

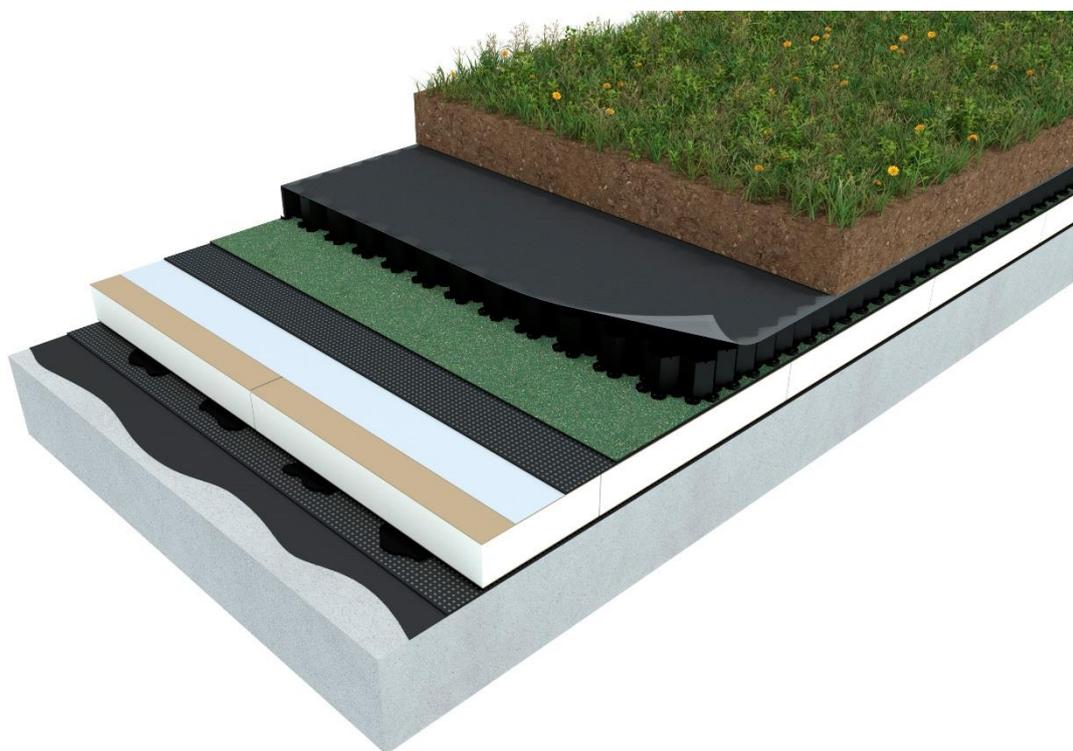
APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 2845_V2

Annule et remplace l'ATEX n°2845_V1

ATEX de cas a

Validité du 31/12/2023 au 31/07/2025



Copyright : Société Icopal SAS

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEX) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur (*art. 24*).

A LA DEMANDE DE :
ICOPAL SAS
23-25 AVENUE DU DOCTEUR LANNELONGUE
FR-75014 PARIS

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2
Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – www.cstb.fr
Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229
MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2845_V2

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 08/10/2020, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : Sociétés Icopal SAS
 - Technique objet de l'expérimentation « WATEROOF DUO® » Système de désolidarisation drainante pour toiture-terrasse avec ou sans rétention temporaire des eaux pluviales

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEx 2845_V2 et résumée dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au 31/12/2023, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations et attendus formulés aux § 5 et 6.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages

Le procédé ne participe pas à la stabilité du bâtiment, laquelle incombe à la structure porteuse de l'ouvrage.

En travaux neufs, l'élément porteur doit être dimensionné, quelle que soit la destination de la toiture en tenant compte de la charge descendante. La charge descendante à prendre en compte pour le dimensionnement de l'élément porteur est celle du système complet comprenant le poids :

- de tous les éléments au-dessus de l'élément porteur ;
- de la charge d'eau à prendre en compte.
- Pour les toitures sans rétention d'eau avec des composants suivants : substrat, protection lourde drainante, leur charge est prise à CME (Capacité Maximale en Eau). Il n'y a pas de charge d'eau à prendre en compte.
- Pour les toitures avec rétention d'eau en pente nulle sur maçonnerie, la charge d'eau à prendre en compte correspond à celle du volume d'eau retenu au niveau h de la surverse.
- Pour les toitures avec rétention d'eau et pente entre 1 et 5 %, la charge d'eau et la hauteur de surverse sont déterminées en prenant en compte un stockage de l'eau qui suit un profil triangulaire généré par la pente de la toiture.
- La charge permanente admissible par le procédé est de 4 T/m². Dans le cas particulier de la toiture végétalisée la charge permanente est limitée à 2 T/m².

En travaux de réfection, il appartient au maître d'ouvrage de 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.

1.2 – Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants peut être normalement assurée dès lors que l'entreprise applicatrice est formée à la spécificité du procédé.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures-terrasses 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) ; le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

Vis-à-vis du feu intérieur

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2845_V2

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

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

La structure du bâtiment devra être conçue en s'assurant que la largeur des joints de dilatation reste inférieure ou égale à 6 cm.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

Les produits mis en œuvre sont de fabrication industrielle, dans une usine assurant un autocontrôle formalisé, avec traçabilité de la fabrication (système d'assurance qualité certifié ISO 9001). La constance de qualité de fabrication des différents composants peut donc être considérée comme a priori satisfaisante

2.2 . – Mise en œuvre :

- La mise en œuvre du procédé, tant en partie courante qu'aux points singuliers ne présente pas de difficulté particulière.
- Les entreprises de mise en œuvre du béton drainant suivent une formation pour être agréées à la technique du procédé. Des notices de pose et des documents de formation sont disponibles au sein de la Société Lafarge Holcim France.
- La mise en œuvre de l'étanchéité relève des techniques classiques de mise en œuvre.

2.3 – Assistance technique

L'assistance technique de la Société Icopal SAS est indispensable pour le choix du système de rétention et son dimensionnement.

2.4 – Pour les réalisations in situ :

Elle peut être normalement assurée.

2.5 Durabilité

Dans le domaine d'emploi proposé hors intégration des dispositions contre la limitation de développement des gîtes larvaires, la durabilité du système peut être jugée comme satisfaisante. Des essais expérimentaux permettront dans une future évaluation de mieux apprécier la durabilité du procédé. Dans le cadre des dispositions contre la limitation de développement des gîtes larvaires. Une vigilance supplémentaire doit être apportée lors des visites d'inspection et prévoir un accès visible sur le système filtrat afin de vérifier son efficacité dans la durée.

3°) Risques de désordres

- Le risque de fissuration des bétons Hydromédia à pente nulle et en toitures véhicules légers paraît limité du fait des limitations du système à des surfaces de 500 m² et des caractéristiques mécaniques des bétons. Il convient de respecter les plages d'épaisseurs admissibles de béton à mettre en œuvre. La circulation des véhicules lourds est strictement limitée à la circulation exceptionnelle des véhicules de lutte contre l'incendie. L'utilisation exceptionnelle peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Il appartient au maître d'œuvre d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.
- Le risque d'usure de la couche de béton circulaire et la diminution du caractère drainant paraît limité dès lors qu'une surveillance et un entretien spécifiques seront appliqués sur cet ouvrage.
- Le colmatage du système peut constituer un désordre dans la fonction hydraulique qui n'est plus assurée.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2845_V2

4°) Recommandations

Il est recommandé :

- D'alerter le maître d'ouvrage et le maître d'oeuvre sur la nécessité de surveiller les ouvrages réalisés avec le procédé. Une vigilance doit être portée sur l'apparition des fissures sur la couche de béton Hydromédia Piéton ou Parking.
- Afin de vérifier l'absence de colmatage durant la vie de l'ouvrage, des zones tampons seront aménagées en TTV.
- De surveiller l'usure de la couche de béton Hydromedia Piéton ou Parking.
- La réparabilité du complexe d'étanchéité peut être assurée. Elle nécessite néanmoins de manière usuelle la dépose des protections.

5°) Attendus

- Les titulaires devront réaliser durant la période de l'ATEX, des visites sur références anciennes pour effectuer un retour d'expérience sur le système filtrat relatif au risque larvaire et rapporteront le résultat de ces visites sous forme de reportage photos détaillés.
- Les demandeurs devront communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations et attendus ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée.
- La faisabilité est réelle.
- Les désordres sont limités.

Fait à Champs sur Marne
Le Président du Comité d'Experts



Stéphane Gilliot

Pour la prorogation

Anouk MINON

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION⁽¹⁾

Demandeur : Société Icopal SAS

Définition de la technique objet de l'expérimentation : Procédé WATEROOOF DUO

Le procédé WATEROOOF DUO est un système de désolidarisation drainante pour toiture-terrasse. Bien qu'il puisse être utilisé sans rétention temporaire d'eaux pluviales, sa vocation est d'assurer la rétention temporaire d'eaux pluviales, avec des destinations de toitures autres qu' inaccessible.

Il peut être utilisé seul, ou en 1er lit en association avec d'autres panneaux à structure nid d'abeille en polypropylène :

- Panneaux NIDAROOOF 1F, 2F (maille 50 mm, fabrication par extrusion).
- Panneaux NIDAROOOF PROTECT (maille 8 mm, fabrication par extrusion).

L'espace de drainage entre les semelles du produit assure la circulation de l'eau retenue en toiture vers les EEP.

La composition des toitures est :

- Élément porteur béton
- Protection lourde :
 - Gravillons,
 - Végétalisation,
 - Dalles en béton drainant,
 - Dalles traditionnelles sur plots,
 - Dallage en béton armé penté,
 - Dallage en béton

- (1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2845_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. Annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 60 PAGES.

WATEROOF DUO[®]

« Dossier technique établi par les demandeur »

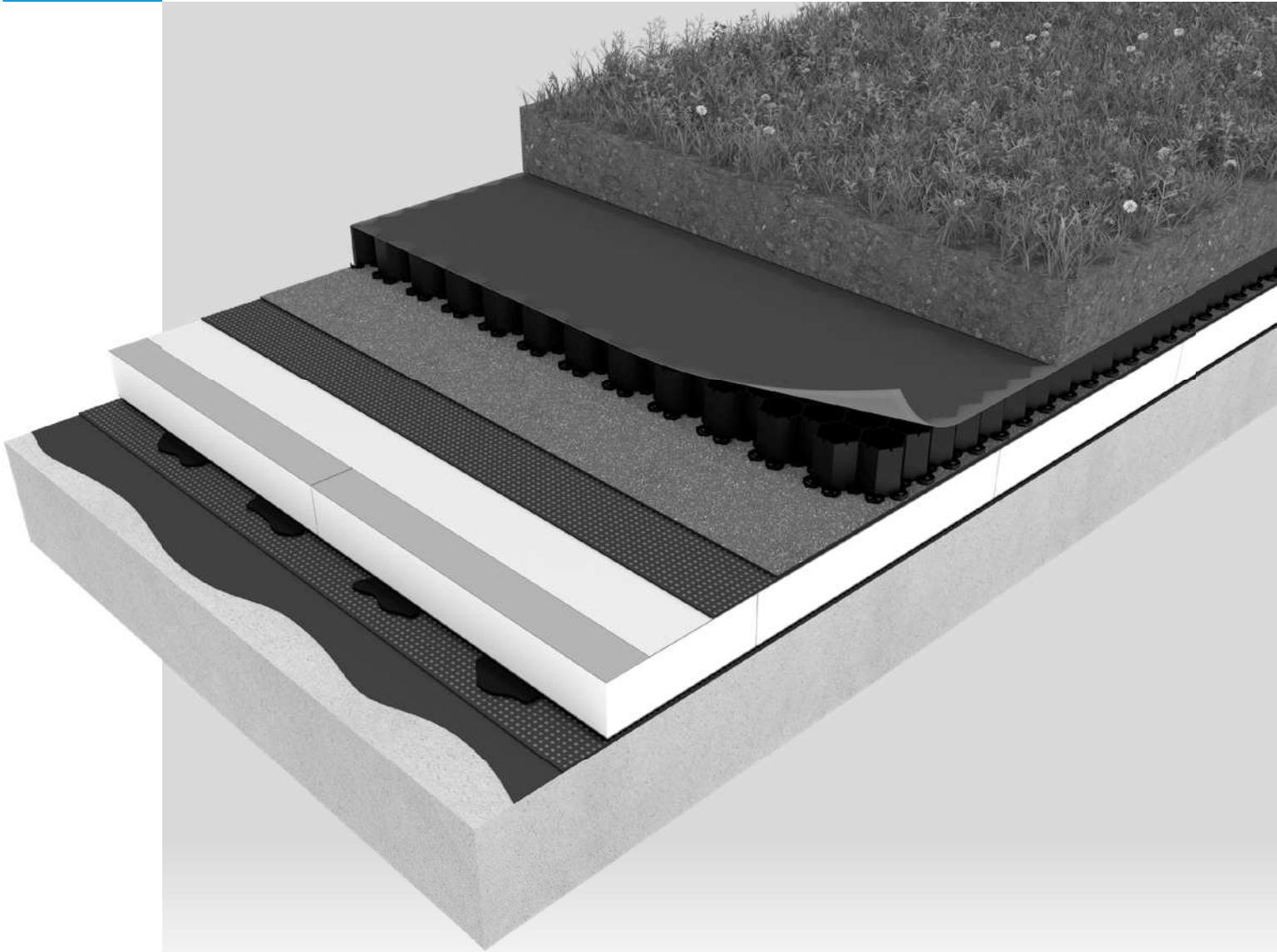
Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 17/12/2020

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 2845_V2

Fin du rapport

BMI **Siplast**



Waterproof Duo[®]

**Systeme de désolidarisation drainante
pour toiture-terrasse avec ou sans rétention
temporaire des eaux pluviales**

ATEx 2845_V1 - DT édition décembre 2020 | Établi par Siplast (Icopal SAS)

Sommaire

Description	3	7.6.10 Toiture accessible aux véhicules légers avec dallage en béton armé	12
1. Principe	3	7.6.11 Toiture accessible aux véhicules légers avec béton drainant Hydromédia®	12
1.1 Description	3	7.6.12 Toiture accessible aux véhicules légers avec dalles drainantes	12
1.2 Organisation de la mise en œuvre	3	7.7 Dispositions particulières concernant les toitures avec isolation inversée	12
1.3 Entretien	3	8. Traitement des points singuliers.	13
2. Domaine d'emploi et destination	3	8.1 Relevés	13
2.1 Généralités	3	8.2 Noues	13
2.2 Composition de la toiture avec Waterroof Duo®	4	8.3 Évacuations des eaux pluviales	13
3. Élément de dimensionnement de la structure.	4	8.4 Massifs et émergences	13
3.1 Charges	4	8.5 Joints de dilatation	13
3.2 Cas de toitures-terrasses sans rétention d'eau de pente ≤ 5 %	4	8.6 Séparation entre zones de destination différentes	13
3.3 Cas de toitures-terrasses à pente nulle avec rétention d'eau	4	9. Prévention des arboviroses (maladies vectorielles à moustiques).	14
3.4 Cas de toitures-terrasses de pente ≤ 5 % avec rétention d'eau	5	10. Entretien	14
4. Matériaux	5	Résultats expérimentaux	15
4.1 Panneaux de désolidarisation et de rétention d'eaux pluviales	5	Références	15
4.2 Autres matériaux	5	Tableaux du Dossier Technique.	16
4.3 Matériaux drainants pour protection dure	5	Figures 1 à 25 du Dossier Technique	18
5. Fabrication et contrôles.	6	Annexe A.	30
5.1 Complexe d'étanchéité	6	A1. Données techniques Waterroof Duo®	30
5.2 Panneaux alvéolaires à structure nid d'abeille	6	A2. Données techniques NidarooF (1F et 2F)	32
5.3 Béton drainant Hydromédia® pour protection dure	6	A3. Données techniques NidarooF-Protect (10 à 100 mm) ...	34
5.4 Substrat et tapis précultivés	6	A4. Données techniques NidarooF 40 SG	36
6. Identification	6	A5. Données techniques Canopia Substrat	37
6.1 Feuilles d'étanchéité	6	A6. Données techniques Canopia Vegetapis	38
6.2 Panneaux alvéolaires à structure nid d'abeille	6	A7. Données techniques Geoflow 44-1F	38
6.3 Béton drainant Hydromédia®	6	A8. Calcul de la hauteur de Waterroof Duo® sur toiture de pente > 0 et ≤ 5 %	39
7. Mise en œuvre	7	A9. Détermination de la hauteur de surverse et de la couche de désolidarisation sur toiture à pente nulle	40
7.1 Éléments porteurs et supports en maçonnerie	7	Annexe B. Protection lourde dure, perméable et circulable en béton Hydromédia®	41
7.2 Supports isolants non porteurs	7	B1. Description de béton drainant Hydromédia®	41
7.2.1 Généralités	7	B2. Fabrication et constituants d'Hydromédia®	43
7.2.2 Constitution et mise en œuvre du pare-vapeur	7	B3. Caractéristiques du produit Hydromédia® garanties par Lafarge Holcim	43
7.2.3 Mise en œuvre de l'isolant	7	B4. Fabrication et mise en œuvre du béton drainant Hydromédia®	44
7.3 Supports constitués d'anciens revêtements d'étanchéité ..	7	B5. Dispositions prises par Lafarge Holcim pour assurer la qualité des bétons Hydromédia®	46
7.4 Composition et mise en œuvre des revêtements d'étanchéité	7	B6. Entretien des revêtements en Hydromédia®	47
7.5 Couche de désolidarisation	8	B7. Protocoles d'évaluation du matériau Hydromédia® proposés par l'entreprise Lafarge Holcim	48
7.5.1 Détermination de l'épaisseur totale (Ept) de la couche de désolidarisation	8	B8. Contrôles de la qualité du béton frais	49
7.5.2 Composition de la couche de désolidarisation	8	B9. Contrôles de la mise en œuvre de la protection lourde en Hydromédia®	50
7.6 Protection lourde des parties courantes	8	Annexe C. Entretien de la végétation	51
7.6.1 Toiture inaccessible avec protection gravillons	9	C1. Généralités	51
7.6.2 Toiture inaccessible avec végétalisation	9	C2. Opérations d'entretien	51
7.6.3 Toiture technique avec dalles en béton drainantes ..	10	Annexe D. Dispositions particulières pour la lutte contre la prolifération des moustiques.	53
7.6.4 Toiture technique avec gravillons stabilisés	10		
7.6.5 Toiture accessible aux piétons avec dalles sur plots ..	10		
7.6.6 Toiture accessible aux piétons avec dallage en béton armé	11		
7.6.7 Toiture accessible aux piétons avec gravillons stabilisés	11		
7.6.8 Toiture accessible aux piétons avec Béton drainant Hydromédia®	11		
7.6.9 Toiture accessible aux piétons avec dalles drainantes	11		

Description

1. Principe

1.1 DESCRIPTION

Waterroof Duo® est un panneau à structure nid d'abeille de 65 mm d'épaisseur en polypropylène obtenue par injection qui comporte (cf. figure 1) :

- ▶ en sous face des semelles de répartition de charge
- ▶ en surface un filtre thermosoudé pour éviter l'obturation des alvéoles par la protection lourde (la version Waterroof Duo® SF est livrée sans filtre en surface).

Waterroof Duo® assure la désolidarisation entre le revêtement d'étanchéité et sa protection :

- ▶ sous protection lourde accessible aux piétons ou véhicules légers ;
- ▶ sous toiture-terrasse végétalisée ;
- ▶ sous protection lourde en gravillon.

Waterroof Duo® peut également être utilisé comme :

- ▶ volume de stockage temporaire des eaux pluviales. Dans ce cas des dispositifs d'entrées d'eaux pluviales à débit limité conformes à la norme NF DTU 43.1 sont associés à la toiture ;
- ▶ dispositif de lutte contre la prolifération des moustiques (notamment moustique Tigre) en empêchant la dépose

des œufs dans l'eau stagnante (parement filtrant) notamment avec les protections en gravillon ou avec dalles sur plots (cf. § 9).

Waterroof Duo® intègre les 3 fonctions suivantes :

- ▶ un drainage en partie basse pour évacuation des eaux vers les entrées d'eaux pluviales
- ▶ un drainage en partie haute pour évacuation de l'air permettant le remplissage des alvéoles.
- ▶ un parement de surface d'ouverture de filtration < 90 µm.

1.2 ORGANISATION DE LA MISE EN ŒUVRE

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées. Une assistance technique peut être demandée à la Société Siplast (Icopal SAS).

1.3 ENTRETIEN

Concernant l'entretien de l'étanchéité et de sa protection, on se reportera à la norme P 84-204-P1-1 (Réf. DTU 43.1) et notamment aux dispositions spécifiques relatives aux toitures en fonction de la nature de la protection lourde (cf. § 10).

2. Domaine d'emploi et destination

2.1 GÉNÉRALITÉS

Le domaine d'emploi de Waterroof Duo® est limité aux toitures-terrasses :

- ▶ en France métropolitaine sous climat de plaine (altitude < 900 m) ;
- ▶ en travaux neufs ou de réfection :
 - avec élément porteur en maçonnerie conforme au DTU 20.12 à l'exception de la pente qui est nulle ou inférieure ou égale à 5 % pour tous les cas de destinations admis. Les éléments porteurs non traditionnels en béton bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi sont également admis dans les mêmes conditions de pente ;
 - avec ou sans dispositif de rétention temporaire des eaux pluviales.

La charge permanente admissible sur Waterroof Duo est limitée à 4 t/m² (40 kPa). Cette valeur est à limiter par les éléments sous-jacents à prendre en compte (élément porteur cf. § 3 et les panneaux isolants thermiques cf. § 7.2.1). Dans le cas particulier de la toiture végétalisée la charge est limitée à 2 t/m² (cf. § 7.6.2).

Le procédé Waterroof Duo® est destiné :

- ▶ aux toitures-terrasses inaccessibles avec protection par gravillons (cf. § 7.6.1) ;
- ▶ aux toitures-terrasses inaccessibles végétalisées (cf. § 7.6.2) ;
- ▶ aux toitures-terrasses techniques (cf. § 7.6.3) ;
- ▶ aux toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour (cf. § 7.6.4) ;
- ▶ aux toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers⁽¹⁾ (cf. § 7.6.5).

(1) Remarque : la toiture à pente nulle accessible aux véhicules légers avec protection en béton drainant Hydromédia Parking est admise pour des surfaces limitées à 500 m² par zone traitée entre reliefs ou joints de dilatation. Les véhicules légers sont conventionnellement caractérisés par une charge maximale de 20 kN par essieu (environ 2 tonnes/essieu). Les parties de toitures accessibles exceptionnellement aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement peuvent être comprises dans cette catégorie. Cette utilisation exceptionnelle peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Il appartient au Maître d'œuvre d'attirer l'attention du Maître d'ouvrage sur ce risque.

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, aux éléments porteurs et aux panneaux isolants, non modifiées par le présent document sont applicables, (avec la pente nulle admise en prescription particulière de ce présent document technique), notamment :

- ▶ norme NF P 10-203 (référence DTU 20.12) ;
- ▶ norme NF P 84-204 (référence DTU 43.1) ;
- ▶ norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) pour les travaux de réfections.

Sont également applicables les prescriptions des DTA des revêtements d'étanchéité de la société Siplast (Icopal SAS) référencés dans le tableau 1 avec en prescription particulière :

- ▶ le revêtement d'étanchéité est classé I5 en indentation.

2.2 COMPOSITION DE LA TOITURE AVEC WATEROOF DUO®

La composition de la toiture de la surface à l'élément porteur est la suivante (cf. figures 2 à 4) :

- ▶ protection lourde (cf. § 7.6) ;
- ▶ couche de désolidarisation, éventuellement couche de rétention temporaire (cf. § 7.5) :
 - soit en 1 lit avec Waterproof Duo®.
 - soit en 2 ou 3 lits avec en 1^{er} lit Waterproof Duo® et en lits supérieurs NidarooF 1F ou 2F avec selon le cas, une couche filtrante Canopia Filtre ou une couche d'équilibrage de pression Geoflow 44-1F déroulée en surface ;

- ▶ couche (éventuelle) de panneaux pour isolation thermique inversée (cf. § 7.7) ;
- ▶ revêtement d'étanchéité Siplast de classement I5 à l'indentation (cf. § 7.4) ;
- ▶ couche (éventuelle) de panneaux d'isolants thermiques et son pare-vapeur (cf. § 7.2) ;
- ▶ ancien revêtement d'étanchéité (éventuel) (cf. § 7.3) ;
- ▶ élément porteur en maçonnerie de pente $\leq 5\%$ (pente nulle admise) (cf. § 7.1).

Le tableau 1 indique en fonction de la destination de la toiture :

- ▶ le DTA de référence du revêtement d'étanchéité à consulter ;
- ▶ le détail de couche de désolidarisation ;
- ▶ les protections admises par le présent procédé ;
- ▶ les chapitres détaillant les prescriptions techniques complémentaires.

3. Élément de dimensionnement de la structure

3.1 CHARGES

La charge permanente à prendre en compte pour le dimensionnement de l'élément porteur est celle du système complet comprenant le poids :

- ▶ de tous les éléments au-dessus de l'élément porteur ;
- ▶ de la charge d'eau à prendre en compte (cf. § 3.2 à 3.4).

Les tableaux 2 et 3 indiquent la décomposition des charges permanentes à prendre en compte pour le dimensionnement de la structure.

La charge d'exploitation est définie dans les Documents Particuliers du Marché en fonction de la destination de la toiture.

La charge climatique est définie dans les Documents Particuliers du Marché en fonction de localisation de l'ouvrage.

3.2 CAS DE TOITURES-TERRASSES SANS RÉTENTION D'EAU DE PENTE $\leq 5\%$

La toiture comprend une couche de désolidarisation (cf. § 7.5). Les entrées d'eaux pluviales (cf. § 8.3) ne sont pas équipées de collerette avec réduction de débit de fuite. Le calcul de charge prend en compte tous les composants au-dessus de l'élément porteur. Pour les composants suivants : substrat, protection lourde drainante, leur charge est prise à CME (Capacité Maximale en Eau). Il n'y a pas de charge d'eau à prendre en compte.

3.3 CAS DE TOITURES-TERRASSES À PENTE NULLE AVEC RÉTENTION D'EAU

La toiture comprend une couche de désolidarisation (cf. § 7.5) utilisée également en rétention temporaire des eaux pluviales.

- La charge d'eau à prendre en compte correspond à celle du volume d'eau retenu au niveau h de la surverse (cf. annexe A9).

Les entrées d'eaux pluviales (cf. § 8.3) sont traitées en type « solidaire » avec collerette servant :

- ▶ de surverse en cas d'orage d'intensité dépassant les valeurs retenues en étude ;
- ▶ de dispositif limiteur de débit par ouverture calibrée selon les dispositions norme NF P 84-204-1 (Réf. DTU 43.1).

Dans tous les cas, le niveau de la surverse restera d'au moins 20 mm sous celui de la surface de la couche de désolidarisation (cf. figures 2 à 4).

Le tableau 4 indique la capacité maximale de rétention d'eau de la couche de désolidarisation en 1 ou 2 lits. Pour d'autres cas en 2 ou 3 lits, Siplast transmet sur demande de l'entreprise et à partir du volume d'eau à retenir indiqué dans les DPM, la hauteur de la surverse et la composition de la couche de désolidarisation.

4. Matériaux

4.1 PANNEAUX DE DÉSOLIDARISATION ET DE RÉTENTION D'EAUX PLUVIALES

- Waterproof Duo® : panneau alvéolaire à structure nid d'abeille de 54 mm de maille et de 65 mm d'épaisseur en polypropylène obtenue par injection avec en sous face des semelles de répartition de charge et un drainage de l'eau et en surface un drainage de l'air. Le panneau est parementé d'un filtre thermosoudé (cf. annexe A1).
- Waterproof Duo® SF : dito Waterproof Duo® mais livré sans le parement filtrant de surface.
- NidarooF 1F et 2F : plaque alvéolaire à structure nid d'abeille de 50 mm de maille en polypropylène obtenue par extrusion (cf. annexe A2).
- NidarooF-Protect : plaque alvéolaire à structure nid d'abeille de 8 mm de maille en polypropylène obtenue par extrusion (cf. annexe A3).
- NidarooF 40 SG : plaque alvéolaire à structure nid d'abeille de 50 mm de maille en polypropylène obtenue par injection (cf. annexe A4).

4.2 AUTRES MATÉRIAUX

- Canopia Filtre : non tissé de polyester de 200 g/m², cf. DTA Canopia.
- Canopia Substrat : substrat pour toiture végétalisée (cf. annexe A5).
- Canopia Vegetapis : tapis pré-cultivé de sedums (cf. annexe A6).

3.4 CAS DE TOITURES-TERRASSES DE PENTE ≤ 5 % AVEC RÉTENTION D'EAU

La toiture comprend une couche de désolidarisation (cf. § 7.5) utilisée également en couche de rétention temporaire des eaux pluviales.

Les DPM doivent indiquer le volume d'eau à retenir pour la surface de la toiture concernée.

Si V (en m³) est le volume d'eau à retenir sur une toiture de surface S (en m²) alors la charge d'eau et la hauteur de surverse sont déterminées en prenant en compte un stockage de l'eau qui suit le profil triangulaire généré par la pente de la toiture. Ce calcul est indiqué en annexe A8.

Les entrées d'eaux pluviales (cf. § 8.3) sont traitées en type « solidaire » avec collerette servant :

- ▶ de surverse en cas d'orage d'intensité dépassant les valeurs retenues en étude ;
- ▶ de dispositif limiteur de débit par ouverture calibrée selon les dispositions norme NF P 84-204-1 (Réf. DTU 43.1).

