DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

5.2/19-2655_V2

Valide du **12 juin 2023**

Au **31 juillet 2024**

Sur le procédé

SYSTEMES DE VEGETALISATION EXTENSIFS ET SEMI-INTENSIFS ECOVEGETAL

Famille de produit/Procédé : Végétalisation des terrasses et toitures étanchées.

Titulaire : **ECOVEGETAL SA**

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

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

Avis Technique 5.2/19-2655_V2

Végétalisation des terrasses et toitures étanchées

Vegetating flat roofs with waterproofing

Systèmes de végétalisation extensifs et semi-intensifs ECOVEGETAL

Titulaire et distributeur : ECOVEGETAL SA
Les Grandes Pièces
28410 Broué
France
Tél : 02 37 43 18 56
Fax : 02 37 43 16 97
Email : contact@ecovegetal.com
Site Internet : www.ecovegetal.com

Groupe Spécialisé n° 5.2

Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Publié le 28 octobre 2019

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : 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)

© CSTB 2019

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures terrasses, de parois enterrées et cuvelage » a examiné le 5 juillet 2019, le procédé de végétalisation pour terrasses et toitures présentés par la Société ECOVEGETAL SA. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les procédés de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL sont des procédés de végétalisation pour toitures terrasses et toitures en pente jusqu'à 20% de pente.

Le procédé est composé de systèmes multicouches ECOVEGETAL ou de bacs précultivés ECOSEDUM PACK® mis en œuvre sur les complexes d'étanchéité suivant :

- Procédé d'asphalte mixte bénéficiant d'un Avis Technique visant leur emploi en toitures-terrasses végétalisées (pente ≤ 5 %) ;
- Système bicouches bitumineux bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %) ;
- Membranes synthétiques bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).
- Système d'étanchéité liquide, sur maçonnerie uniquement, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).
- Procédé d'isolation thermique inversée titulaire d'un Document Technique d'Application visant l'emploi en toitures-terrasses jardin et/ou terrasses et toitures végétalisées mise en œuvre sur revêtement d'étanchéité résistant aux racines, titulaire d'un Document Technique d'Application pour cet emploi.

Le revêtement d'étanchéité est résistant à la pénétration des racines conformément à la norme NF EN 13948 pour toute la surface plantée et dans le cas des toitures multi-usages sur 1 m de largeur au moins en périphérie de cette zone selon les prescriptions du Document Technique d'Application du revêtement.

Sont admis les complexes d'isolation-étanchéité mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application respectifs dont la contrainte admissible du complexe d'étanchéité est apte à recevoir les charges du système de végétalisation extensif ou semi-intensif.

Les différents modes de mise en œuvre de la végétation des systèmes ECOVEGETAL sont :

- Le système tout-en-un ECOSEDUM PACK® (pente ≤ 20 %) ;
- Les systèmes multicouches ECOVEGETAL :
  - La natte précultivée SUCCULIS ou SAXATILIS (pente ≤ 20 %) ;
  - La plantation de micromottes ou de godets SUCCULIS, SUCCULIS MERIDIO, SAXATILIS ou LAVANDULIS (pente ≤ 20 %) ;
  - Le semis de fragments ou de graines SUCCULIS, SUCCULIS MERIDIO, PRAIRIE FLEURIE (pente ≤ 20 %).

Le système ECOSEDUM PACK® peut être utilisé comme zone stérile amovible de la toiture terrasse dans le système multicouche ECOVEGETAL, hors version BIODIVERSITE.

Organisation de la conception

Une étude préalable faite par le maitre d'oeuvre doit être soumise et validée par ECOVEGETAL de sorte que le choix des végétaux tienne compte des conditions climatiques locales, de l'exposition de la toiture et de la pente. Les besoins d'entretien et d'arrosage sont également évalués et définis dans le cadre de cette étude préalable. Il est également possible de proposer des solutions pour la valorisation de la biodiversité notamment dans le cadre de projets labellisés.

Un modèle de « fiche projet » dans laquelle sont rassemblées les premières informations nécessaires à la conception, est proposée en Annexe A3-1.

Une fiche des prescriptions particulières est spécifiquement établie par ECOVEGETAL SA et est fournie au maitre d'œuvre pour chaque chantier et jointe au Dossier d'exécution des ouvrages (*cf. Annexe A3-2*).

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée, sur chantier, par des entreprises formées aux systèmes de végétalisation ECOVEGETAL ou par les équipes ECOVEGETAL.

Ces entreprises sont soit la société ECOVEGETAL Services, soit des entreprises d'étanchéité, soit des entreprises du paysage co-traitantes ou sous-traitantes de l'entreprise d'étanchéité.

La société ECOVEGETAL SA est assurée en garantie décennale pour les travaux de végétalisation de toitures.

Une assistance technique peut être demandée à ECOVEGETAL SA pour la conception, la réalisation et l'entretien des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL.

Assistance technique

La société ECOVEGETAL SA fournit une assistance technique sur demande :

- A la conception de l'ouvrage (faisabilité, conseil dans le choix de la solution ECOVEGETAL, rédaction du descriptif technique, conseil pour la mise en œuvre et l'entretien) ;
- A la mise en œuvre du système végétalisé ;
- A l'entretien du complexe de végétalisation.

1.2 Identification

L'emballage et l'étiquetage des produits permettent leur identification.

1.3 Mise sur le marché

Le procédé ECOVEGETAL ne fait pas l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Les systèmes ECOVEGETAL sont destinés aux toitures-terrasses et toitures inclinées végétalisées extensives et semi-intensives dans les limites de pente du revêtement ou de l'isolation et de celles du présent document.

En système extensif, sur éléments porteurs en :

- Maçonnerie, dalle béton, conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ;
- Tôles d'acier nervurées, conformes au NF DTU 43.3 ;
- Panneaux bois et à base de bois conformes au NF DTU 43.4 ;
- Panneaux CLT en bois massif à usage structural sous DTA visant l'emploi en élément porteur de toitures ;
- En France européenne ;
- En climat de plaine jusqu'à 900 mètres sur éléments porteurs en maçonnerie, en dalle de béton cellulaire autoclavé armé, en bois massif et panneaux à base de bois et en tôles d'acier nervurées ;
- En climat de montagne uniquement sur éléments porteurs en maçonnerie, pente ≥ 1 % et ≤ 5 % ;

En système semi-intensif, sur éléments porteurs en :

- Maçonnerie, dalle béton, conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ;
- En France européenne ;
- En climat de plaine jusqu'à 900 mètres ;
- En climat de montagne uniquement sur éléments porteurs en maçonnerie, pente ≥ 1 % et ≤ 5 % ;

Les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sont admis en travaux neufs ou en réfection (après étude de l'étanchéité et de l'élément porteur existant selon NF DTU 43.5).

Dans le cas des toitures-terrasses multi-usages sur éléments porteurs en maçonnerie ou en panneaux en bois massif à usage structural (CLT ou caissons nervurés sous Avis Technique visant l'emploi en toitures-terrasses), le procédé de végétalisation ECOVEGETAL peut côtoyer des zones non plantées de destination différentes : terrasses techniques, terrasses accessibles aux piétons et séjour.

Ce procédé n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

2.2 Appréciation sur le produit, composant ou procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

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

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

Le classement de comportement au feu de certaines configurations est défini au paragraphe B du Dossier Technique.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

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

Elle peut être normalement assurée.

Les matériaux de plus de 25 kg sont portés par deux personnes.

Les fiches de données de sécurité sont disponibles auprès du service technique.

Données environnementales

Il n'existe pas de DE pour ce procédé. Il est rappelé que ces documents 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 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'entre pas dans le champ du présent AVIS. Le titulaire du présent AVIS conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Isolation thermique

Le procédé est susceptible de respecter les exigences minimales fixées par la Réglementation Thermique en vigueur.

Si le bâtiment est soumis à la RT 2005 (arrêté du 24 mai 2006), celle-ci fixe des exigences minimales sur les coefficients de transmission surfacique U et sur le facteur solaire S des composants ainsi que des exigences globales à l'échelle du bâtiment ($U_{bât}$, consommation et Tic) qu'il convient de vérifier.

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 utilisées comme donnée 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. § 5.2.2 des Th-S - édition 2012). On tiendra notamment compte du caractère extensif de la végétalisation conduisant à un coefficient d'absorption énergétique équivalent ak,veg=0,40, de la résistance thermique utilisée en toiture, de la présence ou non d'un arrosage fixe et de la zone géographique.

Stabilité aux charges des éléments porteurs

Les *tableaux 4.1 et 4.2* du Dossier Technique donnent les poids du procédé à CME.

Résistance aux effets du vent

Les *tableaux 5.1 et 5*.2 du Dossier Technique donnent les dépressions maximales forfaitaires admissibles.

Taux de couverture

Le *tableau 11* du Dossier technique donne le taux de couverture du procédé ECOVEGETAL.

2.22 Durabilité - Entretien

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

Entretien et réparations

cf. *NF DTU série 43.*

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

Le procédé nécessite un entretien spécifique à la charge du maître d'ouvrage détaillé au *paragraphe 10* du Dossier Technique (cf. Tableau 13).

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.

2.23 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Établi par le Demandeur (DTED).

La végétalisation (nattes précultivées et bacs précultivés) ainsi que les substrats sont fabriqués par la Société ECOVEGETAL SA. Les autres constituants ou accessoires sont fabriqués pour la Société ECOVEGETAL SA par la Société ZinCo.

2.24 Mise en œuvre

Les travaux de végétalisation avec le procédé ECOVEGETAL sont à réaliser sous la responsabilité de l'entreprise d'étanchéité, avec la possibilité de co-traitance ou de sous-traitance à une autre entreprise (laquelle peut être une entreprise d'espaces verts). Sous cette condition, ils ne présentent pas de difficulté particulière. La Société ECOVEGETAL SA apporte l'assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Charges à prendre en compte

Les charges permanentes et les charges d'exploitation des procédés de toitures-terrasses et toitures inclinées 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 (*cf Tableaux 4.1 et 4.2 et Annexe A3-2*).

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

- 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.

2.32 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 au 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.

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

Pour les autres cas, le Document Technique d'Application de l'élément porteur en panneaux 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 modifiées.

2.33 Cas de la réfection

Il est rappelé que la vérification au préalable de la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau, est à la charge du maitre d'ouvrage.

Lors d'une réfection de toitures, la dépose complète du complexe d'étanchéité jusqu'à l'élément porteur est à réaliser.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. *paragraphe 2.1*), est appréciée favorablement.

Validité

À compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 juillet 2024.

Pour le Groupe Spécialisé n°5.2
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

a) Le procédé de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL respecte les prescriptions des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Edition n°3, mai 2018).

b) Le procédé de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL ne vise pas la mise en œuvre des complexes d'isolation et d'étanchéité en indépendance.

c) Comme pour tous les procédés de végétalisation non pré-cultivée, le maître d'ouvrage doit tenir compte de la durée de confortement de la végétalisation (de 1 à 3 ans selon le climat et l'exposition) 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 ECOVEGETAL.

d) Sur éléments porteur en TAN et en panneaux à base de bois, les chevrons du paragraphe 7.42 sont ancrés dans la structure porteuse et ne doivent pas être ancrés dans l'élément porteur TAN ou panneaux à base de bois lui-même.

f) Le système d'arrosage n'est pas visé par le présent Avis.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Les procédés de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL sont des procédés de végétalisation pour toitures terrasses et toitures en pente jusqu'à 20% de pente.

Le procédé est composé de systèmes multicouches ECOVEGETAL ou de bacs précultivés ECOSEDUM PACK® mis en œuvre sur les complexes d'étanchéité suivant :

- Procédé d'asphalte mixte bénéficiant d'un Avis Technique visant leur emploi en toitures-terrasses végétalisées (pente ≤ 5 %) ;
- Système bicouches bitumineux bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %) ;
- Membranes synthétiques bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).
- Système d'étanchéité liquide, sur maçonnerie uniquement, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).
- Procédé d'isolation thermique inversée titulaire d'un Document Technique d'Application visant l'emploi en toitures-terrasses jardin et/ou terrasses et toitures végétalisées mise en œuvre sur revêtement d'étanchéité résistant aux racines, titulaire d'un Document Technique d'Application pour cet emploi.

Le revêtement d'étanchéité est résistant à la pénétration des racines conformément à la norme NF EN 13948 pour toute la surface plantée et dans le cas des toitures multi-usages sur 1 m de largeur au moins en périphérie de cette zone selon les prescriptions du Document Technique d'Application du revêtement.

Sont admis les complexes d'isolation-étanchéité mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application respectifs dont la contrainte admissible du complexe d'étanchéité est apte à recevoir les charges du système de végétalisation extensif ou semi-intensif.

Les différents modes de mise en œuvre de la végétation des systèmes ECOVEGETAL sont :

- Le système tout-en-un ECOSEDUM PACK® (pente ≤ 20 %) ;
- Les systèmes multicouches ECOVEGETAL :
  - La natte précultivée SUCCULIS ou SAXATILIS (pente ≤ 20 %) ;
  - La plantation de micromottes ou de godets SUCCULIS, SUCCULIS MERIDIO, SAXATILIS ou LAVANDULIS (pente ≤ 20 %) ;
  - Le semis de fragments ou de graines SUCCULIS, SUCCULIS MERIDIO, PRAIRIE FLEURIE (pente ≤ 20 %).

Le système ECOSEDUM PACK® peut être utilisé comme zone stérile amovible de la toiture terrasse dans le système multicouche ECOVEGETAL, hors version BIODIVERSITE.

Organisation de la conception

Une étude préalable faite par le maitre d'oeuvre des travaux doit être soumise et validée par ECOVEGETAL de sorte que le choix des végétaux tienne compte des conditions climatiques locales, de l'exposition de la toiture et de la pente. Les besoins d'entretien et d'arrosage sont également évalués et définis dans le cadre de cette étude préalable. Il est également possible de proposer des solutions pour la valorisation de la biodiversité notamment dans le cadre de projets labellisés.

Un modèle de « fiche projet » dans laquelle sont rassemblées les premières informations nécessaires à la conception, est proposée en *Annexe A3-1*.

Une fiche des prescriptions particulières est spécifiquement établie par ECOVEGETAL SA et fournit au maitre d'œuvre pour chaque chantier et jointe au Dossier d'exécution des ouvrages (*cf. Annexe A3-2*).

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée, sur chantier, par des entreprises formées aux systèmes de végétalisation ECOVEGETAL ou par les équipes ECOVEGETAL.

Ces entreprises sont soit la société ECOVEGETAL Services, soit des entreprises d'étanchéité, soit des entreprises du paysage co-traitantes ou sous-traitantes de l'entreprise d'étanchéité.

La société ECOVEGETAL SA est assurée en garantie décennale pour les travaux de végétalisation de toitures.

Une assistance technique peut être demandée à ECOVEGETAL SA pour la conception, la réalisation et l'entretien des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL.

Assistance technique

La société ECOVEGETAL SA fournit une assistance technique sur demande :

- A la conception de l'ouvrage (faisabilité, conseil dans le choix de la solution ECOVEGETAL, rédaction du descriptif technique, conseil pour la mise en œuvre et l'entretien) ;
- A la mise en œuvre du système végétalisé ;
- A l'entretien du complexe de végétalisation.

2. Domaine d'emploi

Les systèmes ECOVEGETAL sont destinés aux toitures-terrasses et toitures inclinées végétalisées extensives et semi-intensives dans les limites de pente du revêtement ou de l'isolation et de celles du présent document.

En système extensif, sur éléments porteurs en :

- Maçonnerie, dalle béton, conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ;
- Tôles d'acier nervurées, conformes au NF DTU 43.3 ;
- Panneaux bois et à base de bois conformes au NF DTU 43.4 ;
- Panneaux CLT en bois massif à usage structural sous DTA visant l'emploi en élément porteur de toitures ;
- En France européenne ;
- En climat de plaine jusqu'à 900 mètres sur éléments porteurs en maçonnerie, en dalle de béton cellulaire autoclavé armé, en bois massif et panneaux à base de bois et en tôles d'acier nervurées ;
- En climat de montagne uniquement sur éléments porteurs en maçonnerie, pente ≥ 1 % et ≤ 5 % ;

En système semi-intensif, sur éléments porteurs en :

- Maçonnerie, dalle béton, conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ;
- En France européenne ;
- En climat de plaine jusqu'à 900 mètres ;
- En climat de montagne uniquement sur éléments porteurs en maçonnerie, pente ≥ 1 % et ≤ 5 % ;

Les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sont admis en travaux neufs ou en réfection (après étude de l'étanchéité et de l'élément porteur existant selon NF DTU 43.5).

Dans le cas des toitures-terrasses multi-usages sur éléments porteurs en maçonnerie ou en panneaux en bois massif à usage structural (CLT ou caissons nervurés sous Avis Technique visant l'emploi en toitures-terrasses), le procédé de végétalisation ECOVEGETAL peut côtoyer des zones non plantées de destination différentes : terrasses techniques, terrasses accessibles aux piétons et séjour.

Ce procédé n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

3. Matériaux

3.1 Bac précultivé ECOSEDUM PACK®

Cf. tableau 7

Le bac précultivé ECOSEDUM PACK® est un système de végétalisation complet, composé d'un bac en polyéthylène/polypropylène recyclé avec un fond plat structuré, un substrat minéral drainant et la couche végétale.

Le bac précultivé ECOSEDUM PACK® est rempli d'un substrat spécifique de 6,5 cm d'épaisseur (après tassement) choisi pour ses capacités de perméabilité et de rétention en eau assurant les fonctions de drainage et de filtration dans lequel sont précultivés les végétaux définis au *Paragraphe 3.33*.

Le bac précultivé ECOSEDUM PACK® présente des bossages perforés en partie supérieure pour assurer le trop-plein et éviter la saturation en eau du substrat. Les particules fines du substrat sont recueillies au fond du bac.

ECOSEDUM PACK® est adapté pour la croissance de végétaux de petit développement du système ECOVEGETAL.

Les bacs ECOSEDUM PACK® sont précultivés avec les plantes succulentes et bouquets suivants : *Sedum Album, Sedum Album « coral carpet », Sedum Sexangulare, Sedum Weihenstephaner gold, Sedum Spurium, Sedum Spurium Album Superbum, Sedum Lydium* (liste non-exhaustive).

Pour répondre aux besoins de biodiversité, ils existent en version ECOSEDUM PACK® BIODIVERSITE composés de graminées et vivaces suivantes : *Allium, Festuca, Geranium, Muscari, Veronica, Crassula, Myosotis, Centranthus* (liste non-exhaustive).

