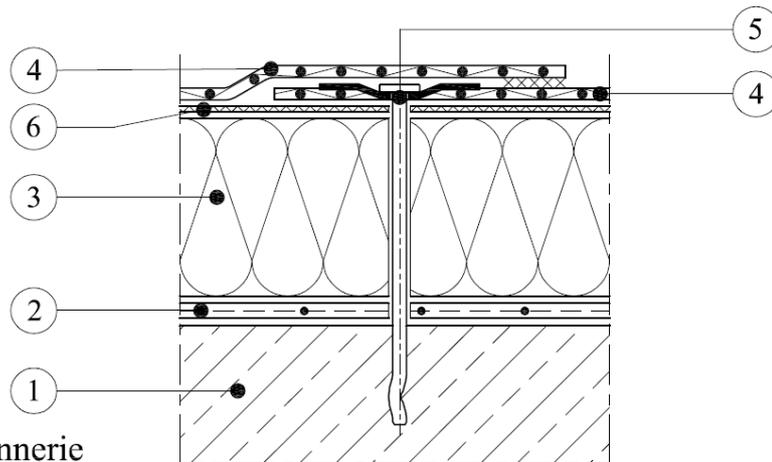


- | | | | |
|---|---|---|--|
| ① | Élément porteur | ④ | Séparation chimique lorsque nécessaire |
| ② | Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑤ | Membrane RHENOFOL CV |
| ③ | Support isolant | ⑥ | Élément de fixation avec plaquette à fût plastique + vis |

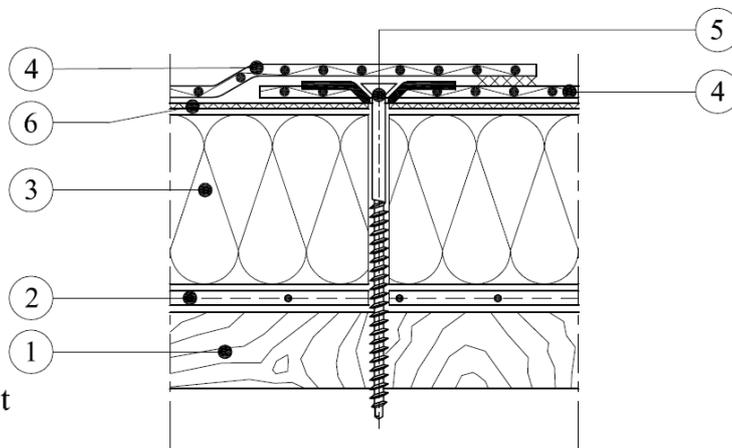
Figure 1 – Différents modes de fixations



Elément porteur bac acier



Elément porteur maçonnerie



Elément porteur bois et dérivés du bois

- | | | | |
|---|---|---|--|
| ① | Élément porteur suivant D.T.U série 43 | ④ | Membrane RHENOFOL CV |
| ② | Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑤ | Élément de fixation |
| ③ | Support isolant | ⑥ | Séparation chimique lorsque nécessaire |

Figure 2 – Mode de fixation à l'élément porteur (schémas de principe)

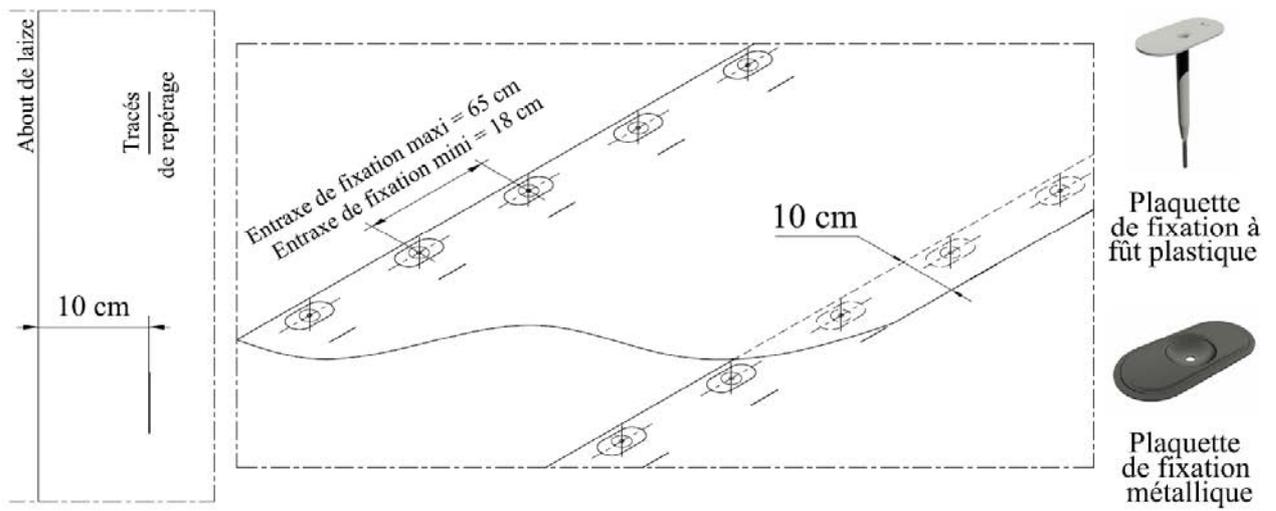
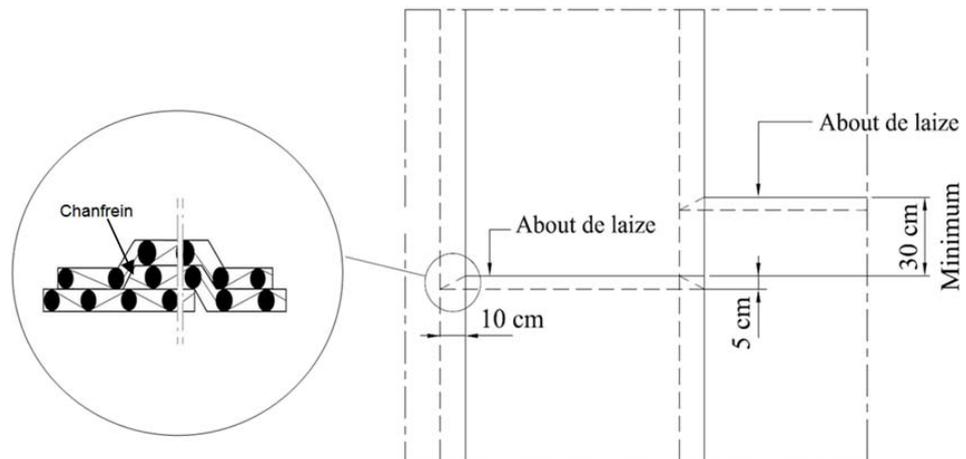
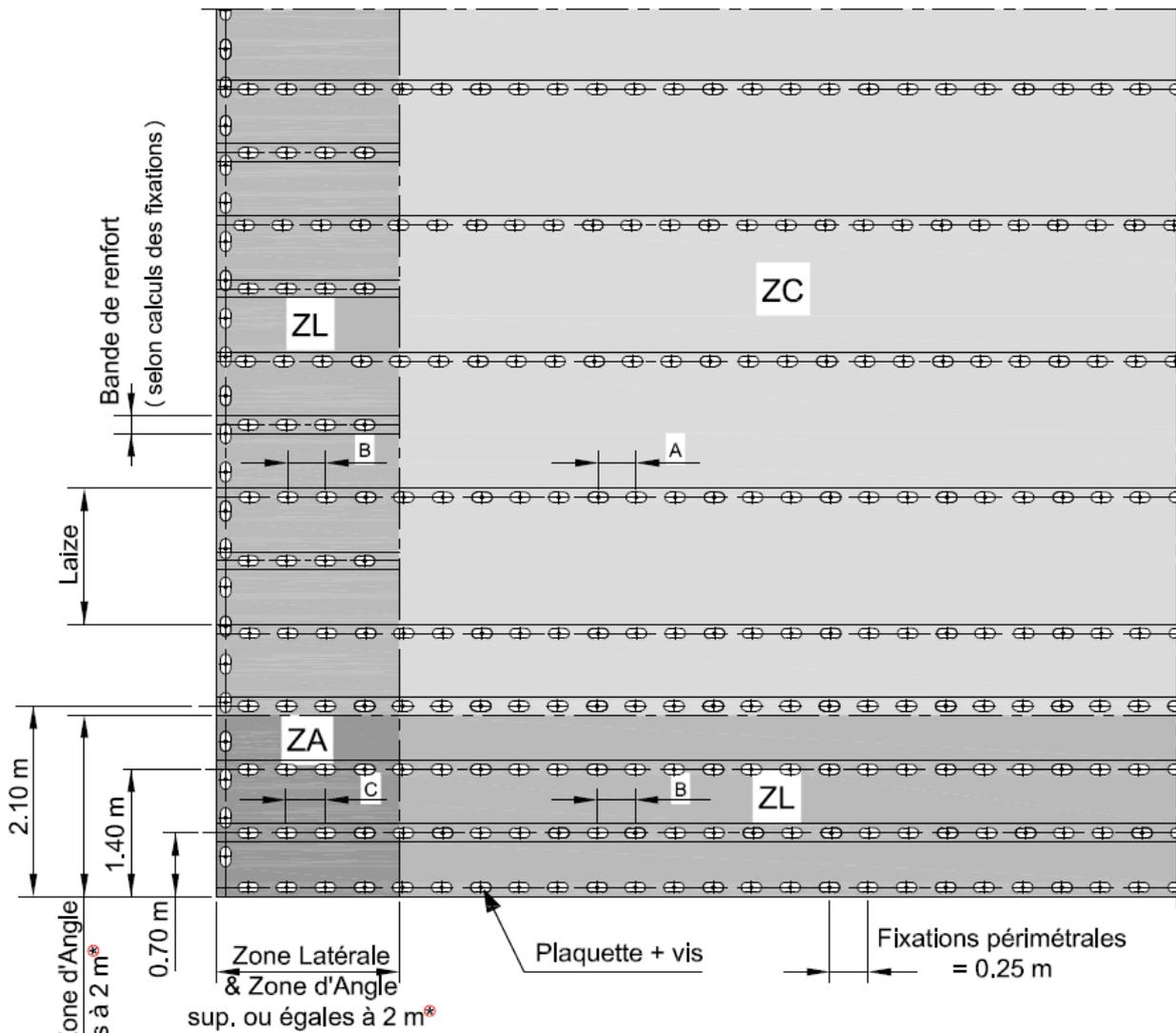