- Geoflow 44-1F : géoespaceur de drainage constitué d'une grille tridimensionnelle en PolyÉthylène Haute Densité (cf. annexe A7).

4.3 MATÉRIAUX DRAINANTS POUR PROTECTION DURE

- Hydromédia® Piéton : béton drainant de la Société Larfage Holcim, voir annexe B du présent document.
- Hydromédia® Parking : béton drainant de la Société Larfage Holcim, voir annexe B du présent document.
- Dalles en béton préfabriquées : elles sont conformes à la norme NF EN 1339 et sous marque NF – Dalles de voirie & toiture en béton (organisme mandaté Cerib) de classe S4 en toiture technique, T11 en toiture accessible piétons et U14 en toiture accessible véhicule légers. Dans tous les cas, elles présenteront une perméabilité $K > 10^{-3}$ m/s selon essai de perméabilité du référentiel 353.E V2 du Cerib.

5. Fabrication et contrôles

5.1 COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ

Les feuilles sont produites par la société Icopal SAS dans ses usines de Mondoubleau (41) et Lorient (26). L'auto-contrôle de production fait partie de l'ensemble d'un Système d'Assurance Qualité conforme aux prescriptions de la norme ISO 9001 : 2015 certifié par Bureau Veritas Certification.

5.2 PANNEAUX ALVÉOLAIRES À STRUCTURE NID D'ABEILLE

Les panneaux Waterproof Duo®, Nidarroof et Nidarroof-Protect sont fabriqués pour le compte de Siplast (Icopal SAS) et reçoivent un parement de surface thermo-soudé. Le système qualité mis en place dans les usines de production est certifié ISO 9001 : 2015 et prend en compte un contrôle sur les matières premières (indice de fluidité à chaud, module, résistance) et les produits finis (aspect, résistance à la compression verticale). Une exploitation statistique des résultats d'essais effectués sur les matières premières et produits finis est réalisée.

5.3 BÉTON DRAINANT HYDROMÉDIA® POUR PROTECTION DURE

Le béton Hydromédia® est fabriqué sur les sites de production Lafarge Holcim Bétons (ou ceux de ses licenciés). Le transport du béton frais est ensuite assuré par camion toupie.

Les dispositions prises par l'entreprise Lafarge Holcim pour assurer la qualité de fabrication des bétons Hydromédia® sont décrites en annexe B5 (**tableau B7**).

5.4 SUBSTRAT ET TAPIS PRÉCULTIVÉS

Canopia Substrat (masse volumique 1 100 kg/m³ à CME) et Canopia Vegetapis sont fabriqués et contrôlés pour le compte de Siplast (Icopal SAS) dans les conditions et respect de l'Avis Technique particulier du fournisseur déclaré au CSTB.

6. Identification

6.1 FEUILLES D'ÉTANCHÉITÉ

Tous les matériaux fournis sont étiquetés et portent les indications suivantes : appellation commerciale, conditions de stockage, consignes de sécurité, usine d'origine pour les feuilles (M pour Mondoubleau, L pour Lorient).

6.2 PANNEAUX ALVÉOLAIRES À STRUCTURE NID D'ABEILLE

Les panneaux Waterproof Duo® et Waterproof Duo® SF ainsi que Nidarroof 1F ou 2F et Nidarroof-Protect fournis sont

livrés sur palette avec étiquette portant les indications suivantes : appellation commerciale, épaisseur, conditions de stockage. Chaque panneau comporte en gravure la date du lot de fabrication.

6.3 BÉTON DRAINANT HYDROMÉDIA®

Le béton Hydromédia® est livré par camion toupie, accompagné par un bon de livraison fournissant toutes les informations relatives à la dénomination et à la fabrication du produit livré.

7. Mise en œuvre

7.1 ÉLÉMENTS PORTEURS ET SUPPORTS EN MAÇONNERIE

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 20.12 et de pente comprise entre 0 et 5 % pour tous cas de destination et de protection lourde.

Sont également admis, pour des pentes comprises entre 0 et 5 % et pour tous cas de destination :

- ▶ les éléments porteurs et supports non traditionnels en béton bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi. La préparation des supports (pontage des joints) est effectuée conformément aux dispositions de la norme NF DTU 43.1, et des Avis Techniques. Les pontages sont réalisés avec une bande de 0,20 m de large en Paradiel S ou autre feuille avec autoprotection métallique ou minérale de la gamme Paradiene, face avec autoprotection retournée sur le support ;
- ▶ les formes en mortier allégé pour terrasses et toitures bénéficiant d'un Avis Technique des Groupes spécialisés n° 5 + 13 dans les conditions de leur Avis Technique respectif avec des revêtements d'étanchéité apparents posés en semi-indépendance et avec des revêtements d'étanchéité posés en indépendance, semi-indépendance ou adhérence sous protection rapportée.

Les supports, destinés à recevoir les pare-vapeurs et les revêtements d'étanchéité, doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure (huile, plâtre, hydrocarbures, etc.).

7.2 SUPPORTS ISOLANTS NON PORTEURS

7.2.1 GÉNÉRALITÉS

L'emploi des panneaux isolants thermiques doit prendre en compte les règles propres aux panneaux isolants thermiques, qui pourraient affecter le domaine d'utilisation (cf. DTA des panneaux isolants).

Les panneaux isolants respectent les prescriptions suivantes :

- ▶ ils bénéficient d'un Document Technique d'Application visant leur emploi en support de revêtement d'étanchéité pour la destination prévue ;
- ▶ ils sont *a minima* de Classe C et de Classe D dans le cas des toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers ;
- ▶ la déformation maximale admissible des panneaux isolants sous charge est de 2 mm ;

- ▶ dans le cas de la toiture avec protection par dalles sur plots, la contrainte maximale en sous face du plot ne dépassera pas celle admise par l'isolant et sans dépasser 6 N/cm² (60 kPa) (cf. DTA Paradiene S).

Sous charge répartie, la contrainte maximale admissible sur les panneaux isolants sera du tiers de celle indiquée dans le DTA des panneaux (semelles en appui sur 35 % de la sous-face de Waterproof Duo)..

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

L'isolation inversée est admise à l'exclusion des toitures-terrasses accessibles aux véhicules.

7.2.2 CONSTITUTION ET MISE EN ŒUVRE DU PARE-VAPEUR

Le pare-vapeur et son relevé sont réalisés avec des feuilles de Siplast conformément au DTA de référence du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1).

7.2.3 MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT

Après mise en œuvre du pare-vapeur, les panneaux isolants sont posés en un ou plusieurs lits en conformité avec le DTA du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1) et conformément aux dispositions de leur DTA particulier.

7.3 SUPPORTS CONSTITUÉS D'ANCIENS REVÊTEMENTS D'ÉTANCHÉITÉ

Ce sont d'anciennes étanchéités bitumineuses ou pare-vapeur adhérents à l'élément porteur en maçonnerie. Après reprise de la surface, le nouveau revêtement est posé conformément au DTA de référence du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1).

7.4 COMPOSITION ET MISE EN ŒUVRE DES REVÊTEMENTS D'ÉTANCHÉITÉ

Il convient de se référer au DTA de référence du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1) pour :

- ▶ la composition et la mise en œuvre des revêtements
- ▶ la mise hors d'eau du complexe isolation-étanchéité.

7.5 COUCHE DE DÉSOLIDARISATION

7.5.1 DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR TOTALE (EPT) DE LA COUCHE DE DÉSOLIDARISATION

L'épaisseur totale (Ept) de la couche de désolidarisation est comprise entre 65 mm et 1 105 mm.

L'épaisseur totale (Ept) de la couche de désolidarisation est déterminée :

- ▶ soit par différence d'altimétrie prévue sur le projet entre la sous face de la protection lourde et la surface du revêtement d'étanchéité (fonction de remblai allégé) ;
- ▶ soit en fonction du volume d'eau prévu en rétention (cf. tableau 4 et annexe A9 pour les toitures à pente nulle et cf. annexe A8 pour les toitures de pente $\leq 5\%$) ;

L'épaisseur (Ept) à retenir est la plus forte entre les 2 valeurs calculées ci-dessus et est arrondie à la valeur supérieure en fonction des épaisseurs disponibles des panneaux (cf. figures 2 à 4).

■ La hauteur h de la surverse est déterminée en fonction du volume d'eau à retenir prévu dans les DPM (cf. annexe A9).

7.5.2 COMPOSITION DE LA COUCHE DE DÉSOLIDARISATION

7.5.2.1 EN LIT UNIQUE

La couche de désolidarisation est de 65 mm d'épaisseur et est constituée :

- ▶ de panneaux Waterroof Duo® (cf. annexe A1) posés bord à bord à joint transversal décalé d'au moins 40 cm avec débord du filtre noir résistant en surface en recouvrement des plaques ;

ou de :

- ▶ Waterroof Duo® SF (cf. annexe A1) posés bord à bord à joint transversal décalé d'au moins 40 cm avec couche filtrante Canopia Filtre déroulée en surface à recouvrement de 10 cm minimum.

7.5.2.2 EN 2 OU 3 LITS

En 2 ou 3 lits (avec $Ept \leq 1\ 105$ mm) la couche de désolidarisation est constituée :

- ▶ d'un 1^{er} lit de panneaux Waterroof Duo® posés bord à bord à joint transversal décalé d'au moins 40 cm avec débord du filtre noir résistant en surface en recouvrement des plaques ou de panneaux Waterroof Duo® SF posés bord à bord à joint transversal décalé d'au moins 40 cm (cf. annexe A1) ;
- ▶ d'un 2^e ou 3^e lit en panneaux Nidarroof 1F ou 2F (cf. annexe A2) positionnés à joints décalés d'au moins 40 cm de ceux du lit inférieur et posés bord à bord à joint transversal décalé d'au moins 40 cm. Pour les panneaux Nidarroof 1F ou 2F d'épaisseur ≤ 140 mm, le parement avec le filtre noir résistant est posé en surface avec débord en recouvrement des panneaux ;

- ▶ selon les conditions du tableau 1, sera déroulée en surface des panneaux :

- soit une couche filtrante Canopia Filtre,
- soit une couche d'équilibrage de pression Geoflow 44-1F déroulé avec grille en sous face et filtre en surface avec débord du filtre en recouvrement.

La découpe des panneaux Waterroof Duo®, Waterroof Duo® SF et des gammes Nidarroof se fait à la disqueuse ou au couteau (cutter à lame rigide).

RÈGLES DE SUBSTITUTION

- Nidarroof 40-1F à 100-2F peuvent être substitués par les panneaux de la gamme Nidarroof-Protect avec Canopia Filtre déroulé en surface avec recouvrement de 10 cm minimum ;
- Nidarroof 60-1F (+ Geoflow 44-1F éventuellement) peut être remplacé par Waterroof Duo®.

AUTRES RÈGLES :

La couche filtrante est facultative avec la gamme Nidarroof 1F ou 2F d'épaisseur ≤ 140 mm ;

Sur Nidarroof 1F ou 2F d'épaisseur ≤ 140 mm, la couche d'équilibrage de pression Geoflow 44-1F est facultative dans un des cas suivants :

- ▶ la couche de désolidarisation n'est pas utilisée en rétention temporaire des eaux pluviales ;
- ▶ la couche de désolidarisation est utilisée en rétention temporaire des eaux pluviales avec une hauteur de surverse (h) ≤ 65 mm.

Sur Nidarroof 1F ou 2F d'épaisseur > 140 mm, la couche d'équilibrage de pression Geoflow 44-1F peut être remplacée par Canopia Filtre dans un des cas suivants :

- ▶ la couche de désolidarisation n'est pas utilisée en rétention temporaire des eaux pluviales ;
- ▶ la couche de désolidarisation est utilisée en rétention temporaire des eaux pluviales avec une hauteur de surverse (h) ≤ 65 mm ;

Sur demande de l'entreprise, Siplast indique la composition de la couche de désolidarisation à prévoir.

7.6 PROTECTION LOURDE DES PARTIES COURANTES

La protection lourde et notamment sa couche de désolidarisation (cf. § 7.5) doit être réalisée dans un délai le plus court possible afin :

- ▶ d'éviter qu'une circulation en phase chantier avant la pose de la protection lourde n'endommage le revêtement d'étanchéité ;
- ▶ d'éviter la formation de gonfle des revêtements adhérents sur maçonnerie ;
- ▶ d'éviter le risque d'envol des composants en indépendance.

7.6.1 TOITURE INACCESSIBLE AVEC PROTECTION GRAVILLONS

La protection est réalisée (cf. figure 5) par une couche de gravillons de 4 cm minimum conforme à la norme NF P 84-204 (Réf. DTU 43.1) directement mise en œuvre sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5).

En rive exposée au vent sur 2 m de large, le gravillon est stabilisé :

- ▶ pour les couches de gravillons de 4 cm : par Nidarooft 40-1F ou Nidarooft 40 SG ;
- ▶ pour les couches de gravillons de 6 cm : par Waterproof Duo® SF ou Nidarooft 60-1F.

Par référence au DTU 43.1, les rives exposées au vent concernent le cas de bâtiment de hauteur supérieure à 28 m en zone 1 tous sites ou zone 2 site normal, ou de hauteur supérieure à 20 m en zone 2 site exposé ou zone 3 site normal, ou, quelle que soit sa hauteur, en zone 3 site exposé ou zone 4 tous sites (dépression limitée à 4712 Pa).

En stabilisation de gravillons, les produits de la gamme Nidarooft sont posés avec leur parement filtre en sous face.

Dans le cas de la toiture avec isolation inversée, se reporter également au chapitre 7.7.

DISPOSITION CONTRE LA CRÉATION DE GÎTES LARVAIRES

L'interposition de la couche de désolidarisation entre le revêtement d'étanchéité et le gravillon préserve l'eau stagnante en toiture de la dépose des œufs de moustiques (cf. § 9).

7.6.2 TOITURE INACCESSIBLE AVEC VÉGÉTALISATION

7.6.2.1 PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection est réalisée (cf. figure 6) directement sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5), avec :

- ▶ Canopia Substrat : couche de substrat (cf. annexe A5) ;
- ▶ Canopia Vegetapis : tapis pré-cultivés avec des variétés de sedums adaptées (cf. annexe A6).

L'épaisseur minimale à la mise en œuvre de la couche de substrat est (cf. figure C1) :

- ▶ pour les toitures en zone 1 de 6 cm (soit 5 cm après tassement) ;
- ▶ pour les toitures en zone 2 de 7 cm (soit 6 cm après tassement).

Le substrat est réparti de façon uniforme, à la main ou par soufflage sur le filtre de la couche de désolidarisation à l'aide d'une raclette ou d'un râteau. La couche de substrat doit être nivelée afin d'éviter le dessèchement racinaire et une mauvaise reprise des végétaux due à des poches d'air éventuelles.

■ Pour 6 cm de substrat à la mise en œuvre : la dépression maximale admissible est de 3 068 Pa.

■ Pour 7 cm de substrat à la mise en œuvre : la dépression maximale admissible est de 3 682 Pa.

Les tapis pré-cultivés sont placés sur le substrat, en quinconce, bord à bord. Il convient de prévoir un système d'arrosage et de respecter les conditions d'installation des végétaux en § 7.6.2.2.

L'épaisseur de substrat peut être adaptée en fonction des besoins d'altimétrie ou de lestage (cas de la toiture inversée). Dans tous les cas, l'épaisseur est < 1 m ce qui induit une charge à CME y compris végétaux < 2 t/m².

Des plantations sont également réalisables dans les conditions des Avis Techniques de végétalisation (consulter Siplast).

CAS DE L'ISOLATION INVERSÉE

L'isolation inversée est admise selon le Document Technique d'Application particulier de l'isolant visant favorablement son emploi en terrasses et toitures végétalisées. Entre cet isolant et le système de végétalisation, un écran de séparation mécanique doit être mis en œuvre avant la pose du système de végétalisation conformément au DTA particulier de l'isolant. Pour assurer le lestage des panneaux isolants, le poids à sec du système de végétalisation doit être supérieur à celui défini dans le DTA de l'isolant inversé (masse volumique à sec de Canopia Substrat = 720 kg/m³). À défaut, le lestage des panneaux d'isolation inversée doit être assuré par des dalles en béton rapportées sous la couche de désolidarisation.

7.6.2.2 INSTALLATION DE LA VÉGÉTATION

Conditions préalables : un ou plusieurs points d'eau de débit dimensionné à la surface végétalisée (pression > 2,5 bars) doivent être disponibles, au niveau de la terrasse, pendant les travaux et gardés en état de fonctionnement pendant toute la durée de vie de l'ouvrage (sauf en période hivernale où l'installation devra être purgée). L'arrosage par aspersion est privilégié notamment en installation initiale ou en entretien pour des reprises de zones dégarnies. Le système d'irrigation peut être complété d'un détecteur de pluie, d'un pluviomètre et d'une purge automatique.

Après pose de tapis pré-cultivés, un arrosage initial jusqu'à saturation du substrat doit être réalisé. Ensuite, des arrosages ponctuels sont réalisés jusqu'à un enracinement suffisant des plantes ainsi que pendant les périodes de sécheresse ou de forte chaleur.

Après installation et vérification de l'enracinement, l'entretien est réalisé conformément à l'annexe C.

7.6.2.3 ZONE STÉRILE

Les zones stériles sont définies et réalisées conformément aux Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées édition n° 3 de mai 2018. Dans l'emprise de la zone stérile, le revêtement d'étanchéité est le même revêtement anti-racines que celui de la zone végétalisée. Sa protection est réalisée dans les conditions retenues par les normes DTU pour les terrasses inaccessibles, techniques ou accessibles ou le DTA du revêtement d'étanchéité de référence. La zone stérile et la zone végétalisée sont délimitées par un dispositif de séparation tel que bandes ajourées avec Canopia Filtre appliqué sur la face en contact avec le substrat jusqu'à 25 cm de haut et muret séparatif autostable en béton au-delà. La zone stérile peut aussi être constituée d'une couche de 65 mm de granulats (de classe 5/22 mm), stabilisée par des panneaux Waterproof Duo® SF ou Nidarroof 60-1F posés avec leur parement filtre en sous face (cf. figure 6).

La largeur de la zone stérile est d'au moins :

- ▶ 40 cm en périphérie des ouvrages (acrotères, façades...) et le long des émergences (lanterneaux, souches, crosses, traversées...) – elle est facultative dans ces zones ;
- ▶ 20 cm au pourtour des entrées d'eaux pluviales – elle est obligatoire autour des EEP.

Remarque : certaines zones ne peuvent pas être végétalisées et doivent par conséquent être traitées en zone stérile :

- ▶ les zones très ombragées ;
- ▶ les zones continuellement à l'abri de la pluie (sous une avancée de toit par exemple) ;
- ▶ les zones entourées par des façades vitrées et subissant une réflexion solaire importante ;
- ▶ les zones subissant des couloirs de vent (ou sorties de ventilation) ;
- ▶ les zones susceptibles de recevoir d'importantes chutes de feuilles des arbres limitrophes ;
- ▶ les zones le long des façades susceptibles de recevoir des produits d'entretien.

Dans ces cas particuliers, Siplast fournit sur demande une assistance technique.

7.6.3 TOITURE TECHNIQUE AVEC DALLES EN BÉTON DRAINANTES

7.6.3.1 PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection est réalisée (cf. figure 7) à l'aide de dalles drainantes en béton préfabriquées :

- ▶ conformes à NF EN 1339 et de classe d'appellation S4 minimum ;
- ▶ présentant une perméabilité $K > 10^{-3}$ m/s selon essai de perméabilité du référentiel 353.E V2 du Cerib.

Les dalles sont directement posées à sec et sans joint de fractionnement sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5). La protection par dalles est arrêtée à 0,10 m

mini des relevés, l'espace étant comblé par des gravillons (cf. DTU 43.1). Ce type de procédé exclut le respect de tolérances de planéité ou d'alignement des joints (cf. DTU 43.1 au § 6.6.3.2.1.3.).

7.6.3.2 ÉQUIPEMENTS

L'installation d'équipements sur massif est conforme au § 9.1 de la norme NF DTU 43.1. Elle peut être réalisée selon 3 cas :

- ▶ Cas 1 : massif reposant sur la protection dure avec interposition d'un panneau résilient.
- ▶ Cas 2 : massif reposant sur la couche de désolidarisation avec interposition d'un panneau résilient.
- ▶ Cas 3 : massif solidaire de l'élément porteur. Se reporter au § 8.4 massifs et émergences.

Sous l'emprise du massif, la pression sur panneaux isolants thermiques reste inférieure à $\frac{1}{3}$ de la pression admissible indiquée dans le DTA des panneaux isolants thermiques (tassement < 2 mm) et à celle des panneaux résilients.

Conformément à la norme NF DTU 43.1, le panneau résilient est :

- ▶ en polystyrène expansé conforme à la norme NF EN 13 163, d'épaisseur minimale 0,02 m, de résistance à la compression à 10 % de déformation (NF EN 826) ≥ 150 kPa ;
- ▶ en polystyrène extrudé conforme à la norme NF EN 13 164, d'épaisseur minimale 0,02 m, de résistance à la compression à 10 % de déformation (NF EN 826) ≥ 200 kPa.

7.6.4 TOITURE TECHNIQUE AVEC GRAVILLONS STABILISÉS

La protection est réalisée (cf. figure 8) à l'aide de panneaux Waterproof Duo® SF (ou Nidarroof 60-1F ou 40-1F ou 40 SG) directement posés sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5) puis remplis de gravillons conformes la norme NF DTU 43.1 en épaisseur de 65 mm avec Waterproof Duo® SF, 60 mm avec Nidarroof 60-1F et en épaisseur de 40 mm avec Nidarroof 40-1F ou 40 SG. La dépression est limitée à 4712 Pa pour ce cas de protection.

Concernant les équipements, se reporter aux prescriptions du § 7.6.3.2.

7.6.5 TOITURE ACCESSIBLE AUX PIÉTONS AVEC DALLES SUR PLOTS

La protection est réalisée (cf. figure 9) avec des dalles en béton conformément la norme NF DTU 43.1, avec Plots Zoom 2 directement posés sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5). En présence d'un isolant thermique support d'étanchéité, la contrainte maximale en sous face du plot ne dépassera pas 6 N/cm^2 (60 kPa) ou celle admise par l'isolant (cf. DTA de l'isolant thermique et DTA Paradiene S).

DISPOSITION CONTRE LA CRÉATION DE GÎTES LARVAIRES

L'interposition de la couche de désolidarisation entre le revêtement d'étanchéité et le gravillon préserve l'eau stagnante en toiture de la dépose des œufs de moustiques (cf. § 9).

7.6.6 TOITURE ACCESSIBLE AUX PIÉTONS AVEC DALLAGE EN BÉTON ARMÉ

7.6.6.1 PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection dure est réalisée en béton armé de 4 cm d'épaisseur minimum (cf. figure 10) conformément la norme NF DTU 43.1, sur un film synthétique de 100 µm d'épaisseur minimale déroulé à recouvrement de 0,10 m environ directement sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5). Dans tous les cas la pente de la surface de la protection dure est comprise entre 1,5 et 5 % (limite de pente incluse). Pour limiter la présence de flashe d'eau résiduel, la pente nominale sur plan doit être de 3 % (cf. annexe D).

7.6.6.2 CAS DES TOITURES SANS RÉTENTION TEMPORAIRE

Les prescriptions complémentaires à respecter sont les suivantes (cf. figure 10) :

- ▶ la surface de la protection dure est de pente conforme à celle exigée pour les éléments porteurs béton (cf. annexe C du DTU 20.12) ;
- ▶ la protection dure doit comporter en point bas un dispositif de collecte des eaux pluviales (entrées d'eaux pluviales, chéneau, caniveau, retombées) permettant d'évacuer directement vers les descentes d'eaux pluviales ;
- ▶ tout point de la toiture se trouve à moins de 5 m du dispositif de collecte (avoir filant cf. figure 12).

7.6.6.3 CAS DES TOITURES AVEC RÉTENTION TEMPORAIRE

Les prescriptions complémentaires à respecter sont les suivantes (cf. figure 11) :

- ▶ la surface de la protection dure est de pente conforme à celle exigée pour les éléments porteurs béton (cf. annexe C du DTU 20.12) à l'exclusion des formes en pointe de diamant (seul les noues filantes de rives ou centrale sont admises) (cf. figure 12) ;
- ▶ la protection dure doit comporter en point bas un avoir filant de collecte des eaux pluviales de 30 cm de large minimum permettant d'évacuer les eaux pluviales vers la couche de rétention Waterproof Duo® ;
- ▶ tout point de la toiture se trouve à moins de 5 m du dispositif de collecte (avoir filant) ;
- ▶ les entrées d'eaux pluviales équipées de leur dispositif de limitation de débit et de leur regard visitable sont placées à moins d'1 m du point haut de la protection dure.

7.6.7 TOITURE ACCESSIBLE AUX PIÉTONS AVEC GRAVILLONS STABILISÉS

La protection est réalisée (cf. figure 13) à l'aide de panneaux Waterproof Duo® SF (ou Nidarroof 60-1F ou 40-1F ou 40 SG) directement posés sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5) puis remplis de gravillons de granulométrie comprise entre $\frac{4}{10}$ ou $\frac{8}{15}$ en épaisseur de 65 mm avec Waterproof Duo® SF, 60 mm avec Nidarroof 60-1F et en épaisseur de 40 mm avec Nidarroof 40-1F ou 40 SG. La dépression est limitée à 4712 Pa pour ce cas de protection.

DISPOSITION CONTRE LA CRÉATION DE GÎTES LARVAIRES

L'interposition de Waterproof Duo® entre le revêtement d'étanchéité et le gravillon préserve l'eau stagnante de la dépose des œufs des moustiques (cf. § 9).

7.6.8 TOITURE ACCESSIBLE AUX PIÉTONS AVEC BÉTON DRAINANT HYDROMÉDIA®

PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection est réalisée avec une dalle en béton drainant Hydromédia® Piétons de 10 cm minimum d'épaisseur (cf. figure 14), directement posés sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5).

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises ayant préalablement reçu une formation par Lafarge Holcim. Toutes les préconisations pour la réalisation de la protection dure en béton drainant Hydromédia® sont indiquées en annexe B.

À noter : l'emploi de la protection dure en béton drainant Hydromédia fait aussi l'objet de l'ATEX Rooftop Duo des sociétés Siplast et Lafarge Holcim.

7.6.9 TOITURE ACCESSIBLE AUX PIÉTONS AVEC DALLES DRAINANTES

PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection est réalisée (cf. figure 15) à l'aide de dalles drainantes en béton préfabriquées :

- ▶ conformes à la NF EN 1339 et de classe d'appellation T11 minimum ;
- ▶ présentant une perméabilité $K > 10^{-3}$ m/s selon essai de perméabilité du référentiel 353.E V2 du Cerib.

Les dalles sont posées à sec et sans joint de fractionnement sur un lit de pose de 3 cm à 6 cm d'épaisseur en sable ou en granulats concassés de granulométrie $\frac{4}{0}$ ou $\frac{4}{10}$ (Mignonette de seine, porphyre, pouzzolane, quartz, silex, etc.) égalisé sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5).

7.6.10 TOITURE ACCESSIBLE AUX VÉHICULES LÉGERS AVEC DALLAGE EN BÉTON ARMÉ

7.6.10.1 PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection dure est réalisée en béton armé de 6 cm d'épaisseur minimum (cf. figure 16) conformément la norme NF DTU 43.1, sur un film synthétique de 100 µm d'épaisseur minimale déroulé à recouvrement de 0,10 m environ directement sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5). Dans tous les cas la pente de la surface de la protection dure est comprise entre 2 et 5 % (limite de pente incluse). Pour limiter la présence de flashe d'eau résiduel, la pente nominale sur plan doit être de 3 % (cf. annexe D).

7.6.10.2 CAS DES TOITURES SANS RÉTENTION TEMPORAIRE

Les prescriptions complémentaires à respecter sont les suivantes :

- ▶ la surface de la protection dure est de pente conforme à celle exigée pour les éléments porteurs béton (cf. annexe C du DTU 20.12) ;
- ▶ la protection dure doit comporter en point bas un dispositif de collecte des eaux pluviales (entrées d'eaux pluviales, chéneau, caniveau, retombées) permettant d'évacuer directement vers les descentes d'eaux pluviales ;
- ▶ tout point de la toiture se trouve à moins de 5 m du dispositif de collecte (avaloir filant cf. figure 12).

7.6.10.3 CAS DES TOITURES AVEC RÉTENTION TEMPORAIRE

Les prescriptions complémentaires à respecter sont les suivantes (cf. figure 17) :

- ▶ la surface de la protection dure est de pente conforme à celle exigée pour les éléments porteurs béton (cf. annexe C du DTU 20.12) à l'exclusion des formes en pointe de diamant (seul les noues filantes de rives ou centrale sont admises) (cf. figure 12) ;
- ▶ la protection dure doit comporter en point bas un avaloir filant de collecte des eaux pluviales de 30 cm de largeur minimum permettant d'évacuer les eaux pluviales vers la couche de rétention Waterproof Duo® ;
- ▶ tout point de la toiture se trouve à moins de 5 m du dispositif de collecte (avaloir) ;
- ▶ les entrées d'eaux pluviales équipées de leur dispositif de limitation de débit et de leur regard visitable sont placées à moins d'1 m du point haut de la protection dure.

7.6.11 TOITURE ACCESSIBLE AUX VÉHICULES LÉGERS AVEC BÉTON DRAINANT HYDROMÉDIA®

PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection est réalisée avec une dalle en béton drainant Hydromédia® Parking de minimum 18 cm d'épaisseur (cf. figure 18), directement posés sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5). La mise en œuvre est réalisée par des entreprises ayant préalablement reçu une formation par Lafarge Holcim. Toutes les préconisations pour la réalisation de la protection dure en béton drainant Hydromédia® sont indiquées en annexe B.