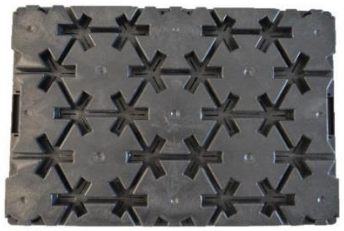
La couverture végétale de l'ECOSEDUM PACK® est un mélange des variétés citées ci-dessus. Les proportions peuvent varier selon les bacs.

Caractéristiques :

- Matière : polyéthylène/polypropylène 100 % recyclé ;
- Couleur : noire ;
- Dimensions : 40 x 60 x 6,5 cm ;
- Poids maximal à CME d'une palette : 1320 kg ;
- Masse surfacique à CME : 80 kg/m² ;
- Poids d'un bac à CME : 19,5 kg ;
- Capacité de rétention en eau à CME : 36 l/m² ;
- Surface portante : 52 % ;
- Coefficient de ruissellement : 0,4 ;
- Taux de couverture à la livraison : > 80 % ;
- Hauteur débordement des fentes : 22 mm ;

Conditionnement :

- Sur palette : 16,8 m²/palette ;



3.2 Systèmes multicouches ECOVEGETAL

3.21 Natte absorbante

Cf. Tableaux 4.1 et 4.2.

Obligatoire pour les systèmes avec couche granulaire ou sans couche drainante, la natte absorbante a deux fonctions. Elle apporte aux végétaux une réserve d'eau complémentaire. La disponibilité en eau est différée dans le temps et permet aux plantes de résister, dans de meilleures conditions, aux périodes de faible pluviométrie. Elle assure également une protection mécanique complémentaire du revêtement d'étanchéité.

SSM 45

- Matière : fibres synthétiques en polyester/polypropylène recyclées ;
- Dimensions : 50 x 2 x 0,005 m et 25 x 2 x 0,005 m ;
- Masse surfacique à sec : 0,489 kg/m² ;
- Masse surfacique à CME : 5,47 kg/m²
- Capacité de rétention d'eau : 5 L/m² ;

Conditionnement :

- 600 m² / palette ;

TSM 32

- Matière : fibres synthétiques polyester recyclées ;
- Dimensions : 50 x 2 x 0,003 m et 10 x 2 x 0,003 m ;
- Couleur : grise ;
- Masse surfacique à sec : 0,35 kg/m² ;
- Masse surfacique à CME : 3,35 kg/m² ;
- Capacité de rétention d'eau : 3 L/m² ;

Conditionnement :

- 600 m² / palette ;

BSM 64

- Matière : fibres synthétiques imputrescibles et recyclées ;
- Dimensions : 25 x 2 x 0,007 m ;
- Masse surfacique à sec : 0,658 kg/m²
- Masse surfacique à CME : 7,65 kg/m² ;
- Capacité de rétention d'eau : 7 L/m²,

Conditionnement :

- 300 m² / palette ;

3.22 Couche drainante

Cf. tableaux 4.1 et 4.2

La couche drainante assure l'évacuation de l'eau en excès et évite l'asphyxie racinaire des plantes. En outre, elle peut par sa géométrie, constituer également une réserve d'eau complémentaire.

FIXODRAIN XD 20

- Matière : PEHD
- Dimensions : 1 x 20 x 0,02 m ;
- Masse surfacique à sec : 1,0 kg/m² ;
- Masse surfacique à CME : 4,0 kg/m² ;
- Résistance en compression court terme (EN 25619-2) : > 122 kN/m² ;
- Capacité de rétention d'eau : 3,0 L/m² ;
- Perméabilité : 7,0 x 10^{-2} m/s (EN 11058) ;
- Capacité de débit dans leur plan (EN 12958) :
  - Pente 1% : 0,36 l/m.s ;
  - Pente 2 % : 0,52 l/m.s ;
  - Pente 3 % : 0,65 l/m.s

Conditionnement :

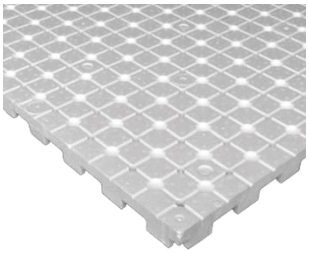
- En rouleaux, 120 m² / palette ;

FLORASET FS40

- Matière : polystyrène expansé ;
- Dimensions : 1 x 1 x 0,04 m ;
- Masse surfacique à sec : 0,6 kg/m² ;
- Masse surfacique à CME : 3,1 kg/m² ;
- Surface portante : 40 % ;
- Capacité de rétention d'eau : 2,5 L/m² ;
- Capacité de débit dans leur plan (EN 12958) :
  - Pente 1% : 0,6 l/m.s ;
  - Pente 2 % : 0,8 l/m.s ;
  - Pente 10 % : 1,0 l/m.s

Conditionnement :

- En plaques, 72 m² / palette ;

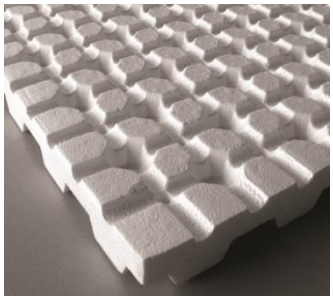


FLORASET FS 50

- Matière : polystyrène expansé ;
- Marquage CE selon EN 13252
- Dimensions : 1 x 1 x 0,05 m ;
- Surface portante : 40 % ;
- Masse surfacique à sec : 0,6 kg/m²,
- Masse surfacique à CME : 3,6 kg/m² ;
- Résistance en compression court terme (EN 25619-2) : > 87 kPa ;
- Capacité de rétention : 2 L/m².
- Capacité de débit dans leur plan (EN 12958) sous 20 kPa :
  - 0,76 l/m.s (gradient 0,01) ;
  - 1,07 l/m.s (gradient 0,02) ;
  - 1,32 l/m.s (gradient 0,03) ;
  - 2,49 l/m.s (gradient 0,10) ;

Conditionnement :

- En plaques, 56 m² / palette ;

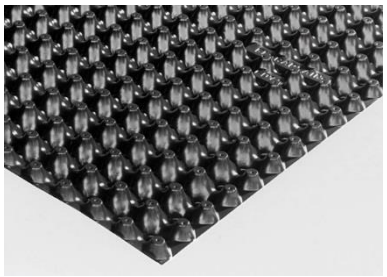


FLORADRAIN FD 40

- Matière : Polyéthylène Haute Densité (PEHD) ;
- Marquage CE selon ETA 13/0668 ;
- Dimensions : 2 x 1 x 0,04 m ;
- Surface portante : 40 % ;
- Masse surfacique à sec : 2,2 kg/m²,
- Masse surfacique à CME : 8,2 kg/m² ;
- Résistance en compression court terme (EN 25619-2) : > 150 kN/m² ;
- Capacité de rétention : 6 L/m² ;
- Capacité de débit dans leur plan (EN 12958) sous 20 kPa :
  - 1,506 l/m.s (gradient 0,01) ;
  - 2,13 l/m.s (gradient 0,02) ;
  - 2,64 l/m.s (gradient 0,03) ;

Conditionnement :

- En plaques, 500m² / palette ;



DRAIN DK 20

- Matière : Polyéthylène Haute Densité (PEHD) et géotextile en polypropylène (PP), 100% recyclé
- Dimensions : 2 x 10 x 0,02 m ;
- Largeur du géotextile : 2,10 m
- Surface portante : 13 % ;
- Masse surfacique à sec : 0,95 kg/m²,
- Masse surfacique à CME : 7,95 kg/m² ;
- Résistance en compression court terme (EN 25619-2) : > 200 kN/m² ;
- Capacité de rétention : 7 L/m².
- Capacité de débit dans leur plan (EN 12958) sous 20 kPa :
  - 0,82 l/m.s (gradient 0,01) ;
  - 1,17 l/m.s (gradient 0,02) ;
  - 1,43 l/m.s (gradient 0,03) ;
  - 2,64 l/m.s (gradient 0,10) ;
- Nombre d'alvéoles : env. 400 alvéoles/m²
- Surface de contact : env. 1300 cm²/m²
- Volume d'air entre les excroissances : env. 14 L/m²
- Résistance à la traction du DRAIN DK20 (EN ISO 10319):
  - sens L et T : 15/9,8 kN/m ;
- Résistance à la traction de la structure alvéolaire (EN ISO 10319):
  - sens L et T : 9,2/4,7 kN/m ;
- Résistance à la traction du géotextile intégré (EN 10319) :
  - sens L et T : 6/6,5 kN/m ;
- Ouverture de filtration du géotextile intégré (EN 12956) : 170 µm ± 0 % ;

Conditionnement :

- En rouleaux, 240 m² / palette ;
- Poids du rouleau : 19 kg.

ECOLIT 45

- Désignation : ECOLIT PZ 6/15 ;
- Matière : agrégats minéraux poreux à base de pouzzolane ;
- Couleur : grise / rouge ;
- Calibre : 6/15 ;
- pH ($CaCl_2$) : 7,9 ;
- Masse volumique (à sec) : 0,8 kg/L ±100 g/L ;
- Masse volumique (à CME) : 1,7 kg/L ±100 g/L ;
- Capacité de rétention d'eau : 1,8 L/m²/cm ;
- Épaisseur : 3 ou 4 cm.

Conditionnement :

- Big-bag de 0,5m³ ou 1m³, Silo, sac de 20L, vrac.

3.23 Couche filtrante

Cf. *Tableau 4.1 et 4.2*

La couche filtrante est positionnée sous le substrat sur la couche drainante ou sur la couche absorbante. Elle a pour fonction de retenir les particules du substrat pour éviter le lessivage et le colmatage de la couche drainante.

Lorsque la couche drainante n'est pas nécessaire, la couche filtrante est obligatoirement conservée en périphérie des zones stériles sur une largeur de 2 m environ.

La couche filtrante ne constitue pas une barrière aux racines.

S-TEX :

- Matière : polypropylène non tissé ;
- Dimensions : 50 x 0,5 m ; 25 x 1m ; 25 x 2 m ; 10 x 1 m ; 10 x 2 m ;
- Epaisseur sous 2 kPa (EN 9863-1) : 0,50 mm ;
- Masse surfacique (EN 9864) : 100 g/m² ±5% ;
- Résistance à la traction (EN 10319) :
  - sens L et T : 7 kN/m ± 5%;
- Résistance à l'allongement (EN 10319) :
  - sens L : 40 % ± 5%;
  - sens T : 55 % ± 5%;
- Résistance au poinçonnement statique CBR (EN 12236) : ≥ 1,25 kN ;
- Résistance au poinçonnement dynamique (EN 13433) : ≥ 30 mm ;
- Perméabilité perpendiculaire au plan (EN 11058) : 0,085 m/s;
- Ouverture de filtration (EN 12956) : 90 µm ± 0 % ;

Conditionnement :

- Rouleaux sur palettes, surface par palette selon dimension des rouleaux.

3.24 Substrats

Les substrats ECOVEGETAL sont des mélanges choisis de matières minérales et organiques permettant l'ancrage de la couche végétale et son alimentation hydrique et minérale.

3.241 SUCCULIS 1.3

Substrat de type extensif simple à base d'agrégats minéraux enrichi en matières organiques, utilisé pour les systèmes de végétalisation extensive simple à base de sedums. La végétalisation peut être réalisée par semis de fragments ou de graines, semés à la volée, par plantation de godets ou à partir de rouleaux pré cultivés.

Caractéristiques (*cf. tableau 8) :*

- Masse volumique (à sec) : 0,97 kg/L ;
- Masse volumique (à CME) : 1,3 kg/L ;
- Perméabilité verticale : (≥ 0,01) cm/s ;
- Porosité à l'air à CME : (≥10) % vol ;
- Granulométrie : (0 / 20) mm ;
- Fine (< 0,063 mm) (NF EN 933-1) : ≤ 15 ;
- Conductivité électrique (NF EN 13038) : ≤ 150 mS/m ;
- pH (NF EN 13037) : (5,5 à 9,5)
- Matière organique (NF EN 13039) : ≤ 4% (≤10%)
- Capacité de rétention d'eau : 0,33 kg/l ;
- % de tassement : 15% ;

Conditionnement :

- Big-bag de 0,5m3 ou 1m^3, Silo, sac de 20L, vrac.

3.242 SAXALIS 1.1

Substrat de type extensif composé allégé à base d'agrégats minéraux (pouzzolanes, terres cuites, argiles concassés), enrichi en matières organiques et en fines pour une rétention d'eau accrue, utilisé pour les systèmes de végétalisation extensive composée et semi-intensive à base de petites plantes arbustives.

Caractéristiques (*cf. tableau 8) :*

- Masse volumique (à sec) : 0,72 kg/L ;
- Masse volumique (à CME) : 1,1 kg/L ;
- Perméabilité verticale : (≥ 0,01) cm/s ;
- Porosité à l'air à CME : 12,2 (≥10) % vol ;
- Granulométrie : Pouzzolane 6/15, Terre cuite 0/3 ;
- Fine (< 0,063 mm) (NF EN 933-1) : 4,2 (≤ 15) ;
- Conductivité électrique (NF EN 13038) : ≤ 150 mS/m ;
- pH (NF EN 13037) : 6,6 (5,5 à 9,5)
- Matière organique (NF EN 13039) : 5,6 (≤10%)
- Capacité de rétention d'eau : 0,38 kg/l ;
- % de tassement : 15% ;

Conditionnement :

- Big-bag de 0,5m^3 ou 1m^3 ou 1,5 m^3, Silo, sac de 20L.

3.243 SAXALIS 1.4

Substrat de type extensif composé à base d'agrégats minéraux (pouzzolanes, terres cuites, argiles concassés), enrichi en matières organiques et en fines pour une rétention d'eau accrue, utilisé pour les systèmes de végétalisation extensive composée et semi-intensive à base de petites plantes arbustives (voir liste de végétaux SAXATILIS et LAVANDULIS).

Caractéristiques (*cf. tableau 8) :*

- Masse volumique (à sec) : 1,0 kg/L ;
- Masse volumique (à CME) : 1,4 kg/L ;
- Perméabilité verticale : (≥ 0,01) cm/s ;
- Porosité à l'air à CME : 12,2 (≥10) % vol ;
- Granulométrie : 0/20 mm ;
- Fine (< 0,063 mm) (NF EN 933-1) : 4,2 (≤ 15) ;
- Conductivité électrique (NF EN 13038) : ≤ 150 mS/m ;
- pH (NF EN 13037) : 6,6 (5,5 à 9,5)
- Matière organique (NF EN 13039) : 5,6 (≤10%)
- Capacité de rétention d'eau : 0,4 kg/l ;
- % de tassement : 15% ;

Conditionnement :

- Big-bag de 0,5m^3 ou 1m^3, Silo, sac de 20L, vrac.

3.3 Couvert végétal

3.31 Nattes précultivées (rouleaux précultivés)

Nattes végétales biodégradables pré-cultivées avec des variétés de sedums adaptées. Les nattes précultivées sont utilisées sur les substrats SUCCULIS 1.3 et SAXALIS 1.1 et SAXALIS 1.4, d'épaisseur homogène et nivelés.

Caractéristiques :

- Surface : 2 m² ou 4 m² ;
- Poids à sec sans végétaux : 2,35 kg/m² ;
- Poids à sec avec végétaux : 3,35 kg/m² ;
- Poids moyen à la livraison : 16 à 20 kg/m² ;
- Poids à CME : 20,5 kg/m² ;
- Epaisseur de la natte : 3 à 4 cm ;
- Nombre de variétés minimum : 4 à 5 ;
- Taux de couverture à la livraison : > 80% ;

Conditionnement :

- Rouleau de 2 ou 4m², palette de 40 m² ;

3.32 Godets plats

Les godets sont utilisés sur les substrats SUCCULIS 1.3 et SAXALIS 1.1 et SAXALIS 1.4 d'épaisseur homogène et nivelés.

Toutefois lorsque les godets, sont associés à des conditionnements différents proposés en végétalisation semi-intensive (conteneurs, mottes…) ils nécessitent une surépaisseur de substrat.

Caractéristiques :

- Densité de plantation : 12 à 15 godets /m² ;
- Densité de plantation avec fragments : 7 godets + 60g de fragments / m² ;
- Période de plantation : mai-juin / sept-nov ;
- Temps de recouvrement moyen (80%) : 18 à 24 mois ;
- Exposition : plein soleil à mi-ombre ;
- Floraison : du printemps à l'automne ;

Conditionnement :

- 50 plateaux/palette, Plateaux de 54 unités d'une même espèce.

3.33 Semences ou fragments SUCCULIS

Les semis de graines sont utilisés sur les substrats SUCCULIS 1.3 et SAXALIS 1.1 et SAXALIS 1.4. Le semis est une technique rationnelle pour établir une végétation et/ou enrichir la palette végétale. Il facilite une éventuelle réparation localisée. Il n'est pas possible de définir une période précise de semis, chaque plante ayant son propre cycle végétatif. Cependant, pour chacune d'entre elles, chaleur, humidité et une bonne balance air/eau sont indispensables à la germination. A contrario, un excès d'eau provoque leur pourriture.

Les fragments type SUCCULIS sont constitués de sedum et sont des parties aériennes de plantes, qui une fois régulièrement répartis sur le substrat, développeront des racines et deviendront des plantes à part entière. La densité du bouturage est de 150 g/m². Les fragments sont des assortiments selon la liste type SUCCULIS et comprennent des espèces tapissantes (*S. album*, *S. acre*, etc.) et des sedums plus volumineux à grandes feuilles (*S. spurium*, *S. Floriferum*, etc).

Les semis de graines sont fournis dans des sacs de mélange fines et graines. Le semis de ce mélange est mis en œuvre à raison de 50 g/m² (support compris).

Caractéristiques :

- Composition : assortiments de fragments SUCCULIS pré mélangés à un support de semis type sable ou fine de terre cuite ;
- Densité de semis : 100 g /m² ;
- Période de semis : mai – juin, Sept – novembre ;
- Temps moyen pour un recouvrement à 80% : 12 à 18 mois ;

Conditionnement :

- Sacs de 5 et 10 kg.

Semis hydraulique

Le semis hydraulique est composé de fragments de sedums associés à des graines de sedums ou vivaces pour une végétalisation type SAXATILIS, d'eau, d'un fixateur et de brisures de paille.

La bouture et les graines sont plaquées sur le substrat. Elles sont protégées du desséchement par les brisures de paille.

Densité de semis : variable selon le choix de semer des graines ou fragments, ou mélange de graines et fragments.

Conditionnement :

- Vrac en citerne.

