5.2/21-2708_V1

Valide du **30 août 2021**

au **28 février 2026**

Sur le procédé

Sopranature Toundra

Titulaire : **Société SOPREMA SAS**
Internet : www.soprema.fr

Distributeur : **Société SOPREMA SAS**
Internet : www.soprema.fr

Descripteur :
Le SOPRANATURE TOUNDRA est un procédé de végétalisation extensive, pour toitures-terrasses et toitures inclinées, directement mis en œuvre sur le revêtement d'étanchéité ou sur la couche d'isolation des toitures inversées.

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

Famille de produit/Procédé : Végétalisation des terrasses et toitures sans dispositif de retenue

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.
Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Cette réactivation de l'Avis 5/12-2315*V1 inclut : • Nouvelle couche de drainage polystyrène SOPRADRAIN DUO 25 ; • Nouveau type de végétation Toundra Flore (ajout de plantes vivaces) ; • Solution de mise en œuvre par semis hydraulique ; • Climat de montagne revendiqué.	Anouk MINON	Philippe DRIAT

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Définition succincte 5
1.1.1. Description succincte 5
1.1.2. Mise sur le marché 5
1.1.3. Identification 5
1.2. AVIS 5
1.2.1. Domaine d'emploi accepté 5
1.2.2. Appréciation sur le procédé 5
1.2.3. Prescriptions Techniques 7
1.2.4. Cas de la réfection 7
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 8
2. Dossier Technique 9
2.1. Données commerciales 9
2.1.1. Coordonnées 9
2.2. Description 9
2.3. Domaine d'emploi 10
2.4. Eléments et matériaux 10
2.4.1. Couche de drainage 10
2.4.2. Couche de culture de nature minérale et organique SOPRAFLOR et autres matériaux 11
2.4.3. Végétation TOUNDRA, variantes et prescriptions de mise en œuvre 12
2.4.4. Conditionnement des composants des systèmes TOUNDRA 14
2.4.5. Montage des composants des systèmes TOUNDRA 14
2.5. Fabrication 15
2.6. Contrôles de fabrication 15
2.7. Identification du produit 15
2.8. Assistance technique 15
2.9. Mise en œuvre 15
2.9.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports 15
2.9.2. Configurations des systèmes de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA 17
2.10. Périodes de mise en œuvre 18
2.10.1. Le semis et les plantations 18
2.10.2. Les rouleaux précultivés 18
2.11. Cas particulier du climat de montagne 18
2.11.1. Complexe d'étanchéité 18
2.11.2. Végétation Toundra 18
2.12. Entretien des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA 19
2.12.1. Généralités 19
2.12.2. Alimentation en eau de la toiture et préconisation d'arrosage 19
2.12.3. Prise en charge de l'entretien de la végétalisation 19
2.13. Résultats expérimentaux 19
2.14. Références 19
2.14.1. Données Environnementales (*) 19
2.14.2. Références de chantiers 19
2.15. Annexes du Dossier Technique 20
2.15.1. Glossaire 20
2.15.2. Annexe A1 – Clé de détermination des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA selon la typologie du projet 21

2.15.3. Annexe A2 – Clé de détermination des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA FLORE selon la typologie du projet 25

2.15.4. Annexe B – Fiche d'arrosage des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA 29

2.15.5. Annexe C – Extrait du manuel qualité Sopranature au sujet du contrôle des substrats et matériaux de drainage imposés aux fournisseurs.....31

2.15.6. Tableaux et figures du Dossier Technique 32

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le

08 février 2021, le procédé **Sopranature Toundra**, présenté par la Société Soprema SAS. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Le SOPRANATURE TOUNDRA est un procédé de végétalisation extensive, pour toitures-terrasses et toitures inclinées, directement mis en œuvre sur le revêtement d'étanchéité ou sur la couche d'isolation des toitures inversées.

1.1.2. Mise sur le marché

Le procédé Sopranature Toundra ne fait pas l'objet d'une Déclaration des Performances établie par le fabricant.

1.1.3. Identification

L'emballage des composants du procédé SOPRANATURE TOUNDRA permet leur identification.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé dans le Dossier Technique.

Accessibilité de la toiture

Ce procédé convient aux toitures-terrasses et toitures inaccessibles inclinées de pente jusqu'à 20 % pour tous systèmes, et jusqu'à 35 % lorsqu'il est constitué :

- De feuilles bitumineuses autoprotégées anti-racine ;
- D'un feutre SOPRATEX 650 ;
- D'un substrat de culture SOPRAFLOR X ;
- De rouleaux précultivés.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé de végétalisation est revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé de végétalisation n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements et régions d'outre-mer (DROM).

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité aux charges des éléments porteurs

Les poids des systèmes Sopranature Toundra sont indiqués aux tableaux 3a à 3f du Dossier Technique,

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le classement de tenue au feu du procédé Sopranature Toundra n'est pas connu.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé dispose de Fiches de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI). Les FDS sont disponibles chez Soprema SAS.

Elle peut être normalement assurée. Les matériaux de plus de 25 kg doivent être manipulés par au moins deux personnes.

Pose en zones sismiques

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

Isolation thermique

Si le bâtiment est soumis à la RT 2012 (arrêtés du 26 Octobre 2010 et du 28 Décembre 2012), celle-ci n'impose pas d'exigences minimales sur les performances thermiques des composants. La transmission thermique surfacique (U), et les facteurs solaires (S) doivent néanmoins être déterminés pour chaque orientation pour être utilisés comme données d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio), de la consommation et de la température intérieure de confort (Tic) du bâtiment pour lesquels les arrêtés fixent une exigence réglementaire. La vérification du respect de la Réglementation Thermique s'effectue donc au cas par cas en utilisant les méthodes de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Le calcul du facteur solaire S doit être effectué conformément aux règles propres aux toitures-terrasses végétalisées (cf. § 3.1.3.3 des Th-S - édition 2017).

Acoustique

Les performances acoustiques n'ont pas été évaluées sur ce procédé.

Les performances acoustiques des systèmes constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur (arrêtés du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation, du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignements et établissements de santé).

Le passage de la performance du système à la performance de l'ouvrage peut être réalisé à l'aide d'une des trois approches suivantes :

- Le calcul selon la norme NF EN 12354-1 à 5, objet du logiciel ACOUBAT ;
- Le référentiel QUALITEL ;
- Les Exemples de Solutions Acoustiques, de mai 2002.

Sont exclus du domaine d'emploi les travaux de rénovation importants dans les zones particulièrement exposées au bruit au sens du décret n° 2016-798 du 14 juin 2016 et de l'arrêté du 13 avril 2017.

Données environnementales

Il existe des FDES mentionnées au § 2.14.1 du Dossier Technique. Il est rappelé que ces FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

Résistance au vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant jusqu'à une dépression au vent extrême de 4091 Pa selon les Règles V 65 modifiées pour les systèmes de plus de 55 kg/m² et 3 496 Pa selon les Règles V 65 modifiées pour les systèmes dont le poids minimal est inférieur à 55 kg/m² (cf tableaux 3a à 3f)

Taux de couverture

Le taux de couverture du procédé Sopranature Toundra est indiqué à titre indicatif au tableau 2 du Dossier Technique.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé SOPRANATURE TOUNDRA peut être appréciée comme satisfaisante, sachant que le comportement du procédé SOPRANATURE TOUNDRA peut être dépendant du fonctionnement de son système d'arrosage (en zone sud cf. Figure 6) ; se reporter à l'Annexe B du Dossier Technique.

Entretien et réparation

cf. normes NF DTU série 43.

La végétalisation peut être facilement réparée en cas de blessure accidentelle.

Le procédé nécessite un entretien spécifique de la part du maître d'ouvrage détaillé au § 2.12 du Dossier Technique.

Le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre, doit indiquer dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) :

- L'accès à la toiture nécessaire aux futures opérations d'entretien prévu par le maître d'œuvre ;
- Les dispositifs destinés à assurer la sécurité du personnel contre les chutes de hauteur.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de la fabrication décrits dans le Dossier Technique établi par le demandeur.

1.2.2.4. Mise en œuvre

Une formation spécifique des entreprises est assurée par le département Sopranature. Les travaux de végétalisation du procédé SOPRANATURE TOUNDRA sont à réaliser sous la responsabilité de l'entreprise d'étanchéité. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière. Le département Sopranature de Soprema SAS apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

Les palettes des matériaux SOPRANATURE TOUNDRA précultivés nécessitent un équipement particulier ou une grue de chantier pour le montage en toiture, ainsi que des précautions pour l'entreposage des palettes (poids pouvant atteindre 1 100 kg).

Les palettes de matériaux ne doivent pas être mises en œuvre sur les supports ou éléments porteurs des toitures.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Charges à prendre en compte

Les charges permanentes et les charges d'exploitation des procédés de terrasses et toitures végétalisées doivent être prises en compte dans la conception des ouvrages structuraux, la coordination entre les différents corps d'états étant assurée par le maître d'œuvre.

Il est rappelé que les charges permanentes des terrasses et toitures végétalisées sont constituées :

- Du pare-vapeur ;
- de l'isolant ;
- du revêtement d'étanchéité ;
- de la couche drainante à Capacité Maximale en Eau (CME) ;
- de la couche filtrante à Capacité Maximale en Eau (CME) ;
- du substrat à Capacité Maximale en Eau (CME) ;
- du poids propre des végétaux ;

et

- d'une charge forfaitaire de sécurité de 15 daN/m².

1.2.3.2. Éléments porteurs en bois massif ou en panneaux à base de bois

a) Lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plans, une charge forfaitaire de 100 daN/m^2 sera ajoutée aux charges permanentes pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs conformes à la norme NF DTU 43.4. Cette charge forfaitaire de 100 daN/m^2 correspond à la charge de sécurité de 15 daN/m^2, majorée d'une charge complémentaire de 85 daN/m^2 pour tenir compte du fluage normal de l'élément porteur.

b) La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules est possible, si le support est constitué d'un matériau conforme à la norme NF DTU 43.4 P1-2.

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

1.2.4. Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement ;

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

a) Le procédé de végétalisation extensive SOPRANATURE TOUNDRA respecte les prescriptions des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Edition n° 3, mai 2018), à l'exception des cas suivant :
   - Cas du système sur substrat monocouche,
   - Cas de la mise en œuvre sur revêtements d'étanchéité posés en indépendance,
   - En climat de montagne,
   - Sur des toitures de pente entre 20 à 35 %.

b) Comme pour tous les procédés de végétalisation non précultivée, le maître d'ouvrage doit tenir compte de la durée de confortement de la végétalisation (cf. tableau 8 du Dossier Technique) et donc prévoir l'entretien de l'épaisseur de substrat (érosion due aux effets du vent et de la pluie) pendant cette période minimale nécessaire pour atteindre le taux de confortement de 80 % du système de végétalisation.

c) A l'attention du maitre d'ouvrage, une période de confortement doit être prévue à l'issue de la mise en œuvre du procédé. Dans le cas des PVC-P sous protection lourde non résistants aux UV, la tenue du substrat doit être surveillée afin de protéger le revêtement d'étanchéité pendant cette période.

d) Dans les cas de pente entre 20 à 35 %, la tenue du complexe est assurée par la couche de drainage SOPRATEX 650. La bande ajourée de séparation n'assure pas le maintien.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire et distributeur : SOPREMA SAS
14 rue de Saint Nazaire
CS 60121
FR-67025 Strasbourg Cedex
Tél. : 03 88 79 84 00
E-mail : contact@soprema.fr
Internet : www.soprema.fr

2.2. Description

Les complexes de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA sont des complexes légers, de faible épaisseur, de végétalisation extensive pour toitures-terrasses et toitures inaccessibles inclinées de pentes ≤ 35 %, dans les limites de pente du revêtement ou de l'isolation inversée, en travaux neufs et en réfections.

Ils sont mis en œuvre directement sur le revêtement d'étanchéité anti-racine ou, sur le complexe d'isolation inversée, avec interposition dans ce cas d'un voile non-tissé en polyester ou polypropylène.

SOPRANATURE Toundra se décline en 4 modes de mise en œuvre de la végétation.

- Le rouleau précultivé ;
- La plantation ;
- Le semis (standard ou hydraulique « Hydro ») ;
- Une solution mixte associant la plantation et le semis ;

Ces solutions se caractérisent, outre le mode de mise en œuvre, par des choix spécifiques en termes de support de culture, de couche de drainage, et d'épaisseurs requises. Chaque solution technique est appelée « *configuration* ».

Le complexe SOPRANATURE TOUNDRA (Cf. figure 1) s'applique :

- Au climat de plaine et de montagne en France métropolitaine ;
- Aux travaux neufs et de réfections (cf. norme NF DTU 43.5) ;
- Aux éléments porteurs en maçonnerie, en dalles de béton cellulaire autoclavé armé, en bois et panneaux à base de bois, en panneaux CLT en bois massif à usage structural sous DTA visant l'emploi en élément porteur de toitures, en tôles d'acier nervurées isolées.

La structure et l'élément porteur seront dimensionnés pour les rendre aptes à supporter les charges normalisées, les poids à capacité maximale en eau (C.M.E.) de chaque composant du complexe, et les charges du complexe SOPRANATURE TOUNDRA.

La pente de l'élément porteur maçonné est conforme aux prescriptions des normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.11, et à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé et présente une pente d'au moins 2 % en l'absence de couche de drainage SOPRALITHE, SOPRADRAIN DUO 25 et SOPRADRAIN.

Dans le cas des éléments porteurs en acier, bois et panneaux à base de bois et CLT, la pente minimum est de 3 % conformément aux « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (mai 2018).

Les zones traitées en végétalisation sont inaccessibles. Elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien, à l'exclusion d'engins autres que des engins légers de poids ≤ 30 kg. Elles peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées, non circulables.

Elles peuvent également côtoyer des zones accessibles sur élément porteur en maçonnerie et en CLT ; un dispositif de séparation des zones de toitures de destination différente doit être prévu par le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre.

Conformément aux « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (mai 2018), le complexe d'étanchéité et le procédé de végétalisation font l'objet d'un lot unique.

Note : Un glossaire en Annexes du Dossier Technique exprime la terminologie employée (cf. § 2.15.1).

2.3. Domaine d'emploi

Les complexes de végétalisation extensive SOPRANATURE TOUNDRA sont destinés aux terrasses et toitures inclinées de pentes ≤ 35 % avec un revêtement d'étanchéité réalisé au préalable, en système mixte sous asphalte, feuilles bitumineuses ou membrane synthétique.

Le revêtement d'étanchéité devra bénéficier :

- Soit d'un Avis Technique pour l'asphalte non traditionnel, ou mixte sous asphalte ;
- Soit d'un Document Technique d'Application visant l'usage en toitures-terrasses jardins ou en terrasses et toitures végétalisées, pour une mise en œuvre en adhérence ou semi-indépendance.

Les revêtements d'étanchéité en feuilles bitumineuses indépendants (pente ≤ 5 %) sont visés par cet Avis Technique.

Le cas de feuilles posées en indépendance n'est prévu que sur élément porteur maçonné et dalles de béton cellulaire autoclavé armé. Dans ce cas, les complexes de végétalisation doivent présenter une masse minimale sèche de 64kg/m^2 (cf. tableaux 3a à 3f en fin de dossier). Leur emploi est limité aux toitures de bâtiments au sens des Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009 :

- De hauteur inférieure ou égale à 28 m en zone 1 tous sites ou zone 2 site normal ;
- De hauteur inférieure ou égale à 20 m en zone 2 site exposé ou zone 3 site normal.

2.4. Eléments et matériaux

Les systèmes SOPRANATURE TOUNDRA se composent des matériaux décrits ci-dessous et caractérisés par un laboratoire indépendant. Les protocoles d'essais appliqués sont conformes aux directives des RP TTV de 2018.

2.4.1. Couche de drainage

La couche de drainage a pour fonction principale de favoriser l'écoulement de l'eau excédentaire à travers la macroporosité du matériau vers les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales, d'éviter l'asphyxie racinaire en cas de stagnation d'eau, et aussi d'augmenter la réserve en eau du complexe après ressuyage grâce à la microporosité des granulats.

La couche de drainage employée dans les systèmes SOPRANATURE peut être de natures différentes, telle que défini dans le tableau 1, à savoir :

2.4.1.1. SOPRALITHE Z (abréviation : SL Z)

Cf. le tableau 4 en fin de Dossier Technique.

Matériau granulaire calibré à base de roche naturelle siliceuse d'origine volcanique et de structure alvéolaire, comprenant une faible fraction de matière organique.

La pouzzolane est généralement rouge ou noire avec toutes les teintes intermédiaires, exceptionnellement grise.

2.4.1.2. SOPRADRAIN DUO 25 (abréviation : SPD 25)

SOPRADRAIN DUO 25 est un drain alvéolaire de 25 mm d'épaisseur fabriqué en polystyrène muni de réservoirs permettant d'assurer un drainage efficace vers les évacuations des eaux pluviales, une aération du système racinaire, et un stockage d'eau complémentaire utilisable par la plante. Il est perméable à la vapeur d'eau.

SOPRADRAIN DUO 25 est préfabriqué et livré sous formes de rouleaux, il est installé directement sur l'étanchéité (Cf. tableau10).

Surface du SOPRADRAIN DUO 25

Sous-face du SOPRADRAIN DUO 25

2.4.1.3. SOPRADRAIN (abréviation : SPD)

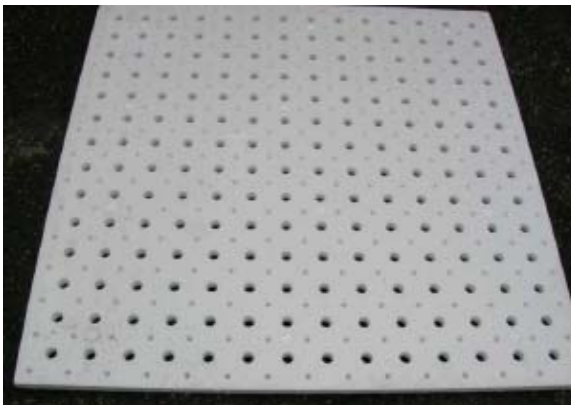
SOPRADRAIN est une plaque drainante rigide de 36 mm d'épaisseur fabriquée en polystyrène expansé et munie de plots cylindriques formant piétement (cf. DTA SOPRALENE JARDIN)

SOPRADRAIN assure la fonction d'évacuation des eaux et empêche la stagnation d'eau dans l'horizon racinaire.

SOPRADRAIN est livré en plaques qui sont installées directement bords à bords sur l'étanchéité et recouvertes de SOPRAFILTRE.

Il est également possible de fixer les plaques SOPRADRAIN par un plot de colle à froid SOPRACOLLE 300 N, disposé au centre.

(Cf. tableau 10bis)



Surface du SOPRADRAIN

Sous-face du SOPRADRAIN

2.4.2. Couche de culture de nature minérale et organique SOPRAFLOR et autres matériaux

Le substrat de culture est le support de la plante et de son système racinaire. Il a les qualités requises pour l'ancrage, la rétention en eau et en éléments minéraux en situation de faible épaisseur, ainsi que la restitution à la plante au cours des périodes de croissance et de déficit hydrique.

Afin de favoriser la reprise et l'enracinement des semis et plantations, une fertilisation des substrats est pratiquée à l'aide d'engrais retard. Ces engrais à libération lente permettent de raisonner la fertilisation, et de limiter le lessivage des éléments fertilisants qu'ils renferment.

Remarque : Les substrats SOPRANATURE TOUNDRA intègrent dans leur composition une proportion de matière organique ; il est prévisible que dans les premières semaines, l'eau de pluie ayant traversé le complexe soit légèrement colorée. Cette coloration de l'eau s'atténue dans le temps.

2.4.2.1. SOPRAFLOR M (abréviation: SF M)

Cf. le tableau 5 en fin de Dossier Technique – pente 2 % à 20 %.

Substrat de culture extensif monocouche composé de différents matériaux d'origine minérale et organique. Il convient au système monocouche.

Note : Le substrat monocouche de par sa composition ne nécessite ni couche de drainage, ni filtre.

2.4.2.2. SOPRAFLOR X (abréviation: SF X)

Cf. le tableau 6 en fin de Dossier Technique – pente ≤ 20% pour les configurations bicouches et pente ≤ 35 % pour configurations multicouches (SOPRATEX 650 + SOPRAFLOR X + rouleaux précultivés).

Substrat de culture extensif composé d'un mélange de granulats minéraux et organiques, il convient aux systèmes bicouches et multicouches

2.4.2.3. SOPRAFLOR S (abréviation: SF S)

Cf. le tableau 7 en fin de Dossier Technique – pente ≤ 20 %.

Substrat de surfaçage composé d'un mélange de granulats minéraux et organiques.

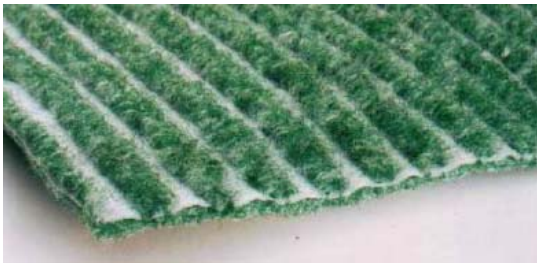
Ce substrat est utilisé en faible épaisseur sur des systèmes existants nécessitant un regarnissage.

2.4.2.4. SOPRAFILTRE

Couche filtrante constituée d'un non-tissé à base de fibres synthétiques ≥ 100 g/m$^{2.}$ (Cf. tableau 11).

2.4.2.5. SOPRATEX 650

Géotextile à base de fibres synthétiques 100 % polypropylène dont une face présente une structure cannelée, participe à la retenue du substrat pour les pentes de 20 à 35 % (Cf. tableau 12). Uniquement avec un revêtement bitumineux suivant le § 2.4.3.7



2.4.3. Végétation TOUNDRA, variantes et prescriptions de mise en œuvre

La végétation colonise le sol progressivement et durablement, soit par extension des sujets en place, soit par propagation de ses propres semences.

La couverture végétale est ainsi constituée par des générations successives des mêmes espèces développant leurs meilleures aptitudes de résistance et s'adaptant progressivement à leur milieu.

L'écosystème peut intégrer la présence de quelques espèces spontanées ou adventices.

Quatre variantes de mise en œuvre de la végétation sont disponibles en fonction du délai de recouvrement souhaité, de l'aspect végétalisé immédiat ou différé ; se reporter au tableau 2 en fin de Dossier Technique.