Figure 3 – Détail des fixations en lisières recouvertes technique classique



Vue en plan des recouvrements

Figure 4 – Jonctions en « T »



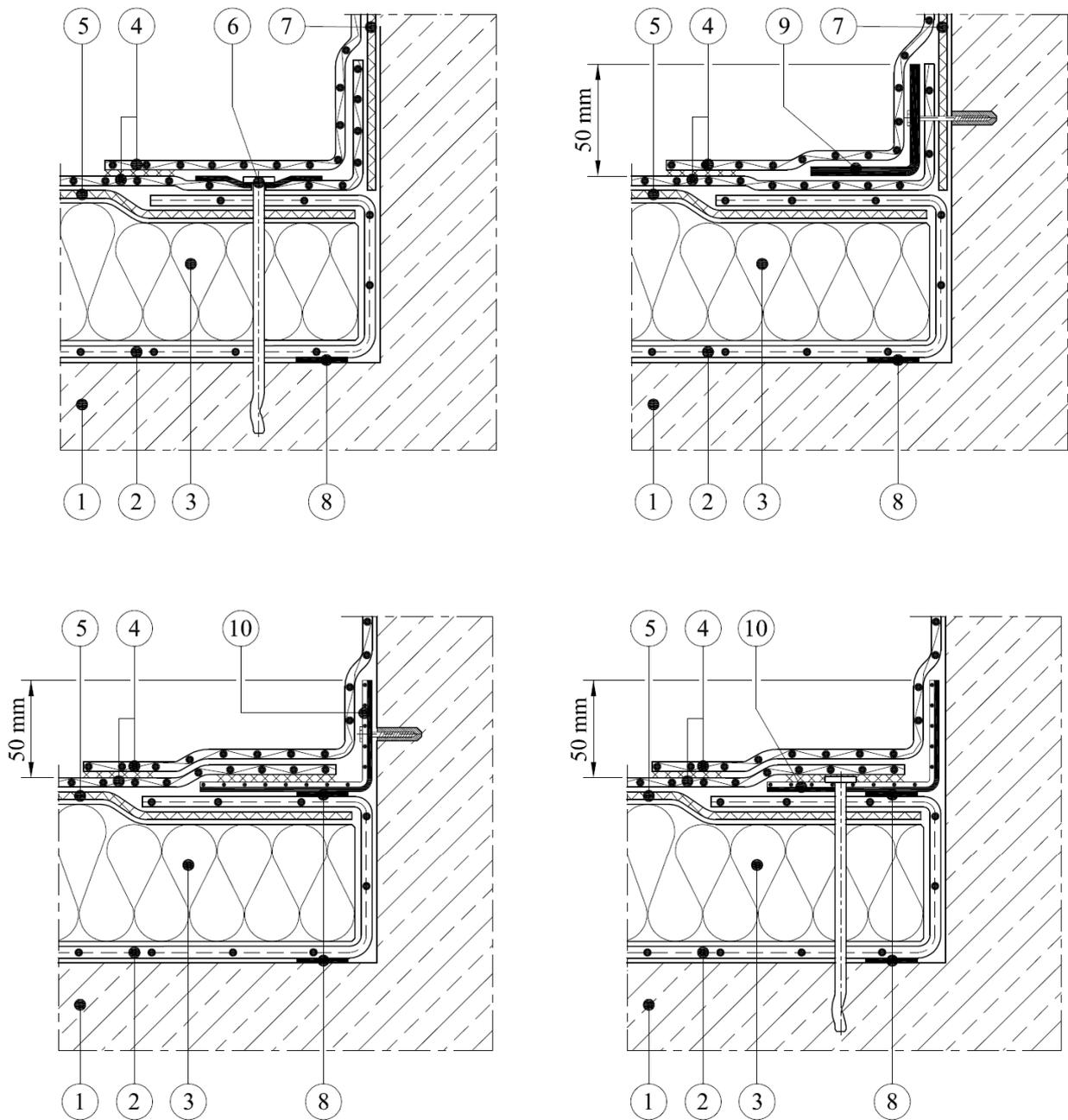
- A : Entraxe des fixations en zone centrale (ZC)
- B : Entraxe des fixations en zones latérales (ZL)
- C : Entraxe des fixations en zones d'angles (ZA)

- Zone centrale
- Zones latérales
- Zones d'angles

NOTA: Pour tout calepinage se référer aux règles NV 65 et aux tableaux des fixations

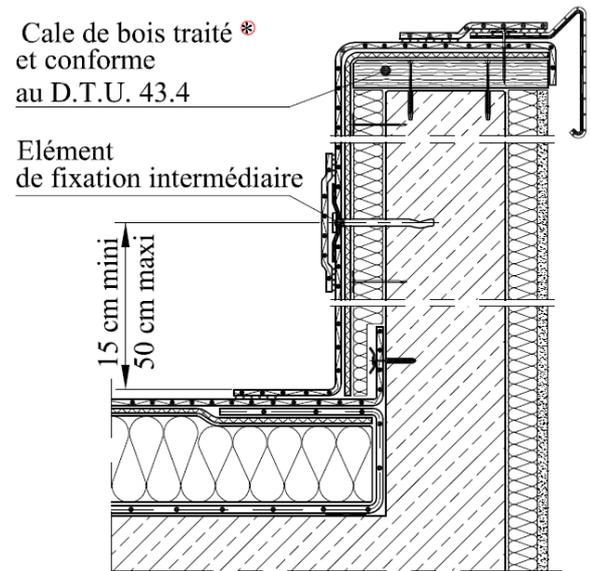
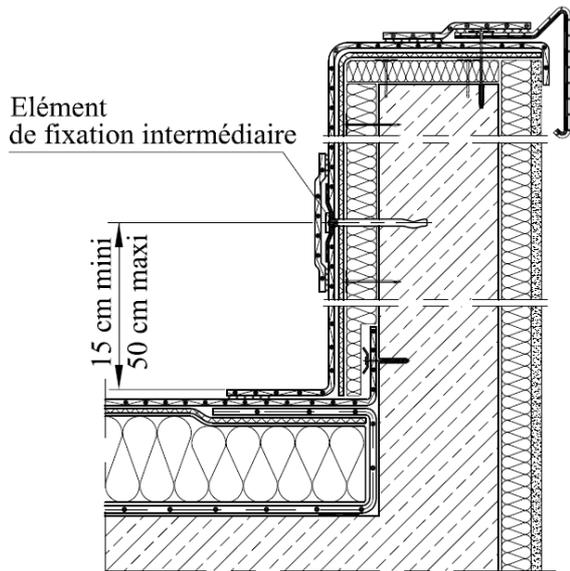
* : largeur (ZL & ZA) de 1/10 éme de la hauteur totale du bâtiment avec un minimum de 2.00 m