3.4 Accessoires

3.41 Bandes métalliques / Profils ajourés DPA 75, DPA 100, DPA 130

Les bandes métalliques ajourées DPA et TRP permettent de délimiter les zones de rive et/ou les zones stériles.

Profils ajourés pour délimiter les zones de rive et/ou les zones stériles.

Caractéristiques :

- Matière : Aluminium (Alu 5754 H111)
- Dimensions : Longueur 2 m ;
- Épaisseur : 1 mm ;
- Hauteurs disponibles : 75, 100, 130, 214, 250 mm ;

3.42 Profil de rive TRP 80/130

Profil de rive ajouré pour évacuer l'excédent d'eau, fixé par des pattes de membrane en délimitation des zones stériles. Éclisse pour abouter les profils (cf. *figure 13*).

Caractéristiques :

- Matière : Acier inoxydable 304 L ou 316 L
- Epaisseur : 1,5 mm ;

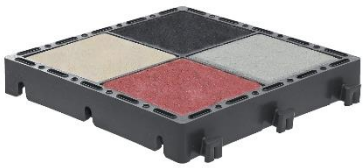
- Longueur : 1,96 m ;
- Hauteurs disponibles : 80 et 130 mm ;

3.43 Protection des chemins de circulation ECOVEGETAL PAVE

L'ECOVEGETAL PAVE est composé d'une dalle de stabilisation et de pavés à insérer au sein de cette dalle.

Caractéristiques :

- Matière : dalle en PEHD recyclé et recyclable et pavé en béton conforme NF EN 1338 ;
- Résistance au gel : conforme NF EN 1338 ;
- Dimensions : 33 x 33 x 5 cm ;
- Poids à l'unité : 9,1 kg ;
- Poids au m² : 81,9 kg ;
- Remplissage par pavés en béton (différents coloris possibles)



4. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

4.1 Généralités

Cf. *tableaux 3.1 ; 3.2 ; 3.3 ; 3.4.*

Conformément au *paragraphe 2* et selon le type de système extensif ou semi-intensif, les éléments porteurs admis sont conformes aux prescriptions des normes NF DTU 20.12 et NF DTU de la série 43.

Les pentes admissibles par rapport à chaque élément porteur et au type de revêtement d'étanchéité sont reprises dans le *tableau 1*.

4.2 Charges à prendre en compte

Les charges de calcul à prendre en compte, quel que soit l'élément porteur, sont les suivantes :

- Les charges permanentes qui correspondent à la somme :
  - du poids propre du complexe isolation-étanchéité (pare-vapeur éventuel + isolant thermique + revêtement d'étanchéité) ;
  - du poids propre du système de végétalisation à Capacité Maximale en Eau CME) (couche absorbante + couche drainante + couche filtrante + substrat + végétaux) ;
  - une charge de sécurité fixée forfaitairement à 15 daN/m². Une charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m² (soit 100 daN/m² au total) sera ajoutée pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 (bois massif et panneaux à base de bois) pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est < 7 % sur plan.

  Note : cette charge de 85 daN/m² n'est pas à prendre en compte pour le calcul de la structure.
- Les charges d'exploitation correspondent à la plus élevée des valeurs entre la charge d'entretien (100 daN/m² pour les terrasses inaccessibles ou 150 daN/m² pour les terrasses techniques ou à zones techniques) ou de la charge climatique « normale ».
  - En climat de plaine, les charges climatiques sont déterminées selon les Règles NV 65 modifiées et NF DTU série 43.
  - En climat de montagne, les actions de la neige sont définies par la norme NF EN 1991-1-3 (Eurocode 1 Partie 1-3) et son annexe nationale NF EN 1991-1-3/NA. Les charges climatiques sont déterminées selon l'Annexe B du NF DTU 43.11.

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

Contrainte admissible :

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.

Calcul de la contrainte apportée sur la membrane :

Cas des bac ECOSEDUM PACK®

Contrainte apportée = (contrainte liée à la poussée du système végétalisé en daN/m² + charge climatique normale) / surface de contact de 52% de la cassette sur la membrane.

Cas des systèmes multicouche ECOVEGETAL

Contrainte apportée = (contrainte liée à la poussée du système végétalisé en daN/m² + charge climatique normale) / surface de contact de la couche drainante sur la membrane.

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

4.3 Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis, les éléments porteurs et supports conformes à la norme NF DTU 20.12 et ceux bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi (pente nulle admise).

4.4 Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

Sont admises, les dalles de béton cellulaire autoclavé bénéficiant d'Avis Technique avec pente minimale de 1 %.

4.5 Éléments porteurs et supports en panneaux en bois massif CLT

Sont admis, les éléments porteurs et les supports en panneaux en bois massif à usage structural en CLT ou caissons nervurés, bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement leur emploi en élément porteur pour terrasses et toitures végétalisées, pente minimale selon DTA particuliers de l'élément porteur.

4.6 Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois

Pour les systèmes extensifs uniquement, sont admis, avec pente minimale de 3 % les éléments porteurs et les supports en bois massif et en panneaux à base de bois conformes aux dispositions de la norme NF DTU 43.4.

Sont exclus avec les systèmes semi-intensifs.

4.7 Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Pour les systèmes extensifs, sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF DTU 43.3 ou bénéficiant d'un Avis Technique ou définis dans le CPT 3537_V2 du CSTB (TAN à ouverture haute de nervure) avec pente minimale de 3 % y compris lorsque les noues sont en pente.

Sont exclus avec les systèmes semi-intensifs.

4.8 Supports isolants non porteurs

Pour les systèmes extensifs, sont admis les panneaux isolants 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 extensif par leur Document Technique d'Application.

Pour les systèmes semi-intensifs, sont uniquement admis les panneaux isolants de classe C (compressibilité selon Guide UEAtc) et dont la contrainte en admissibles en compression est vérifiée apte à recevoir la charge du procédé de végétalisation et visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement de terrasses et toitures végétalisées semi-intensif par leur Document Technique d'Application.

4.9 Cas particulier du polystyrène extrudé pour isolation inversée

Sur élément porteur en maçonnerie de pente ≤ 5 %, l'utilisation de panneaux isolants de polystyrène extrudé en isolation inversée est admise selon le Document Technique d'Application particulier de l'isolant visant favorablement son emploi en terrasses et toitures végétalisées.

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 au DTA particulier de l'isolant.

Pour assurer le lestage des panneaux isolants, le poids à sec du système ECOVEGETAL doit être supérieur à celui défini dans le DTA de l'isolant inversé. A défaut, le lestage des panneaux inversées doit être assuré par la protection lourde telle que défini dans le DTA de l'isolant.

5. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

Les systèmes multicouches ECOVEGETAL ou bacs précultivés ECOSEDUM PACK® sont mis en œuvre sur les complexes d'étanchéité suivant :

- Procédé d'asphalte mixte bénéficiant d'un Avis Technique visant leur emploi en toitures-terrasses végétalisées ;
- Système bicouches bitumineux bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %) ;
- Membranes synthétiques bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).
- Système d'étanchéité liquide, sur maçonnerie uniquement, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).

Le revêtement d'étanchéité est résistant à la pénétration des racines conformément à la norme NF EN 13948 pour toute la surface plantée et dans le cas des toitures multi-usages sur 1 m de largeur au moins en périphérie de cette zone selon les prescriptions du Document Technique d'Application du revêtement.

Sont admis les complexes d'isolation-étanchéité mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application respectifs dont la contrainte admissible du complexe d'étanchéité est apte à recevoir les charges du système de végétalisation extensif ou semi-intensif.

La vérification porte sur la résistance en compression et en poinçonnement pour chaque couche drainante en contact avec le revêtement d'étanchéité.

Le revêtement d'étanchéité est posé soit en adhérence, soit en semi-indépendance, conformément à son Document Technique d'Application visant l'emploi en terrasse et toiture végétalisée (pente ≤ 20 %).

6. Mise en œuvre des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL

6.1 Généralités

Les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sont mis en œuvre directement sur le revêtement d'étanchéité.

Dans le cas d'isolation inversée, les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sont mis en place soit sur les panneaux isolants avec la couche d'interposition prévue, soit sur la protection meuble (cf. *paragraphe 4.7* et *Figure 1*).

Les *tableaux 4.1 ; 4.2 ; 5.1 ; 5.2 ; 6* présentent les différents systèmes de végétalisation ECOVEGETAL avec leurs poids à sec et à CME ainsi que leur Capacité Maximale de réserve en Eau.

6.2 Système tout en un ECOSEDUM PACK®

Les bacs ECOSEDUM PACK® sont disposés, bord à bord, directement sur le revêtement d'étanchéité ou sur la couche de séparation dans le cas des panneaux isolants inversés.

Les bacs ECOSEDUM PACK® sont dépalettisés dans un délai de 24 heures maximum après réception. Sinon, ils doivent être entreposés dépalettisés afin d'éviter la dégradation des végétaux et arrosés abondamment.

Compte tenu du poids des palettes, il est interdit de les stocker sur la toiture sur les ouvrages d'isolation et d'étanchéité déjà réalisés.

Les bacs ECOSEDUM PACK® sont mis en œuvre par pose directe bord à bord sur le revêtement d'étanchéité.

Pour s'adapter aux dimensions exactes de la toiture il est possible de découper les bacs à la disqueuse. Positionner ensuite les bacs découpés au milieu de la terrasse et bloquer le substrat avec un filtre.

En cas de nécessité de découpe des bacs ECOSEDUM PACK®, dans ce cas, si les bacs ECOSEDUM PACK® découpés se trouvent en périphérie de la toiture végétalisée, un dispositif de séparation devra être prévu avec mise en place d'un filtre S-TEX sur 50 cm de largeur et remontant le long du dispositif de séparation.

Arroser abondamment par aspersion après la mise en œuvre (5 à 10 mm/m² selon la région).

Zones stériles :

Les zones stériles sont traitées comme les parties courantes avec uniquement les bacs ECOSEDUM PACK®. (hors ECOSEDUM PACK version BIODIVERISTE).

6.3 Systèmes multicouches

La composition des systèmes est présentée aux *tableaux 2.1 ; 2.2 ; 2.3*.

6.31 Mise en œuvre de la couche absorbante de protection

Elle est mise en place directement sur le revêtement d'étanchéité. Un recouvrement de lés de 10 cm est nécessaire. Elle est remontée de la hauteur du substrat aux droits des relevés d'étanchéité.

6.32 Mise en œuvre de la couche drainante en plaque (*cf. figure 3)*

Lorsque la pente est inférieure à 2%, la couche drainante en plaque est posée directement sur la natte absorbante. Les perforations du drain doivent être dirigées vers le haut de sorte que les alvéoles du drain puissent stocker de l'eau *(cf tableaux 9.1 ; 9.2 ; 9.3 ; 9.4).*

Cas particulier de la couche drainante en granulat *(cf. figure 4)*

Dans le cas d'une couche drainante en granulat (type pouzzolane), celle-ci est étalée sur la natte absorbante. L'épaisseur est définie préalablement.

6.33 Mise en œuvre de la couche filtrante

La couche filtrante S-TEX est déroulée sur la couche drainante. Un recouvrement de lés de minimum 10 cm est nécessaire. En l'absence de couche drainante, la couche filtrante reste obligatoire sur 1,50 m minimum en bordure des zones stériles et des évacuations d'eaux pluviales.

En bordure de zone stérile et au droit des EEP, elle est relevée sur toute la hauteur du dispositif de séparation.

6.34 Mise en œuvre du substrat

La hauteur de mise en œuvre du substrat est définie dans *les tableaux 2.1, 2.2, 2.3* et dépend du mode de plantation choisi, des plantes choisies, des besoins hydriques des végétaux et de la zone géographique.

Le substrat est réparti de façon uniforme, à la main ou par soufflage sur la couche filtrante ou sur la couche absorbante de protection, puis nivelé à l'aide d'une raclette ou d'un râteau.

La couche de substrat doit être nivelée afin d'éviter le dessèchement racinaire et une mauvaise reprise des végétaux due à des poches d'air éventuelles.

6.35 Mise en œuvre de la couche végétale

Les végétaux sont mis en œuvre selon différentes techniques de plantation.

Nattes précultivées (rouleaux précultivés)

Placer les nattes sur le substrat, en quinconce, bords à bords. Arroser à saturation, juste après la pose des végétaux ainsi que les jours suivants.

Plantation en godets plats (4,5 x 4,5cm)

Répartir les godets selon le calepinage du projet et les planter manuellement dans le substrat. Arroser abondamment juste après plantation.

Semis de semences ou de fragments

Les semis permettent d'enrichir la palette végétale et sont utilisés lors des opérations d'entretien. Certaines graines semées ne germent qu'après avoir subi l'action du gel et de la neige. Il n'est pas possible de définir une période précise de semis, chaque plante ayant son propre cycle végétatif. Cependant pour chacune d'elles, chaleur, humidité et une bonne balance air/eau sont indispensables à la germination. A contrario un excès d'eau provoque leur pourriture.

Le semis peut être réalisé manuellement ou par semis hydraulique.

Mise en œuvre manuelle :

L'ensemencement doit être fait dans des conditions météorologiques favorables ; les périodes préférentielles de semis se situent en milieu de printemps ou en début d'automne. Après semis, un arrosage est effectué pour fixer les graines et faciliter leur levée. Eviter de semer les journées venteuses, elles conduisent à une dispersion hétérogène des graines.

Mise en œuvre des systèmes en fragments et graines par semis hydraulique :

Projection de boutures non racinées de sedum et de graines, mélangées à de l'eau, du géomulch et un fixateur. Le géomulch est une pâte de cellulose non blanchie 100% biodégradable exempte de tout résidu toxique qui, à terme, se dégrade et enrichi le sol. La mise en œuvre par semis hydraulique protège les graines contre les aléas climatiques.

7. Ouvrages particuliers

7.1 Zone stérile

7.11 Généralités (cf. figure 6a, 6b, 7)

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

- Faciliter l'accès aux relevés d'étanchéité et aux évacuations d'eaux pluviales pour leur entretien ;
- Permettre une hauteur des relevés conformes aux NF DTU les concernant, quelle que soit l'épaisseur du système de végétalisation en partie courante ;
- Se prémunir d'une détérioration des relevés d'étanchéité, lors des opérations d'entretien, en l'absence de protection dure.

Elle n'est considérée ni comme une zone accessible, ni comme un chemin de circulation pour assurer l'entretien d'éventuels équipements.

Cette zone stérile est d'au moins :

- 40 cm de largeur en périphérie des ouvrages (acrotères, façades…) et le long des émergences (lanterneaux, souches, crosses, traversées,…) ;
- 20 cm de largeur au pourtour des entrées d'eaux pluviales.

Dans l'emprise de la zone stérile, le revêtement d'étanchéité est le même revêtement anti-racines que celui de la zone végétalisée.

Sa protection est réalisée dans les conditions retenues par les normes DTU ou les DTA des revêtements d'étanchéité pour les terrasses inaccessibles ou accessibles. Elle peut être constituée :

- D'une couche de 40 mm minimum de gravillons (de granulométrie > 15 mm) éventuellement recouverts de dalles béton préfabriquées telles que prévues dans les normes NF DTU 43.1 et 43.11 (pente ≤ 10 %) ;
- De dalles préfabriquées en béton posées sur la couche drainante ou sur plots (pente ≤ 5 %) sur éléments porteur en maçonnerie uniquement et telles que prévues dans les normes NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11. L'éventuelle isolation support d'étanchéité doit bénéficier d'un DTA visant la pose sous dalles sur plots ;
- De dalles préfabriquées en bois posées sur plots (pente ≤ 5 %) sur éléments porteur en maçonnerie uniquement et telles que prévues dans le DTA particuliers du revêtement d'étanchéité. L'éventuelle isolation support d'étanchéité doit bénéficier d'un DTA visant la pose sous dalles sur plots.
- D'un revêtement d'étanchéité autoprotégé (toute pente admise) si le DTA du revêtement le permet.

Avec le système ECOSEDUM PACK®, aucun dispositif de séparation n'est nécessaire pour délimiter la zone stérile et la zone végétalisée sauf en cas de découpe des bacs périphériques

Avec les systèmes multicouches ECOVEGETAL, la zone stérile et la zone végétalisée sont délimitées par un dispositif de séparation tel que bandes ajourées (cf. *paragraphe 7.3*).

7.12 Présence de la zone stérile (toute pente, cf. *Figure 2a et 2b*)

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 < 2 %.

Sa présence est obligatoire en pied de relevés en végétalisation :

- Pour les systèmes Semi-intensifs ECOVEGETAL (PRAIRIE FLEURIE et LAVANDULIS) (Cf. *Tableau 12*);
- Pour les systèmes extensifs ECOVEGETAL (SUCCULIS, SAXATILIS et ECOSEDUM PACK)(Cf. *Tableau 12*), si la végétation comprend des graminées, des vivaces (autres que les Sedum) ou des plantes ligneuses. En présence de Sedum uniquement, la zone stérile est facultative.

En l'absence de zone stérile, la hauteur des relevés d'étanchéité est mesurée à partir de la surface du substrat.

Zone stérile végétalisée

La zone stérile végétalisée est réalisée avec les bacs ECOSEDUM PACK®. Uniquement (hors ECOSEDUM PACK® BIODIVERSITE). Cf *paragraphe 3.44*.

Zone stérile minérale

La zone stérile minérale sera réalisée avec des gravillons roulés de granulométrie 14/20 sur une épaisseur de 4 cm minimum.

7.13 Spécificités des toitures de pente > 3 % et ≤ 20 % (cf. *figure 5*)

Pour assurer une bonne durabilité de la toiture végétalisée il y a lieu de distinguer les zones de partie courante (zones A) à pente ≥ 3 % des zones de noue centrale ou de rive (zones B ou C).

- Zone A : traitement identique à celui décrit au *paragraphe 7* en fonction des systèmes de végétalisation mis en œuvre. En climat de plaine, dans le cas des systèmes multicouches ECOVEGETAL par semis, micro-mottes et tapis, la couche drainante et la couche filtrante sont facultatives.
  La couche filtrante reste néanmoins indispensable au droit des dispositifs de séparation et de retenue et des EEP ;
- Zone B : traitement selon la pente du fil d'eau de la noue :
  - si la pente du fil d'eau de la noue est ≤ 2 % alors traitement de la zone B en zone stérile,
  - si la pente du fil d'eau de la noue est > 2 % alors traitement de la zone B en zone stérile ou identique à la partie courante.
  - la largeur ℓ de la zone B est de :
    - 40 cm en partant du fil d'eau pour les pentes de versants comprises entre 10 et 20 %,
    - 100 cm en partant du fil d'eau pour les pentes de versants comprises entre 3 et 10 % ;
- Zone C : un dispositif de retenue, décrit au *§ 7.3* et situé en bas de pente permet l'écoulement des eaux et le maintien en place du substrat pour les systèmes multicouches ECOVEGETAL ou le système en bacs ECOSEDUM PACK®.