2.4.3.1. Toundra par semis

Le mélange employé pour SOPRANATURE TOUNDRA est composé de fragments de sedum (boutures de plusieurs espèces de sedum ou autres succulentes) et le mélange employé pour SOPRANATURE TOUNDRA FLORE intègre une gamme végétale plus large et diversifiée que TOUNDRA, à savoir, des semences de plantes vivaces.

2.4.3.2. Semis naturel

L'épandage est effectué manuellement sur un substrat de culture finement nivelé (± 1 cm). Le mélange est réparti de manière uniforme à raison de 80 à 150 g/m^2 pour les fragments de sedum ou autres succulentes et 2 à 3 g/m^2 de semences de vivaces (uniquement pour SOPRANATURE TOUNDRA FLORE).

Afin d'assurer un semis homogène, il est recommandé de répartir régulièrement au préalable l'ensemble des sacs sur la toiture.

Pour les semences très fines, il est possible de les mélanger avec du sable pour faciliter et rendre également plus homogène le semis.

L'enfouissement ainsi que le roulage des semences et des fragments sont fortement recommandés pour faciliter leur reprise.

Sur élément porteur maçonné, le roulage doit être effectué à l'aide d'un rouleau d'environ 100 kg/ml, sur un substrat sec, afin de créer un maximum de contact entre le fragment de sedum ou la graine et le substrat. Sur élément porteur acier et bois, le roulage mécanique est remplacé par un arrosage.

Un arrosage abondant de l'ensemble de la surface est indispensable pour la germination des semences, particulièrement à l'approche de la période estivale. Il doit être assuré régulièrement pendant un mois suivant la mise en œuvre.

Le délai de couverture pour la variante semis est indiqué dans le tableau 2.

Note importante : Un délai maximum de 48 heures sera respecté pour la mise en œuvre des fragments de sedum à compter de leur livraison. A défaut, les fragments de sedum et autres succulentes doivent être étalés temporairement à l'ombre, en couche mince.

2.4.3.3. Semis hydraulique « HYDRO »

SOPRANATURE « HYDRO » est une technique qui désigne un mode de mise en œuvre mécanisé des semis par projection hydraulique sur les toitures. Il s'agit d'une alternative qualitative au semis manuel traditionnel.

Le semis HYDRO est mis en place directement en toiture par SOPREMA SAS – Département SOPRANATURE ou par un prestataire qualifié par SOPREMA SAS – Département SOPRANATURE sur un substrat préalablement mis en place et soigneusement nivelé dans les conditions habituelles (± 1 cm).

Un hydroseeder, équipement spécifique pour la mise en œuvre, est acheminé au pied du bâtiment. Un tuyau sous pression achemine les semis en toiture.

La « matrice fibrillaire végétale » projetée est composée d'un mélange homogène de fibres, de semences et de fragments de sedum (SOPRANATURE TOUNDRA) et de plantes vivaces (SOPRANATURE TOUNDRA FLORE), de fixateurs, d'amendements organiques et de bio-stimulant. Cette matrice nourrissante assure la protection et la nutrition efficace du semis pendant les premiers mois.

Cette technique est spécialement adaptée aux grandes surfaces, aux toitures en pentes, en neuf comme en réfection.

Les caractéristiques de Toundra et Toundra Flore HYDRO sont détaillées dans le tableau 13.

2.4.3.4. Toundra par plantations de micromottes

Les sedum (TOUNDRA) et les sedum et plantes vivaces sont livrés en micro-mottes, (plaques alvéolées) ou en godets. La hauteur des micromottes sera inférieure à l'épaisseur du substrat (cf. tableaux 3).

Les plantes doivent être sorties de leur contenant et réparties manuellement sur le substrat de culture finement nivelé (± 1 cm). Les sedum sont répartis selon le plan de plantation ou aléatoirement à raison de 16 plantes /m^2, c'est-à-dire avec un espacement de 0,25 m entre les plantes. Les plantes vivaces sont disposées à raison de 5 à 10 plantes/m^2.

La plantation s'effectue à l'aide d'un transplantoir (sorte de petite pelle étroite à manche court) en veillant à ce que la plante soit bien verticale et que la motte ne dépasse pas de la surface du sol pour éviter le desséchement.

Un arrosage abondant de l'ensemble de la surface est indispensable le jour de la mise en œuvre pour le plombage des sujets ainsi que pendant les deux premières semaines pour l'enracinement des sujets.

Note importante :

Un délai maximum de 48 heures sera respecté pour la mise en œuvre des micromottes de sedum et de vivaces à compter de leur livraison.

À défaut, les sujets doivent être entreposés temporairement dépalétisés, à l'ombre, dans leurs plaques alvéolées et doivent être arrosés au minimum tous les 3 jours entre avril et septembre.

2.4.3.5. Toundra mixte par semis et plantations de micromottes

Cette variante désigne la mise en œuvre d'une zone semée manuellement représentant 70 % de la surface totale et une zone plantée de micromottes ou de godets représentant 30 % de la surface totale.

Les densités de semis et de plantations au m^2, ainsi que toutes recommandations de mise en œuvre sont identiques aux systèmes « tout planté » et « tout semé ».

2.4.3.6. Toundra par rouleaux précultivés

Les rouleaux précultivés sont des tapis de végétation de types mousses, sedum et vivaces cultivés en plein champ pendant une période de 8 à 12 mois précédant leur arrachage.

Ils peuvent avoir deux aspects de végétation.

- Les rouleaux de type Toundra comprennent entre 5 et 7 espèces de sedum retenues pour leurs facultés de résistance aux conditions de toitures et présentent un système racinaire optimum.
- Les rouleaux de type Toundra Flore intègrent une diversité supplémentaire de plantes vivaces. Ces plantes matures et pré-enracinées dès la mise en œuvre, contribuent à l'aspect esthétique immédiat et enrichissent durablement la biodiversité.

La dimension standard des rouleaux est 2 m × 1 m ; Ils peuvent être de deux types :

- Rouleaux « trame synthétique » : Cultivés sur trame tridimensionnelle imputrescible, leur taux de couverture initial est ≥ 90 %.

  Ces rouleaux sont destinés à toute surface en pente de 0 à 35 %.
- Rouleaux « trame naturelle » : Cultivés sur trame biodégradable armée, leur taux de couverture initial est ≥ 70 %.

  Ces rouleaux sont destinés à toute surface en pente ≤ 20 %.

Les rouleaux précultivés assurent trois fonctions :

- Couche filtrante (filtre intégré) dans le cas de la trame synthétique ;
- Couche de culture (substrat) ;
- Végétation.

Les rouleaux précultivés offrent une couverture immédiate de la surface. Toutefois, leur reprise repose sur le respect des recommandations de mise en œuvre, à savoir :

- Nivellement du support de culture (± 1 cm) permettant un contact parfait avec les racines et réglage de son épaisseur ;
- Mise en place des rouleaux trame vers le bas et disposition bord à bord, si possible à joints décalés. Les découpes sont réalisées avec un outil tranchant : cutter, petite tronçonneuse à matériaux. On complète si nécessaire les manques de substrat (en périphérie par exemple) par un apport de substrat meuble SOPRAFLOR S ;
- Le passage d'un rouleau à gazon est recommandé afin d'augmenter le contact entre les racines du rouleau précultivé et le support de culture ;
- Un arrosage abondant de l'ensemble de la surface est indispensable pendant la période de reprise des rouleaux et le démarrage de l'enracinement. Selon la période d'installation, l'enracinement doit être effectif dans les deux premières semaines suivant la mise en place.

Note importante

Un délai maximum de 24 heures sera respecté pour la mise en place des rouleaux précultivés à compter de leur livraison.

À défaut, ils devront être déroulés temporairement à l'ombre et arrosés.

2.4.3.7. Cas particulier de la mise en œuvre sur des toitures de pentes comprises entre 20 et 35 %

Les tableaux 3a à 3d précisent les configurations retenues pour la mise en œuvre des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE sur les pentes comprises entre 20 et 35 % (limite supérieure incluse).

La retenue du substrat est assurée par la mise en place du feutre SOPRATEX 650.

Le dispositif de séparation par bande ajourée n'assure pas le maintien des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE.

Ce feutre est déroulé directement sur le revêtement d'étanchéité, cannelures vers le haut dans le sens de la pente, sur toute la surface courante du rampant. Dans le cas de longueur de rampant ≥ 20 m, les joints transversaux du SOPRATEX 650 sont soudés à l'air chaud.

Il est relevé contre les reliefs ou dispositifs de séparation jusqu'au niveau supérieur de la couche de culture. Les recouvrements entre lés sont de 10 cm au minimum.

Une fois cette étape réalisée, le substrat est mis en œuvre directement, de bas en haut, sur le SOPRATEX 650 conformément aux épaisseurs indiquées aux tableaux 3a à 3d.

Les prescriptions de mise en œuvre du § 2.4.3.6 ci-avant, relatives aux rouleaux précultivés, s'appliquent.

Un dispositif de séparation est nécessaire en bas de pente ; il a pour fonction de permettre le passage de l'eau de ruissellement et devra être conforme aux RP TTV de 2018.

Il épaulera, en partie basse, le substrat en place ainsi que le rouleau précultivé.

Les bandes ajourées peuvent être maintenues en place sur l'étanchéité à l'aide de :

- Bandes réalisées en feuille bitumineuse soudée sur les revêtements d'étanchéité bitumineuse selon les dispositions prévues dans leurs Documents Techniques d'Application,

La mise en place des rouleaux précultivés doit intervenir rapidement après la mise en place du substrat.

Dans le cas des toitures de pentes de 20 à 35 %, il est particulièrement adapté de dimensionner la longueur des rouleaux précultivés sur trame synthétique, aux longueurs des rampants, jusqu'à concurrence de 10 ml.

L'engin de levage des matériaux nécessaires au chantier devra prendre en compte le poids des rouleaux à raison de 25 kg/m^2.

2.4.4. Conditionnement des composants des systèmes TOUNDRA

2.4.4.1. Les matériaux inertes : couches de drainage et substrats de culture

Ils sont conditionnés sous plusieurs formes adaptées à différents cas de figures tels que :

- Sacs de 30 litres destinés aux surfaces < 150 m^2.

  Dans le cas des surfaces < 150 m^2, les sacs de substrat et drains doivent être répartis sur l'ensemble de la surface à intervalle régulier afin de garantir une répartition homogène du contenu conformément aux épaisseurs requises, avec une tolérance de nivellement de ± 1cm.
- Big-bags de 600, 1 000 ou 1 500 litres, adaptés aux surfaces comprises entre 150 et 300 m^2.

  Les big-bags sont fabriqués en polypropylène, matériau sensible aux rayons UV ; ils ont par conséquent une durée de vie limitée. Aucun entreposage ne doit excéder 6 mois.
- Camion silos et/ou camion pompe

  La solution camion silo / pompe est particulièrement adaptée aux grandes surfaces à partir de 300 - 400 m^2 et / ou zones inaccessibles par les moyens conventionnels cités précédemment.

  Les consignes relatives au fonctionnement général des camions silos / pompe et à la mise en place des matériaux inertes par aspiration / soufflage sont communiquées par le département Sopranature.

Dans tous les cas et quel que soit le conditionnement retenu, les volumes livrés sont calculés spécifiquement pour chaque projet et garantissent le bon développement des plantes. Aucun excédent de matériau de drainage ou de substrat de culture ne doit survenir.

2.4.4.2. Plantes

Selon la variante retenue, les plantes sont conditionnées comme suit :

- Fragments de sedum : par sacs aérés de 5 à 10 litres au maximum ;
- Semis de semences de vivaces : par sachets de graines prémélangées et prêt à l'emploi ;
- Micromottes de sedum en mélange ou espèces séparées : par plaques alvéolées sur plateau de transport ;
- Micromottes de vivaces en espèces séparées : par plaques alvéolées sur plateau de transport ;
- Godet de vivaces et graminées en espèces séparées : sur plateaux de transport ;
- Rouleaux précultivés de mousse - sedum - vivaces en dimensions standard de 2 m × 1 m (dimensions spécifiques sur demande) : sur palette.
- Dans le cas de la variante Hydro, le mélange de semences est incorporé à une « matrice fibrillaire végétale », et mis en œuvre sur un substrat préalablement installé en toiture.

2.4.5. Montage des composants des systèmes TOUNDRA

Le montage des matériaux en toiture doit être assuré par un engin de levage adapté à la hauteur de la toiture : chariot élévateur, manuscopic, grue…

Aucun entreposage ponctuel de matériau sur palette ne doit être réalisé en toiture. Dans la mesure du possible, les palettes seront maintenues en levage le temps de leur déchargement.

2.5. Fabrication

Les composants du procédé SOPRANATURE TOUNDRA sont fabriqués pour la Société SOPREMA SAS sur la base de Cahiers des Charges établis par SOPREMA SAS ; les sites de fabrication sont identifiés.

Les produits SOPRADRAIN, SOPRADRAIN DUO 25, SOPRAFILTRE sont fabriqués pour la Société Soprema SAS.

Les substrats sont fabriqués dans des sites de production en France et en Allemagne.

Les composants du couvert végétal sont fournis par les producteurs situés en France.

2.6. Contrôles de fabrication

Une démarche de contrôle qualité interne est mise en place. Un manuel qualité SOPRANATURE TOUNDRA est disponible.

Il définit entre autres la périodicité et le contenu des autocontrôles appliqués par les fournisseurs. Se reporter aussi à l'Annexe C (cf. § 2.15.5).

2.7. Identification du produit

Un étiquetage des différents composants des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA est assuré par chaque fournisseur sur les sites de départ, selon les directives du département Sopranature.

Pour ce qui est des substrats SOPRAFLOR et couches de drainage granulaire SOPRALITHE, cet étiquetage est conforme à la norme relative aux supports de culture NF U 44-551 « Supports de culture - Dénominations, spécifications, marquage ».

2.8. Assistance technique

La mise en œuvre des complexes SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE est réalisée par des entreprises formées aux complexes de végétalisation extensive SOPRANATURE TOUNDRA. La formation des entreprises est assurée par le département Sopranature sur les chantiers, par un réseau national de techniciens régionaux.

Le département Sopranature fournit sur demande une assistance à la conception de l'ouvrage, à la réalisation et à l'entretien.

2.9. Mise en œuvre

2.9.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

Les complexes de végétalisation extensive SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE sont mis en œuvre :

- Sur le revêtement d'étanchéité de la terrasse ou de la toiture,

ou

- Sur les panneaux isolants de la toiture inversée, conformément aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021.

2.9.1.1. Système d'étanchéité sous complexe de végétalisation SOPRANATURE

Dans tous les cas, les revêtements d'étanchéité admis sont ceux visés pour une utilisation en toitures-terrasses jardins ou en terrasses et toitures végétalisées dans leur document de référence (cf. § 2.3 ci-dessus).

Les revêtements d'étanchéité admis sont :

- Les revêtements d'étanchéité en asphalte ou mixte en asphalte et membrane en bitume élastomère armé bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement son emploi sous une protection végétalisée ou jardin ;
- En feuilles bitumineuses ou en membranes synthétiques, mises en œuvre en adhérence totale ou en semi-indépendance, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour l'utilisation sous une protection végétalisée ou jardin ;
- En feuilles bitumineuses mises en œuvre en indépendance conformément à leur Document Technique d'Application visant leur emploi en toitures-terrasses végétalisées et jardins. Le cas de feuilles posées en indépendance n'est prévu que sur élément porteur maçonné et dalles de béton cellulaire autoclavé armé. Dans ce cas, les complexes de végétalisation doivent présenter une masse minimale à sec de 64kg/m2 (cf. tableaux 3a à 3f en fin de dossier).

Le revêtement doit être résistant à la pénétration des racines (cf. RP TTV de 2018) pour toute la surface de la toiture, y compris en relevé.

2.9.1.2. Éléments porteurs et supports du complexe d'étanchéité

2.9.1.2.1. En maçonnerie

Ils doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 20.12 ou à celles de leurs Avis Techniques, notamment en ce qui concerne les pentes, les états de surface, les dimensionnements et stabilité des ouvrages annexes.

2.9.1.2.2. En béton cellulaire autoclavé armé

Ils doivent être conformes à un Avis Technique avec pente minimum de 1 % sur plans.

2.9.1.2.3. En tôles d'acier nervurées (TAN)

Ils doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.3, ou d'un Document Technique d'Application, avec pente minimum de 3 % sur plans, y compris lorsque les noues sont en pente.

Dans le cas de TAN à ouverture haute de nervure (*Ohn*) > 70 mm (et < 200 mm), les TAN et leurs fixations seront conformes au CPT commun « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en TAN dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, dans les départements européens » (e-Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009).

2.9.1.2.4. En bois, panneaux à base de bois et CLT

Ils doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4, ou en panneaux à base de bois et CLT bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement leur emploi en élément porteur pour toitures et terrasses avec revêtement d'étanchéité sous protection végétalisée, avec pente minimum de 3 %.

2.9.1.2.5. Supports isolants non porteurs

Les panneaux isolants admis sont de Classe C (compressibilité selon Guide UEAtc) et sont visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement de terrasses et toitures végétalisées par leur Document Technique d'Application ou suivant les Règles professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 ;

2.9.1.2.6. Cas particulier du polystyrène extrudé pour toiture inversée

Sur pente ≤ 5 %, l'utilisation de panneaux isolants de polystyrène extrudé en isolation inversée est également admise selon leur fiche technique visant favorablement leur emploi en terrasses et toitures végétalisées, conformément aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021.

Entre l'isolant inversé et le système de végétalisation, un écran de séparation mécanique doit être mis en œuvre avant la pose du système de végétalisation conformément aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021.

Pour assurer le lestage des panneaux isolants, le poids à sec du système SOPRANATURE TOUNDRA doit être supérieur à celui défini par le fabricant de l'isolant inversé. A défaut, le lestage des panneaux inversés doit être assuré par la protection lourde.

2.9.1.3. Éléments porteurs et charges à prendre en compte

Conformément aux RP TTV de 2018, les charges de calcul à prendre en compte, quel que soit l'élément porteur (maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, tôles d'acier nervurées, bois, panneaux à base de bois et CLT) sont les suivantes :

- Les charges permanentes, qui correspondent à la somme :
  - du poids du complexe isolation - étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement étanchéité),
  - du poids du complexe de végétalisation à capacité maximale en eau (couche drainante, couche filtrante, substrat, végétaux),
  - d'une charge de sécurité fixée forfaitairement à 15 daN/m^2. Lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan, une charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m^2 (soit 100 daN/m^2 au total) sera ajoutée pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs à base de bois (bois massif et panneaux à base de bois hors CLT), pour tenir compte de leur fluage naturel.

  Note : Cette charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m^2 n'est pas à prendre en compte pour le calcul de la structure.
- Les charges d'exploitation sont les charges dites d'« exploitation », y compris les charges climatiques selon les règles NV65 modifiées. La plus élevée de la charge d'entretien (100 daN/m^2) ou de la charge climatique est retenue.

La charge de calcul non pondérée est la somme de la charge permanente et de la charge d'exploitation.

2.9.1.4. Vérification descendante

La contrainte admissible par les panneaux isolants et par le revêtement d'étanchéité doit être vérifiée en tenant compte des charges descendantes.

- Les contraintes admissibles de l'isolant et du revêtement d'étanchéité sont définies dans leurs DTA particuliers respectifs ou dans les fiches techniques établies selon les Règles Professionnelles de Juin 2021 et de Juillet 2021.
- Calcul de la contrainte apportée sur le revêtement :
  - Cas des systèmes multicouches :

    Contrainte apportée = (contrainte liée à la poussée du système végétalisé en daN/m² + charge climatique normale) / surface de contact de la couche drainante sur le revêtement. (Cf. tableaux 10 et 10bis selon la couche drainante mise en œuvre).

Nota : la contrainte apportée doit rester inférieure à la contrainte maximale admise par le revêtement et l'isolant.

2.9.1.5. Vérification ascendante

La résistance aux effets du vent est donnée par le poids propre du système de végétalisation ; elle est faite en sécurité à l'état sec

La dépression maximale admissible au vent extrême (rives et angles compris), au sens des Règles NV 65 modifiées, est de 4091 Pa (Masse surfacique à sec du système de végétalisation ≥ 64 kg/m²).

2.9.1.6. Zone dite stérile

La zone stérile est un espace aménagé sur la toiture dont le but est de :

- Faciliter l'accès aux relevés d'étanchéité et aux entrées d'eaux pluviales pour l'entretien ;
- Permettre une hauteur des relevés conforme aux normes - DTU les concernant, quelle que soit l'épaisseur du complexe de végétalisation en partie courante.

Elle n'est considérée, ni comme une zone accessible, ni comme un chemin de circulation.

Sa largeur minimum est de 400 mm.

Son traitement, en termes de protection de l'étanchéité et de dispositif de séparation, doit être conforme aux RP TTV de 2018.

La nature succulente de la végétation TOUNDRA rend facultative la zone stérile au droit des relevés sur émergences et en périphérie. Dans ce cas, il est nécessaire que la hauteur des relevés au-dessus de la couche de culture soit de :

- 15 cm minimum dans le cas courant ;
- 5 cm si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure, sur éléments porteurs en béton.

Cependant, en aucun cas, cette zone stérile ne peut être supprimée au pourtour des entrées d'eaux pluviales et dans les noues courantes ou noues de rives de fil d'eau de pente inférieure à 2 %, qui sont traitées conformément aux paragraphes concernés des RP TTV de 2018.

Au droit des évacuations d'eaux pluviales et dans le cas des systèmes monocouches SOPRANATURE TOUNDRA, une couche filtrante SOPRAFILTRE (sur une largeur de 100 cm) est nécessaire entre le complexe SOPRANATURE TOUNDRA et le dispositif de séparation (bande pare-gravier).

2.9.2. Configurations des systèmes de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA

2.9.2.1. Généralités

Les composants spécifiques de chaque système assurent différentes fonctions :

a) Drainage

b) Filtre

c) Culture

d) Végétation

Certaines fonctions peuvent être associées : cas du système monocouche, bicouches. Se reporter au tableau 1 en fin de Dossier Technique.

2.9.2.2. Détermination des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA selon la typologie du projet

Les Annexes A1 et A2 en fin de Dossier Technique proposent, selon la typologie de chaque projet, une clé de détermination des configurations des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE.

2.9.2.2.1. Cas des terrasses et toitures en pentes de 0 à 3 % sur maçonnerie et de 1 à 3 % sur béton cellulaire

Se reporter aux organigrammes A1.1 et A2.1 des Annexes A1 et A2 du Dossier Technique.

