

Sur le procédé

Dispositifs EnkaDrain en désolidarisation et en drainage de Toitures Terrasses

Famille de produit/Procédé : Système de natte (nappe) de désolidarisation drainante

Titulaire(s) : **Société Freudenberg Performance Materials B.V**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n°5.2/17-2540_V1.</p> <p>Cet Avis comprend les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suppression du domaine d'emploi des sols extérieurs ; • La société Freudenberg Performance Materials B.V devient titulaire du procédé ; • Ajout de la nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP. 	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Le procédé Dispositifs EnkaDrain de désolidarisation et drainage de Toitures Terrasses s'emploie en extérieur dans le cas de toitures-terrasses étanchées avec protection lourde rapportée, en travaux neufs et de réfection, en France métropolitaine en climat de plaine.

Le procédé propose deux nappes de protection :

- Nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP, employée dans le cas de :
 - toitures-terrasses inaccessibles (hors TTV),
 - toitures-terrasses techniques ou à zones techniques,
 - toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour, sans dalles sur plots (hors terrasses jardins).
- Nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP, employée dans les mêmes destinations que la nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP et dans le cas des terrasses et rampes accessibles aux véhicules légers et lourds avec protection par dallage.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité	5
1.2.3.	Fabrication et contrôle	5
1.2.4.	Impacts environnementaux	5
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	5
2.	Dossier Technique.....	6
2.1.	Mode de commercialisation	6
2.1.1.	Coordonnées.....	6
2.1.2.	Mise sur le marché.....	6
2.1.3.	Identification.....	6
2.2.	Description.....	6
2.2.1.	Principe.....	6
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	6
2.3.	Dispositions de conception	8
2.3.1.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs et supports	8
2.3.2.	Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité.....	9
2.3.3.	Protections lourdes dures pour terrasses accessibles et techniques	9
2.3.4.	Cas de la réfection	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	9
2.4.1.	Organisation de la mise en œuvre.....	9
2.4.2.	Mise en œuvre des nappes	9
2.5.	Assistance technique.....	11
2.6.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	11
2.6.1.	Fabrication	11
2.6.2.	Contrôles de fabrication	11
2.7.	Mention des justificatifs.....	11
2.7.1.	Résultats expérimentaux.....	11
2.7.2.	Références chantiers	12
2.8.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	13
	Annexe A – points particuliers en protection lourde d'étanchéité.....	14
	EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP.....	14
	Annexe B – exemple de dimensionnement de la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP	18

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 15 janvier 2024 et le 18 mars 2024 par le Groupe Spécialisé 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé Dispositifs EnkaDrain en désolidarisation et en drainage de Toitures Terrasses est employé en France métropolitaine, en climat de plaine, en tant qu'ouvrage de désolidarisation et de drainage des eaux pluviales des toitures étanchées.

1.1.2. Ouvrages visés

1.1.2.1. Généralités

Le procédé Dispositifs EnkaDrain en désolidarisation et en drainage de Toitures Terrasses s'emploie en extérieur, en travaux neufs et de réfection.

1.1.2.2. Nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP

Cette nappe s'emploie pour les destinations suivantes :

- terrasses inaccessibles (hors terrasses et toitures végétalisées), chemins de circulation compris, exceptées celles à rétention temporaire des eaux pluviales ;
- terrasses techniques ou à zones techniques, avec ou sans chemin de nacelle ;
- terrasses accessibles aux piétons et au séjour, occasionnellement aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement, sans dalles sur plots (hors terrasses jardins).

La contrainte maximale admissible est de 60 kPa.

1.1.2.3. Nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

1.1.2.3.1. Généralités

Cette nappe s'emploie pour les mêmes destinations que la nappe 5004F/2s/T110PP, et, en complément, pour les terrasses et rampes accessibles aux véhicules légers et lourds avec protection par dallage béton.

La contrainte maximale admissible est de 60 kPa.

1.1.2.3.2. Dalles de protection avec une résistance thermique utile $< 2 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ ou une surface $< 500 \text{ m}^2$

cf. § 2.4.2.1.4.

Pression admissible sur le revêtement d'au plus 60 kPa.

Du fait de la faible épaisseur du dallage dans ce cas, ces utilisations exceptionnelles peuvent occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité ; il appartient au maître d'œuvre d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.

1.1.2.3.3. Dalles de protection avec une résistance thermique utile $\geq 2 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ ou une surface $\geq 500 \text{ m}^2$ ou chemins de nacelle

cf. § 2.4.2.1.4. Dans ce cas, la protection dure des chemins de nacelle et des terrasses accessibles aux véhicules est déterminée à l'aide des coefficients $R_{CS_{\text{mini}}}$ et $d_{S_{\text{mini}}} - d_{S_{\text{maxi}}}$ du Dossier Technique.

- Terrasses accessibles aux véhicules lourds de 13 tonnes / essieu maximum ;
- Rampes d'accès aux véhicules légers et lourds de pente comprise entre 5 et 18 %.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Sécurité en cas d'incendie

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

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

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

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

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

1.2.1.2. Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

1.2.1.3. Aspects sanitaires

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

1.2.1.4. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

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

Les fiches de données de sécurité sont disponibles à la société Low & Bonar Paris Sarl.

Les rouleaux doivent être manutentionnés avec un engin de levage approprié.

1.2.1.5. Isolation thermique

Le procédé n'apporte pas de solution permettant de participer à la réglementation concernant les constructions neuves et existantes.

1.2.2. Durabilité

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé peut être appréciée comme satisfaisante.

Entretien et réparations

Cf. la norme NF DTU 43.1. Ce système de nappe peut être facilement réparé mais uniquement en cas de blessure accidentelle sous protection meuble.

1.2.3. Fabrication et contrôle

Le système d'autocontrôle mis en place sur les matières premières et sur le produit fini permet d'escompter une constante de qualité satisfaisante du procédé.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le *Dossier Technique*.

1.2.4. Impacts environnementaux

Le procédé ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le débit après fluage reste à un niveau satisfaisant pour l'emploi considéré à des pentes de 1,5 % et 2 %.

La couche drainante sur la rampe n'évacue que les eaux de ruissellement de la rampe. Cette dernière possède un caniveau en pied.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par la filiale française du titulaire.

Titulaire : Société Freudenberg Performance Materials B.V.
Westervoortsedijk 73,
6827 AV Arnhem
The Netherlands
Tél. : + 31 85 744 1300

Distributeur : Low & Bonar Paris Sarl
P/a: Pacific Tower
11-13 cours Valmy,
FR - 92977 Paris la Défense Cedex
Tél. : +33 1 74 90 00 13 / Mobile +33 6 23 68 32 86
Email : alain.herault@freudenberg-pm.com
Internet : www.freudenberg-pm.com/www.enkasolutions.com

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les nappes font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société Freudenberg Performance Materials B.V. sur la base de la norme NF EN 13252 :2017 .

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

2.1.3. Identification

Une référence commerciale est apposée sur une face des nappes tous les 5 m.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13252.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les nappes EnkaDrain concernées par cet Avis Technique sont composées d'une nappe de filaments tridimensionnelle en polypropylène (âme drainante) associée en usine à deux non-tissés thermoliés.

La nappe est souple et sans mémoire de forme.

Ce procédé assure une fonction de désolidarisation et de drainage des eaux pluviales en toitures étanchées entre un revêtement d'étanchéité de toiture étanchée et sa protection lourde rapportée, sur des éléments porteurs en maçonnerie conforme aux normes NF DTU 20.12 et 43.1 en travaux neufs et à la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfection, et pour les destinations de toitures indiquées au § 1.1.2.

Les nappes EnkaDrain recueillent les eaux pluviales et les évacuent. La différence entre les nappes réside dans la masse surfacique de l'âme drainante, se reporter aux § 2.2.2.1 et 2.2.2.2 pour les caractéristiques de chacune des nappes.