Le *tableau 12* récapitule les dispositions relatives à la présence ou non de la zone stérile.

7.14 Cas particuliers d'aménagements en zone stérile

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

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

Dans ces cas particuliers, la Société ECOVEGETAL SA fournit sur demande une assistance technique.

7.2 Relevés d'étanchéité

Le traitement des relevés d'étanchéité doit être effectué conformément aux DTA de revêtement d'étanchéité visant l'emploi en terrasses et toitures végétalisées.

Dans le cas où une zone stérile est prévue, la hauteur est donnée par les NF DTU de la série 43 (ou *Cahier du CSTB* 3502 dans le cas des membranes en PVC-P) suivant le type de protection de la zone stérile.

Dans le cas où il n'y a pas de zone stérile, la hauteur des relevés au-dessus du substrat est de :

- 15 cm minimum dans le cas courant (cf. *figure 8*) ;
- 5 cm si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure (cas de l'élément porteur en maçonnerie de pente ≤ 5 %) (cf. *figure 9*).

En l'absence de zone stérile, la hauteur des relevés d'étanchéité est mesurée à partir de la surface du substrat.

7.3 Dispositif de séparation (pente ≤ 5 %)

7.31 Système ECOSEDUM PACK®

Aucun dispositif de séparation n'est nécessaire pour délimiter la zone non plantée et la zone végétalisée, sauf en cas de découpe des bacs ECOSEDUM PACK® périphériques où la séparation est assurée par une bande ajourée (cf. *§ 3.41 ou 3.42)*.

7.32 Systèmes multicouches ECOVEGETAL

La zone végétalisée est délimitée des autres zones non plantées (zones stériles, chemin de circulation) par un dispositif de séparation dont la fonction est de retenir le substrat tout en permettant le passage de l'eau. Sa partie supérieure arrive au minimum au niveau de la surface du substrat. Un Filtre S-TEX est remonté sur toute la hauteur du dispositif de séparation.

Le dispositif de séparation est constitué :

- Soit des bandes ajourées définies au *§ 3.41 et 3.42 ;*

Elles sont maintenues en place sur l'étanchéité à l'aide de pattes de maintien en membrane d'étanchéité de même nature que la partie courante :

- de 25 cm de largeur, dans le cas d'étanchéité bitumineuse, soudées à cheval sur le talon métallique et le revêtement d'étanchéité de partie courante, tous les 1,5 m avec un minimum de 2 pattes de maintien par bande ajourée ou selon les dispositions particulières prévues dans le DTA du revêtement ; le talon en contact avec l'étanchéité étant disposé sous le système de végétalisation ;

-selon les dispositions particulières prévues dans le DTA du revêtement dans le cas des membranes synthétiques ; le talon en contact avec l'étanchéité étant disposé sous le système de végétalisation ;

- Soit des bordures en béton, en brique, uniquement dans le cas de couches drainantes continues, sur élément porteur en maçonnerie de pente ≤ 5 %.

7.4 Dispositif de retenue (pente ≤ 20 %)

7.41 Système ECOSEDUM PACK®

Jusqu'à 20 % de pente sur toiture-terrasse, le dispositif de retenue n'est pas nécessaire pour le système ECOSEDUM PACK® pour lequel seul le dispositif de séparation suffit.

Dans le cas d'une rive en retombée, un dispositif de retenue par bande métallique ajourée en appui sur les chevrons en bois étanchés est requis si la pente est supérieure à 5 % (cf. *Figure 13*) pour 30 m de longueurs de rampant et jusqu'à 20 % de pente. Les bacs précultivés ECOSEDUM PACK® sont mis en œuvre directement sur le revêtement de partie courante.

7.42 Systèmes multicouches ECOVEGETAL

Pour les pentes > 5 % et ≤ 20 %, une butée rigide est indispensable en bas de rampant ou tous les 30 mètres. Dans ce cas, l'un des dispositifs ci-dessous est requis :

- L'acrotère lui-même en l'absence de zone stérile. En cas de longueur de rampant > 30 m, ce dispositif est à compléter par des bandes ajourées mis en œuvre tous les 30 m ;
- Des bandes ajourées métalliques en alliage d'aluminium type 3003 ou en acier inoxydable austénitique CrNi 18-10 d'épaisseur ≥ 1 mm. Elles ont une longueur maximale de 3 mètres et doivent être maintenues en place sur l'étanchéité à l'aide de bandes continues en membrane d'étanchéité de même nature que la partie courante d'étanchéité :
  - de 25 cm de largeur dans le cas d'étanchéité bitumineuse soudées à cheval sur le talon métallique et le revêtement d'étanchéité de partie courante ou selon les dispositions particulières prévues dans le DTA du revêtement ; le talon en contact avec l'étanchéité étant disposé sous le système de végétalisation,
  - selon les dispositions particulières prévues dans le DTA du revêtement dans le cas des membranes synthétiques ; le talon en contact avec l'étanchéité étant disposé sous le système de végétalisation.

  En cas de longueur de rampant > 30 m, ce même dispositif est mis en œuvre tous les 30 m ;
- Des chevrons en bois (classe d'emploi 3b selon norme FD P 20-451) de section minimale 80 x 80 mm. Chaque chevron est fixé mécaniquement à la structure porteuse à raison de 3 fixations par ml. Les chevrons sont disposés de façon discontinue en laissant un espace entre deux chevrons consécutifs correspondant à environ 10 % de la longueur d'un chevron pour assurer le ruissellement des eaux pluviales. Après avoir été fixé, chaque chevron est étanché par une pièce du même revêtement que celui de partie courante, y compris les fermetures en about. Les espaces entre chevrons sont complétés par une bande ajourée métallique telle que décrite et liaisonnée ci-dessus.

7.5 Ouvrages annexes isolés

7.51 Évacuations d'eaux pluviales (cf. *figure 12*)

Les évacuations d'eaux pluviales sont réalisées conformément aux NF DTU série 43.

Elles sont :

- Soit, bordées par une zone stérile sur 20 cm minimum ; les EEP doivent être équipées d'un garde-grève visitable dont la section des perforations est conforme aux spécifications des NF DTU de la série 43 ;
- Soit, sur éléments porteurs en maçonnerie, protégées par un regard de visite conforme aux Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Edition n°3, mai 2018, ADIVET, CSFE, L'ENVELOPPE METALLIQUE DU BATIMENT).

7.52 Autres ouvrages annexes isolés (ventilation, crosse…)

Ils sont réalisés conformément aux NF DTU série 43.

Un chemin de circulation doit être aménagé (cf. *§ 7.7*) pour l'accessibilité aux équipements techniques (VMC…).

7.6 Joints de dilatation (cf. *figures 10, 11*)

Ils sont réalisés conformément aux Avis Techniques correspondants.

Ils peuvent être :

- Soit, apparents, avec ou sans zone stérile de part et d'autre ; ce cas est le seul possible avec l'élément porteur en tôles d'acier nervurées ou en bois ;
- Soit, recouverts de végétalisation extensive en gardant une épaisseur identique de substrat, avec élément porteur en maçonnerie ou en béton cellulaire autoclavé armé.

7.7 Chemins de circulation (cf. *figure 6b*)

Pour accéder aux équipements techniques, des chemins de circulation doivent être aménagés ; leur protection en ECOVEGETAL PAVE (cf. paragraphe 3.44) est posée sur la couche de drainage ou sur la couche filtrante ou sur la couche de culture.

La zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation.

Dans le cas où les DPM lui confèrent cette fonction, l'installation d'un garde-corps conforme à la réglementation, en rive et autour des ouvrages présentant des risques de chute doit être prévue. La largeur de ces zones de passage est alors portée à 80 cm.

7.8 Cas des terrasses et toitures partiellement végétalisées

Les terrasses et toitures végétalisées peuvent côtoyer des zones non végétalisées représentant des surfaces plus ou moins importantes et traitées selon leur destination, en terrasses :

- Inaccessibles (tous éléments porteurs) ;
- Techniques ou à zones techniques (tous éléments porteurs) ;
- Accessibles aux piétons (élément porteur en maçonnerie et éléments porteurs en bois massif à usage structural, panneaux CLT ou caissons nervurés, sous Avis Technique uniquement).

La partie de la terrasse ou toiture qui reçoit la végétation doit faire l'objet de toutes les exigences du système de végétalisation correspondant, y compris pour les zones stériles.

Sur les autres zones (hors végétalisation et à partir de 1 m au-delà de celle-ci pour le revêtement d'étanchéité résistant à la pénétration des racines), sont appliquées les exigences des NF DTU et des Documents Techniques d'Application concernant l'isolant thermique, le revêtement d'étanchéité et sa protection.

Les parties accessibles doivent être séparées des zones recouvertes de végétation, qui restent inaccessibles, par un dispositif type garde-corps.

8. Arrosage

Un ou plusieurs point(s) d'eau de débit dimensionné à la surface végétalisée (pression > 2,5 bars) doivent être disponibles, au niveau de la terrasse, pendant les travaux et gardés en état de fonctionnement pendant toute la durée de vie de l'ouvrage (sauf en période hivernale où l'installation devra être purgée).

À l'installation des végétaux, quel que soit le mode de plantation, toute toiture végétalisée nécessite un arrosage initial jusqu'à saturation du substrat. Ensuite, des arrosages ponctuels sont nécessaires jusqu'à enracinement suffisant des plantes et pendant les périodes de sécheresse ou de forte chaleur.

Pendant la période d'entretien courant, les besoins en eau dépendent du type de végétalisation mis en place, de la qualité du système d'arrosage choisi et de la localisation géographique. Selon les zones de pluviométrie (cf. *carte en Annexe A-1*), l'arrosage doit être prévu comme indiqué au *tableau 13*.

Le système d'arrosage peut être de type « aspersion » ou « goutte à goutte ». Sur demande, la Société ECOVEGETAL SA définit un plan d'irrigation afin de déterminer l'implantation des différents éléments et assure la mise en œuvre du système.

L'arrosage par aspersion est une technique adaptée à une végétation rasante. Le système d'irrigation par aspersion ECOVEGETAL permet de couvrir les besoins hydriques des végétaux jusqu'à 15 cm de hauteur à floraison. Ce système est simple à mettre en œuvre et facile d'entretien.

Le système d'irrigation goutte à goutte ECOVEGETAL est utilisé pour répondre aux besoins en eau des plantes arbustives. Ce système peut être complété d'un détecteur de pluie, d'un pluviomètre et d'une purge automatique.

9. Dispositions particulières en climat de montagne sur éléments porteurs en maçonnerie uniquement

La mise en œuvre des systèmes ECOVEGETAL n'est admise que sur isolants et revêtements d'étanchéité visant l'emploi en climat de montagne et en terrasses et toitures végétalisées. La pente minimale est ≥ 1 %, la pente maximale est ≤ 5 %. La couche drainante (cf. *tableaux 9.2 et 9.4)* est obligatoire.
Le mode de végétalisation par semis est exclu (Cf. *tableaux 2.1, 2.2, 2.3*). Les autres modes de végétalisation sont admis (système ECOSEDUM PACK®, systèmes multicouches ECOVEGETAL par micro-mottes, godets et nattes précultivées).
Une assistance technique doit être demandée au Service Technique ECOVEGETAL pour validation des végétaux admis en climat de montagne.
Les zones stériles sont obligatoires dans tous les cas (au pourtour des évacuations d'eaux pluviales, dans les noues courantes et noues de rive en bas de pente et en pied des relevés.

10. Entretien des systèmes de végétalisation extensifs et semi intensifs ECOVEGETAL

10.1 Généralités

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

- Obtenir et conserver un taux de couverture végétale ≥ 80 % *(cf tableau 11)* ;
- Maitriser le développement d'espèces adventices ;
- Assurer le développement durable de la végétation choisie.

L'entretien est obligatoire et doit être formalisé par un contrat entre le maître d'ouvrage et l'entreprise ayant réalisé la végétalisation, au plus tard à la réception de l'ouvrage.

L'accès à la toiture nécessaire aux futures opérations d'entretien doit être prévu par le maître d'œuvre dès la conception de la toiture.

Lors des opérations d'entretien, et comme pour toute toiture inaccessible, la sécurité du personnel doit être assurée vis-à-vis des chutes de hauteur.

Les critères d'entretien des toitures végétalisées sont définis dans les Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées.

Trois périodes sont à différentier :

- La période de parachèvement : c'est la période comprise entre l'installation de la végétalisation et la réception de l'ouvrage. Sa durée sera variable en fonction des conditions de coordination du chantier. Les travaux de parachèvement font parties intégrantes du marché de travaux et sont à la charge de l'entreprise ayant réalisé la végétalisation ;
- La période de confortement (*cf. tableau 14)* : c'est la période comprise entre la réception de l'ouvrage jusqu'au démarrage de l'entretien courant (celui-ci commence dès l'obtention d'un taux de couverture ≥ 80 %). Sa durée pourra varier en fonction de la mise en œuvre de la végétation retenue. Les travaux de confortement font partie intégrante du contrat d'entretien et sont à la charge du maître d'ouvrage ;
- La période d'entretien courant : elle commence après l'obtention d'un taux de couverture ≥ 80 %. Les travaux d'entretien courant font également partie intégrante du contrat d'entretien et sont à la charge du maître d'ouvrage.

L'entretien (concernant distinctement le confortement et l'entretien courant) est formalisé dans un contrat d'entretien. La Société ECOVEGETAL SA propose un contrat d'entretien type envoyé à l'entreprise exécutante du chantier lors de la livraison des végétaux. Par ailleurs ce contrat d'entretien est disponible sur simple demande.

Pour les systèmes extensifs la fréquence de passage préconisée est de 1 à 2 passages/an. Pour les systèmes semi intensif la fréquence de passage préconisée est de 3 à 5 passages/an.

10.2 Opérations d'entretien

Les préconisations générales d'entretien sont les suivantes :

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

Opérations particulières réalisées au printemps :

- Enlèvement des déchets apportés par le vent sur les surfaces végétalisées et les zones stériles.
- Remise en place de la couche de culture en cas de déplacement par le vent ou la pluie.
- Bouturage des zones vierges (pour les systèmes extensifs) : prélever des feuilles sur le pied mère, installer les feuilles sur un lit de substrat (85% minéral), arroser régulièrement le premier mois.
- Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices hautes).
- Enlèvement de déchets végétaux (feuilles d'arbres etc.) non liés à la végétalisation (pour systèmes semi intensifs).
- Fertilisation d'appoint : corne broyée (engrais simple organique, naturellement azoté à libération lente et progressive) ou engrais à libération progressive (6 mois) avec effet starter (30 à 35 g/m²). En systèmes semi intensifs, fertilisation pour améliorer la floraison si nécessaire.
- Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales.
- Arrosage si nécessaire en relation avec les conditions climatiques, le jour de l'entretien en systèmes semi intensifs.
- Le réglage de l'irrigation et la mise en eau (si installation existante).
- Contrôle du bon fonctionnement de la couche drainante (systèmes semi-intensifs).
- Descente des détritus courants et menus objets au pied du bâtiment pouvant être présents dans des conditions normales d'utilisation de la toiture, le chargement et l'enlèvement de ceux-ci (systèmes semi intensifs).

Opérations particulières réalisées en été :

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

Opérations particulières réalisées en automne :

- Bouturage des zones vierges : prélever des feuilles sur le pied mère, installer les feuilles sur un lit de substrat (85% minéral), (ou godets pour systèmes semi intensifs) arroser régulièrement le premier mois
- Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices hautes).
- Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales et zones stériles.
- La tonte et le fauchage des graminées (pour les systèmes extensifs composés et semi intensifs).
- Taille des arbustes et enlèvement des coupes (pour les systèmes semi intensifs).
- Réglage de l'irrigation et de la purge (pour les systèmes semi intensifs).
- Descente des détritus courants et menus objets au pied du bâtiment pouvant être présents dans des conditions normales d'utilisation de la toiture, le chargement et l'enlèvement de ceux-ci (systèmes semi intensifs).
- L'arrosage, uniquement le jour de l'entretien (si installation existante).

11. Fabrication et contrôle

La Société ECOVEGETAL SA cultive les végétaux dans ses différents sites de production et fabrique les différents substrats rentrant dans la composition des systèmes.

Les bacs ECOSEDUM PACK® sont précultivés dans les différents sites de production ECOVEGETAL et bénéficient ainsi d'un taux de couverture de 80% minimum à la livraison.

Les autres constituants sont fabriqués pour le compte d'ECOVEGETAL qui en assure la distribution. Un contrôle annuel peut être réalisé chez le fabricant

La mesure de la masse volumique des substrats est mesurée au chargement des camions.

Les contrôles portent sur les matières premières et les produits finis.

- Contrôles des couches drainantes :
  - FS 50 : contrôle visuel à la livraison
  - FS 40 : contrôle visuel à la livraison
  - Pouzzolane : contrôle visuel d'absence de fines et soufre
- Contrôles des couches filtrantes :

Contrôle de retenue des fines opéré en laboratoire interne au moins une fois par an.

  - STEX : Contrôles conforme à la certification ASQUAL ;
- Contrôles des couches absorbantes :
  - TSM 32 : contrôle par le fabricant ;
  - SSM 45 : contrôle par le fabricant ;
  - BSM 64 : contrôle par le fabricant ;
- Contrôle des substrats :
  - Contrôle des matières premières dès leur réception
  - Contrôle de germination et fertilité
  - Densité apparente mesurée au moins une fois par mois
  - Volume à chaque fabrication, pesée réalisée pour chaque camion quittant le lieu de production
  - Capacité de rétention en eau, granulométrie, masse volumique apparente sèche, masse volumique apparente à CME, Ph, conductivité électrique au moins une fois par an
- Contrôle des végétaux :

Contrôle des végétaux opéré tout au long de l'année et particulièrement à la palettisation, de sorte à valider un produit qualitatif (minimum 80% de recouvrement, sans adventice, développement végétal correct).

- Contrôle des ECOSEDUM PACK®

Les bacs en PE/ PP sont livrés sur les sites de production ECOVEGETAL SA et l'ECOSEDUM PACK® fait l'objet de contrôles tout au long de sa fabrication :

- A l'arrivée des bacs et stockage : contrôle visuel des bacs, aucune déformation ou détérioration acceptée avant pose au sol ;
- Irrigation : présence de pluviomètres afin de contrôler les bons apports d'eau par cycle d'arrosage automatisé ;
- Substrat : (voir précédemment) ;
- Fragments de Sedum : absence d'adventices dans le mélange, nombre minimal de variétés respecté ;
- Désherbage : contrôle visuel et décision de désherbage manuel par le chef de culture ;
- Couvert végétal : respect du taux minimal de recouvrement de 80%.