À noter : L'emploi de la protection dure en béton drainant Hydromédia fait aussi l'objet de l'ATEX Rooftop Duo des sociétés Siplast et Lafarge Holcim.

7.6.12 TOITURE ACCESSIBLE AUX VÉHICULES LÉGERS AVEC DALLES DRAINANTES

PROTECTION EN PARTIE COURANTE

La protection est réalisée (cf. figure 19) à l'aide de dalles drainantes en béton préfabriquées :

- ▶ conformes à NF EN 1339 pour les dalles et de classe d'appellation U14 minimum ;
- ▶ de largeur minimale de 40 cm ;
- ▶ présentant une perméabilité $K > 10^{-3}$ m/s selon essai de perméabilité du référentiel 353.E V2 du Cerib.

Les dalles sont posées à sec et sans joint de fractionnement sur un lit de pose de 3 à 6 cm en sable ou en granulats concassés de granulométrie 4/ ou 5/10 (Mignonette de seine, porphyre, pouzzolane, quartz, silex) égalisé sur la couche de désolidarisation (cf. § 7.5).

7.7 DISPOSITIONS PARTICULIÈRES CONCERNANT LES TOITURES AVEC ISOLATION INVERSÉE

L'isolation inversée est admise sur toitures inaccessibles, techniques ou accessibles aux piétons. Les panneaux isolants présentent une charge admissible de 60 kPa et bénéficient d'un DTA visant favorablement leur emploi pour la destination prévue. Leur mise en œuvre respecte les dispositions prévues par ce même DTA qui précise les conditions d'application des écrans de désolidarisation et de séparation.

Pour éviter une désorganisation de la protection dure, le poids de la protection lourde placée au-dessus des panneaux isolants doit toujours équilibrer la poussée d'Archimède sur la hauteur de la surverse +2 cm (cf. figure 4).

8. Traitement des points singuliers

8.1 RELEVÉS

SUR TOITURE SANS RÉTENTION TEMPORAIRE

Les relevés d'étanchéité et leur protection sont réalisés conformément la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1) et aux prescriptions des DTA des revêtements de partie courante indiqués dans le tableau 1.

SUR TOITURE AVEC RÉTENTION TEMPORAIRE

Les relevés d'étanchéité et leur protection sont réalisés conformément la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1) et aux prescriptions des DTA des revêtements de partie courante indiqués dans le tableau 1 avec les prescriptions particulières suivantes :

- ▶ les reliefs (acrotères, massifs, dés, supports d'ancrage, costières de lanterneaux, joints de dilatation, etc.) sont exclusivement en béton armé et respectent les prescriptions de la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) ;
- ▶ la hauteur minimale des relevés est de 0,15 m au-dessus de la surface de la protection ;
- ▶ les relevés d'étanchéité sont réalisés avec 1^{re} et 2^e couche soudées sur toute hauteur ;
- ▶ les relevés d'étanchéité sont mis en œuvre directement sur les reliefs sans ou avec interposition d'isolant thermique de classe C au minimum (isolation inversée également admise) (cf. figures 20 et 21).

8.2 NOUES

Le revêtement d'étanchéité en noue est identique à celui en partie courante.

8.3 ÉVACUATIONS DES EAUX PLUVIALES

Les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales et leur raccordement au revêtement d'étanchéité sont conformes à la norme NF DTU 43.1 et au DTA du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1). Ils sont protégés par un regard visitable et accessible pour leur entretien.

PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TOITURES AVEC RÉTENTION TEMPORAIRE

Les évacuations sont de type solidaire avec une collerette de hauteur h correspondant au niveau de surverse (cf. figures 2 à 4). Cette collerette comporte les lumières calibrées prévues au DPM par le bureau d'études pour limiter le débit de fuite.

8.4 MASSIFS ET ÉMERGENCES

Toutes les traversées et émergences diverses sont traitées avec un massif en béton armé selon le principe en figure 22. Pour le traitement du revêtement d'étanchéité et de sa protection en relevé, se reporter au § 8.1.

8.5 JOINTS DE DILATATION

Les joints de dilatation sont traités conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 P1 concernée et aux Avis Technique Néodyl et Paradyl sur joint plat surélevé ou sur costière (les joints plats non surélevés sont interdits).

PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES POUR LES TOITURES AVEC RÉTENTION TEMPORAIRE

- L'étanchéité du relief doit dépasser d'au moins 5 cm le niveau de la surverse (figure 23) ;
- En toitures accessibles avec protection dure coulée, la couche de désolidarisation (cf. § 7.5) est arrêtée de chaque côté du joint de dilatation contre un relief en béton armé de 0,50 m de large avec protection dure conforme à la norme NF DTU 43.1 selon le principe en figure 24.

8.6 SÉPARATION ENTRE ZONES DE DESTINATION DIFFÉRENTES

La toiture-terrasse peut comporter des zones de destination différentes (exemple : inaccessible végétalisée et accessible piétons ou véhicules). Lorsque le revêtement d'étanchéité est différent entre les zones, le principe de raccordement entre les 2 revêtements est indiqué dans les DTA du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1).

Les murets de séparation reposent :

- ▶ soit sur la couche de désolidarisation (figure 25) ;
- ▶ soit sur le revêtement d'étanchéité avec interposition d'une bande de renfort débordant de 20 cm de l'emprise du muret (cf. DTA Canopia). Des ouvertures à la base du muret doivent être prévues pour permettre la circulation de l'eau de part et d'autre du muret.

Lorsqu'une zone de toiture végétalisée côtoie une autre zone de toiture accessible, Canopia Filtre est placé en interposition entre le muret et Canopia Substrat.

9. Prévention des arboviroses (maladies vectorielles à moustiques)

Même sans dispositif de rétention temporaire des eaux pluviales, la présence de retenues d'eau de faible épaisseur (quelques cm) est prévisible sur les toitures de faible pente ($\leq 2\%$). Celles-ci sont à considérer comme des potentiels gîtes larvaires favorisant la prolifération d'insectes et notamment du moustique Tigre, vecteur de maladies dangereuses pour la santé : dengue, Zika, chikungunya, fièvre jaune, virus du Nil occidental.

Par référence à l'instruction N° DGS/VSS1/2019/258 du 12 décembre 2019 de la Direction générale de la Santé, relative à la prévention des arboviroses (maladies vectorielles à moustiques) et pour prévenir (lutte préventive d'ordre mécanique) le risque de dissémination de ces maladies par élimination des gîtes larvaires sur la toiture, les prescriptions complémentaires de l'annexe D « Dispositions particulières pour la lutte contre la prolifération des moustiques » sont aussi à appliquer.

10. Entretien

L'entretien de la toiture est indispensable et sera réalisé 2 fois par an notamment pour nettoyer les dispositifs de limitation de débit aux droits des entrées d'eaux pluviales :

- ▶ pour l'entretien de l'étanchéité : on se reportera aux dispositions de la norme NF P 84-204-1 (Réf. DTU 43.1) et au DTA du revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1) ;
- ▶ pour l'entretien de la protection lourde : on se reportera également aux dispositions de la norme NF P 84-204-1 (Réf. DTU 43.1) et du fabricant d'éléments préfabriqués la constituant ;

- ▶ pour l'entretien de la couche de circulation Hydromédia® : il convient de se reporter à l'annexe B-6 du présent document ;
- ▶ pour l'entretien de la végétalisation extensive : il convient de se reporter à l'annexe C du présent document.

Résultats expérimentaux

1. SIPLAST

- Cf. ATEx délivrée par le CSTB sur le procédé Waterproof Sport de Siplast (2012)
- Cf. ATEx délivrée par le CSTB sur le procédé RoofTop Duo® de Siplast et Lafarge Holcim (2019)
- Cf. Avis Technique n° 17/11-238 Nidaplast EP – Nidaflow de Nidaplast
- Cf. Avis Technique n° 17/14-280 Nidaplast EP – Nidaflow de Nidaplast
- Rapport Rcs Nidaroo maille de 50 et maille de 8 mm – CTRL Nidaplast – 25/02/2019
- Rapport LNE : essai sous charge maintenue (n°P200676.DEC1 du 26/06/2020)
- Rapport LNE : essais sous charge statiques réparties (n° P200676.DEC2 du 21/07/2020)
- Rapport LNE : résistance au fluage et Rcs sur Waterproof Duo® (n° P200676.DEC3 du 21/07/2020)
- Rapport CSTB FaCeT16-26060614 – Résistance du parement filtre selon EN 826
- Rapport Inrae : capacité de débit dans le plan de Waterproof Duo
- Rapport BMI Technical Center 2020-239 du 17/11/2020 essai Waterproof Duo sur membrane bitume à 40 kPa et 80 kPa

2. LAFARGE HOLCIM

- Cf. Avis Technique Hydromédia® n° 165 délivré par l'IDRRIM d'avril 2017
- Cf. ATEx délivrée par le CSTB sur le procédé RoofTop Duo® de Siplast et Lafarge Holcim (2019)
- Rapport d'essais Lafarge Holcim n° LH-R&D-2019-Hydromédia-0001 du 5/03/2019 – essais de compression système Hydromédia + Nidaroo
- Rapport d'essais Lafarge Holcim n° LH-R&D-2019-Hydromédia®-0002 du 15/05/2019 – essais de flexion comparatifs entre béton Hydromédia® et protections lourdes prévues par le DTU 43.1
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Eyguieres) - Ginger CEBTP du 10/02/2016
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Le Mans) - Ginger CEBTP du 14/12/2016
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Bordeaux) - Ginger CEBTP du 17/01/2017
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Barentin) - Ginger CEBTP du 31/01/2017
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Darnetal) - Ginger CEBTP du 31/01/2017

Références

Les panneaux alvéolaires à structure en nid d'abeille de maille 50 mm sont commercialisés par Siplast depuis 2007 et celles de maille 8 mm depuis 2012 sur des centaines de milliers de m² de toiture avec rétention temporaire d'eaux pluviales et pour les destinations du présent Dossier Technique avec protection meuble ou dure conforme au DTU 43.1 y compris à destination de véhicules légers.

La fabrication du panneau Waterproof Duo® a commencé au 1^{er} trimestre 2020.

Les bétons drainants Hydromédia® sont commercialisés par Lafarge Holcim depuis le 30/04/2013 et couvrent 295 490 m² au 30/04/2019.

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Choix du DTA de référence du revêtement d'étanchéité et de la couche de désolidarisation en fonction de la destination et de la nature de la protection lourde

Destination	DTA de référence du revêtement d'étanchéité ⁽¹⁾⁽²⁾	Couche de désolidarisation		Nature de la protection lourde	Cf. chapitre
		Lit inférieur ou lit unique cf. figure 2	Lit supérieur (éventuel) cf. figure 3		
Inaccessible	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Gravillons	§ 7.6.1
	Canopia	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Végétalisées avec : Canopia Substrat + Vegetapis	§ 7.6.2
Techniques	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Dalles en béton drainantes (de classe S4)	§ 7.6.3
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Gravillons stabilisés	§ 7.6.4
Accessible piétons	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Dalles sur plots	§ 7.6.5
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Geoflow 44-1F ⁽⁴⁾	Dallage béton armé penté (sur film 100 µm)	§ 7.6.6
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Gravillons stabilisés avec NidarooF 40 SG	§ 7.6.7
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Béton drainant ⁽⁵⁾ Hydromédia® Piétons (en 10 cm d'épaisseur)	§ 7.6.8
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Dalles en béton drainantes (de classe T7)	§ 7.6.9
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Geoflow 44-1F ⁽⁴⁾	Dallage béton armé penté (sur Film 100 µm)	§ 7.6.10
Accessible véhicules légers	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Béton drainant ⁽⁵⁾ Hydromédia® Parking (en 18 cm d'épaisseur)	§ 7.6.11
	Paradiene S	Waterroof Duo®	NidarooF 1F ou 2F + Canopia Filtre ⁽³⁾	Dalles en béton drainantes (de classe U14)	§ 7.6.12

(1) Le revêtement d'étanchéité doit être de classement I5.

(2) Dans le cas des toitures avec rétention d'eaux les relevés sont systématiquement traitées en 2 couches sur toute leur hauteur.

(3) Canopia Filtre devient facultatif avec gamme NidarooF 1F et 2F d'épaisseur comprise en 40 et 140 mm.

(4) Les règles du § 7.5.2.2 sont également applicables.

(5) À noter : l'emploi de la protection dure en béton drainant Hydromédia fait aussi l'objet de l'ATEX Rooftop Duo des sociétés Siplast et Lafarge Holcim.

Tableau 2 – Charge permanente à prendre en compte selon destination de la toiture-terrasse

Charge en daN/m ²	Rétention d'eau	
	Sans	Avec
Pare-vapeur éventuel (ex. : PV renforcé type Parafor solo S)	6	6
Isolant thermique éventuel (selon DTA des panneaux prévus)	Selon le cas	Selon le cas
Revêtement d'étanchéité (ex. : Paradiene 35 SR4 + Parafor Jardin)	12	12
Waterroof Duo® en lit unique ou 1 ^{er} lit	4,5	4,5
1 ou 2 lits de Nidarooof 1F ou 2F ou Nidarooof-Protect ⁽¹⁾	Selon le cas	Selon le cas
Charge d'eau temporaire en daN/m ² = hauteur de surverse h (exprimé mm)	0	h
Charge protection lourde	Cf. tableau 3	Cf. tableau 3
Autres équipements prévus éventuels	Selon le cas	Selon le cas

(1) Poids en fonction de l'épaisseur sur la fiche technique en annexe A.

Tableau 3 – Charge permanente de la protection lourde

Type de protection	Charge en daN/m ²
Gravillons : poids volumique des granulats pris à 20 kN/m ³ (cf. P06-004) :	
▶ pour 40 mm de gravillons	80
▶ pour 60 mm de gravillons	120
▶ pour 65 mm de gravillons	130
Poids volumique du béton traditionnel fixé forfaitairement à 21 kN/m ³	Selon le cas
Béton Hydromédia® Piétons ou Hydromédia® Parking : poids humide pris à 2 000 daN/m ³ et tolérance maximale d'épaisseur, soit + 2 cm par rapport au mini (cf. annexe B § 1.4.2) donc :	
▶ pour épaisseur de 100 mm	240
▶ pour épaisseur de 150 mm	340
Poids volumique de Canopia Substrat : 1 100 daN/m ³ ,	
▶ soit pour 7 cm d'épaisseur	77
▶ soit pour 30 cm d'épaisseur	330
Tapis précultivés (sedum) Canopia Végétapis	21
Autres plantes (selon Règles Professionnelles) ou équipements prévus éventuels	Selon le cas

Tableau 4 – Volume de rétention utile de la couche de désolidarisation sur toiture à pente nulle

Composition de la couche de désolidarisation et de rétention ^{(1) (2)}		Épaisseur du produit	Épaisseur couche de px (Ept)	H maxi du niveau d'eau (surverse)	Volume de rétention utile ⁽³⁾
		En mm	En m	En m	
Lit unique	Waterroof Duo®	65	0,065	0,045	0,042
2 ^e lit :	Nidarooof 40-1F	40	0,105	0,085	0,079
2 ^e lit :	Nidarooof 60-1F	60	0,125	0,105	0,098
2 ^e lit :	Waterroof Duo®	65	0,130	0,110	0,102
2 ^e lit :	Nidarooof 100-2F	100	0,165	0,145	0,136
2 ^e lit :	Nidarooof 520-2F	520	0,585	0,565	0,535

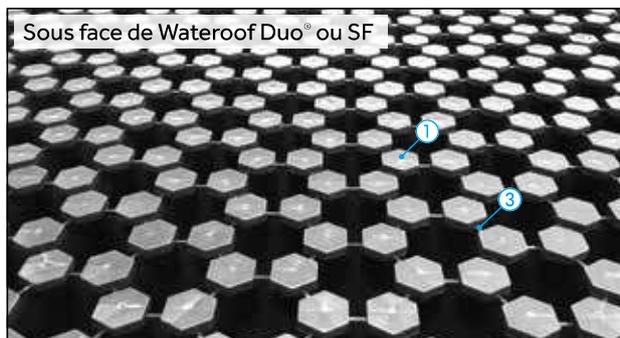
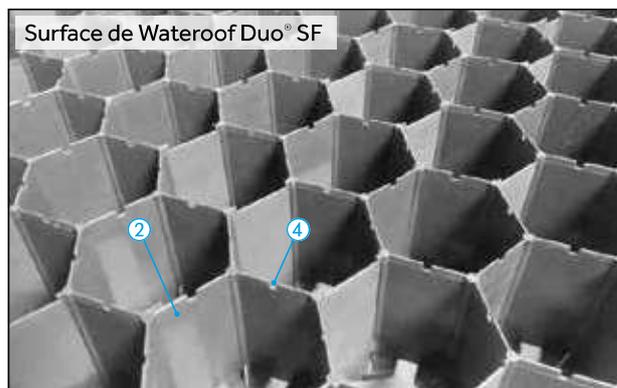
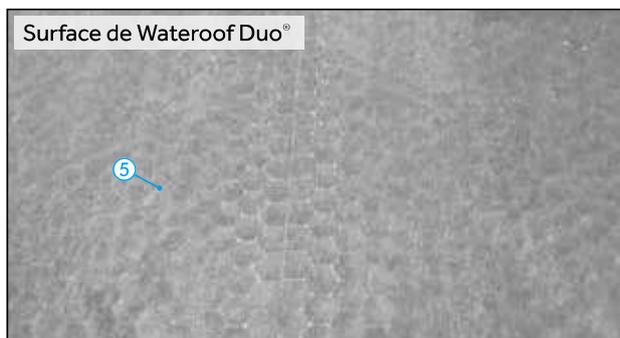
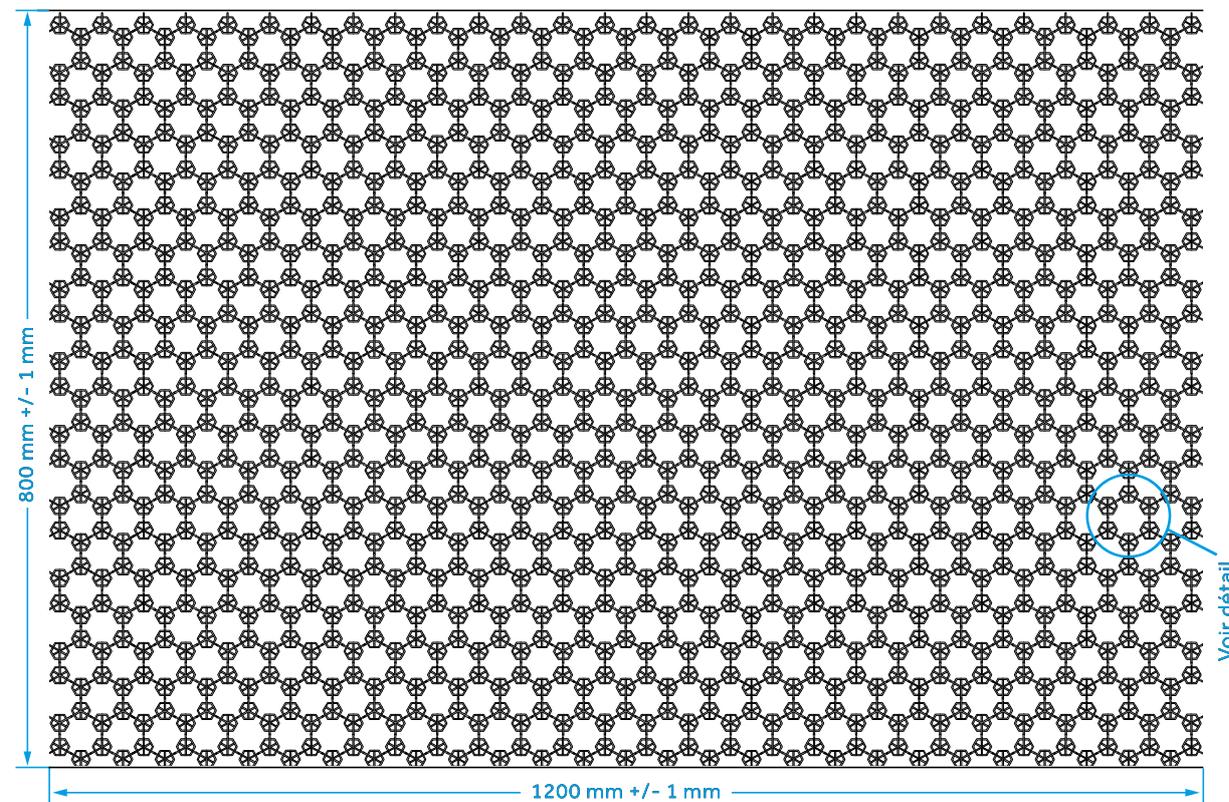
(1) Pour d'autres cas en 2 ou 3 lits, Siplast transmet sur demande de l'entreprise le volume de rétention utile.

(2) Le 2^e lit est systématiquement posé sur Waterroof Duo®.

(3) Formule de calcul indiquée en annexe A9.

Figures 1 à 25 du Dossier Technique

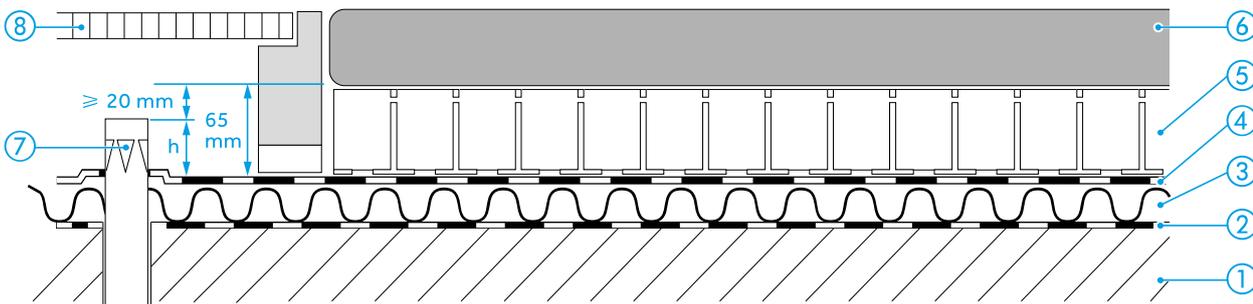
Figure 1 – Panneau Waterproof Duo®



Détails et fonctionnalité de Waterproof Duo®

- ① Semelle de répartition en appui sur le revêtement d'étanchéité
- ② Parois pleines de l'alvéole
- ③ Ouverture de drainage en partie basse pour l'eau (équilibrage de pression entre alvéoles)
- ④ Ouverture de drainage en partie haute pour l'air (équilibrage de pression entre alvéoles)
- ⑤ Filtre de surface pour séparation entre alvéoles et protection lourde (non prévu sur Waterproof Duo® SF)

Figure 2 – Couche de désolidarisation en lit unique Waterproof Duo®



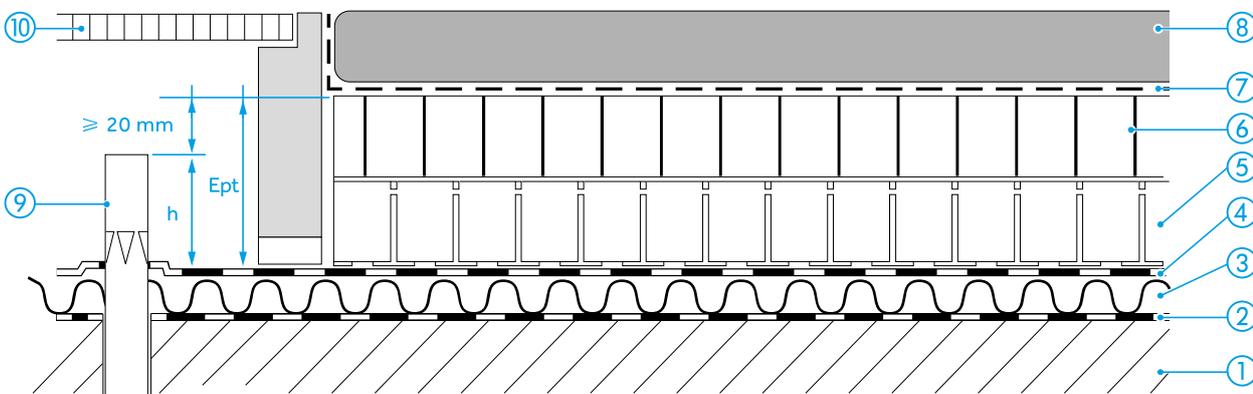
- | | |
|--|---|
| ① Élément porteur en maçonnerie de pente nulle | ⑥ Protection lourde (cf. tableau 1 et cf. § 7.6) |
| ② Pare-vapeur soudé sur EIF (éventuels) | ⑦ Entrée d'eaux pluviales avec dispositif de limitation de débit (cf. DTU 43.1) |
| ③ Panneaux isolants thermiques (éventuels) | ⑧ Regard visitable |
| ④ Revêtement d'étanchéité (cf. tableau 1) | |
| ⑤ Lit de panneaux de Waterproof Duo® (cf. § 7.5) | |

Nota 1 : La surface de la couche en Waterproof Duo® doit être à une altimétrie de 20 mm au-dessus de la surverse.

Nota 2 : En cas de flashes d'eau vérifiées in situ > 0,02 m, il faut augmenter d'autant la différence d'altimétrie entre la surface de la couche en Waterproof Duo® et la surverse.

Nota 3 : avec : V = Volume d'eau à retenir en m^3 ; S = Surface de rétention en m^2 et 0,93 = indice de vide de Waterproof Duo® alors h = hauteur de la surverse (en m) = $V / (S \times 0,93)$. Si $h > 45$ mm alors il faut passer en 2 ou 3 lits (cf. figures 3 et 4 et annexe A9).

Figure 3 – Couche de désolidarisation en plusieurs lits (Waterproof Duo® + Nidarroof 1F ou 2F)



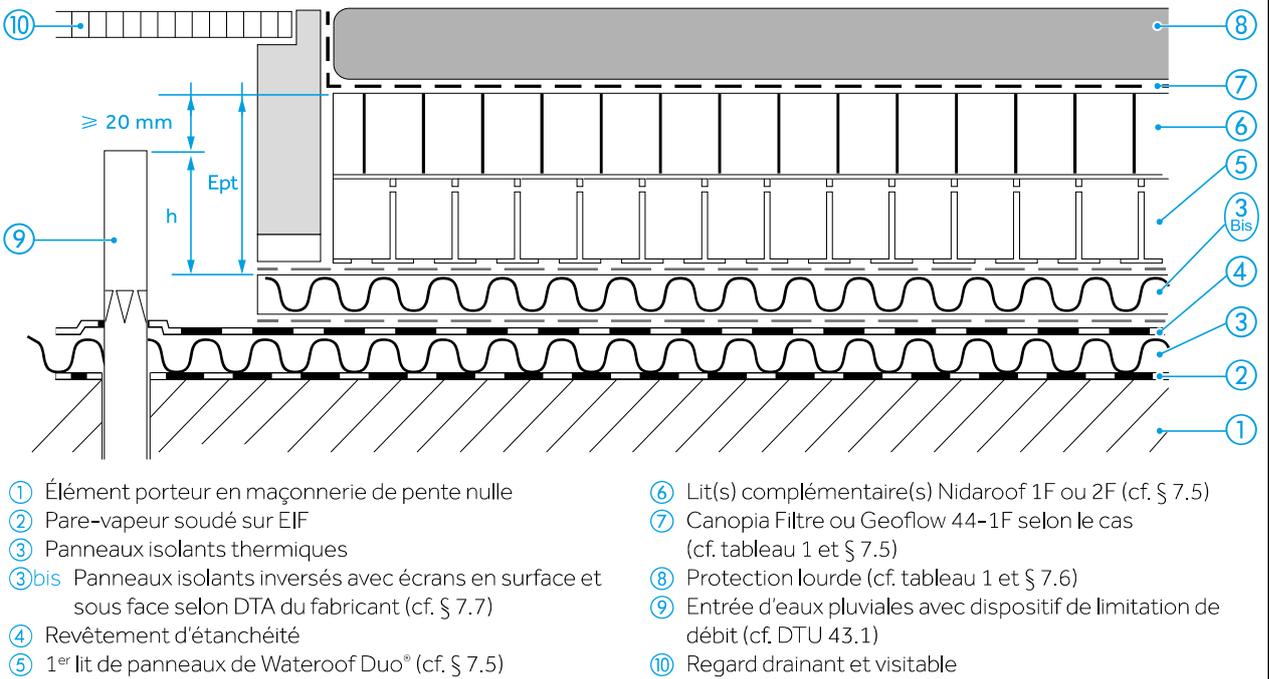
- | | |
|--|---|
| ① Élément porteur en maçonnerie de pente nulle | ⑦ Canopia Filtre ou Geoflow 44-1F selon le cas (cf. tableau 1 et § 7.5) |
| ② Pare-vapeur soudé sur EIF | ⑧ Protection lourde (cf. tableau 1 et § 7.6) |
| ③ Panneaux isolants thermiques | ⑨ Entrée d'eaux pluviales avec dispositif de limitation de débit (cf. DTU 43.1) |
| ④ Revêtement d'étanchéité | ⑩ Regard visitable |
| ⑤ 1 ^{er} lit de panneaux de Waterproof Duo® (cf. § 7.5) | |
| ⑥ Lit(s) complémentaire(s) Nidarroof 1F ou 2F (cf. § 7.5) | |

Nota 1 : La surface de la couche de désolidarisation doit être à une altimétrie de 20 mm au-dessus de la surverse.

Nota 2 : En cas de flashes d'eau vérifiées in situ > 0,02 m, il faut augmenter d'autant la différence d'altimétrie entre la surface de la couche de désolidarisation et la surverse.