Le procédé complet en toiture est constitué par :

- la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP posée directement sur le revêtement d'étanchéité ou sur les panneaux isolants dans le cas d'une toiture à isolation inversée,
- la protection lourde dure rapportée,
- le traitement des points singuliers et des évacuations d'eaux pluviales.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

2.2.2.1.1. Généralités

Nappe de filaments tridimensionnelle en polypropylène (réf. 5004C) associée sur ses deux faces à un filtre non-tissé thermolié (réf. T110PP) également en polypropylène (cf. figure 1). Le produit fini est souple et sans mémoire de forme.

La nappe de désolidarisation et de drainage EnkaDrain 5004C/2s/T110PP se décline en 2 références (largeurs) :

- EnkaDrain5004C/2-2s/T110PP : produit en 2 m de large avec un filtre non-tissé sur ses deux faces ;

- EnkaDrain 5004C/5-2s/T110PP : produit en 5 m de large avec un filtre non-tissé sur ses deux faces. Les nappes EnkaDrain 5004C/2s/T110PP relèvent de la norme NF EN 13252.

2.2.2.1.2. Caractéristiques spécifiées

- Épaisseur sous 2 kPa (norme NF EN 9863-1) (mm) : 4,5.
- Variation entre 2 et 50 kPa (mm) : 0,5.
- Masse surfacique de l'âme drainante (NF EN ISO 9864) (g/m²) : 500.
- Résistance à la traction SP/ST (NF EN ISO 10319) (kN/m) : 14/14.
- Allongement à l'effort maximal SP/ST (NF EN ISO 10319) (%) : 40/45.
- Perforation dynamique géocomposite / géotextile seul (NF EN ISO 13433) (mm) : 15/35.
- Comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon le « Guide Technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées » (e-cahier du CSTB 2662 V2 – juillet 2010) :
Déformation relative = 30 % (à T=50 °C et t = 100 000 h sous une contrainte de 120 kPa).
- Fluage en compression / cisaillement (NF EN ISO 25619-1) : écrasement de 0,43 mm pour une durée de 1 008 h sous 500 kPa en compression / 100 kPa en cisaillement.
- Capacités de débit dans le plan (NF EN ISO 12958) :
 - Sous une contrainte de 20 kPa, gradient 1,0, opt. mousse/mousse :
 - Sens production: $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.
 - Sous une contrainte de 60 kPa, gradient 0,02, opt. rigide/mousse :
 - Sens production: $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.
 - Sous une contrainte 500 kPa, gradient 0,03, opt. mousse/mousse :
 - Sens production: $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le principe de justification hydraulique de la nappe EnkaDrain est présenté en Annexe B avec un exemple de calcul de dimensionnement de la nappe.

- Terrasses non accessibles et techniques, ou accessibles piétons, ou accessibles véhicules avec protection par dallage béton dans le cas de résistance thermique utile $< 2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) /W}$ ou surface $< 500 \text{ m}^2$ (cf. cas b. du § 2.4.2.1.4) : Charge utile maxi sur le revêtement d'étanchéité : 60 kPa.
- Terrasses accessibles aux véhicules avec protection par dallage béton dans le cas de résistance thermique $\geq 2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) /W}$ et surface $\geq 500 \text{ m}^2$ (cf. cas a. du § 2.4.2.1.4) et chemins de nacelle :
Résistance de service à la compression dans le domaine des toitures-terrasses (e-cahier du CSTB 3230_V2) :
 - $R_{cs_{\text{mini}}} = 0,16 \text{ MPa}$, cf. la norme NF DTU 20.12 - annexe D, pour une déformation $< 2 \%$,
 - déformation conventionnelle correspondante : $ds_{\text{mini}} = ds_{\text{maxi}} = 2,0 \%$.

2.2.2.1.3. Conditionnements standards

- Enkadrain 5004C/2-2s/T110PP :
 - rouleau de $2,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$, poids : 78 kg.
- Enkadrain 5004C/5-2s/T110PP :
 - rouleau de $5,0 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 500 \text{ m}^2$, poids : 375 kg.
 - rouleau de $5,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 250 \text{ m}^2$, poids : 190 kg.

2.2.2.1.4. Caractéristiques spécifiées du filtre seul

- Masse surfacique (NF EN ISO 9864) (g/m²) : 110
- Résistance à la traction SP&ST (NF EN ISO 10319) (kN/m) : 7
- Allongement à l'effort maximal SP&ST (NF EN ISO 10319) (%) : 45
- Poinçonnement statique (NF EN ISO 12236) (N) : 1 000
- Ouverture de filtration (NF EN ISO 12956) (μm) : 140
- Perméabilité à l'eau normale au plan (NF EN ISO 11058) (mm/s) : 70

2.2.2.2. Nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP

2.2.2.2.1. Généralités

Nappe de filaments tridimensionnelle en polypropylène (réf. 5004F) associée sur ses deux faces à un filtre non-tissé thermolié (réf. T110PP) également en polypropylène (cf. figure 1). Le produit fini est souple et sans mémoire de forme.

La nappe de désolidarisation et de drainage EnkaDrain 5004F/2s/T110PP se décline en 2 références (largeurs) :

- EnkaDrain 5004F/2-2s/T110PP : produit en 2 m de large avec un filtre non-tissé sur ses deux faces ;
- EnkaDrain 5004F/5-2s/T110PP : produit en 5 m de large avec un filtre non-tissé sur ses deux faces.

Les nappes EnkaDrain 5004F/2s/T110PP relèvent de la norme NF EN 13252.

2.2.2.2.2. Caractéristiques spécifiées

- Épaisseur sous 2 kPa (norme NF EN 9863-1) (mm) : 4,0.
- Variation entre 2 et 50 kPa (mm) : 0,5.
- Masse surfacique de l'âme drainante (NF EN ISO 9864) (g/m²) : 300.
- Résistance à la traction SP/ST (NF EN ISO 10319) (kN/m) : 14/14.
- Allongement à l'effort maximal SP/ST (NF EN ISO 10319) (%) : 40/45.
- Perforation dynamique géocomposite / géotextile seul (NF EN ISO 13433) (mm) : 16/35.
- Comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon le e-cahier du CSTB 3669_V2 – septembre 2015) :
Déformation relative = 47 % (à T=50°C et t = 100 000 h sous une contrainte de 120 kPa).
- Fluage en compression (NF EN ISO 25619-1) : écrasement de 0,37 mm pour une durée de 1 008 h sous 200 kPa en compression / 40 kPa en cisaillement.
- Capacités de débit dans le plan (NF EN ISO 12958) sens production :
 - Sous une contrainte de 20 kPa, opt. rigide/mousse, gradient 1,0 : $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.
 - Sous une contrainte de 20 kPa, opt. rigide/mousse, gradient 0,015 : $4,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.
 - Sous une contrainte de 60 kPa, opt. rigide/mousse, gradient 0,015 : $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Le principe de justification hydraulique de la nappe EnkaDrain est présenté en Annexe B avec un exemple de calcul de dimensionnement d'une nappe.

- Terrasses non accessibles et techniques, ou accessibles piétons, avec protection par dallage béton conforme au NF DTU 43.1 : charge utile maxi sur le revêtement d'étanchéité : 60 kPa.
- Terrasses techniques ou à zones techniques, avec ou sans chemin de nacelle :
 - $R_{cs_{\text{mini}}} = 0,032 \text{ MPa}$ (à 50°C), cf. la norme NF DTU 20.12 - annexe D, pour une déformation < 2 %,
 - déformation conventionnelle correspondante : $ds_{\text{mini}} = ds_{\text{maxi}} = 2,0 \%$.

2.2.2.2.3. Conditionnements standards

- ENKADRAIN 5004F/2-2s/T110PP :
 - rouleau de 2,0 m × 50 m = 100 m², poids : 59 kg.
- ENKADRAIN 5004F/5-2s/T110PP :
 - rouleau de 5,0 m × 50 m = 250 m², poids : 157 kg.