2.9.2.2.2. Cas des toitures en pentes de 3 à 20 % sur tout élément porteur

Se reporter aux organigrammes A1.2 et A2.2 des Annexes A1 et A2 du Dossier Technique.

2.9.2.2.3. Cas des toitures en pentes de 20 à 35 % sur tout élément porteur

Se reporter aux organigrammes A1.3 et A2.3 de l'Annexe A1 et A2 du Dossier Technique.

2.9.2.3. Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA

Les systèmes SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE sont décrits aux tableaux 3a à 3f en fin de Dossier Technique.

Les épaisseurs indiquées dans les tableaux 3a à 3f sont des épaisseurs nominales. Selon les matériaux employés, une variation prévisible de 5 à 20 % doit être considérée (après tassement).

Les valeurs indiquées dans « poids du système à C.M.E. » incluent le poids propre des végétaux évalué à 10 kg/m^2 conformément au § 6.2.5.1 des RP TTV de 2018.

Aucun végétal interdit de l'annexe C de la norme NF DTU 43.1 n'est contenu dans les végétations TOUNDRA.

2.9.2.4. Cas particulier de la solution SOPRANATURE RÉFECTION

Dans le cadre des réfections utilisant un nouveau revêtement d'étanchéité conformément à la norme NF DTU 43.5, le système SOPRANATURE RÉFECTION offre la possibilité de substitution de la couche de drainage traditionnelle par la couche de granulats existante.

Le système SOPRANATURE RÉFECTION est limité aux pentes ≤ 5 %.

Le réemploi de la protection meuble existante est assujetti à la vérification et l'appropriation, par le poseur, des caractéristiques suivantes :

- Élément porteur en maçonnerie uniquement ;
- Épaisseur de la protection meuble comprise entre 4 et 6 cm ;
- Granulométrie des granulats comprise entre 5 et 25 mm ;
- Évacuation des eaux pluviales.

La masse volumique à prendre en compte pour les granulats, par défaut, est de : 20 kN/m^3 (= 2 000 kg/m^3).

En cas de présence de dalles en périphérie, celles-ci sont à conserver.

Constitution du système

- Conservation des granulats de la toiture existante en tant que couche drainante ;
- Couche filtrante SOPRAFILTRE ;
- Substrat SOPRAFLOR X de faible épaisseur ;
- Végétation de type TOUNDRA ou TOUNDRA FLORE.

Les granulats de la protection meuble doivent être déplacés pour permettre la pose du nouveau revêtement d'étanchéité, et à nouveau nivelé de la même façon que les matériaux SOPRALITHE.

Les configurations utilisées dans le cadre du SOPRANATURE RÉFECTION sont indiquées aux tableaux 3e et 3f en fin de Dossier Technique.

Rappel : Le maître d'ouvrage doit faire vérifier l'aptitude de l'élément porteur à supporter les charges du complexe SOPRANATURE RÉFECTION (cf. au NF DTU 43.5).

2.10. Périodes de mise en œuvre

2.10.1. Le semis et les plantations

Les semis et les plantations s'effectuent au printemps (mars à mai) ou préférablement à l'automne (septembre à mi-novembre). Il est impératif d'éviter les périodes de sécheresse prolongées ainsi que les périodes de gelées.

A noter que le semis d'automne est préférable, il permet une meilleure installation des plantes avant la période estivale suivante.

Dans le cas de système d'étanchéité indépendant, la protection SOPRANATURE TOUNDRA doit être mise en œuvre dans les plus brefs délais.

Le revêtement d'étanchéité peut être lesté temporairement par la couche SOPRALITHE.

2.10.2. Les rouleaux précultivés

En raison de leur forte rusticité et d'un enracinement préalablement développé, les rouleaux précultivés peuvent être mis en œuvre sur une grande partie de l'année à l'exception des périodes estivales ainsi que les périodes de gelées qui représentent des périodes de repos végétatif pour les plantes.

Les spécificités locales peuvent donner lieu à des modifications des périodes de plantation. Consulter le département Sopranature.

2.11. Cas particulier du climat de montagne

Uniquement sur élément porteur en maçonnerie de pente comprise entre 1 % et 20 %. La charge de neige s'ajoute aux charges de végétalisation.

2.11.1. Complexe d'étanchéité

Se reporter aux Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité et éventuellement des isolants supports d'étanchéité visant l'emploi en climat de montagne et toitures-terrasses végétalisées.

Une zone stérile, de largeur minimale 400 mm, est systématiquement aménagée au droit des relevés, sur émergence et en périphérie, ainsi qu'aux pourtours des évacuations d'eaux pluviales, dans les noues et en rives de bas de pente. Elle est constituée, soit de gravillons d'une épaisseur minimale de 6 cm, soit de dalles sur plots. La hauteur des relevés est conforme à la norme NF DTU 43.11.

2.11.2. Végétation Toundra

Dans le cas de réalisation de toitures végétalisées en climat de montagne tel que défini au NF DTU 43.11, deux aspects de végétation sont possibles : Toundra Montagne et Toundra Flore Montagne.

Toundra Montagne est composée d'une sélection de plantes succulentes adaptées à un développement de type couvre sol en climat de montagne.

Toundra Flore Montagne, est composée d'une sélection spécifique de plantes vivaces alpines à fleurs. La mise en œuvre peut être réalisée par rouleaux précultivés, plantations et semis hydraulique.

La variante de mise en œuvre « Hydro » est particulièrement adaptée aux conditions de montagne et offre un aspect végétal naturel riche et diversifié.

Les configurations qui s'appliquent en climat de montagne sont identiques aux configurations Toundra et Toundra Flore décrites aux tableaux 3a à 3f.

2.12. Entretien des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA

2.12.1.Généralités

L'entretien des systèmes SOPRANATURE Toundra et Toundra Flore est obligatoire, il fait l'objet d'une fiche de préconisations d'entretien remise au maître d'œuvre ou à l'entreprise qui réalise le chantier.

Le nombre de visites annuelles, en fonction du système, est de 1 à 3 dans le cadre de l'entretien initial, et de 1 à 2 en entretien courant.

Conformément aux RP TTV de 2018 pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, l'entretien est catégorisé en 3 périodes :

- Période de parachèvement, qui s'étend de la mise en œuvre à la réception de l'ouvrage ;
- Période de confortement, qui va de la réception de l'ouvrage jusqu'à l'obtention d'un taux de couverture de 80 % ;
- Entretien courant (sans limite dans le temps, à partir de l'obtention du taux de couverture de 80 %).

Le tableau 8 en fin de Dossier Technique récapitule les durées et responsabilités vis-à-vis de ces différentes périodes.

Les tableaux 9a et 9b en fin de Dossier Technique indiquent les préconisations d'entretien des complexes SOPRANATURE TOUNDRA et TOUNDRA FLORE.

Il est précisé qu'en cas de sécheresse prolongée, au minimum un arrosage ponctuel doit être effectué sur les terrasses concernées.

2.12.2.Alimentation en eau de la toiture et préconisation d'arrosage

Se reporter à la fiche d'arrosage SOPRANATURE jointe au § 2.15.4 Annexe B du Dossier Technique.

2.12.3.Prise en charge de l'entretien de la végétalisation

Le département Sopranature peut prendre en charge l'entretien des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA à compter de la réception de l'ouvrage, sous réserve de la conclusion d'un contrat d'entretien.

2.13. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essai du Laboratoire AUREA de 2018 : Analyse du substrat SOPRAFLOR X.
- Rapport d'essai du Laboratoire AUREA de 2019 : Analyse du substrat SOPRAFLOR X.
- Rapport d'essai du Laboratoire AUREA de 2019 : Analyse du substrat SOPRAFLOR M.
- Rapport d'essai du Laboratoire AUREA de 2019 : Analyse du substrat SOPRAFLOR S.
- Rapport d'essai du Laboratoire AUREA de 2019 : Analyse de la couche drainante SOPRALITHE Z.
- Rapport d'essai ARRDHOR CRITT HORTICOLE : Masse à sec et CME SOPRADRAIN DUO 25.
- Rapport d'essai ARRDHOR CRITT HORTICOLE : Masse à sec et CME SOPRATEX 650.
- Rapport d'essai ARRDHOR CRITT HORTICOLE : Masse à sec et CME SOPRADRAIN.
- Rapport d'essai fournisseur pour les Essais de capacité de débit dans le plan (Rapport N° 1901 de 2019) et de compression et fluage en compression (Rapport de 2018).

2.14. Références

2.14.1.Données Environnementales (*)

Le procédé SOPRANATURE TOUNDRA fait l'objet de Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) pour les matériaux SOPRAFLOR X et SOPRALITHE Z. Les données issues des FDES ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

2.14.2.Références de chantiers

Plus de 2 millions de mètres carrés de toitures végétalisées avec le système SOPRANATURE TOUNDRA a été posé depuis 1989.

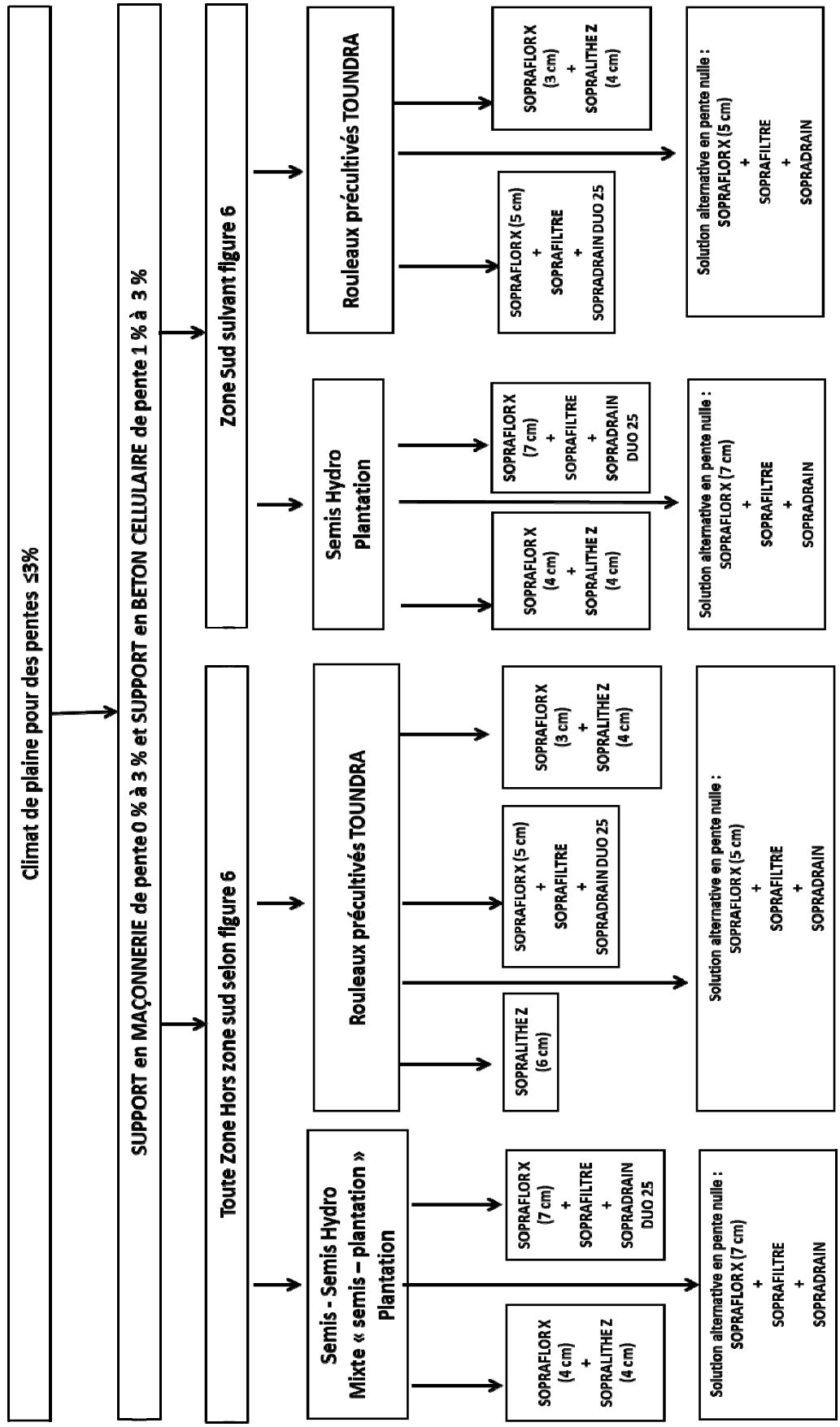
(*) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis

2.15. Annexes du Dossier Technique

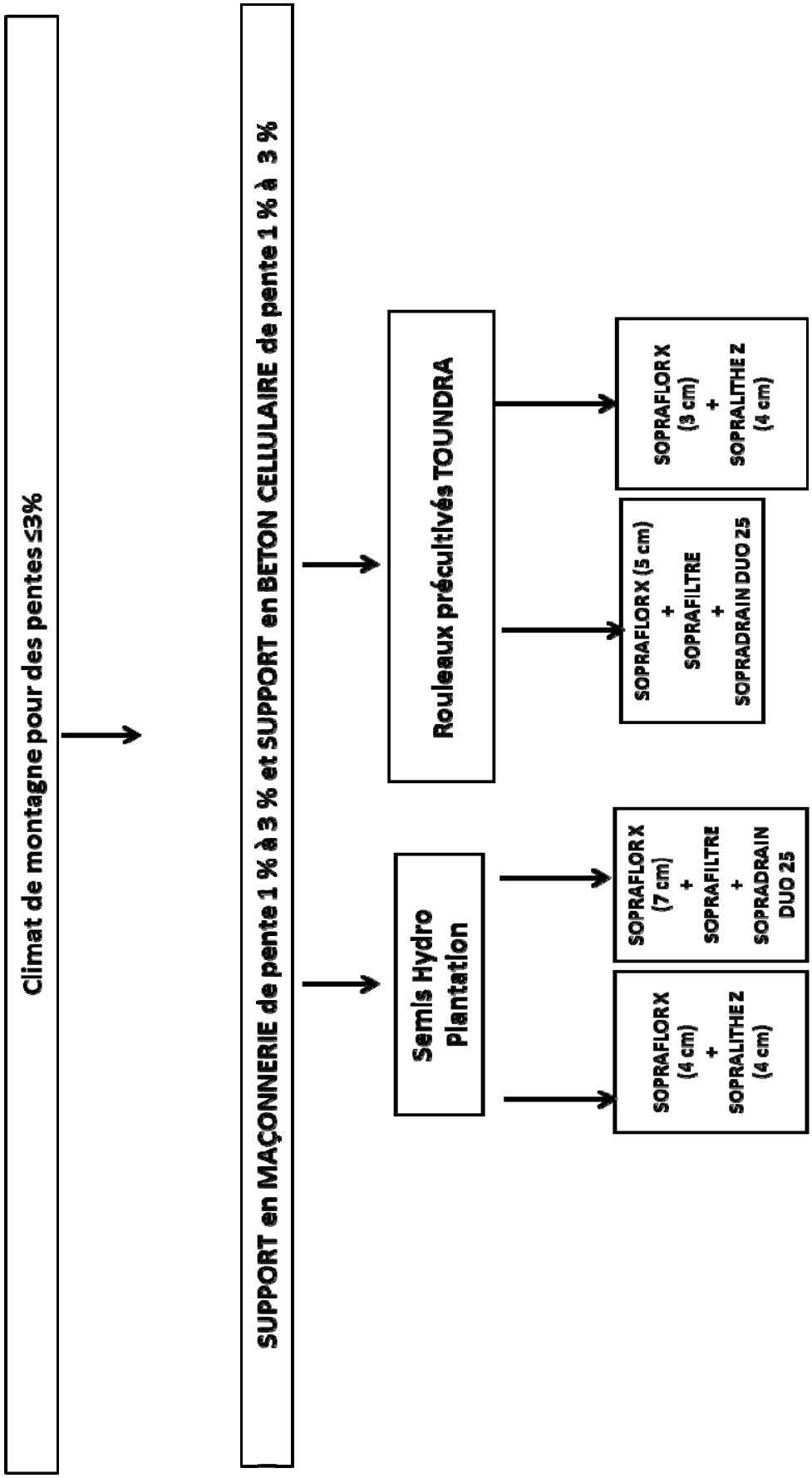
2.15.1.Glossaire

Adventices	*Nom scientifique pour désigner ce que l'on appelle couramment les mauvaises herbes. Ce sont les plantes qui adviennent spontanément sur un sol.*
Bulbeuses	*Abréviation pour "plantes bulbeuses" qui désigne un grand nombre d'espèces végétales, dont la caractéristique commune est leur conservation en hiver par un organe de réserve de type bulbes ou tubercule. La plante consomme pendant la saison les réserves inclues dans le bulbe ou le tubercule, et en reforme un pour la saison suivante (exemple iris, ciboulette).*
Camions-pompe	*Il s'agit de camions dotés de pompes puissantes, qui assurent le montage par pression pneumatique des matériaux granulaires (substrats Sopraflor et couches de drainage Sopralithe) à partir de matériaux livrés en vrac sur le chantier.*
Camions-silo	*Il s'agit de camions qui assurent à la fois le transport et le montage par pression pneumatique des matériaux granulaires (substrats Sopraflor et couches de drainage Sopralithe).*
CME	*La CME se caractérise par la mise en saturation d'eau d'un substrat pendant 24 heures suivi d'une période de ressuyage de 2 heures. La différence de teneur en eau entre ces 2 états est la CME.*
Complexe de culture	*Ensemble des couches traversées par les racines. Dans le cas du drainage Sopralithe, celui-ci fait partie intégrante du complexe de culture, de même que le substrat Sopraflor.*
Configuration	*Désigne l'assemblage des différentes couches de matériaux utilisés dans un système de végétalisation de toitures, en réponse aux contraintes ou aux choix spécifiques du projet. Elle spécifie non seulement le type de matériaux, mais aussi leur épaisseur.*
Couche de culture	*Il s'agit de la couche supérieure du complexe de culture, autrement dit du substrat.*
EIM	*Epaisseur indicative à la mise en œuvre.*
Engrais retard	*Synonyme d'engrais à libération lente*
Épaisseur nominale	*Il s'agit de l'épaisseur nominale de la configuration, sur la base de laquelle les matériaux sont fournis.*
FXS	*Abréviation du système* SOPRANATURE TOUNDRA *par semis et plantations*
Graminées	*Famille de plantes qui comprend des centaines de genres et plusieurs milliers d'espèces. Les gazons sont constitués exclusivement de graminées. En végétalisation extensive, un nombre très limité de graminées résistantes à la sécheresse est adapté (exemple fétuque).*
Lessivage	*Perte des éléments minéraux par dissolution dans l'eau lors de l'évacuation de celle-ci.*
Période de sécheresse prolongée	*La notion de période de sécheresse prolongée induit une obligation de vigilance aux risques liés au manque d'eau. Cette vigilance doit s'appliquer à partir de 2 semaines de température élevées (seuil > 28 °C) associées à une absence de pluie.*
PXS	*Abréviation du système* SOPRANATURE TOUNDRA *par plantations.*
Période estivale	*Elle est comprise entre juin et août inclus pour le cas général (Zone climatique 1), et entre mai et septembre pour les régions méridionales (zone climatique 2).*
RP TTV	*Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (référence édition mai 2018).*
RXS	*Abréviation du système* SOPRANATURE TOUNDRA *par rouleaux précultivés.*
Sedum	*Le genre Sedum (famille des Crassulacées) comprend plusieurs centaines d'espèces, dont de nombreuses sont particulièrement adaptées à la végétalisation des toitures.*
SF M	*Abréviation de Sopraflor M.*
SF S	*Abréviation de Sopraflor S.*
SF X	*Abréviation de Sopraflor X.*
SL Z	*Abréviation de Sopralithe Z.*
SPD	*Abréviation de SOPRADRAIN*
SPD 25	*Abréviation de SOPRADRAIN DUO 25*
SXS	*Abréviation du système* SOPRANATURE TOUNDRA *par semis.*
Succulentes	*Abréviation pour "plantes succulentes". Végétaux qui accumulent de l'eau dans leurs feuilles et tiges. L'exemple des cactus et des agaves est bien connu, mais c'est aussi le cas des sedums, et également d'autres genres utilisés en végétalisation des toitures, comme le genre Sempervivum ou le genre Delosperma.*
Toundra	*La SOPRANATURE TOUNDRA (dénomination commerciale) est une association de végétaux parmi les plus résistants à la sécheresse, parmi lesquels des plantes succulentes (sedum notamment), et quelques espèces de plantes vivaces ou bulbeuses. Les mousses s'installent dans certains cas spontanément dans ces systèmes et sont bienvenues.*
Vivaces	*Abréviation pour "plantes vivaces", qui désigne un très grand nombre d'espèces végétales, rassemblées par les caractéristiques suivantes : longue durée de vie (de quelques années à 100 ans), pas de lignification des tissus (bois), conservation en hiver par leur appareil souterrain (racines, bulbes, tubercules...), cycle annuel d'émission de feuillage, puis floraison, puis perte du feuillage à l'automne (exemple œillet).*