Nota 3 : Avec : V = Volume d'eau à retenir en m^3 ; S = Surface de rétention en m^2 et 0,95 = indice de vide de Nidarroof alors h = hauteur de la surverse (en m) = $[(V/S) - 0,06] / 0,95$ + 0,065 (cf. annexe A9) et E_{pt} (en m) = épaisseur totale de la couche de désolidarisation et de rétention d'eaux pluviales $E_{pt} \geq h + 0,02$ m.

Figure 4 – Couche de désolidarisation sur isolation inversée



Nota 1 : La surface de la couche de désolidarisation doit être à une altimétrie de 20 mm au-dessus de la surverse.

Nota 2 : En cas de flashes d'eau vérifiées in situ > 0,02 m, il faut augmenter d'autant la différence d'altimétrie entre la surface de la couche de désolidarisation et la surverse.

Nota 3 : Avec : V = Volume d'eau à retenir en m³ ; S = Surface de rétention en m² et 0,95 = indice de vide de NidarooF alors
 $h = \text{hauteur de la surverse à partir de la surface de l'isolant inversé (en m)} = [(V/S) - 0,06] / 0,95 + 0,065$ (cf. annexe A9) et
 Ept (en m) = épaisseur totale de la couche de désolidarisation et de rétention d'eaux pluviales $Ept \geq h + 0,02$ m.

Figure 5 – Toiture inaccessible avec protection gravillons

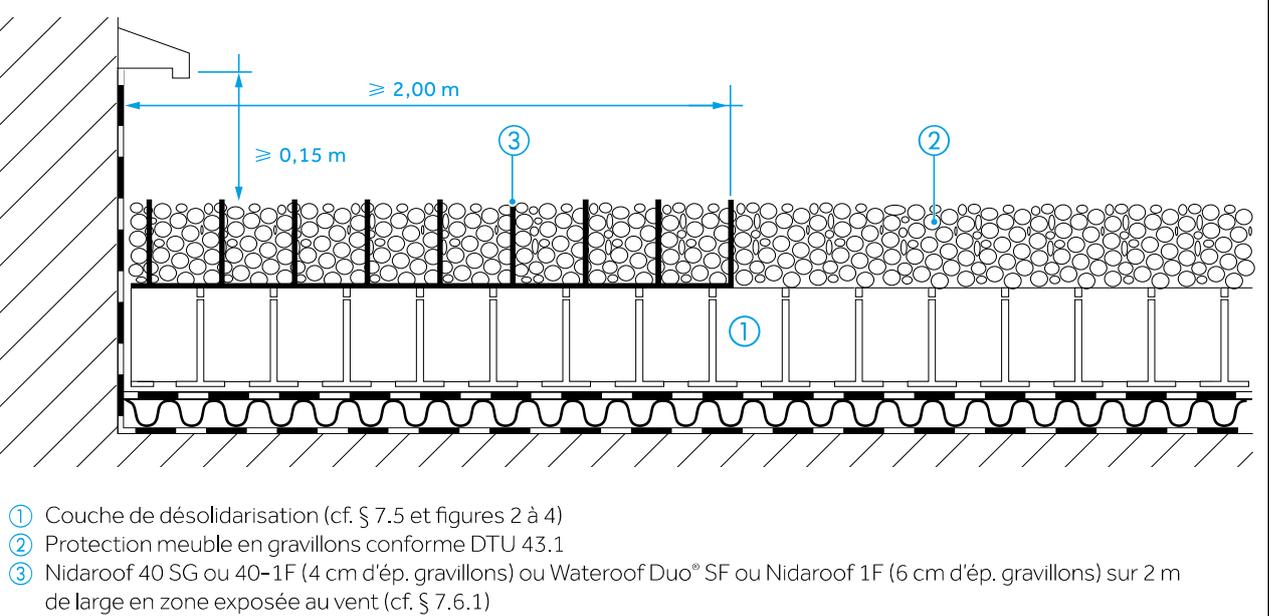
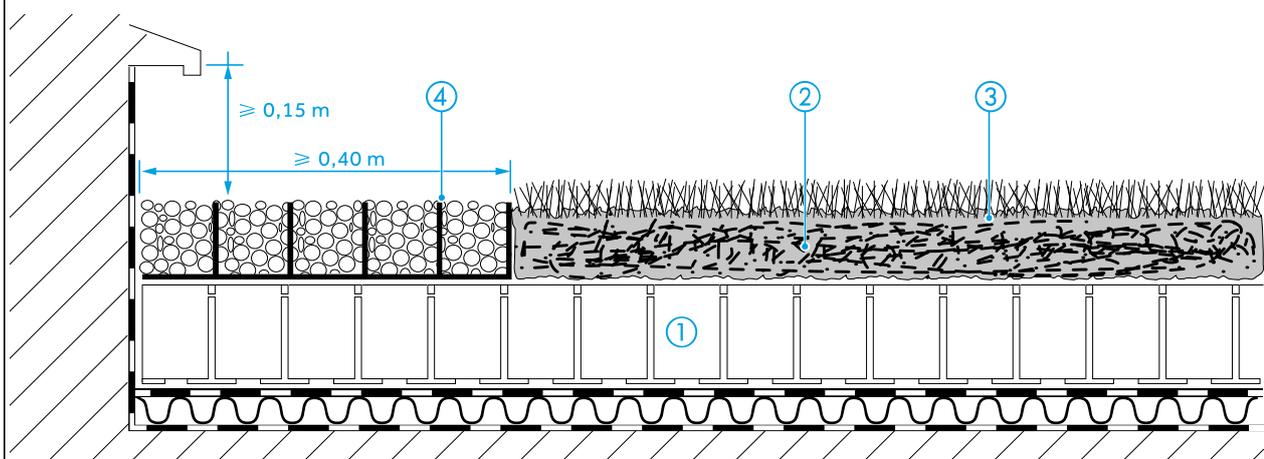
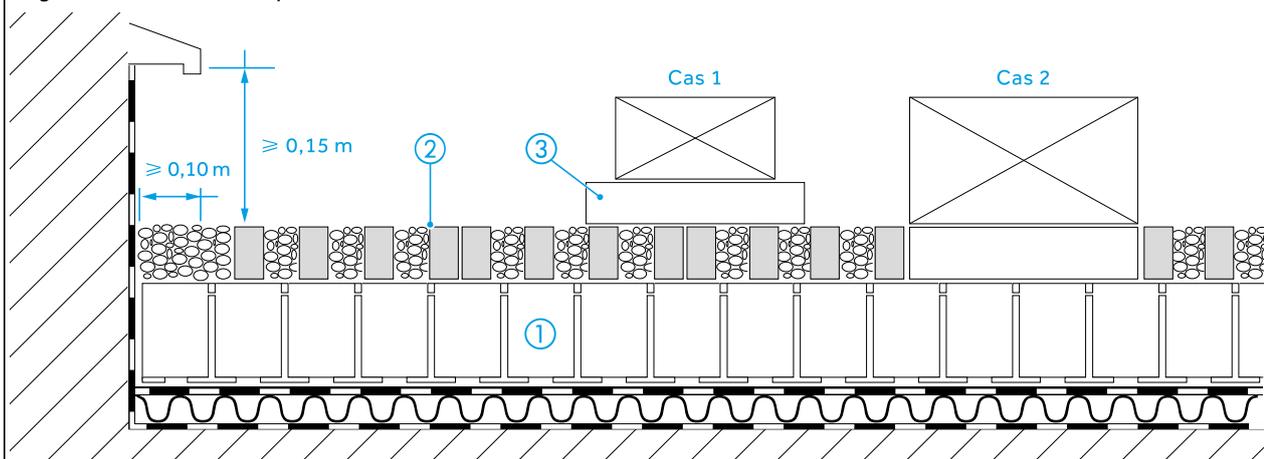


Figure 6 – Toiture inaccessible avec végétalisation



- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Canopia Substrat en 6 ou 7 cm d'épaisseur (cf. § 7.6.2 et annexes A5 et C)
- ③ Canopia Vegetapis (cf. § 7.6.2 et annexes A6 et C)
- ④ Zones stériles avec Waterproof Duo® SF ou Nidarroof 60-1F rempli de gravillons (cf. § 7.6.2)

Figure 7 – Toiture technique avec dallettes en béton drainantes



- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Dalles drainantes en béton de classe S4 et de perméabilité $K \geq 10^{-3}$ (cf. § 7.6.3)
- ③ Panneaux résilients en polystyrène expansé ou extrudé (cf. § 7.6.3)

Figure 8 – Toiture technique avec protection par gravillons stabilisés

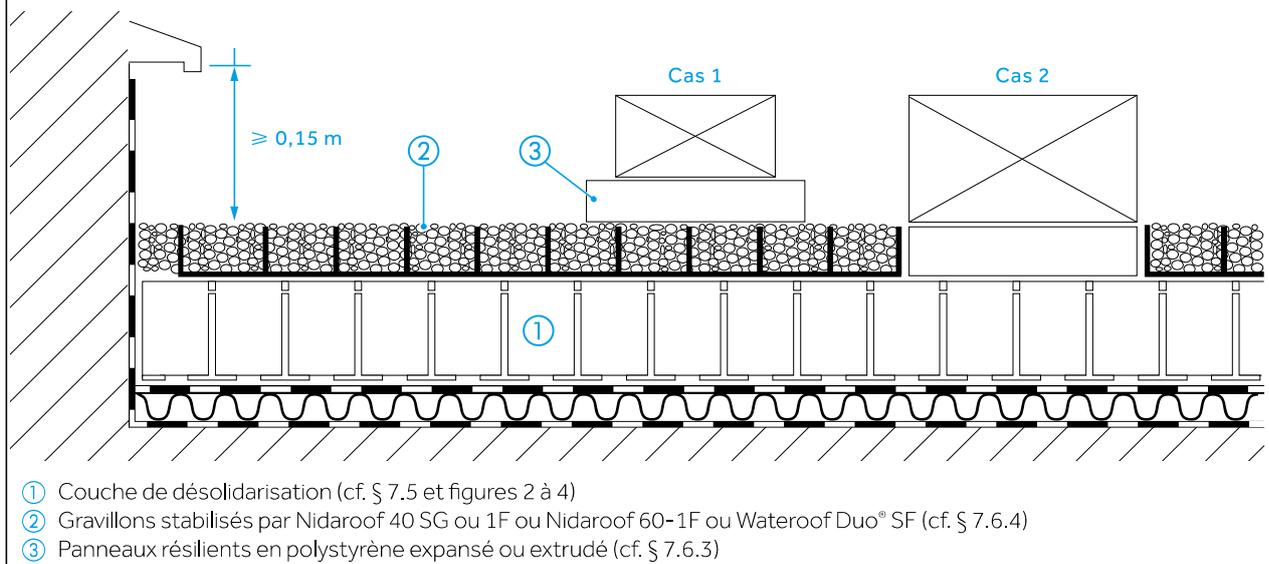


Figure 9 – Toiture accessible aux piétons avec dalles sur plots

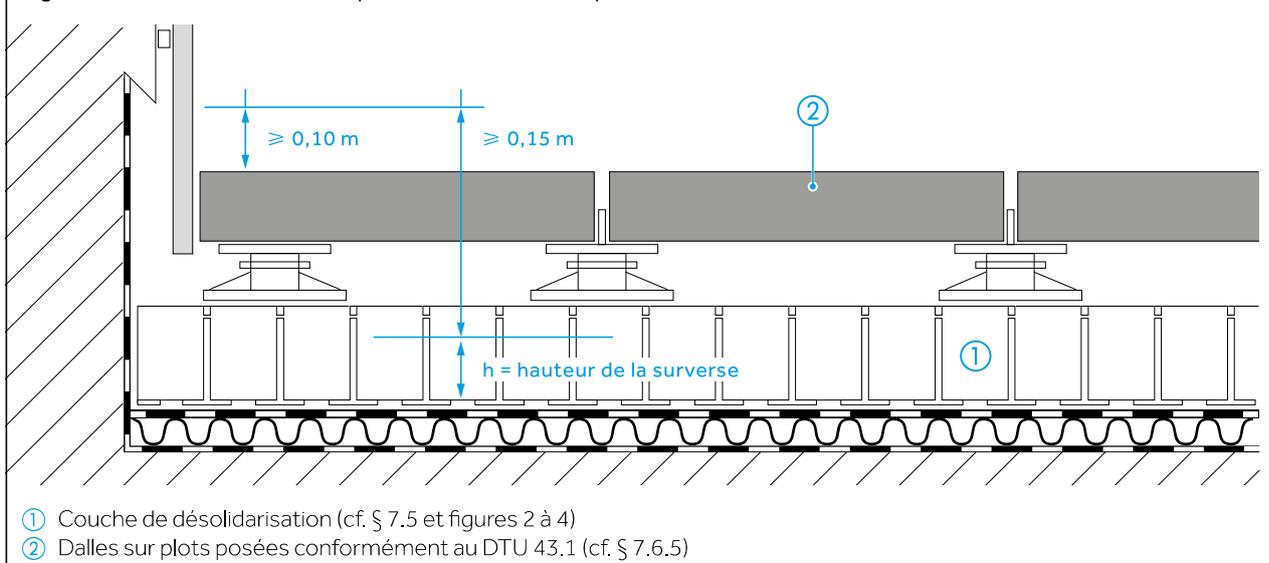
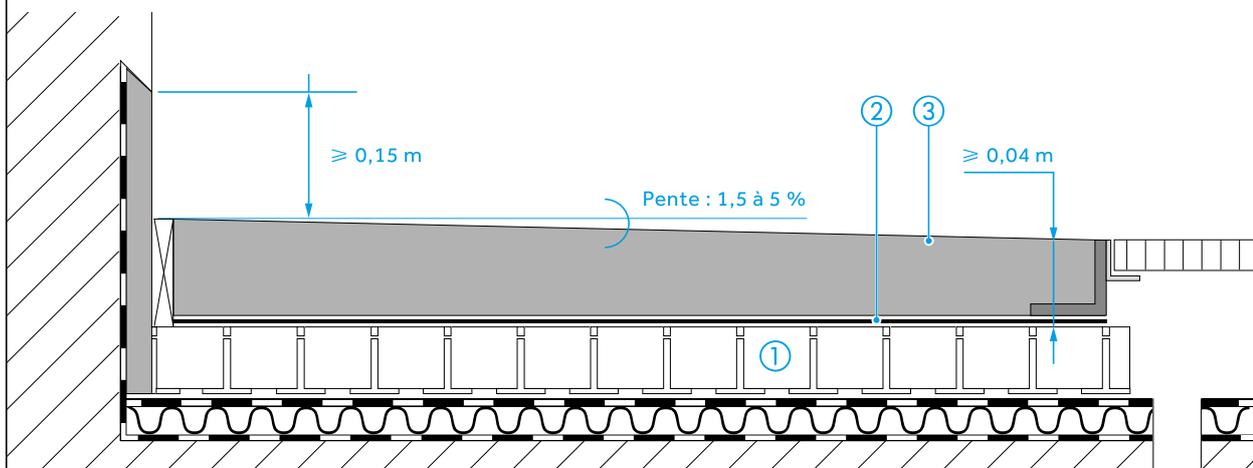
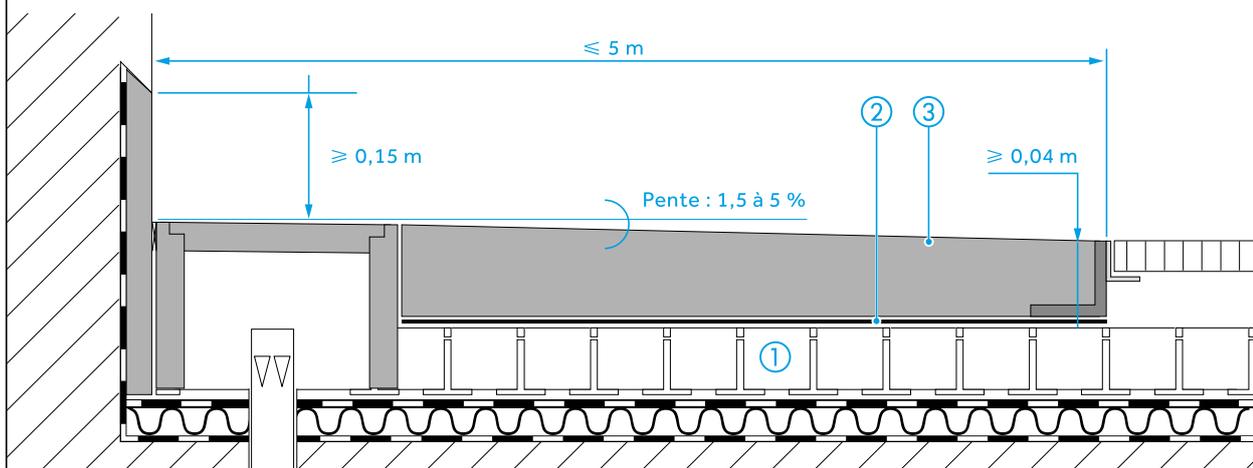


Figure 10 – Toiture accessible aux piétons avec dallage en béton sans rétention temporaire



- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Film synthétique de 100 µm d'épaisseur minimale déroulé à recouvrement de 0,10 m (cf. § 7.6.6)
- ③ Dallage en béton armé penté et de 4 cm d'épaisseur minimum réalisé conformément au DTU 43.1 (cf. § 7.6.6)

Figure 11 – Toiture accessible aux piétons avec dallage en béton avec rétention temporaire



- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Film synthétique de 100 µm d'épaisseur minimale déroulé à recouvrement de 0,10 m (cf. § 7.6.6)
- ③ Dallage en béton armé penté et de 4 cm d'épaisseur minimum réalisé conformément au DTU 43.1 (cf. § 7.6.6)

Figure 12 – Forme de pente des dallages sur toitures

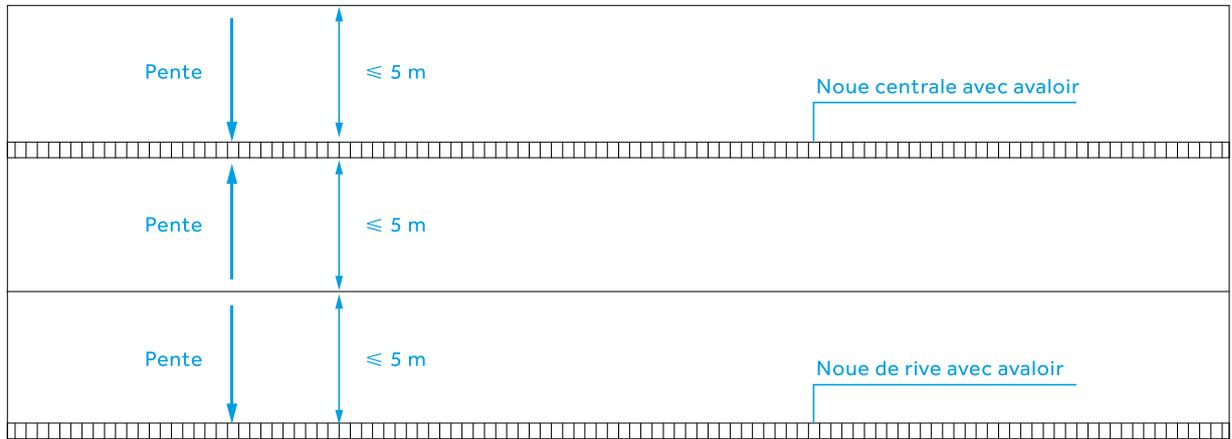


Figure 13 – Toiture accessible aux piétons avec gravillons stabilisés

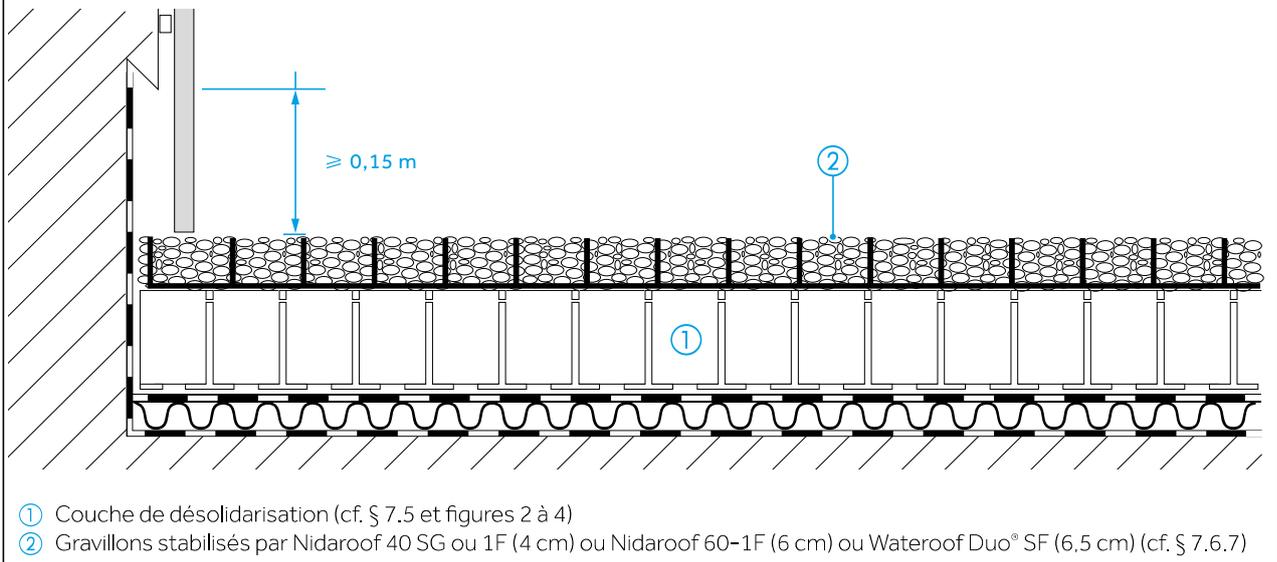


Figure 14 – Toiture accessible aux piétons avec béton drainant Hydromédia®

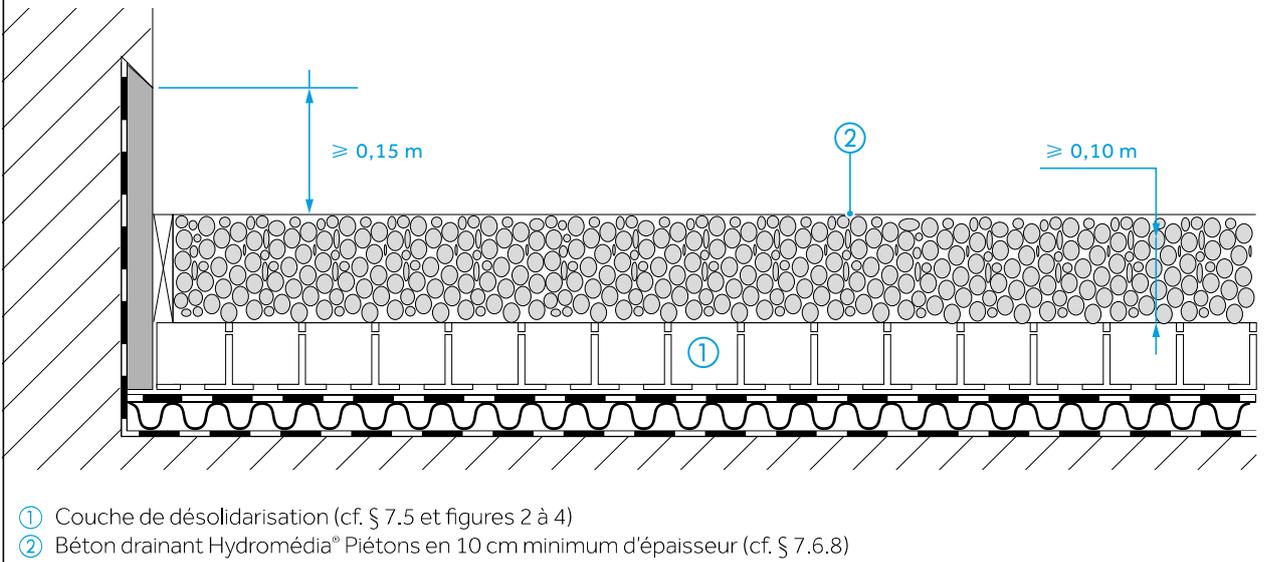


Figure 15 – Toiture accessible aux piétons avec dalles en béton drainantes

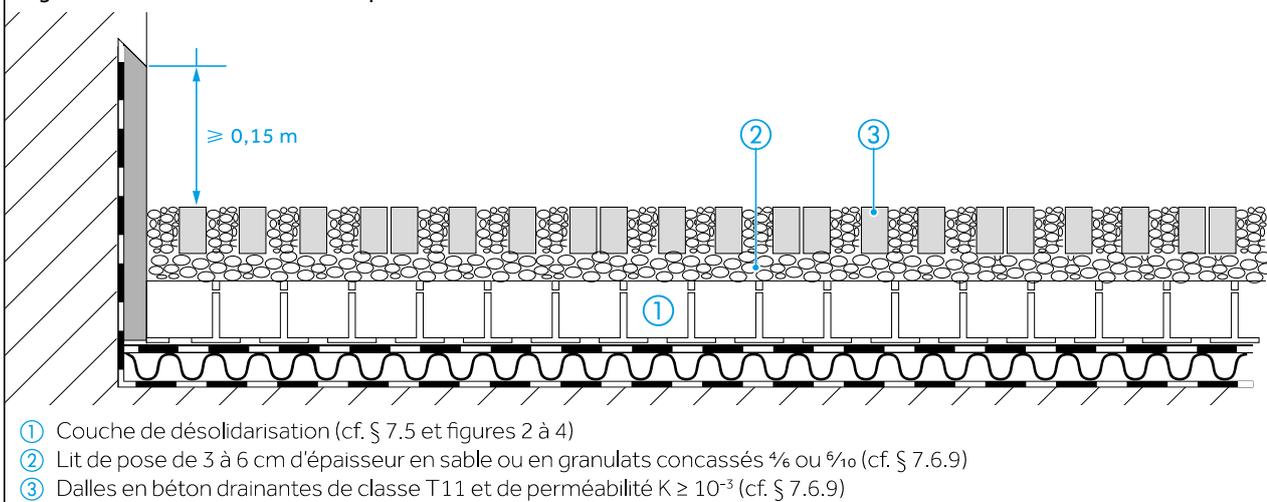


Figure 16 – Toiture accessible aux véhicules légers avec dallage en béton sans rétention temporaire

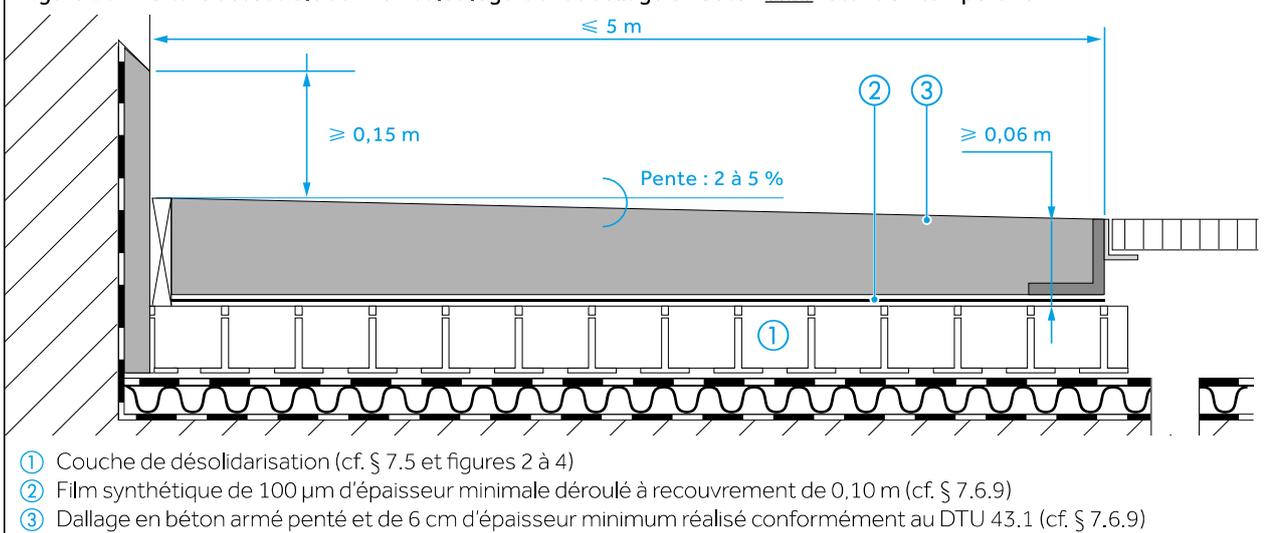


Figure 17 – Toiture accessible aux véhicules légers avec dallage en béton avec rétention temporaire