2.2.2.2.4. Caractéristiques spécifiées du filtre seul

- Masse surfacique (NF EN ISO 9864) (g/m²) : 110
- Résistance à la traction SP&ST (NF EN ISO 10319) (kN/m) : 7
- Allongement à l'effort maximal SP&ST (NF EN ISO 10319) (%) : 45
- Poinçonnement statique (NF EN ISO 12236) (N) : 1 000
- Ouverture de filtration (NF EN ISO 12956) (μm) : 140
- Perméabilité à l'eau normale au plan (NF EN ISO 11058) (mm/s) : 70

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et supports

2.3.1.1. EnkaDrain 5004C/2s/T110PP et 5004F/2s/T110PP

Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes, en travaux neufs, aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1. En travaux de réfection, les supports étanchés existants sont préalablement entièrement refaits (c'est-à-dire avec un nouveau revêtement) conformément aux dispositions de la norme NF DTU 43.5.

EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

La pente minimale est de 2 % tant en travaux neufs qu'en réfection.

EnkaDrain 5004F/2s/T110PP

La pente minimale est de 1,5 % tant en travaux neufs qu'en réfection.

2.3.1.2. Cas particulier des toitures avec isolation inversée

Sur élément porteur en maçonnerie de pente ≤ 5%, l'utilisation en isolation inversée de panneaux isolants de polystyrène extrudé est admise conformément aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toitures-terrasses » de juin 2021 et dans le cadre défini par les fiches techniques des panneaux isolants.

2.3.2. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité suivants sont utilisables dans le domaine d'emploi visé de leurs référentiels :

- en asphalte conformes à la norme NF DTU 43.1 ou mixtes à base d'asphalte et de feuilles de bitume modifié par élastomère bénéficiant d'un Document Technique d'Application,
- à base de feuilles de bitume modifié par élastomère bénéficiant d'un Document Technique d'Application,
- à base de membranes synthétiques bénéficiant d'un Document Technique d'Application, uniquement pour les toitures-terrasses inaccessibles et techniques.

2.3.3. Protections lourdes dures pour terrasses accessibles et techniques

Selon la destination de la toiture-terrasse et le revêtement d'étanchéité, la norme NF DTU 43.1 définit les protections dures nécessitant une couche de désolidarisation. La pression admissible sur le revêtement est d'au plus 60 kPa (hors chemins de nacelles et terrasses accessibles aux véhicules avec dallage conforme au cas a. du § 2.4.2.1.4), le revêtement d'étanchéité, voire l'isolant support, pouvant imposer une limite plus faible.

On retiendra que la couche de désolidarisation peut être remplacée par la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou la nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP dans les cas suivants définis par la norme NF DTU 43.1 :

- Terrasses techniques ou à zones techniques (§ 6.6.3.2 de la norme NF DTU 43.1) : dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle posées à sec, dallages en béton armé coulé en place y compris ceux sous chemins de nacelle ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour (§ 6.6.3.3 de la norme NF DTU 43.1) :
 - mortier ou béton coulé en place associé à un revêtement de sol adhérent,
 - dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle posées à sec ou sur mortier ;
 - dalle en béton armé coulé en place, associée à une protection.

La protection lourde à l'aide de dalles sur plots, ou de pavés en béton, sur la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou la nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP n'est pas visée par le présent Document Technique d'Application.

Et sur la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP uniquement :

- Terrasses accessibles aux véhicules légers (§ 6.6.3.4 de la norme NF DTU 43.1) : dallage en béton armé coulé en place.
- Terrasses accessibles aux véhicules lourds de 13 t / essieu maximum (cf. § 6.6.3.5 de la norme NF DTU 43.1) avec revêtement d'étanchéité sous Document Technique d'Application visant l'emploi « véhicules lourds » : dallage en béton armé coulé en place.
- Rampes d'accès aux véhicules légers et lourds de pente comprise entre 5 et 18 % (cf. § 6.6.3.6 de la norme NF DTU 43.1) : dallage en béton armé coulé en place. Les efforts tangentiels de la dalle de protection sont repris par des plots, conformément à la norme NF DTU 20.12. Des détails de réalisation de la nappe autour de ces plots sont proposés en *figure A6*.

2.3.4. 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 DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

L'attention est attirée sur le fait que les toitures de pente inférieure à 2 % peuvent présenter des contre-pentes, flaches et retenues d'eau.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

- Les rouleaux doivent être manutentionnés avec un engin de levage approprié.
- Selon l'ouvrage, les rouleaux sont déroulés directement sur la toiture ou découpés en lés sur une aire annexe.

2.4.2. Mise en œuvre des nappes

- La nappe est posée directement sur l'étanchéité, les petits canaux orientés dans le sens de la pente (cf. figure 2).
- Dans le cas particulier d'une toiture à isolation inversée, la nappe est posée sur les panneaux isolants.
- Les âmes drainantes noires sont posées bord à bord, les non-tissés gris, plus larges d'une dizaine de centimètres, sont dépliés et viennent en recouvrement du non-tissé précédent ou suivant.
- Le raccordement des nappes au changement de rouleau, dans le sens de l'écoulement, s'effectue par simple recouvrement de 10 cm minimum.

La circulation d'engins sur le procédé est proscrite.

2.4.2.1. Protection lourde dure rapportée

2.4.2.1.1. Généralités

Une protection lourde rapportée est obligatoire, quel que soit le système d'application du revêtement. Elle est mise en œuvre à l'avancement de la pose de l'EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP.

Lors de la mise en œuvre de la protection lourde, la nappe est uniquement accessible à une circulation piétonne nécessaire pour la mise en œuvre de cette protection.

Durant le coulage de la chape ou du béton et pour aider à l'approvisionnement du mortier ou béton sans altérer la nappe, un chemin de planches sera réalisé.

Il y aura lieu de veiller à ne pas couper ou entailler la nappe lors du sciage des joints dans l'épaisseur du corps du dallage en béton.

2.4.2.1.2. Protection dure recevant des revêtements de sol

Une chape fractionnée, conforme à la norme NF DTU 43.1, est coulée directement sur la nappe EnkaDrain si le dosage en ciment est inférieur ou égal à 380 kg/m^3 (300 kg/m^3 minimum), quel que soit l'affaissement au cône d'Abrams mesuré selon la NF EN 12350-2. Si le dosage est supérieur à 380 kg/m^3 , l'interposition d'un film polyéthylène souple (conforme au NF DTU 13.3) entre la nappe et le béton est requis, bien qu'il réduise le passage de l'eau dans la nappe drainante.

2.4.2.1.3. Dalles en béton ou en pierre naturelle

Les dalles sont posées sur la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP, à sec ou sur mortier. La protection dure est fractionnée par des joints de largeur minimale 0,02 m :

- en partie courante tous les 6 m dans les deux sens ;
- en bordure des reliefs et des émergences.

Les joints de fractionnement sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées.

Dans le cas d'une toiture à isolation inversée, se référer aux dispositions de pose énoncées dans les règles professionnelles « Isolation inversée de toitures-terrasses » de juin 2021 relatives aux panneaux isolants.

2.4.2.1.4. Dallage en béton armé

Un dallage est coulé directement sur l'EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP si le dosage en ciment est inférieur ou égal à 380 kg/m^3 (350 kg/m^3 minimum), quel que soit l'affaissement au cône d'Abrams mesuré selon la NF EN 12350-2. Si le dosage est supérieur à 380 kg/m^3 , l'interposition d'un film polyéthylène souple (conforme au NF DTU 13.3) entre EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP et le béton est requis, bien qu'il réduise le passage de l'eau dans la nappe drainante.