Figure 5 – Exemple de calepinage

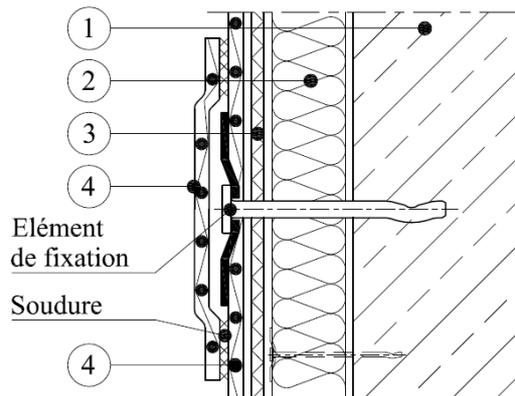
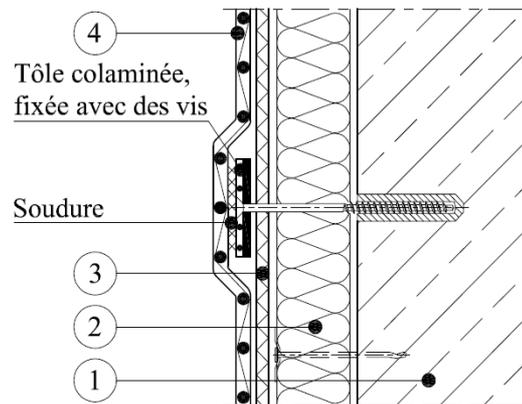
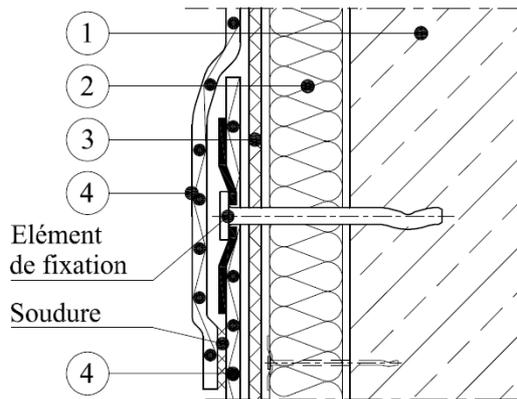


- | | | |
|---|---|--|
| ① Élément porteur suivant D.T.U série 43 | ⑤ Séparation chimique lorsque nécessaire | ⑨ Éléments de fixation (tôle pliée 50 × 50 mm + vis) |
| ② Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑥ Élément de fixation (plaquette + vis) | ⑩ Tôle colaminée et sa fixation |
| ③ Support isolant | ⑦ Protection mécanique lorsque nécessaire | |
| ④ Membrane RHENOFOL CV | ⑧ Joint « Butyl » | |

Figure 6 – Fixations périmétriques



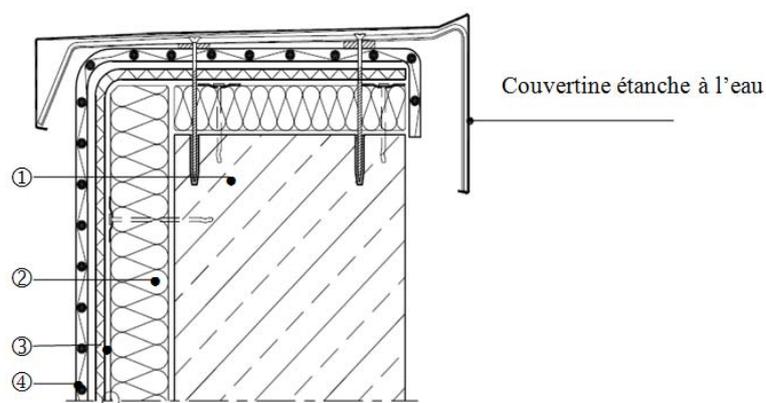
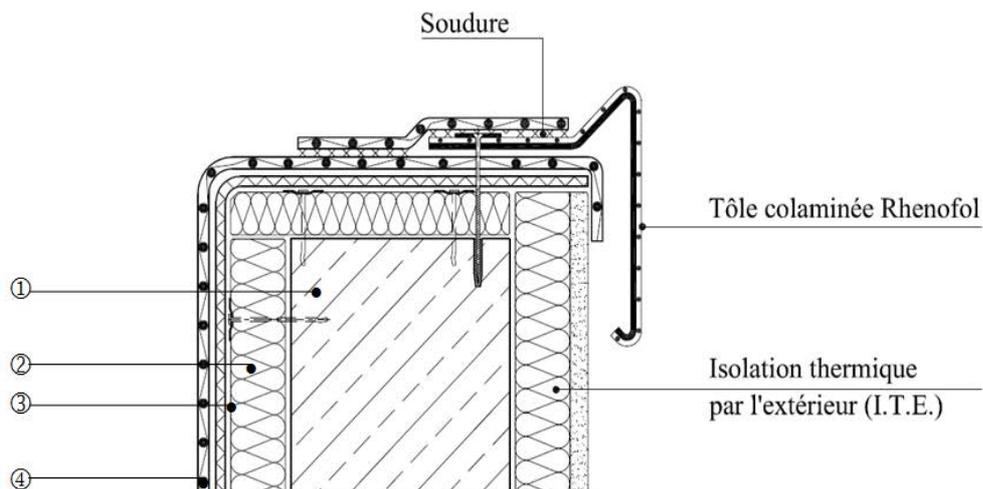
* Cale de bois de classe d'emploi 3-2 avec porte à faux admissible n'excédant pas 1/3 de la longueur d'appui.



