

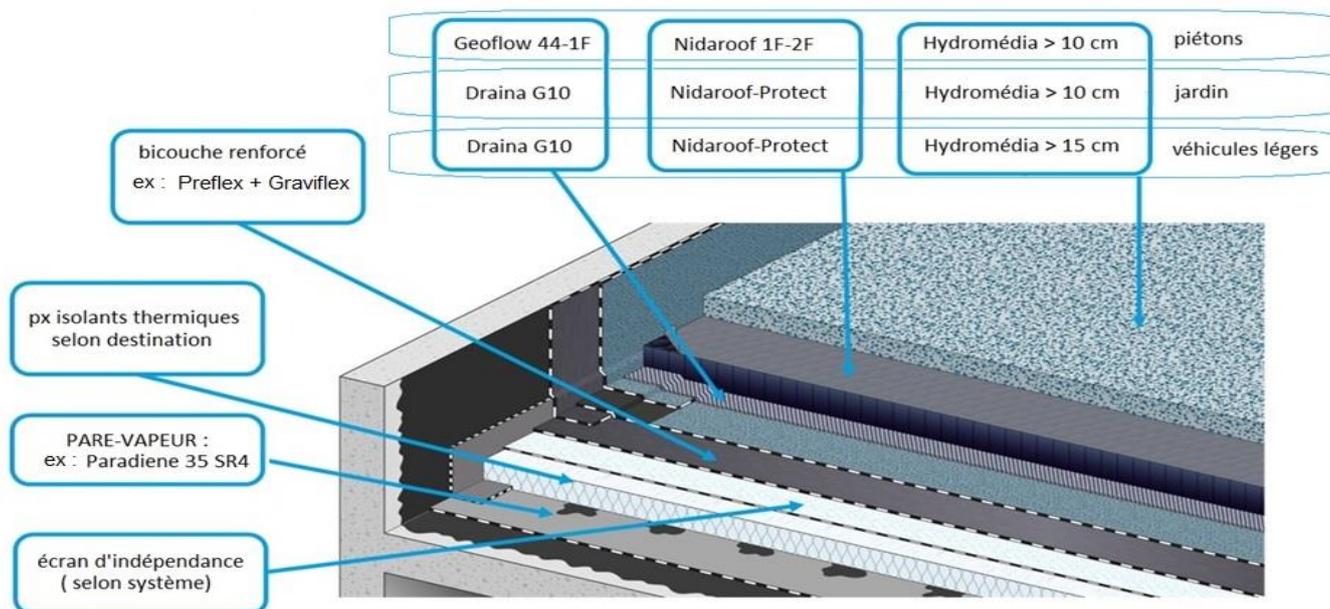
APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 2714_V2

Annule et remplace la version n°2714_V1

ATEx de cas a

Validité du 31/07/2022 au 31/07/2025



Copyright : Société Icopal SAS et Lafarge Holcim

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

LAFARGE HOLCIM France
TSA 2005
2 AVENUE DU GENERAL DE GAULLE
FR-92148 CLAMART CEDEX

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° 2714_V2

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 10/07/2019, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeurs : Sociétés Icopal SAS et Lafarge Holcim France
- Technique objet de l'expérimentation « ROOFTOP DUO® » procédé d'étanchéité sous protection dure perméable et circulaire.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 2714_V2 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

La version ATEX 2714_V2 est une révision à l'identique de l' ATEX 2714_V1 d'une validité du 31/07/2022 au 31/07/2025.

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 31/07/2025, 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 d'une charge d'eau équivalente à l'épaisseur de la couche de Nidarooft ou Nidarooft Protect mise en œuvre.

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. Le procédé dispose de Fiches de Données de Sécurité (FDS).

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

Les performances au feu du procédé ne sont pas connues.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

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 ROOFTOP 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.

Le présent document comporte 39 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2714_V2

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

- La fabrication des bétons Hydromédia Piéton et Parking est réalisée en centrales à béton. La Société Lafarge Holcim France a mis en place des contrôles sur les matières premières et des contrôles de fabrication en centrale à béton.
- Le contrôle du taux de compactage à chaque chantier permet de garantir la qualité de couches de béton mise en œuvre.
- La fabrication des couches de rétention Nidarof, couche drainante Draina G 10, Geoglow fait l'objet d'un autocontrôle sur matières premières et sur produits finis.
- Les revêtements bitumineux sont conformes à la norme NF EN 13707 et sont définies dans les Avis Techniques du Groupe Spécialisé 5.2.

2.2 – Mise en œuvre :

- 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.
- L'assistance technique de la Société Lafarge Holcim France est indispensable dans le choix des couches bétons et de leur mise en œuvre.

2.4 – Pour les réalisations in situ :

Elle peut être normalement assurée.

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 de dysfonctionnement de la toiture en rétention temporaire des eaux de pluie en terrasse accessible piétons et véhicules légers paraît limité dès lors que le choix de la hauteur du système de rétention (plaque Nidarof ou Nidarof Protect) se fait en conformité avec les préconisations du Dossier Technique. Les valeurs de fluage en compression des plaques Nidarof permettent de dimensionner les plaques notamment vis-à-vis de la charge admissible. Il convient pour le dimensionnement des éléments porteurs bétons de prendre en compte une charge supplémentaire correspondant à la hauteur d'eau contenue dans toute l'épaisseur de Nidarof x 0,95.
- 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.
- La technique de compactage par rouleaux lesté paraît ne pas présenter de risque important pour les éléments sous-jacents.

4°) Recommandations

Il est recommandé :

- D'alerter le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre 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.
- De surveiller l'usure de la couche de béton Hydromédia Piéton ou Parking.
- Dans le cas des murets en béton posés directement sur le procédé ROOFTOP DUO®, il y aura lieu de dimensionner les murets vis-à-vis du risque de basculement latéral.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2714_V2

5°) Attendus

- Les titulaires devront réaliser durant la période de l'ATEX, des visites sur références anciennes pour effectuer des essais de drainabilité 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
La Présidente du Comité d'Experts

Anouk MINON

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION⁽¹⁾

Demandeurs : Société Icopal SAS et Lafarge Holcim France

Définition de la technique objet de l'expérimentation : Procédé ROOFTOP DUO®

Il s'agit d'un procédé de toiture-terrasse qui consiste à utiliser une protection dure de l'étanchéité en béton drainant reposant sur une plaque de rétention temporaire des eaux de pluie et d'une couche drainante. Le complexe d'étanchéité isolant + revêtement + pare-vapeur est mis en œuvre sur :

- Élément porteur en maçonnerie conforme aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1
ou
- Support béton, support isolé ou formes de pentes en béton allégé bénéficiant d'un Avis technique.

Les toitures revendiquées sont les suivantes :

- Toitures inaccessibles.
- Toitures techniques ou à zones techniques.
- Toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour.
- Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers.
- Toitures-terrasses jardins.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2714_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 33 PAGES.

ROOFTOP DUO[®]

« Dossier technique établi par les demandeur »

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

Datée du 27/11/2019

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 2714_V2

Fin du rapport

ATEX procédé d'étanchéité sous protection dure perméable et circulaire ROOFTOP DUO®

Dossier Technique établi par les demandeurs

A. Description

1. Principe

1.1 Description

ROOFTOP DUO® est un procédé complet d'étanchéité de toiture-terrasse qui consiste à utiliser :

- Un complexe pare-vapeur, isolation et revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS soudée conforme aux DTA Paradiene S et DTA Canopia de Siplast.

Une couche drainante et de rétention temporaire des eaux pluviales Siplast (cf. § 2.2) :

- Dans le cas de toitures accessibles aux piétons et jardin (cf. figures 1 et 6) :
 - d'une couche drainante Géoflow 44-1F (cf. Annexe A1),
 - d'une couche de panneaux Nidarroof 40-1F à 520-2F (de 40 à 520 mm) de Siplast (cf. Annexe A2) ;
- Dans le cas de toitures accessibles aux véhicules légers (cf. figures 2 et 5) :
 - d'une couche drainante Draina G10 (cf. DTA Draina G10),
 - d'une couche de panneaux Nidarroof-Protect (de 28 à 100 mm) de Siplast (cf. Annexe A3).

Une protection dure directement circulaire en béton drainant Hydromédia® Piéton et Hydromédia® Parking de la Société Lafarge Holcim France selon la destination de la toiture-terrasse.

1.2 Organisation de la mise en œuvre

1.2.1 Mise en œuvre de l'étanchéité

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées. L'entreprise d'étanchéité peut demander une assistance technique à la Société Icopal SAS.

1.2.2 Mise en œuvre de la protection dure

Elle est assurée par des entreprises ayant reçu préalablement une formation par la Société Lafarge Holcim France sur les techniques de mise en œuvre du béton Hydromedia® (cf. Annexe B4).

1.3 Entretien

Concernant l'entretien de :

- L'étanchéité, on se reportera à la norme P 84-204-P1-1 (réf. DTU 43.1) ;
- La protection dure en béton drainant Hydromédia®, on se reportera en Annexe B-6 du présent document.

2. Domaine d'emploi et destination

2.1 Généralités

Le domaine d'emploi du procédé ROOFTOP 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),
 - Avec ou sans dispositif de rétention temporaire des eaux pluviales.

Le procédé ROOFTOP DUO® est destiné aux toitures-terrasses accessibles aux :

- Piétons et au séjour ;
- Véhicules légers :
 - les véhicules légers sont conventionnellement caractérisés par une charge maximale de 20 kN par essieu (environ 2 tonnes/essieu),
 - Nota 1 : les parties de toitures accessibles exceptionnellement aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement peuvent être comprises dans cette catégorie. 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
 - Nota 2 : la toiture à pente nulle accessible aux véhicules légers est admise pour des surfaces limitées à 500 m² par zone traitée entre reliefs ou joints de dilatation ;
- Toitures-terrasses jardins.

Le procédé ROOFTOP DUO® est aussi destiné aux toitures inaccessibles et techniques. Dans ce cas, elles sont traitées à l'identique des toitures accessibles piétons.

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) ;
- Normes NF P 84-204 (référence DTU 43.1) ;
- Norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) pour les travaux de réfections.

2.2 Composition du procédé ROOFTOP DUO®

Le tableau 1 résume les conditions d'utilisation selon la destination de la toiture et la nature de la protection dure Hydromédia® à retenir.

Les tableaux 2.1 à 2.3 précisent selon la destination de la toiture :

- La composition de revêtement d'étanchéité selon les supports ;
- La couche drainante (Géoflow 44-1F ou Draina G10) et de rétention (Nidarooft ou Nidarooft-Protect) ;
- La protection dure en béton drainant et son épaisseur (Hydromédia® Piéton ou Hydromédia® Parking).

Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux panneaux isolants supports, qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

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 ;
- La charge d'eau équivalente à l'épaisseur de la couche de Nidarooft ou Nidarooft-Protect mise en œuvre. Cette disposition particulière prend en compte, une charge d'eau due à une éventuelle insuffisance du drainage Géoflow 44-1F ou Draina G10 sous très fortes précipitations.

Le tableau 3 indique 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 (DPM) en fonction de la destination de la toiture.

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

3.2 Cas de toitures-terrasses sans rétention temporaires des eaux pluviales de pente $\leq 5\%$

Le procédé ROOFTOP DUO® est réalisé, comme indiqué en 3.3 ci-après, avec les préconisations suivantes :

- Les entrées d'eaux pluviales ne sont pas équipées de collerette avec réduction de débit de fuite ;
- L'épaisseur minimale des panneaux Nidarooft-Protect est de 28 mm (cf. Annexe A3) ;
- L'épaisseur minimale des panneaux Nidarooft est de 40 mm (cf. Annexe A2).

3.3 Cas de toitures-terrasses à pente nulle avec 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 m^3) est le volume d'eau à retenir sur une toiture de surface S (en m^2) alors :

- La hauteur de la surverse h (en m) = $V / (S \times 0,95)$;
- L'épaisseur totale E_{pt} (en m) de la couche de Nidarooft et Nidarooft-Protect : $E_{pt} \geq h + 0,02$ (en m).

Le tableau 4 indique ce même calcul de l'épaisseur totale et minimale (E_{pt}) de la couche en panneaux Nidarooft et Nidarooft Protect à retenir ainsi que la hauteur de la surverse (h) du dispositif d'entrée d'eaux pluviales avec collerette.

Les entrées d'eaux pluviales sont traitées en type « solidaire » avec collerette servant de surverse et de dispositif limitateur de débit par ouverture calibrée selon les dispositions norme NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1).

3.4 Cas de toitures-terrasse en pente avec rétention d'eau de pente $\leq 5\%$

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

Si V (en m^3) est le volume d'eau à retenir sur une toiture de surface S (en m^2) alors la hauteur de la surverse h est déterminée 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 A4.