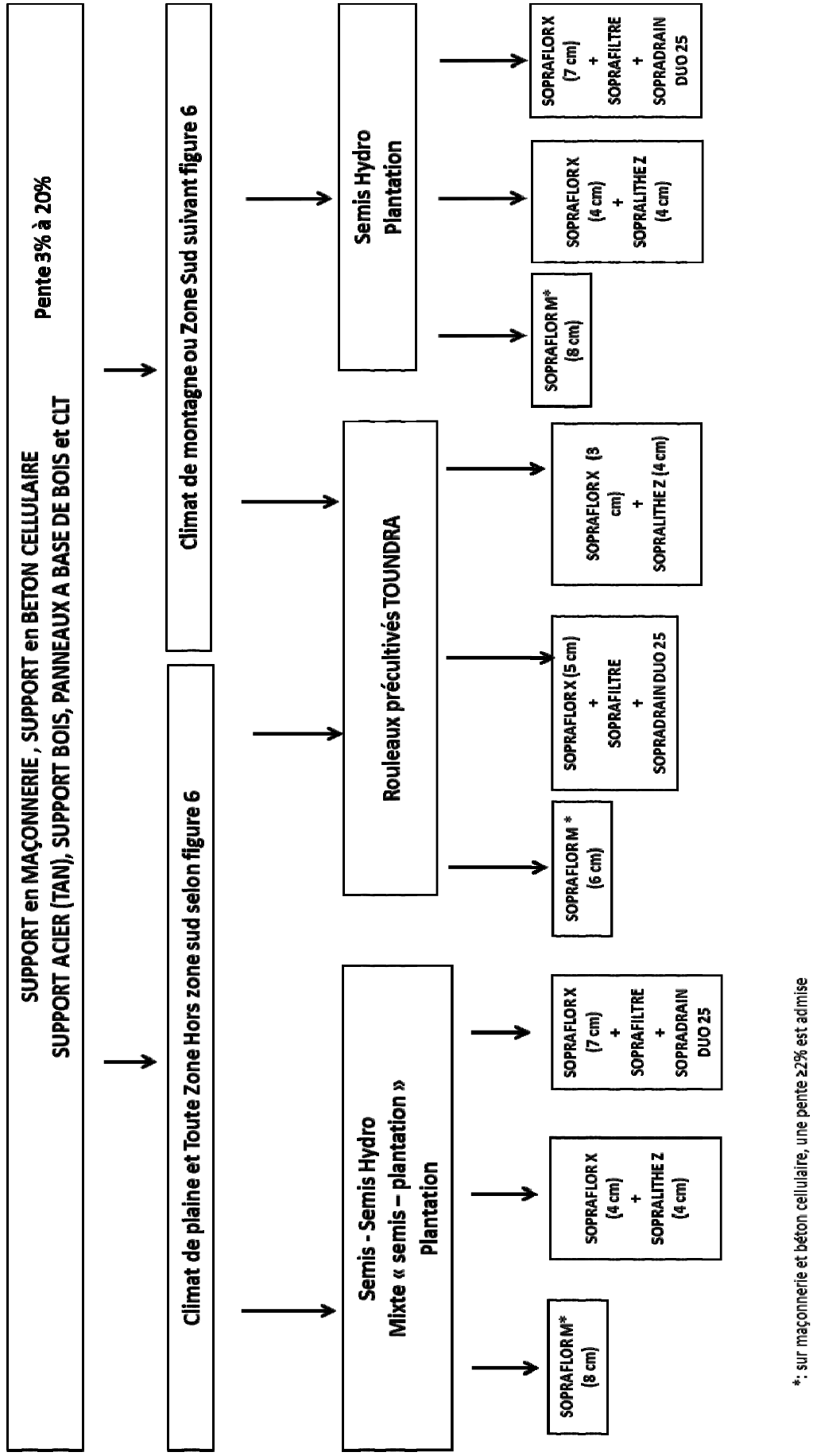
2.15.2. Annexe A1 – Clé de détermination des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA selon la typologie du projet



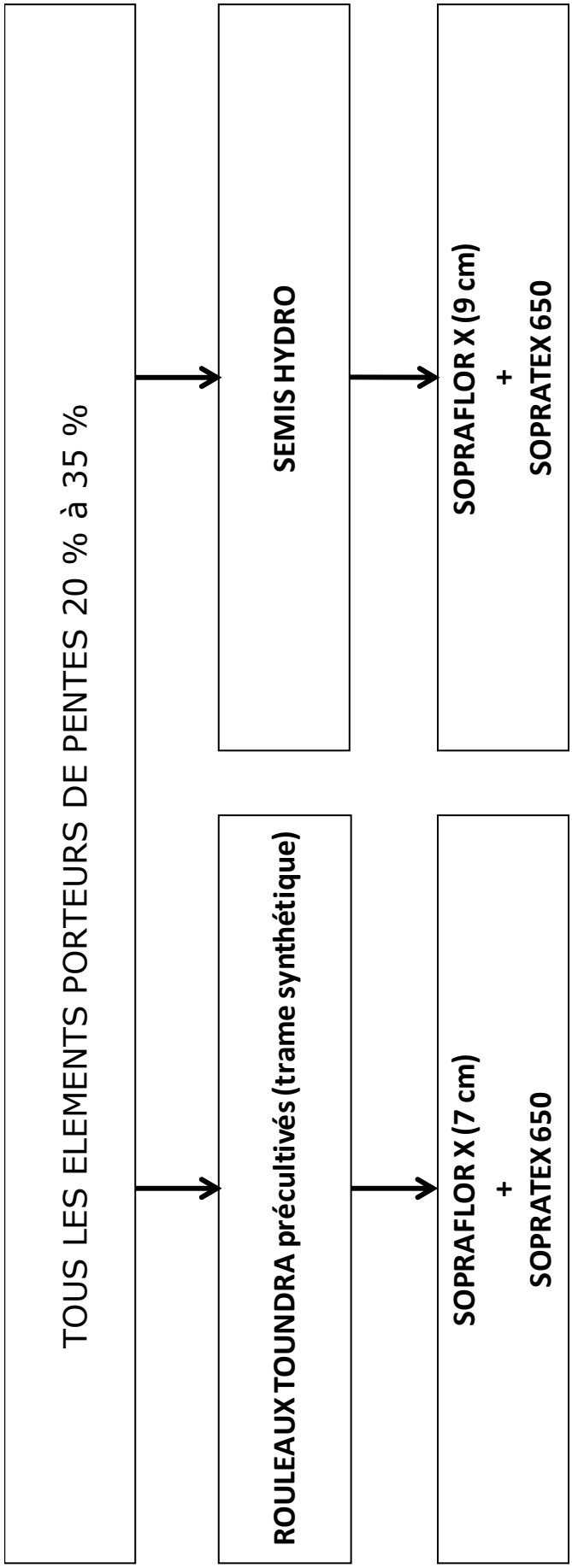
Organigramme A1.1 : Cas des toitures de pente ≤ 3 % en climat de plaine (SOPRANATURE TOUNDRA)



Organigramme A1.2 : Cas des toitures de pente 1 à 3 % en climat de montagne (SOPRANATURE TOUNDRA)

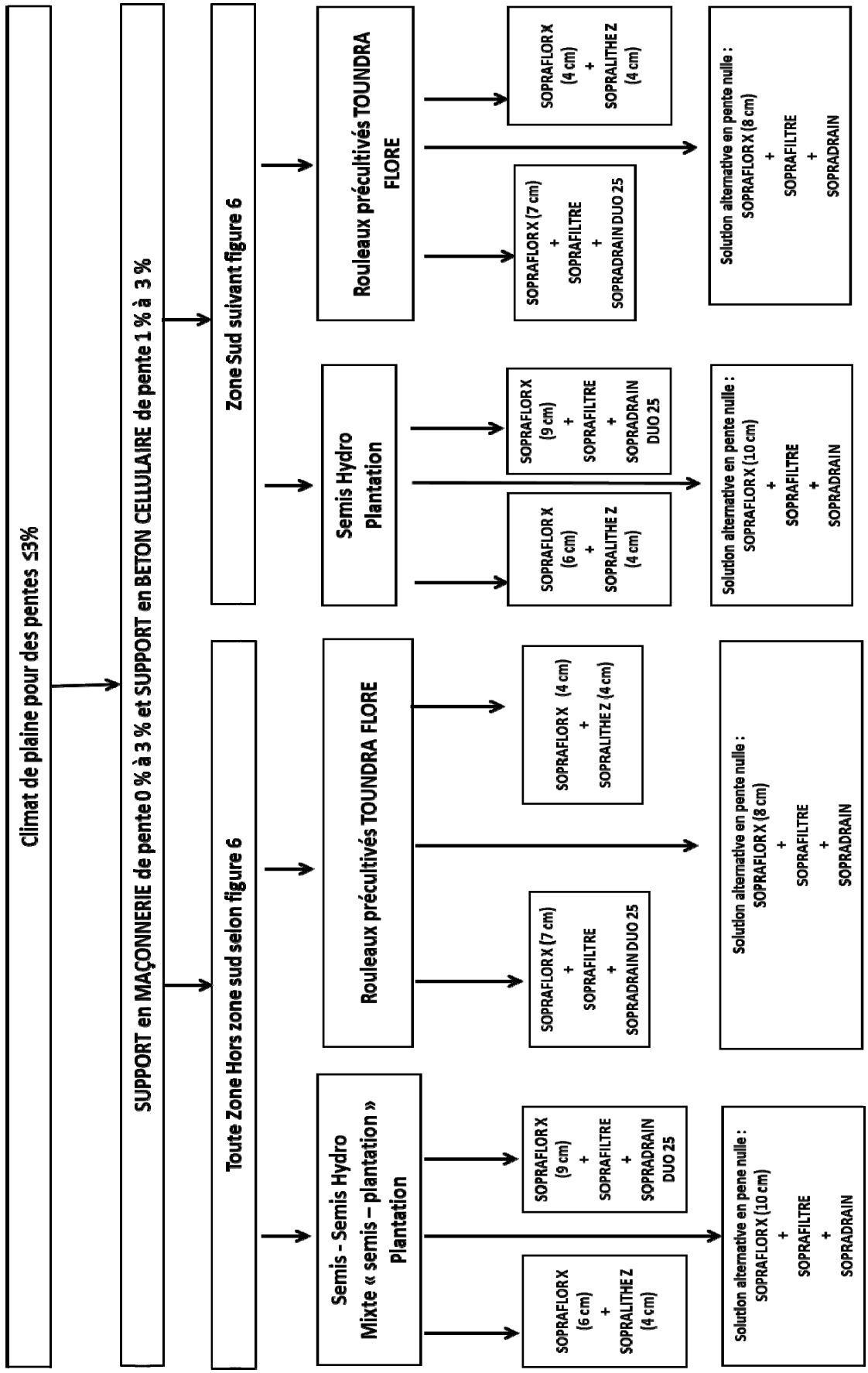


Organigramme A1.3 : Cas des toitures de pente de 3 à 20 % sur tout élément porteur (SOPRANATURE TOUNDRA)

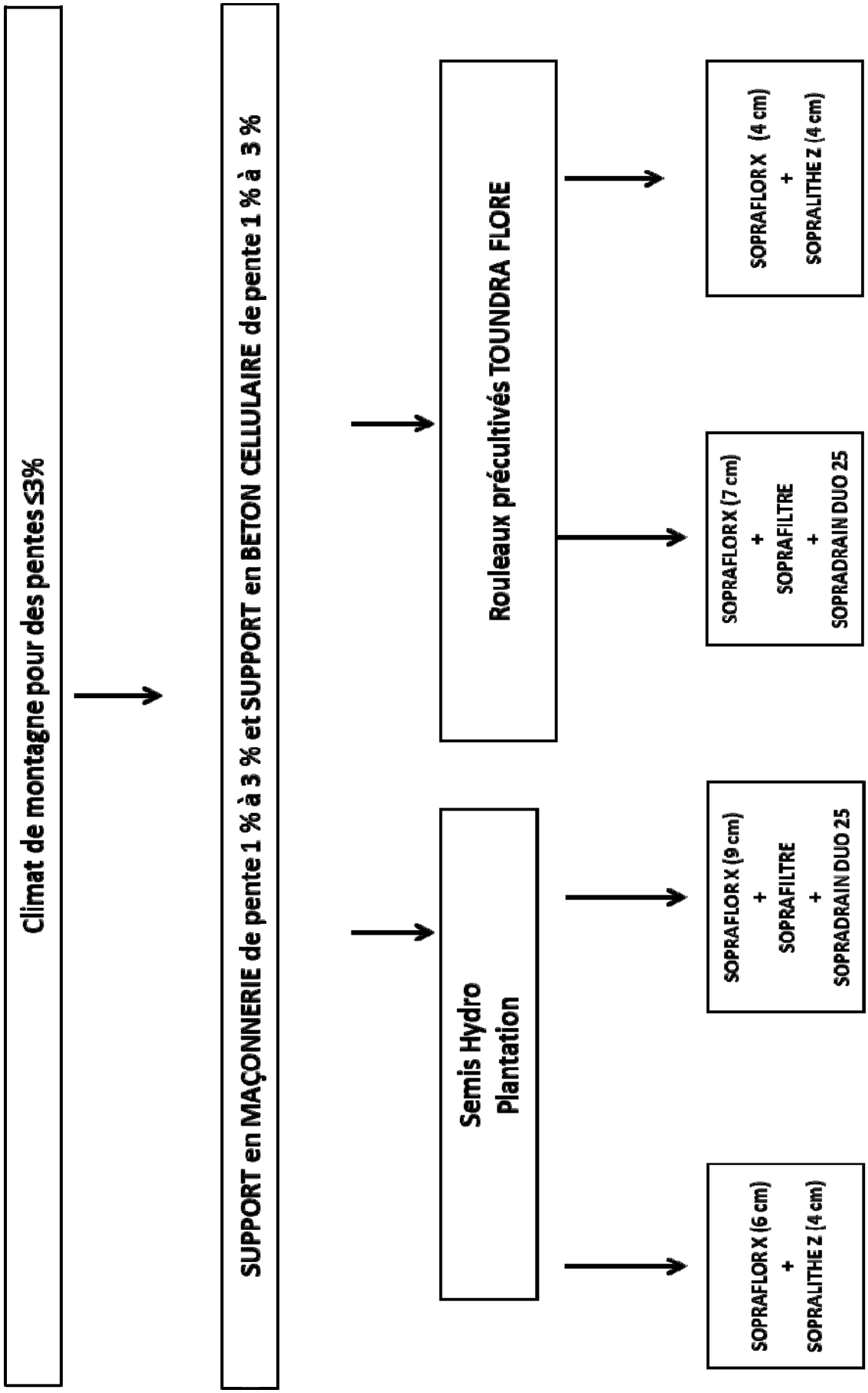


Organigramme A1.4 : Cas des toitures en pente de 20 à 35 % sur tout élément porteur avec étanchéité bitumineuse (SOPRANATURE TOUNDRA)

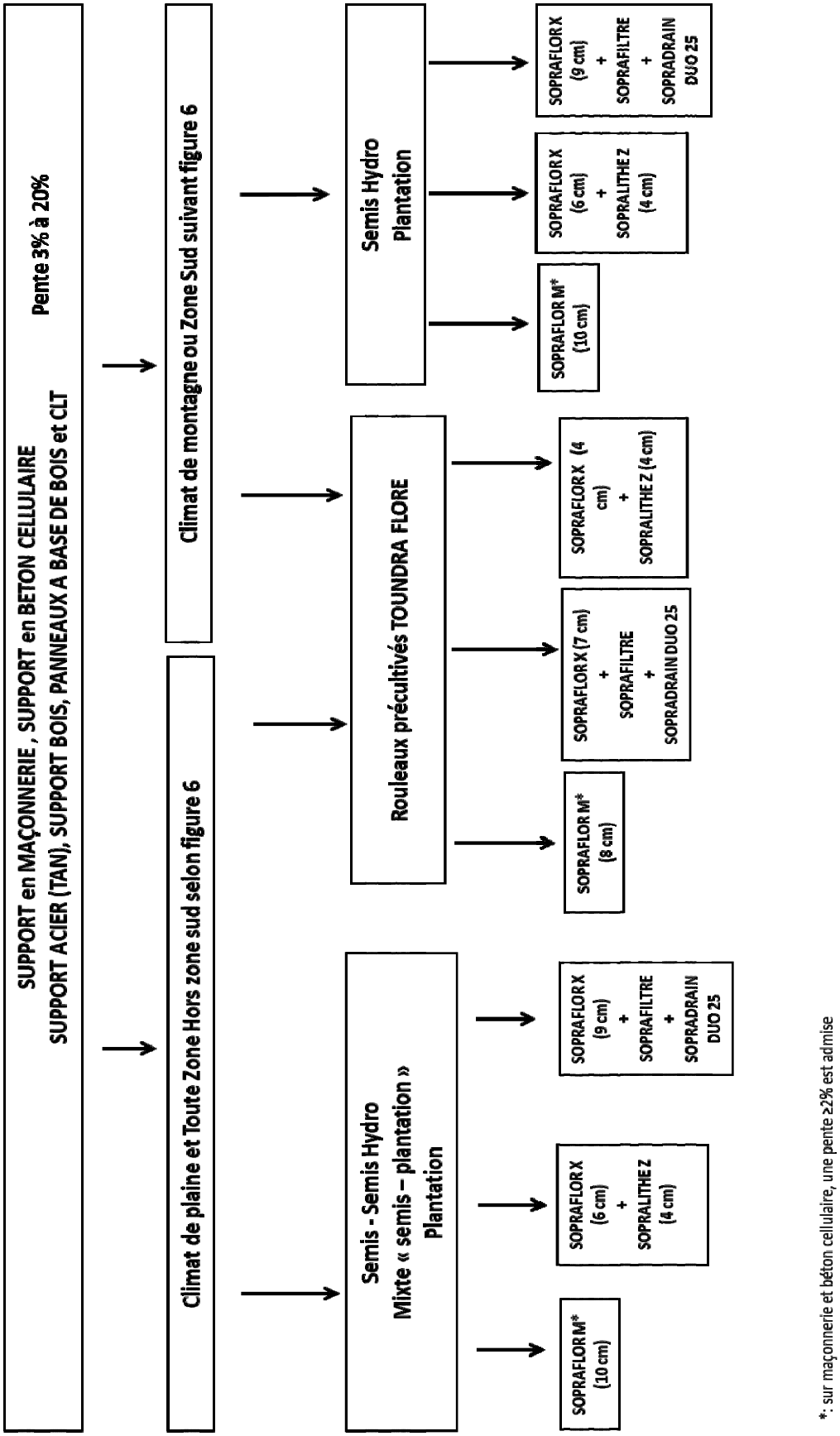
2.15.3. Annexe A2 – Clé de détermination des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA FLORE selon la typologie du projet



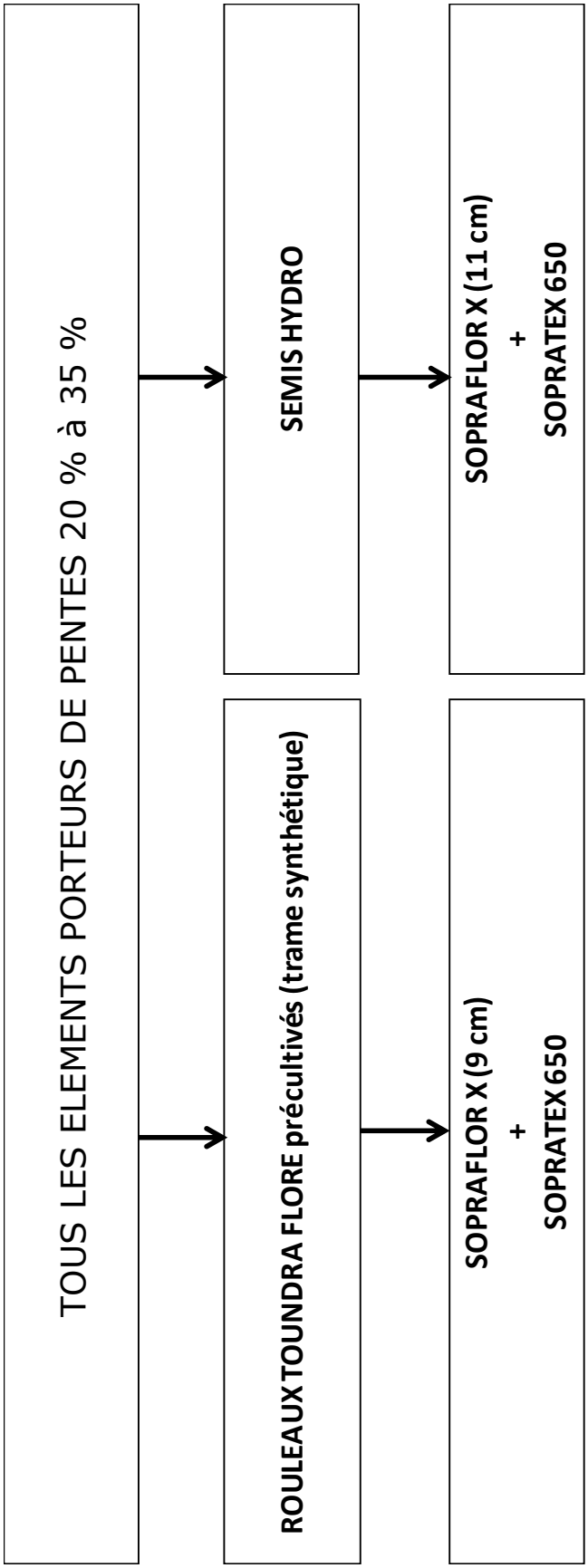
Organigramme A2.1 : Cas des toitures de pente ≤3 % en climat de plaine (SOPRANATURE TOUNDRA FLORE)



Organigramme A2.2 : Cas des toitures de pente 1 à 3 % en climat de montagne (SOPRANATURE TOUNDRA FLORE)



Organigramme A2.3 : Cas des toitures de pente de 3 à 20 % sur tout élément porteur (SOPRANATURE TOUNDRA FLORE)



Organigramme A2.4 : Cas des toitures en pente de 20 à 35 % sur tout élément porteur avec étanchéité bitumineuse (SOPRANATURE TOUNDRA FLORE)

2.15.4.Annexe B – Fiche d'arrosage des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA

L'arrosage des systèmes **SOPRANATURE TOUNDRA ET TOUNDRA FLORE** peut être nécessaire à différents stades du développement des végétaux et lors de certains épisodes climatiques. Cette fiche fournit les précisions nécessaires à ce sujet.