12. Assistance technique

La société ECOVEGETAL SA met son assistance technique à la disposition des entreprises, des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre qui en font la demande.

B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais au vent en soufflerie EN CAPE 18.079C V2 du 27 juin 2018 ;
- Rapport d'essais Broof (t3) n°19044D du Warrington Firegent du 17 aout 2018 ;
- Rapport d'essais Broof (t3) n°19044B du Warrington Firegent du 17 aout 2018 ;
- Rapport d'essais de résistance en compression de la couche drainante FS50 du SKZ n°101401/12-XII du 25 janvier 2013 ;
- Rapport d'essais de mesure de capacité de débit dans leur plan des couches drainantes FS50 du SKZ n°101401/12-XI du 25 janvier 2013 ;
- Rapport d'essais de mesure de capacité de débit dans leur plan des couches drainantes du TBU n° 1.1/13525/0394.0.2-2009 du 30 juin 2009 ;
- Certification ASQUAL du filtre STEX n° 8300 CQ 16 de novembre 2018 ;
- Rapport d'essai de mesure de l'épaisseur, CBR et protection contre impacts de la natte absorbante SSM 45 du SKZ n° 101401/12 IV du 23 janvier 2013
- Rapport d'essai de mesure de l'épaisseur, CBR et protection contre impacts de la natte absorbante TSM32 du SKZ n° 101401/12 I du 23 janvier 2013
- Rapport d'essai de mesure de l'épaisseur, CBR et protection contre impacts de la natte absorbante BSM64 du SKZ n° 101401/12 VI du 23 janvier 2013
- Rapport d'essai de comportement à la compression, DRAIN DK 20 du KIWA n° 1.1/13525/0640.0.1-2013e du 06 juin 2013
- Rapport d'essai de durabilité, du DRAIN DK 20 du KIWA n° 1.1/13525/0751.02-2018e du 30 juillet 2018
- Rapport d'essai de fluage, DRAIN DK 20 du KIWA n° 1.1/13525/10050.0.1-2016 e du 27 février 2017
- Rapport de mesure CME des composants n°16722, 16722-2, 16730 du laboratoire interne ECOVEGETAL
- Rapport de mesure CME des substrats SUCCULIS et SAXALIS, avril 2018, laboratoire AUREA.
- Bulletins d'Analyse du substrat du laboratoire interne ECOVEGETAL de 2018.

C. Références

C.1 Données Environnementales et Sanitaires (1)

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale. Les données issues des DE ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

C.2 Références de chantier

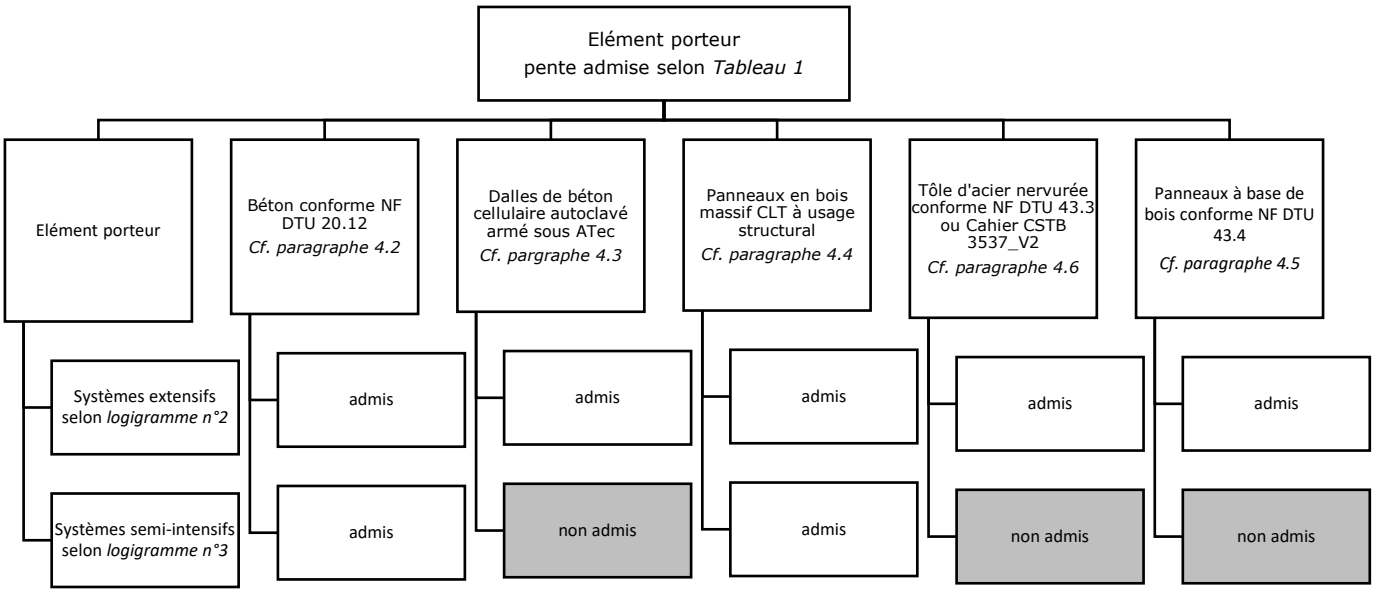
Le procédé ECOVEGETAL a été mis en œuvre sur plus de 2 058 000 m² depuis 20 ans en France.

Dont 26 500 m² en climat de montagne,

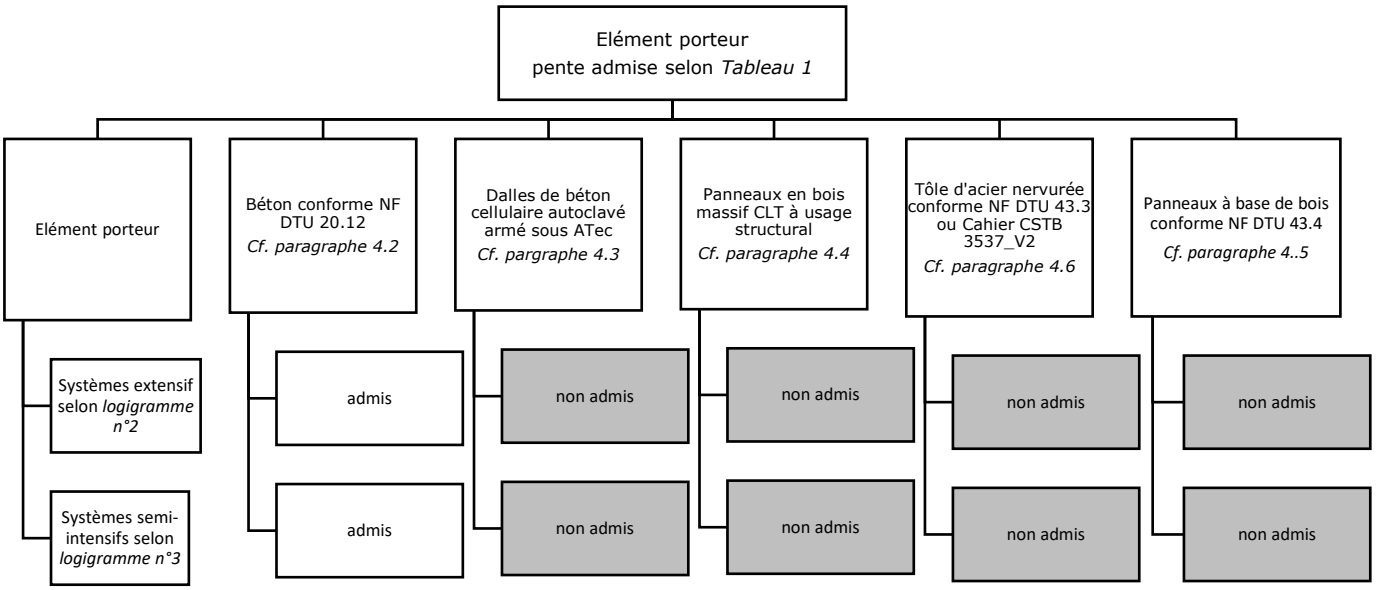
Dont 58 000 m² en bord de mer.

(1) Non examiné dans le cadre du présent AVIS.

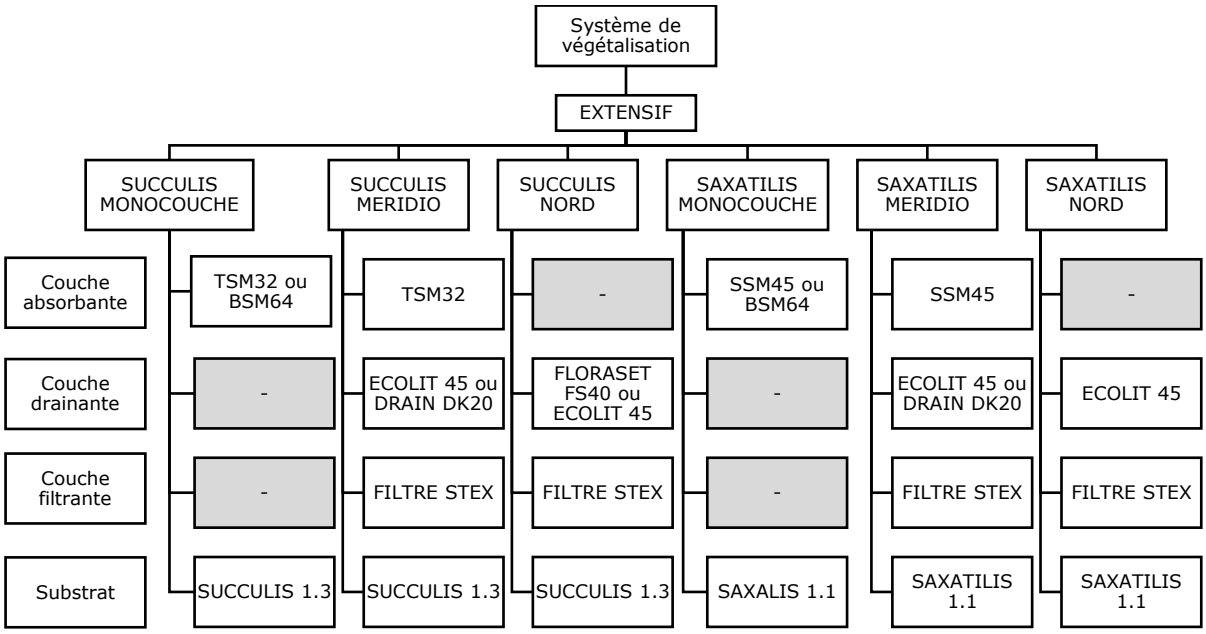
Logigramme d'aide au choix du procédé



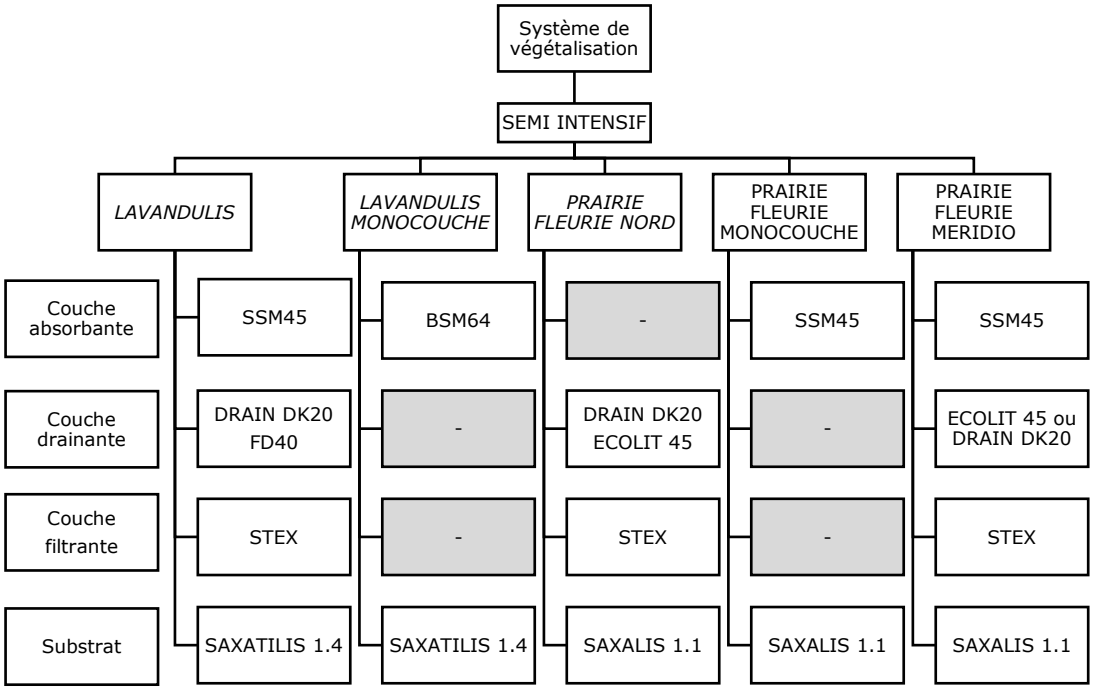
Logigramme n°1a : Système de végétalisation selon la nature de l'élément porteur, en climat de plaine



Logigramme n°1b : Système de végétalisation selon la nature de l'élément porteur, en climat de montagne



Logigramme n°2 : Présentation des systèmes de végétalisation extensifs



Logigramme n°3 : Présentation des systèmes de végétalisation semi-intensifs

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Pentes admissibles par rapport à l'élément porteur et au type de revêtement d'étanchéité

Élément porteur	**Climat de plaine**			**Climat de montagne**
	Pente 0 %	Pente 1 à 3 %	Pente ≥ 3 à 20 % (1)	Pente 1 à 5 %
Maçonnerie	Oui	Oui	Oui	Oui
Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	Non	Oui	Oui	Non
Panneaux en bois massif CLT	Non	Non(2)	Oui(3)	Non
Tôles d'acier nervurées	Non	Non	Oui	Non
Bois et panneaux à base de bois	Non	Non	Oui	Non
(1) Pente maximale selon le DTA du revêtement d'étanchéité (5 % dans le cas des asphaltes sous Avis Technique) (2) sauf si le DTA du panneau CLT admet cet emploi (paragraphe 4.42). (3) si le DTA du panneau CLT admet cet emploi (paragraphe 4.42).				

Tableau 2-1 – Présentation des systèmes ECOVEGETAL extensifs par semis, godets ou fragments (1)

Système	SUCCULIS NORD	SUCCULIS MERIDIO	SUCCULIS MONOCOUCHE	SAXATILIS NORD	SAXATILIS MERIDIO	SAXATILIS MONOCOUCHE
Couche absorbante		TSM 32	TSM 32 ou BSM 64		SSM 45	SSM 45 ou BSM 64
Couche drainante	FS 40	ECOLIT 45 ou DRAIN DK20		FS 40 ou ECOLIT 45	ECOLIT 45 ou DRAIN DK20	
Couche filtrante	STEX	S-TEX		S-TEX	STEX	
Substrat SUCCULIS 1.3 ou SAXALIS 1.1 (tassé)	5 cm	6 cm	5 cm	10 cm	10 cm	10 cm
Couche végétale	Semis, micro-mottes, fragments,	Semis, micro-mottes, fragments,	Semis, micro-mottes, fragments	Semis, micro-mottes, fragments,	Semis, micro-mottes, fragments,	Semis, micro-mottes, fragments,
(1) Semis non admis en climat de montagne						

Tableau 2-2 – Présentation des systèmes ECOVEGETAL extensifs par nattes précultivées et tout-en-un ECOSEDUM PACK®

Système	*SUCCULIS NORD*	*SUCCULIS MERIDIO*	*SUCCULIS MONOCOUCHE*	*ECOSEDUM PACK*	*ECOSEDUM PACK BIODIVERSITE*	*SAXATILIS NORD*	*SAXATILIS MERIDIO*	*SAXATILIS MONOCOUCHE*
Couche absorbante		TSM 32	TSM 32 ou BSM 64				SSM 45	SSM 45 ou BSM 64
Couche drainante	FS 40	ECOLIT 45 ou DRAIN DK20		Bac précultivé avec substrat ECOSEDUM PACK®	Bac précultivé avec substrat ECOSEDUM PACK®	FS 40	ECOLIT 45 ou DRAIN DK20	
Couche filtrante	STEX	S-TEX				S-TEX	STEX	
Substrat SUCCULIS 1.3 SAXALIS 1.1 ou (tassé)	5 cm	6 cm	5 cm			10 cm	10 cm	10 cm
Couche végétale	Natte précultivée	Natte précultivée	Natte précultivée	Végétation extensive ECOSEDUM PACK® compose de sedum	Végétation extensive ECOSEDUM PACK® BIODIVERSITE composé de graminées et vivaces	Natte précultivée	Natte précultivée	Natte précultivée

Tableau 2-3 – Présentation des systèmes multicouches ECOVEGETAL semi-intensifs par nattes précultivées, godets, semis ou fragments (1)

Système	*PRAIRIE FLEURIE NORD*	*PRAIRIE FLEURIE MERIDIO*	*PRAIRIE FLEURIE MONOCOUCHE*	*LAVANDULIS*	*LAVANDULIS MONOCOUCHE*
Couche absorbante		SSM45	SSM45 ou BSM64	SSM 45	BSM64
Couche drainante	ECOLIT 45 ou DRAIN DK20	ECOLIT 45 ou DRAIN DK20		FD 40 ou DRAIN DK 20	
Couche filtrante	S-TEX	S-TEX		S-TEX	
Substrat SAXALIS 1.1 ou 1.4 (tassé)	12 cm (tapis) 13 cm (semis)	11 cm (tapis) 13 cm (semis)	11 cm (tapis) 13 cm (semis)	23 cm (godets)	25 cm (godets)
Couche végétale	Semis ou tapis	Semis ou tapis	Semis ou tapis	Godets	Godets
(1) Semis non admis en climat de montagne					

Tableau 3-1 – Domaine d'emploi des systèmes multicouches ECOVEGETAL extensifs en climat de plaine (pente ≤ 20 %)

Système Élément porteur :	*SUCCULIS NORD*	*SUCCULIS MERIDIO*	*SUCCULIS MONOCOUCHE*	*ECOSEDUM PACK*	*ECOSEDUM PACK BIODIVERSITE*	*SAXATILIS NORD*	*SAXATILIS MERIDIO*	*SAXATILIS MONOCOUCHE*
Maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Béton cellulaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Bois massif CLT à usage structural	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Bois et panneaux à base de bois	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Tôles d'acier nervurées NF DTU 43.3	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Tôles d'acier nervurées Cahier CSTB 3537_V2	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Isolation inversée sur éléments porteurs en maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui (1)	Oui (1)	Oui	Oui	Non
(1) Avec lestage défini dans le DTA de l'isolant inversé, cf. paragraphe 6.2								

Tableau 3-2 – Domaine d'emploi des systèmes multicouches ECOVEGETAL extensifs en climat de montagne (1 % ≤ pente ≤ 5 %)

Système Élément porteur :	*SUCCULIS NORD*	*SUCCULIS MERIDIO*	*SUCCULIS MONOCOUCHE*	*ECOSEDUM PACK*	*ECOSEDUM PACK BIODIVERSITE*	*SAXATILIS NORD*	*SAXATILIS MERIDIO*	*SAXATILIS MONOCOUCHE*
Maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Béton cellulaire	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Bois massif CLT à usage structural (1)	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Bois et panneaux à base de bois	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Tôles d'acier nervurées NF DTU 43.3	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Tôles d'acier nervurées Cahier CSTB 3537_V2	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Isolation inversée sur éléments porteurs	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
(1) Si le DTA du panneaux CLT admet l'emploi en climat de montagne.								