La composition et les dispositions pour la protection par dallage en béton armé dépendent de la destination de la toiture, et sont conformes au NF DTU 43.1 :

- Pour les nappes EnkaDrain 5004C/2s/T110PP et 5004F/2s/T110PP :
 - Terrasses techniques ou à zones techniques, avec ou sans chemin de nacelle : dallage en béton armé conforme au § 6.6.3.2 de la norme NF DTU 43.1 ;
 - Terrasses accessibles aux piétons et au séjour, sans dalles sur plots : dallage en béton armé conforme au § 6.6.3.3 de la norme NF DTU 43.1 ;
- Pour la nappe 5004C/2s/T110PP uniquement :
 - Rampes d'accès aux véhicules légers et lourds de pente comprise entre 5 et 18 % : dallage repris par des plots conformes à la norme NF DTU 43.1 ;
 - Terrasses accessibles aux véhicules légers et aux véhicules lourds de 13 tonnes / essieu maximum : Deux cas sont définis pour les dalles accessibles aux véhicules :
 - Résistance thermique utile $\geq 2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$ et surface $\geq 500 \text{ m}^2$: cette configuration nécessite un dimensionnement du dallage béton armé conformément à la norme NF DTU 13.3 - P2. L'épaisseur du dallage minimum est de 13 cm mini pour les VL et 15 cm mini pour les PL (cas 2 du § 6.6.3.4.2 de la norme NF DTU 43.1 P1-1). Le dallage est fractionné par des joints de largeur minimale 0,02 m en :
 - partie courante tous les 10 m dans les deux sens ;
 - bordure des reliefs et des émergences.
 - Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage ; les armatures sont interrompues au droit des joints. Les joints sont conjugués. Ce sont soit des joints goujonnés, soit des joints clavetés.
 - Résistance thermique utile $< 2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$ ou surface $< 500 \text{ m}^2$: le dimensionnement est réalisé conformément au cas 1 du § 6.6.3.4.2 de la norme NF DTU 43.1 P1-1.

2.4.2.1.5. Protection des relevés

La protection des relevés est conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 et aux Documents Techniques d'Application des revêtements.

2.4.2.2. Cas particulier des chemins de nacelle et terrasses accessibles aux véhicules

Dans le cas particulier des chemins de nacelle et des terrasses accessibles aux véhicules, la protection lourde devra être déterminée avec les coefficients $R_{cs_{\text{mini}}}$ et $ds_{\text{mini}} - ds_{\text{maxi}}$, coefficients déterminés avec la nappe, spécifiées dans la fiche système

de l'isolant établie conformément aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

2.4.2.3. Détails des toitures

Les détails, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations, les évacuations pluviales sont traités conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 en respectant notamment les prescriptions de hauteur au-dessus de la protection.

2.5. Assistance technique

La société Low & Bonar met, sur demande, son assistance technique à la disposition des entreprises, des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, pour la mise en route des chantiers et la maîtrise des aspects particuliers de ce procédé.

2.6. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.6.1. Fabrication

Les nappes sont fabriquées dans l'usine d'Obernburg (Allemagne) de Low & Bonar Production GmbH sous système de gestion de la qualité certifié ISO 9001.

Les nappes EnkaDrain 5004C/2s/T110PP et 5004F/2s/T110PP sont conformes à la norme NF EN 13252 « Géotextiles et produits apparentés – Caractéristiques requises pour l'utilisation dans les systèmes de drainage » notamment pour les fonctions filtration et drainage ; elles remplissent les exigences du marquage CE.

La référence commerciale est apposée sur l'un des deux non-tissés, tous les 5 mètres, conformément à la norme NF EN 10320. Les contrôles réalisés sont décrits dans le paragraphe ci-dessous.

2.6.2. Contrôles de fabrication

2.6.2.1. Ame drainante de l'EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

- Masse surfacique (EN ISO 9864) $\geq 450 \text{ g/m}^2$
- Épaisseur sous 2 kPa (EN ISO 9863-1) $\geq 3,2 \text{ mm}$;
- Résistance à la traction (EN ISO 10319) sens production $\geq 1,0 \text{ kN/m}$ et sens transversal $\geq 1,8 \text{ kN/m}$.

Fréquence : quotidienne au minimum.

2.6.2.2. Ame drainante de l'EnkaDrain 5004F/2s/T110PP

- Masse surfacique (EN ISO 9864) $\geq 270 \text{ g/m}^2$;
- Épaisseur sous 2 kPa (EN ISO 9863-1) $\geq 3,1 \text{ mm}$;
- Résistance à la traction (EN ISO 10319) sens production $\geq 0,44 \text{ kN/m}$ et sens transversal $\geq 0,95 \text{ kN/m}$.

Fréquence : quotidienne au minimum.

2.6.2.3. Filtres associés

Les contrôles sont réalisés par le fournisseur du filtre Tyvar SF32 également sous système de gestion de la qualité certifié ISO 9001.

Les filtres sont contrôlés selon le plan de contrôle de la norme NF EN 13252.

2.7. Mention des justificatifs

2.7.1. Résultats expérimentaux

2.7.1.1. Nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

- Laboratoire interne Freudenberg Performance Materials (anciennement Colbond puis Low & Bonar) :
 - Essais de capacités de débit dans le plan sous contraintes de compression comprises entre 20 et 200 kPa.
 - Mesures d'épaisseur à long terme sous 20 et 50 kPa.
- IRSTEA (anciennement CEMAGREF) d'Antony, rapports d'essais n° 10.003/01 des 23 février 2010 et 29 mars 2010 :
 - Essais de capacité de débit dans le plan sous 500 kPa pour $i = 1,00, 0,45$ et $0,03$ avec essais de fluage en compression/cisaillement pendant 1 008 h.
 - Essai de capacité de débit dans le plan sous 60 kPa pour un gradient hydraulique $i = 0,02$.
- INSA de Lyon : essais de colmatage du géocomposite pour diverses consistances de béton caractérisées par l'affaissement au cône d'Abrams.
- CSTB Rapport d'essais n° RSET 07-26007937-1 du 1^{er} octobre 2007, comportement sous charge maintenue selon le « Guide Technique spécialisé des systèmes d'étanchéité et dalles sur plots » approuvé par le Groupe Spécialisé n° 5 le 25 avril 1983 et valeurs de Rcs et ds selon le *Cahier du CSTB 3230*.

- CSTB Rapport d'essais n° CLC-ETA 15-26058140/2 du 27 octobre 2015, Comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon le « Guide Technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées » (e-cahier du CSTB 2662 V2 – juillet 2010).

2.7.1.2. Nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP

- Laboratoire interne Freudenberg Performance Materials : essai de capacité de débit dans le plan selon EN ISO 12958-1 sous 20 & 60 kPa (R/F) pour $i = 1,0$ et $i = 0,02$, rapport n° RQ3485 de juin 2023.
- IRSTEA (Antony), rapport d'essai n° 15.001/01 du 16 Mars 2015 : essai de fluage en compression cisaillement sous 200 kPa pendant 1 008 h.
- CSTB Rapport d'essais ° DEB 23-019929 du 16/10/2023 :
 - Comportement sous charge maintenue selon le Cahier du CSTB 3669_V2 de septembre 2015, sous une charge de 2×60 kPa,
 - Mesures de Rcs et ds selon le Cahier du CSTB 3230.

2.7.2. Références chantiers

EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

La nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP est mise en œuvre depuis 2005 sur supports étanchés. Les quantités posées dépassent désormais 1 million de m², dont 540 000 m² depuis la dernière révision.

EnkaDrain 5004F/2s/T110PP

La nappe EnkaDrain 5004F/2s/T110PP est mise en œuvre depuis 2021 avec un chantier de référence de 16 000 m² pour un global mis en œuvre de 20 000 m².