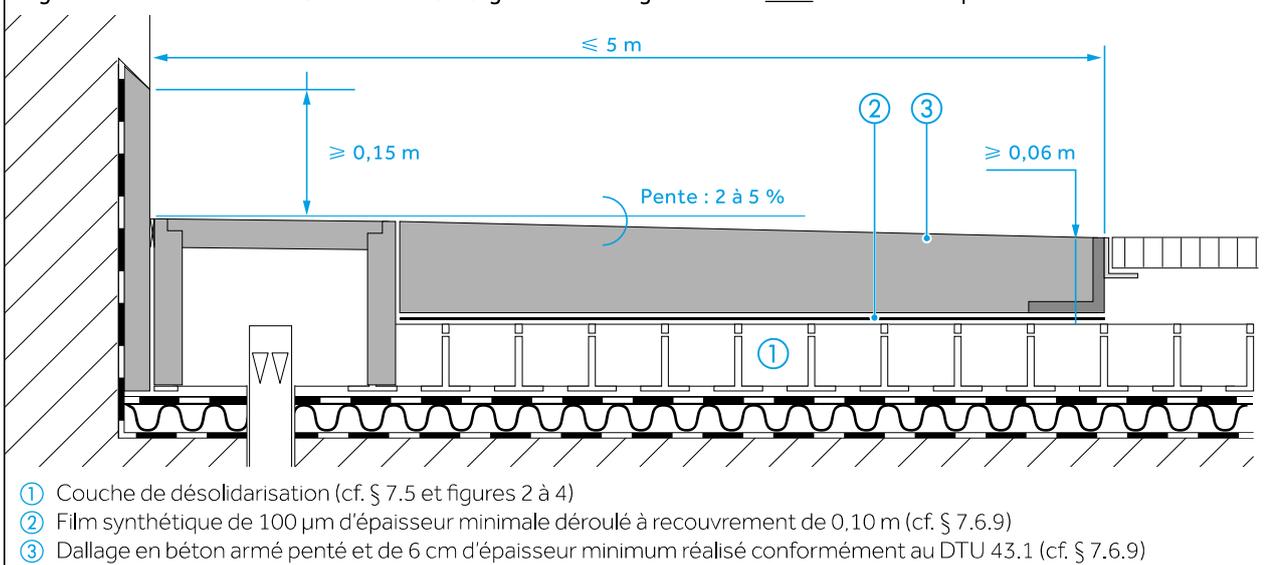


Figure 18 – Toiture accessible aux véhicules légers avec béton drainant Hydromédia®

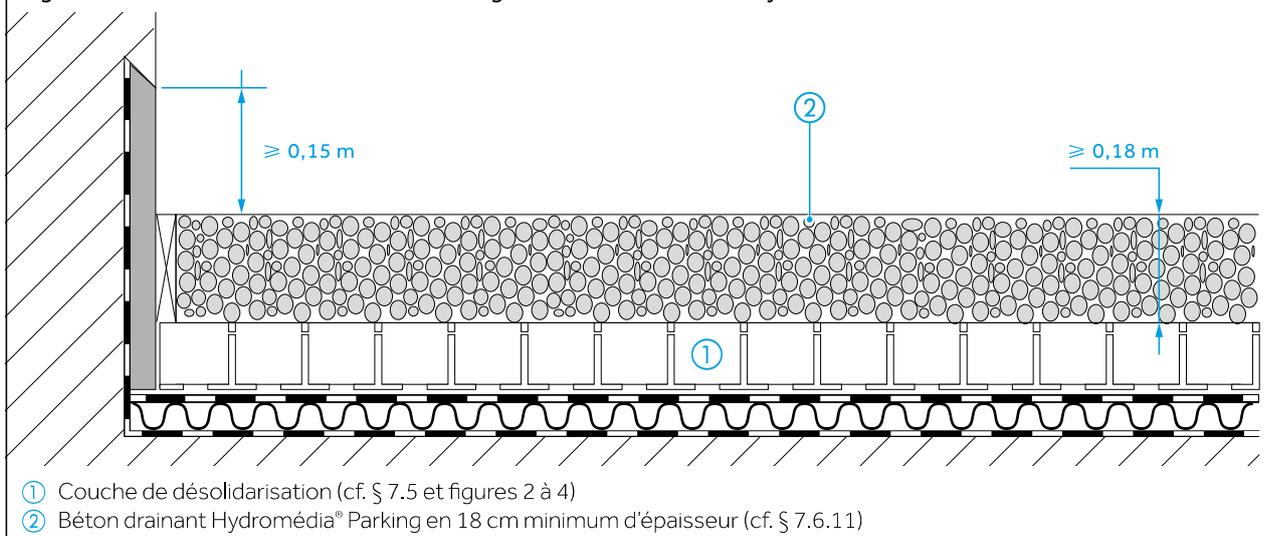


Figure 19 – Toiture accessible aux véhicules légers avec dalles en béton drainantes

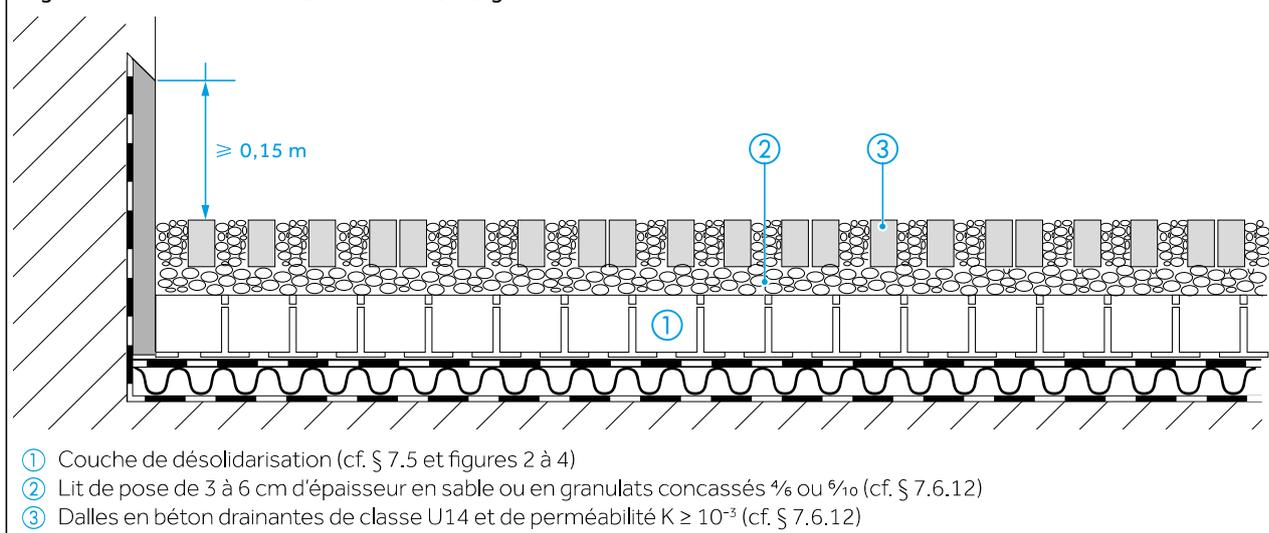
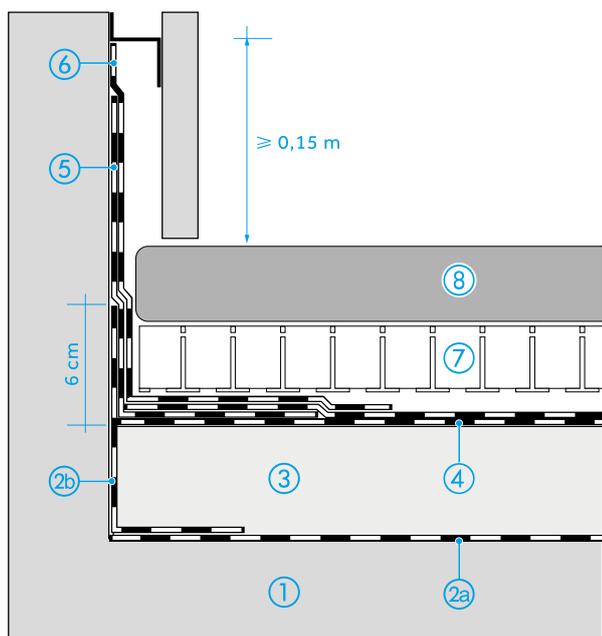
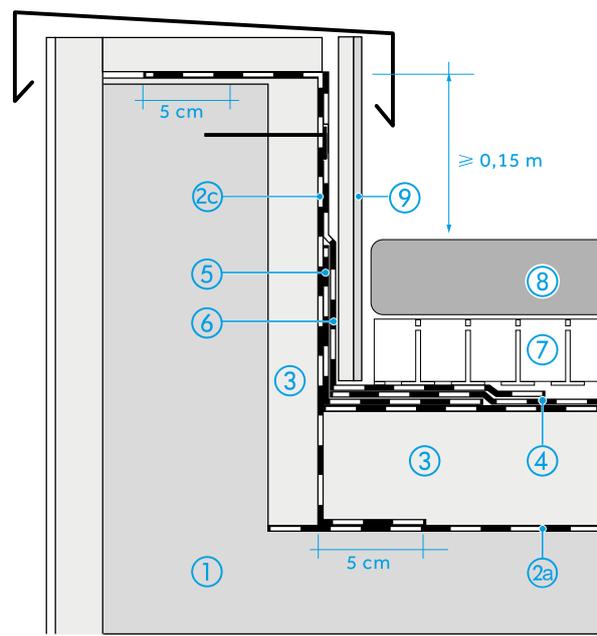


Figure 20 – Relevé sans isolation thermique



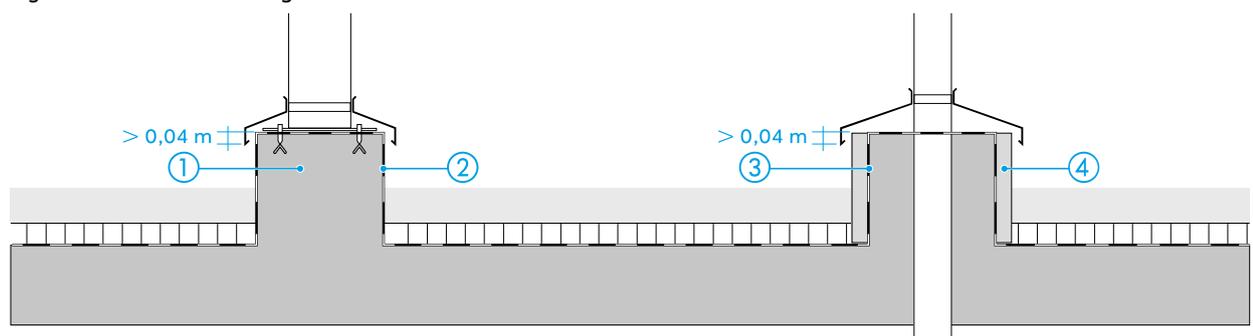
- ① Élément porteur
- ②a Pare-vapeur partie courante
- ②b Remontée du pare-vapeur
- ③ Isolant thermique
- ④ Revêtement d'étanchéité
- ⑤ 1^{re} couche de relevé
- ⑥ 2^e couche de relevé
- ⑦ Couche désolidarisation (cf. § 7.5)
- ⑧ Protection lourde

Figure 21 – Relevé avec isolation thermique



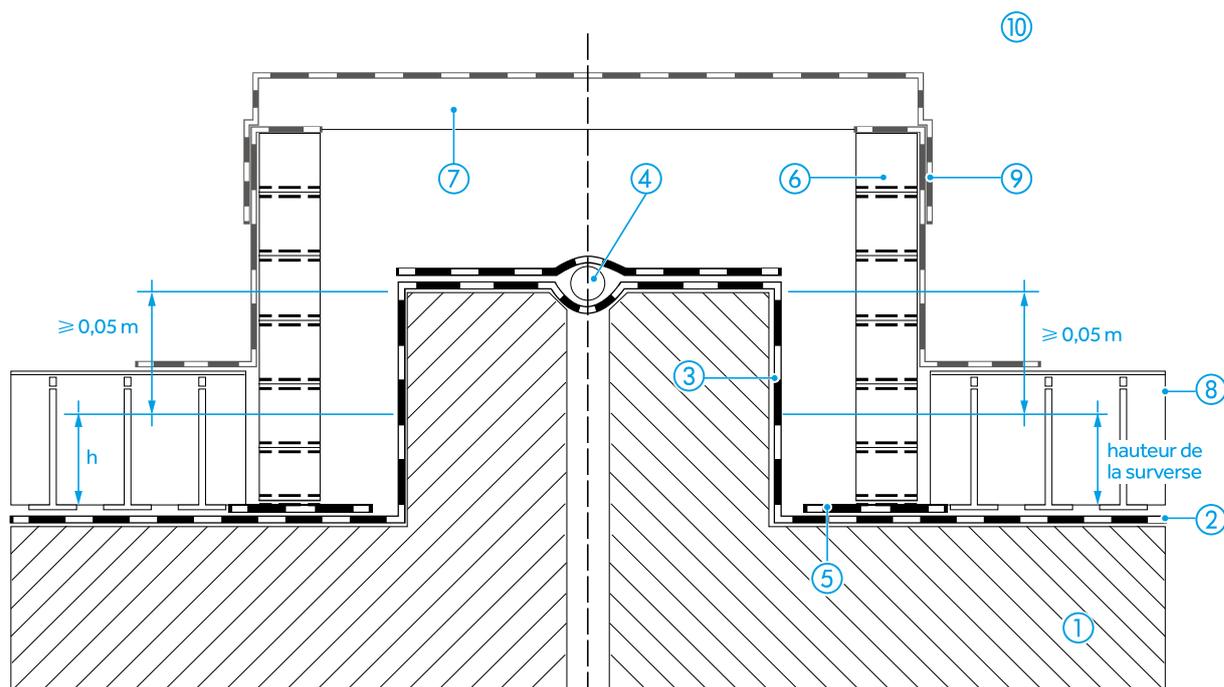
- ① Élément porteur
- ②a Pare-vapeur partie courante
- ②b 1^{re} couche de relevé en Adepar JS utilisée en équerre de compartimentage fixée en tête et soudée sur 5 cm sur EIF sur béton et en talon sur le pare-vapeur
- ③ Isolant thermique
- ④ Revêtement d'étanchéité en partie courante
- ⑤ Équerre de renfort en Parequerre soudée
- ⑥ 2^e couche de relevé
- ⑦ Couche désolidarisation (cf. § 7.5)
- ⑧ Protection lourde
- ⑨ Protection dure avec isolation inversée

Figure 22 – Massif et émergences



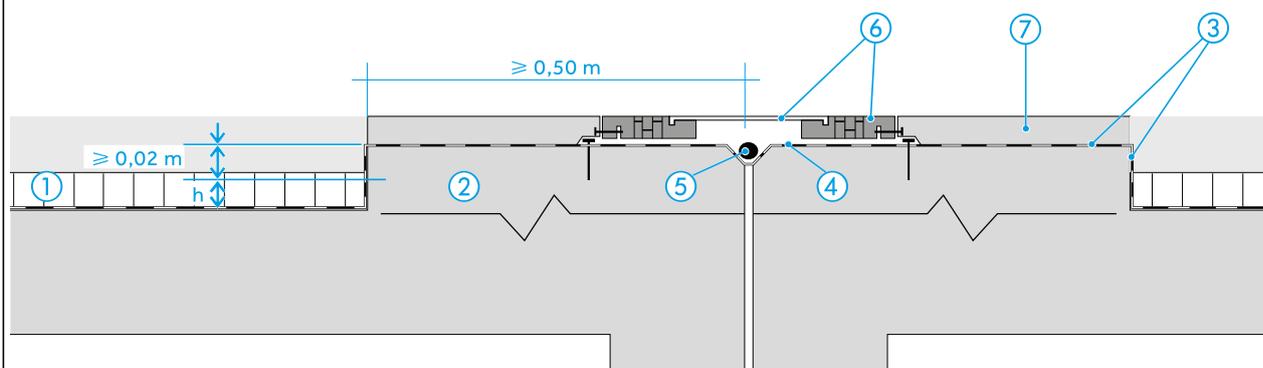
- ① Massif en béton armé
- ② Relevé d'étanchéité bicouche avec Paradiene 35 SR4 + Paradiadial S soudé en plein (zone inaccessible)
- ③ Relevé d'étanchéité bicouche avec Paradiene 35 SR4 + Paradiadial S soudé en plein (zone accessible)
- ④ Protection dure rapportée sur relevé d'étanchéité

Figure 23 – Joint de dilatation sur relevé en toiture végétalisée



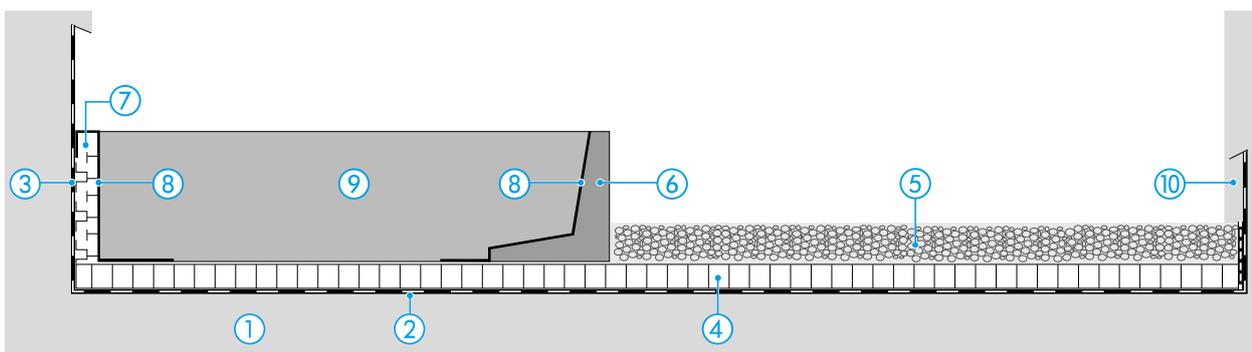
- | | |
|---|--|
| ① Élément porteur | ⑥ Maçonnerie avec ouverture de drainage |
| ② Revêtement d'étanchéité selon DTA Canopia | ⑦ Dalle de fermeture amovible |
| ③ Relevé d'étanchéité selon DTA Canopia | ⑧ Couche de désolidarisation (cf. § 7.5) |
| ④ Joint et cordon selon Avis Technique Néodyl | ⑨ Canopia Filtre à recouvrement de 10 cm minimum |
| ⑤ Pièce de renfort en Graviflex | ⑩ Canopia Substrat |

Figure 24 – Joint de dilatation avec protection coulée in situ



- | | |
|--|---|
| ① Hauteur h de rétention maximale d'eau (cf. Tableau 2) | ⑤ Cordon Néodyl (cf. avis Technique Néodyl) |
| ② Massif en béton permettant une remontée d'étanchéité dépassant de 0,05 m le niveau h | ⑥ Protection dure du joint de dilatation par éléments préfabriqués (Avis Technique Paradyl) |
| ③ Revêtement d'étanchéité bicouche avec Paradiene 35 SR4 + Paradiel S soudé en plein | ⑦ Protection dure directement sur revêtement d'étanchéité (cf. DTU 43.1) |
| ④ Joint Néodyl (cf. avis Technique Néodyl) | |

Figure 25 – Muret de séparation



- | | |
|--|--|
| ① Élément porteur dalle béton (cf. § 7.1) | ⑤ Protection lourde (cf. § 7.6.1 à § 7.6.12) |
| ② Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 7.4) | ⑥ Muret de séparation |
| ③ Relevé d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 8.1) | ⑦ Zone stérile |
| ④ Couche de désolidarisation et/ou de rétention Waterproof Duo® (cf. § 7.5 et Tableau 2) | ⑧ Canopia Filtre |
| | ⑨ Canopia Substrat |
| | ⑩ Protection dure en relevé |

Annexe A

A1. DONNÉES TECHNIQUES WATEROOF DUO®

A1.1 PRÉSENTATION

Les panneaux Waterproof Duo® sont fabriqués par injection de polypropylène. Ils sont de dimensions 1,20 m x 0,80 m par 65 mm d'épaisseur. Un géotextile perméable est thermo-soudé en parement de surface du panneau (voir figure A2).

La matière utilisée est un mélange contrôlé de matières vierge ou recyclées (chargée ou non chargée) agréées d'origine externe et interne. Les caractéristiques du mix de la matière vierge et de la matière recyclée externe figurent ci-dessous (cf. tableau A1.1).

A1.2 CONTRÔLE INTERNES SUR PROCESS DE FABRICATION ET PRODUITS FINIS

■ **Contrôle sur les matières premières** : pour les matières vierges, un certificat de conformité de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10 204 est fourni par le (ou les) fournisseur(s) pour chaque lot (correspondant à une livraison). Le contrôle

réalisé par les fournisseurs en laboratoire porte notamment sur l'indice de fluidité à chaud, mais également sur certaines caractéristiques mécaniques (module, résistance...).

■ **Contrôle sur le process de fabrication** : les paramètres et contrôles de production font l'objet de procédures spécifiques.

■ **Contrôle sur les produits finis** : les contrôles effectués sont les suivants (cf. tableau A1.4).

Une exploitation statistique des résultats d'essais effectués sur les matières premières et produits finis est réalisée.

Le système qualité mis en place dans les usines de production est certifié ISO 9001 : 2015.

A1.3 SÉCURITÉ

Waterproof Duo® n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

Tableau A1.1 – Caractéristiques du mélange

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres de l'essai	Méthodes d'essai
Masse volumique	≥ 900 kg/m ³	T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 1 183
Indice de fluidité à chaud	8 à 30 g/10 min	T = 230 °C / 2,16 kg	NF EN ISO 1 133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	20 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 527
Module de flexion	≥ 950 MPa	Vitesse 1 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 178
Stabilité thermique (OIT*)	8 minutes	T = 200 °C	NF EN 728

* En contrôle sur produit fini

Tableau A1.2 – Présentation et composition des produits

Présentation et composition	Waterproof Duo® ⁽³⁾	Waterproof Duo® SF
Matière et couleur de la structure	PP noire	PP noire
Dimensions panneaux (± 1,5 %)	1,20 m x 0,80 m	1,20 m x 0,80 m
Poids panneaux (± 5 %)	4,2 daN/m ²	4 daN/m ²
Épaisseur panneau (± 1 mm)	65 mm	65 mm
Surface d'appui en sous face	> 35 %	> 35 %
Parement de surface (PET)	150 g/m ² ⁽¹⁾	—
Maille de l'alvéole ⁽²⁾	54 mm	54 mm

(1) Le géotextile débord de 60 mm sur 2 côtés pour recouvrement entre panneaux

(2) Distance entre 2 parois parallèles de l'alvéole

(3) Conditionné par 2 éléments (soit 1,20 m x 1,60 m) reliés ensemble par le filtre (mode portefeuille)

Tableau A1.3 – Caractéristiques mécaniques

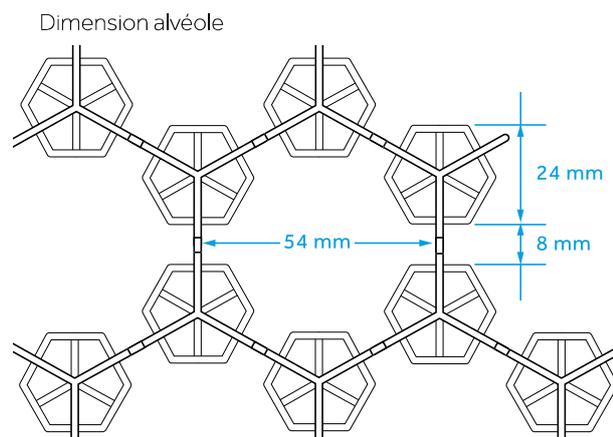
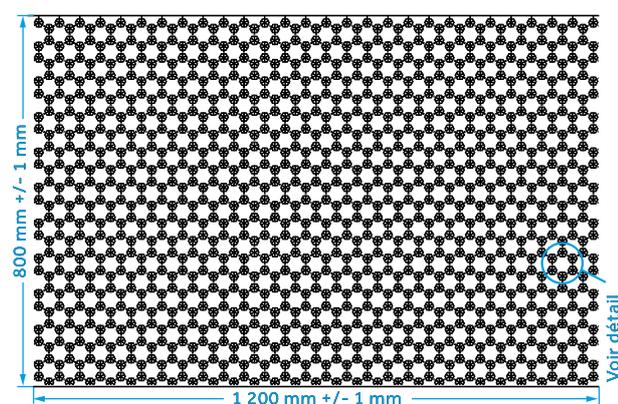
Caractéristiques	Spécifications	Paramètres	Méthodes
Masse volumique	67 kg/m ³ (± 2,5 %)	—	—
Indice de vide minimal	≥ 93 %	—	—
Résistance à la compression	≥ 600 kPa	6,5 mm/min	NF EN 826
Rcs mini à 50 °C	310 kPa	Selon NF EN 826 et cahiers CSTB 3 230 de novembre 2007	
Rcs mini à 25 °C	380 kPa		
Déformation associée : Ds mini	1 %		
Déformation associée : Ds maxi	2 %		
Fluage en compression simple (déformation projetée à 100 000 heures)	< 2 mm	40 kPa à 50 °C	Cahier CSTB 3669 janvier 2010 (compris coef. de sécurité de 2)
Classe de compressibilité	Classe D	80 kPa à 60 °C	Guide UEATc / e-cahier 2662 v2

Tableau A1.4 – Contrôle sur produits finis

Nature des contrôles	Fréquence	Échantillonnage
Dimensions	1 fois par poste	1 module
Poids	1 fois par poste	1 module
Aspect	De façon permanente (enregistrement 1 fois par 4 h)	tous blocs
Résistance en compression verticale	1 fois par semaine	4 éprouvettes
Aspect palette, marquage, emballage	1 fois par poste	1 palette
Stabilité thermique	2 / an	Prélèvement sur produit fini

Figure A1

Panneaux de 1 200 x 800 mm



A2. DONNÉES TECHNIQUES NIDAROOF (1F ET 2F)

A2.1 PRÉSENTATION

La fabrication est réalisée par extrusion de polypropylène avec découpe en ligne puis assemblés pour réaliser des panneaux de 2,40 m x 1,2 m x 0,52 m Les panneaux d'épaisseur inférieure à 520 mm sont tranchés dans les panneaux élémentaires. Un géotextile perméable est thermo-soudé en parement de surface du panneau (voir figure A2).

La matière utilisée est un mélange contrôlé de polypropylène vierge, de matières recyclées (chargée ou non chargée) agréées d'origine externe et interne. Les caractéristiques du mix de la matière vierge et de la matière recyclée externe figurent ci-dessous (cf. tableau A2.1).

A2.2 CONTRÔLE INTERNES SUR PROCESS DE FABRICATION ET PRODUITS FINIS

■ **Contrôle sur les matières premières** : pour les matières vierges, un certificat de conformité de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10 204 est fourni par le (ou les) fournisseur(s)

pour chaque lot (correspondant à une livraison). Le contrôle réalisé par les fournisseurs en laboratoire porte notamment sur l'indice de fluidité à chaud, mais également sur certaines caractéristiques mécaniques (module, résistance...).

■ **Contrôle sur le process de fabrication** : les paramètres et contrôles de production font l'objet de procédures spécifiques.

■ **Contrôle sur les produits finis** : les contrôles effectués sont les suivants (cf. tableau A2.4).

Une exploitation statistique des résultats d'essais effectués sur les matières premières et produits finis est réalisée.

Le système qualité mis en place dans les usines de production est certifié ISO 9001 : 2015.

A2.3 SÉCURITÉ

Nidaroo (1F-2F) n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

Tableau A2.1 – Caractéristiques matière recyclée

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres de l'essai	Méthodes d'essai
Masse volumique	950 kg/m ³ ±50	T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 1 183
Indice de fluidité à chaud	6 à 14 g/10 min	T = 230 °C / 2,16 kg	NF EN ISO 1 133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	25 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 527
Module de traction ou de flexion	≥ 1 150 MPa	Vitesse 1 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 527

Tableau A2.2 – Présentation et composition des produits

Présentation et composition	Nidaroo 40-1F	Nidaroo 60-1F	Nidaroo 100-2F	Nidaroo 520-2F
Matière et couleur de la structure	PP noire	PP noire	PP noire	PP noire
Dimensions panneaux (± 1,5 %)	2,40 m x 1,2 m	2,40 m x 1,2 m	2,40 m x 1,2 m	2,40 m x 1,2 m
Épaisseur panneaux ⁽¹⁾ (± 1 mm)	40 mm	60 mm	100 mm	520 mm
Poids panneaux (± 5 %)	1,5 daN/m ²	2 daN/m ²	3,5 daN/m ²	18 daN/m ²
Parement de surface (PET)	150 g/m ² ⁽²⁾	150 g/m ² ⁽²⁾	150 g/m ² ⁽²⁾	45 g/m ² ⁽³⁾
Parement de sous face (PET)	—	—	45 g/m ²	45 g/m ²
Maille de l'alvéole ⁽⁴⁾	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm

(1) Autre épaisseur sur commande spécifique.

(2) Le géotextile débord de 60 mm sur 2 côtés pour recouvrement entre panneaux.

(3) Nécessite de prévoir Canopia Filtre lorsque le panneau est directement support de l'Hydromédia®.

(4) Distance entre 2 parois parallèles de l'alvéole

Tableau A2.3 – Caractéristiques mécaniques

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres	Méthodes
Masse volumique	32 kg/m ³ (± 2,5 %)	—	—
Indice de vide minimal	≥ 95 %	—	—
Rc verticale	≥ 300 kPa	6,5 mm/min	NF EN 826
Rcs mini	150 kPa		
Déformation associée : Ds mini	1 %	Selon NF EN 826 et cahiers CSTB 3 230 de novembre 2007	
Déformation associée : Ds maxi	2 %		

Tableau A2.4 – Contrôle sur produits finis

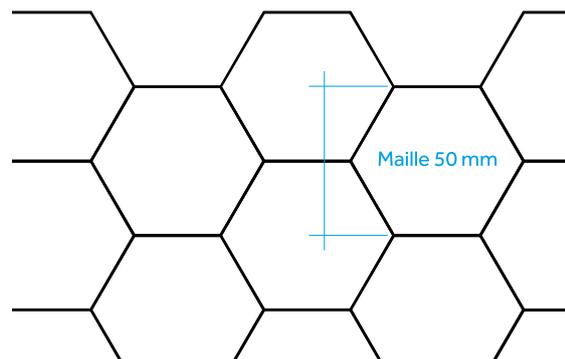
Nature des contrôles	Fréquence	Échantillonnage
Dimensions	1 fois par poste	1 module
Poids	1 fois par poste	1 module
Aspect	De façon permanente (enregistrement 1 fois par 4 h)	Tous blocs
Résistance en compression verticale	1 fois par semaine	4 éprouvettes
Résistance en compression latérale	1 fois toutes les 2 semaines	4 éprouvettes
Indice de fluidité à chaud	1/an	1 prélèvement par type de matière première
Aspect palette, marquage, emballage	1 fois par poste	1 palette

Figure A2

Panneaux de 2,40 m x 1,20 m par 40, 60, 100 ou 520 mm



Dimension alvéole



A3. DONNÉES TECHNIQUES NIDAROOF-PROTECT (10 À 100 MM)

A3.1 PRÉSENTATION

La fabrication est réalisée par extrusion. Les éléments sont découpés et assemblés pour réaliser les panneaux NidarooF-Protect.