Tableau 3-3 – Domaine d'emploi des systèmes multicouches ECOVEGETAL semi-intensifs en climat de plaine (pente ≤ 20 %)

Système / Élément porteur :	*PRAIRIE FLEURIE NORD*	*PRAIRIE FLEURIE MERIDIO*	*PRAIRIE FLEURIE MONOCOUCHE*	*LAVANDULIS*	*LAVANDULIS MONOCOUCHE*
Maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Béton cellulaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Bois massif CLT à usage structural	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Bois et panneaux à base de bois	Non	Non	Non	Non	Non
Tôles d'acier nervurées NF DTU 43.3	Non	Non	Non	Non	Non
Tôles d'acier nervurées Cahier CSTB 3537_V2	Non	Non	Non	Non	Non
Isolation inversée sur éléments porteurs en maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui	Non

Tableau 3-4 – Domaine d'emploi des systèmes multicouches ECOVEGETAL semi intensifs en climat de montagne (1 % ≤ pente ≤ 5 %)

Système / Élément porteur :	*PRAIRIE FLEURIE NORD*	*PRAIRIE FLEURIE MERIDIO*	*PRAIRIE FLEURIE MONOCOUCHE*	*LAVANDULIS*	*LAVANDULIS MONOCOUCHE*
Maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Béton cellulaire	Non	Non	Non	Non	Non
Bois massif CLT à usage structural (1)	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Bois et panneaux à base de bois	Non	Non	Non	Non	Non
Tôles d'acier nervurées NF DTU 43.3	Non	Non	Non	Non	Non
Tôles d'acier nervurées Cahier CSTB 3537_V2	Non	Non	Non	Non	Non
Isolation inversée sur éléments porteurs en maçonnerie	Oui	Oui	Non	Oui	Non
(1) Si le DTA du panneaux CLT admet l'emploi en climat de montagne.					

Tableau 4-1 - Poids à CME des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL extensifs

		SYSTEMES EXTENSIFS – POIDS A CME (kg/m²) (1)											
		SUCCULIS NORD	SAXATILIS NORD		SUCCULIS MERIDIO		SAXATILIS MERIDIO		SUCCULIS MONOCOUCHE		SAXATILIS MONOCOUCHE		ECOSEDUM PACK & BIODIVERSITE
NATTE ABSORBANTE													
TSM32					3,32	3,32			3,32				
SSM45							5,47	5,47			5,47		
BSM64										7,65		7,65	
COUCHE DRAINANTE													
ECOLIT 45 (4 cm tassé)			46		46		46						
FIXODRAIN XD20													
FLORASET FS40 ou FLORASET FS50		3,1 (3,6)		3,1 (3,6)									
DRAIN DK20						7,95		7,95					
FLORADRAIN FD40													
COUCHE FILTRANTE													
S-TEX		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1					
SUBSTRAT SUCCULIS 1.3 (2)													
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (3)	6cm	65							65	65			
	7cm				78	78							
SUBSTRAT SAXALIS 1.1 (2)													
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (4)	11,5cm		110	110			110	110			110	110	
VEGETATION PRECULTIVEE													
NATTES (5)		20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	
ECOSEDUM PACK													80
VEGETATION EXTENSIVE													
SEMIS, FRAGMENTS		10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	
GODETS		10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	
TOTAL SYSTEME PRECULTIVE		**89**	**177**	**134**	**148**	**110**	**182**	**144**	**89**	**93**	**136**	**138**	**80**
TOTAL SYSTEME SEME/PLANTE		**79**	**166**	**123**	**138**	**100**	**172**	**134**	**79**	**83**	**126**	**128**	

(1) Auquel il faut rajouter le poids du complexe d'isolation-étanchéité pour avoir la charge permanente totale à prendre en compte
(2) Pour le substrat on compte le poids à CME pour une épaisseur nominale en place.
(3) L'épaisseur après tassement est minorée de 1 cm.
(4) L'épaisseur après tassement est minorée de 1,5 cm.
(5) Poids à CME avec végétaux.

Tableau 4-2 - Poids à CME des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL semi-intensifs, sur éléments porteurs selon Tableaux 3.3 et 3.4 uniquement

		SYSTEMES SEMI-INTENSIFS – POIDS A CME (kg/m²) (1)								
		LAVANDULIS		LAVANDULIS MONCOUCHE	PRAIRIE FLEURIE NORD		PRAIRIE FLEURIE MONOCOUCHE		PRAIRIE FLEURIE MERIDIO	
NATTE ABSORBANTE										
TSM32										
SSM45		5,47	5,47				5,47		5,47	5,47
BSM64				7,65				7,65		
COUCHE DRAINANTE										
ECOLIT 45 (4 cm tassé)					46				46	
FIXODRAIN XD20						4				4
FLORASET FS40										
FLORASET FS50										
DRAIN DK20		7,95				7,95				7,95
FLORADRAIN FD40			6							
COUCHE FILTRANTE										
S-TEX		0,1	0,1		0,1	0,1			0,1	0,1
SUBSTRAT SAXALIS 1.1 (2)										
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (2)	13 cm						121	121	121	121
	14 cm				132	132				
SUBSTRAT SAXALIS 1.4 (2)										
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (3)	27 cm	322	322							
	29,5 cm			350						
VEGETATION INTENSIVE										
SEMIS, FRAGMENTS					10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
GODETS		20,4	20,4	20,4						
TOTAL SYSTEME SEME/PLANTE		**356**	**354**	**378**	**188**	**154**	**137**	**139**	**183**	**144**

(1) Auquel il faut rajouter le poids du complexe d'isolation-étanchéité pour avoir la charge permanente totale à prendre en compte
(2) Pour le substrat on compte le poids à CME pour une épaisseur nominale en place. L'épaisseur après tassement est minorée de 2 cm.
(3) Pour le substrat on compte le poids à CME pour une épaisseur nominale en place. L'épaisseur après tassement est minorée de 4 cm.

Tableau 5-1 - Poids à sec des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL extensifs

		SYSTEMES EXTENSIFS – POIDS A SEC (kg/m²) (1)									
		SUCCULIS NORD	SAXATILIS NORD		SUCCULIS MERIDIO		SAXATILIS MERIDIO		SUCCULIS MONOCOUCHE (2)	SAXATILIS MONOCOUCHE (2)	ECOSEDUM PACK & BIODIVERSITE
NATTE ABSORBANTE (2)											
TSM32					0,35	0,35			0,35		
SSM45							0,49	0,49		0,49	
BSM64									0,65	0,65	
COUCHE DRAINANTE											
ECOLIT 45 (4 cm tassé)			38,8		38,8		38,8				
FIXODRAIN XD20											
FLORASET FS40 ou FLORASET FS50		0,6		0,6							
DRAIN DK20						0,95		0,95			
FLORADRAIN FD40											
COUCHE FILTRANTE											
S-TEX		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
SUBSTRAT SUCCULIS 1.3 (3)											
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (4)	6cm	48,5							48,5		
	7cm				58,2	58,2					
SUBSTRAT SAXALIS 1.1 (2)											
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (5)	11,5cm		72	72			72	72		72	
VEGETATION PRECULTIVEE											
NATTES (7)		2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	
ECOSEDUM PACK											44
VEGETATION EXTENSIVE											
SEMIS, FRAGMENTS		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
GODETS		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TOTAL SYSTEME PRECULTIVE		**51**	**113**	**75**	**100**	**62**	**113**	**76**	**51**	**74**	**44**
Dépression maximale admissible (6) en Pa		3068	3927	3927	3927	3682	3927	3927	3068	3927	3068
TOTAL SYSTEME SEME/PLANTE		**50**	**112**	**74**	**99**	**61**	**112**	**75**	**50**	**73**	
Dépression maximale admissible (6) en Pa		3068	3927	3927	3927	3682	3927	3927	3068	3927	

(1) Auquel il faut rajouter le poids du complexe d'isolation-étanchéité pour avoir la charge permanente totale à prendre en compte

(2) Dans certains cas, plusieurs nattes absorbantes sont possibles (selon la pente par exemple). Le poids le plus léger est comptabilisé dans le poids total présenté

(3) Pour le substrat on compte le poids à CME pour une épaisseur nominale en place.

(4) L'épaisseur après tassement est minorée de 1 cm.

(5) L'épaisseur après tassement est minorée de 1,5 cm.

(6) Les valeurs indiquées sont les valeurs forfaitaires pour les systèmes de végétalisation, issues des Règles professionnelles Edition n°3, mai 2018, « Tableau 1 : Dépression maximale admissible sur chantier au vent extrême au sens des règles NV 65 modifiées ».

(7) Poids à sec sans végétaux.

Tableau 5-2 - Poids à sec des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL semi-intensifs

		SYSTEMES SEMI-INTENSIFS – POIDS A CME (kg/m²) (1)								
		LAVANDULIS		LAVANDULIS MONCOUCHE	PRAIRIE FLEURIE NORD		PRAIRIE FLEURIE MONOCOUCHE		PRAIRIE FLEURIE MERIDIO	
NATTE ABSORBANTE										
TSM32										
SSM45		0,49	0,49				0,49		0,49	0,49
BSM64				0,65				0,65		
COUCHE DRAINANTE										
ECOLIT 45 (4 cm tassé)					38,8				38,8	
FIXODRAIN XD20						0,95				0,95
FLORASET FS40										
FLORASET FS50										
DRAIN DK20		0,95				0,95				0,95
FLORADRAIN FD40			2							
COUCHE FILTRANTE										
S-TEX		0,1	0,1		0,1	0,1			0,1	0,1
SUBSTRAT SAXALIS 1.1 (2)										
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (2)	13 cm						79,2	79,2	79,2	79,2
	14 cm				86,4	86,4				
SUBSTRAT SAXALIS 1.4 (2)										
EPAISSEUR MISE EN ŒUVRE (3)	27 cm	230	230							
	29,5 cm			250						
VEGETATION INTENSIVE										
SEMIS, FRAGMENTS		1	1	1	1	1	1	1	1	1
GODETS		2	2	2						
TOTAL SYSTEME SEME/PLANTE		**234**	**237**	**254**	**126**	**89**	**81**	**82**	**119**	**83**

(1) Auquel il faut rajouter le poids du complexe d'isolation-étanchéité pour avoir la charge permanente totale à prendre en compte
(3) Pour le substrat on compte le poids à CME pour une épaisseur nominale en place. L'épaisseur après tassement est minorée de 2 cm.
(4) Pour le substrat on compte le poids à CME pour une épaisseur nominale en place. L'épaisseur après tassement est minorée de 4 cm.

Tableau 6 – Capacité maximale de réserve en eau des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL (1)

Systèmes extensifs	SUCCULIS NORD	SAXATILIS NORD	SUCCULIS MERIDIO	SAXATILIS MERIDIO	SUCCULIS MONOCOUCHE	SAXATILIS MONOCOUCHE	ECOSEDUM PACK
Capacité maximale de réserve en eau (l/m²) **SYSTEME PRECULTIVE**	**37,5**	**63,6**	**48,4**	**68,7**	**38**	**61,5**	**36**
Capacité maximale de réserve en eau (l/m²) **SYSTEME SEME/PLANTE**	**28,2**	**54,3**	**39,1**	**59,4**	**28,7**	**52,2**	-
Systèmes semi-intensifs	LAVANDULIS	LAVANDULIS MONOCOUCHE	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MONOCOUCHE	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO		
Capacité maximale de réserve en eau (l/m²)	**118,4**	**124,4**	**61,7**	**56,3**	**63,5**		

(1) Capacité maximale de réserve en eau = Poids du système à CME avec végétation – Poids du système à sec avec végétation.

Tableau 7 – Caractéristiques techniques du bac ECOSEDUM PACK®

Désignation		**Unité**	**Caractéristique**
Bac vide (sans le substrat)	Dimensions (L x l x h)	mm	400 x 600 x 650
	Dimensions hors tout (L x l x h)	mm	400 x 600 x 650
	Epaisseur des parois	mm	2,65
	Nature	/	PE/PP 100% recyclé
	Poids	g	1400
	Surface portante	%	52
Substrat	Substrat ECOSEDUM PACK®	/	Eléments minéraux et organiques, allégés
	Épaisseur (après tassement)	cm	6,5
Bac plein (avec le substrat)	Poids à sec	kg/bac	10,56
		kg/m²	44
	Poids à CME	kg/bac	19,5
		kg/m²	80
	Capacité maximale de réserve en eau	kg/bac	8,64
		kg/m²	36
	Charge maximale admissible	T/m²	2

Tableau 8 – Caractéristiques techniques des substrats ECOVEGETAL, SUCCULIS 1.3, SAXALIS 1.1, SAXALIS 1 .4

Caractéristique	Unité	Protocole de référence	SUCCULIS 1.3	SAXALIS 1.1	SAXALIS 1.4
Masse volumique à CME	kg/m^3	Annexe G1 (1)	Env 1300	Env 1100	Env 1400
Masse volumique à sec	kg/m^3		Env 970	Env 720	Env 1000
Perméabilité verticale	mm/min		≥6	≥3	≥3
Rétention maximale en eau	% volume		≥35	≥35	≥35
Porosité à l'air à CME	% volume		> 10	> 10	> 10
Granulométrie	mm	NF EN 15428	0/20	0/20	0/20
Fines (< 0,063 mm)	% masse sèche (ms)	NF EN 933-1	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Conductivité électrique	mS/m	NF EN 13038	≤ 150	≤ 150	≤ 150
PH H_2O	-	NF EN 13037	7,6	6,6	6,6
Matière organique	% masse sèche	NF EN 13039	≤ 10	≤ 10	≤ 10
(1) Annexe G1 des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Edition n°3, mai 2018).					

Tableau 9.1 – Choix de la couche drainante avec les systèmes ECOVEGETAL extensifs, en climat de plaine

Pente	Zone 1 de pluviométrie (1)		Zone 2 de pluviométrie	Zone 3 de pluviométrie
Système	SUCCULIS MERIDIO	SAXATILIS NORD	SUCCULIS MERIDIO	SUCCULIS MERIDIO
≤ 3 %	FS 40 ou ECOLIT 45		ECOLIT 45 ou DRAIN DK 20	ECOLIT 45 ou DRAIN DK 20
> 3 % et ≤ 20 %				
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.				
(1) Zone 1 de la carte de pluviométrie en Annexe A-2 + bordure côtière atlantique sur 20 km de largeur environ.				

Tableau 9.2 – Choix de la couche drainante avec les systèmes ECOVEGETAL extensifs, en climat de montagne

Pente	Zone 1 de pluviométrie (1)		Zone 2 de pluviométrie	Zone 3 de pluviométrie
Système	SUCCULIS MERIDIO	SAXATILIS NORD	SUCCULIS MERIDIO	SUCCULIS MERIDIO
1 ≤ pente ≤ 5 %	ECOLIT 45		ECOLIT 45 ou DRAIN DK 20	ECOLIT 45 ou DRAIN DK 20

Tableau 9.3 – Choix de la couche drainante avec les systèmes ECOVEGETAL semi intensifs, en climat de plaine

Pente	Zone 1 de pluviométrie (1)			Zone 2 de pluviométrie		Zone 3 de pluviométrie	
Système	LAVANDULIS	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO
≤ 3 %	DK 20 FD 40	ECOLIT 45		ECOLIT 45 ou DRAIN DK20		ECOLIT 45 ou DRAIN DK20	
> 3 % et ≤ 20 %							
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.							
(2) Zone 1 de la carte de pluviométrie en Annexe A-2 + bordure côtière atlantique sur 20 km de largeur environ.							

Tableau 9.4 – Choix de la couche drainante avec les systèmes ECOVEGETAL semi intensifs, en climat de montagne

Pente	Zone 1 de pluviométrie (1)			Zone 2 de pluviométrie		Zone 3 de pluviométrie		
Système	LAVANDULIS	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO	LAVANDULIS	PRAIRIE FLEURIE NORD	PRAIRIE FLEURIE MERIDIO
1 ≤ pente ≤ 5 %		ECOLIT 45		ECOLIT 45 ou DRAIN DK 20		ECOLIT 45 ou DRAIN DK20		

Tableau 11 – Taux de couverture en fonction du mode de mise en œuvre (cf. Annexe A-5)

Mode de mise en œuvre	**Période de mise en œuvre** (1)	**Taux initial après mise en œuvre**	**Taux de Couverture à 1 an** (3)	**Taux de Couverture à 3 ans** (3)
Éléments précultivés (nattes préculti-vées, ECOSEDUM PACK®)	Toutes saisons	≥ 80 %	≥ 80 %	≥ 80 %
Plantation godets	Printemps ou automne (2)	≥ 5 %	≥ 60 %	≥ 80 %
Semis de fragments ou de graines	Printemps ou automne (2)	0 %	≥ 40 %	≥ 80 %

(1) Sauf périodes de sécheresse ou de gel.
(2) À moduler en fonction des zones de pluviométrie (cf. Annexe A-2).
(3) Les taux de couvertures ne sont garantis que si l'entretien préconisé a été réalisé.