1. GENERALITES

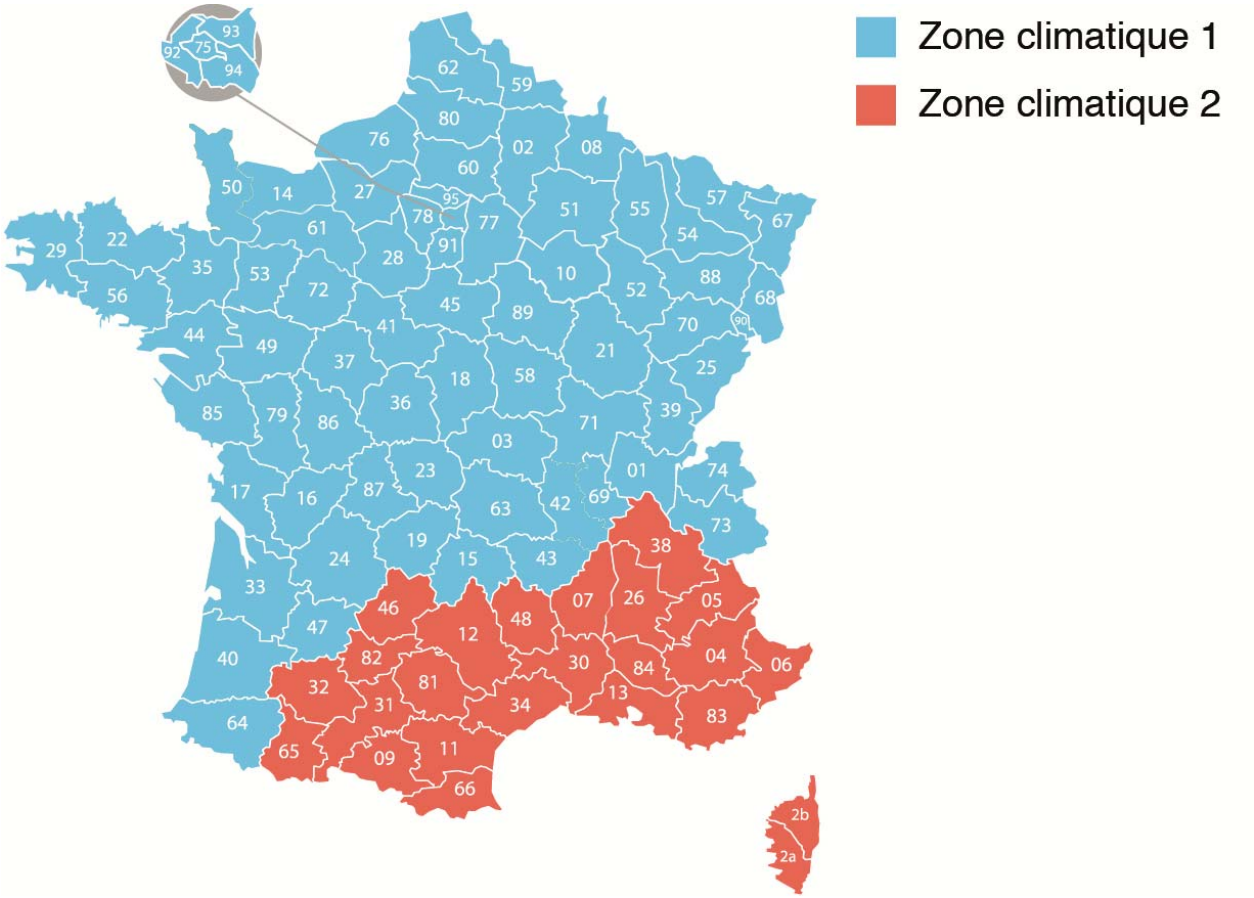
A. Rappel

Les Règles Professionnelles Toitures Terrasses Végétalisées (édition 2018) stipulent :

« Le maître d'œuvre doit prévoir un ou plusieurs point(s) d'eau de débit dimensionné à la surface végétalisée (pression supérieure à 2.5 bars / 0.25MPa), disponible(s) au niveau de la terrasse au moment des travaux et maintenu(s) en état de fonctionnement pendant la durée de vie de l'ouvrage (sauf période hivernale où l'installation devra être purgée). Tout point de la terrasse devra être situé à moins de 30 m d'un point d'eau. »

B. Zones climatiques pour l'arrosage

Les préconisations d'arrosage seront à adapter en fonction des zones climatiques ci-dessous et en fonction de la période (cf. § 5).



La récurrence des périodes de sécheresse prolongées dans la zone climatique 2 rend nécessaire l'emploi d'un système d'arrosage automatique.

2. BESOINS HYDRIQUES DES VEGETAUX DES SYSTEMES SOPRANATURE

En période de sécheresse, le complexe de culture s'assèche jusqu'à atteindre son point de flétrissement. A ce stade, les plantes ne sont plus en mesure de s'alimenter. Leur sauvegarde dépend donc d'apports d'eau extérieurs.

L'arrosage est nécessaire :

- Lors de la mise en œuvre des végétaux et jusqu'à leur enracinement complet.
- Lors de toutes les périodes de sécheresse prolongées
  (= absence de pluie significative pendant 2 semaines).
- pour tous les chantiers installés au printemps, pendant l'été suivant cette mise en œuvre.

Nous déconseillons formellement la mise en place de toitures végétalisées en période estivale.

3. SYSTEMES D'ARROSAGE APPROPRIES

Il y'a lieu de différencier deux grands type de système d'irrigation :

- Arrosage soit manuel avec un simple tuyau d'arrosage branché sur le point d'eau, soit avec lance ou asperseurs mobiles ;
- Arrosage intégré à déclenchement automatique ou manuel par :
  - aspersion
  - goutte à goutte de surface ou enterré
  - toile d'irrigation AQUATEX

Caractéristiques indicatives minimum de débit et de pression par point d'eau : débit > 2,5 m^3/h et pression > 3 bars

Dans tous les cas, le dispositif d'irrigation sera raccordé à un programmateur, lequel devra être contrôlé périodiquement.

Dans le cas d'un arrosage manuel (1), le (s) point(s) d'eau en toiture doivent permettre l'alimentation en eau de toute la toiture. Si la surface est partagée en plusieurs parcelles, il est nécessaire d'avoir un point d'eau par parcelle.

La configuration de la toiture ainsi que la pente peuvent être déterminants pour le choix du type d'arrosage (consulter le département SOPRANATURE).

4. DOSE ET FREQUENCE D'ARROSAGE

La quantité d'eau à apporter lors de chaque arrosage peut être communiquée par le Département SOPRANATURE dans chaque cas.

5. PERIODES D'ARROSAGE

Les périodes d'arrosage sont fonction des réalités climatiques locales.

En période estivale, elles sont comprises généralement :
- entre juin et août pour la zone climatique 1
- entre mai et septembre pour la zone climatique 2

Elles correspondent le reste de l'année à toutes les périodes de sécheresse prolongées.

6. PRECONISATIONS D'ARROSAGE

Les préconisations par variante et par système sont disponibles auprès du département Sopranature et indique les doses et fréquences d'arrosage au cours des différentes phases d'entretien depuis la mise en œuvre jusqu'à l'entretien courant.

Ces préconisations peuvent être adaptées en fonction des réalités de terrain telles que : orientation, pente, réflectivité des bâtiments, déport de toitures, exigences esthétiques particulières.

(1) : Concerne uniquement la « ZONE CLIMATIQUE 1 ».

2.15.5. Annexe C – Extrait du manuel qualité Sopranature au sujet du contrôle des substrats et matériaux de drainage imposés aux fournisseurs

Différents niveaux de suivi de la production seront demandés par le département Sopranature, à savoir :

Contrôle de niveau 1

Analyses dites « de routine », effectuées par le producteur dans le cadre de l'autocontrôle sur chaque site de production.

Fréquence : A l'appréciation du producteur avec un minimum d'un contrôle tous les 3 mois donnant lieu à un rapport récapitulatif sommaire transmis au département Sopranature.

Contrôle de niveau 2

Analyses de caractérisation des substrats et matériaux drainants.

Fréquence : 1 contrôle annuel au minimum avec transmission d'un rapport récapitulatif détaillé au département Sopranature.

Contrôle de niveau 3

Analyse complète de conformité à la norme NF U 44-551, ou équivalent, dans le cadre d'une démarche de classement d'un substrat ou matériau de drainage.

Fréquence : 1 contrôle annuel au minimum

Niveaux de contrôles			Désignation de l'analyse	Expression du résultat	Référentiel
Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	Composition et nature des constituants	appréciation	(-) contrôle visuel
			Masse Volumique apparente humide	g/l	RP TTV 2018
			Masse Volumique apparente sèche 105°C	g/l	RP TTV 2018
			Masse Volumique à CME (1)	g/l	RP TTV 2018
			Capacité de rétention en eau (Wk)	% Vol	RP TTV 2018
			Perméabilité	mm/min	RP TTV 2018
			Tassement (4)	cm et % hauteur initiale	RP TTV 2018
			Porosité pour l'air à CME (1)	% Vol	RP TTV 2018
			pH eau	-	NF EN 13037
			Porosité totale	% Vol	NF EN 13041
			MS (2)	% Vol MB (5)	NF EN 13040
			Teneur en matière organique	MO en % MS (2) totale	NF EN 13039
			Analyse granulométrique	Passant tamis et courbe granulométrique	NF EN 15428
			Capacité de rétention en eau	Courbe pF 1 et pF 2	NF EN 13041
			Conductivité	mS/cm	NF EN 13038
			Teneur limite en ETM (3)	mg/kg MS (2)	NF U 44-551
			Critère d'inocuité	g/MB (5)	NF U 44-551
			Micro organismes et agents pathogènes	g/MB (5)	NF U 44-551

(1) Capacité Maximale en Eau

(2) Matière Sèche

(3) Eléments Traces Métalliques

(4) Différence entre hauteur de matériau dans le cylindre avant et après le compactage Protor

(5) Matière Brute

2.15.6.Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Configuration des systèmes de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA

	Système *monocouche*	**Système *bicouche***	**Système *multicouche*** (avec rouleaux précultivés)
Configuration du système	Semis ou plantation	Semis ou plantation	Végétation en rouleaux
	Substrat	Substrat	Substrat
			Couche filtrante
		Couche de drainage	Couche de drainage
Remarques	Le substrat fait office de couche de drainage et de couche filtrante *	La couche de drainage fait office de couche filtrante *	Le rouleau est composé de la végétation, du substrat, et d'un filtre

Sans objet

Note :

Les configurations bicouche et monocouche sont dispensées de filtre en raison de la texture des matériaux granulaires employés bénéficiant d'une part, d'une perméabilité adéquate, d'une granulométrie parfaitement répartie et d'une faible proportion de fines.

Le rôle de filtration est garanti par l'étagement granulométrique des matériaux constituants.

En aucun cas, le fonctionnement hydraulique global de ces deux configurations ne peut être affecté par l'absence de filtre pour la bonne évacuation des eaux excédentaires.

* Sauf au droit des EEP où le couche filtrante est rendue obligatoire.

Tableau 2 – Végétation tous systèmes TOUNDRA

Variantes de mise en œuvre	**Avantages**	**Taux de couverture immédiat**	**Taux de couverture à 1 an** (1)	**Taux de couverture à 2 ans** (1)
Toundra par semis	- simplicité de mise en œuvre	0 %	40 %	60 %
Toundra par plantation de micromottes (2)	- diversification des espèces - possibilité de réaliser un dessin végétal	40 %	60 %	80 %
Toundra par rouleaux précultivés	- simplicité de mise en œuvre - couverture végétale immédiate	70 % à 90 %	100 %	100 %

(1) Taux de couverture donné à titre indicatif sous réserve d'une mise en œuvre appropriée et du respect des préconisations d'entretien du système SOPRANATURE TOUNDRA.

(2) L'association des deux variantes semis et plantation représente une quatrième variante de mise en œuvre (cf. § 2.4.3.5 du Dossier Technique).

Tableau 3a – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Semis plantation TOUNDRA

Végétation	Pente (%)	Type de support	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E. totale indicative du complexe (l/m²)	EIM (2) totale indicative du complexe (mm)	Poids maximum du complexe à C.M.E (kn/m²)	Poids total du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)	Poids minimum du complexe à sec (kg/m²)
TOUNDRA par semis (1) et semis Hydro	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 4		23	80	99	114	54*
	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 4		23	80	99	114	54*
	3 à 20	TAN et BPD (5)	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 4		23	80	99	114 (3)	54*
TOUNDRA par mixte (1) "semis et plantation"	3 à 20	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		(6)	SF M 8		23	80	105	120 (3)	56*
	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 7		32	95	90	105	47*
TOUNDRA par plantation	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 7		32	95	90	105	47*
	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 7		32	95	90	105 (3)	47*
	0	maçonnerie (5)	toutes zones	SPD	SOPRAFILTRE	SF X 7		25	106	90	105	46*
TOUNDRA par semis Hydro	20 à 35	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		SOPRATEX 650	SF X 9		37	100	113	128 (3)	60*

Légende : **SL Z** : SOPRALITHE Z **SF X** : SOPRAFLOR X **SF M** : SOPRAFLOR M **SPD 25** : SOPRADRAIN DUO 25 **SPD** : SOPRADRAIN

(1) Semis manuel et mixte "semis-plantation" exclus en Zone SUD (Cf. carte zone sud SOPRANATURE) et exclus en montagne

(2) EIM = Épaisseur indicative à la mise en œuvre.

TAN = Tôle d'acier nervurée.

BPD = bois, panneaux à base de bois et CLT.

(3) Cas du bois et panneaux à base de bois : ajouter 85 daN/m2 sur pente comprise entre 3 et 7 %.

(4) Pente minimale de 1 % en montagne

(5) Exclu en montagne

(6) Filtre nécessaire au niveau des EP et des reliefs

* La pose sur membrane d'étanchéité en indépendance est exclue.

Tableau 3b – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Semis plantation TOUNDRA FLORE

Végétation	Pente (%)	Type de support	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E. totale indicative du complexe (l/m²)	EIM (2) totale indicative du complexe (mm)	Poids maximum du complexe à C.M.E (kn/m²)	Poids total du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)	Poids minimum du complexe à sec (kg/m²)
TOUNDRA FLORE	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 6		32	100	122	137	67
par semis (1) et semis Hydro	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 6		32	100	122	137	67
TOUNDRA FLORE	3 à 20	TAN et BPD (5)	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 6		32	100	122	137 (3)	67
par mixte (1) "semis et	3 à 20	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		(6)	SF M 10		28	100	128	153 (3)	69
plantation"	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 9		38	115	113	128	63*
	1 à 20	béton	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 9		38	115	113	128	63*
TOUNDRA FLORE	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 9		38	115	113	128 (3)	63*
par plantation	0	maçonnerie (5)	toutes zones	SPD	SOPRAFILTRE	SF X 10		36	136	125	140	66
TOUNDRA FLORE par semis Hydro	20 à 35	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		SOPRATEX 650	SF X 11		45	120	136	151 (3)	73

Légende : **SL Z** : SOPRALITHE Z **SF X** : SOPRAFLOR X **SF M** : SOPRAFLOR M **SPD 25** : SOPRADRAIN DUO 25 **SPD** : SOPRADRAIN

(1) Semis manuel et mixte "semis-plantation" exclus en Zone SUD (Cf. carte zone sud SOPRANATURE) et exclus en montagne

(2) EIM = Épaisseur indicative à la mise en œuvre.

TAN = Tôle d'acier nervurée.

BPD = bois, panneaux à base de bois et CLT.

(3) Cas du bois et panneaux à base de bois : ajouter 85 daN/m2 sur pente comprise entre 3 et 7 %.

(4) Pente minimale de 1 % en montagne

(5) Exclus en montagne

(6) Filtre nécessaire pour les EP et reliefs

* La pose sur membrane d'étanchéité en indépendance est exclue.

Tableau 3c – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Rouleaux TOUNDRA

Végétation	Pente (%)	Type de support	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E. totale indicative du complexe (l/m²)	EIM (2) totale indicative du complexe (mm)	Poids maximum du complexe à C.M.E (kn/m²)	Poids total du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)	Poids minimum du complexe à sec (kg/m²)
TOUNDRA par rouleaux précultivés	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SL Z 4		SF X 3	2	25	90	98	113	64
	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SL Z 4		SF X 3	2	25	90	98	113	64
	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SL Z 4		SF X 3	2	25	90	98	113 (3)	64
	0 à 3	maçonnerie	toutes zones (1)	SL Z 6			2	17	80	90	105	57*
	1 à 3	béton cellulaire	toutes zones (1)	SL Z 6			2	17	80	90	105	57*
	3 à 20	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones			SF M 6	2	27	80	96	111 (3)	57*
	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	35	95	82	97	48*
	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	35	95	82	97	48*
	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	35	95	82	97 (3)	48*
	0	maçonnerie (5)	toutes zones (5)	SPD	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	28	106	82	97	48*
	20 à 35 (6)	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		SOPRATEX 650	SF X 7	2	40	100	105	120 (3)	61*

Légende : **SL Z** : SOPRALITHE Z **SF X** : SOPRAFLOR X **SF M** : SOPRAFLOR M **SPD 25** : SOPRADRAIN DUO 25 **SPD** : SOPRADRAIN

(1) Exclu en Zone SUD (Cf. carte zone sud SOPRANATURE) et exclu en montagne

(2) EIM = Épaisseur indicative à la mise en œuvre.

TAN = Tôle d'acier nervurée.

BPD = bois, panneaux à base de bois et CLT.

(3) Cas du bois et panneaux à base de bois : ajouter 85 daN/m2 sur pente comprise entre 3 et 7 %.

(4) Pente minimale de 1 % en montagne

(5) Exclu en montagne

(6) Rouleau avec trame imputrescible

* La pose sur membrane d'étanchéité en indépendance est exclue.

Tableau 3d – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Rouleaux TOUNDRA FLORE

Végétation	Pente (%)	Type de support	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E. totale indicative du complexe (l/m²)	EIM (2) totale indicative du complexe (mm)	Poids maximum du complexe à C.M.E (kn/m²)	Poids total du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)	Poids minimum du complexe à sec (kg/m²)
	0 à 20	maçonnerie (3)	toutes zones	SL Z 4		SF X 4	2	33	100	114	129	69
TOUNDRA	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SL Z 4		SF X 4	2	33	100	114	129	69
FLORE	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SL Z 4		SF X 4	2	33	100	114	129 (2)	69
par	3 à 20	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones			SF M 8	2	33	100	120	135 (2)	71
rouleaux	0 à 20	maçonnerie (3)	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 7	2	42	115	105	120	61*
précultivés	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 7	2	42	115	105	120	61*
	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 7	2	42	115	105	120 (2)	61*
	0	maçonnerie (4)	toutes zones (4)	SPD	SOPRAFILTRE	SF X 8	2	38	136	117	132	67
	20 à 35 (6)	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		SOPRATEX 650	SF X 9	2	47	120	128	143 (2)	74

Légende : **SL Z** : SOPRALITHE Z **SF X** : SOPRAFLOR X **SF M** : SOPRAFLOR M **SPD 25** : SOPRADRAIN DUO 25 **SPD** : SOPRADRAIN

(1) EIM = Épaisseur indicative à la mise en œuvre.

(2) Cas du bois et panneaux à base de bois : ajouter 85 daN/m2 sur pente comprise entre 3 et 7 %.

(3) Pente minimale de 1 % en montagne

(4) Exclu en montagne

TAN = Tôle d'acier nervurée.

(6) Rouleau avec trame imputrescible

BPD = bois, panneaux à base de bois et CLT.

* La pose sur membrane d'étanchéité en indépendance est exclue.

Tableau 3e – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Réfection TOUNDRA

Végétation	**Zone géographique Française cf figure 6**	**Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)**	**Couche filtrante**	**Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)**	**Épaisseur rouleaux (cm)**	**C.M.E.** **totale indicative du complexe (l/m²)**	**EIM** (2) **totale indicative du complexe (mm)**	**Poids maximum** **du complexe à C.M.E (kn/m²)**	**Poids total** **du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)**	**Poids minimum** **du complexe à sec (kg/m²)**
TOUNDRA par semis et semis Hydro	toutes zones (1)	4	SOPRAFILTRE	SF X 4		16	80	136	151	105
TOUNDRA par mixte "semis et plantation" **TOUNDRA par plantation**	toutes zones (1)	4	SOPRAFILTRE	SF X 6		23	100	159	174	117
TOUNDRA par rouleaux précultivés	toutes zones	4	SOPRAFILTRE	SF X 3	2	22	90	139	154	113

Légende : **SF X** : SOPRAFLOR X

(1) Semis manuel et mixte "semis-plantation" exclus en Zone SUD (Cf. carte zone sud SOPRANATURE) et exclus en montagne

(2) EIM = Épaisseur indicative à la mise en œuvre.

Tableau 3f – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Réfection TOUNDRA FLORE

Végétation	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E.	EIM (2)	Poids maximum	Poids total	Poids minimum
						totale indicative du complexe (l/m²)	totale indicative du complexe (mm)	du complexe à C.M.E (kn/m²)	du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)	du complexe à sec (kg/m²)
TOUNDRA FLORE par semis et semis Hydro	toutes zones (1)	4	SOPRAFILTRE	SF X 6		23	100	159	174	117
TOUNDRA FLORE par mixte "semis et plantation"	toutes zones (1)	4	SOPRAFILTRE	SF X 6		23	100	159	174	117
TOUNDRA FLORE par plantation										
TOUNDRA FLORE par rouleaux précultivés	toutes zones	4	SOPRAFILTRE	SF X 4	2	26	100	151	166	120

Légende : **SF X** : SOPRAFLOR X

(1) Semis manuel et mixte "semis-plantation" exclus en Zone SUD (Cf. carte zone sud SOPRANATURE) et exclus en montagne

(2) EIM = Épaisseur indicative à la mise en œuvre.