Les entrées d'eaux pluviales sont traitées en type « solidaire » avec collerette servant de surverse et de dispositif limitateur de débit par ouverture calibrée selon les dispositions norme NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1).

4. Matériaux

4.1 Feuilles d'étanchéité de partie courante

Les feuilles composant le revêtement d'étanchéité bicouche soudée sont :

- Adepap JS et Adepap JS R4 : feuille renforcée polyester (R3 ou R4) de 2,5 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS avec en sous-face des lignes auto-adhésive pour revêtement semi-indépendant (cf. DTA Adepap) ;
- Paradiene SR4 : feuille renforcée polyester (R4) de 2,5 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS (cf. DTA Paradiene S) ;
- Paradiene 35 SR4 : feuille renforcée polyester (R4) de 3,7 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS (cf. DTA Paradiene S) ;
- Paradiene JS SR4 : feuille renforcée polyester (R4) de 2,5 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS avec joint auto-adhésif (cf. DTA Paradiene S) ;
- Paradiene 40.1 GS : feuille renforcée voile de verre de 100 g/m² de 3 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS avec auto-protection minérale en surface (cf. DTA Paradiene S) ;
- Preflex : feuille renforcée polyester (R3) de 3 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS (cf. DTA Canopia) ;
- Graviflex : feuille renforcée polyester (R4) de 3,2 mm d'épaisseur en bitume élastomère SBS additivé d'un agent anti-racine et avec autoprotection minérale en surface (cf. DTA Canopia).

Autres feuilles de la gamme :

- PARADIENE (cf. DTA Paradiene S) ;
- PARAFOR SOLO (DTA Parafor Solo) ;
- CANOPIA (DTA Canopia).

4.2 Autres matériaux en feuilles

- Pare-vapeur : Irex Profil, feuille bitume type BE25 VV50 (cf. DTA Paradiene S) ;
- Pare-vapeur renforcé mécaniquement : Paradiene 35 SR4 type BE 35PY180 (cf. DTA Paradiene S) ;
- Pare-vapeur renforcé mécaniquement : Parafor Solo S type BE 40PY180 (cf. DTA Parafor Solo) ;
- Barrière à la vapeur : Parevapo SBS, feuille bitumineuse composite aluminium (cf. DTA Paradiene S) ;
- Écrans pour système en indépendance : Verécran 100, voile de verre 100 g/m² (cf. DTA Paradiene S) ;
- Écrans de double indépendance : Biécran, voile de verre 100 g/m² + papier kraft 70 g/m² enroulés ensembles (cf. DTA Paradiene S) ;
- Écrans pour système en semi-indépendance : Perfader feutre perforé (cf. DTA Paradiene S) ;
- Sous-couche pour relevé sur PU ou PIR : Adepar JS ou JS R4 : (cf. ci-avant et cf. DTA Adepar) ;
- 1^{ère} couche de relevé : Preflex (cf. ci-avant et cf. DTA Canopia) ;
- 1^{ère} couche de relevé : Paradiene 35 SR4 (cf. ci-avant et cf. DTA Paradiene S) ;
- 2^{ème} couche de relevé : Paradials S, feuille en bitume avec autoprotection par feuille d'aluminium de 8/10 (cf. DTA Paradiene S) ;
- 2^{ème} couche de relevé : Verinox S, feuille en bitume avec autoprotection par feuille inox de 5/10 (cf. DTA Paradiene S) ;
- 2^{ème} couche de relevé : Graviflex, (cf. ci-avant et cf. DTA Canopia).

4.3 Autres matériaux

- Colle PAR : colle bitumineuse solvantée en bidon de 25 kg ;
- Composition : bitume : 39 % ; additif et filler : 47 % ; solvant white spirit : 14 % ;
- Caractéristiques : densité : 1,06 et temps de prise 12 h. Résistance à la traction du plan de collage > 0,6 MPa ;
- Colle PUR GLUE : colle polyuréthane mono-composant (cf. DTA Adepar) ;
- EAC sans bitume oxydé : Altek Eco 2B sous Avis Technique de Total ;
- EIF : SIPLAST PRIMER, conforme aux normes NF DTU série 43 P1-2 ;
- Canopia Filtre : non tissé de polyester de 200 g/m², cf. DTA Canopia ;
- Draina G10 : nappe à excroissance drainante, cf. AT Draina G10 ;
- Geoflow 44-1F, cf. Annexe A1 ;
- Nidaroo-1F et 2F, cf. Annexe A2 ;
- Nidaroo-Protect, cf. Annexe A3.

4.4 Matériaux pour protection dure en béton drainant

- Hydromédia® Piéton : béton drainant (poids volumique indicatif à sec compris entre 1 700 et 1 900 daN/m³), voir Annexe B du présent document ;
- Hydromédia® Parking : béton drainant (poids volumique indicatif à sec compris entre 1 750 et 1 950 daN/m³) voir Annexe B du présent document.

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 (56).

Le liant préparé en usine est maintenu à 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction. Les armatures non-tissées et composites sont imprégnées au liant ASBA, puis les armatures sont enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions.

L'autocontrôle 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 Nidaroo et Nidaroo-Protect sont fabriqués pour le compte de Siplast (Icopal SAS) par extrusion en blocs de 520 mm d'épaisseur qui sont ensuite recoupés en tranche de 40, 60, 100 mm pour la gamme standard ou selon l'épaisseur spécifique commandée 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 Hydromedia® pour protection dure

Le béton Hydromedia® 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 France pour assurer la qualité de fabrication des bétons Hydromédia® sont décrites en Annexe B-5 (cf. tableau B-7).

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 alvéolaire à structure nid d'abeille

Tous les panneaux fournis sont livrés sur palette avec étiquette portant les indications suivantes : appellation commerciale, épaisseur, conditions de stockage.

6.3 Béton drainant Hydromedia®

Le béton Hydromedia® 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 % et pour tous cas de destination ;
- Sont également admis, de pente comprise 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 PARADIAL S ou autre feuille avec auto-protection métallique ou minérale de la gamme PARADIÈNE, face avec auto-protection 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 ;
- Ces éléments porteurs doivent viser la rétention d'eau.

Les supports, destinés à recevoir les pare-vapeur 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

Le revêtement d'étanchéité n'apporte pas de limite à la résistance thermique utile des panneaux isolants. Les panneaux isolants bénéficient d'un Document Technique d'Application visant leur emploi en support de revêtement d'étanchéité.

L'isolation inversée est également admise, se reporter au chapitre 7.10.

7.2.2 Constitution et mise en œuvre du pare-vapeur

Les pare-vapeur sont réalisés avec des feuilles de la Société Siplast, selon le tableau 5.

Conformément à la norme NF DTU 43.1, la continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient eux-mêmes isolés ou non. Cette continuité du pare-vapeur et des relevés est assurée par une équerre de renfort comportant un talon de 0,06 m minimum et avec une aile verticale d'une hauteur de 0,06 m minimum du nu supérieur de l'isolant en partie courante, est soudée en plein horizontalement sur le pare-vapeur et verticalement.

Cette équerre de renfort est en :

- PAREQUERRE en 25 cm, pour des isolants d'épaisseur ≤ 130 mm ;
- PAREQUERRE en 33 cm, pour des isolants d'épaisseur ≤ 210 mm ;
- PARADIENE 35 SR4, pour toute épaisseur d'isolant.

7.2.3 Mise en œuvre de l'isolant

Après mise en œuvre du pare-vapeur conformément aux dispositions du tableau 5, les panneaux isolants sont posés en un ou plusieurs lits conformément aux dispositions de leur Document Technique d'Application.

- Pour le liège aggloméré expansé, conformément aux dispositions de la norme NF P 84-204-1 (DTU 43.1) ;
- Pour les autres isolants, conformément aux dispositions de leur Document Technique d'Application.

Ils peuvent être mis en œuvre selon les indications du tableau 6 :

- Soit, collés à l'EAC conformément au Document Technique d'Application de l'isolant ;
- Soit, collés à froid à la colle PAR par plots ou bandes de colle PAR (consommation 500 g/m²). Chaque angle de panneau doit être collé ;
- Soit, collés à froid à la colle PUR GLUE en bandes de colle espacées entre 30 et 35 cm (consommation 300 g/m²). La mise en œuvre s'effectue à l'aide d'un bec verseur du jerrican plastique. La colle est une colle expansive réactive. La pose des panneaux doit s'opérer immédiatement en prenant soin de presser le panneau sur le support, en marchant dessus par exemple, afin d'assurer correctement un mouillage de la sous-face du panneau avec les cordons de colle. En présence de défauts ponctuels de planéité du support, les panneaux sont recoupés pour assurer un contact avec le support. Dans le cas où la pose des panneaux est tardive (+ 3 minutes après la pose des cordons), il convient de racler la colle et de redéposer les cordons comme indiqué précédemment ;
- Soit, en pose libre (à l'exclusion des tôles d'acier nervurées), pour les surfaces et dépressions au vent extrême autorisées par le Document Technique d'Application de l'isolant ;
- Soit, par toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application de l'isolant ;
- Cas particulier du polystyrène expansé :

La protection de la tranche du panneau au droit des relevés et émergences est prescrite par le Document Technique d'Application particulier de l'isolant. Cette protection peut être assurée par :

PARADIÈNE BDS (ou autres feuilles respectant les règles de substitution, cf. § 7.5) en bande de développé 0,50 m rabattue d'au moins 20 cm en surface des panneaux. Le recouvrement entre bandes est de 10 cm au minimum.

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 :

- Soit, en double indépendance avec Biécran en remplacement de Verécran 100. Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF DTU 43.5 ;
- Soit, en semi-indépendance selon les revêtements C4 et E4.

7.4 Composition et mise en œuvre des revêtements

7.4.1 Dispositions générales

La préparation des supports est réalisée conformément au § 7.1 et 7.2 du Dossier Technique. Les tableaux 2.1 à 2.3 indiquent les systèmes constitutifs du revêtement d'étanchéité admis pour chaque destination de toiture et support.

- La 1^{ère} couche d'étanchéité du système est réalisée en conformité avec les tableaux 2.1 à 2.3 et selon les prescriptions du § 7.4.2 à 7.4.4 du Dossier Technique ;
- La couche de surface est toujours soudée en plein, joints à recouvrements de 6 cm au minimum et décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la 1^{ère} couche ou croisés.

7.42 Mise en œuvre des systèmes en indépendance

Revêtement type A4 : l'écran voile de verre VERÉCRAN 100 est déroulé à sec et à recouvrements libres de 10 cm au minimum. La première couche d'étanchéité est déroulée à sec à recouvrements de 6 cm au minimum soudés. La seconde couche est soudée en plein conformément au § 7.4.1 du Dossier Technique.

Revêtement type B4 : la 1^{ère} couche PARADIÈNE JS R4 est déroulée à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 9 cm auto-adhésif après pelage des 2 films siliconés de protection des lisières et marouflage, lors du déroulage des lés. Elle se met en œuvre à des températures > 5 °C.

Par temps froid, l'adhésivité des joints longitudinaux est réactivée par soudure à l'avancement de la deuxième couche. Les joints d'about de lé et les découpes sont soudés en prenant soin d'éviter le contact direct de la flamme avec l'isolant. Le recouvrement d'about de lé est de 20 cm mais la soudure à la flamme molle est réalisée sur 10 cm. La seconde couche est soudée en plein conformément au § 7.4.1 du Dossier Technique.

Dans le cas d'un support en panneaux isolants de polystyrène expansé, se reporter au § 7.2.3.

7.43 Mise en œuvre des systèmes en semi-indépendance

Le support reçoit préalablement un EIF, sauf sur support constitué d'une ancienne étanchéité bitumineuse.

Revêtement type C4 : l'écran perforé PERFADDER est déroulé à sec bord à bord ou à recouvrement inférieur à 6 cm. En périphérie et au droit des émergences, sur une largeur de 30 à 50 cm, l'écran n'est pas mis en œuvre (zone en adhérence). La première couche d'étanchéité est soudée en plein à recouvrements de 6 cm au minimum. La seconde couche est soudée en plein conformément au § 7.4.1 du Dossier Technique.

Revêtement type E4 : la feuille de première couche d'étanchéité ADEPAR JS (ou JS R4) est déroulée et positionnée avec un recouvrement longitudinal de 6 cm et avec un recouvrement en about de lé de 15 cm. Le film pelable de surface placé sous recouvrement de 6 cm est retiré.

On procède ensuite à l'enlèvement du film pelable de sous-face sur 50 cm environ en soulevant la tête du lé puis pelage complet du film de dessous la totalité du lé accompagné d'un marouflage léger. Marouflage ensuite concentré au droit du joint longitudinal et soudure à la flamme molle du recouvrement d'about de lé sur 10 cm.