2.8. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

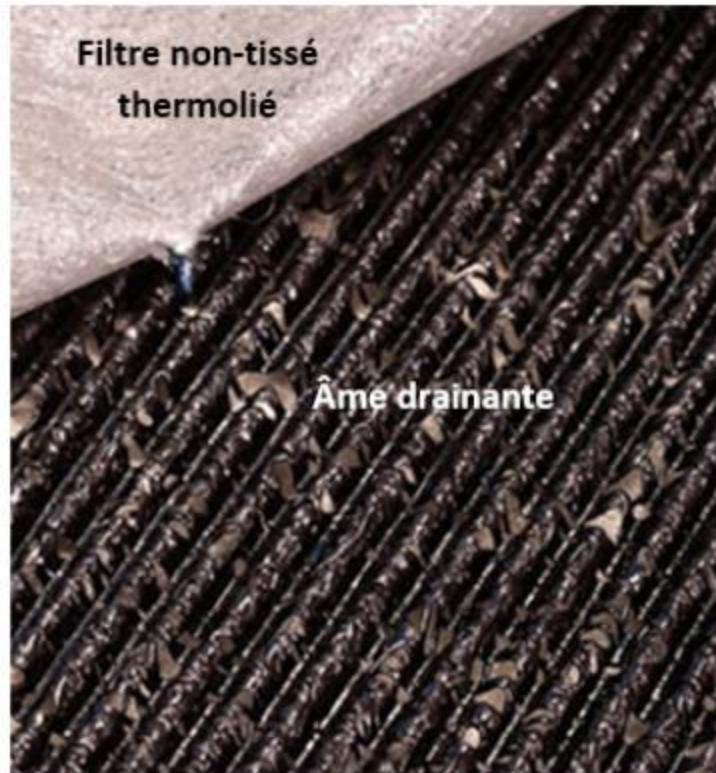


Figure 1 – Structures drainantes des nappes Enka Drain

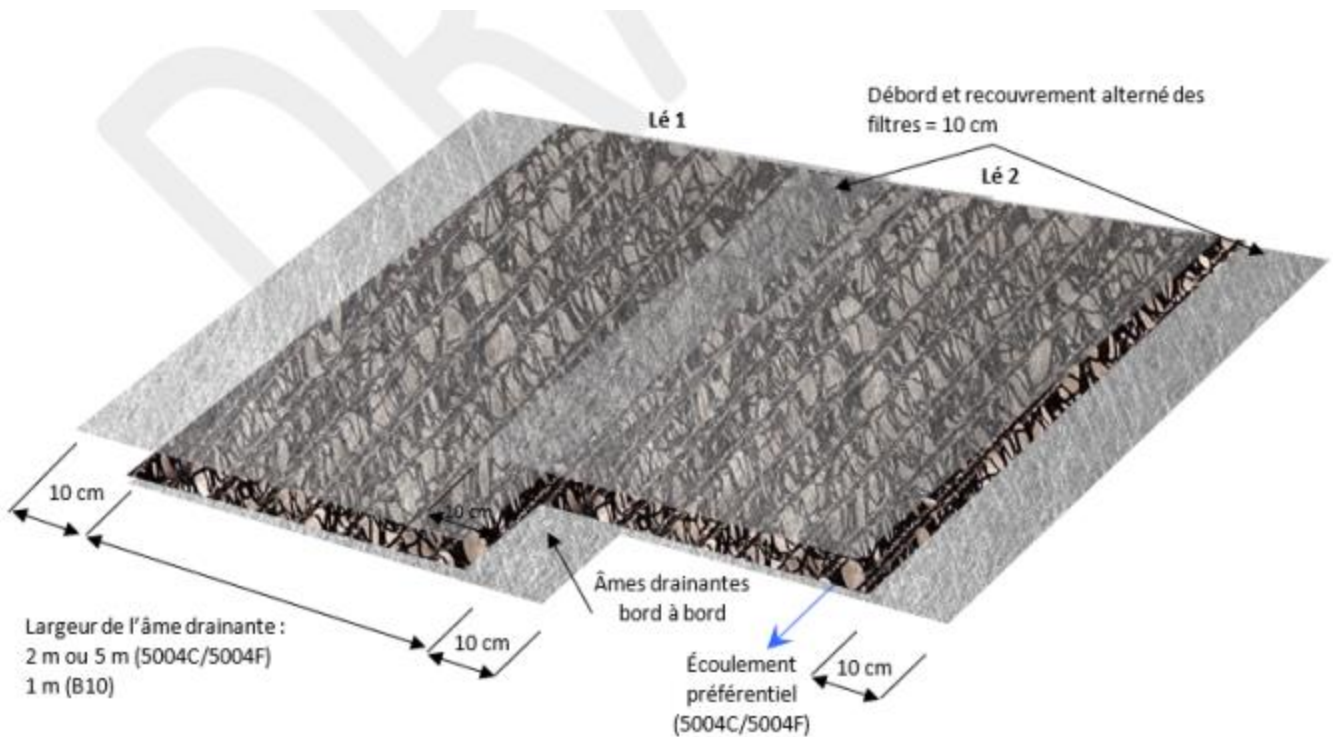


Figure 2 – Mise en œuvre des nappes Enka Drain – Recouvrement entre lés

Annexe A – points particuliers en protection lourde d'étanchéité

EnkaDrain 5004C/2s/T110PP ou 5004F/2s/T110PP

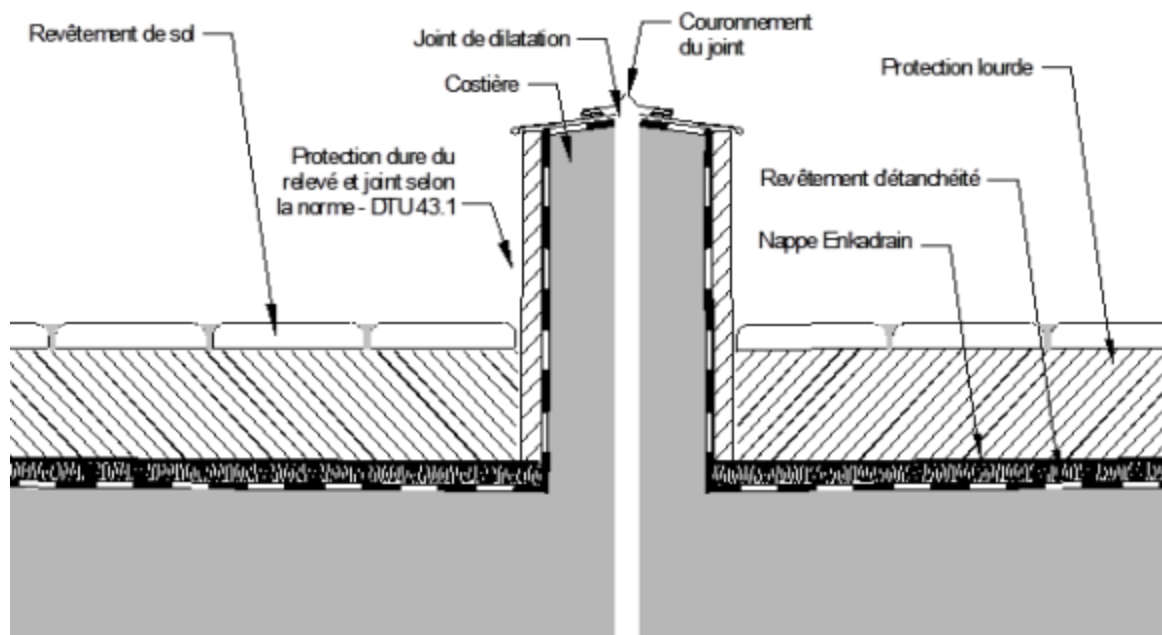


Figure A.1 – Traitement d'un joint de dilatation du gros œuvre (protection lourde + revêtement de sol)