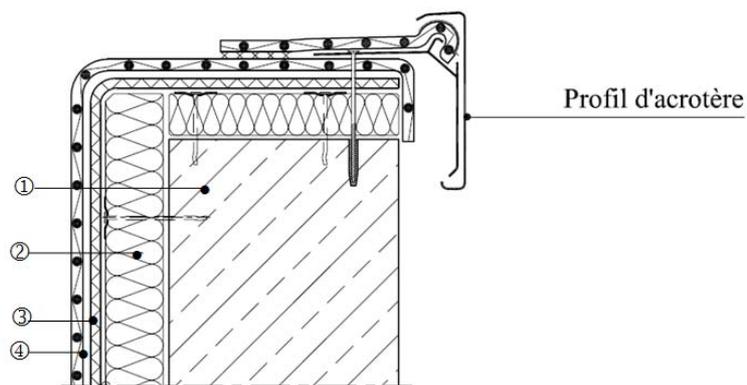
- ① Acrotère béton
- ② Support isolant

- ③ Séparation chimique lorsque nécessaire
- ④ Membrane RHENOFOL CV

Figure 7 – Fixation intermédiaire sur relevé isolé de hauteur ≥ 50 cm



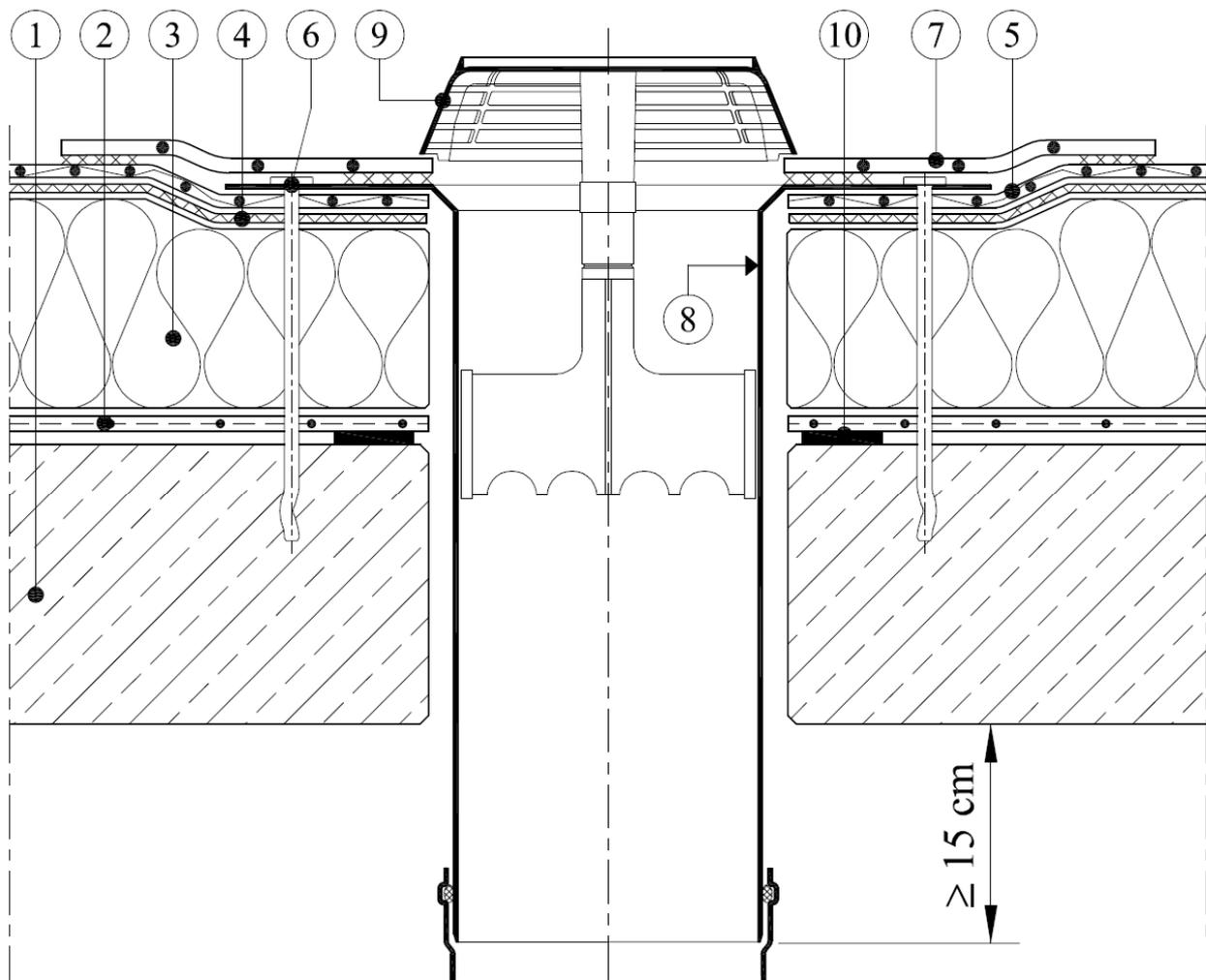
Finition avec couvertine métallique



Finition avec profil d'acrotère sous Avis Technique

- | | |
|-------------------|--|
| ① Acrotère béton | ③ Séparation chimique lorsque nécessaire |
| ② Support isolant | ④ Membrane RHENOFOL CV |

Figure 8 – Finition en rive relevés isolés

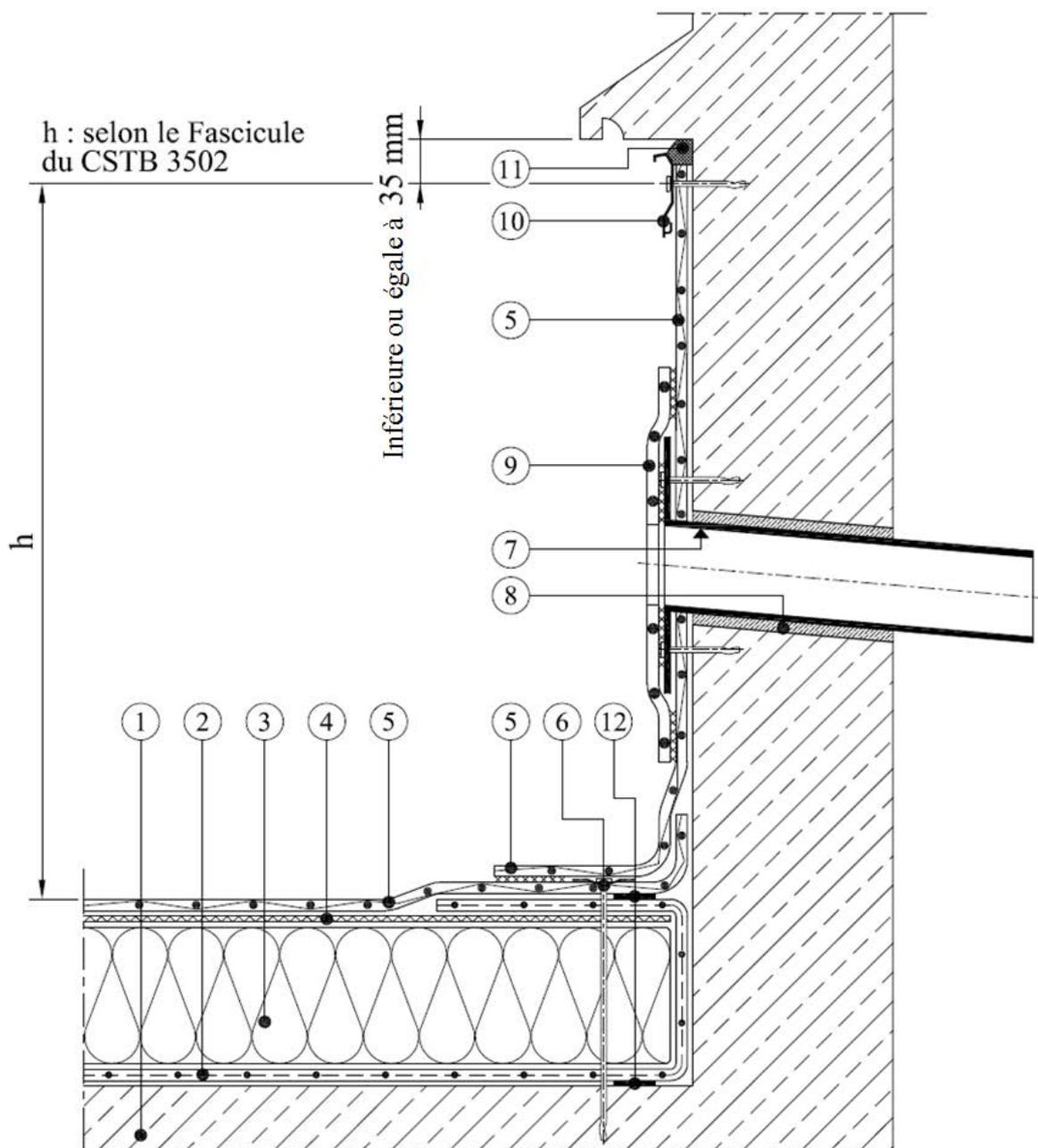


- ① Élément porteur suivant D.T.U série 43
- ② Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques
- ③ Support isolant
- ④ Séparation chimique lorsque nécessaire

- ⑤ Membrane RHENOFOL CV
- ⑥ Élément de fixation (plaquette + vis)
- ⑦ Membrane d'étanchéité RHENOFOL C
- ⑧ E.E.P