Un géotextile est fixé par thermo-fusion sur les faces supérieures et inférieures des panneaux. (voir figure A3).

La matière utilisée est un mélange contrôlé de polypropylène vierge, de matières recyclées (chargée ou non chargée) agréées d'origine externe et interne. Les caractéristiques du mix de la matière vierge et de la matière recyclée externe figurent ci-dessous.

A3.2 CONTRÔLES INTERNES SUR PROCESS DE FABRICATION ET PRODUITS FINIS

■ **Contrôle sur les matières premières :** Pour les matières vierges, un certificat de conformité de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10 204 est fourni par le (ou les) fournisseur(s)

pour chaque lot (correspondant à une livraison). Le contrôle réalisé par les fournisseurs en laboratoire porte notamment sur l'indice de fluidité à chaud, mais également sur certaines caractéristiques mécaniques (module, résistance...).

■ **Contrôle sur le process de fabrication :** Les paramètres et contrôles de production font l'objet de procédures spécifiques.

■ **Contrôle sur les produits finis :** Les contrôles effectués sont les suivants (cf. tableau A3.4) :

Une exploitation statistique des résultats d'essais effectués sur les matières premières et produits finis est réalisée.

Le système qualité mis en place dans les usines de production est certifié ISO 9001 : 2015.

A3.3 SÉCURITÉ

NidarooF-Protect n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

Tableau A3.1 – Caractéristiques matière recyclée

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres de l'essai	Méthodes d'essai
Masse volumique	950 kg/m ³ ±50	T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 1 183
Indice de fluidité à chaud	9 à 20 g/10 min	T = 230 °C / 2,16 kg	NF EN ISO 1 133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	25 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 527
Module de traction ou de flexion	≥ 1 150 MPa	Vitesse 1 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 527

Tableau A3.2 – Présentation et composition des produits

Présentation et composition	NidarooF-Protect 10	NidarooF-Protect 28	NidarooF-Protect 40	NidarooF-Protect 100
Matière et couleur de la structure	PP translucide	PP translucide	PP translucide	PP translucide
Dimensions panneaux (± 1,5 %)	2,40 m x 1,2 m	2,40 m x 1,2 m	2,40 m x 1,2 m	2,40 m x 1,2 m
Épaisseur panneaux ⁽¹⁾ (± 1 mm)	10 mm	28 mm	40 mm	120 mm
Poids panneaux (± 5 %)	0,6 daN/m ²	2 daN/m ²	2,5 daN/m ²	7 daN/m ²
Parement de surface (PET)	25 g/m ²	25 g/m ²	25 g/m ²	25 g/m ²
Parement de sous face (PET)	25 g/m ²	25 g/m ²	25 g/m ²	25 g/m ²
Maille de l'alvéole ⁽²⁾	8 mm	8 mm	8 mm	8 mm

(1) Autre épaisseur sur commande spécifique jusqu'à 120 mm

(2) Distance entre 2 parois parallèles de l'alvéole

Tableau A3.3 – Caractéristiques mécaniques et autres

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres	Méthodes
Masse volumique	65 kg/m ³ (± 2,5 %)		
Indice de vide minimal	≥ 95 %		
Résistance à la compression	900 kPa	6,5 mm/min	NF EN 826
Rcs mini	400 kPa		
Déformation associée : Ds mini	1 %	Selon NF EN 826 et cahiers CSTB 3 230 de novembre 2007	
Déformation associée : Ds maxi	2 %		

Tableau A3.4 – Contrôle sur produits finis

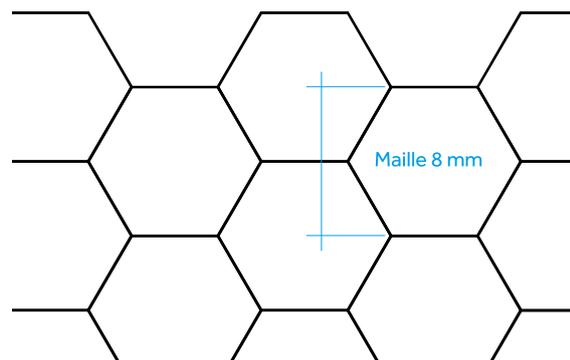
Nature des contrôles	Fréquence	Échantillonnage
Dimensions	1 fois par poste	1 module
Poids	1 fois par poste	1 module
Aspect	De façon permanente (enregistrement 1 fois par 4 h)	Tous blocs
Résistance en compression verticale	1 fois par semaine	4 éprouvettes
Indice de fluidité à chaud	1/an	1 prélèvement par type de matière première
Aspect palette, marquage, emballage	1 fois par poste	1 palette

Figure A3

Panneaux de 2,40 m x 1,20 m par 10, 40, 60 ou 100 mm



Dimension alvéole



A4. DONNÉES TECHNIQUES NIDAROOF 40 SG

A4.1 PRÉSENTATION

Les panneaux sont fabriqués par injection de polypropylène. Ils sont de dimensions : 1,20 m x 0,80 m et en 40 mm d'épaisseur. Un géotextile perméable est thermo-soudé en parement de sous face du panneau (voir figure A4).

La matière utilisée est un mélange contrôlé de matières vierge ou recyclées (chargée ou non chargée) agréées d'origine externe et interne. Les caractéristiques du mix de la matière vierge et de la matière recyclée externe figurent ci-dessous (cf. tableau A4.1).

A4.2 CONTRÔLE INTERNES SUR PROCESS DE FABRICATION ET PRODUITS FINIS

■ **Contrôle sur les matières premières** : pour les matières vierges, un certificat de conformité de type 3.1 au sens de la norme NF EN 10 204 est fourni par le (ou les) fournisseur(s) pour chaque lot (correspondant à une livraison). Le contrôle

réalisé par les fournisseurs en laboratoire porte notamment sur l'indice de fluidité à chaud, mais également sur certaines caractéristiques mécaniques (module, résistance...).

■ **Contrôle sur le process de fabrication** : les paramètres et contrôles de production font l'objet de procédures spécifiques.

■ **Contrôle sur les produits finis** : les contrôles effectués sont les suivants (cf. tableau A4.4).

Une exploitation statistique des résultats d'essais effectués sur les matières premières et produits finis est réalisée.

Le système qualité mis en place dans les usines de production est certifié ISO 9001 : 2015.

A4.3 SÉCURITÉ

Nidarof 40 SG n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

Tableau A4.1 – Caractéristiques du mélange

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres de l'essai	Méthodes d'essai
Masse volumique	≥ 900 kg/m ³	T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 1 183
Indice de fluidité à chaud	8 à 30 g / 10 min	T = 230 °C / 2,16 kg	NF EN ISO 1 133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	25 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 527
Module de traction ou de flexion	≥ 950 MPa	Vitesse 1 mm/min ; T = 23 ± 2 °C	NF EN ISO 178

Tableau A4.2 – Présentation et composition des produits

Présentation et composition	Wateroof 40 SG
Matière et couleur de la structure	PP Blanc
Dimensions panneaux (± 1,5 %)	1,20 m x 0,80 m
Épaisseur panneau : (± 1 mm)	40 mm
Poids surfacique : (± 5 %)	2 daN/m ²
Parement de sous face (PET)	45 g/m ²
Maille de l'alvéole ⁽¹⁾	46 mm

(1) Distance entre 2 parois parallèles de l'alvéole

(2) Conditionné par 2 éléments (soit 1,20 m x 1,60 m) reliés ensemble par le filtre (portefeuille)

Tableau A4.3 – Caractéristiques mécaniques

Caractéristiques	Spécifications	Paramètres	Méthodes
Indice de vide minimal	≥ 95 %	—	—
Rc verticale	≥ 300 KPa	6,5 mm/min	ISO 844

Tableau A4.4 – Contrôle sur produits finis

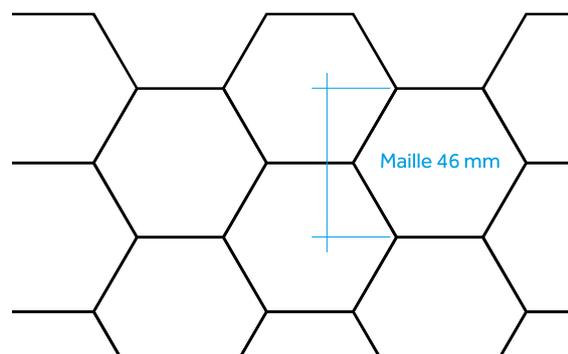
Nature des contrôles	Fréquence	Échantillonnage
Dimensions	1 fois par poste	1 module
Poids	1 fois par poste	1 module
Aspect	De façon permanente (enregistrement 1 fois par 4 h)	Tous blocs
Aspect palette, marquage, emballage	1 fois par poste	1 palette

Figure A4

Panneaux de 1 200 x 800 mm, 40 mm d'épaisseur



Dimension alvéole



A5. DONNÉES TECHNIQUES CANOPIA SUBSTRAT

A5.1 PRÉSENTATION

Le substrat Canopia Substrat est un mélange choisi de matières minérales et organiques permettant l'ancrage de la couche végétale et son alimentation hydrique et minérale. Canopia Substrat est un substrat de type extensif simple à base d'agrégats minéraux enrichi en matières organiques, utilisé pour les systèmes de végétalisation extensive réalisée par rouleaux pré-cultivés de sedums.

CONDITIONNEMENT

- Canopia Substrat est livré en big bag de 1,5 m³ ;
- Autre conditionnement en 0,5 m³ ou 1 m³, Silo, sac de 20 l ou vrac sur commande spécifique.

A5.2 CONTRÔLE INTERNES SUR PROCESS DE FABRICATION ET PRODUITS FINIS

Canopia Substrat est fabriqué pour le compte de Siplast qui en assure la distribution. Un contrôle annuel peut être réalisé chez le fabricant. La mesure de la masse volumique des substrats est mesurée au chargement des camions. Les contrôles portent sur les matières premières et les produits finis avec :

- ▶ contrôle des matières premières dès leur réception ;
- ▶ contrôle de germination et fertilité ;
- ▶ densité apparente mesurée au moins une fois par mois ;
- ▶ volume à chaque fabrication, pesée réalisée pour chaque camion quittant le lieu de production ;
- ▶ capacité de rétention en eau, granulométrie, masse volumique apparente sèche, masse volumique apparente à CME, pH, conductivité électrique au moins une fois par an.

A5.3 SÉCURITÉ

Canopia Substrat n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

Tableau A5.1 – Caractéristiques de Canopia Substrat

Caractéristiques	Unité	Méthode d'essai	Valeurs
Masse volumique à CME	kg/m ³		Env. 1 300
Masse volumique à sec	kg/m ³		Env. 970
Perméabilité verticale	mm / min.	Annexe G1 ⁽¹⁾	≥ 6
Rétention maximale en eau	% volume		≥ 35
Porosité à l'air à CME	% volume		> 10
Granulométrie	mm	NF EN 15 428	0/20
Fines (< 0,063 mm)	% masse sèche (ms)	NF EN 933-1	≤ 15
Conductivité électrique	mS/m	NF EN 13 038	≤ 150
pH H ₂ O	—	NF EN 13 037	5,5 à 9,5
Matière organique	% masse sèche	NF EN 13 039	≤ 10

(1) Annexe G1 des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Édition n° 3, mai 2018).

A6. DONNÉES TECHNIQUES CANOPIA VEGETAPIS

A6.1 PRÉSENTATION

Nattes végétales biodégradables précultivées avec des variétés de sedums adaptées. Les nattes précultivées sont utilisées sur les substrats Canopia Substrat d'épaisseur homogène et nivelés.

CONDITIONNEMENT

■ Canopia Vegetapis est livré en tapis replié de 2 ou 4 m² et sur palette de 40 m².

Caractéristiques	Unité	Valeur
Surface	m ²	2 ou 4
Poids à sec sans végétaux	kg/m ²	2,35
Poids à sec avec végétaux	kg/m ²	3,35
Poids moyen à la livraison	kg/m ²	16 à 20
Poids à CME	kg/m ²	20,5
Épaisseur de la natte	cm	3 à 4
Nombre de variétés minimum	u	4 à 5
Taux de couverture à la livraison	%	> 80

A7. DONNÉES TECHNIQUES GEOFLOW 44-1F

A7.1 PRÉSENTATION

Geoflow 44-1F est un géoespaceur de drainage constitué d'une grille tridimensionnelle en Polyéthylène haute densité (PEHD). Deux fils croisés à 60° forment cette grille et

Caractéristiques	Norme	Unité	Geoflow 44-1F
Géogrille			
Épaisseur à 20 kPa/ 200 kPa	EN 964-1	mm	4,2 / 3,8
Diminution de l'épaisseur par fluage (après 1 000 heures sous 200 kPa)	EN 1897-1	%	< 3
Masse surfacique	EN 965-95	g/m ²	500
Géotextile			
Masse surfacique	EN ISO 9864	g/m ²	120
Chute de cône	EN ISO 13433	mm	30
Poinçonnement statique (CBR)	EN ISO 12236	kN	1,4
Perméabilité dans le plan	EN ISO 11058	l/m ² .s	90
Ouverture de filtration	EN ISO 12956	µm	< 170
Geoflow			
Masse surfacique	EN ISO 9864	g/m ²	620
Épaisseur à 20 kPa/ 200 kPa	EN ISO 9863-1	mm	4,5 / 4,0
Résistance à la traction SP / ST	EN ISO 10319	kN/m	12 / 9
Allongement SP / ST	EN ISO 10319	%	40 / 50
Résistance à l'écrasement	ASTM D 1621	kPa	> 1 250
Poinçonnement statique (CBR)	EN ISO 12236	kN	1,6

SP : Sens de production ST : Sens transversal

A6.2 CONTRÔLE INTERNES SUR PROCESS DE FABRICATION ET PRODUITS FINIS

Canopia Vegetapis est fabriqué pour le compte de Siplast qui en assure la distribution. Un contrôle annuel peut être réalisé chez le fabricant. Les contrôles portent sur les matières premières et les produits finis avec contrôle des végétaux opéré tout au long de l'année et particulièrement à la palettisation, de sorte à valider un produit qualitatif (minimum 80 % de recouvrement, sans adventice, développement végétal correct).

A6.3 SÉCURITÉ

Canopia Vegetapis n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

lui procurent une grande capacité de débit, même sous de très fortes pressions et pentes réduites. Il se présente avec un géotextile non tissé en polypropylène thermo-soudé sur une des deux faces débordant de 10 cm pour le recouvrement. Les caractéristiques du produit sont indiquées dans les tableaux A7.1 à A7.3.

Tableau A7.2 – Capacité de débit dans le plan				
Géogrigille de drainage	Norme	Unité	Geoflow 44 -IF	
i = 1	EN ISO 12958	l/(m·s)*	σ = 20 kPa	1,26
			σ = 50 kPa	1,11
			σ = 200 kPa	0,76
			σ = 500 kPa	0,43

(*) : 1 l/(m·s) = 10⁻³ m²/s i : gradient hydraulique σ : pression normale au plan de la géogrigille de drainage.

Tableau A7.3 – Conditionnement				
	Longueur (m)	Largeur (m)	Surface par rouleau (m ²)	Poids d'un rouleau (kg)
Geoflow 44-1F	50	2	100	76

8. CALCUL DE LA HAUTEUR DE WATERROOF DUO® SUR TOITURE DE PENTE > 0 ET ≤ 5 %

L'épaisseur totale (Ept) de la couche en panneaux Waterroof Duo® est déterminée en fonction du volume d'eau à retenir et du profil de la toiture.

Ainsi pour une toiture rectangulaire à un rampant plan à pente constante, si :

- ▶ V = volume d'eau à retenir en m³ / 0,93
- ▶ Ln = longueur de la noue
- ▶ Lph = longueur de rampant en projection horizontale (en m)
- ▶ P = coefficient de pente (0,01 pour 1 % de pente)

Ln = longueur de noue

Pente de coefficient P

Longueur de rampant en projection horizontale

Alors dans le cas où : racine $\sqrt{(2V \times P / Ln)} \leq P$
 $Ept = 0,02 + \text{Racine } \sqrt{(2V \times P / Ln)}$ en m

Alors dans le cas où : racine $\sqrt{(2V \times P / Ln)} > P$
 $Ept = 0,02 + [(V / Ln) + (1/2 P \times Lph^2)] / Lph$

Dans tous les cas :

- ▶ Ept ne peut être inférieure à 65 mm :
- ▶ Ept doit au moins être égale à la hauteur d'eau cumulée en point bas calculée sur le volume d'eau à retenir + 0,02 m.

Remarque : pour les toitures avec pentes multiples comportant des arêtiers, le service technique de Siplast fournit le calcul de l'épaisseur de la couche de rétention pour le volume d'eau à prendre en compte selon le même principe que précédemment.

A9. DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DE SURVERSE ET DE LA COUCHE DE DÉSOLIDARISATION SUR TOITURE À PENTE NULLE

Les DPM doivent fixer le volume d'eau à retenir pour la surface de la toiture concernée. Alors pour :

- ▶ volume d'eau à retenir = V (en m³) ;
- ▶ surface de toiture = S (en m²).

Dans le cas où : $V/S \leq 0,06$ m

alors h la hauteur de la surverse (en m) = $V / (S \cdot 0,93)$ et Ept mini = h + 0,02 arrondi à l'épaisseur supérieure dans la gamme Waterproof Duo® et Nidarroof.

Nota : 0,93 étant le taux de vide de Waterproof Duo® et 0,02 la différence de niveau entre la surface de la couche de désolidarisation et la surverse.

Dans le cas où : $V/S > 0,06$ m

alors h la hauteur de la surverse (en m) = $(V/S) - 0,06 / 0,95$ + 0,065 et Ept mini = h + 0,02 arrondi à l'épaisseur supérieure dans la gamme Waterproof Duo® et Nidarroof.

Nota : 0,06 étant le volume d'eau / m² retenu par le 1^{er} lit de Waterproof Duo® ; 0,95 étant le taux de vide de Nidarroof (prendre 0,93 si Waterproof Duo® est utilisé également en lit supérieur) ; 0,065 étant la hauteur du 1^{er} lit en Waterproof Duo® et 0,02 la différence de niveau entre la surface de la couche de désolidarisation et la surverse.

Le volume d'eau à retenir est déterminé par le Bureau d'Études du Maître d'Ouvrage en conformité avec le « Mémento Technique 2017 - Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collectes des eaux usées » de l'ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et Environnement). Le Tableau A9 indique des exemples de solutions de rétention selon une approche événementielle sous intensité pluvieuse du lieu concerné pour une période de 10, 20 et 30 ans. Dans tous les cas, il convient de se référer aux exigences locales prévues au PLU.

Tableau A9									
Période de retour T	10 ans			20 ans			50 ans		
Pour orage 60 min.	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 1	Cas 2	Cas 3
Intensité d'eau mm/min	0,55	0,7	1	0,69	0,87	1,25	0,88	1,12	1,6
Volume d'eau en m ³ /m ²	0,033	0,042	0,060	0,041	0,052	0,075	0,053	0,067	0,096
Hauteur de surverse h en m	0,035	0,045	0,065	0,045	0,056	0,081	0,057	0,073	0,103
Ept mini en m	0,055	0,065	0,085	0,065	0,076	0,101	0,077	0,093	0,123
Solution en lit unique	Waterproof Duo®		—	Waterproof Duo®		—	—	—	—
Solution en 2 lits :									
▶ 1 ^{er} lit	—	—	Waterproof Duo® +	—	Waterproof Duo® +		Waterproof Duo® +		
▶ 2 ^e lit	—	—	Nidarroof 40-1F	—	Nidarroof 40-1F		Nidarroof 40-1F		Nidarroof 60-1F

À titre d'information, le choix des Cas 1 à 3 correspond aux intensités pluvieuses des Zones 1 à 3 de l'instruction technique de 1977.

Annexe B. Protection lourde dure, perméable et circulable en béton Hydromédia®

B1. DESCRIPTION DE BÉTON DRAINANT HYDROMÉDIA®

Le béton drainant Lafarge Hydromédia® est admis pour la réalisation de la protection dure de l'étanchéité. Il est mis en œuvre sur une couche de désolidarisation en panneaux Waterproof Duo®. Les limites d'emploi s'apparentent à la solution de dallage en béton armé coulé en place sur une couche de désolidarisation, tel que décrite dans le DTU 43.1.

B1.1 DÉFINITION DU PRODUIT

Hydromédia® est une solution de béton drainant qui présente une bonne performance hydraulique pour une grande variété d'applications (y compris sous circulation automobile), ainsi qu'une préservation des caractéristiques mécaniques et hydrauliques du produit au cours du temps. Cela repose sur l'originalité de la technique de formulation du béton Hydromédia®, qui permet de garantir une porosité élevée ($\geq 15\%$), prévisible et homogène sur l'ensemble de la surface et de l'épaisseur de la couche d'Hydromédia®.

Intégré au sein d'une structure drainante, Hydromédia® permet l'infiltration directe des eaux de pluie et leur évacuation, ou leur stockage temporaire avant évacuation vers un exutoire présentant un débit limité.

Le choix esthétique est large puisque Hydromédia® peut être coloré dans la masse (pigment introduit lors de la fabrication) ou bien coloré en surface une fois durci. Sa granulométrie peut également être adaptée en fonction de l'aspect recherché. Pour l'application avec le procédé Waterproof Duo®, les granulométries retenues sont $\frac{2}{4}$ et $\frac{4}{6}$.

B1.2 AVIS TECHNIQUE DE L'IDRRIM

Hydromédia® fait l'objet de l'Avis Technique n° 165 de l'IDRRIM (Institut de Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité).

Cet avis technique, valide jusqu'en avril 2024, couvre l'utilisation des 2 types d'Hydromédia® comme procédé de chaussées drainantes l'Hydromédia® Piéton et l'Hydromédia® Parking.

L'objectif premier du procédé couvert par l'avis technique de l'IDRRIM est la gestion des eaux pluviales sur des surfaces recouvertes, en favorisant l'infiltration des eaux au travers d'une couche supérieure en béton drainant.

Cette fonction combinée à la protection des systèmes d'étanchéité assurée par la dalle en Hydromédia® constitue les fonctions majeures apportées par le procédé pour une utilisation en toiture-terrasse accessible ou non.

B1.3 DOMAINES ET LIMITES D'EMPLOI

La gamme de revêtements en béton drainant Hydromédia® est composée de deux produits (déclinables localement en une variété de formules, selon les caractéristiques et la disponibilité des granulats et des pigments) possédant des performances mécaniques adaptées aux applications visées :

- ▶ Hydromédia® Piétons pour circulation piétonne exclusivement ;
- ▶ Hydromédia® Parking pour circulation véhicules légers (VL).

Tableau B1 – Limites d'emploi et applications visées pour Hydromédia®

	Revêtement Hydromédia® Piétons pour circulation piétonne exclusive	Revêtement Hydromédia® Parking pour circulation véhicules légers
Sollicitations admissibles	Circulation piétonne exclusive ou cycles (pas de véhicules à moteur)	Circulation de motocycles ou de véhicules légers
Applications visées	Toitures-terrasses accessibles aux piétons exclusivement, toitures-terrasses inaccessibles ou techniques, aire de jeux ou terrain de sport situé en toiture-terrasse (ou au-dessus de locaux enterrés, parking souterrain par exemple), etc.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Parking situé en toiture-terrasse ▶ Voie de circulation, hors zone de manœuvre, dont la vitesse est limitée à 30 km/h ▶ Accès pompiers

Tableau B2 – Épaisseurs minimales des dalles en Hydromédia®

Destination de la toiture-terrasse	Waterroof Duo ou Nidarroof 1F ou 2F		Nidarroof-Protect	
	Hydromédia®	E mini dalle	Hydromédia®	E mini dalle
TT accessible aux piétons et au séjour	Piétons	100 mm	Piétons	80 mm
TT accessible aux véhicules légers	Parking	150 mm	Parking	150 mm

B1.4 CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES DES DALLES DE PROTECTION EN BÉTON HYDROMÉDIA®

B1.4.1 ÉPAISSEURS MINIMALES DES DALLES DE PROTECTION EN BÉTON HYDROMÉDIA®

Les épaisseurs minimales des dalles de protection en béton Hydromédia® sont définies en fonction de la destination de la toiture-terrasse et de la maille des alvéoles de la couche support en conformité avec le tableau B2.

B1.4.2 TOLÉRANCES D'EXÉCUTION DES OUVRAGES

On peut considérer que les flèches maximales admissibles sont identiques à celles prévues par le DTU 43.1 :

- ▶ flèche maximale admissible de 0,010 m sous la règle de 2,00 m ;
- ▶ flèche maximale admissible de 0,002 m sous la règle de 0,20 m.

On a donc une tolérance d'exécution de ± 10 mm sur la réalisation des dalles de protection lourde.

Sachant que les épaisseurs de béton Hydromédia® données sont des valeurs minimales, toutes tolérances épuisées, on a donc les valeurs minimum et maximum suivantes :

- ▶ dalle de 80 mm - Cotation = 80 mm (+ 0/+ 20 mm) - Épaisseur entre 80 et 100 mm ;
- ▶ dalle de 100 mm - Cotation = 100 mm (+ 0/+ 20 mm) - Épaisseur entre 100 et 120 mm ;
- ▶ dalle de 150 mm - Cotation = 150 mm (+ 0/+ 20 mm) - Épaisseur entre 150 et 170 mm.

Nota : pour le calcul de structure, il conviendra de tenir compte de l'épaisseur maximale des dalles.

B1.5 CLASSES D'EXPOSITION

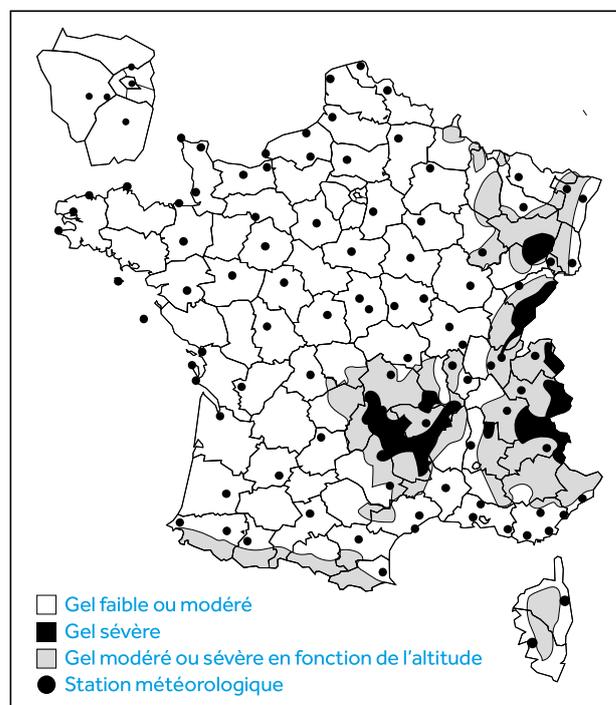
Les bétons drainants Hydromédia® peuvent être utilisés dans les situations où les classes d'exposition demandées par la norme NF EN 206/CN sont les suivantes :

- ▶ X0 – Aucun risque de corrosion, ni d'attaque : pour le béton non armé ou sans pièces métalliques noyées / Toutes les expositions, sauf l'abrasion, les attaques chimiques ou par le gel / dégel.

Nota : cette classe d'exposition couvre les situations correspondant aux classes d'exposition :

- ▶ XC1 à XC4 – Corrosion par carbonatation, en l'absence d'armatures et/ou de pièces métalliques noyées ;
- ▶ XD1 à XD3 – Corrosion par les chlorures autres que ceux de l'eau de mer, et en particulier pour les dalles des parcs de stationnement, ceux des sels de déverglaçage (classe XD3) ;
- ▶ XS1 et XS3 – Corrosion par les chlorures de l'eau de mer, à l'exception de la classe XS2 correspondant à des éléments de structures marines, où le béton est immergé en permanence. Le béton peut être exposé à l'air véhiculant du sel marin (classe XS1) ou à des projections d'eau de mer ou à des embruns (classe XS3 – bâtiments situés en front de mer) ;
- ▶ XF1 à XF4 – Attaque par le gel / dégel, avec ou sans agent de déverglaçage.

Les classes concernées sont plus spécifiquement les classes XF3 – Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage et XF4 – Forte saturation en eau avec agent de déverglaçage ou eau de mer.



N.B. : l'application d'Hydromédia® est strictement réservée aux zones de gel faible ou modéré, suivant la carte des zones de gel en France détaillée dans la figure NA.2 de la norme NF EN 206/CN.

B2. FABRICATION ET CONSTITUANTS D'HYDROMÉDIA®

B2.1 FABRICATION DU BÉTON HYDROMÉDIA® POUR PROTECTION DURE

Le béton drainant Hydromédia® est fabriqué sur les sites de production Lafarge Holcim Bétons (ou ceux de ses licenciés). Les constituants utilisés pour la fabrication du béton drainant Hydromédia® sont listés ci-dessous.

B2.2 CONSTITUANTS DU BÉTON HYDROMÉDIA®

B2.2.1 GRANULATS

Les granulats proviennent soit de carrières de roche massive, soit de gisements alluvionnaires. Ils sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 12 620 + A1 et à la norme NF P 18 545 qui la complète.