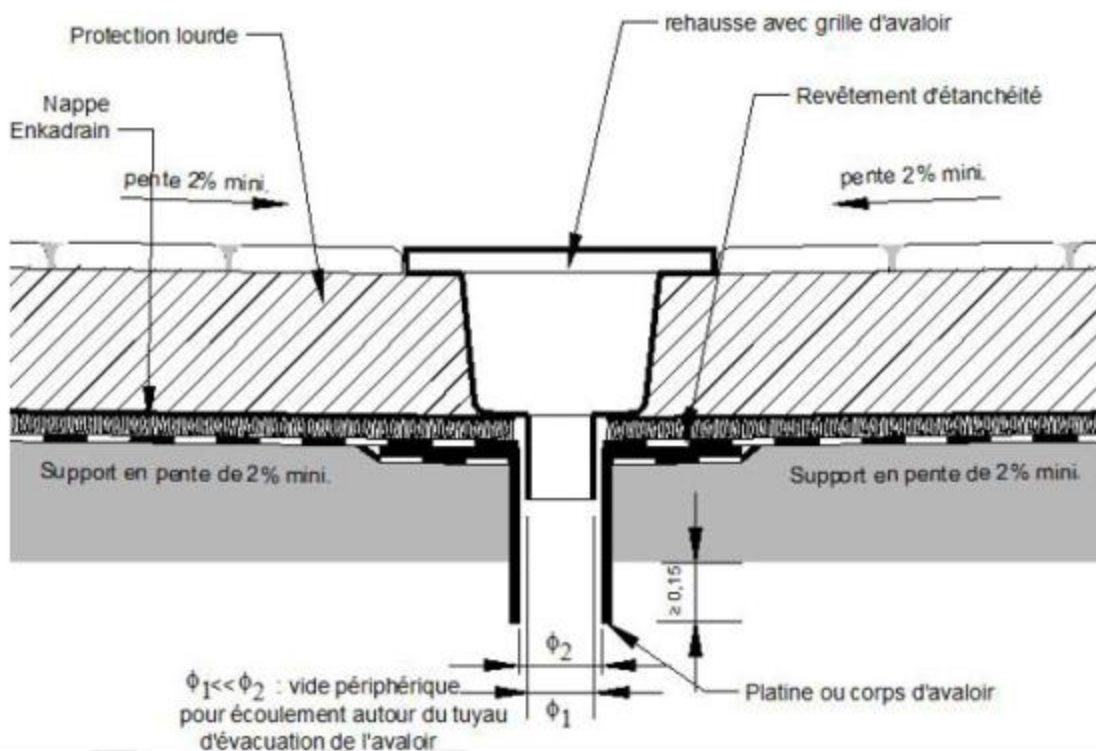
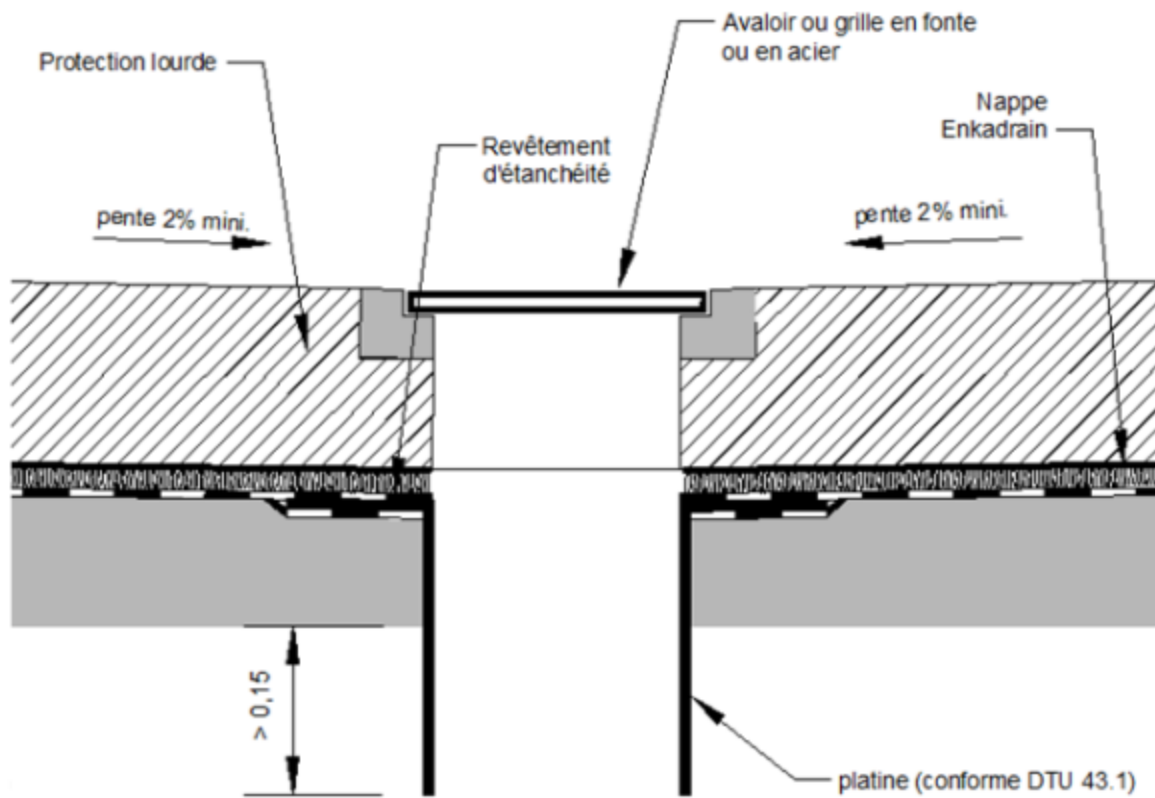


Figure A.2a – Système de recueil des eaux de ruissellement et des eaux d'infiltration (hors accès véhicules, travaux neufs) (protection lourde + revêtement de sol)



Nota : décaissé conforme au NF DTU 20.12

Figure A.2b – Système de recueil des eaux de ruissellement et des eaux d'infiltration (accès véhicules, travaux neufs)