Nota : le joint longitudinal auto-adhésif ne doit pas être soudé, mais sa fermeture doit se faire à l'avancement avec la soudure de la couche de surface.

La seconde couche est soudée en plein conformément au § 7.4.1 du Dossier Technique.

7.44 Mise en œuvre des systèmes en adhérence

Revêtement type G4 : la feuille de première couche est soudée en plein sur le support à recouvrements de 6 cm au minimum.

Nota :

- Le support en maçonnerie reçoit préalablement un EIF ;
- Les supports en panneaux isolants en perlite ou verre cellulaire qui ne sont pas aptes à recevoir directement un revêtement soudé, reçoivent préalablement une couche d'EAC. Lorsque celle-ci est refroidie, la 1^{ère} couche du revêtement d'étanchéité est soudée.

La seconde couche est soudée en plein conformément au § 7.4.1 du Dossier Technique.

7.5 Règles de substitution de feuilles bitumineuses

À l'exception des feuilles ADEPAR JS R4 et PARADIÈNE JS R4, les feuilles constitutives des revêtements de base décrits dans les tableaux 2.1 à 2.4 peuvent être remplacées par d'autres feuilles dans le respect des règles de substitution des DTA Siplast (PARADIÈNE S ; CANOPIA et PARAFOR SOLO) à condition de respecter les principes suivants :

- Le classement FIT du revêtement de substitution est au moins égal à celui du revêtement de base ;
- À l'interface de la 1^{ère} et 2^{ème} couche d'étanchéité, il doit toujours y avoir au moins un parement avec film thermo-fusible ou macro-perforé ;
- Graviflex ne peut être remplacé que par Parafor Jardin.

Règles de substitution particulières complémentaires :

- Toutes les couches de surface peuvent être remplacées par la feuille Graviflex (cf. Document Technique d'Application Canopia) ;
- Les revêtements en indépendance ou adhérence en plein peuvent être remplacés par Preflex + Graviflex.

7.6 Règles d'inversion

L'inversion des deux couches d'étanchéité n'est pas admise.

7.7 Mise hors d'eau

En fin de journée ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau.

La couche isolante est protégée en partie courante par la première couche d'étanchéité prolongée pour être soudée sur au moins 6 cm sur :

- Le pare-vapeur adhérent bitumineux (dans le cas où celui-ci n'est pas adhérent, il faut qu'il soit fermé en périphérie) ;
- L'élément porteur en cas d'absence de pare-vapeur ou de pare-vapeur métalliques.

Dans le cas d'une première couche avec PARADIÈNE JS R4, ADEPAR JS ou ADEPAR JS R4, les joints doivent être soudés.

Dans le cas de support isolant sensible à la flamme (polystyrène expansé), la seconde couche doit être soudée à l'avancement.

La couche isolante est protégée en périphérie et au droit de tous les reliefs et émergences par les équerres de renfort soudées en veillant aussi à ce que l'eau puisse s'évacuer sans accumulation.

7.8 Protection lourde des parties courantes

La protection du revêtement d'étanchéité doit être réalisée dans un délai le plus court possible afin :

- D'éviter qu'une circulation avant la pose de la protection n'endommage le revêtement d'étanchéité ;
- La formation de gonfle des revêtements adhérents sur maçonnerie ;
- Le risque d'envol des revêtements en indépendance.

7.81 Couche drainante

La couche drainante est déterminée en fonction de la maille de la structure nid d'abeille :

- Sous panneaux Nidarof 40-1F à 520-2F (structure nid d'abeille de maille 50 mm), la couche drainante est exclusivement constituée de Géoflow 44-1F déroulé bord à bord avec la face filtre directement en contact avec le revêtement d'étanchéité (cf. fiches techniques en Annexes A1 et A2) ;
- Sous panneaux Nidarof-Protect 28 à 100 mm (structure nid d'abeille de maille 8 mm – cf. Annexe A3), la couche drainante est constituée :

- soit, de Géoflow 44-1F déroulé bord à bord avec la face filtre directement en contact avec le revêtement d'étanchéité (cf. fiche technique en Annexe A1),
- soit, de Draina G10 à recouvrement de 60 mm avec la face filtre en surface (cf. DTA Draina G10). En jardin et véhicules légers seul est visé la Draina G 10 avec du Nidaroo Protect (cf. tableaux 2.2 et 2.3).

7.82 Couche alvéolaire de rétention temporaire des eaux pluviales

La couche de panneaux à structure alvéolaire en nid d'abeille est déterminée dans les tableaux 2.1 à 2.3 en fonction de la destination de la toiture et son épaisseur est en fonction du volume d'eau à retenir (cf. § 3.2 à 3.4).

Elle peut être en 1 ou 2 couches et à joints décalés dans les 2 sens.

- Les panneaux de la gamme Nidaroo (cf. fiche technique en Annexe A2) sont posés bord à bord avec le débord du filtre noir résistant en surface et en recouvrement des plaques. L'emploi de Nidaroo 520-2F nécessite en surface la pose de Canopia Filtre avant pose d'Hydromédia. Dans tous les cas, sauf en accessible véhicules légers et jardin, Nidaroo peut être substitué par Nidaroo-Protect ;
- Les panneaux de la gamme Nidaroo-Protect (cf. fiche technique en Annexe A3) sont posés bord à bord joint serrés.

7.83 Protection dure en béton drainant Hydromédia®

La mise en œuvre du béton drainant Hydromédia®, pour la réalisation du procédé ROOFTOP DUO, est réalisée par des entreprises ayant préalablement reçu une formation par Lafarge Holcim France et bénéficiant également d'une des qualifications QUALIBAT suivantes :

- Famille 1 / Activité 13 - Aménagement du site / Spécialité 134 - Aménagement de chaussées et trottoirs / Pavage ;
- Famille 2 - Structure et gros-oeuvre / Activité 21 - Maçonnerie et béton armé / Spécialités 211, 214, 215 - Dallages + Activité 22 - Béton armé et béton précontraint / Spécialité 225 - Ouvrages étanches en élévation en béton armé et béton précontraint (technicité courante/confirmée/supérieure) ;
- Famille 3 - Enveloppe extérieure / Activité 32 - Étanchéité / Spécialité 321 - Étanchéité en matériaux bitumineux en feuilles / Spécialité 322 - Étanchéité en matériaux de synthèse en feuilles / Spécialité 323 - Étanchéité en asphaltes coulés / Spécialité 324 - Étanchéité liquide et SEL / Spécialité 329 - Toitures-terrasses spécialisées > Qualification 3292 - TT végétalisées (technicité confirmée) ;
- Famille 6 - Finitions / Activité 62 - Revêtements de sols (et de murs) / Spécialité 624 - Revêtements coulés à base de liants hydrauliques / Spécialité 625 - Revêtements à fonctions spécifiques > Qualification 6251 - Revêtements à finition décorative ou Q-6252 - Revêtements sportifs "Systèmes combinés".

Le choix de la technique de mise en œuvre dépend de la taille et de la configuration du chantier, ainsi que du type d'Hydromédia® mis en place (Hydromédia® Piéton ou Hydromédia® Parking).

Les différentes techniques utilisables pour la mise en œuvre d'Hydromédia® sont présentées en Annexe B4.

7.9 Dispositions particulières concernant les toitures-jardins

La protection dure en Hydromédia® Piéton assure le drainage des eaux de pluie ou d'arrosage infiltrées dans la terre. Pour éviter le colmatage de ce drain, Canopia Filtre est déroulé directement sur Hydromédia® Piéton à recouvrement de 10 cm minimum et remontée en relevé avant mise en place de la terre végétale.

De plus, il sera vérifié que le tassement des panneaux isolants thermiques reste ≤ 2 mm (valeur de charge indiquée dans le DTA des panneaux isolants) sous charge permanente cumulée :

- Des végétaux prévus (cf. DTU 43.1) ;
- De la terre à Capacité Maximale en Eau (CME) (2 100 daN/m³ par défaut) ;
- De la couche Hydromédia® (2 000 daN/m³ humide) ;
- De tous les composants sous-jacents jusqu'au revêtement d'étanchéité inclus ;
- De la charge du volume d'eau équivalente à l'épaisseur de la couche de rétention ;
- De la charge climatique ou d'exploitation (retenir la plus élevée des deux).

Dans tous les cas, la charge permanente maximale admise est ≤ 60 kPa (6 000 daN/m²).

7.10 Dispositions particulières concernant les toitures avec isolation inversée

Les panneaux isolants bénéficient d'un DTA visant favorablement leur emploi pour la destination prévue (piétons, véhicules et jardin). 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 en Hydromédia®, le poids de la protection lourde placée au-dessus des panneaux isolants doit toujours équilibrer la poussée d'Archimède de l'isolation inversée sur la hauteur de la surverse + 2 cm. À défaut de calcul de vérification, l'épaisseur maximale de panneaux en isolation inversée est de 18 cm.

8. Traitement des points singuliers

8.1 Relevés

8.11 Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1) en 2 couches d'étanchéité soudées à joints décalés avec talon de :

- 10 cm au minimum pour la 1^{ère} couche de relevé soudé sur la première couche de partie courante ;
- 15 cm au minimum pour la 2^{ème} couche de relevé et débordant d'au moins 5 cm du talon de la 1^{ère} couche.

Reliefs sans isolation thermique

Les reliefs en béton sont imprégnés à l'EIF.

Reliefs avec isolation thermique avec panneaux soudables

Les panneaux isolants admis bénéficient d'un Document Technique d'application visant leur emploi en support d'étanchéité soudée. Ils sont fixés mécaniquement au relief par fixations et plaquettes et reçoivent directement la 1^{ère} couche de relevé d'étanchéité soudée.

Reliefs avec isolation thermique avec panneaux aptes à recevoir un revêtement autoadhésif

Les panneaux isolants admis sont en PIR uniquement et bénéficient d'un Document Technique d'application visant leur emploi en support d'étanchéité auto-adhésive. Ils sont fixés mécaniquement au relief par fixations et plaquettes. Ils reçoivent une sous-couche adhésive ADEPAR JS fixée mécaniquement en tête (elle assure également le rôle d'équerre de compartimentage). Sur la sous-couche ADEPAR JS, la 1^{ère} couche de relevé est soudée comme prévu en § 8.1.1

Nota : les reliefs avec isolation thermique seront exécutés conformément au *e-cahier du CSTB 3741 – Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotères en béton des toitures inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées sur éléments porteurs en maçonnerie.*

Nota : pour les toitures accessibles véhicules légers, l'isolation des relevés est réalisée avec des panneaux de perlite, verre cellulaire ou polystyrène extrudé. En jardin, seuls les panneaux de polystyrène extrudé sont admis.

8.12 Composition

Le relevé d'étanchéité en toiture accessible piétons et aux véhicules comprend :

- Une 1^{ère} couche soudée en PARADIÈNE 35 SR4 soudée avec talon d'au moins 0,10 m ;
- Une 2^{ème} couche soudée en PARADIAL S, PARADIAL SFM, SUPRADIAL S, GRAVIFLEX, PARASTAR, PARAFOR SOLO GS / MPGS / FECS, VERINOX S, PARAFOR JARDIN avec talon débordant d'au moins 5 cm de l'équerre de renfort ;
- Le relevé d'étanchéité en toiture-jardin ou végétalisée comprend :
 - une 1^{ère} couche soudée en Preflex ou Paradiene 35 SR4 soudée avec talon d'au moins 0,10 m,
 - une 2^{ème} couche soudée en Graviflex ou Parafor Jardin avec talon débordant d'au moins 5 cm de l'équerre de renfort.

8.13 Protection des relevés

La protection des relevés est réalisée conformément la norme NF P 84 204-1 (référence DTU 43.1) :

- Dans le cas de toitures accessibles aux piétons et au séjour :
 - En variante : les relevés réalisés avec la 2^{ème} couche Verinox S peuvent rester apparents ;
- Dans le cas de toitures accessibles aux véhicules :
 - En variante : les relevés réalisés avec la 2^{ème} couche Verinox S peuvent rester apparent sous réserve qu'un dispositif écarte la circulation près du relevé (chasse-roue – bordure béton) ;
- Dans le cas de toiture-jardin ou végétalisée :
 - En variante : les relevés peuvent rester apparents avec zone stérile conformément au DTA Canopia.

8.2 Noues

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

8.3 Évacuations des eaux pluviales et pénétrations

Les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales et leur raccordement au revêtement d'étanchéité sont conformes aux normes NF DTU série 43 P1. Ils sont systématiquement protégés par un regard visible et accessible pour l'entretien des entrées des eaux pluviales.