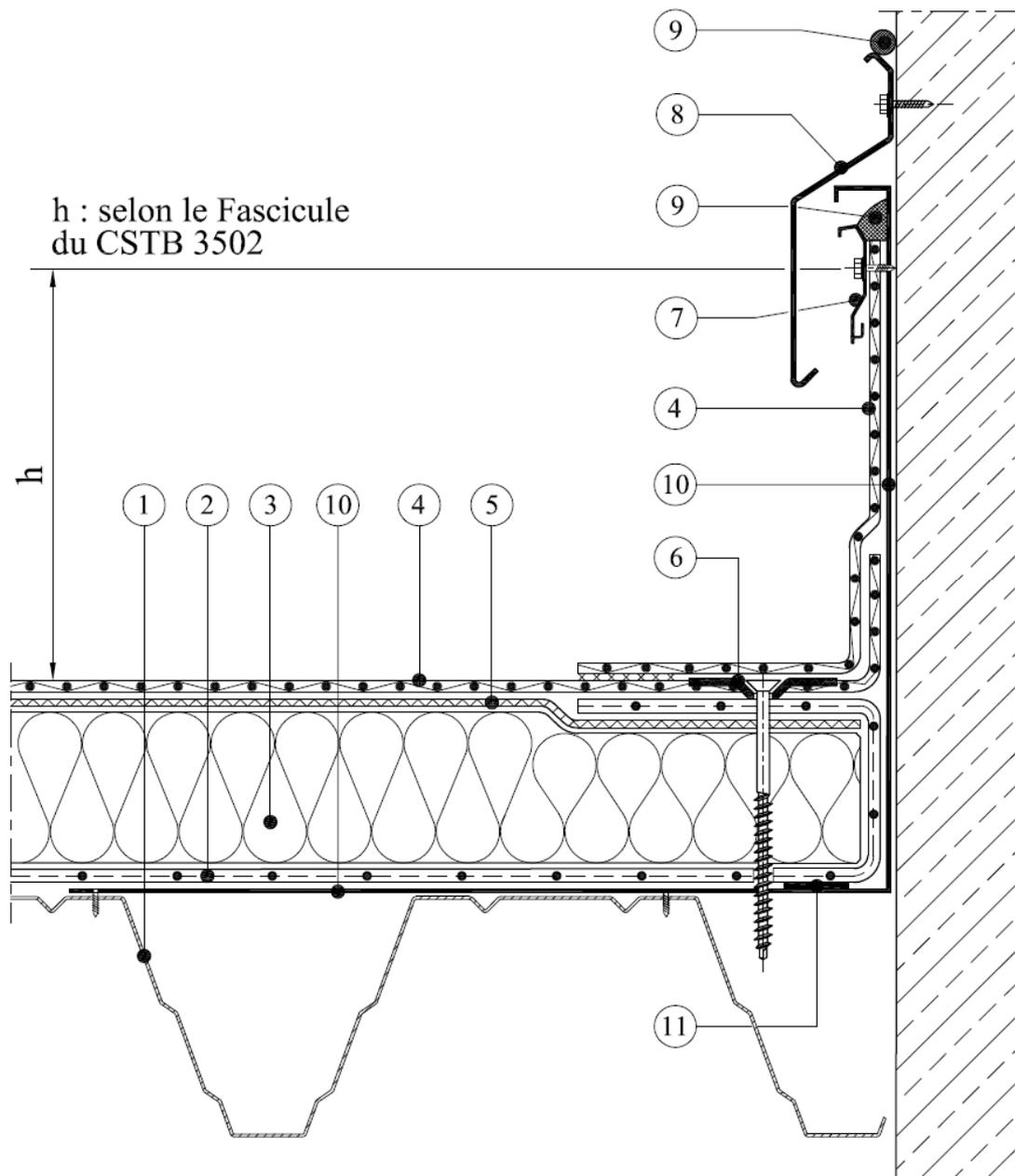
- ⑨ Pare-feuilles
- ⑩ Joint « Butyl »

Figure 9 – Entrée d'eau pluviale



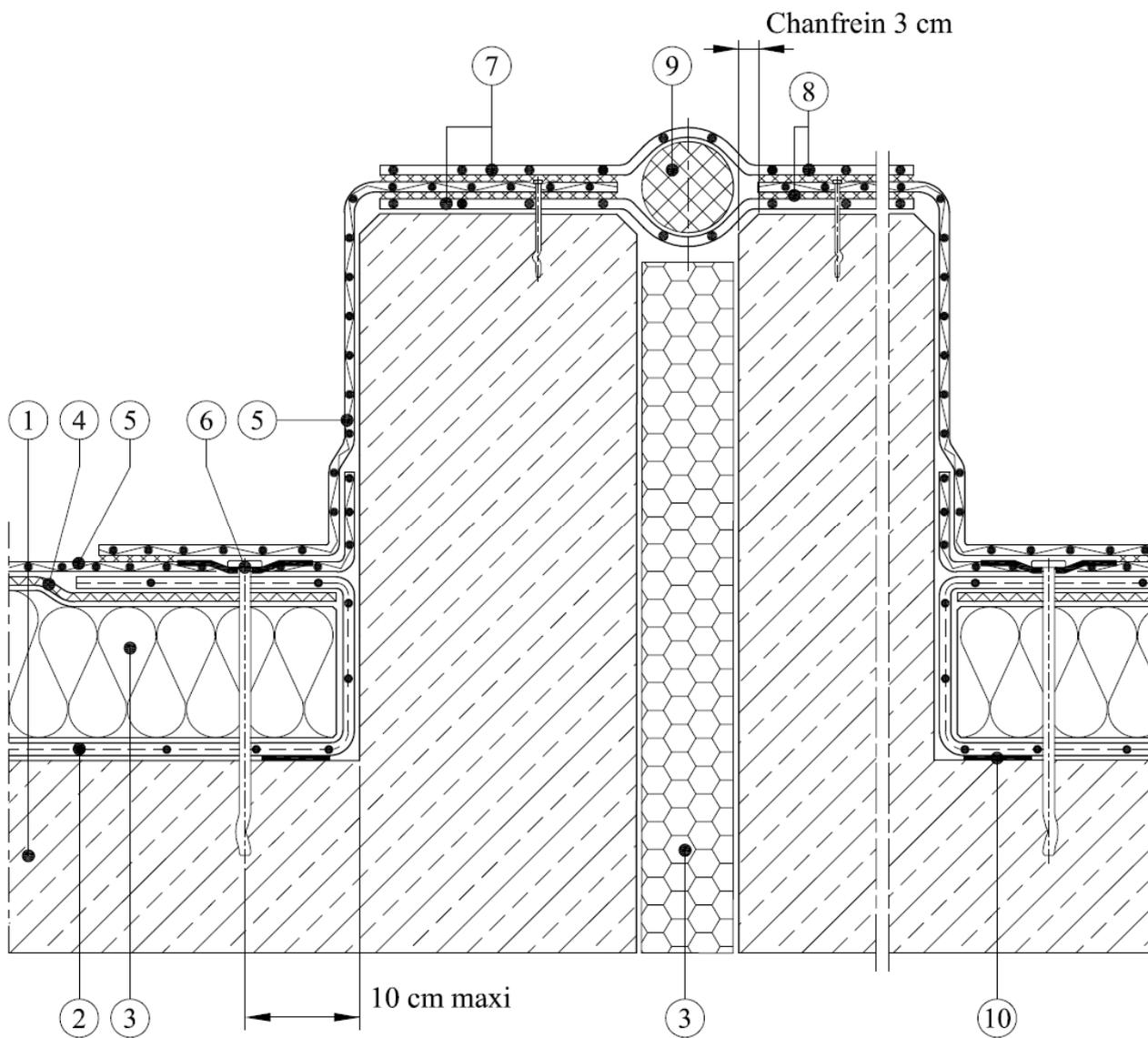
- | | | |
|---|---|---|
| ① Élément porteur suivant D.T.U série 43 | ⑤ Membrane RHENOFOL CV | ⑨ Membrane d'étanchéité RHENOFOL C |
| ② Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑥ Élément de fixation (plaquette + vis) | ⑩ Bande de serrage ou feuillard |
| ③ Support isolant | ⑦ Trop-plein FDT | ⑪ Mastic (label S.N.J.F catégorie 25 E) |
| ④ Séparation chimique lorsque nécessaire | ⑧ Calfeutrement | ⑫ Joint « Butyl » |