Les granulats ont une taille maximale D allant de 4 à 14 mm. Les caractéristiques minimales des gravillons utilisés pour les applications susceptibles d'être circulées par des véhicules légers sont les suivantes (cf. NF P18-545 article 9) :

- ▶ caractéristiques intrinsèques : code Cnc (i.e. LA25 et MDE 20) ;
- ▶ caractéristiques de fabrication : code III bis.

B2.2.2 LIANT

Le liant est composé de ciment conforme à la norme NF EN 197-1, de classe de résistance courante 42,5 ou 52,5.

B2.2.3 ADJUVANTS

Les adjuvants sont conformes à la norme NF EN 934-2.

B2.2.4 AJOUTS

Des ajouts peuvent être utilisés dans la formule pour améliorer les caractéristiques à l'état frais d'Hydromédia® (par exemple, pour accroître la durée pratique d'utilisation).

B2.2.5 EAU DE GÂCHAGE

L'eau de gâchage est conforme à la norme EN 1008.

B2.2.6 COLORANTS

Les colorants sont conformes à la norme NF EN 12 878.

B3. CARACTÉRISTIQUES DU PRODUIT HYDROMÉDIA® GARANTIES PAR LAFARGE HOLCIM

B3.1 FORMULATION

Le tableau B3 ci-dessous présente les plages de dosage de différents constituants d'Hydromédia®.

Tableau B3 – Plages de dosages des constituants d'Hydromédia®	
Constituants	Dosages (% massique)
Ciment	12 – 18 %
Granulat	70 – 85 %
Eau	5 – 8 %
Adjuvant	Maximum 1 %
Colorant	0 – 1 %
Ajout	0 – 1 %

B3.2 CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Le tableau B4 ci-contre présente les caractéristiques mécaniques des bétons Hydromédia® mesurées sur éprouvettes.

N.B.1 : il s'agit de valeurs minimales garanties pour l'ensemble des formulations. Les déclinaisons locales des formules d'Hydromédia® peuvent présenter des performances techniques sensiblement supérieures à ces valeurs minimales, selon les caractéristiques et les dosages des composants utilisés localement.

N.B.2 : la méthode de confection des éprouvettes est présentée au chapitre B8.3.

B3.3 CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES

Le tableau B5 ci-contre présente les caractéristiques hydrauliques d'Hydromédia® mesurées sur éprouvettes.

N.B. : il s'agit de valeurs minimales garanties pour l'ensemble des formulations. Les déclinaisons locales des formules d'Hydromédia® peuvent présenter des performances techniques sensiblement supérieures à ces valeurs minimales, selon les caractéristiques et les dosages des composants utilisés localement.

Par ailleurs, il est possible de mesurer in situ la drainabilité d'un ouvrage en Hydromédia® en réalisant l'essai au drainomètre de chantier (cf. norme NF EN 12 697-40).

Cette mesure est effectuée à la surface de l'ouvrage et donne une estimation du niveau de drainabilité du système complet (revêtement + assise).

Tableau B4 – Caractéristiques mécaniques spécifiées du béton Hydromédia®

Caractéristiques mécaniques	Méthodes d'essais	Engagement Lafarge Holcim	
		Béton Hydromédia® pour circulation piétonne exclusive	Béton Hydromédia® pour circulation VL et PL occasionnels
Résistance caractéristique à la compression à 28 jours	NF EN 12 390-3	10 MPa	15 MPa
Résistance caractéristique en traction par fendage à 28 jours	NF EN 12 390-6	1,0 MPa	1,3 MPa
Module d'élasticité E cm		16 GPa	20 GPa

Tableau B5 – Caractéristiques hydrauliques d'Hydromédia®

Caractéristiques hydrauliques	Méthodes d'essais	Engagement Lafarge Holcim
Porosité ouverte	Protocole d'essai interne*, par remplissage d'eau des échantillons	≥ 15 %
Perméabilité à l'eau	Protocole d'essai interne**, par application d'une colonne d'eau de hauteur constante sur l'échantillon et mesure du débit le traversant	≥ 3 mm / s

* Méthode d'essai pour la détermination de la porosité ouverte décrite en annexe B-7.1.

** Méthode d'essai pour la détermination de la perméabilité à l'eau décrite en annexe B-7.2.

B3.4 COMPORTEMENT VIS-À-VIS DU GEL

N.B. : l'application d'Hydromédia® est strictement réservée aux zones de gel faible ou modéré, suivant la carte des zones de gel en France détaillée dans la figure NA.2 de la norme NF EN 206/CN, figurant au paragraphe B-1.5.

B4. FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE DU BÉTON DRAINANT HYDROMÉDIA®

B4.1 COMMANDE DU BÉTON - FABRICATION

L'entreprise chargée de la mise en œuvre devra indiquer lors de la commande :

- ▶ l'application visée : toiture-terrasse piétons ou toiture-terrasse parking.
- ▶ la granulométrie retenue (¼ ou ⅙), ainsi que le coloris, le cas échéant.
- ▶ la quantité totale commandée, ainsi que le planning prévisionnel des livraisons.
- ▶ pour chaque coulage, l'Entreprise devra communiquer le cubage exact du béton mis en œuvre afin d'éviter les compléments de faible volume.

Le béton drainant Hydromédia® est fabriqué sur les sites de production Lafarge Holcim Bétons (ou ceux de ses licenciés). Le transport du béton frais est ensuite assuré par camion toupie jusqu'au chantier.

Les constituants utilisés pour la fabrication du béton drainant Hydromédia® sont donnés en annexe B2.

B4.2 PRÉPARATION DU SUPPORT DESTINÉ À RECEVOIR LA PROTECTION LOURDE EN BÉTON DRAINANT

Le complexe (pare-vapeur + isolant + étanchéité bitumineuse + couche de rétention) devra être mis en œuvre par l'entreprise d'étanchéité, suivant les préconisations des avis techniques de Siplast et suivant les Règles de l'Art, avant la mise en œuvre de la protection lourde en béton drainant Hydromédia®.

La plateforme support sera protégée des salissures jusqu'à l'intervention de l'entreprise réalisant la protection lourde.

B4.3 LIVRAISON DU BÉTON SUR CHANTIER

- Lafarge Holcim prend en compte la fabrication du béton Hydromédia® dans le planning de fabrication de la centrale à béton retenue, en fonction du volume demandé, de l'heure de livraison souhaitée et du temps de transport estimé.
- Le béton livré sur chantier fait l'objet d'un bon de livraison, qui peut être dématérialisé, et qui reprend toutes les informations concernant la livraison en objet.
- L'Entreprise doit vérifier l'accessibilité du chantier et prévoir une aire de livraison sécurisée pour le camion toupie.
- Avant tout déchargement, le représentant de l'Entreprise sur le chantier doit vérifier la conformité de la livraison par rapport à la commande.

B4.4 MANUTENTION DES VOLUMES DE BÉTON SUR CHANTIER

La manutention du béton drainant Hydromédia® sur chantier peut être réalisée de différentes manières :

- ▶ La répartition du béton Hydromédia® peut être réalisée, en utilisant une grue de chantier et une benne à ouverture large. Cette solution permet de répartir le béton de manière homogène sur l'ensemble de la surface à traiter, en évitant les accumulations ponctuelles préjudiciables pour la structure.
- ▶ La manutention du béton Hydromédia® peut également être réalisée par des engins de chantier roulants (par exemple, chariot motorisé avec godet basculant frontal ou latéral type SAMBRON) dont la charge utile devra être dimensionnée en fonction de la résistance de la structure porteuse. La manutention peut également être réalisée à la brouette pour des quantités faibles.

Nota important : pour tous les engins roulants sur la zone de travail, il conviendra de prévoir un chemin de roulement provisoire permettant de répartir la charge et d'éviter de détériorer les éléments en place.

B4.5 CHOIX DE LA TECHNIQUE DE MISE EN ŒUVRE

Le choix de la technique de mise en œuvre dépend de la taille et de la configuration du chantier, ainsi que du type de béton drainant Hydromédia® mis en place : Hydromédia®

Piétons ou Hydromédia® Parking, mais aussi du choix de l'Entreprise. En effet, il est nécessaire d'assurer un compactage correct du béton dans le cas d'Hydromédia® Parking circulaire Véhicules Légers, afin d'obtenir les performances mécaniques visées sur le béton de l'ouvrage.

N.B. : la technique de compactage du béton Hydromédia® par plaque vibrante sur panneaux bois peut présenter des risques pour les isolants sous-jacents. En présence d'isolants sur la dalle, on choisira la technique du rouleau lesté.

B4.6 COULAGE DE LA DALLE

Le coulage de la dalle est réalisé en 3 étapes :

- ▶ **Délimitation des zones de coulage :** Le coulage de la dalle peut être réalisé par plots de 25 m² de superficie maximale. Chaque plot à couler est délimité soit par des joints de fractionnement mis en place à l'avance, soit par des bastaings qui serviront de repère pour le tirage du béton (prendre en compte la surépaisseur de béton foisonné).
- ▶ **Approvisionnement du béton :** le béton Hydromédia® est amené à poste avec une benne à ouverture large et réparti, de la façon la plus homogène possible, sur toute la surface du plot à couler. Un tirage au rateau permet de finaliser la répartition du béton dans les zones difficiles d'accès.
- ▶ **Tirage du béton :** le béton sera ensuite tiré à la règle ou au rouleau stricker pour obtenir une bonne homogénéité et une bonne planéité de la surface du béton frais avant compactage.

Tableau B6 – Techniques utilisables pour la mise en œuvre du béton Hydromédia®

	Étape 1 Tirage du béton	Étape 2 Compactage / Finition
Hydromédia® Piétons pour circulation piétonne	Règle ou rouleau Striker	Lisseuse ou plaque vibrante sur panneaux bois (si absence d'isolants sur la dalle)
Hydromédia® Parking pour circulation Véhicules Légers	Règle ou rouleau Striker	Rouleau lesté (lester le rouleau de manière à appliquer une charge totale de 50 kg / ml) ou Plaque vibrante sur panneaux bois (lorsque la configuration du chantier ne permet pas l'utilisation du rouleau lesté et en l'absence d'isolants sur la dalle)

N.B. : une finition par lissage de la surface à l'aide d'un hélicoptère (truelle mécanique) muni d'un plateau à talocher permet de parfaire l'aspect et la planéité du revêtement en Hydromédia®, pour des chantiers soumis à une exigence esthétique particulière.

B4.7 RÉALISATION DES JOINTS

Les joints de fractionnement de la dalle en béton Hydromédia® se font tous les 25 m² et peuvent être réalisés :

- ▶ par un calepinage préalable de profils plastiques ou métalliques, ou d'éléments décoratifs complémentaires (pavés bétons, par exemple...) mis en place avant la mise en œuvre du béton drainant Hydromédia® :

- ▶ sur béton frais, en utilisant par exemple un rouleau lesté muni d'un disque ;
- ▶ sur béton durci à 48 h, par sciage, avec une scie pour sols munie d'un disque spécial bétons ;
- ▶ l'espacement maximal entre les joints est de 5 m dans les deux directions.

B4.8 VIBRATION OU COMPACTAGE DU BÉTON

Le compactage du béton drainant Hydromédia® doit permettre d'obtenir la porosité minimale garantie, tout en garantissant la résistance mécanique minimale du béton en fonction de l'utilisation.

Pour les toitures-terrasses accessibles uniquement aux piétons, le compactage peut être réalisé soit à la lisseuse vibrante ou à la plaque vibrante sur panneaux bois.

Pour les toitures-terrasses accessibles aux véhicules, le compactage devra être réalisé au rouleau lesté (lester le rouleau de manière à appliquer une charge totale de 50 kg/ml). Lorsque la configuration du chantier ne permet pas l'utilisation du rouleau lesté et en l'absence d'isolants sur la dalle, le compactage sera réalisé à la plaque vibrante sur panneaux bois. Pour les zones difficiles d'accès, le compactage peut être réalisé à la dame manuelle.

B4.9 CURE

■ Le béton drainant Hydromédia® doit faire l'objet d'une cure (voir NF P 18-370).

■ Dans le cas du béton drainant Hydromédia® Piétons, la cure est réalisée par pulvérisation du produit de cure Pieri Curing SLC sur la surface du béton frais (voir fiche technique du produit en annexe).

■ Dans le cas du béton drainant Hydromédia® Parking, la cure est effectuée par mise en place d'un film polyéthylène sur la surface du béton frais et maintenu pendant 7 jours.

B4.10 TRAITEMENTS DE FINITION

■ Produit de protection antitache : PIERI Protec Resin – protège les supports contre l'incrustation des tâches de toutes natures - aspect brillant, appliqué au pulvérisateur en deux couches croisées à 7 jours - 5 à 8 m² / litre – forte augmentation de la glissance (37 au lieu de 50).

■ Durcisseur de surface : Increte Clear Seal – aspect mouillé, appliqué au pulvérisateur – 8 m² / litre – forte augmentation de la glissance (35 au lieu de 50).

■ Chryso Renocrete Color : protection longue durée par minéralisation – application au rouleau – 250 à 300 g/m² en 1 à 3 couches – séchage rapide – remise en circulation dans des délais courts – légère augmentation de la glissance (42 au lieu de 50).

■ kerlys – kerlaquaroute : peinture routière – application au rouleau ou au pistolet – Non glissante même par temps de pluie – 1,5 à 3,5 m²/kg/couche de 600 microns – diminution de la glissance (52 au lieu de 50).

B4.11 MISE EN SERVICE DE L'OUVRAGE

■ Dans le cas du béton drainant Hydromédia® Piétons pour circulation piétonne exclusive, la remise en service est possible à 24 h.

■ Dans le cas du béton drainant Hydromédia® Parking pour circulation VL, l'ouverture au trafic est possible à partir de 7 jours, la cure du béton étant terminée.

B5. DISPOSITIONS PRISES PAR LAFARGE HOLCIM POUR ASSURER LA QUALITÉ DES BÉTONS HYDROMÉDIA®

B5.1 CONSTITUANTS

Pour les granulats, le contrôle de la qualité se fait par le choix des carrières ayant un système d'attestation de conformité de niveau 2+ ou 4 (marquage CE).

Les ciments utilisés sont fabriqués dans des cimenteries certifiées ISO 9001.

B5.2 CONTRÔLES QUALITÉ

Le tableau B7 (cf. page suivante) présente les contrôles de fabrication que Lafarge Holcim met en œuvre pour assurer la qualité et la régularité des bétons Hydromédia®.

N.B. : la méthode de confection des éprouvettes pour les essais mécaniques est présentée en annexe B8.3 et la méthode pour la détermination de la porosité ouverte est présentée en annexe B7.1.

B5.3 FORMATION DES ENTREPRISES APPLICATRICES À LA MISE EN ŒUVRE

Lafarge Holcim assure la formation des entreprises applicatrices aux techniques de mise en œuvre du béton Hydromédia®. Cette formation théorique et pratique, d'une durée d'une journée, est dispensée par des démonstrateurs spécifiquement formés par Lafarge Holcim, qui assurent également le suivi de la mise en œuvre du premier chantier *a minima*, réalisé en conditions réelles par l'entreprise. La liste des documents, mis à disposition de l'entreprise applicatrice, est la suivante :

- ▶ check-list chantier ;
- ▶ liste du matériel nécessaire ;
- ▶ fiches de préconisation de mise en œuvre :
 - par lissage manuel,
 - à la plaque vibrante sur panneaux de bois,
 - au rouleau Striker,
 - au rouleau lesté,
 - finition à l'hélicoptère.

Tableau B7 – Contrôles qualité effectués par Lafarge Holcim sur le béton Hydromédia®

Points de contrôle	Méthode	Fréquence
Teneur en eau du granulat	Par séchage	Avant la 1 ^{re} gâchée de la journée et si nouvelle livraison de granulat dans la même journée
Qualité du béton frais	Appréciation visuelle + test du gant (voir annexe B8-1) + densité vrac (voir annexe B8-2)	À chaque livraison
Valeur wattmètre du malaxeur	Noter la valeur wattmètre et en cas de changement important (dépassement de seuil) vérifier la cause avant la livraison	À chaque gâchée
Résistance à la compression à 28 jours	NF EN 12 390-3	À chaque chantier
Résistance à la traction par fendage à 28 jours	NF EN 12 390-6	Uniquement pour les chantiers Hydromédia® usage circulé/parking, de volume > 50 m ³
Porosité ouverte	Protocole d'essai interne, par remplissage d'eau des échantillons (voir annexe B7-1)	À chaque chantier

N.B. : la méthode de confection des éprouvettes pour les essais mécaniques est présentée en annexe B8.3 et la méthode pour la détermination de la porosité ouverte est présentée en annexe B7.1.

B6. ENTRETIEN DES REVÊTEMENTS EN HYDROMÉDIA®

B6.1 PRÉCONISATIONS D'ENTRETIEN

Comme tous les revêtements, le béton drainant Hydromédia® nécessite d'être entretenu. En plus de régénérer l'aspect de la surface, le nettoyage et l'entretien du béton drainant Hydromédia® visent à éviter le colmatage de la porosité de surface par des débris et des salissures.

B6.2 MAINTIEN DE LA PERMÉABILITÉ DANS LE TEMPS

La perméabilité d'une surface de parking en béton drainant Hydromédia®, réalisée en 2010 sur le site de l'INSA de Lyon (69) a été suivie sur 3 ans, par le biais de mesures de vitesse d'infiltration d'eau en surface de l'ouvrage réalisées à l'aide d'un drainomètre de chantier. Les résultats montrent, que même sans aucun entretien, ni maintenance, le revêtement du parking reste très drainant après 3 années d'utilisation, avec des vitesses d'infiltration supérieures à 500 litres/min/m².

Tableau B8 – Préconisations d'entretien des revêtements en béton drainant Hydromédia®

Type	Action	Fréquence	Matériel préconisé	Pourquoi
Entretien courant	Balayage de la surface	2 fois par an (ou plus si nécessaire)	Balai manuel ou mécanique (par exemple, balayeuse pour voirie munie de brosses et d'un aspirateur)	Enlever la pollution de surface (feuilles, déchets, poussière)
	Lavage haute pression	1 fois par an (ou plus si nécessaire)	Nettoyeur haute pression réglé à 120 bars maximum avec lance équipée d'une buse à jet plat. Conseil : tenir la lance le plus à plat possible par rapport à la surface du béton, afin de repousser la pollution et éviter de l'enchâsser dans la porosité	Enlever la pollution superficielle et régénérer l'aspect de surface du béton
Entretien curatif	Décolmatage	Requis lorsque drainabilité insuffisante (proche du seuil limite de 120 l/min/m ² à l'essai au drainomètre de chantier)	Machines de traitement hydromécanique (par exemple, machines Sandmaster)	Régénérer l'aspect de surface ainsi que la perméabilité du revêtement en béton drainant Hydromédia®
Entretien hivernal	Surveillance accrue – Utilisation de saumure classique (type chlorure de sodium ou chlorure de calcium) en cas de gel ou de neige.			

B7. PROTOCOLES D'ÉVALUATION DU MATÉRIAU HYDROMÉDIA® PROPOSÉS PAR L'ENTREPRISE LAFARGE HOLCIM

B7.1 MÉTHODE D'ESSAI LAFARGE HOLCIM POUR LA DÉTERMINATION DE LA POROSITÉ OUVERTE

B7.1.1 PRÉAMBULE

La porosité ouverte d'Hydromédia® représente le pourcentage de vides communiquant entre eux et avec l'extérieur. Elle est mesurée sur une série de 3 éprouvettes Ø16 cm x H 32 cm, après 24 h minimum de durcissement du béton.

B7.1.2 MODE OPÉRATOIRE

- Conserver l'éprouvette en Hydromédia® dans le moule carton pour effectuer l'essai.
- Placer l'échantillon sur la balance, tarer et verser de l'eau dessus jusqu'à ce que le niveau de l'eau atteigne la surface Supérieure de l'échantillon.
- Tapoter légèrement sur le côté de l'éprouvette pour faire remonter les bulles d'air.
- Compléter de nouveau avec de l'eau.
- Noter la masse d'eau totale introduite (M).
- Démouler l'éprouvette, relever ses dimensions (diamètre, hauteur) et calculer son volume (V).
- Calculer la porosité ouverte : $P \% = 100 \times (M / V)$.

La porosité ouverte de la formule du béton Hydromédia® utilisé est la moyenne obtenue sur les 3 éprouvettes.

B7.2 MÉTHODE D'ESSAI LAFARGE HOLCIM POUR LA DÉTERMINATION DE LA PERMÉABILITÉ À L'EAU

B7.2.1 PRÉAMBULE

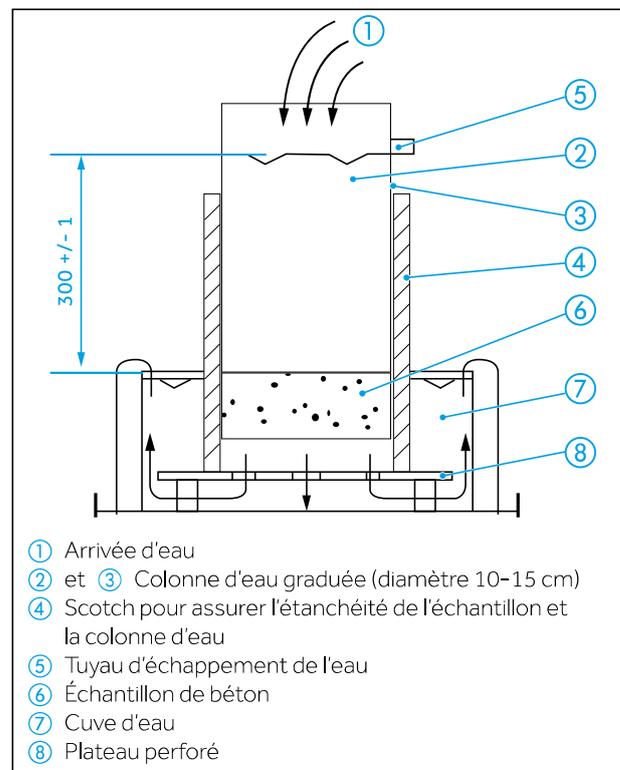
La perméabilité à l'eau d'Hydromédia® est déterminée en s'inspirant de la norme NF EN 12 697-19 (méthode de la colonne d'eau à hauteur constante). La mesure est réalisée avec un appareil spécifique Lafarge Holcim, suivant schéma ci-dessous.

B7.2.2 PRINCIPE

Une colonne d'eau de hauteur constante est appliquée à l'éprouvette cylindrique. L'eau percole à travers l'échantillon de béton Hydromédia® pendant un temps donné. Le principe consiste à mesurer la différence de débit entre l'alimentation en eau du système et l'évacuation du trop-plein, qui correspond au débit traversant l'échantillon. L'échantillon est en permanence imbibé sur toute sa hauteur.

Les échantillons de béton Hydromédia® (éprouvettes ou carottes) doivent être de forme cylindrique de diamètre $152 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ et de hauteur comprise entre 50 et 100 mm.

Il est préconisé de faire l'essai sur un béton ayant une maturation de 28 jours minimum, afin de mesurer sa perméabilité dans un état d'hydratation proche de son état final.



B7.2.3 MODE OPÉRATOIRE

1. PRÉPARATION DE L'ÉPROUVETTE

- Les éprouvettes peuvent être obtenues par sciage ou par carottage.
- Les échantillons issus d'éprouvettes cylindriques de Ø 150 mm sont sciés généralement à une hauteur de 100 mm.
- Les échantillons peuvent provenir d'une dalle en béton Hydromédia® en place : dans ce cas, la dalle est carottée avec un carottier de Ø 152 mm, puis la carotte est sciée à 100 mm de hauteur.
- Mesurer au mm près les dimensions : L (hauteur) et D (diamètre) de l'éprouvette.
- L'éprouvette doit être nettoyée avant essai pour éviter les perturbations d'écoulement de l'eau.
- Imperméabiliser les côtés de l'éprouvette au moyen, par exemple, d'un ruban adhésif.

2. MISE EN PLACE DE L'ÉPROUVETTE

- Mettre en place l'éprouvette dans le porte échantillon.
- Mettre en place le porte échantillon chargé dans le socle.
- Positionner la colonne et clipser les 3 attaches.
- Remplir la colonne avec de l'eau jusqu'à ce que le socle déborde : l'échantillon est alors totalement imprégné sur une hauteur de 10 cm.
- Laisser l'eau pénétrer dans l'éprouvette pendant 10 minutes minimum.

■ Après cette période, l'éprouvette est considérée comme saturée d'eau et l'air occlus évacué.

■ Remettre la circulation d'eau dans la colonne et régler le débit d'arrivée de manière à ce que le trop-plein s'écoule régulièrement : dans la colonne, le niveau d'eau ne baisse pas, ni ne monte, et suffisamment, pour que l'on puisse lire un débit sur le débitmètre.

3. MESURES

Après une minute de stabilisation, les mesures de débits sont faites manuellement pour l'arrivée d'eau (Q1), et pour le trop-plein (Q2), de la façon suivante :

- ▶ Recueillir l'eau dans un bécher pendant un temps T (s) déterminé (par exemple, 30 secondes) et noter le volume d'eau V (mm³) ;
- ▶ Calculer les débits Q1 et Q2 (mm³/s), en utilisant la formule $Q \text{ (mm}^3\text{/s)} = V \text{ (mm}^3\text{)} / T \text{ (s)}$.

4. EXPRESSION DES RÉSULTATS

On calcule la perméabilité verticale Kv de chaque corps d'épreuve, en utilisant la formule de Darcy :

$K_v = 4 \times L \times (Q_1 - Q_2) / \pi \times h \times D^2$, dans laquelle on a :

- ▶ Kv est la perméabilité verticale de l'échantillon, en mm/s ;
- ▶ Q1 est le débit de l'alimentation en eau du perméamètre, en mm³/s ;
- ▶ Q2 est le débit d'eau sortant du trop-plein du perméamètre, en mm³/s ;
- ▶ L est la hauteur de l'éprouvette, en mm ;
- ▶ H est la hauteur constante de la colonne d'eau, en mm ;
- ▶ D est le diamètre de l'éprouvette, en mm.

B8. CONTRÔLES DE LA QUALITÉ DU BÉTON FRAIS

B8.1 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU BÉTON FRAIS : TEST DU GANT

PROTOCOLE D'ESSAI

Former une boule de béton dans une main, puis l'ouvrir :

- ▶ Aspect conforme : les gravillons doivent s'ébouler dans la main ; une fois le béton jeté, quelques gravillons restent collés au gant et des spots de pâte doivent être visibles ;
- ▶ Aspect trop sec : la boule reste en forme dans la main ; une fois le béton jeté, peu ou pas de pâte reste collée au gant ;
- ▶ Aspect trop humide : les gravillons s'éboulent et de la ségrégation est visible ; une fois le béton jeté, beaucoup de pâte reste sur le gant.

B8.2 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU BÉTON FRAIS : MESURE DE LA DENSITÉ VRAC

C'est un indicateur de la fermeté ou de la bonne fluidité du béton. En effet, si la fluidité de la pâte est correcte, elle ne va pas interférer avec les points de contact entre granulats dans l'état vrac. Une pâte plus ferme va interférer et la densité vrac sera moins élevée.

1. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Récipient : bol d'aéromètre à béton – Volume 8 litres / Ø 203 mm / Hauteur 248 mm.
- Main écope.
- Règle à araser.
- Balance.

2. PROTOCOLE D'ESSAI

- Remplir le récipient avec du béton, en laissant un excédent à la surface. Afin de ne pas compacter le béton lors du remplissage, le bord de la main écope ne doit pas être à plus de 50 mm au-dessus du récipient.
- Araser et enlever l'excédent de béton à la surface en utilisant la règle à araser. La tenir en formant un angle de 45° avec la surface, de telle sorte que le béton ne soit pas repoussé dans le récipient.
- La surface doit être relativement plate. Peser et noter la masse de béton dans le bol au gramme près.

3. ANALYSE DU RÉSULTAT DU CONTRÔLE

- Comparer la valeur de la densité vrac mesurée lors du contrôle à la densité cible établie lors des essais de conformance de la formule.
- La tolérance acceptée sur le résultat de la densité vrac est égale à : densité cible ± 10 %.

B8.3 MÉTHODE POUR LA CONFECTION DES ÉPROUVETTES

La méthode est basée sur le compactage des éprouvettes par piquages. Le nombre de piquages est fonction de la technique de mise en œuvre utilisée sur chantier, et donc de l'énergie de compactage appliquée au béton, afin d'être le plus représentatif possible de la résistance sur l'ouvrage.

1. ÉQUIPEMENT REQUIS

- Moules cartons cylindriques : Ø 11 cm x 22 cm pour mesurer la résistance à la compression et Ø 16 cm x 32 cm pour mesurer la résistance au fendage.
- Tige de piquage.
- Main écope.
- Règle à araser.
- Truelle.

2. PROCÉDURE DE CONFECTION DES ÉPROUVETTES

Remplir le moule à 1/3 de la hauteur totale.

- Piquer verticalement X fois, en commençant par le bord du moule et en allant dans le sens horaire. La valeur de X dépend du niveau de compaction sur site (voir tableau B9).
- Compléter le remplissage du moule aux 2/3 de la hauteur totale.
- Piquer verticalement X fois, en commençant par le bord du moule et en allant dans le sens horaire, en pénétrant de 1 cm dans la première couche.

- Remplir entièrement le moule.
- Piquer verticalement X fois, en commençant par le bord du moule et en allant dans le sens horaire, en pénétrant de 1 cm dans la deuxième couche.
- Araser et enlever le béton excédentaire en utilisant la règle (ou compléter, si besoin).

- Aplanir la surface de l'éprouvette à la truelle.
- Recouvrir le moule avec un couvercle.