Tableau 4 – Caractéristiques du SOPRALITHE Z	**Référentiel**	**Caractéristiques du SL Z**
Granulométrie (mm)	RP TTV 2018	7/15
Masse volumique à sec (105 °C)		800 à 1200 kg/m^3
Masse volumique à C.M.E. (capacité maximale en eau)		1000 à 1300 kg/m^3
Perméabilité (mm/min)		≥ 180

Tableau 5 – Caractéristiques du SOPRAFLOR M	**Référentiel**	**Caractéristiques du SF M**
Granulométrie (mm)	RP TTV 2018	0/12
Masse volumique à sec (105 °C)		600 à 800 kg/m^3
Masse volumique à C.M.E. (capacité maximale en eau)		1100 à 1200 kg/m^3
Capacité de rétention en eau (% volume)		≥ 33 %
Porosité pour l'air à C.M.E. (% volume)		≥ 10 %
Perméabilité (mm/min)		≥ 6
Matière organique		≤ 10 %

Tableau 6 – Caractéristiques du SOPRAFLOR X	**Référentiel**	**Caractéristiques du SF X**
Granulométrie (mm)	RP TTV 2018	0/15
Masse volumique à sec (105 °C)		700 à 1120 kg/m^3
Masse volumique à C.M.E. (capacité maximale en eau)		1200 à 1480 kg/m^3
Capacité de rétention en eau (% volume)		≥ 35 %
Porosité pour l'air à C.M.E. (% volume)		≥ 10 %
Perméabilité (mm/min)		≥ 6
Matière organique		≤ 10 %

Tableau 7 – Caractéristiques du SOPRAFLOR S	**Référentiel**	**Caractéristiques du SF S**
Granulométrie (mm)	RP TTV 2018	0/6
Masse volumique à sec (105 °C)		700 à 850 kg/m^3
Masse volumique à C.M.E. (capacité maximale en eau)		1300 à 1400 kg/m^3
Capacité de rétention en eau (% volume)		≥ 35 %
Porosité pour l'air à C.M.E. (% volume)		≥ 10 %
Perméabilité (mm/min)		≥ 6
Matière organique		≤ 10 %

Tableau 8 – Périodes d'entretien

Intitulé de la période	**Début**	**Fin**	**Responsabilité**
Parachèvement	Fin de la mise en œuvre	Réception de l'ouvrage	Entreprise de pose
Confortement	Réception de l'ouvrage	Taux de couverture 80 %	Maître d'ouvrage
Entretien courant	Taux de couverture 80 %	Sans limite dans le temps	Maître d'ouvrage

Tableau 9a – Entretien des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA et SOPRANATURE REFECTION

L'entretien des complexes de végétalisation SOPRANATURE **Toundra** doit être réalisé selon les préconisations suivantes :

Description des actions d'entretien selon variante de mise en œuvre	**ENTRETIEN INITIAL[1]**			**ENTRETIEN COURANT**
	Semis et/ou plantation	Hydro	Rouleaux précultivés	Toutes variantes Toundra
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées	X	X	X	X
Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eau pluviale	X	X	X	X
Enlèvement de la végétation dans les bandes pourtour	X	X	X	X
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées.	X	X	X	X
Fertilisation[2] : tous les 1 à 2 ans selon variante, engrais à libération lente (5g d'azote/m²)	X	-	-	X
Arrosage lors de période de sécheresse prolongée associée à de fortes températures (Cf. Fiche d'Arrosage Toundra en Annexe B)	X	X	X	X
Semis complémentaire de semences et/ou fragments de Sedum (si nécessaire)	X	X	X	-
Remise en place des rouleaux précultivés éventuellement déplacés	-	-	X	-
Apport complémentaire de substrat au niveau des joints (si nécessaire)	-	-	X	-
Nombre de passages annuels généralement nécessaires[3]	**2**		**1**	**1**

X : Action d'entretien à réaliser

[1] Couvre la période de Parachèvement et de Confortement

[2] Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

[3] En zone climatique 2 (cf. Annexe 15 Fiche d'Arrosage Toundra), la fréquence des passages peut être plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation)

Remarques :

- En accord avec les Règles Professionnelles pour les Toitures et Terrasses Végétalisées (Ed. Mai 2018), une alimentation permanente appropriée en eau devra être installée sur la toiture avant réalisation.
- Conformément à la fiche générale d'arrosage SOPRANATURE, un arrosage initial à saturation est indispensable au bon démarrage de la végétation lors de la mise en œuvre.
- Un contrat d'entretien peut être proposé par le département Sopranature.

Tableau 9b – Entretien des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA FLORE

L'entretien des complexes de végétalisation SOPRANATURE **Toundra Flore** doit être réalisé selon les préconisations suivantes :

Description des actions d'entretien selon variante de mise en œuvre	**ENTRETIEN INITIAL[1]**			**ENTRETIEN COURANT**
	Semis et/ou plantation	Hydro	Rouleaux précultivés	Toutes variantes Toundra
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées	X	X	X	X
Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eau pluviale	X	X	X	X
Enlèvement de la végétation dans les bandes pourtour	X	X	X	X
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées.	X	X	X	X
Fertilisation[2] : tous les 1 à 2 ans selon variante, engrais à libération lente (5g d'azote/m²)	X	-	-	X
Arrosage lors de période de sécheresse prolongée associée à de fortes températures (Cf. Fiche d'Arrosage Toundra en Annexe B)	X	X	X	X
Semis complémentaire de semences et/ou fragments de Sedum (si nécessaire)	X	X	X	-
Remplacement des vivaces ou graminées en godets ou micromottes en cas de non reprise	X	-	-	-
Remise en place des rouleaux précultivés éventuellement déplacés	-	-	X	-
Apport complémentaire de substrat au niveau des joints (si nécessaire)	-	-	X	-
Nombre de passages annuels généralement nécessaires[3]	**3**		**2**	**2**

X ; Action d'entretien à réaliser

[1] Couvre la période de Parachèvement et de Confortement

[2] Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

[3] En zone climatique 2 (cf. Fiche d'Arrosage Toundra Flore), la fréquence des passages peut être plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation)

<u>Remarques :</u>

- En accord avec les Règles Professionnelles pour les Toitures et Terrasses Végétalisées (Ed. Mai 2018), une alimentation permanente appropriée en eau devra être installée sur la toiture avant réalisation.
- Conformément à la fiche générale d'arrosage SOPRANATURE, un arrosage initial à saturation est indispensable au bon démarrage de la végétation lors de la mise en œuvre.
- Un contrat d'entretien peut être proposé par le département Sopranature.

Tableau 10 – Caractéristiques du SOPRADRAIN DUO 25

	SOPRADRAIN DUO 25	
Nature	Polystyrène	
Épaisseur	mm	25
Epaisseur du polystyrène	mm	≥ 0,72
Longueur	m	25
Largeur	m	1,2
Surface par rouleau	m²	30
Surface de contact avec le revêtement d'étanchéité	%	23
Masse surfacique à sec (RP TTV 2018)	g/m²	800
Masse surfacique à CME (RP TTV 2018)	g/m²	8 000
Capacité de rétention en eau (RP TTV 2018)	l/m²	7,2
Capacité de débit dans le plan (EN ISO 12958) (gradient = 1 ; 20 kPa)	l/m.s	7
Résistance à la compression (EN ISO 25619-2)	kPa	90

Tableau 10 bis – Caractéristiques du SOPRADRAIN – (cf. DTA SOPRALENE JARDIN)

	SOPRADRAIN (cf. DTA SOPRALENE JARDIN)	
Nature	Polystyrène expansé	
Épaisseur	mm	36
Longueur	m	1
Largeur	m	1
Surface de contact avec le revêtement d'étanchéité	%	26
Masse surfacique à sec (RP TTV 2018)	g/m²	580
Masse surfacique à CME (RP TTV 2018)	g/m²	740

Tableau 11 – Caractéristiques du SOPRAFILTRE

Caractéristiques	**Valeurs**	**Référentiel**
Matériau	Non-tissé de fibres polypropylène	NF EN 12127
Masse surfacique	100 g/m²	EN ISO 9864
Perméabilité perpendiculaire au plan	116 mm/s	EN ISO 11958
Résistance à la traction	≥5 kN/m	EN ISO 10319
Résistance au poinçonnement statique	≥ 1 000 N	EN ISO 12236
Ouverture de filtration	90 µm	EN ISO 12956

Tableau 12 – Caractéristiques du géotextile SOPRATEX 650

Caractéristiques	Valeurs	Référentiel
Masse surfacique	800 g/m²	NF EN 12127
Épaisseur nominale	10 mm	---
Poids à capacité maximale en eau (C.M.E.)	7,1 kg/m²	RP TTV de 2018
Résistance à la rupture	3,6 kN/m	NF EN 29073/3
Résistance au poinçonnement	620 N	NF EN ISO 12236
Allongement à la rupture maximale	60 %	NF EN 29073/3
Perméabilité	18 cm/s	NF EN ISO 12958
Rouleaux : - dimensions, - surface d'un rouleau, - poids du rouleau.	 2 m × 20 m 40 m² environ 35 kg	 --- --- ---

Tableau 13 – Caractéristiques techniques des solutions TOUNDRA HYDRO et TOUNDRA FLORE HYDRO

Désignation	Toundra Hydro	Toundra Flore hydro
Description	Technique de mise en œuvre par projection hydraulique des semis dans le cadre des toitures végétalisées Sopranature	
Nature de la matrice	Support à base de fibres calibrées, de semences de vivaces et graminées, de fragments de Sedum, de fixateurs et d'amendements organiques et biostimulants	
Végétation	Sedum et autres Succulentes	vivaces et graminées
Masse surfacique à la mise en œuvre	10 kg/m² (±2)	10 kg/m² (±2)
Adapté aux supports en pente	0 à 35 %	0 à 35 %
Taux de couverture de la végétation à la mise en oeuvre	0%	0%
Délai d'obtention d'un taux de couverture de la végétation > 90%	< 12 mois	< 12 mois
hauteur maximale de projection	20 m	20 m

Tableau 14 : ***Liste des plantes***

Tableau 14 a : Liste des plantes pour TOUNDRA en climat de plaine

GENRE	ESPECES	TYPE
Sedum	album	succulente
Sedum	album 'coral carpet'	succulente
Sedum	reflexum	succulente
Sedum	reflexum 'Angelina'	succulente
Sedum	floriferum 'Weihenstephaner Gold'	succulente
Sedum	X 'Immergrünchen'	succulente
Sedum	kamtschaticum	succulente
Sedum	lydium	succulente
Sedum	sexangulare	succulente
Delosperma	cooperi	succulente

Tableau 14 b : Liste des plantes pour TOUNDRA en climat de montagne

GENRE	ESPECES	TYPE
Sedum	album	succulente
Sedum	album 'coral carpet'	succulente
Sedum	reflexum	succulente
Sedum	reflexum 'Angelina'	succulente
Sedum	floriferum 'Weihenstephaner Gold'	succulente
Sedum	X 'Immergrünchen'	succulente
Sedum	kamtschaticum	succulente
Sedum	lydium	succulente
Sedum	sexangulare	succulente
Sempervivum	tectorum	succulente

Tableau 14 c : Liste des plantes pour TOUNDRA FLORE en climat de plaine

GENRE	ESPECES	TYPE
Allium	schoenoprasum	vivace
Dianthus	carthusianorum	vivace
Dianthus	deltoides	vivace
Duchesnia	indica	vivace
Euphorbia	myrsinites	vivace
Iris	pumila	vivace
Petrorhagia	saxifraga	vivace
Hieracium	pillosela	vivace
Hieracium	aurantiacum	vivace
Festuca	ovina	graminée
Bellis	perennis	vivace
Géranium	sanguineum	vivace
Briza	media	graminée
Poa	compressa	graminée
Carex	curvula	graminée
Carex	testacea	graminée

Tableau 14 d : Liste des plantes pour TOUNDRA FLORE en climat de montagne

GENRE	ESPECES	TYPE
Alyssum	saxatile	vivace
Alyssum	montanum	vivace
Antennaria	dioica	vivace
Arenaria	grandiflora	vivace
Arenaria	serpyllifolia	vivace
Armeria	alpina	vivace
Campanula	muralis	vivace
Campanula	rotundifolia	vivace
Cerastium	arvense 'compactum'	vivace
Potentilla	aurea	vivace
Potentilla	cinerea	vivace
Saxifraga	paniculata	vivace
Saxifraga	sempervivum	vivace
Saxifraga	umbrosa	vivace
Saxifraga	x arendsii	vivace
Silene	vulgaris	vivace
Carex	testacea	graminée

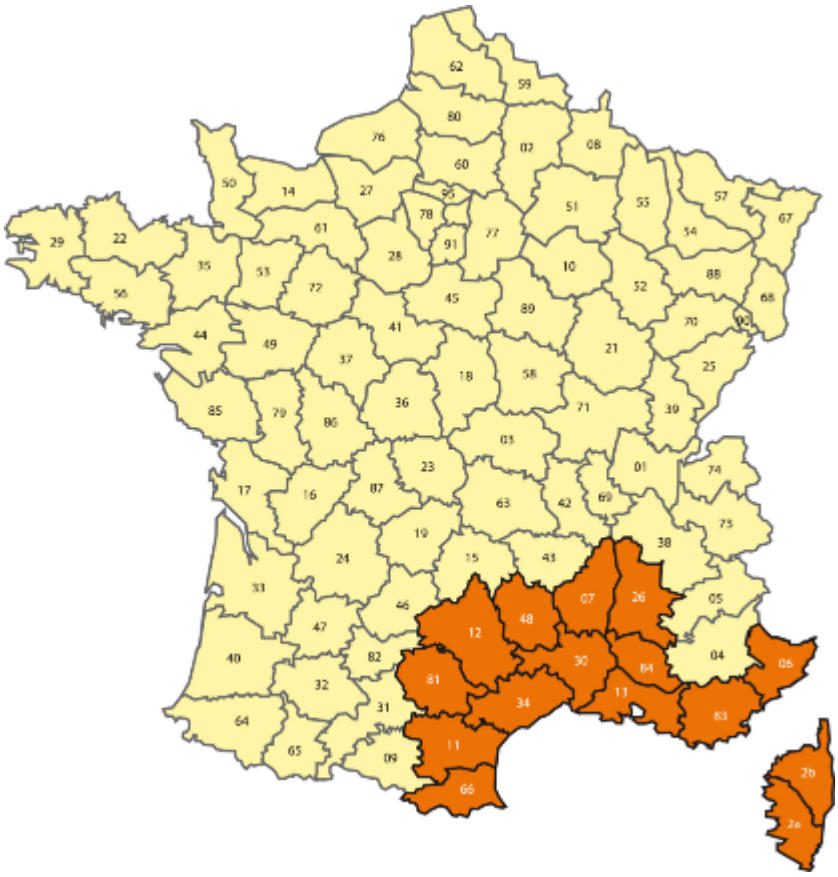
Figure 1 – Système Sopranature Toundra

Figure 2 – Mise en œuvre du système Sopranature Toundra par rouleaux précultivés

Figure 3 – Mise en œuvre du système Sopranature Toundra par plantations

Figure 4 – Système Sopranature Toundra par semis

Figure 5 – Mise en œuvre du substrat (camions silos) sur le géotextile SOPRATEX 650



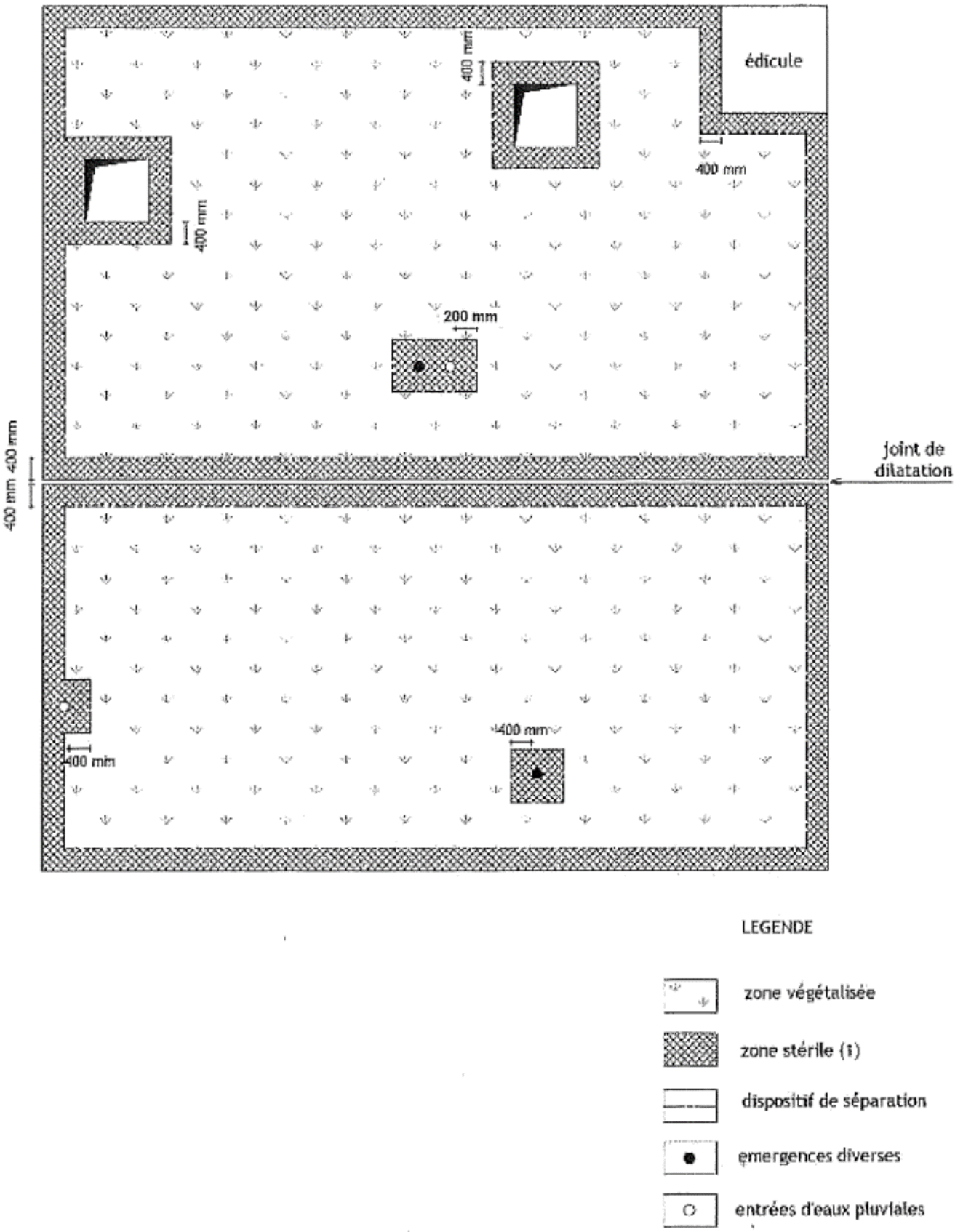
Légende :

Département de couleur jaune : hors zone sud

Toutes zones = hors zone sud + zone sud

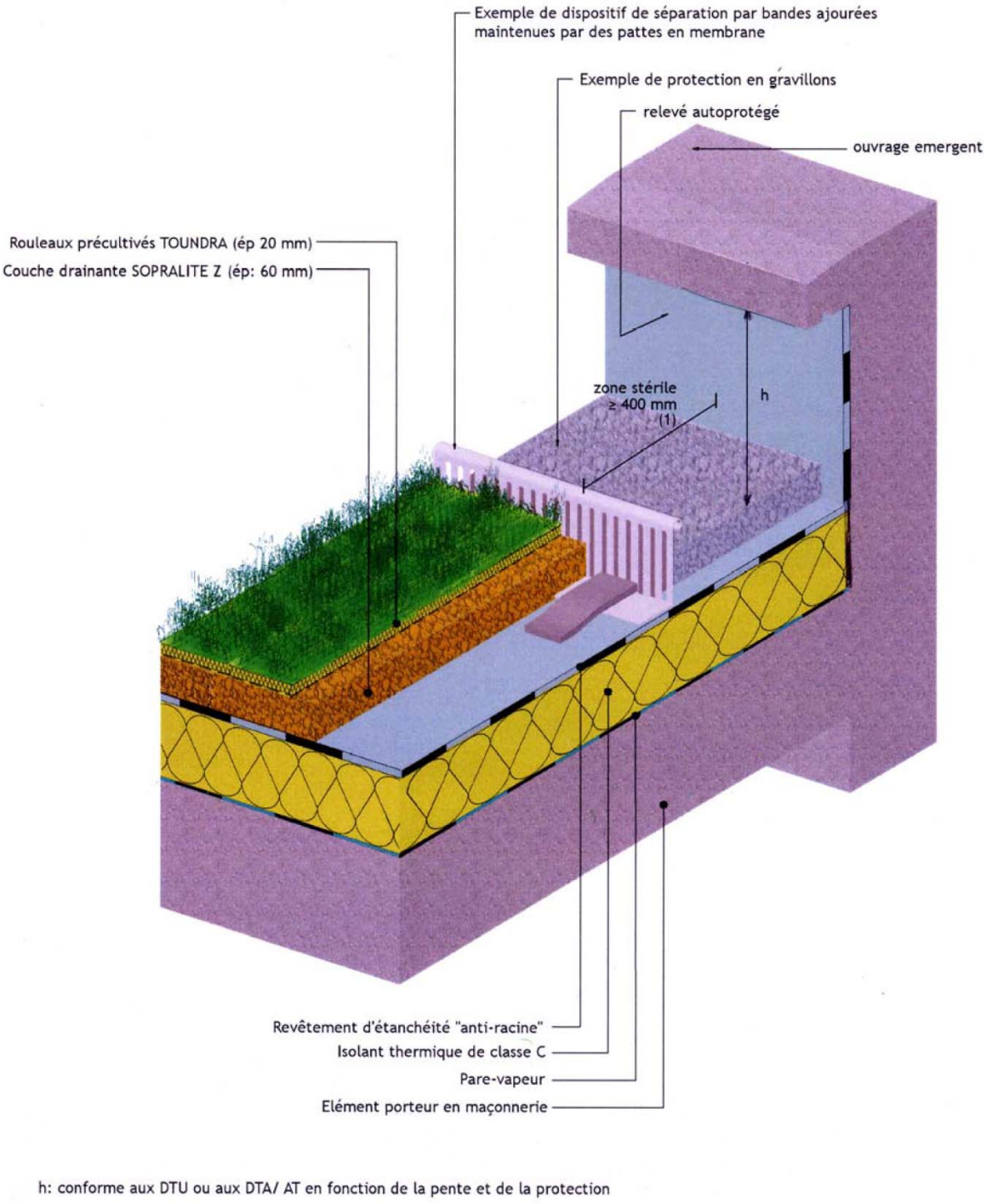
Département de couleur orange : zone sud

Figure 6 – Carte zone sud Sopranature



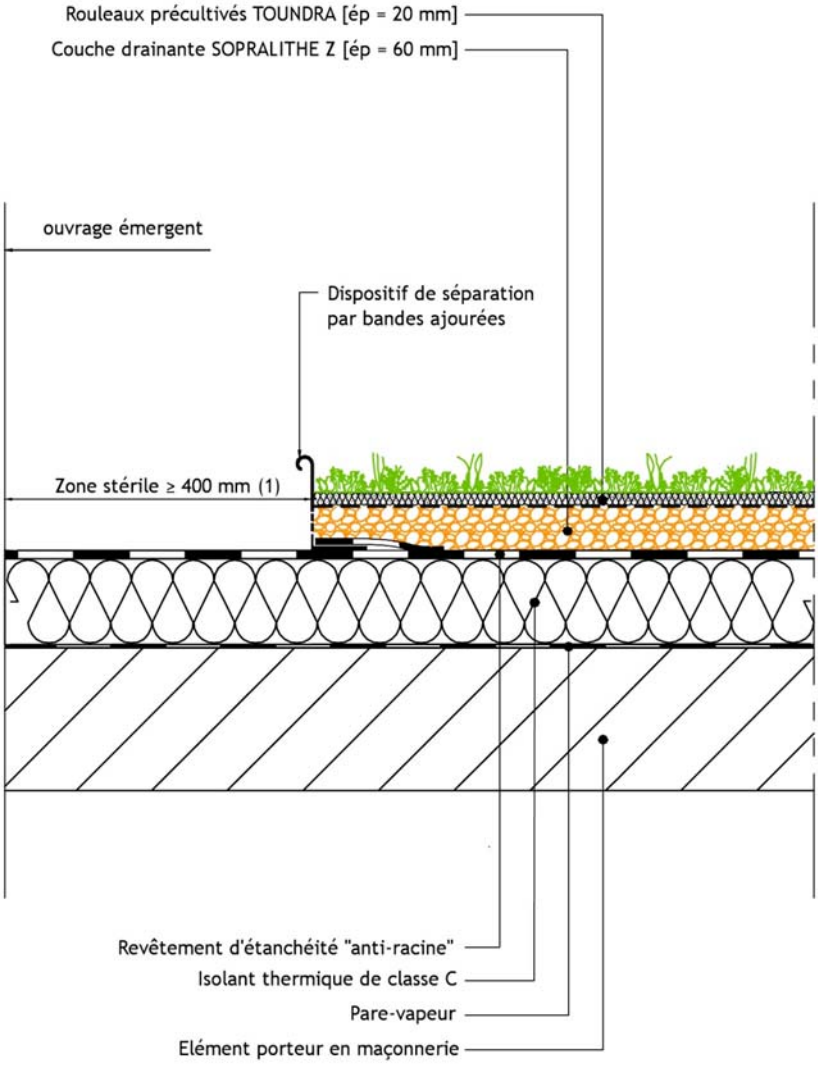
(1) cf. § 2.9.1.6

Figure 7 – Plan de principe – Zone stérile et implantation des ouvrages émergents