Dans le cas des toitures-terrasses destinées à la rétention temporaire des eaux pluviales, les évacuations sont de type solidaire. L'évacuation comporte une collerette de hauteur h (cf. tableau 4), servant de trop-plein et des lumières calibrées pour réguler le débit de fuite.

Dans le cas des toitures-terrasses non destinées à la rétention temporaire des eaux pluviales, les évacuations ne comportent pas de dispositif de régulation de débit.

Le raccordement du revêtement d'étanchéité aux entrées d'eaux pluviales se fait avec une pièce de renfort en Preflex ou Paradiene 35 SR4 ou autre feuille (cf. Règles de substitution en § 7.5) débordant d'au moins 5 cm de la platine et soudée sous la platine métallique.

Sur isolant polystyrène expansé, la pièce de renfort déborde de 0,30 m des bords de la platine. La première couche est soudée dessus et sur au moins 5 cm en débord de la platine.

8.4 Massifs et émergences

Toutes les traversées et émergences diverses sont traitées avec un massif en béton armé selon le principe en figure 4.

Le revêtement d'étanchéité et sa protection en relevé sont réalisés conformément 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 avec les prescriptions particulières ci-dessous.

Dans le cas des toitures-terrasses accessibles, le procédé ROOFTOP DUO® est arrêté 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 5.

Dans le cas des toitures-terrasses jardins, les joints sont traités uniquement sur costière selon le principe du DTA Canopia.

8.6 Séparation entre zones de destination différentes

Dans tous les cas de destinations, le revêtement d'étanchéité en partie courante peut être celui prévu pour les toitures-terrasses-jardin (cf. tableau 2.3).

Dans le cas où les zones non plantées sont traitées par un autre revêtement d'étanchéité à base de bitume élastomère SBS de la gamme Siplast, alors le revêtement prévu en zone plantée (cf. tableau 2.3) déborde de 1 m minimum des zones plantées et est raccordé au complexe d'étanchéité des autres parties par soudage avec recouvrement de 6 cm minimum en prenant soin de décaler les recouvrements entre feuilles de 1^{ère} couche et feuilles de surface de 0,25 m.

- Cas de zones de destination différentes sur protection Hydromédia® continue :
 - la réalisation des murets de séparation repose directement sur la protection dure en partie courante avec interposition de Canopia Filtre (cf. figure 6) ;

- Cas des zones de destination différentes avec et sans protection Hydromédia® de part et d'autre :
 - les murets de séparation reposent :
 - soit, sur le revêtement d'étanchéité avec une couche de renfort de même nature que la couche de surface et débordant de 20 cm de part et d'autre de l'emprise de la semelle du muret conformément au DTA Canopia,
 - soit, sur la couche drainante (Géoflow 44-1F ou Draina G10) (cf. figure 7).

9. Entretien

L'entretien de la toiture est indispensable.

- Concernant l'entretien de l'étanchéité : on se reportera aux dispositions de la norme NF P 84-204-1 (réf. DTU 43.1) selon le cas de destination (accessibles ou jardins) ;
- Concernant l'entretien de la couche de circulation Hydromédia® : il convient de se reporter à l'Annexe B-6 du présent document.

B. Résultats expérimentaux

B1. Siplast

Le présent procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

- cf. ATEX délivrée par le CSTB sur le procédé Waterproof Sport de Siplast (2012).
- cf. Avis Technique 5.2/18-2637 - Draina G10 de Siplast.
- cf. Avis Technique 17/11-238 - Nidaplast EP - Nidaflow de Nidaplast.
- cf. Avis Technique 17/14-280 - Nidaplast EP - Nidaflow de Nidaplast.
- Essais Cemagref n° 08.027/01 - Mesure de capacité drainage - Draina G10 - 18 avril 2008.
- Essais Cemagref n° 11.106/01 - Mesure de capacité drainage - Draina G10 + NidarooF - 11 août 2011.
- Essais Cemagref n° 11.105/01 - Mesure de capacité drainage - Géoflow 44-1F + NidarooF - 11 août 2011.
- Rapport Rcs NidarooF maille de 50 et maille de 8 mm - CTRL Nidaplast - 25 février 2019.

B1. Lafarge Holcim France

- cf. Avis Technique Hydromédia n° 165 délivré par l'IDRRIM d'avril 2017.
- Rapport d'essais Lafarge Holcim France n° LH-R&D-2019 - Hydromédia-0001 du 05 mars 2019 - Essais de compression système Hydromédia + NidarooF.
- Rapport d'essais Lafarge Holcim France n° LH-R&D-2019 - Hydromédia-0002 du 15 mai 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 février 2016.
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Le Mans) - Ginger CEBTP du 14 décembre 2016.
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Bordeaux) - Ginger CEBTP du 17 janvier 2017.
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Barentin) - Ginger CEBTP du 31 janvier 2017.
- Rapport d'essai mesure de la drainabilité (Darnetal) - Ginger CEBTP du 31 janvier 2017.
- Avis Technique n° 165 de l'IDRRIM (Institut de Routes, des Rues et des Infrastructures pour la Mobilité).

C. Données Environnementales

Le présent procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

Tableaux du Dossier Technique

Tableau 1 – Utilisation du procédé

Destinations et domaines d'emploi	Revêtement d'étanchéité	Protection rapportée
Toitures accessibles aux piétons et au séjour	Tableau 2.1	Hydromédia® Piéton (cf. Annexe B) En épaisseur minimum en tout point 10 cm ou minoré à 8 cm avec plaque alvéolaire Nidaroo-Protect de maille 8 mm
Toitures accessibles aux véhicules légers	Tableau 2.2	Hydromédia® Parking (cf. Annexe B) Nidaroo-Protect maille de 8 mm Épaisseur minimum en tout point 15 cm
Toitures-terrasses-jardin	Tableau 2.3	Hydromédia® Piéton (cf. Annexe B) En épaisseur minimum en tout point 10 cm ou minoré à 8 cm avec plaque alvéolaire Nidaroo-Protect de maille 8 mm

Tableau 2.1 Revêtements pour toitures accessibles aux piétons et au séjour

Support direct du revêtement Pente nulle ou $\leq 5\%$ avec ou sans couche de rétention d'eaux pluviales (1)	Revêtement de base				
	Indépendant		Semi-indépendant		Adhérent
	Type A4	Type B4	Type C4	Type E4 (2)	Type G4
	VERECRAN 100 + PARADIENE SR4 + PARADIENE 40.1 GS	PARADIENE JS R4 + PARADIENE 40.1 GS	PERFADER + PARADIENE SR4 + PARADIENE 40.1 GS	ADEPAR JS R4 + PARADIENE 40.1 GS	PARADIENE SR4 + PARADIENE 40.1 GS
	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
Maçonnerie	A4	B4	EIF + C4	EIF + E4	EIF + G4 (3)
Maçonnerie + isolation inversée	A4	B4	EIF + C4	EIF + E4	EIF + G4
Perlite expansée (fibrée)	A4	B4			G4 (8)
Verre cellulaire					EAC refroidi + G4
Polyuréthane et Polyisocyanurate	A4	B4		E4	
Polystyrène expansé	PARADIENE 30.1 GS + A4	B4		E4	
Protection rapportée	Solution Nidaroo				
Drainage horizontal	GEOFLOW 44-1F				
Couche de rétention d'eau	NIDAROO (40-1F de hauteur 40 mm à 520-2F de hauteur 520 mm) (4)(5)				
Protection dure circulaire	Hydromédia® Piéton (cf. Annexe B) d'épaisseur minimum en tout point ≥ 10 cm(6) ou minoré à 8 cm avec plaque alvéolaire Nidaroo-Protect de maille 8 mm en substitution de Nidaroo en couche de surface				
Protection rapportée	Solution Nidaroo-Protect				
Drainage horizontal	DRAINA G10 (6)				
Couche de rétention d'eau	NIDAROO-PROTECT de 28 mm à 100 mm (7)				
Protection dure circulaire	Hydromédia® Piéton (cf. Annexe B) d'épaisseur minimum en tout point ≥ 8 cm				

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi

(1) Le DTA du panneau isolant doit prévoir son emploi en toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour.
(2) E4 peut aussi être constitué par ADEPAR JS + GRAVIFLEX ou PARAFOR 30 GS.
(3) Sur maçonnerie de type A uniquement.
(4) En 1 ou 2 couches avec un maximum de 1 040 mm de hauteur cumulée.
(5) Si Nidaroo 520-2F est prévu en lit supérieur prévoir Canopia Filtre déroulé en surface.
(6) Draina G10 peut être remplacé par Géoflow 44-1F. Définition produit cf. DTA Draina G10.
(7) En 1 ou 2 couches avec un maximum de 200 mm de hauteur cumulée.
(8) Sur panneaux aptes à recevoir un revêtement soudé.

Tableau 2.2 - Revêtements pour toitures accessibles aux véhicules légers

Support direct du revêtement Pente nulle ou ≤ 5 % avec ou sans couche de rétention d'eaux pluviales ⁽¹⁾	Revêtement de base				
	Indépendant		Semi-indépendant		Adhérent
	Type A4	Type B4	Type C4	Type E4 ⁽²⁾	Type G4
	VERECRAN 100 + PARADIENE SR4 + PARADIENE 40.1 GS	PARADIENE JS R4 + PARADIENE 40.1 GS	PERFADER + PARADIENE SR4 + PARADIENE 40.1 GS	ADEPAR JS R4 + PARADIENE 40.1 GS	PARADIENE SR4 + PARADIENE 40.1 GS
	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
Maçonnerie	A4	B4	EIF + C4	EIF + E4	EIF + G4⁽³⁾
Maçonnerie + isolation inversée	A4	B4	EIF + C4	EIF + E4	EIF + G4
Perlite expansée (fibrée)	A4	B4			G4⁽⁶⁾
Verre cellulaire					EAC refroidi + G4
Protection rapportée	Solution NidarooF-Protect				
Drainage horizontal	DRAINA G10 ⁽⁴⁾				
Couche de rétention d'eau	NIDAROOF-PROTECT de 28 mm à 100mm ⁽⁵⁾				
Protection dure circulaire	Hydromédia® Parking (cf. Annexe B) d'épaisseur minimum en tout point ≥ 15 cm				

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi

(1) Le DTA du panneau isolant doit prévoir son emploi en toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers. De plus, dans le cas de la pente nulle, la surface entre costières ou joints de dilatation est limitée à 500 m².
(2) E4 peut aussi être constitué par ADEPAR JS + GRAVIFLEX ou PARAFOR 30 GS.
(3) Sur maçonnerie de type A uniquement.
(4) Définition produit cf. DTA Draina G10.
(5) En 1 ou 2 couches avec un maximum de 200 mm de hauteur cumulée.
(6) Sur panneaux aptes à recevoir un revêtement soudé.

Tableau 2.3 - Revêtements pour toitures-terrasses-jardins

Support direct du revêtement Pente nulle ou ≤ 5 % avec ou sans couche de rétention d'eaux pluviales ⁽¹⁾	Revêtement de base				
	Indépendant		Semi-indépendant		Adhérent
	Type A4	Type B4	Type C4	Type E4	Type G4
	VERECRAN 100 + PARADIENE SR4 + GRAVIFLEX	PARADIENE JS R4 + GRAVIFLEX	PERFADER + PARADIENE SR4 + GRAVIFLEX	ADEPAR JS + GRAVIFLEX	PARADIENE SR4 + GRAVIFLEX
	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T4
Maçonnerie	A4	B4	EIF + C4	EIF + E4	EIF + G4⁽³⁾
Maçonnerie + isolation inversée	A4	B4	EIF + C4	EIF + E4	EIF + G4
Perlite expansée (fibrée)	A4	B4			G4⁽²⁾
Verre cellulaire					EAC refroidi + G4
Polyuréthane et Polyisocyanurate	A4	B4		E4	
Polystyrène expansé	PARADIENE 30.1 GS + A4	B4		E4	
Protection rapportée	Solution NidarooF-Protect				
Drainage horizontal	DRAINA G10 ⁽⁴⁾				
Couche de rétention d'eau	NIDAROOF-PROTECT de 28 mm à 100 mm ⁽⁵⁾				
Protection dure circulaire	Hydromédia® Piéton (cf. Annexe B) d'épaisseur minimum en tout point ≥ 8 cm				

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi

(1) Le DTA du panneau isolant doit prévoir son emploi en toitures-terrasses-jardins.
(2) Sur panneaux aptes à recevoir un revêtement soudé.
(3) Sur maçonnerie de type A uniquement.
(4) Définition produit cf. DTA Draina G10.
(5) En 1 ou 2 couches avec un maximum de 200 mm de hauteur cumulée.