Conservation des éprouvettes : procéder de façon identique aux bétons traditionnels (voir NF EN 12 390-2).

Tableau B9 - Préparation des éprouvettes			
Énergie de compactage	Exemple de technique de mise en œuvre	Confection des éprouvettes	Schéma piquage
Faible	Mis à niveau et lissé manuellement	5 piquages	
Moyenne	Finisseur à enrobé	10 piquages	
Élevée	Plaque vibrante	19 piquages	

B9. CONTRÔLES DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA PROTECTION LOURDE EN HYDROMÉDIA®

B9.1 PRÉLÈVEMENT DES ÉPROUVETTES DE CONTRÔLE

- Le nombre d'éprouvettes de contrôle est de 1 pour 250 m².
- Les éprouvettes sont réalisées par carottage sur béton durci (7 jours minimum).

B9.2 VÉRIFICATION DE L'ÉPAISSEUR DE LA DALLE DE PROTECTION

- La hauteur des éprouvettes est mesurée à ± 1 mm.
- Toutes les valeurs mesurées doivent être supérieures à l'épaisseur minimale de la protection prévue, en fonction de la destination prévue et du support Nidarroof utilisé.

B9.3 VÉRIFICATION DU COMPACTAGE DU BÉTON HYDROMÉDIA®

- On détermine la masse et le volume des éprouvettes réalisées.
- On calcule la densité moyenne pour chaque éprouvette et on la compare à la densité moyenne de référence de la formule utilisée.
- On vérifie également la porosité ouverte des éprouvettes, en utilisant la méthode décrite au § B7.1.

Annexe C. Entretien de la végétation

C1. GÉNÉRALITÉS

L'objectif de l'entretien de la végétalisation est de :

- ▶ Obtenir et conserver un taux de couverture végétale $\geq 80\%$;
- ▶ maîtriser le développement d'espèces adventices ;
- ▶ Assurer le développement durable de la végétation choisie.

L'entretien est obligatoire et doit être formalisé par un contrat entre le maître d'ouvrage et l'entreprise ayant réalisé la végétalisation, au plus tard à la réception de l'ouvrage. L'accès à la toiture nécessaire aux futures opérations d'entretien doit être prévu par le maître d'œuvre dès la conception de la toiture. Lors des opérations d'entretien, et comme pour toute toiture inaccessible, la sécurité du personnel doit être assurée vis-à-vis des chutes de hauteur.

Les critères d'entretien des toitures végétalisées sont définis dans les Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées qui différencient trois périodes :

- ▶ La période de parachèvement : c'est la période comprise entre l'installation de la végétalisation et la réception de l'ouvrage. Sa durée sera variable en fonction des conditions de coordination du chantier. Les travaux de parachèvement font partie intégrante du marché de travaux et sont à la charge de l'entreprise ayant réalisé la végétalisation ;
- ▶ La période de confortement : c'est la période comprise entre la réception de l'ouvrage jusqu'au démarrage de l'entretien courant (celui-ci commence dès l'obtention d'un taux de couverture $\geq 80\%$). Sa durée pourra varier en fonction de la mise en œuvre de la végétation retenue⁽¹⁾. Les travaux de confortement font partie intégrante du contrat d'entretien et sont à la charge du maître d'ouvrage ;
- ▶ La période d'entretien courant : elle commence après l'obtention d'un taux de couverture $\geq 80\%$. Les travaux d'entretien courant font également partie intégrante du contrat d'entretien et sont à la charge du maître d'ouvrage. L'entretien (concernant distinctement le confortement et l'entretien courant) est formalisé dans un contrat d'entretien. Pour les systèmes extensifs la fréquence de passage préconisée est de 2 passages/an minimum.

C2. OPÉRATIONS D'ENTRETIEN

Les préconisations générales d'entretien sont les suivantes :

- ▶ Enlèvement des déchets apportés par le vent sur les surfaces végétalisées et les zones stériles ;
- ▶ Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices) ;
- ▶ Nettoyage des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales et zones stériles ;
- ▶ Arrosage si nécessaire en fonction des conditions climatiques.

OPÉRATIONS PARTICULIÈRES RÉALISÉES AU PRINTEMPS

- Enlèvement des déchets apportés par le vent sur les surfaces végétalisées et sur les zones stériles ;
- Remise en place de la couche de culture en cas de déplacement par le vent ou la pluie ;
- Bouturage des zones vierges (pour les systèmes extensifs) : prélever des feuilles sur le pied mère, installer les feuilles sur un lit de substrat (85 % minéral), arroser régulièrement le premier mois ;
- Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices hautes) ;
- Fertilisation d'appoint : corne broyée (engrais simple organique, naturellement azoté à libération lente et progressive) ou engrais à libération progressive (6 mois) avec effet starter (30 à 35 g/m²) ;
- Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales ;
- Arrosage si nécessaire en relation avec les conditions climatiques ;
- Le réglage de l'irrigation et la mise en eau (pour les toitures en zone 2 – cf. figure C1).

OPÉRATIONS PARTICULIÈRES RÉALISÉES EN ÉTÉ

- Le contrôle et le nettoyage de la zone stérile et des nappes d'évacuation pluviales ;
- La descente des débris courants et menus objets au pied du bâtiment pouvant être présents dans des conditions normales d'utilisation de la toiture, le chargement et l'enlèvement de ceux-ci ;
- Le désherbage manuel des grands adventices ;
- L'enlèvement des déchets végétaux (feuilles d'arbres, etc.) non liés la végétalisation ;
- Contrôle de l'irrigation (pour les toitures en zone 2 – cf. figure C1) et arrosage le jour de l'entretien ;
- En période de canicule et de sécheresse, un arrosage hebdomadaire est préconisé de 7 à 9 mm le matin ou le soir (non inclus dans l'entretien courant).

(1) Nota : l'installation de Canopia Vegetapis conduit à un taux de couverture $\geq 80\%$. Ainsi dès réception (fin de la période de parachèvement), l'entretien devient courant (pas d'entretien de confortement à prévoir).

OPÉRATIONS PARTICULIÈRES RÉALISÉES EN AUTOMNE

- Bouturage des zones vierges : prélever des feuilles sur le pied mère ;
- installer les feuilles sur un lit de substrat (85 % minéral) et arroser régulièrement le premier mois ;
- Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices hautes) ;

- Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales et zones stériles ;
- Réglage de l'irrigation et de la purge (pour les toitures en zone 2 – cf. figure C1) ;
- L'arrosage, uniquement le jour de l'entretien (pour les toitures en zone 2 – cf. figure C1).

Figure C1 – Carte des zones climatiques – épaisseur de substrat et irrigation

Installation d'un système d'irrigation en fonction des zones de pluviométrie (cf. 7.6.2) :

- ▶ zone 1 (Nord) : Canopia Substrat en 6 cm et système d'irrigation pas nécessaire ;
- ▶ zone 2 (Sud) : Canopia Substrat en 7 cm et système d'irrigation nécessaire (sauf étude particulière selon localisation toiture).

Le système d'irrigation doit :

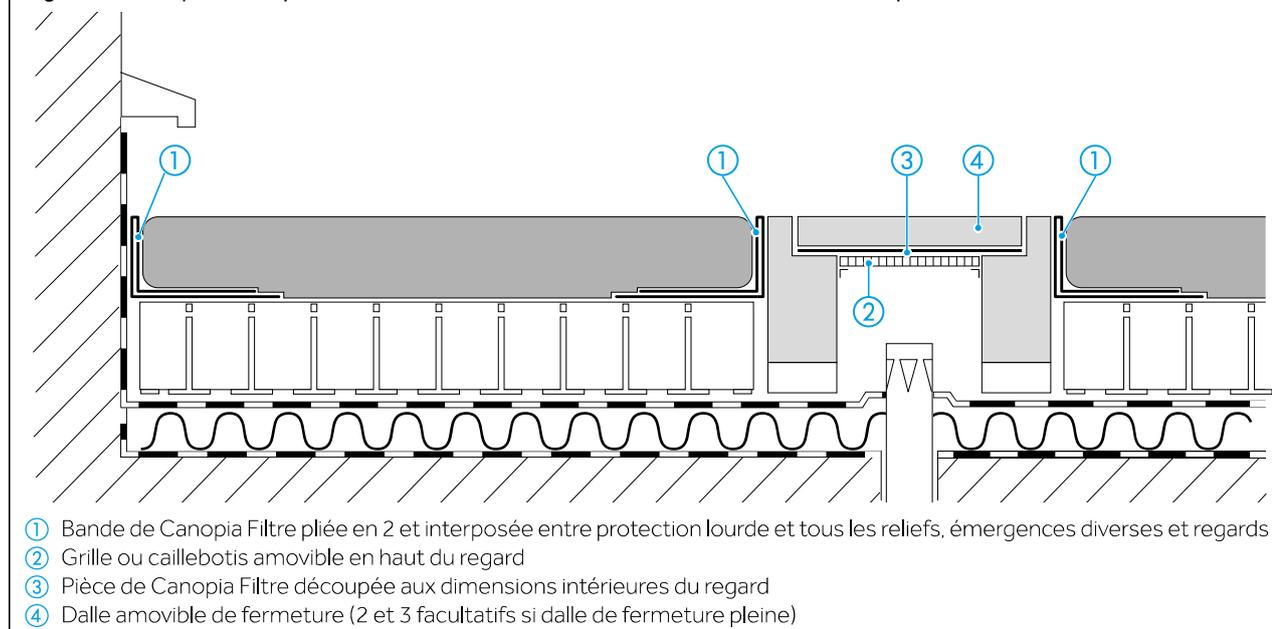
- ▶ avoir fait l'objet d'un relevé de plan de toiture pour bien positionner les arroseurs et assurer une couverture intégrale de la surface à arroser d'un arroseur à un autre ;
- ▶ assurer le bon fonctionnement de toutes les tuyères (ces dernières doivent dépasser de minimum 10 cm le niveau supérieur des plantes pour l'arrosage par aspersion) ;
- ▶ garantir un débit en eau suffisant sur toute la surface ;
- ▶ éviter qu'un obstacle n'interfère avec la trajectoire de l'eau tel que les lanterneaux ;
- ▶ être mis en hivernage et remis en fonctionnement avant l'été ;
- ▶ faire l'objet d'un entretien régulier afin d'être maintenu en bon état de fonctionnement.

Période d'irrigation à respecter : généralement, la période d'irrigation s'étend de début juin à fin septembre mais l'arrosage automatique est également nécessaire en période prolongée de sécheresse (4 semaines consécutives) et à la mise en œuvre des végétaux quel que soit le mode de plantation.



Annexe D. Dispositions particulières pour la lutte contre la prolifération des moustiques

Figure D1 – Dispositif de prévention des arboviroses (maladies vectorielles à moustiques)



Informations : le rapport N° 3280 enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 29 juillet 2020 précise que les moustiques Aedes (moustiques Tigre) désormais présents sur tous les continents vont représenter un risque sanitaire majeur sur l'ensemble du territoire français lors des prochaines décennies. Ce même rapport préconise de :

- ▶ **Bien informer la population et les collectivités des spécificités des moustiques Aedes et des méthodes de lutte**
- ▶ **Intégrer le risque vectoriel aux politiques d'urbanisme dans les territoires déjà colonisés comme dans les régions épargnées**
- ▶ **Inscrire le principe que la construction et le bâtiment doivent prendre en compte la santé des habitants**
- ▶ **Former les professionnels (architectes, paysagistes, ingénieurs, maîtres d'ouvrage, gérant des espaces verts).**

Il indique également que :

- ▶ **La lutte biocide présente de sérieuses limites ;**
- ▶ **L'utilisation de produits insecticides présente des risques spécifiques (environnementaux).**

gîtes larvaires favorisant la prolifération d'insectes et notamment du moustique Tigre, vecteur de maladies dangereuses pour la santé : dengue, Zika, chikungunya, fièvre jaune, virus du Nil occidental.

Par référence à l'instruction N° DGS/VSS1/2019/258 du 12 décembre 2019 de la Direction générale de la Santé, relative à la prévention des arboviroses, cette annexe présente ci-après les dispositions techniques à mettre en œuvre pour une lutte « mécanique » par suppression des gîtes larvaires en rendant l'eau stagnante inaccessible aux œufs des moustiques et notamment le moustique Tigre (Aedes). Les prescriptions complémentaires suivantes sont d'application générale et systématique :

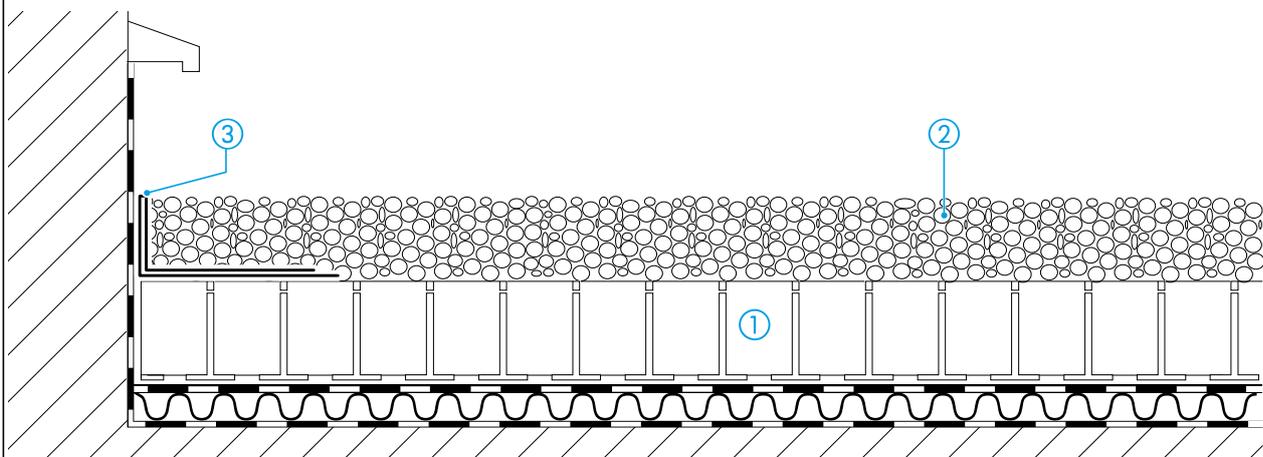
- ▶ Une bande de Canopia Filtre sera pliée (cf. figure D1) et interposée en périphérie de la protection lourde des parties courantes y compris au pourtour des émergences et traversées diverses et des regards de visite des entrées d'eaux pluviales.
- ▶ La surface des protections lourdes dures (cf. DTU 43.1) en béton non drainant est de 3 % de pente nominale sur plan (> 2% après réalisation)

Même sans dispositif de rétention temporaire des eaux pluviales, la présence de retenues d'eau de faible épaisseur (quelques cm) est prévisible sur les toitures de faible pente ($\leq 2\%$). Celles-ci sont à considérer comme des potentiels

Le détail de mise en œuvre propre à chaque destination est repris :

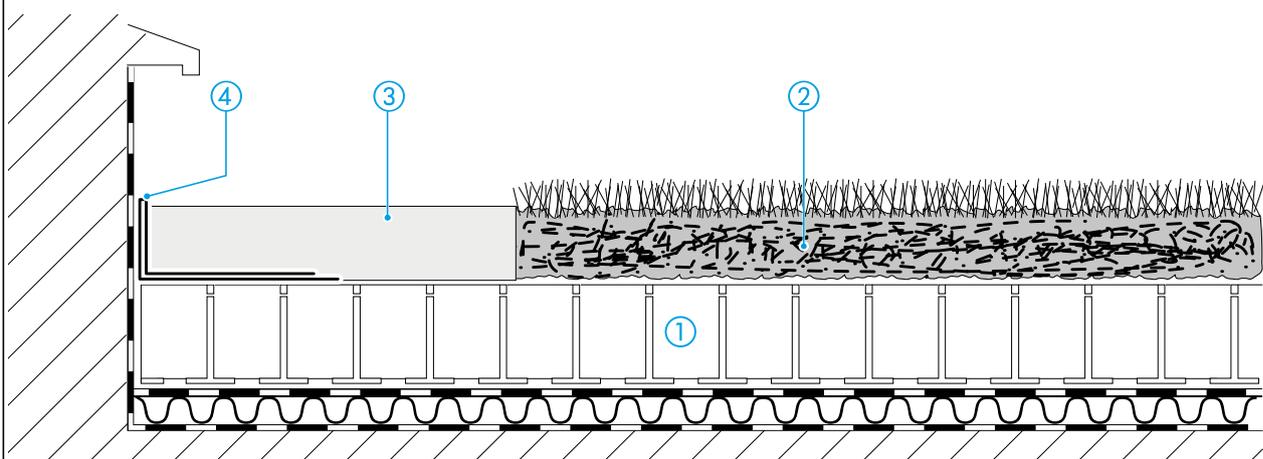
- ▶ en figures D2 à D4 pour les relevés en périphérie de toiture et au droit de toutes les émergences.
- ▶ en figures D5 à D7 pour les entrées d'eaux pluviales

Figure D2 – Cas de la protection avec gravillons (stabilisés ou non) ou avec dallettes en béton drainantes



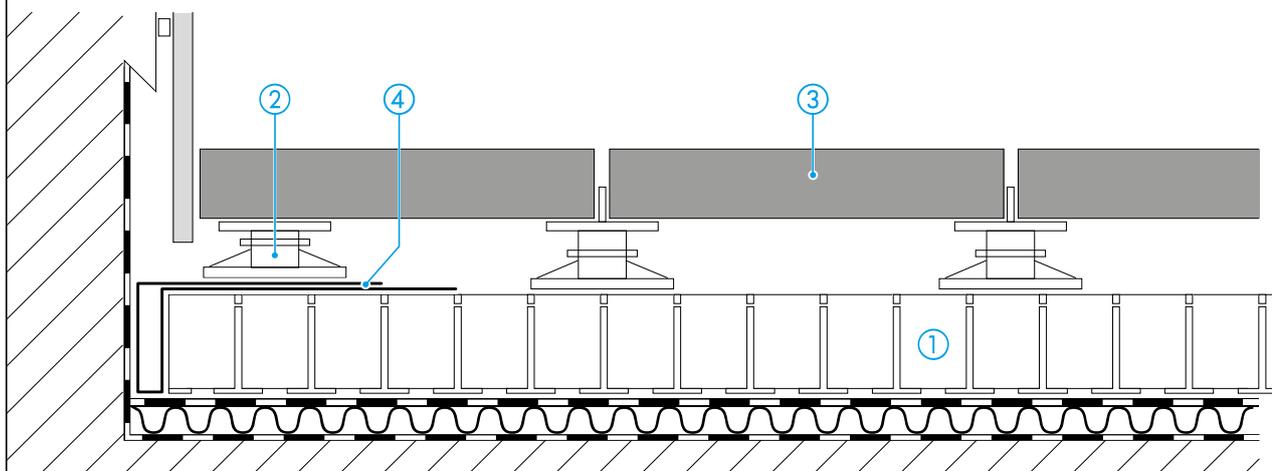
- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Protection meuble en gravillons (stabilisés ou non) ou dallettes en béton drainant
- ③ Bande de 30 cm minimum de Canopia Filre repliée et interposée entre protection et relevé

Figure D3 – Cas de la protection avec protection végétalisée



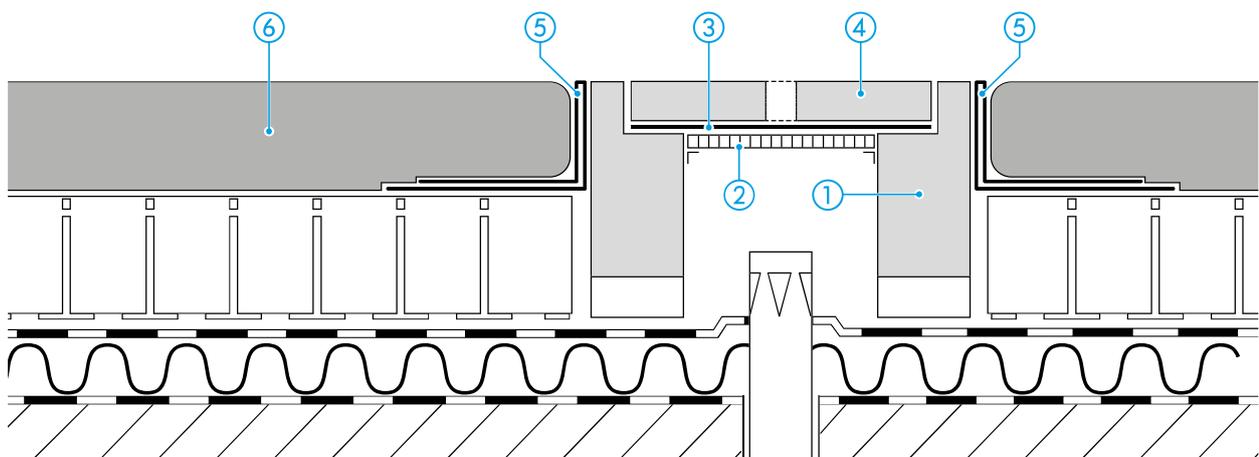
- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Canopia Substrat en 6 ou 7 cm d'épaisseur (cf. § 7.6.2 et annexes A5 et C)
- ③ Protection de la zone stérile
- ④ Bande de 30 cm minimum de Canopia Filre repliée et interposée entre protection et relevé

Figure D4 – Cas de la protection avec dalles sur plots



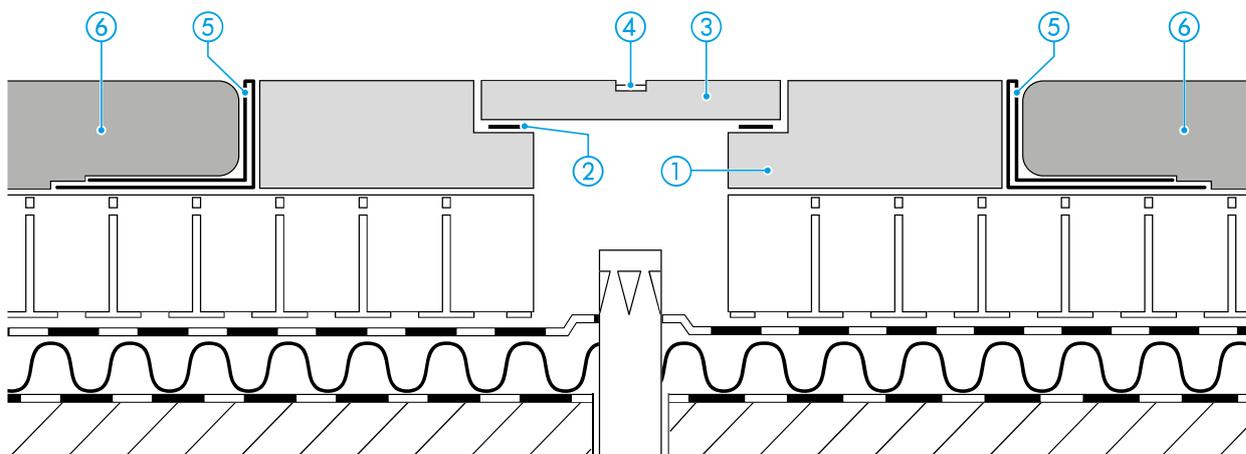
- ① Couche de désolidarisation (cf. § 7.5 et figures 2 à 4)
- ② Plots Zoom 2 immobilisant Canopia Filre
- ③ Dallettes en béton préfabriquées
- ④ Bande de 50 cm minimum de Canopia Filre repliée et interposée entre couche de rétention et le Plot Zoom 2

Figure D5 – Détail au droit des EEP dispositif avec regard en maçonnerie – Solution 1



- ① Regard en maçonnerie avec embase drainante (50 % ajourés sur 2 cm de haut)
- ② Grille inox ou plaque de Nidarroof Protect en 28 mm sur cornière fixée
- ③ Canopia Filre couvrant la surface du regard
- ④ Tampon avec ouverture centrale pour ouverture manuelle
- ⑤ Canopia Filre disposé entre regard et protection lourde
- ⑥ Protection lourde tout type

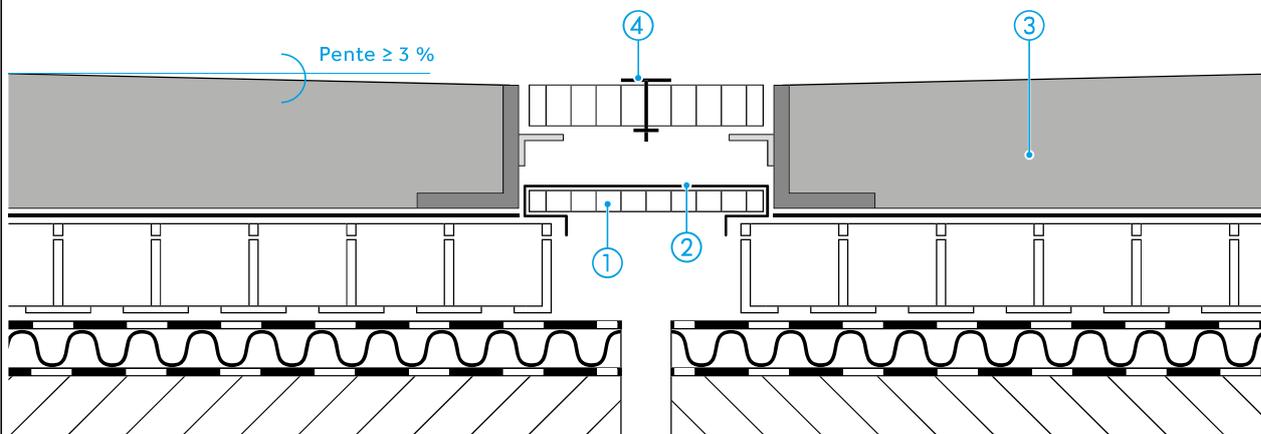
Figure D6 – Détail au droit des EEP dispositif avec regard en maçonnerie – Solution 2



- ① Regard massif en béton armé (préfabriqué ou coulé in situ) ⁽¹⁾
- ② Mousse alvéolaire compressible imputrescible
- ③ Tampon plein (fonte ou maçonnerie) sans ouverture
- ④ Poignée ou forme pour prise et ouverture manuelle du tampon
- ⑤ Bande de Canopia Filtre de 30 cm de large repliée et interposée entre regard et protection lourde
- ⑥ Protection lourde tout type

(1) dans le cas de la TTV, le massif peut utilement être de dimensions correspondant à celle de la zone stérile

Figure D7 – Détail au droit des EEP en fond de chéneaux



- ① Grille inox ou plaque de Nidarroof Protect en 28 mm posée sur le débord de Waterproof Duo
- ② Bande de Canopia Filtre rebordé couvrant et rebordant son support
- ③ protection lourde dure en béton cf. DTU 43.1 non drainante
- ④ Repère de position de l'entrée d'eau pluviale

Nota : la section d'écoulement est la section restant libre (débord de Waterproof Duo et support de Canopia Filtre exclus).

Dispositions particulières pour la lutte contre la prolifération des moustiques

FICHE DE CONTRÔLE : ATEX WATERROOF DUO

Référence de l'opération :

Adresse :

Contact Maître d'Ouvrage :

Contact Concepteur (Architecte, Bureau d'Études, etc.) :

Repérage de la zone⁽¹⁾ et destination (inaccessible, accessible piétons, véhicules) :

Nature de la protection lourde prescrite : N° du chapitre concerné dans l'ATEX :

Conception : Entretien : (cachet de l'entreprise)

Contact :

Présence des éléments suivants :	N° figure de principe de l'ATEX concerné ⁽²⁾	Repérage sur plan de zone ⁽³⁾	Date entretien (jj/mm/aa)	Nettoyage réalisé oui/non	Observations ⁽⁴⁾ Signature
Relevé d'étanchéité					
Regard d'entrée d'eau pluviale					
Relief et émergences diverses					

(1) Une toiture peut comporter plusieurs zones. Une fiche sera générée par zone.

(2) On retiendra le principe des figures D1 à D7. En pièce jointe, sera transmis à l'entreprise chargé de l'entretien, l'ATEX Waterroof Duo ainsi que le plan de repérage et les coupes de détail d'exécution du point singulier.

(3) Sur le plan de repérage sera inscrite la position des points singuliers à entretenir.

(4) signaler les détériorations, dégradations observées et les actions correctives réalisées ou à prévoir.

L'entretien des dispositifs particuliers pour la lutte contre la prolifération des moustiques sera a minima annuel et réalisé par l'entreprise en charge de l'entretien de l'étanchéité. Il sera prévu de façon préférentielle après une période de pluie afin d'observer la présence ou pas d'eau stagnante en surface de la partie courante, au droit des relevés et de

tous les points singuliers. L'entretien consiste à la vérification des joints rendant hermétique les tampons ainsi qu'au nettoyage des filtres à réaliser par lavage ou aspiration. Pour ceux accessibles sans détérioration de la protection, leur remplacement sera privilégié.



Icopal SAS

23-25 avenue du Docteur Lannelongue

75014 Paris

Tél. +33 (0)1 40 84 68 00

Fax. +33 (0)1 40 84 66 59

www.siplast.fr

www.siplast.fr

Filiale du groupe Standard Industries, le groupe BMI est le plus grand fabricant de solutions de couverture et d'étanchéité en Europe. Avec 128 sites de production et des activités en Europe, dans certaines régions d'Asie et en Afrique du Sud, la société possède plus de 165 ans d'expérience. Plus de 9 500 employés proposent aux clients des marques bien établies comme Braas, Monier, Icopal, Bramac, Cobert, Coverland, Klöber, Monarflex, Redland, Siplast, Vedag, Villas, Wierer et Wolfin. Le siège du groupe BMI est basé au Royaume-Uni.

Pour en savoir plus : www.bmigroup.com.