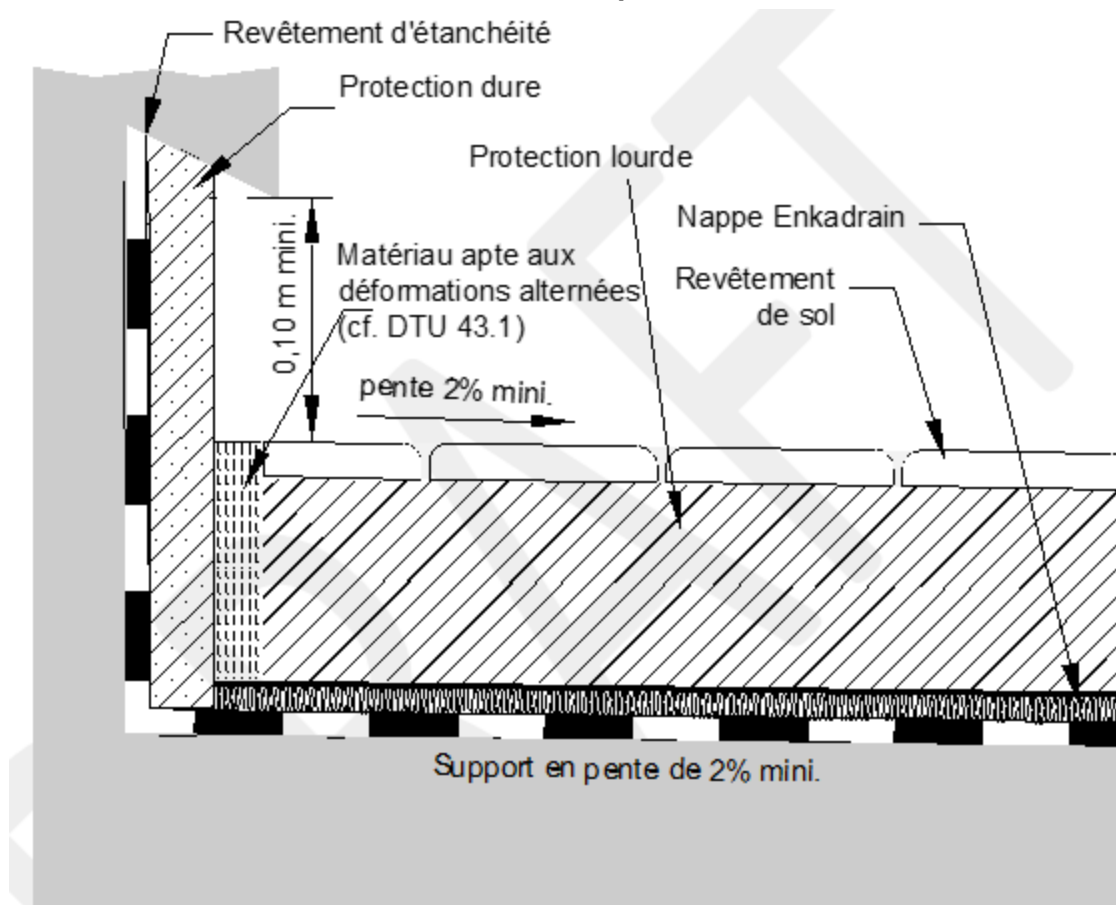


Figure A.3 – Traitement des relevés d'étanchéité

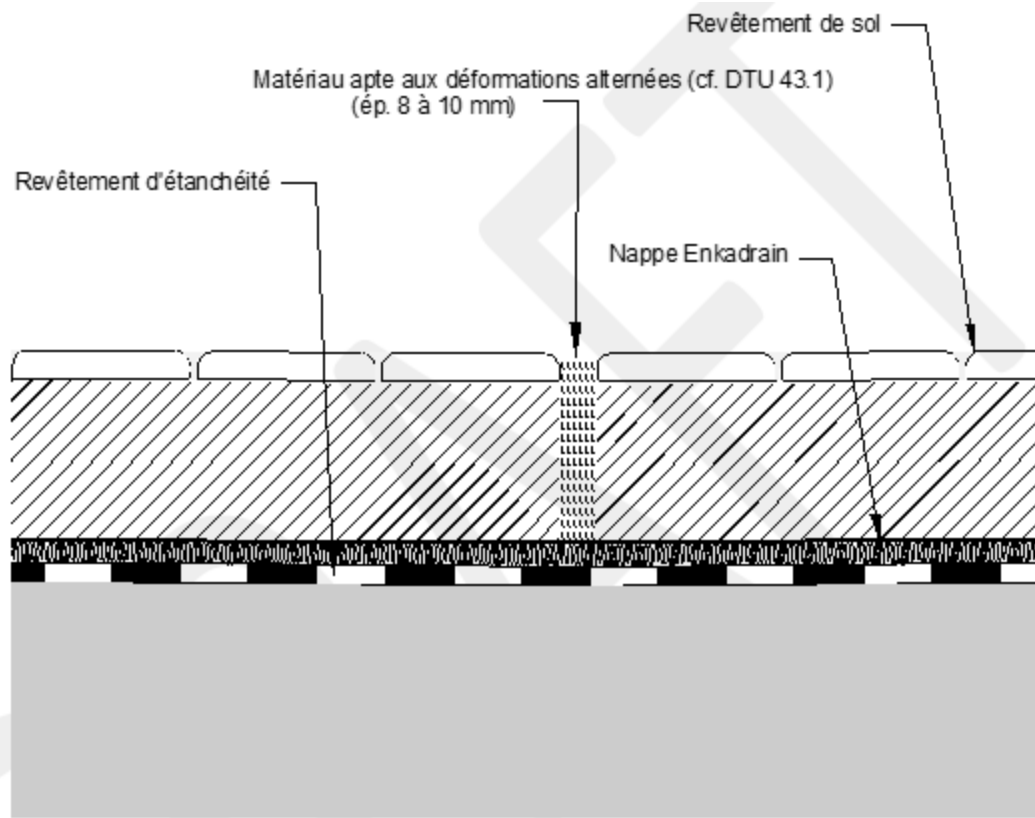


Figure A.4 – Traitement des joints de fractionnement (dallage selon § 2.4.2.1.4)

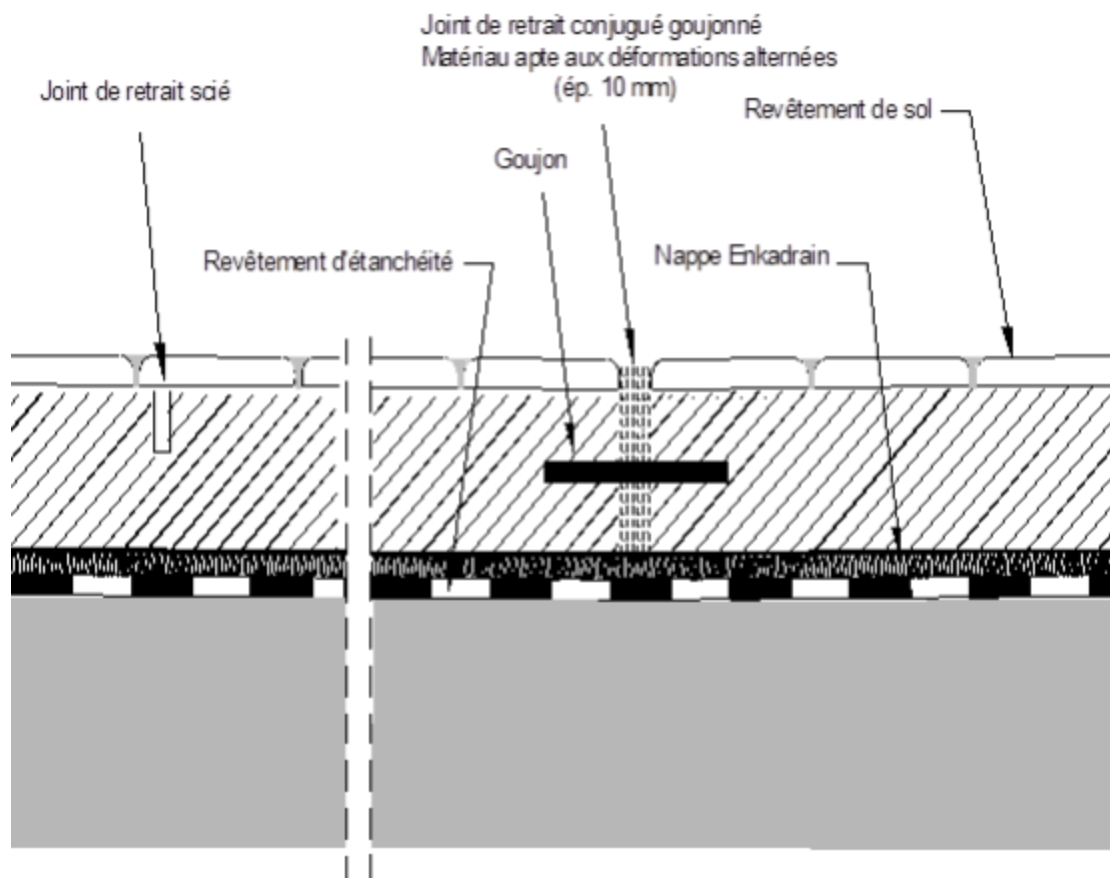


Figure A.4bis – Traitement des joints de retrait (dallage selon § 2.4.2.1.4)