Figure 9bis – Trop plein



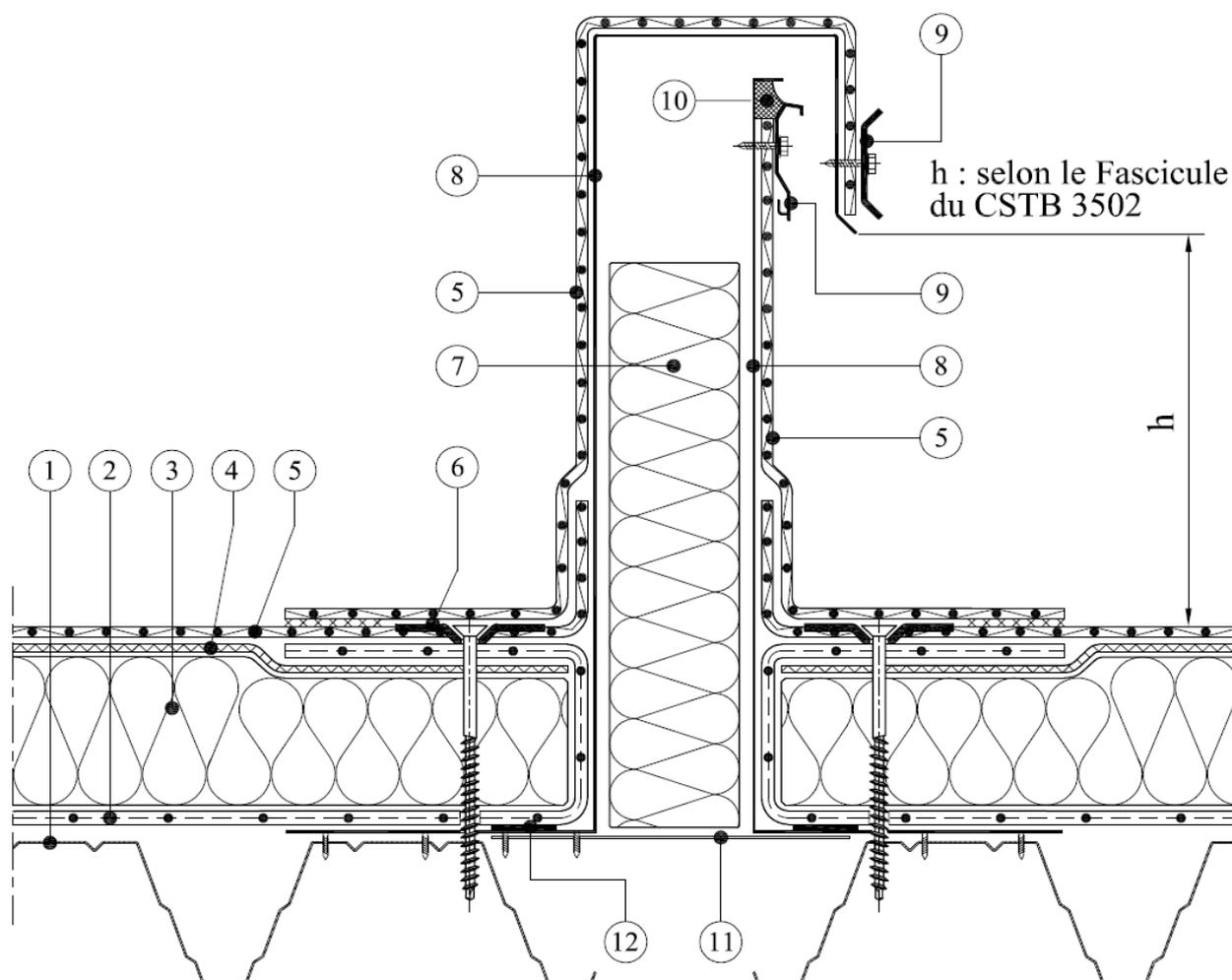
- | | | |
|---|--|---|
| ① Élément porteur suivant D.T.U série 43 | ⑤ Séparation chimique lorsque nécessaire | ⑨ Mastic (label S.N.J.F catégorie 25 E) |
| ② Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑥ Fixation périmétrale | ⑩ Costière métallique |
| ③ Support isolant | ⑦ Bande de serrage ou feuillard | ⑪ Joint « Butyl » |
| ④ Membrane RHENOFOL CV | ⑧ Solin (sous Avis Technique) | |

Figure 11 – Fixation en tête de relevé



- | | | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|---|-----------------|
| ① | Élément porteur suivant D.T.U série 43 | ⑤ | Membrane d'étanchéité RHENOFOL CV | ⑨ | Joint mousse |
| ② | Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑥ | Élément de fixation (plaquette + vis) | ⑩ | Joint « Butyl » |
| ③ | Support isolant | ⑦ | Membrane d'étanchéité RHENOFOL C | | |
| ④ | Séparation chimique lorsque nécessaire | ⑧ | Soudure | | |

Figure 12 – Joint de dilatation sur costière en maçonnerie



- | | | |
|---|---|--|
| ① Élément porteur suivant D.T.U série 43 | ⑤ Membrane d'étanchéité RHENOFOL CV | ⑨ Bande de serrage ou feuillard |
| ② Pare-vapeur P.E suivant Cahier des Prescriptions Techniques | ⑥ Élément de fixation (plaquette + vis) | ⑩ Mastic (label S. N.J.F catégorie 25 E) |
| ③ Support isolant | ⑦ Isolant | ⑪ Tôle de maintien de l'isolant |
| ④ Séparation chimique lorsque nécessaire | ⑧ Costière métallique (ép. svt. D.T.U) | ⑫ Joint « Butyl » |

Figure 13 – Joint de dilatation sur costière métallique

Arrêt sous solin

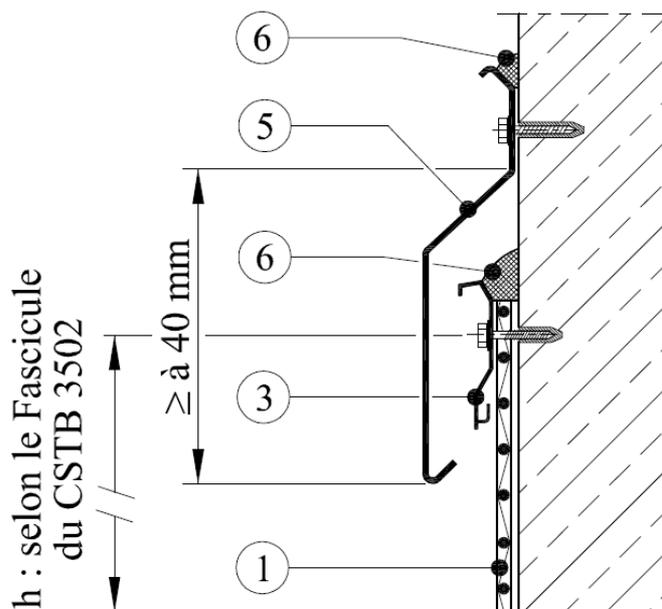
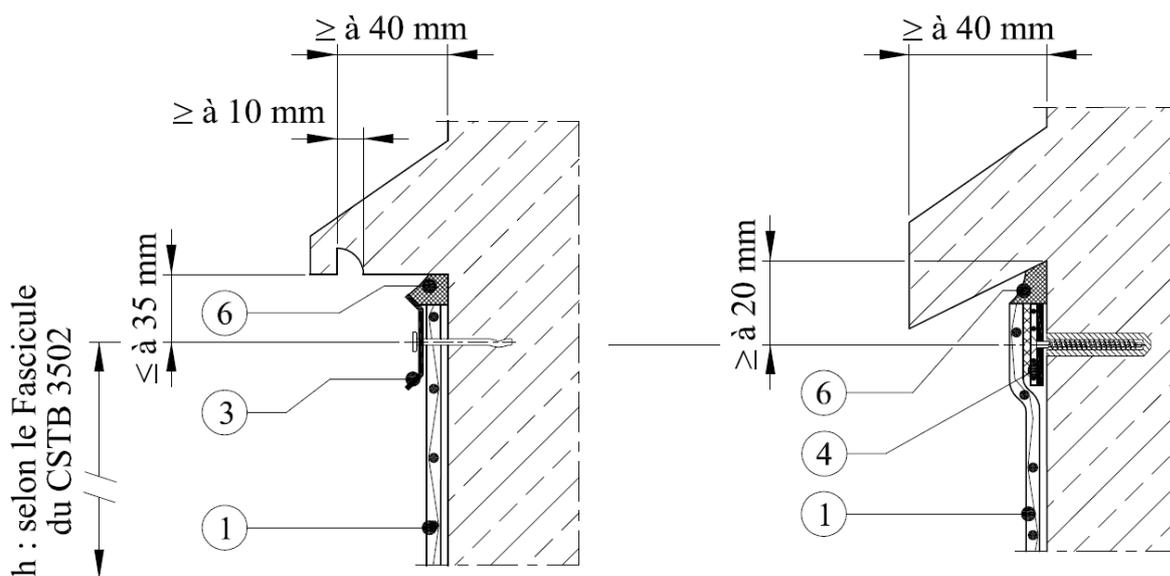


Figure 14 – Détails de la tête de relevé

Arrêt sous bandeau saillant à larmier



- ① Membrane d'étanchéité RHENOFOL CV
- ② Bande solin (sous Avis Technique)
- ③ Bande de serrage
- ④ Tôle colaminée
- ⑤ Solin sous Avis Technique
- ⑥ Mastic (label S. N.J.F catégorie 25 E)

Figure 14bis - Détails de la tête de relevé

ANNEXE A1 - Répartitions précalculées des fixations mécaniques au mètre carré technique classique avec plaquette métallique