Tableau 12 – Récapitulatif relatif à la zone stérile (cf. § 13.1)

Ouvrages ou points singuliers				**Zone stérile**
Entrées d'eaux pluviales				Indispensable sur une largeur minimale de 20 cm au pourtour de l'EEP (1)
- Contre les relevés sur émergences et en périphérie - Le long des joints de dilatation	Végétalisation extensive	**Avec** graminées, vivaces (autres que Sedum) et plantes ligneuses	SAXATILIS	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
			ECOSEDUM PACK BIODIVERSITE	
		Sans graminées, vivaces (autres que Sedum) et plantes ligneuses	SUCCULIS	Facultative
			ECOSEDUM PACK	
	Végétalisation semi-intensive		PRAIRIE FLEURIE	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
			LAVANDULIS	
Noues centrales ou de rives (zone B de *figure 5*)	Pente du fil d'eau ≤ 2 %	Pente des versants < 3 % (maçonnerie uniquement)		Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm depuis le fil d'eau
		Pente des versants de 3 à 10 %		Indispensable sur une largeur minimale de 100 cm depuis le fil d'eau
		Pente des versants de 10 à 20 %		Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm depuis le fil d'eau
	Pente du fil d'eau > 2 %			Facultative
Bord de rive (zone C de *figure 5*)				Facultative

(1) Un regard de visite est aussi possible dans le cas d'élément porteur en maçonnerie.

Tableau 13 – Conditions d'arrosage en fonction des zones de pluviométrie (cf. § 10 et Annexe A-2)

Arrosage	**Zone 1 de pluviométrie**	**Zone 2 de pluviométrie**	**Zone 3 de pluviométrie**
Végétalisation extensive	Pas nécessaire (2)	Conseillé (2)	Obligatoire (1)
Végétalisation semi-intensive (3)	Conseillé (2)	Obligatoire	Obligatoire

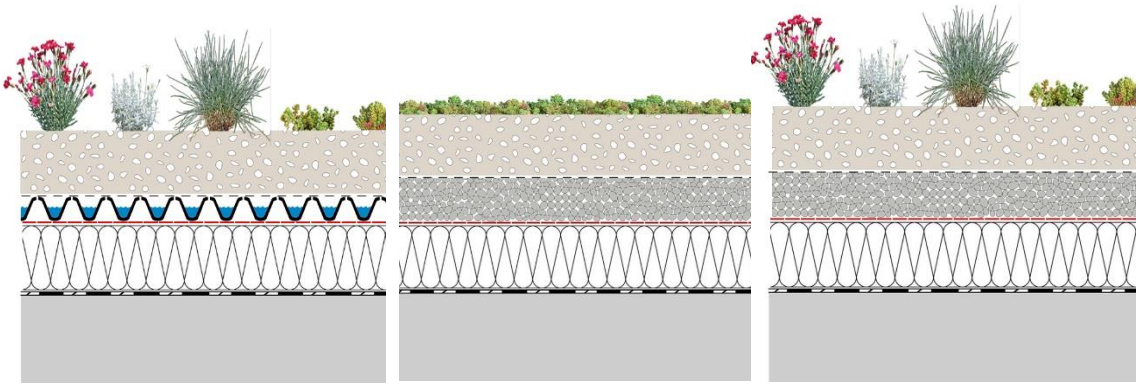
(1) Un système d'arrosage additionnel (par aspersion ou autre) est nécessaire.
(2) Nécessaire en cas de forte chaleur.
(3) Un système d'arrosage additionnel (par aspersion ou autre) est recommandé.

Tableau 14 – Durée de la période de confortement et fréquence minimale d'interventions

Type de végétalisation	**Tapis ou ECOSEDUM PACK®**	**Godets**	**Semis**
Durée de la période de confortement	3 à 6 mois	1 à 2 ans	1 à 3 ans
Fréquence minimale d'intervention	1 à 2 /an (1) (2)	3 à 4 /an (2)	3 à 4 /an (2)

(1) Entretien plus fréquent en cas de terrasse ombragée : 3 à 4 fois par an.
(2) Les périodes de visites idéales sont au début du printemps et en fin d'automne.

Pose direct sur le procédé d'isolation inversée selon le DTA particulier de l'XPS



Végétaux (Natte précultivée, godets, micro-mottes, ou fragments)

Substrat SUCCULIS 1.3 ou SAXILIS 1.1 ou SAXILIS 1.4

Couche filtrante

Couche de lestage définies dans le DTA de l'isolant inversé

Ecran spécifique défini dans le DTA de l'isolant inversé

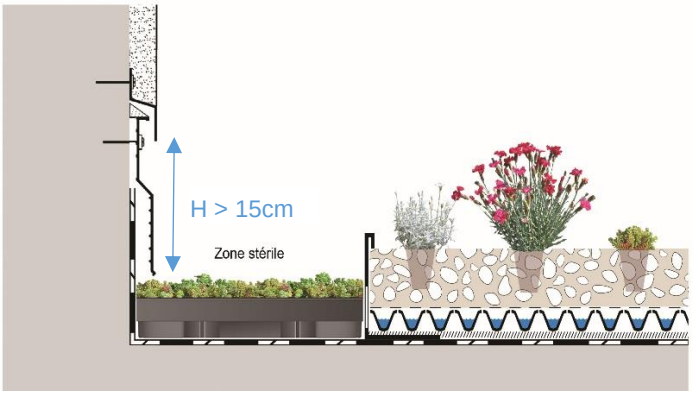
Isolant inversé sous DTA

Etanchéité résistante aux racines sous DTA

Eléments porteurs en maçonnerie

Figure 1 : Principe des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sur isolation inversée (Cf. paragraphe 4.7)

Figure 2a : Bacs précultivés ECOSEDUM PACK® en partie courante avec zone stérile en gravillons sur éléments porteurs en maçonnerie



Végétaux (Natte précultivée, godets, micro-mottes, ou fragments)

Substrat SUCCULIS 1.3 ou SAXILIS 1.1 ou SAXILIS 1.4

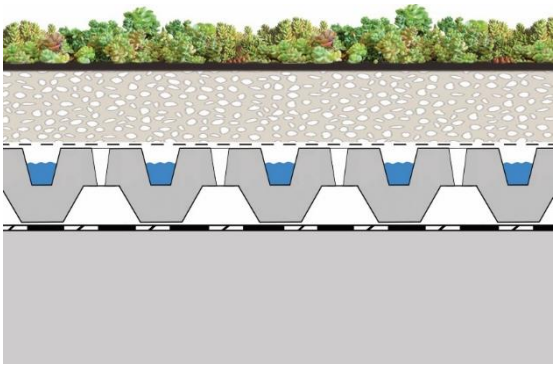
Couche filtrante S-TEX

Couche drainante (cf. Tableau 2.1)

Etanchéité résistante aux racines sous DTA

Eléments porteurs en maçonnerie

Figure 2b : Bacs précultivés ECOSEDUM PACK® (hors version BIODIVERSITE) en zone stérile lorsque la partie courante est en système multicouches



Végétaux (Natte précultivée, godets, micro-mottes, ou fragments)

Substrat SUCCULIS 1.3 ou SAXILIS 1.1 ou SAXILIS 1.4

Couche filtrante S-TEX

Couche drainante (cf. Tableau 2.1)

Etanchéité résistante aux racines sous DTA

Eléments porteurs en maçonnerie

Figure 3 : Principe des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sur étanchéité avec couche drainante – pente < 3%

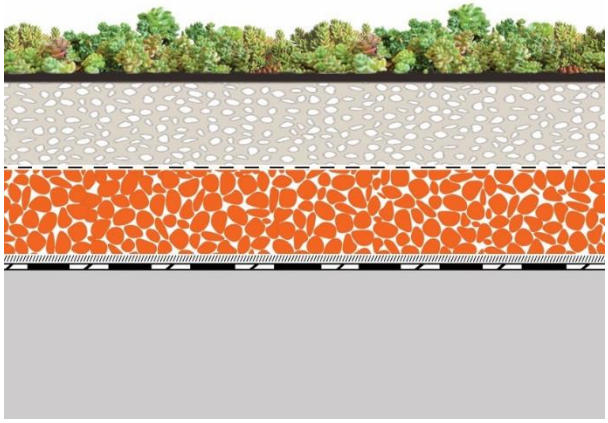


Figure 4 : Principe des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sur étanchéité avec couche drainante ECOLIT 6/25 pente < 3%

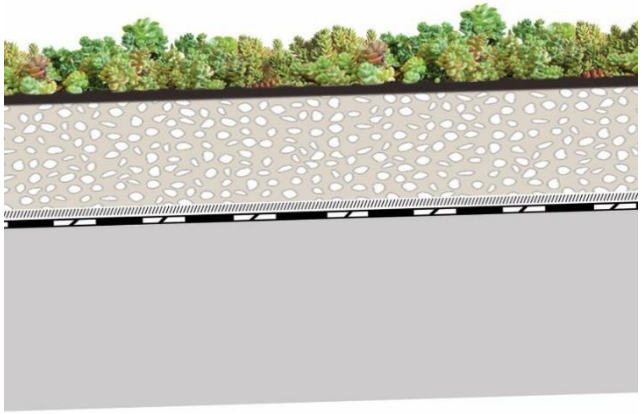


Figure 5 : Principe des systèmes de végétalisation ECOVEGETAL sur étanchéité avec couche drainante ECOLIT 6/25 pente comprise 3 à 20 %

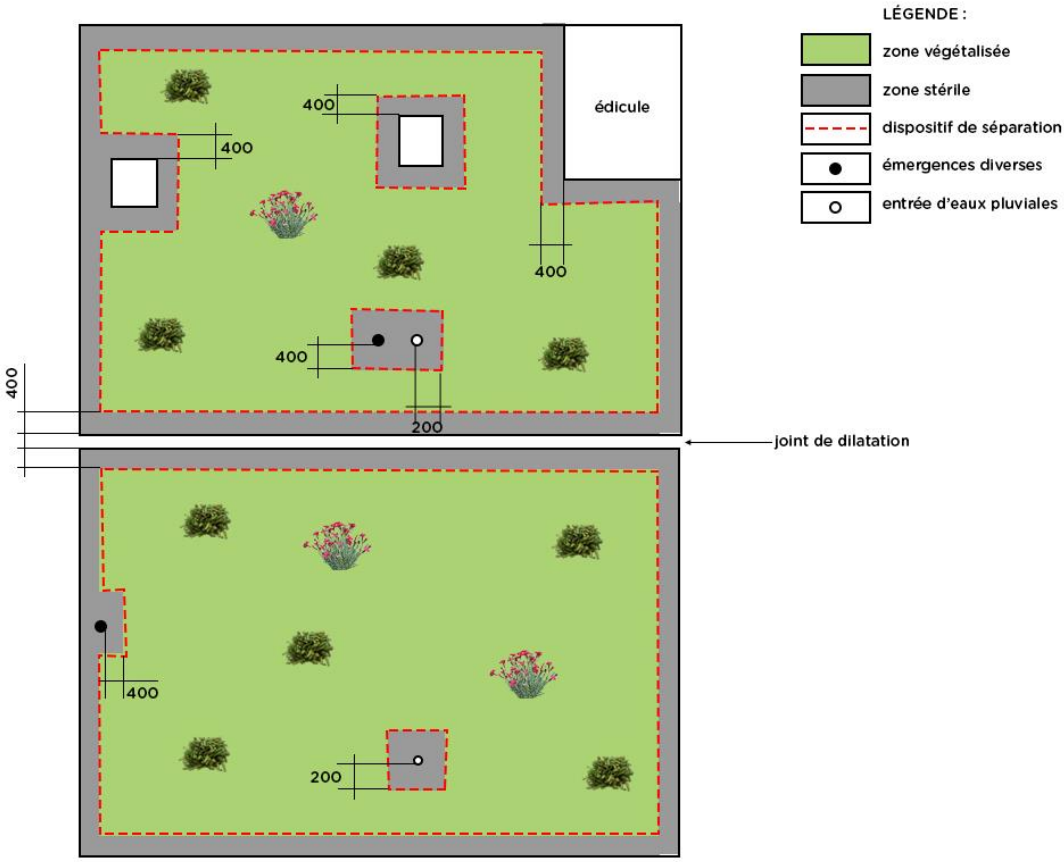


Figure 6a : Zones stériles des toitures terrasses végétalisées inaccessibles sauf pour l'entretien

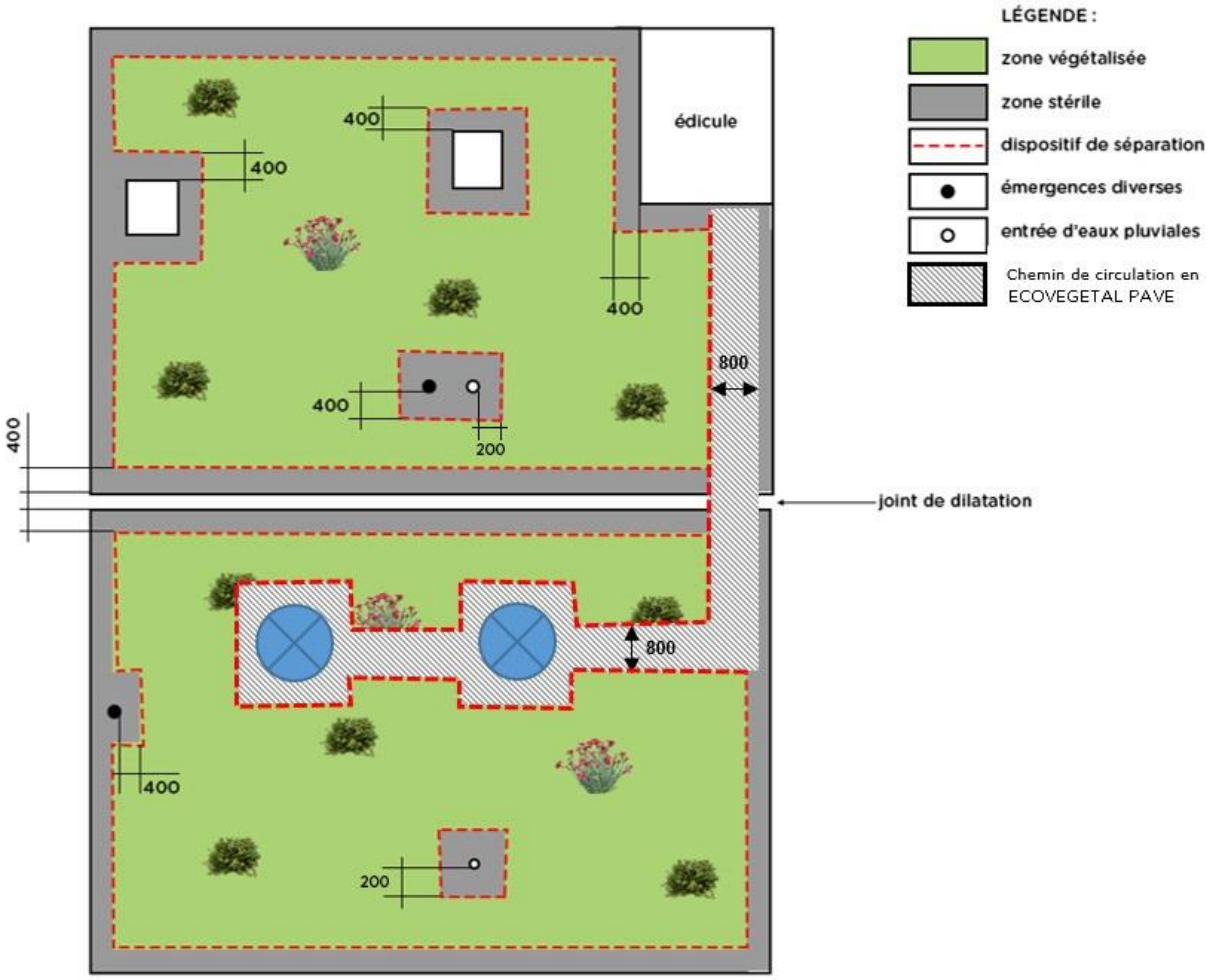


Figure 6b : Zones stériles et chemins de circulations des toitures terrasses végétalisées avec zone technique

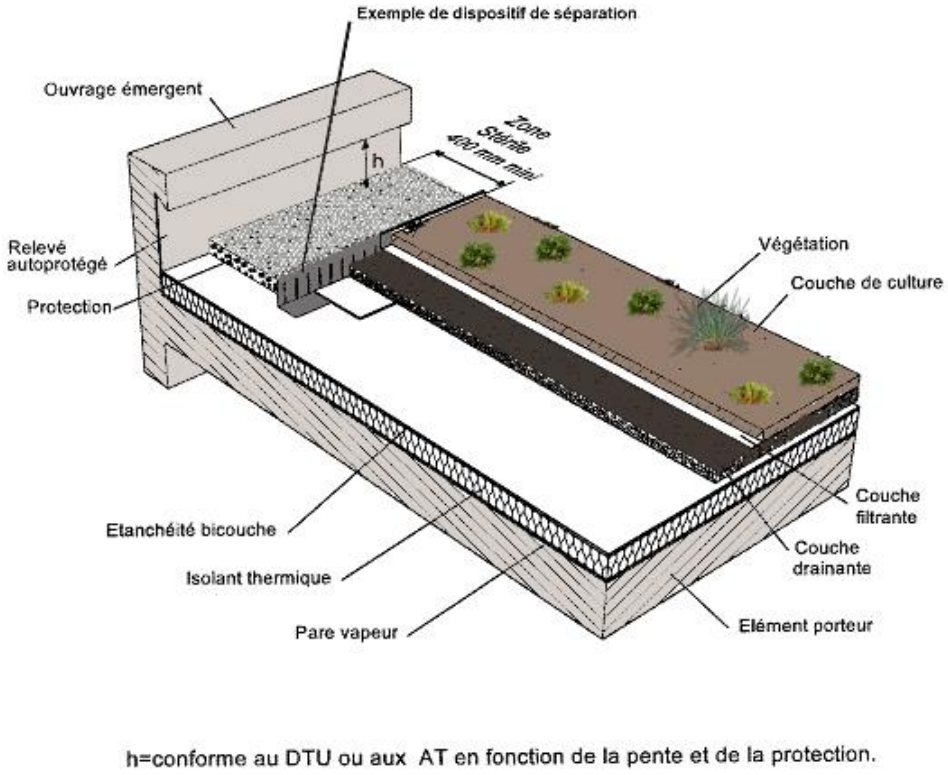


Figure 7 : Dispositifs de délimitation des zones stériles

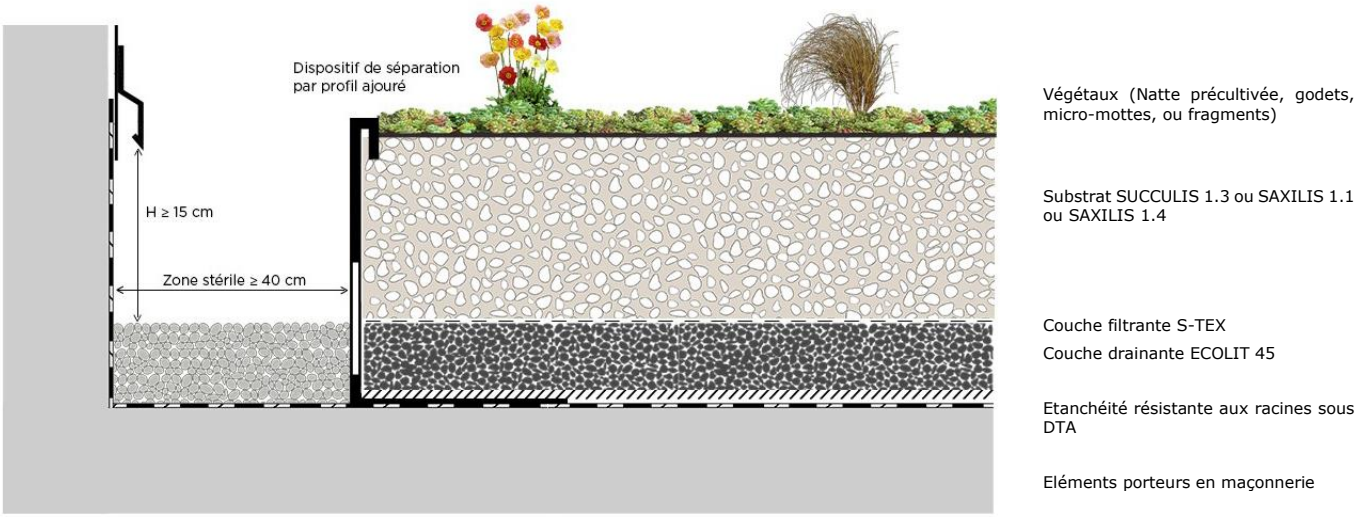


Figure 8 : Relevé avec zone stérile avec dispositif d'écartement des eaux de ruissellement