Tableau 3 - Charges permanente à prendre en compte selon destination de la toiture-terrasse

Charge en daN/m ²	Piétons avec NidarooF	Piétons avec NidarooF-Protect	Véhicules Légers	Jardin
Pare-vapeur éventuel (ex. : PV renforcé type Parafor solo S)	6	6	6	6
Isolant thermique éventuel (selon DTA des panneaux prévus)	Selon le cas	Selon le cas	Selon le cas	Selon le cas
Revêtement d'étanchéité (ex. : Paradiene 35 SR4 + Parafor Jardin)	12	12	12	12
Geoflow 44-1F (cf. Fiche Technique - Annexe A1)	1	-	1	1
Draina G10 (cf. DTA Draina G10)	-	1	1	1
NidarooF 40-1F à 520-2f (cf. Annexe A2) ⁽¹⁾ en 1 ou 2 lits	2 à 36	-	-	2 à 36
NidarooF Protect 28 à 100 mm (cf. Annexe A3) ⁽¹⁾ en 1 ou 2 lits	-	2 à 14	2 à 14	-
Hydromédia® Piéton en 8 cm minimum (cf. Fiche Technique - Annexe B)	-	200 ⁽²⁾	-	-
Hydromédia® Piéton en 10 cm minimum (cf. Fiche Technique - Annexe B)	240 ⁽²⁾	-	-	240 ⁽²⁾
Hydromédia® Parking en 15 cm minimum (cf. Fiche Technique - Annexe B)	-	-	340 ⁽²⁾	-
Canopia Filtre (cf. § 4.3)	-	-	-	1
Terre végétale 30 cm d'épaisseur (cf. Annexe B - NF DTU 43.1)	-	-	-	630
Végétation (gazon) (cf. Annexe B - NF DTU 43.1)	-	-	-	5
Charge d'eau = Hauteur de la couche de NidarooF (ou NidarooF-Protect) en mm x 0,95 Exemple : pour NidarooF 100-1F =	95	95	95	95

(1) L'épaisseur est au moins de 20 mm supérieure à la hauteur de la surverse (cf. tableau 4). Retenir le poids en fonction de l'épaisseur sur la fiche technique en Annexe.

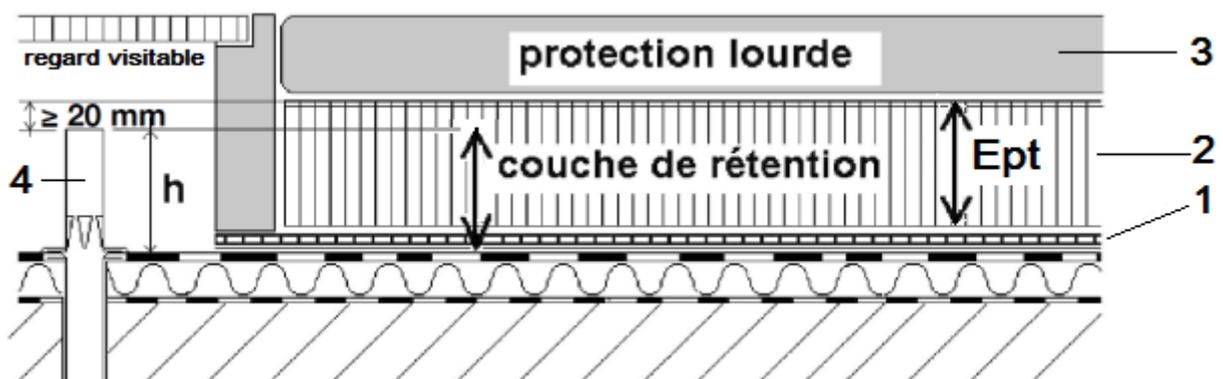
(2) Poids humide pris avec la tolérance maximale d'épaisseur, soit + 2 cm par rapport au minimum (cf. Annexe B §1.4.2).

Nota : le poids humide du béton Hydromedia®, après compactage, est de 2000 daN/m³ (valeur moyenne).

Tableau 4 - Détermination de l'épaisseur des panneaux NidarooF et NidarooF-Protect et de la hauteur de surverse

Éléments à déterminer	Formule	Remarque
h = hauteur de la surverse (en m)	$h = V / (S \times 0,95)$	Volume d'eau à retenir en m ³ S surface de rétention en m ² 0,95 = indice de vide des panneaux alvéolaires
Ept = épaisseur minimum de panneaux alvéolaire (en m)	$Ept \geq h + 0,02$	h = hauteur de la surverse (en m) 0,02 = tolérance de planéité (en m)

Nota : en cas de flashes d'eau vérifiées in situ > 0,02 m, il faut augmenter d'autant l'épaisseur de panneaux alvéolaire Ept. Conformément au NF DTU 20.12, le support béton est à reprendre.



- (1) Couche drainante (cf. § 7.8.1).
 (2) Plaques alvéolaires à structure nid d'abeille en 1 ou 2 couches (cf. § 7.8.2).
 (3) Protection dure de circulation Hydromédia® Piétons ou Hydromédia® Parking (cf. § 7.8.3).
 (4) Dispositif de rétention d'eau avec collerette et limitateur de débit (cf. DTU 43.1).

Tableau 5 – Choix et mise en œuvre du pare-vapeur

Élément porteur	Hygrométrie et chauffage des locaux	Pare-vapeur
Maçonnerie (1)	Cas courant (faible et moyenne hygrométrie)	EIF + PARADIENE 35 SR4 à recouvrement de 6 cm soudé en plein (2)
	Locaux à forte hygrométrie et planchers chauffant n'assurant qu'une partie du chauffage	EIF + PARADIAL S à recouvrement de 6 cm soudé en plein (3)
	Locaux à très forte hygrométrie et planchers chauffant assurant la totalité du chauffage	EIF + PERFADER posé bord à bord + PARADIAL S à recouvrement de 6 cm soudé en plein (3)(4)

(1) Pontage des joints : cf. § 7.1 du Dossier Technique.
(2) PARADIENE 35 SR4 peut être remplacé par IREX PROFIL ou tout autre feuille de la gamme Paradiene S, Parafor Solo ou Canopia à base de bitume à surface grésée ou avec auto-protection minérale ou métallique et visée par un DTA.
(3) PARADIAL S peut être remplacé par PAREVAPO SBS ou PARADIAL SFM ou SUPRADIAL S.
(4) En périphérie de toiture et autour des émergences, sur 0,50 m de large, le pare-vapeur est soudé en plein sur l'élément porteur en supprimant l'écran perforé.

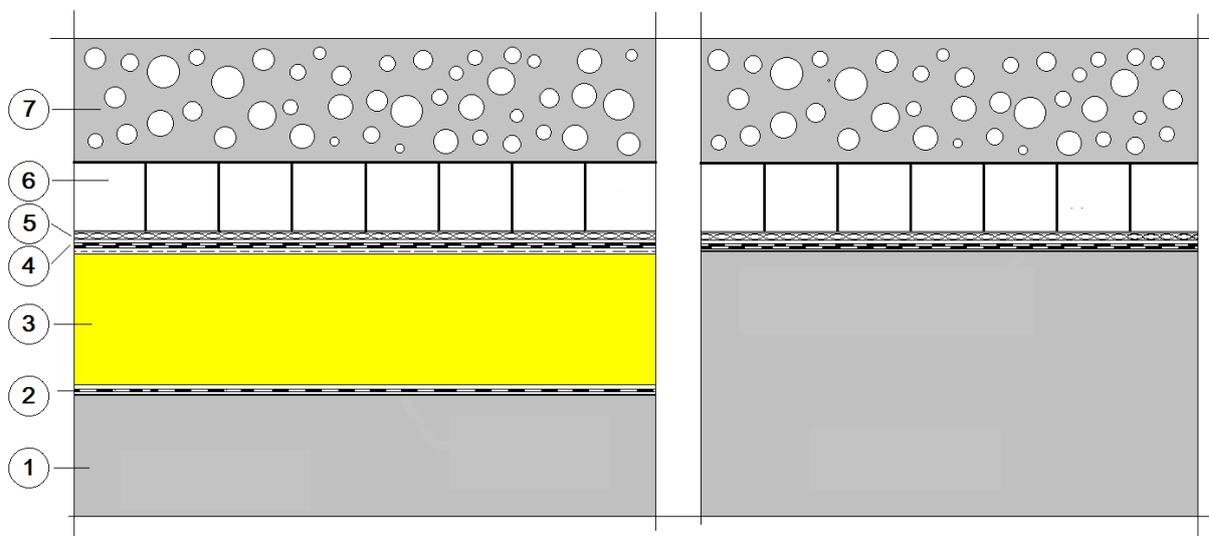
Tableau 6 – Choix et mode de mise en œuvre des isolants

Nature	Mise en œuvre de l'isolant (1)
Perlite expansée (fibrée)	- EAC (2) - Colle PAR ou Colle PUR GLUE (3) - Libre (4)
Verre cellulaire	- EAC (2)
Polyisocyanurate parementé	- Colle PAR ou Colle PUR GLUE (3) - Libre (4)
Polystyrène expansé (EPS)	- Colle PAR ou Colle PUR GLUE (3) - Libre (4)
Polystyrène extrudé (XPS) - toiture inversée	- Libre

(1) Le Document Technique d'Application du panneau isolant indique les conditions de mise en œuvre en plusieurs lits.
(2) EAC sans bitume oxydé sous Atec ou visé par un DTA de revêtement d'étanchéité.
(3) cf. § 7.2 et autres colles prescrites dans le DTA des panneaux isolants.
(4) Le Document Technique d'Application du panneau isolant peut ne pas retenir cette solution ou limiter la surface.

Figures 1 à 7 du Dossier Technique

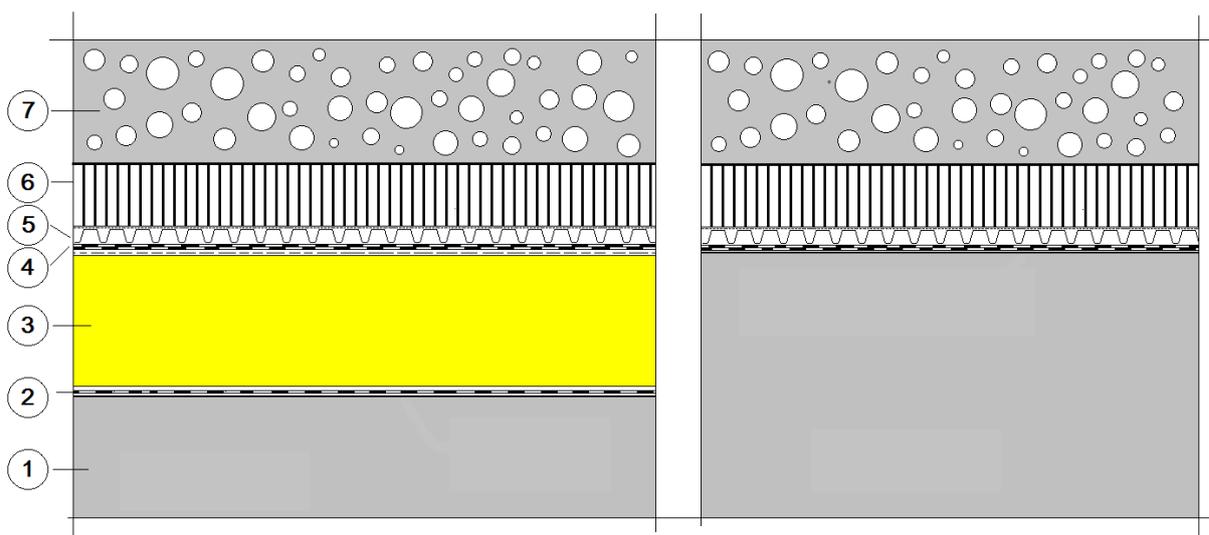
Figure 1 - Principe solution NidarooF – Accessible piétons



Légende :

- (1) Élément porteur dalle béton (cf. § 7.1).
- (2) Pare-vapeur bitumineux soudé (cf. § 7.2.2. et tableau 5).
- (3) Panneaux isolant thermiques (cf. § 7.2.3 et tableau 6).
- (4) Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 7.4 et tableau 2.1).
- (5) Couche drainante Géoflow 44-1F avec non tissé en sous-face (cf. § 7.8.1 et tableau 2.1).
- (6) Couche de panneaux NidarooF (40-1F à 520 2F) en 1 ou 2 lits croisés (cf. § 7.8.2 et tableau 2.1).
Dans le cas d'emploi de NidarooF 520-2F en lit supérieur, Canopia Filtre est déroulé à en surface.
- (7) Protection dure en béton drainant Hydromédia-Piéton de 10 cm minimum d'épaisseur (cf. § 7.8.3 et tableau 2.1).