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

• 1) **Pour les feuilles :**

RHENOFOL CV/RHENOFOL CV-F, pour un effort admissible
 $W_{adm_{sr}} = 676 \text{ N/fixation}$

• 2) **Pour un attelage de référence :**

de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1 \text{ 320 N}$, avec plaquette métallique de dimensions = $80 \times 42 \times 0,8 \text{ mm}$

Versants plans

$Pk_{rt} \text{ 1 320 N} = \text{fixation IR2 4,8xL} + \text{plaquette } 82 \times 40 \text{ de la Société SFS Intec}$

Tableau A.1,1 : Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Wadm = 676 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Rives	3	3	3	4	4	5	4	5	6	7
	Angles	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	3	4	4	5	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11

Versants plans

Tableau A.1,2 : Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments ouverts

Wadm = 676 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
Pk 1 320 N fixation + plaquette 82 x 40		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6
	Rives	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	6	6	7	7	9	9	11
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	4	4	4	4	5	6	7
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9	10	12
> 15 ≤ 20	Courante	3	4	3	4	4	5	5	5	6	7
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10	11	13

Versants plans

**Tableau A.1.3 : Béton et béton cellulaire : Travaux neufs et réfections - Bâtiments fermés et ouverts
Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois**

Réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement, sous protection meuble, voir tableau A.1.1 Bâtiments fermés)

Wadm= 676 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
≤ 10	Rives	3	3	3	3	3	4	4	4	5	6
	Angles	3	4	4	5	5	6	5	6	7	9
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
> 10 ≤ 15	Rives	3	3	3	4	3	4	4	5	5	6
	Angles	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
> 15 ≤ 20	Rives	3	3	3	4	4	4	4	5	6	7
	Angles	4	4	4	5	5	6	6	7	8	10

Versants courbes

Tableau A.1.4 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Wadm = 676 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
≤ 10	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
> 10 ≤ 15	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	6	6	8	7	9	10	11
	Courante	3	3	3	3	3	4	3	4	4	5
> 15 ≤ 20	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9	10	12

Versants courbes

Tableau A.1.5 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments ouverts

Wadm = 676 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
	Courante	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6
≤ 10	Rives	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	7	6	8	7	9	10	12
	Courante	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6
> 10 ≤ 15	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10	11	13
	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
> 15 ≤ 20	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	10	11	

Versants courbes

Tableau A.1,6 : Béton et béton cellulaire : Travaux neufs et réfections - Bâtiments fermés et ouverts. Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : Réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble, voir tableau A.1,4 Bâtiments fermés)

Wadm = 676 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
≤ 10	Rives	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6
	Angles	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
> 10 ≤ 15	Rives	3	4	3	4	4	5	5	5	6	7
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10
	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
> 15 ≤ 20	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11

Tableau A.1,7

Espacement « f » entre fixations en fonction de la densité théorique et de la largeur des laizes (« f » en m)

Densité théorique (nombre de fixations/m ²)	Largeur nominale des laizes (m)			
	1,5	1,03	0,68	0,51
3	0,24	0,36	0,57	
4	0,18	0,27	0,43	0,61
5		0,22	0,34	0,49
6		0,18	0,29	0,41
7			0,25	0,35
8			0,22	0,30
9			0,19	0,27
10				0,24
11				0,22
12				0,20
13				0,18
14				

ANNEXE A2 - Répartitions précalculées des fixations mécaniques au mètre carré technique composite avec plaquette métallique

Les tableaux A.2,1 à A.2,6 sont valables :

• 1) **Pour les feuilles :**

RHENOFOL CV/RHENOFOL CV-F, pour un effort admissible
 $W_{adm_{sr}} = 560 \text{ N/fixation}$

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

Versants plans

$Pk_{ft} 1\,320 \text{ N}$ = fixation IR2 4,8xL + plaquette 82 x 40 de la Société SFS Intec

Tableau A.2,1 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés.

Wadm = 560 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	3	4	4	5	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	6	6	7	7	9	9	11
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9	10	12
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4	5	6
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10	11	13

Versants plans

Tableau A.2,2 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments ouverts

Wadm = 560 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	7	6	7	7	9	9	10	11	13
> 10 ≤ 15	Courante	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11	12	15
> 15 ≤ 20	Courante	3	4	4	5	5	6	5	6	7	8
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
	Angles	6	8	7	9	9	11	10	12	13	16

Versants plans

Tableau A.2,3 : Béton et béton cellulaire : Travaux neufs - Bâtiments fermés et ouverts. Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois : Réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble, voir tableau A.2,1 Bâtiments fermés)

Wadm = 560 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	3	3	4	4	5	4	5	6	7
	Angles	4	5	4	6	5	7	6	8	8	10
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Rives	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	7	6	8	7	9	10	12

Versants courbes

Tableau A.2,4 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Wadm = 560 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10	11	13
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8	8	10
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	10	12	14
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11	12	15

Versants courbes

Tableau A.2,5 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments ouverts

Wadm = 560 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6	8	8
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11	12	14
> 10 ≤ 15	Courante	3	4	4	5	5	6	5	6	7	8
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10
	Angles	6	7	7	9	8	10	10	12	13	15
> 15 ≤ 20	Courante	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
	Angles	6	8	7	9	9	11	10	12	14	16

Versants courbes

Tableau A.2,6 : Béton et béton cellulaire : Travaux neufs - Bâtiments fermés et ouverts. Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois : Réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble voir tableau A.2,4 Bâtiments fermés)

Wadm = 560 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6	6	8
	Angles	4	6	5	6	6	7	7	9	9	11
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6	7	8
	Angles	5	6	5	7	7	8	8	9	10	12
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	5	6	7	7	9	8	10	11	13

Tableau A.2,7

Espacement entre fixations « f » en m, en fonction de la densité théorique, de la largeur nominale des laizes et du nombre de bandes intermédiaires

Densité théorique (nombre de fixations/m ²)	Largeur nominale des laizes (en m)								
	2,05					1,5			
	Nombre de bandes intermédiaires								
	1	2	3	4	5	1	2	3	
3	0,34	0,51				0,48			
4	0,26	0,38	0,52	0,64		0,36	0,54		
5	0,21	0,31	0,42	0,51	0,63	0,29	0,43	0,57	
6		0,26	0,35	0,43	0,52	0,24	0,36	0,48	
7		0,22	0,3	0,37	0,45	0,2	0,31	0,41	
8		0,19	0,26	0,32	0,39	0,18	0,27	0,36	
9			0,23	0,28	0,35		0,24	0,32	
10			0,21	0,26	0,32		0,22	0,29	
11			0,19	0,23	0,28		0,19	0,26	
12				0,21	0,26			0,24	
13				0,19	0,24			0,23	
14				0,18	0,22			0,2	
15					0,2			0,19	
16					0,19			0,18	

**ANNEXE A3 - Répartitions précalculées
des fixations mécaniques au mètre carré technique classique avec plaquette à fût plastique**

Les tableaux A.3,1 à A.3,6 sont valables :

- 1) Pour les feuilles :

RHENOFOL CV/RHENOFOL CV-F, pour un effort admissible
 $W_{adm_{sr}} = 541 \text{ N/fixation}$

- 2) Pour un attelage de référence : de résistance caractéristique $R_{ns} = 1\,320 \text{ N}$, avec plaquette à fût plastique de dimensions = $73 \times 40 \times 2,45 \text{ mm}$

Versants plans

$PK_{ft} 1\,350 \text{ N} = \text{fixation EGB 2C 4,8xL} + \text{fût plastique } 73 \times 40 \text{ mm ETANCOPLAST de la Société LR ETANCO}$

Tableau A.3,1 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Wadm = 541 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	3	4	4	5	5	6	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	6	6	8	7	9	10	12
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4	5	6
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10	11	13
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6
	Rives	3	5	4	5	5	7	6	7	8	10
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	10	11	

Versants plans

Tableau A.3,2 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments ouverts

Wadm = 541 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	4	3	4	4	5	5	6	6	7
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	10
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	11	12	
> 10 ≤ 15	Courante	3	4	4	5	4	5	5	6	7	8
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
	Angles	6	7	7	8	8	10	10	12	13	
> 15 ≤ 20	Courante	3	4	3	5	5	6	6	7	7	9
	Rives	4	6	4	6	6	8	7	9	10	11
	Angles	6	8	6	9	9	11	10	12		

Versants plans

Tableau A.3,3 : Béton et béton cellulaire : Travaux neufs - Bâtiments fermés et ouverts. Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois : Réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble, voir tableau A.3,1 Bâtiments fermés)