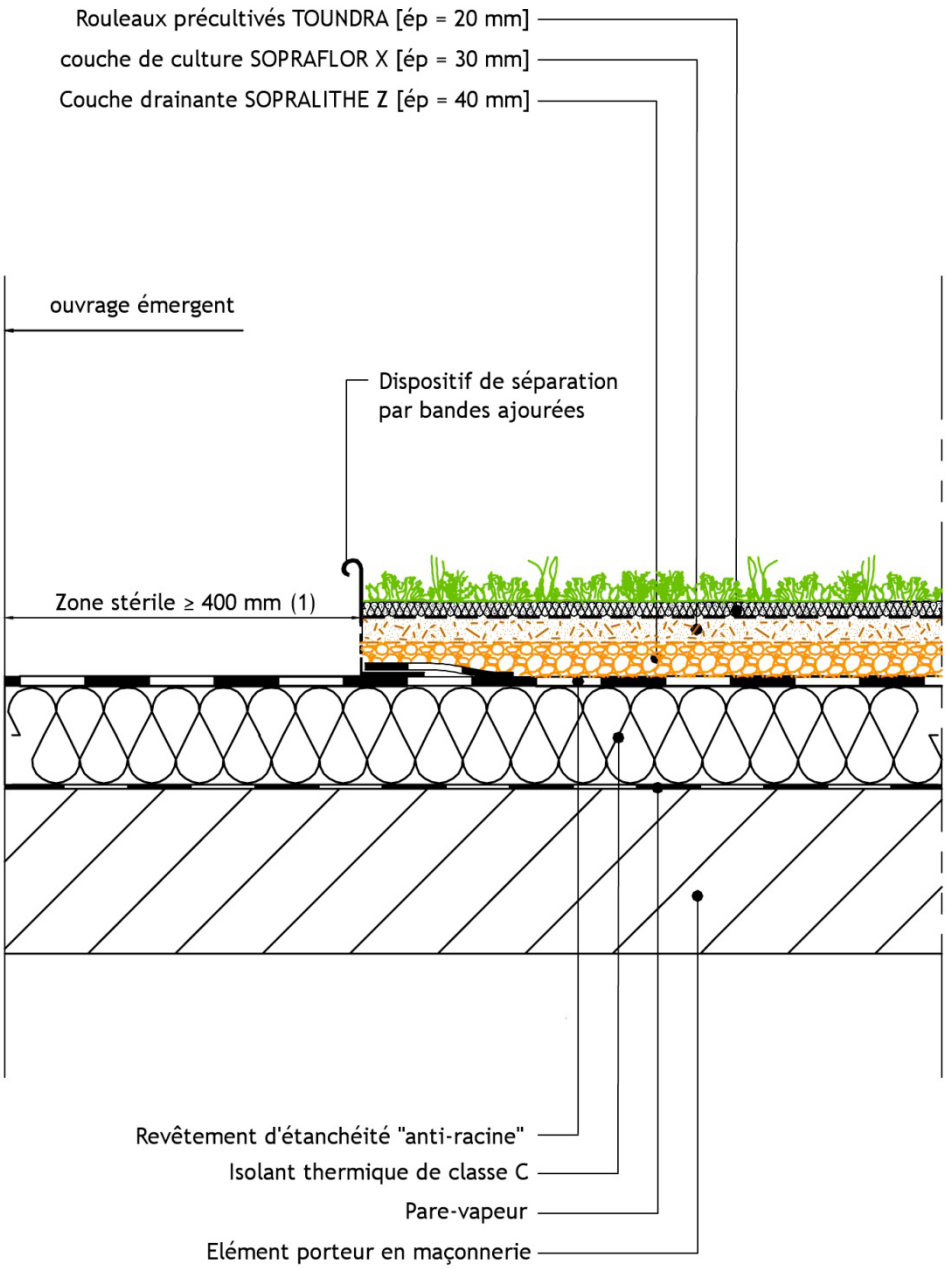
(1) cf. § 2.9.1.6

Figure 8 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %



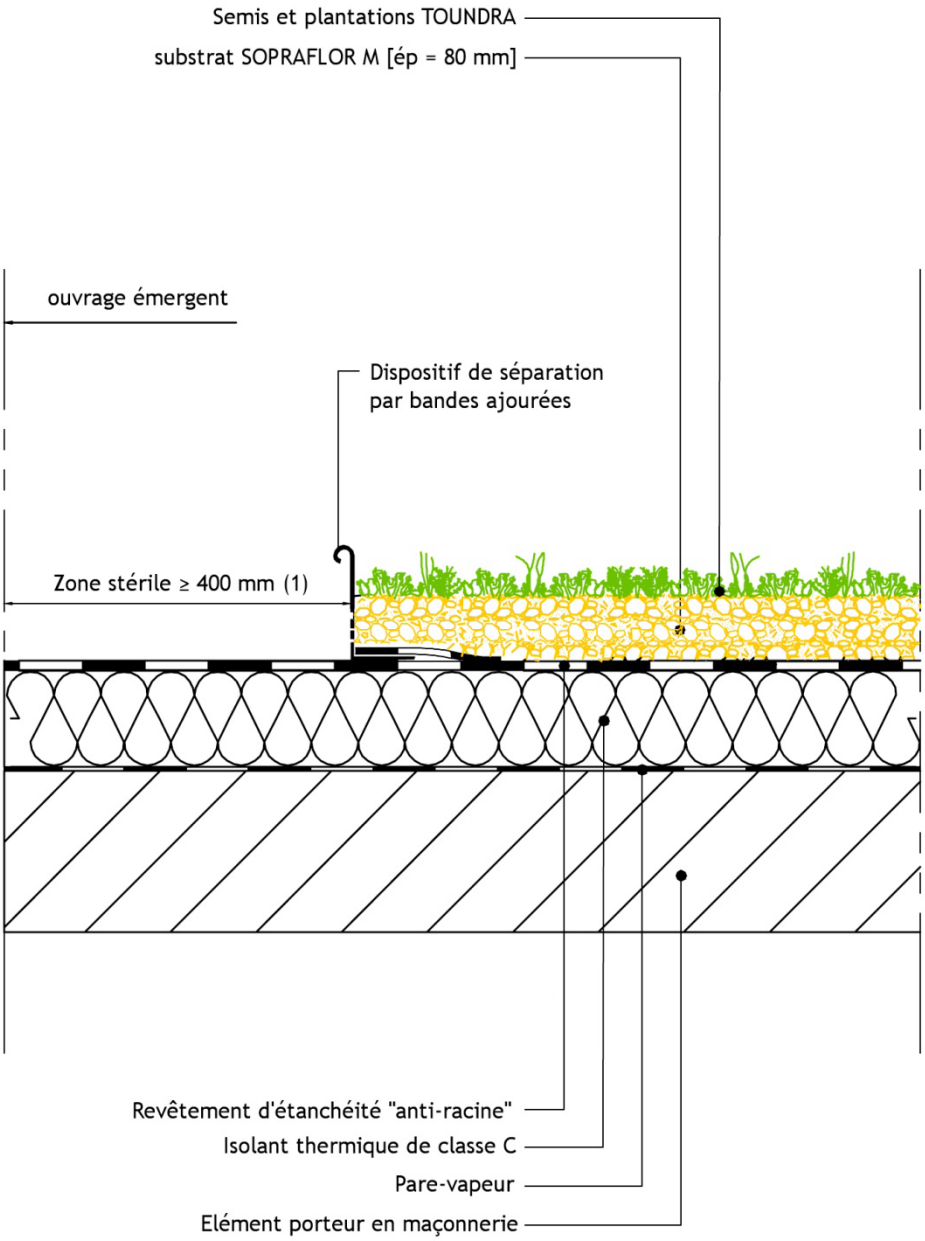
(1) cf. § 2.9.1.6

Figure 9 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 % sur partie courante



(1) cf. § 2.9.1.6

Figure 10 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone sud)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 % sur partie courante



(1) cf. § 2.9.1.6

Figure 11 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par semis et plantations (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 2 à 20 % sur partie courante

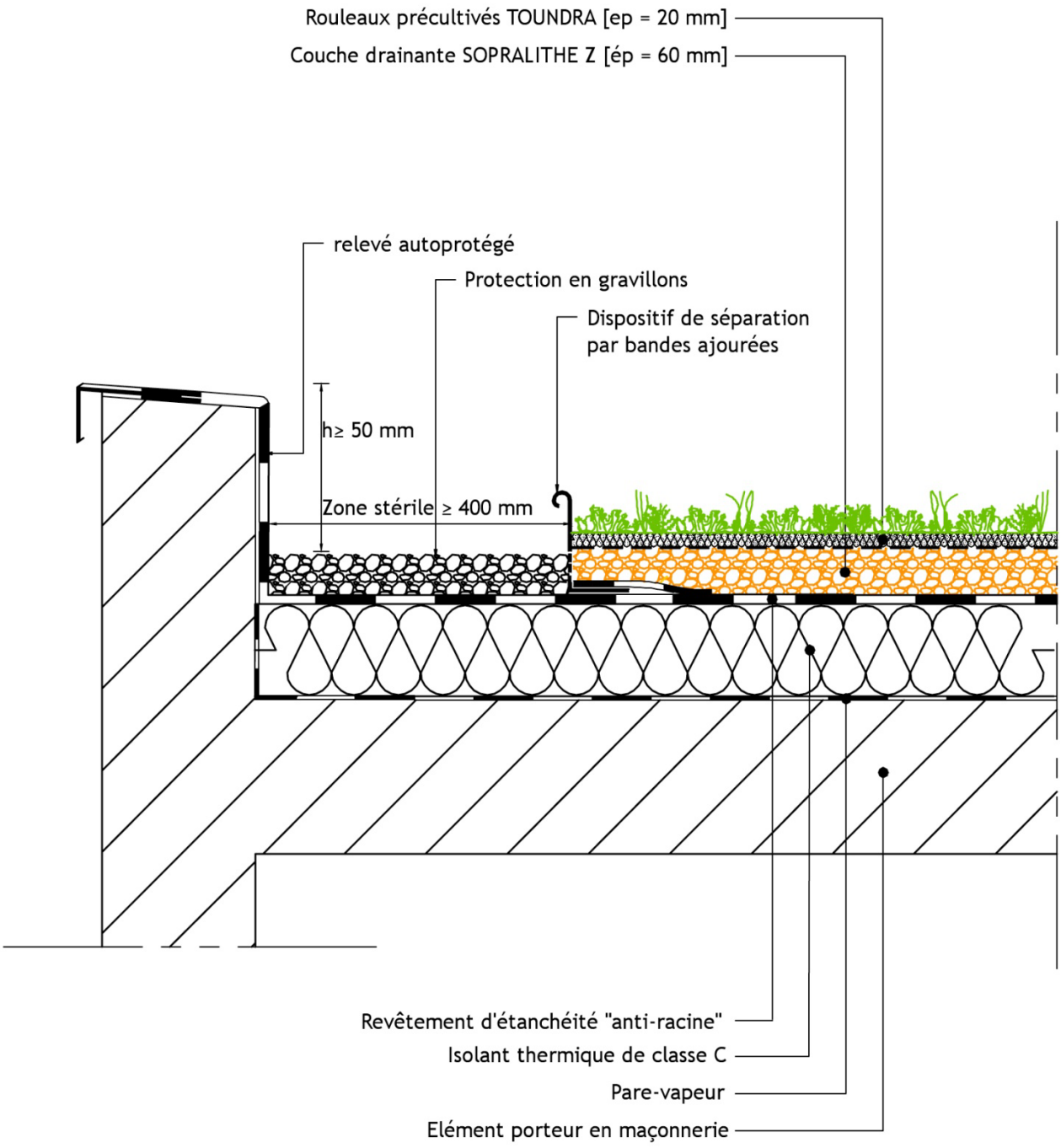


Figure 12 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
Relevé avec étanchéité autoprotégée anti-racine jusqu'à l'arête extérieure de l'acrotère, avec zone stérile

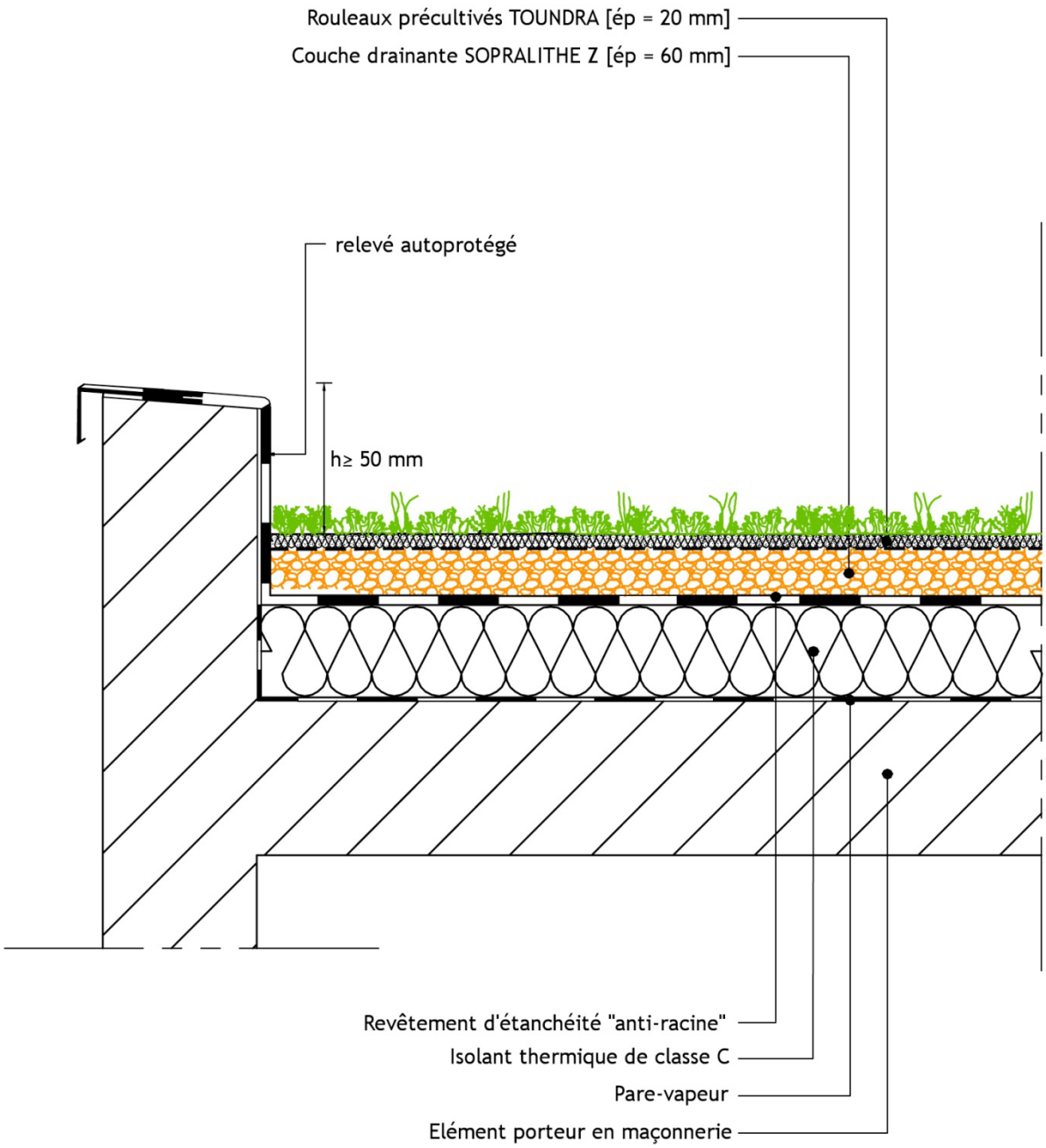


Figure 13 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
Relevé avec étanchéité autoprotégée anti-racine jusqu'à l'arête extérieure de l'acrotère, sans zone stérile

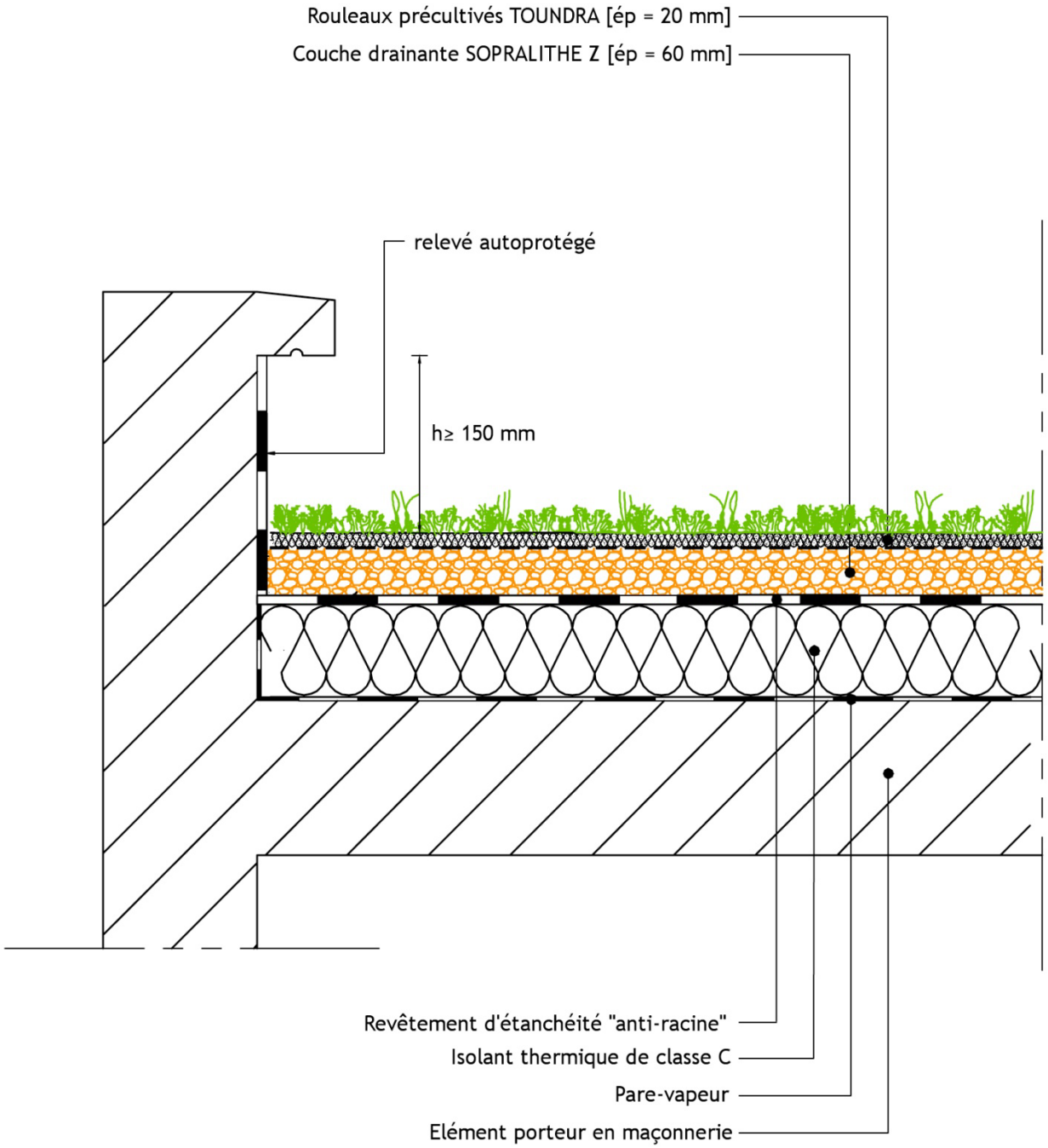
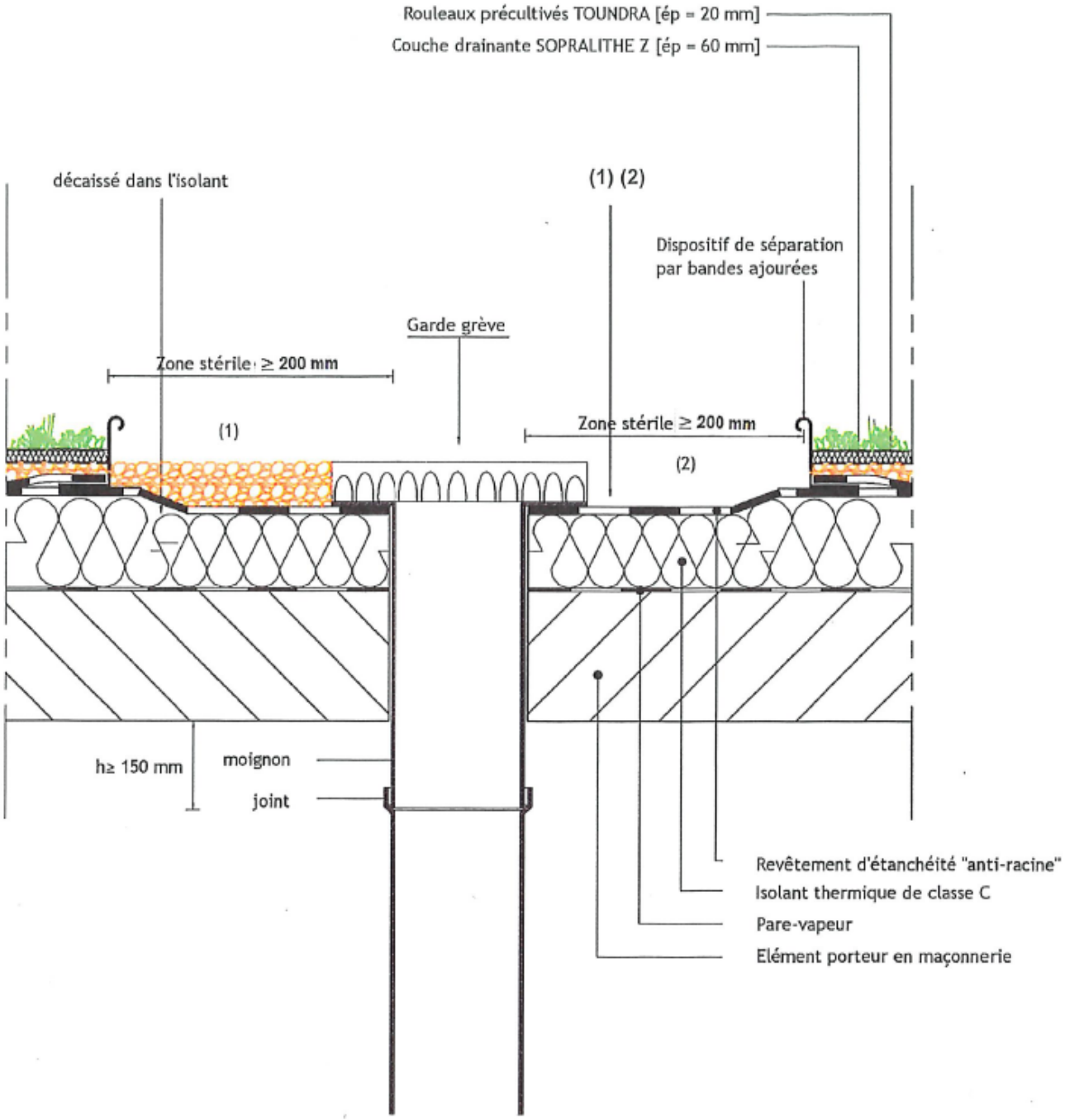