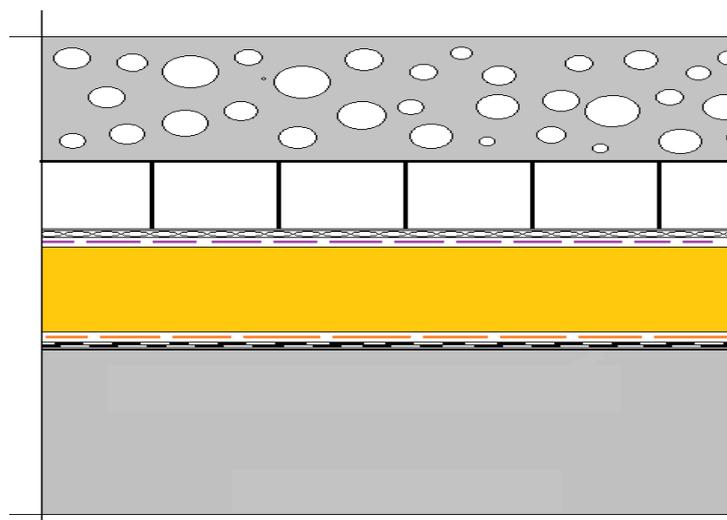
Figure 2 - Principe solution NidarooF-Protect – Accessible aux véhicules légers



Légende :

- (1) Élément porteur dalle béton (cf. § 7.1).
- (2) Pare-vapeur bitumineux soudé (cf. § 7.2.2 et tableau 5).
- (3) Panneaux isolants thermiques (cf. § 7.2.3 et tableau 6).
- (4) Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 7.4 et tableau 2.2).
- (5) Couche drainante Draina G10 (cf. § 7.8.1 et tableau 2.2).
- (6) Couche de panneaux NidarooF-Protect (28 à 100 mm) en 1 ou 2 lits croisés (cf. § 7.8.2 et tableau 2.2).
- (7) Protection dure en béton drainant Hydromédia-Parking de 15 cm minimum d'épaisseur (cf. § 7.8.3 et tableau 2.2)

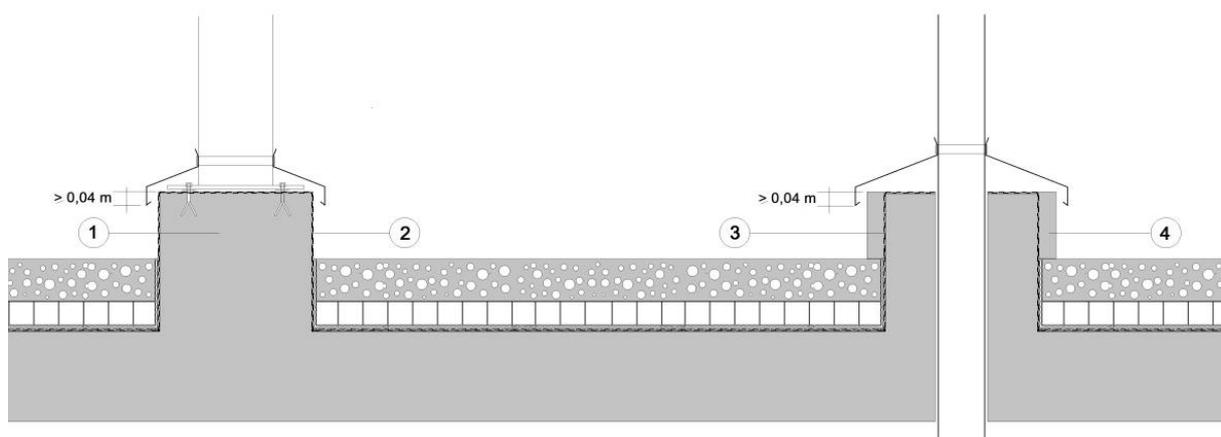
Figure 3 - Principe avec isolation inversée



Légende :

- (1) Élément porteur dalle béton (cf. § 7.1).
- (2) Pare-vapeur bitumineux soudé (cf. § 7.2.2 et tableau 5).
- (3) Panneaux isolant thermiques (cf. § 7.2.3 et tableau 6).
- (4) Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 7.4 et tableau 2.1).
- (5) Couche éventuelle de désolidarisation (cf. DTA du panneau isolant).
- (6) Couche de panneaux isolants pour isolation inversée (épaisseur par défaut ≤ 18 cm - cf. § 7.10).
- (7) Couche éventuelle de séparation (cf. DTA du panneau isolant).
- (8) En toiture accessible piétons : couche drainante Géoflow 44-1F avec non tissé en sous-face (cf. § 7.8.1 et tableau 2.1).
En toiture VL ou jardin : couche drainante Draina G10 (cf. § 7.8.1 et tableaux 2.2 et 2.3).
- (9) En toiture accessible piétons : panneaux Nidarooof (40-1F à 520 2F) en 1 ou 2 lits croisés (cf. § 7.8.2 et tableau 2.1). Dans le cas d'emploi de Nidarooof 520-2F en lit supérieur, Canopia Filtre est déroulé à en surface.
En toiture VL ou jardin : panneaux Nidarooof-Protect (28 à 100 mm) en 1 ou 2 lits croisés (cf. § 7.8.2 et tableaux 2.2 et 2.3).
- (10) En toiture accessible piétons ou jardin : Hydromédia-Piéton de 10 cm minimum d'épaisseur (cf. § 7.8.3 et tableaux 2.1 et 2.3)
En toiture VL : Hydromédia-Parking de 15 cm minimum d'épaisseur (cf. § 7.8.3 et tableau 2.2).

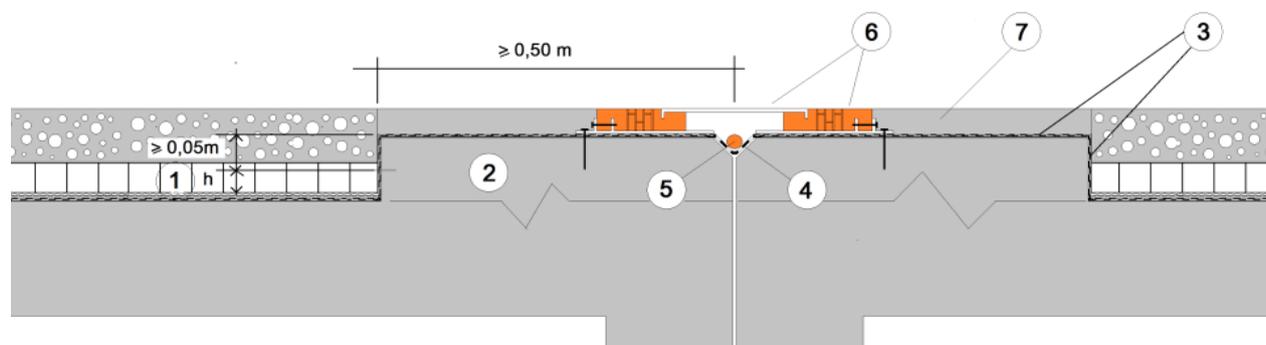
Figure 4 - Émergences diverses



Légende :

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

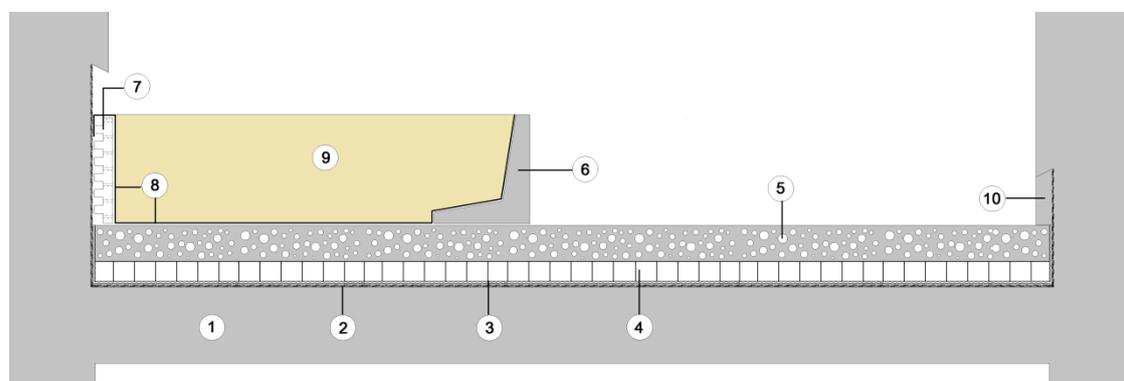
Figure 5 - Joint de dilatation pour toitures-terrasses accessibles piétons ou véhicules



Légende :

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

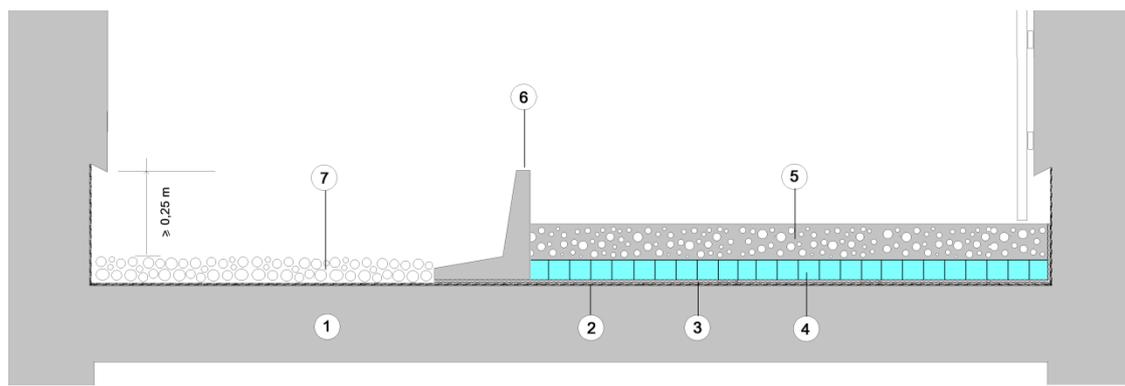
Figure 6 – Toitures-terrasses de destinations différentes sur béton drainant Hydromédia. Exemple : jardin et piétons.



Légende :

- (1) Élément porteur dalle béton (cf. § 7.1).
- (2) Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 7.4 et tableau 2.1).
- (3) Couche drainante Géoflow 44-1F avec non tissé en sous-face (cf. § 7.8.1 et tableau 2.3).
- (4) Couche de panneaux NidarooF (40-1F à 520 2F) en 1 ou 2 lits croisés (cf. § 7.8.2 et tableau 2.3).
Dans le cas d'emploi de NidarooF 520-2F en lit supérieur, Canopia Filtre est déroulé à en surface.
- (5) Protection dure en béton drainant Hydromédia-Piéton de 10 cm minimum d'épaisseur (cf. § 7.8.3 et tableau 2.3).
- (6) Muret de séparation.
- (7) Zone stérile – Canopia Drain dans le cas de toiture-terrace jardin $\leq 100 \text{ m}^2$ (cf. DTA Canopia).
- (8) Canopia Filtre.
- (9) Terre végétale.
- (10) Protection dure en relevé.

Figure 7 - Toitures-terrasses de destinations et protections différentes. Exemple : gravillons et piétons.



Légende :

- (1) Élément porteur dalle béton (cf. § 7.1).
- (2) Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume élastomère SBS (cf. § 7.4 et tableau 2.1).
- (3) Couche drainante Géoflow 44-1F avec non tissé en sous-face (cf. § 7.8.1 et tableau 2.1).
- (4) Couche de panneaux NidarooF (40-1F à 520 2F) en 1 ou 2 lits croisés (cf. § 7.8.2 et tableau 2.1).
Dans le cas d'emploi de NidarooF 520-2F en lit supérieur, Canopia Filtre est déroulé à en surface.
- (5) Protection dure en béton drainant Hydromédia-Piéton de 10 cm minimum d'épaisseur (cf. § 7.8.3 et tableau 2.1).
- (6) Muret de séparation.
- (7) Protection par gravillon avec rétention d'eau (cf. DTU 43.1).

A2 - Données techniques : NIDAROOF (1F et 2F)

A2.1 - Présentation

La fabrication des blocs est réalisée par extrusion de polypropylène avec découpe en ligne puis assemblés pour réaliser des panneaux élémentaires 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 (cf. 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).