Wadm = 541 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	3	3	4	4	5	4	5	6	7
	Angles	4	5	4	6	6	7	7	8	9	10
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	Rives	3	4	3	4	4	5	5	6	6	8
	Angles	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Rives	3	4	4	5	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	7	6	8	8	9	10	12

Versants courbes

Tableau A.3,4 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments fermés

Wadm = 541 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	4	4	4	5	6
	Rives	3	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	6	6	7	7	9	8	10	11	13
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6
	Rives	4	5	4	6	5	7	6	8	9	10
	Angles	5	7	6	8	8	9	9	11	12	
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
	Angles	6	7	7	8	8	10	10	12	13	

Versants courbes

Tableau A.3,5 : Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois - Travaux neufs - Bâtiments ouverts

Wadm = 541 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8
	Rives	4	5	4	5	5	6	6	7	8	10
	Angles	5	7	6	8	8	10	9	11	12	
> 10 ≤ 15	Courante	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9
	Rives	4	5	5	6	6	7	7	8	9	11
	Angles	6	8	7	9	8	10	10	12	13	
> 15 ≤ 20	Courante	3	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Rives	4	6	5	6	6	8	7	9	10	11
	Angles	6	8	7	9	9	11	11	13		

Versants courbes

Tableau A.3,6 : Béton et béton cellulaire : Travaux neufs - Bâtiments fermés et ouverts. Tôles d'acier nervurées, bois et à base de bois : Réfections (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection meuble voir tableau A.3,4 Bâtiments fermés)

Wad = 541 N		Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5	
		Site normal	Site exposé								
Hauteur (m)	Zones de toiture	Fix/m ²									
≤ 10	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Rives	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8
	Angles	4	6	5	6	6	8	7	9	10	12
> 10 ≤ 15	Courante	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Rives	3	4	4	5	5	6	6	7	7	9
	Angles	5	6	6	7	7	8	8	10	11	13
> 15 ≤ 20	Courante	3	3	3	3	3	3	3	4	4	5
	Rives	3	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	Angles	5	7	6	8	7	9	9	10	11	

Tableau A.3,7

Espacement « f » entre fixations en fonction de la densité théorique et de la largeur des laizes (« f » en m)

Densité théorique (nombre de fixations/m ²)	Largeur nominale des laizes (m)			
	1,5	1,03	0,68	0,51
3	0,24	0,36	0,57	
4	0,18	0,27	0,43	0,60
5		0,21	0,34	0,48
6		0,18	0,28	0,40
7			0,24	0,34
8			0,21	0,30
9			0,19	0,27
10				0,24
11				0,22
12				0,20
13				0,18
14				

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

B.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 définie au <i>tableau 7</i> , cf. § 4.315.
Pk _{sr}	: résistance à l'arrachement de l'attelage du système de référence : Pk _{sr} = 1 320 N cf. renvoi (*) du <i>tableau 7</i> du § 4.315
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.

B.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) lorsque l'attelage tombe dans l'ouverture de la nervure. Dans ces conditions, l'attelage suivant conserve l'entraxe de pose prévue ≥ 18 cm.

B.3 Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

B.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.

B.3-2 Plaquettes avec fût plastique

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

B.4 Exigences générales

Les *tableaux B1 et B2* 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}).

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

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les *tableaux C1 et C2*, 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 B1 – Travaux neufs

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

- Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
- Classes d'hygrométrie selon les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).
- Certains panneaux isolants présentent des exigences particulières, cf. *Document Technique d'Application particulier*.
- Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
- La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
- La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
- La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système doit être au moins égale à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation.
- 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}).
- 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.
- Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Tableau B2 – 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 C.1 – Attelages de fixation mécanique avec plaquette métallique, admis pour les kits d'étanchéité

Liminaire :

L'attelage du système de référence est :

- Vis IR2 4,8xL + plaquette 82 × 40 AL (épaisseur 0,8 mm), de la Société SFS Intec ;
- De $Pk_{ft} = 1\,320\text{ N}$.

Tableau C.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)	
	clou SPIKE® DT-S 6,3 × L + plaquette IRD 82×40	$Pk_{ft} = 1\,790$ (5)	
	rivet TPR 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	$Pk_{ft} = 2\,240$ (4)	
LR Étanco	vis BETOFAST TH 3C Ø 6,6 mm + plaquette 82 × 40 R	$Q_{ft} = 2\,370$ (6)	
	vis BETOFAST TH DF 3C Ø 6,6 mm + plaquette 82 × 40 R DF	$Q_{ft} = 2\,370$ (6)	OUI
	clou NAILFIX CH Ø 4,5 mm+ 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 $Wadm_{ns}$ est à calculer conformément au § B.5 de l'Annexe B.

Tableau C.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 DF TB Inox A2 Ø 6 mm+ plaquette 82 × 40 R	1 250 (3) (5) (6)	
	vis MULTIFAST TB Inox A2 Ø 6 mm + 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 $Wadm_{ns}$ est à calculer conformément au § B.5 de l'Annexe B.

Tableau C.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 Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 520	
	vis EVF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R SC	1 520	
	vis EVDF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 520	OUI
	vis EVDF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R SC	1 520	
	vis EVB DF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 350	OUI
	vis EVB DF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R SC	1 350	
	vis EHB DF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 350	OUI
	vis VMS 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 550	
	vis ISODRILL TT Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 250 (4)	
	vis ISODRILL TH DF Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 250 (4)	OUI

OUI : attelage solide au pas (§ 3.63).

(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 » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006).

(4) Le Wadm_{ns} est à calculer conformément au § B.5 de l'Annexe B.

Tableau C.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 Ø 6,5 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 500	1 400	
	vis FASTOVIS 3036 TF DF 2C Ø 6,5 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 500	1 400	OUI
	rivet PER Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 090 (4)	920 (4)	OUI

OUI : attelage solide au pas (§ 3.63).

(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 » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006).

(4) Le Wadm_{ns} est à calculer conformément au § B.5 de l'Annexe B.

Tableau C.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 Ø 6 mm + plaquette 82 × 40 R	1 750 (4)	
	vis MULTIFAST TF DF Inox A2 Ø 6 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 750 (4)	OUI
	vis EVF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R SC	1 500 (4)	
	vis EVF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 500 (4)	
	vis EVDF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R DF	1 500 (4)	OUI
	vis EVDF 2C Ø 4,8 mm + plaquette 82 × 40 R SC	1 500 (4)	

OUI : attelage solide au pas (§ 3.63).

(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 » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006).

(4) Dans un support d'épaisseur ≥ 18 mm et conforme à ceux du NF DTU 43.4 P1.

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

Liminaire :

L'attelage du système de référence est :

- Vis EGB 2C 4,8xL + plaquette ÉTANCOPLAST T80 × 40 de la société LR Étanco, au Pecq ;
- De $PK_{Rt} = 1\,350\text{ N}$ dans élément porteur acier 0,75 mm

Schéma de l'attelage de référence		Description de l'attelage de référence		
<p>The drawing shows a screw with a Phillips N2 head and a plastic plate. Dimensions include a plate width of 74 mm, a plate height of 40 mm, a hole diameter of 9 mm, and a hole offset of 2.45 mm. The screw has a diameter of 4.8 mm and a length L. Labels include 'Emprise Phillips N2', 'LR L', 'Longueur fût', '3 Butées anti-remontée de la vis', and '3 Rainures de prémontage'.</p>	Composition EGB 2C	Vis en acier au carbone cémenté. Diamètre de 4,8 mm, longueur L et avec tête circulaire 8,5 mm. Protection à la corrosion Supracoat. Résistance à 15 cycles Kesternich		
	Composition ETANCOPLAST T 80 × 40 mm	Plaquette en polyamide 6 à tête oblongue 74 × 40 mm, corps Ø 13 mm, longueur [50, 70, 90, 110, 130, 150 mm]		
	Caractéristiques	Référentiel	VDF	
	Résistance à la corrosion	ETAG 006	15 cycles Kesternich	
	Résistance au dévissage	ETAG 006	rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{4}$ tour après 500 cycles rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{2}$ tour après 500 cycles mouvement vertical ≤ 1 mm après 900 cycles	
	Résistance mécanique/ fragilité de la fixation en plastique	ETAG 006	hauteur de chute état neuf 2,2 m hauteur de chute état vieilli (28 jours à 80 °C) 2,2 m	
Solide au pas	OUI			