Figure 14 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
Relevé avec étanchéité autoprotégée anti-racine et bandeau en béton sans zone stérile (cf. § 2.9.1.6)



(1) Exemple avec zone stérile en gravillon (pente ≤ 5 %)
(2) Exemple avec zone stérile en revêtement apparent bitumineux résistant aux UV

Figure 15 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)

Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
EEP avec zone stérile
Pose en indépendance exclue en pente > 5 %

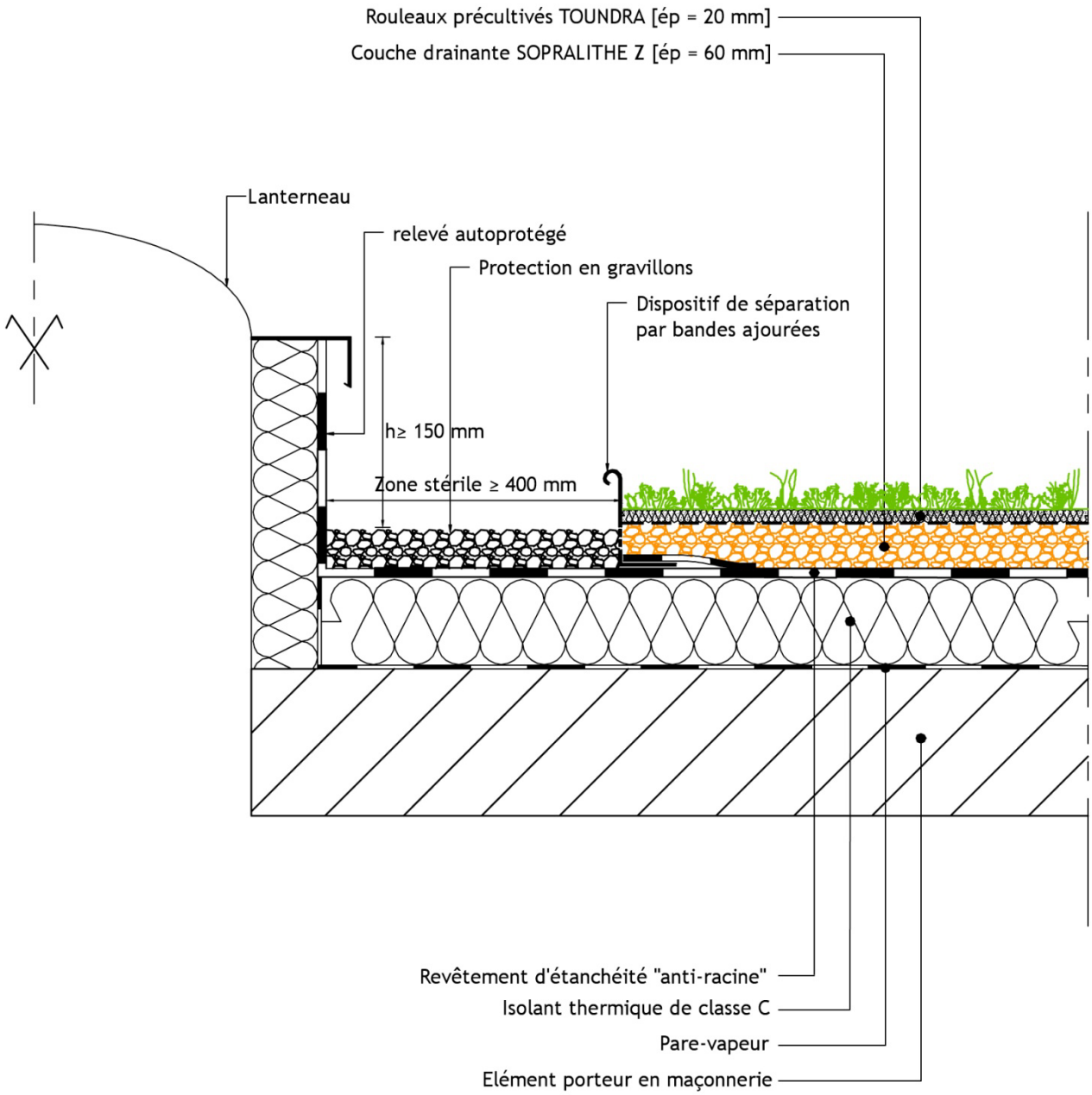


Figure 16 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
Relevé autoprotégé anti-racine contre costière de lanterneau avec zone stérile

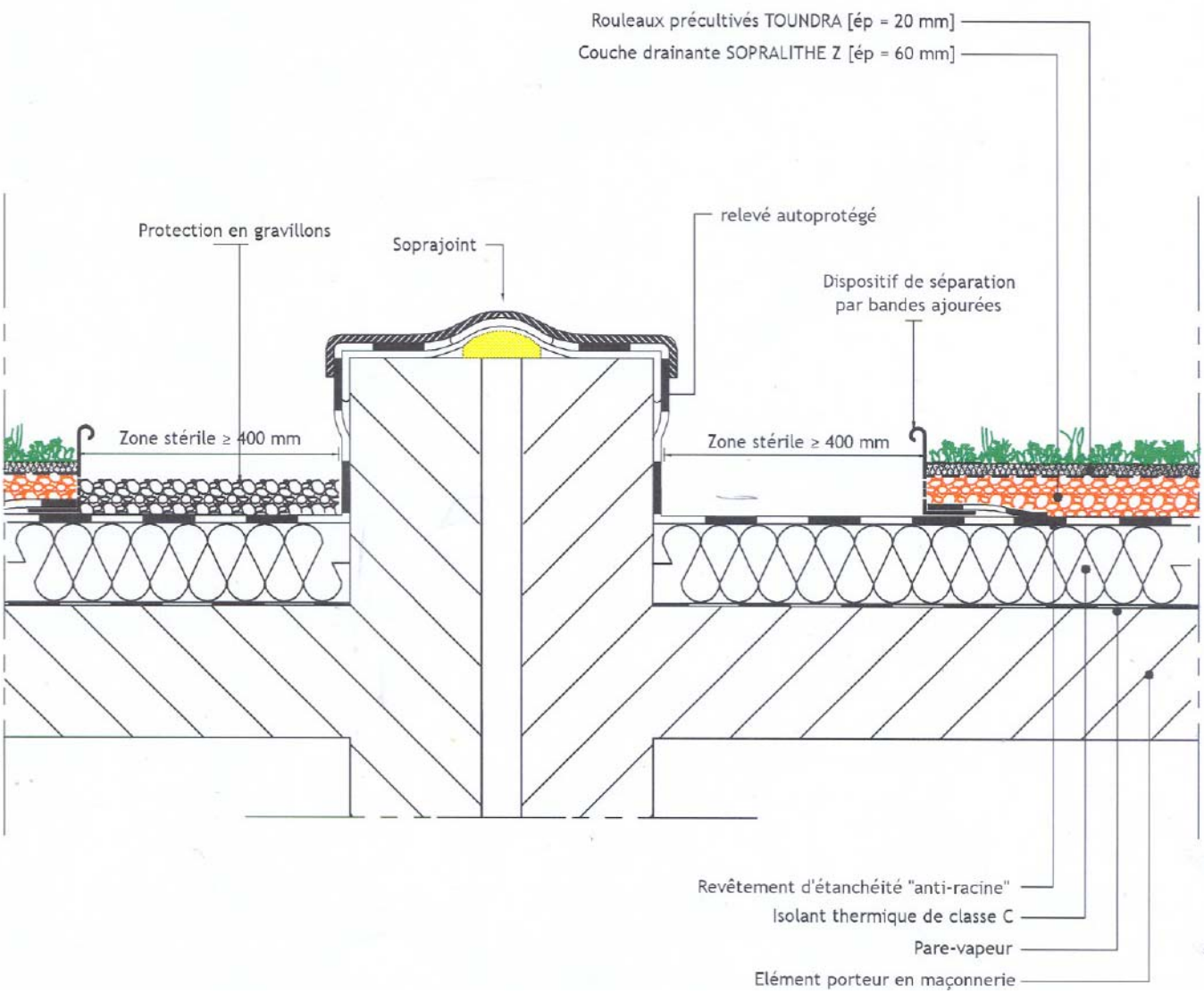


Figure 17 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
Joint de dilatation avec zone stérile

(1) Revêtement apparent bitumineux résistant aux UV, pose en indépendance exclue.

(2) Relevé autoprotégé anti-racine

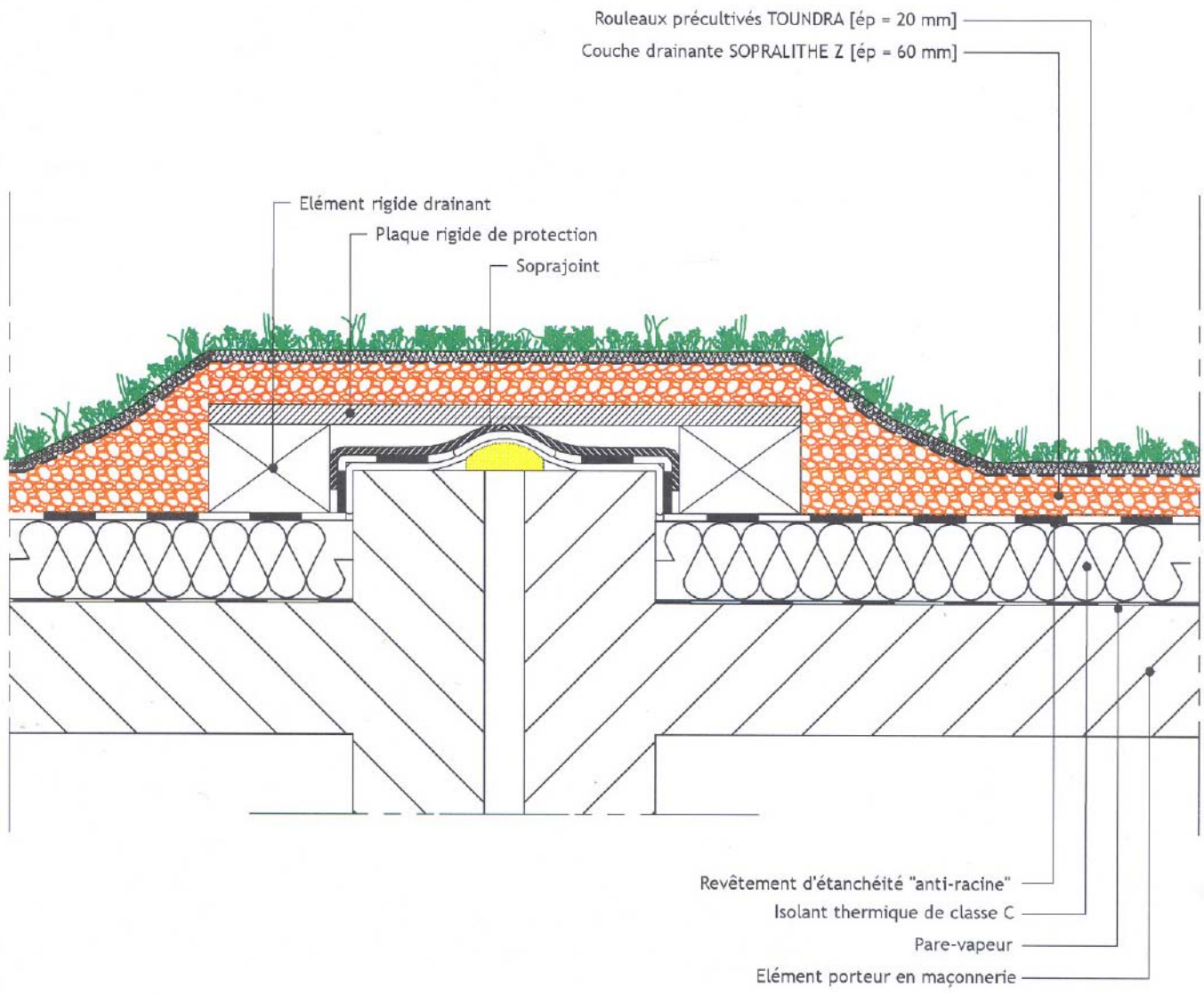


Figure 18 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (zone nord)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 20 %
Joint de dilatation recouvert de SOPRANATURE TOUNDRA

(1) La contrainte générée sous l'élément rigide drainant reste inférieure à la contrainte admissible figurant dans le DTA de l'isolant

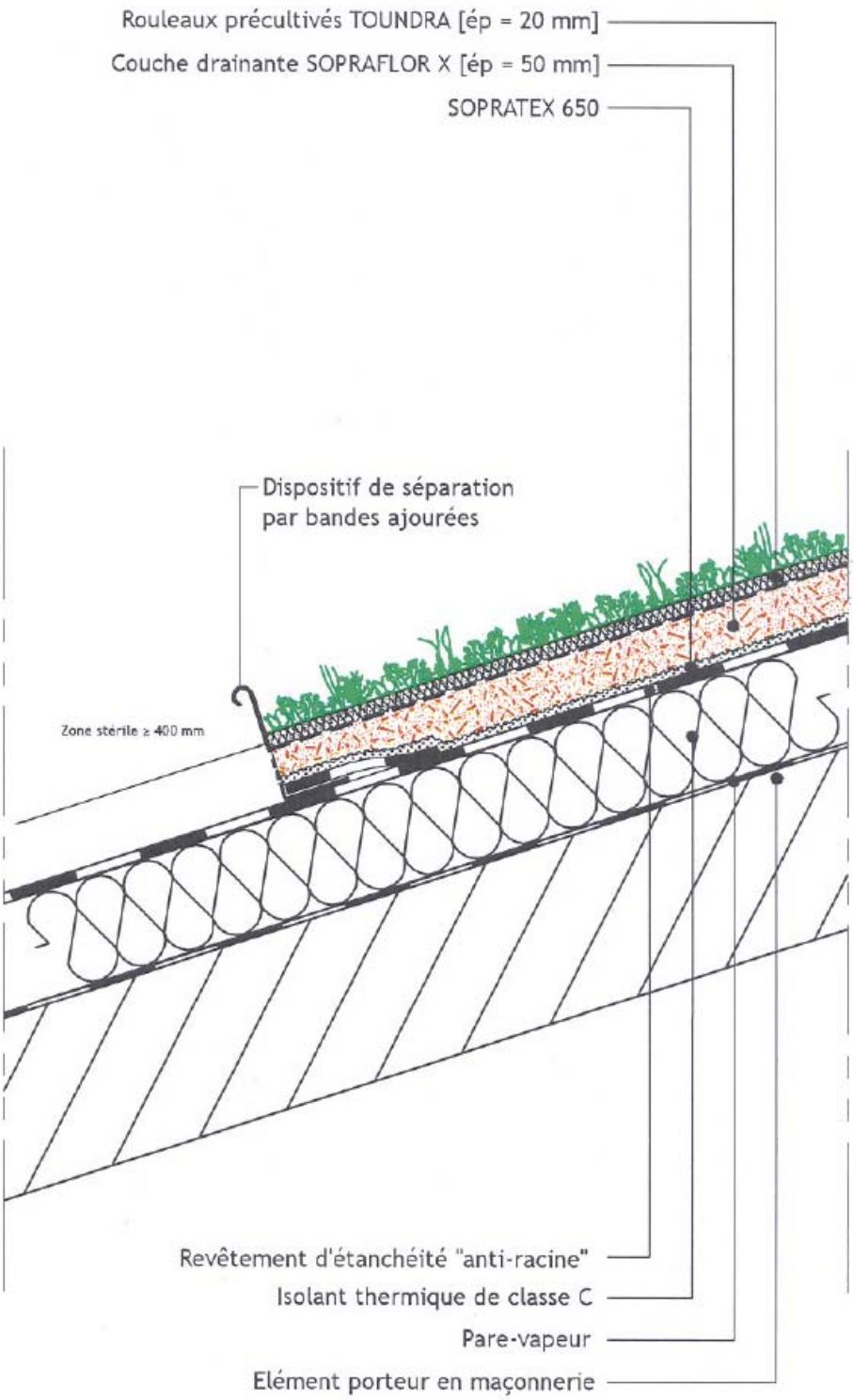
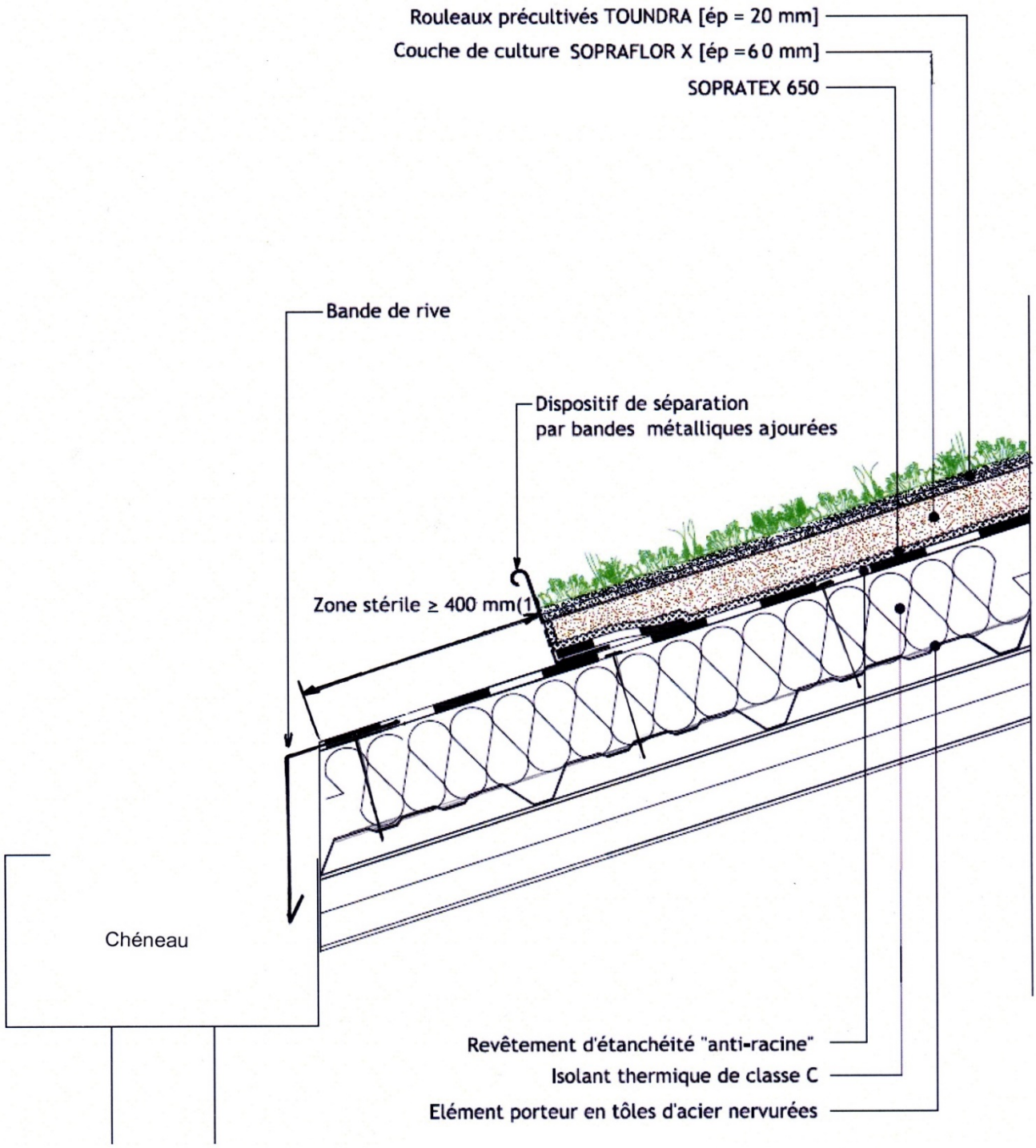


Figure 19 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (toutes zones)
Éléments porteurs en maçonnerie, pente de 0 à 35 %
En partie courante
Revêtement d'étanchéité apparent résistant aux U.V.
Pose en indépendance exclue



(1) Zone stérile : cf. § 2.9.1.6

Figure 20 – Système SOPRANATURE TOUNDRA par rouleaux précultivés (toutes zones)
Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, pente de 20 à 35 %
Chéneau
Revêtement d'étanchéité bitumineux autoprotégée résistant aux U.V.
Pose en indépendance exclue