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 1183
Indice de fluidité à chaud	6 à 14 g/10 min.	T=230 °C / 2,16 kg	NF EN ISO 1133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	25 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/mn T=23 ± 2 °C	NF EN ISO 527
Module de traction ou de flexion	≥ 1 150 MPa	Vitesse 1 mm/mn T=23 ± 2 °C	NF EN ISO 527

Tableau A2.2 - Présentation et composition des produits

Présentation et composition	NIDAROOF 40-1F	NIDAROOF 60-1F	NIDAROOF 100-2F	NIDAROOF 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 surfacique des panneaux	1,5 daN/m ²	2 daN/m ²	3,5 daN/m ²	18 daN/m ²
Parement de surface	PP 150 g/m ² ⁽²⁾	PP 150 g/m ² ⁽²⁾	PP 150 g/m ² ⁽²⁾	PP 45 g/m ² ⁽³⁾
Parement de sous-face	-	-	PET 45 g/m ²	PET 45 g/m ²
Maille de l'alvéole ⁽⁴⁾	50 mm	50 mm	50 m	51 m

(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	35 kg/m ³ (+/- 2,5 %)	-	-
Indice de vide minimal	≥ 95 %	-	-
Rc verticale (kPa)	≥ 300	6,5 mm/mn	NF EN 826
Rc latérale (kPa)	≥ 15	6,5 mm/mn	NF EN 826
Rcs mini. Déformation associée : Ds mini Déformation associée : Ds maxi	150kPa 1 % 2 %	Selon NF EN 826 et Cahiers du CSTB 3230 de novembre 2007	

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 10204 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) :

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

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).

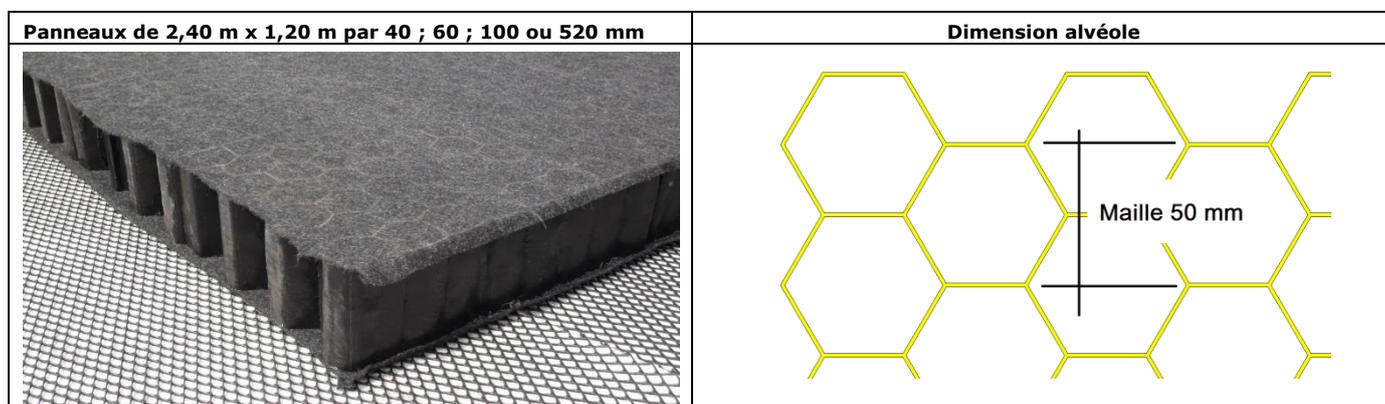


Figure A2

A2.3 – SÉCURITÉ

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

A3 - Données techniques : NIDAROOFF-PROTECT (28 à 100 mm)

A3.1 - Présentation

La fabrication des blocs est réalisée par extrusion. Les plots de base sont extrudés puis découpés. Leurs dimensions sont de section : 0,215 x 0,155 mm. Ces plots sont assemblés dans les 2 directions pour réaliser des bandes puis des blocs élémentaires. Les panneaux NIDAROOFF-8 sont découpés à partir de blocs élémentaires. Un géotextile est fixé par thermo-fusion sur les faces supérieures et inférieures des panneaux (cf. 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.

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 1183
Indice de fluidité à chaud	9 à 20 g/10 min.	T=230 °C / 2,16 kg	NF EN ISO 1133
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	25 à 50 MPa	Vitesse 50 mm/mn T=23 ± 2 °C	NF EN ISO 527
Module de traction ou de flexion	≥ 1 150 MPa	Vitesse 1 mm/mn T=23 ± 2 °C	NF EN ISO 527

Tableau A3.2 - Présentation et composition des produits

Présentation et composition	NIDAROOFF PROTECT 28	NIDAROOFF PROTECT 40	NIDAROOFF PROTECT 60	NIDAROOFF 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)	28 mm	40 mm	60 mm	100 mm
Poids surfacique des panneaux	2 daN/m ²	2,5 daN/m ²	4 daN/m ²	7 daN/m ²
Parement de surface	PET 25 g/m ²	PET 25 g/m ²	PET 25 g/m ²	PET 25 g/m ²
Parement de sous-face	PET 25 g/m ²	PET 25 g/m ²	PET 25 g/m ²	PET 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 100 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 (kPa)	900 kPa	6,5 mm/mn	NF EN 826
Rcs mini Déformation associée : Ds mini Déformation associée : Ds maxi	400 kPa 1 % 2 %	Selon NF EN 826 et Cahiers du CSTB 3230 de novembre 2007	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

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 10204 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 A2.5) :

Tableau A3.5 – 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

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).

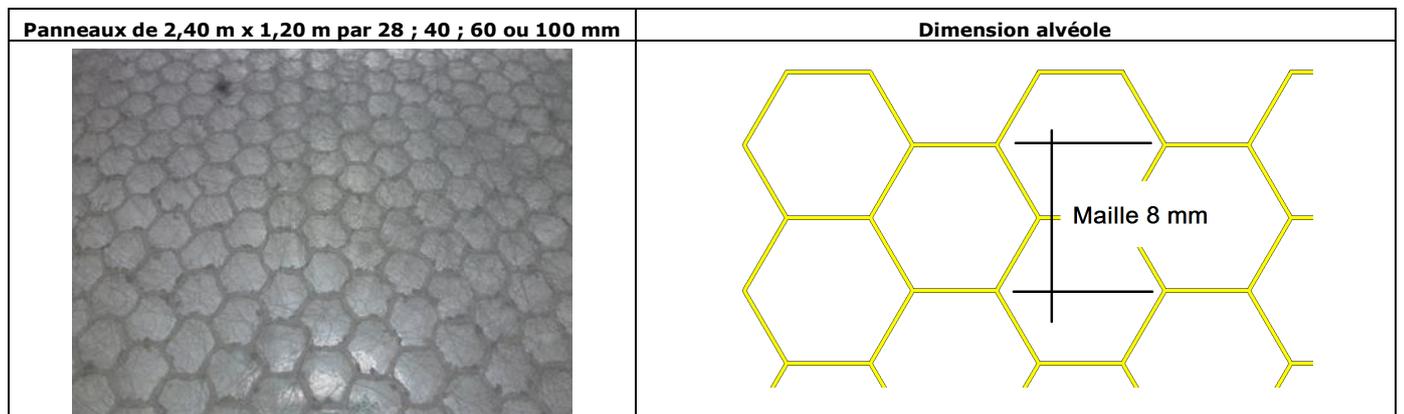


Figure A3

A3.3 - SÉCURITÉ

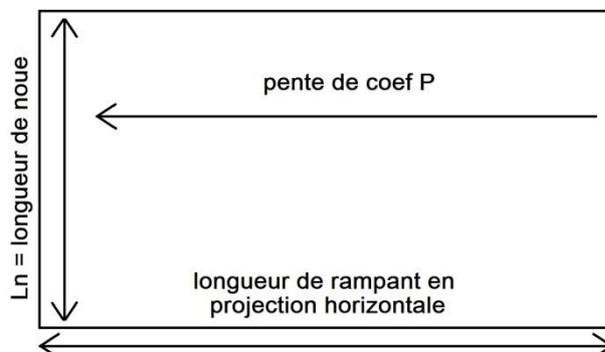
Nidarof-Protect n'est pas classé dangereux conformément au règlement (UE) 2015/1221 et dans le cadre de l'utilisation prescrite par ce document.

A4 - Calcul de la hauteur de Nidarooft sur toiture de pente >0 et ≤ 5 %

L'épaisseur totale (EpT) de la couche en panneaux Nidarooft ou Nidarooft-Protect est déterminée en fonction du volume d'eau à retenir et du profil de la toiture.

Ainsi pour une toiture rectangulaire à un rampants plans à pente constante, si :

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

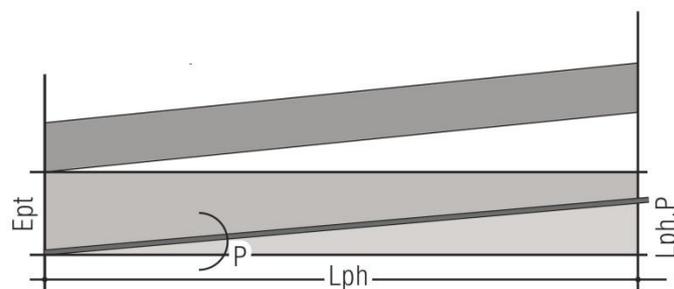
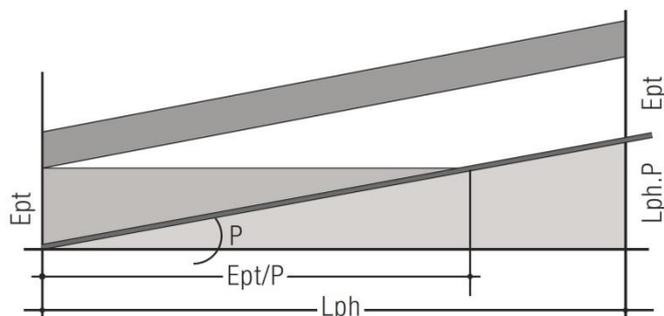


Alors dans le cas où : Racine $\sqrt{(2V \times P / Ln)} \leq P$

EpT = 0,02 + 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 60 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.

B - Protection lourde dure, perméable et circulable en béton Hydromedia®

B1 - DESCRIPTION DU PROCÉDÉ ROOFTOP DUO®

Le procédé Hydromédia® consiste à utiliser le béton drainant Lafarge Hydromedia® pour la réalisation de la protection dure de l'étanchéité. La dalle réalisée en béton Hydromedia® agit comme une couche de protection dure et est mise en œuvre sur une couche de désolidarisation. 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

Hydromedia® 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 Hydromedia®, 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'Hydromedia®.

Intégré au sein d'une structure drainante, Hydromedia® 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 Hydromedia® peut être coloré dans la masse (pigment introduit lors de la fabrication) ou bien coloré en surface une fois durci. Sa granularité peut également être adaptée en fonction de l'aspect recherché. Pour l'application ROOFTOP DUO®, les granulométries retenues sont 2/4 et 4/6.

B1.2 - 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 :

- Hydromedia® Piéton pour circulation piétonne exclusivement ;
- Hydromedia® Parking pour circulation véhicules légers (VL).

Tableau B-1 - Limites d'emploi et applications visées pour Hydromedia®

	Revêtement Hydromedia® Piéton pour circulation piétonne exclusive	Revêtement Hydromedia® 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.	- Parking situé en toiture-terrasse - Voie de circulation, hors zone de manœuvre, dont la vitesse est limitée à 30 km/h - Accès pompiers *
* Les parties de toitures accessibles exceptionnellement aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement peuvent être comprises dans cette catégorie. 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.		

B1.3 - Caractéristiques géométriques des dalles de protection en béton Hydromedia®

B1.3.1 - Épaisseurs minimales des dalles de protection en béton Hydromedia®

Les épaisseurs minimales des dalles de protection en béton Hydromedia® sont définies en fonction de la destination de la toiture-terrasse et de la maille des alvéoles de la couche support Nidarroof (50 mm) ou Nidarroof-Protect (8 mm).