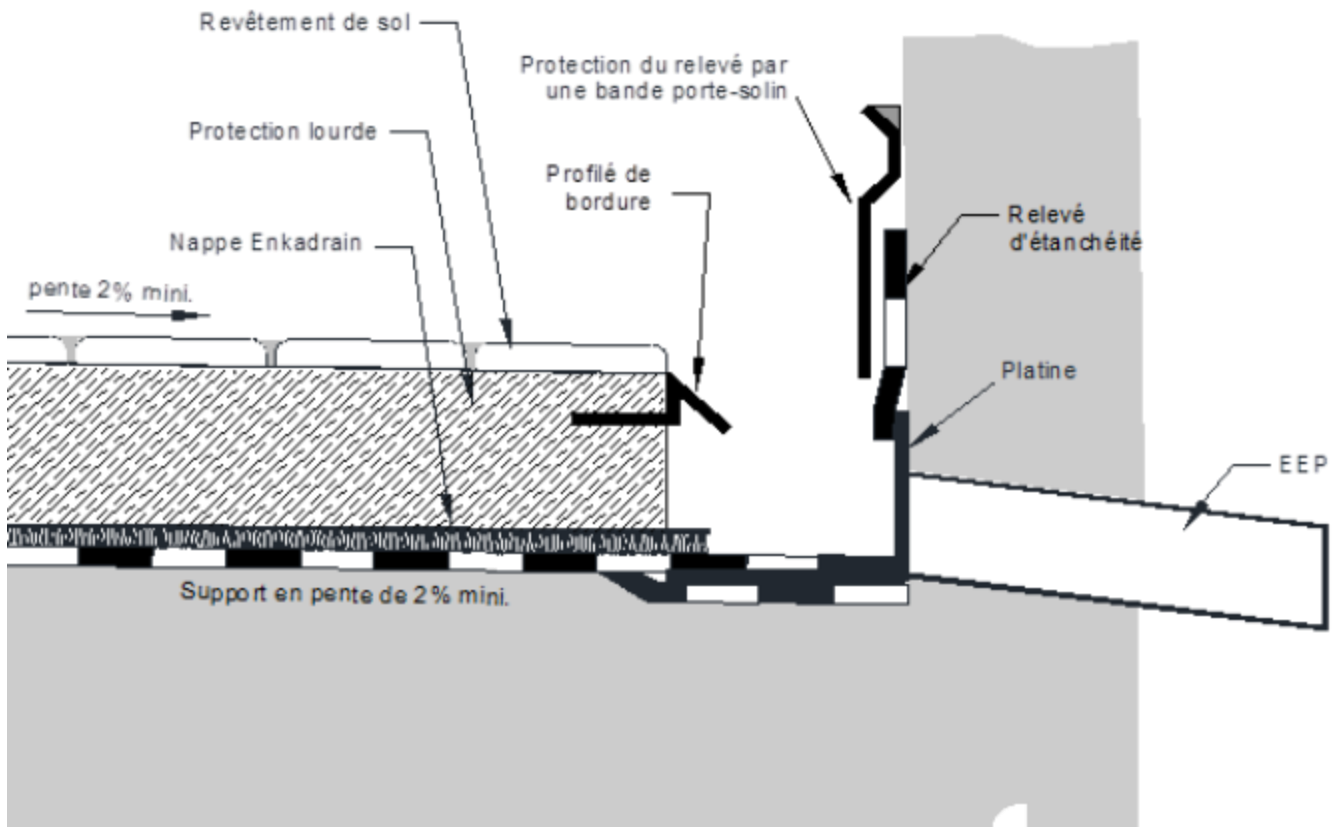


Figure A.5 – Balcon avec garde-corps maçonné (exemple de solution)

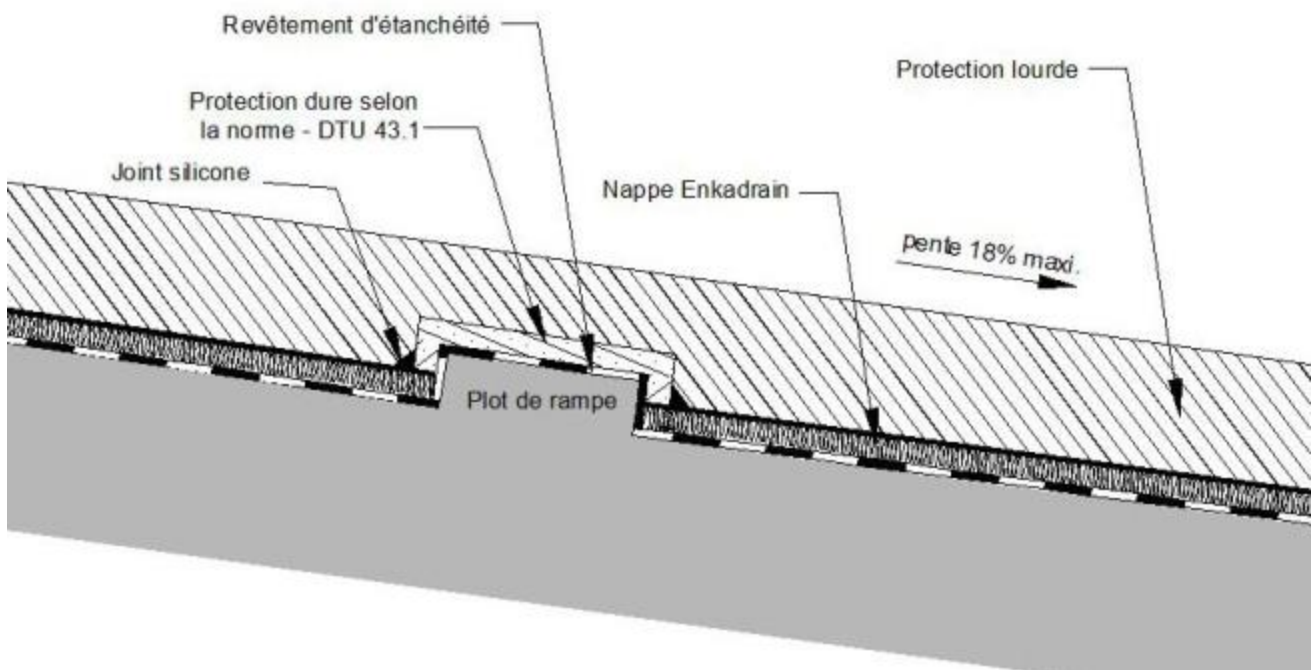


Figure A.6 – Exemple de traitement des rampes avec plots (EnkaDrain 5004C/2s/T110PP uniquement)

Annexe B – exemple de dimensionnement de la nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP

Les performances hydrauliques d'un géocomposite de drainage dépendent du gradient hydraulique « i » de l'écoulement, lié à la pente de son support, et de la contrainte de compression « σ » s'exerçant sur le produit.

Pente de l'EnkaDrain = 2 % soit un gradient hydraulique d'écoulement i : 0,02 (i = sinus de l'angle que fait le support de l'EnkaDrain avec l'horizontale)

Hypothèses :

- Longueur de collecte de l'EnkaDrain jusqu'à l'exutoire = 10 m ;
- Contrainte de compression s'exerçant sur l'EnkaDrain $\sigma = 5,5$ kPa, décomposée ainsi :
 - Poids de la protection lourde d'étanchéité de 12 cm = $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,12 \text{ m} = 3$ kPa,
 - Charge d'exploitation : 250 daN/m^2 soit 2,5 kPa ;
- Taux de ruissellement indiqué dans les documents particuliers du marché : 90 % ;
- Pluviométrie = 180 mm/h selon la norme NF DTU 60.11 P3.

\Rightarrow débit entrant dans la nappe = $180 \text{ l}/(\text{h.m}^2) \times 0,10 = 18 \text{ l}/(\text{h.m}^2)$

\Rightarrow débit à évacuer par l'EnkaDrain au droit de l'exutoire : $18 \text{ l}/(\text{h.m}^2) \times 10 \text{ m} = \mathbf{180 \text{ l}/(\text{h.m})}$.

Débit drainé par l'EnkaDrain (cf. § 2.2.2.1) :

- Contrainte de compression testée (supérieure à 5,5 kPa) = 60 kPa ;
- Gradient hydraulique testé $i = 0,02$.

Débit évacué par l'EnkaDrain sous 60 kPa avec i : 0,02 $\Rightarrow 0,054 \text{ l}/(\text{s.m})$, soit **194 l/(h.m)**.

Conclusion :

La nappe EnkaDrain 5004C/2s/T110PP convient car sa capacité de débit est supérieure au débit précalculé.

Comparaison avec la performance hydraulique du lit de gravillons traditionnel de 4 cm :

Coefficient de perméabilité d'un lit de gravillons : $K \leq 3.10^{-3} \text{ m/s}$

Débit maximum drainé par une couche d'épaisseur $e = 4$ cm sur une pente de 2 %, selon la loi de Darcy ($Q = K \cdot e \cdot i$) :
 $3.10^{-3} \times 0,04 \times 0,02 = 2,4.10^{-6} \text{ m}^3/(\text{s.m}) = \mathbf{8,6 \text{ l}/(\text{h.m})}$.