Tableau B-2 - Épaisseurs minimales des dalles en Hydromedia®

Destination de la toiture-terrasse	Nidarroof – Maille de 50 mm		Nidarroof-Protect – Maille de 8 mm	
	Hydromedia®	E mini dalle	Hydromedia®	E mini dalle
TT accessible aux piétons et au séjour	Piéton	100 mm	Piéton	80 mm
TT accessible aux véhicules légers	Non applicable	Non applicable	Parking	150 mm
TT jardin	Piéton	100 mm	Piéton	80 mm

B1.4 - Tolérances d'exécution des ouvrages

On considère 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 Hydromedia® données sont des valeurs minimales, toutes tolérances épuisées, on a donc les valeurs mini. et maxi. suivantes :

- Dalle de 80 mm – Cotation = 80 mm (+ 0/+ 20 mm) – Épaisseur comprise entre 80 mm et 100 mm ;
- Dalle de 100 mm – Cotation = 100 mm (+ 0/+ 20 mm) – Épaisseur comprise entre 100 mm et 120 mm ;
- Dalle de 150 mm – Cotation = 150 mm (+ 0/+ 20 mm) – Épaisseur comprise entre 150 mm 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 Hydromedia® peuvent être utilisés dans les situations où les classes d'exposition demandées par la norme NF EN 206/CN sont les suivantes :

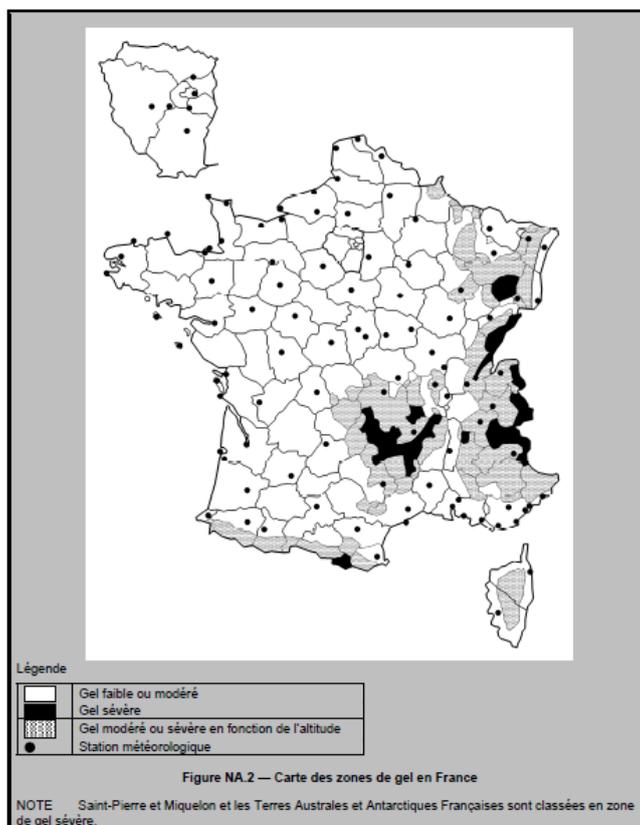
- X0 – Aucun risque de corrosion, ni d'attaque : pour le béton non armé ou sans pièces métalliques noyées / Toutes les expositions, sauf l'abrasion, les attaques chimiques ou par le gel-dégel.

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 déverglacement (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 déverglacement.

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

N.B. : l'application d'Hydromedia® 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'Hydromedia®

B2.1 - Fabrication du béton Hydromedia® pour protection dure

Le béton drainant Hydromedia® est fabriqué sur les sites de production Lafarge Holcim Bétons (ou ceux de ses licenciés).

Les constituants utilisés pour la fabrication du béton drainant Hydromedia® sont listés ci-dessous.

B2.2 - Constituants du béton Hydromedia®

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 12620 + 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'Hydromedia® (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 12878.

B3 - Caractéristiques du produit Hydromedia® garanties par Lafarge Holcim France

B3.1 - Formulation

Le tableau B-3 ci-dessous présente les plages de dosage des différents constituants d'Hydromedia®.

Tableau B-3 - Plages de dosages des constituants d'Hydromedia®

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

Tableau B-4 - Caractéristiques mécaniques spécifiées du béton Hydromedia®

Le tableau B-4 ci-dessus présente les caractéristiques mécaniques des bétons Hydromedia® mesurées sur éprouvettes.

Caractéristiques mécaniques	Méthodes d'essais	Engagement Lafarge Holcim France	
		Béton Hydromedia® Piétons pour circulation piétonne exclusive	Béton Hydromedia® Parking pour circulation VL et PL occasionnels
Résistance caractéristique à la compression à 28 jours	NF EN 12390-3	10 MPa	15 MPa
Résistance caractéristique en traction par fendage à 28 jours	NF EN 12390-6	1,0 MPa	1,3 MPa
Module d'élasticité Ecm	-	16 GPa	20 GPa

N.B.1 : il s'agit de valeurs minimales garanties pour l'ensemble des formulations. Les déclinaisons locales des formules d'Hydromedia® 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 B-8.3.

B3.3 - CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES

Tableau B-5 - Caractéristiques hydrauliques d'Hydromedia®

Le tableau B-5 ci-dessous présente les caractéristiques hydrauliques d'Hydromedia® mesurées sur éprouvettes.

Caractéristiques hydrauliques	Méthodes d'essais	Engagement Lafarge Holcim France
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

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

* *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.*

Par ailleurs, il est possible de mesurer in-situ la drainabilité d'un ouvrage en Hydromedia® en réalisant l'essai au drainomètre de chantier (cf. norme NF EN 12697-40). Cette mesure est effectuée à la surface de l'ouvrage et donne une estimation du niveau de drainabilité du système complet (revêtement + assise).

B3.4 - COMPORTEMENT VIS-A-VIS DU GEL

N.B. : l'application d'Hydromedia® 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 Hydromedia®

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 (2/4 ou 4/6), 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 Hydromedia® 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 Hydromedia® 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 Hydromedia®.

La plate-forme 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 France prend en compte la fabrication du béton Hydromedia® 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 Hydromedia® sur chantier peut être réalisée de différentes manières :

- La répartition du béton Hydromedia® 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 Hydromedia® 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 Hydromedia® mis en place : Hydromedia® piétons ou Hydromedia® parking, mais aussi du choix de l'entreprise.

En effet, il est nécessaire d'assurer un compactage correct du béton dans le cas d'Hydromedia® parking circulaire Véhicules Légers, afin d'obtenir les performances mécaniques visées sur le béton de l'ouvrage.

Nota : la technique de compactage du béton Hydromedia® 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.

Tableau B-6 - Techniques utilisables pour la mise en œuvre du béton Hydromedia®

Tableau B-6 ci-dessous présente les différentes techniques utilisables pour la mise en œuvre d'Hydromedia®.

	Étape 1 - Tirage du béton	Étape 2 - Compactage / Finition
Hydromedia® piéton pour circulation piétonne	Règle ou Rouleau stricker	Lisseuse ou Plaque vibrante sur panneaux bois (si absence d'isolants sur la dalle)
Hydromedia® parking pour circulation Véhicules Légers	Règle ou Rouleau stricker	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 Hydromedia®, pour des chantiers soumis à une exigence esthétique particulière.		

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 Hydromedia® 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

B4.7 - Réalisation des joints

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

- Par un calepinage préalable de profilés plastiques ou métalliques, ou d'éléments décoratifs complémentaires (pavés bétons, par exemple) mis en place avant la mise en œuvre du béton drainant Hydromedia®;
- 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

Pour les toitures-terrasses accessibles uniquement aux piétons, le compactage peut être réalisé, soit à la lisseuse vibrante, soit 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 Hydromedia® doit faire l'objet d'une cure (cf. NF P18-370) ;
- Dans le cas du béton drainant Hydromedia® piétons, la cure est réalisée par pulvérisation du produit de cure Pieri Curing SLC sur la surface du béton frais (cf. fiche technique du produit en Annexe) ;
- Dans le cas du béton drainant Hydromedia® parking pour circulation VL, 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 anti-tâches : 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 Hydromedia® piétons pour circulation piétonne exclusive, la remise en service est possible à 24 h ;
- Dans le cas du béton drainant Hydromedia® 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 France pour assurer la qualité des bétons Hydromedia®

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

Tableau B-7 - Contrôles qualité effectués par Lafarge Holcim France sur le béton Hydromedia®

Le tableau B-7 ci-dessous présente les contrôles de fabrication que Lafarge Holcim France met en œuvre pour assurer la qualité et la régularité des bétons Hydromedia®.

Points de contrôle	Méthode	Fréquence
Teneur en eau du granulat	Par séchage	Avant la 1 ^{ère} 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 12390-3	À chaque chantier
Résistance à la traction par fendage à 28 jours	NF EN 12390-6	Uniquement pour les chantiers Hydromedia® 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 B-8.3 et la méthode pour la détermination de la porosité ouverte est présentée en Annexe B-7.1.

B5.3 - Formation des entreprises applicatrices à la mise en œuvre

Lafarge Holcim France assure la formation des entreprises applicatrices aux techniques de mise en œuvre du béton Hydromedia®.

Cette formation théorique et pratique, d'une durée d'une journée, est dispensée par des démonstrateurs spécifiquement formés par Lafarge Holcim France, qui assurent également le suivi de la mise en œuvre du premier chantier à 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 stricker,
 - au rouleau lesté,
 - finition à l'hélicoptère.

B6 - ENTRETIEN DES REVÊTEMENTS EN HYDROMEDIA®

B6.1 - Préconisations d'entretien

Comme tous les revêtements, le béton drainant Hydromedia® nécessite d'être entretenu.

En plus de régénérer l'aspect de la surface, le nettoyage et l'entretien des revêtements en béton drainant Hydromedia® visent à éviter le colmatage de la porosité de surface par des débris et des salissures.

Tableau B-8 – Préconisations d’entretien des revêtements en béton drainant Hydromedia®

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 munis 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 120l/min/m ² à l’essai au drainomètre de chantier)	Machines de traitement hydro-mécanique (par exemple, machines Sandmaster)	Régénérer l’aspect de surface ainsi que la perméabilité du revêtement en béton drainant Hydromedia®
Entretien hivernal	Surveillance accrue – Utilisation de saumure classique (type chlorure de sodium ou chlorure de calcium) en cas de gel ou de neige.			

B6.2 - Maintien de la perméabilité dans le temps

La perméabilité d’une surface de parking en béton drainant Hydromedia®, 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.

B7 - Protocoles d’évaluation du matériau Hydromedia® proposés par l’entreprise Lafarge Holcim France

B7.1 - Méthode d’essai Lafarge Holcim France pour la détermination de la porosité ouverte

B7.1.1 - Préambule

La porosité ouverte d’Hydromedia® représente le pourcentage de vides communiquant entre eux et avec l’extérieur. Elle est mesurée sur une série de 3 éprouvettes Ø 16 cm x H 32 cm, après 24 h minimum de durcissement du béton.

B7.1.2 - Mode opératoire

- Conserver l’éprouvette en Hydromedia® 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 Hydromedia® utilisé est la moyenne obtenue sur les 3 éprouvettes.

B7.2 - Méthode d’essai Lafarge Holcim France pour la détermination de la perméabilité à l’eau

B7.2.1 - Préambule

La perméabilité à l’eau d’Hydromedia® est déterminée en s’inspirant de la norme NF EN 12697-19 (méthode de la colonne d’eau à hauteur constante). La mesure est réalisée avec un appareil spécifique Lafarge Holcim France, suivant schéma ci-dessous.

B7.2.2 - Principe

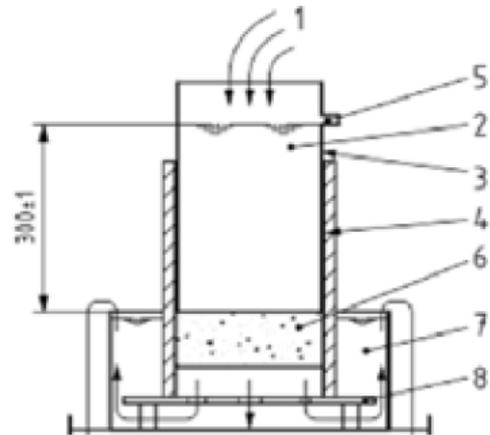
Une colonne d’eau de hauteur constante est appliquée à l’éprouvette cylindrique. L’eau percole à travers l’échantillon de béton Hydromedia® pendant un temps donné. Le principe consiste à mesurer la différence de débit entre l’alimentation en eau du système et l’évacuation du trop-plein, qui correspond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

Les échantillons de béton Hydromedia® (éprouvettes ou carottes) doivent être de forme cylindrique de diamètre 152 mm +/- 2 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.

Légende :

1. arrivée d'eau
2. et 3. Colonne d'eau graduée (diamètre: 10-15 cm)
4. Scotch pour assurer l'étanchéité de l'échantillon et la colonne d'eau
5. Tuyau d'échappement de l'eau
6. Echantillon de béton
7. Cuve d'eau
8. Plateau perforé



B7.2.3 - Mode opératoire

B7.2.3 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 Hydromedia® 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.

B7.2.3 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 mn 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.

B7.2.3 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 $Q \text{ (mm}^3\text{/s)} = V \text{ (mm}^3\text{)} / T \text{ (s)}$.

B – 7.2.3 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

1°) 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 convenance 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 (cf. tableau ci-dessous) ;
- 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 12390-2).

Tableau B-9 : Préparation des éprouvettes

Energie de compactage	Exemple de technique de mise en oeuvre	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 Hydromedia®

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 Nidarooft utilisé.

B9.3 - Vérification du compactage du béton Hydromedia®

- 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.