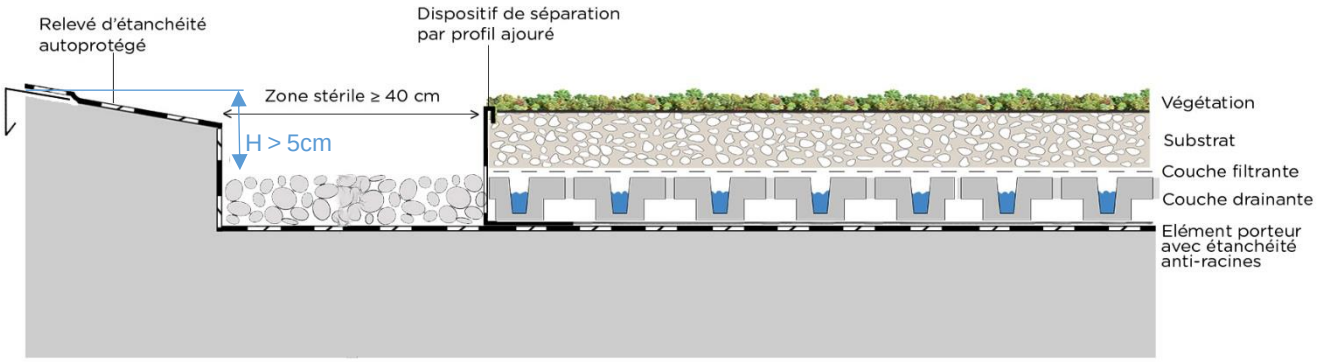


Figure 9 : Relevé avec zone stérile et acrotère revêtu jusqu'à l'arête extérieure sur éléments porteurs en maçonnerie

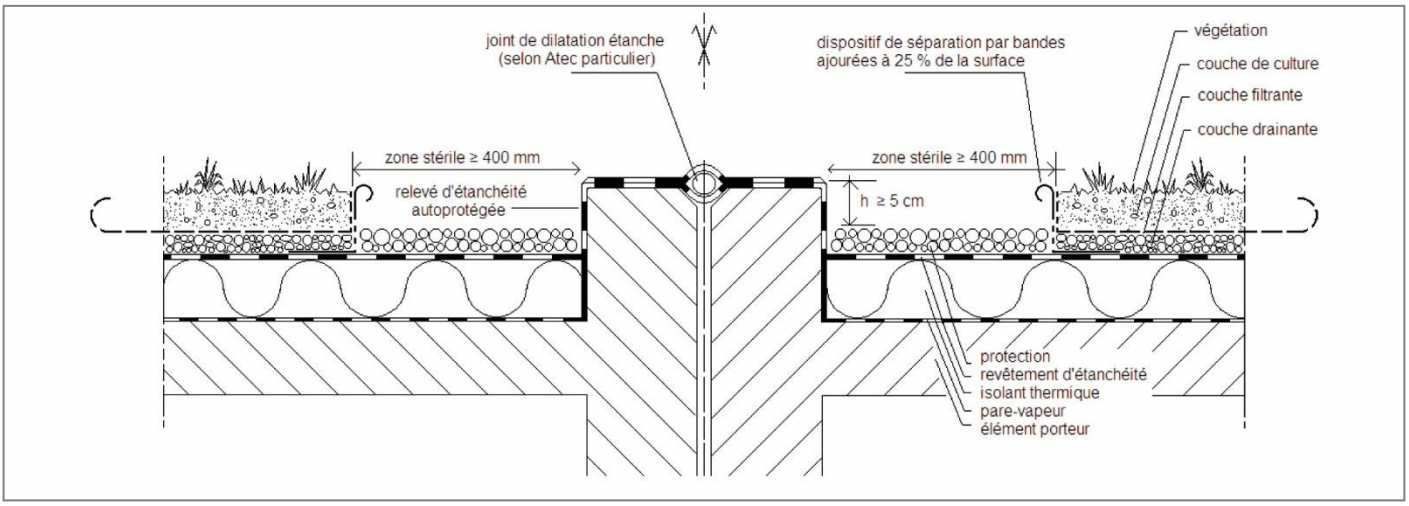


Figure 10 : Joint de dilatation apparent avec zone stérile en système extensif

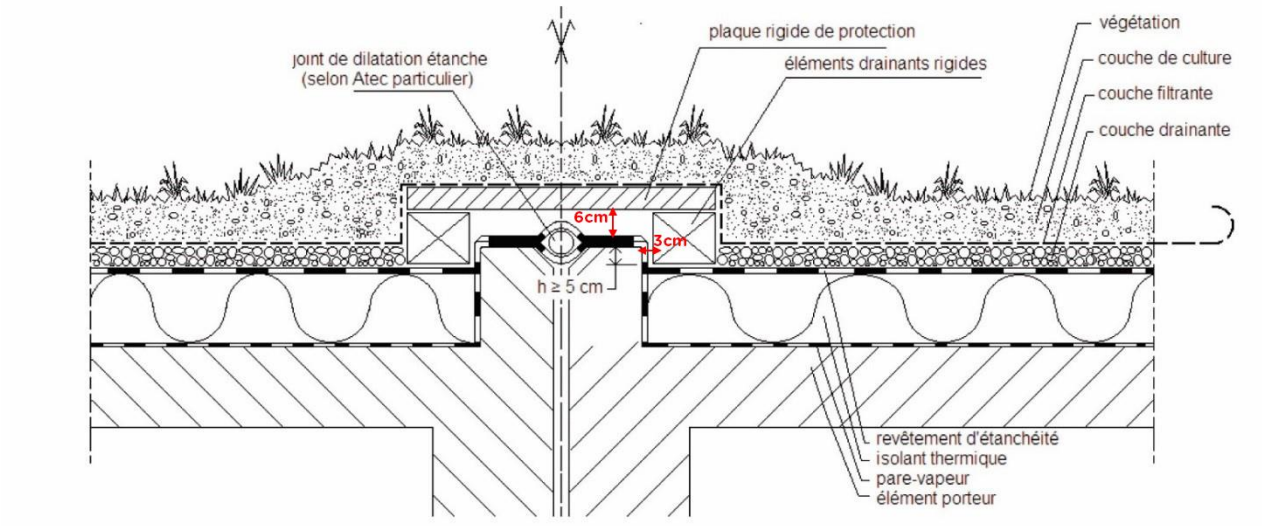


Figure 11 : Joint de dilatation recouvert de végétation semi-intensif sur élément porteur en maçonnerie

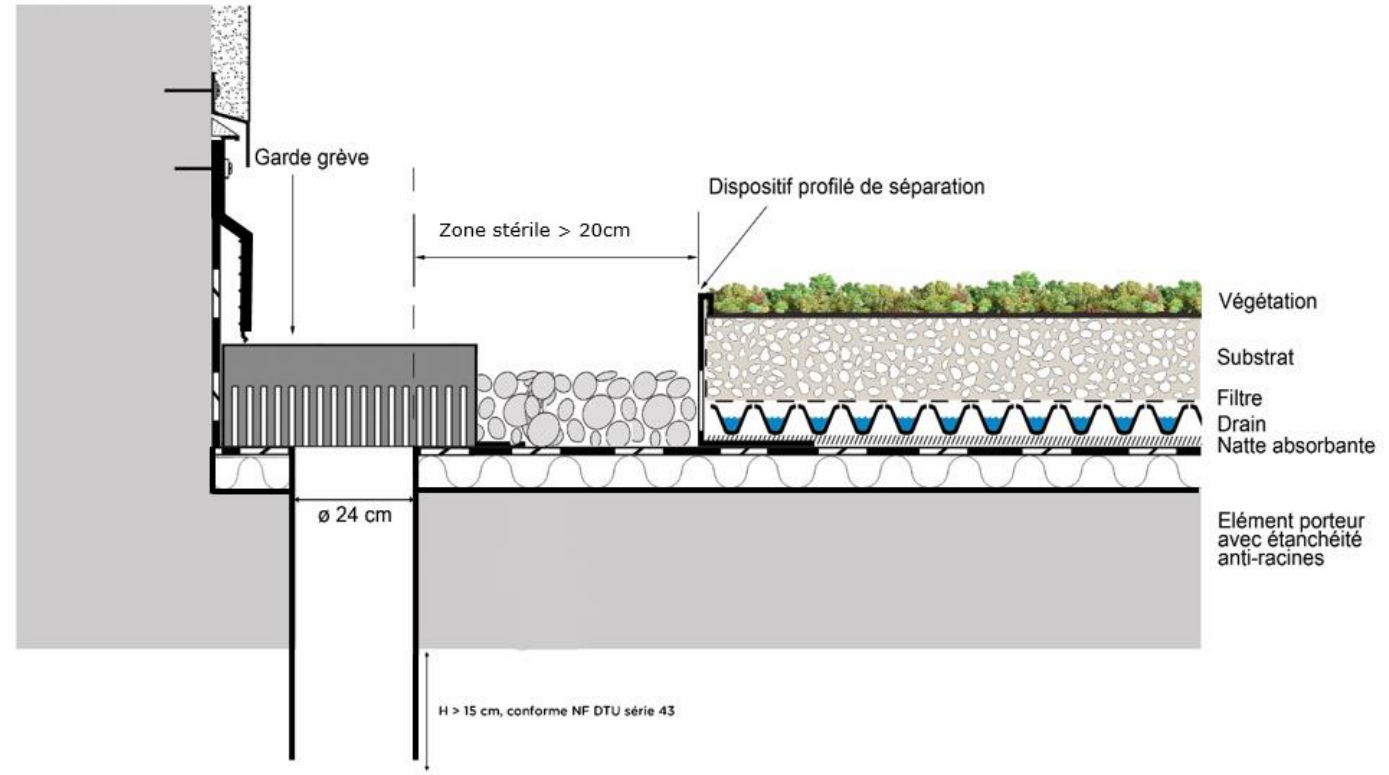


Figure 12 : Evacuation d'eaux pluviales avec zone stérile

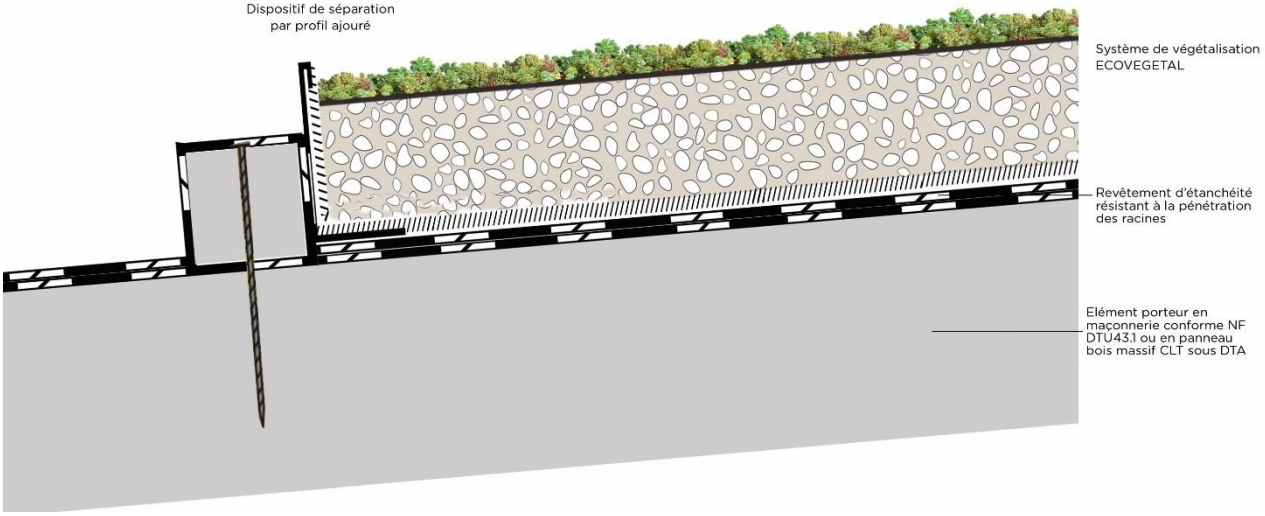


Figure 13 : Dispositif de retenue mécanique par chevron réétanché ancré dans la structure porteuse, sur élément porteur en maçonnerie

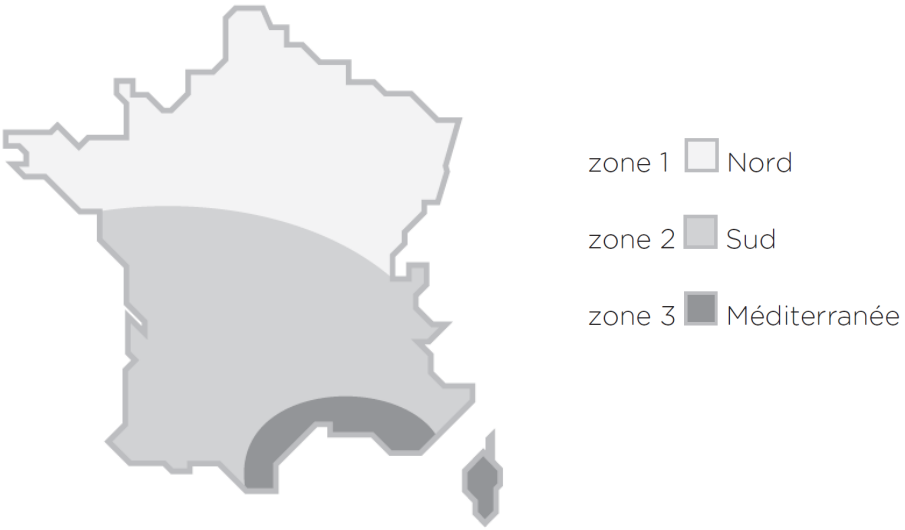
Annexes

Numéro de l'annexe	**Titre de l'annexe**
Annexe A-1	Lexique
Annexe A-2	Carte des zones climatiques ECOVEGETAL et conseils d'irrigation
Annexe A-3	Fiche de projet initial
Annexe A-4	Liste des végétaux
Annexe A-5	Taux de couverture des végétaux
Annexe A-6	Fiche de préconisations d'entretien

Annexe A-1 : Lexique

Adventices	Nom scientifique pour désigner ce que l'on appelle couramment une plante qui se développe sur la toiture sans y avoir été intentionnellement installée. Plante non-désirée, non-prévue à l'origine.
Camion silo	Camion qui assure le transport et l'approvisionnement par pression pneumatique de granulats et/ou de substrats sur une toiture.
Capacité Maximale en Eau (CME)	Quantité d'eau réputée retenue par les matériaux constitutifs du complexe de végétalisation dans la situation suivante : mise en eau à saturation pendant 24 heures, puis ressuyage pendant 2 heures.
Couche de culture	Couche supérieure du complexe de culture, autrement dit du substrat.
Edicule	Un édicule est une petite construction isolée sur toiture-terrasse (exemple : machineries d'ascenseur).
Emergence	C'est un élément en saillie par rapport au plan général d'une couverture ou d'une toiture-terrasse. Ses motivations sont diverses : installation d'un conduit de cheminée, ventilation des locaux sous la toiture, passage de câbles nécessaires pour l'activité exercée dans le bâtiment (par exemple un bloc de climatisation).
Etanchéité auto protégé	C'est une protection mince métallique ou granulaire, solidaire de la couche supérieure du revêtement d'étanchéité.
Etanchéité anti racine	Membrane d'étanchéité traitée de sorte à éviter la perforation de celle-ci par des racines. Ce sont les seules membranes compatibles avec une végétalisation de toiture.
Evacuation d'Eau Pluviale (EEP)	Les évacuations d'eaux pluviales appelées aussi EP, EEP ou gargouilles servent à évacuer les eaux pluviales des toitures, et à les acheminer vers les tuyaux de descentes. Les EEP peuvent être fabriquées en différentes matières (plomb, alu, zinc, acier galva, EPDM, etc.), de différents diamètres et de longueurs.
Extensif simple	Une végétalisation extensive simple se caractérise par un poids réduit, une faible épaisseur de substrat (> 5cm tassé), des plantes succulentes, rampantes et résistantes (sedums) et dont l'entretien est réduit. L'emploi de terre végétale dans ce cadre est proscrit. Le système SUCCULIS est un système extensif simple.
Extensif composé	Une végétalisation extensive composée sur toiture inaccessible se caractérise par un poids réduit (substrat > 10 cm tassé), un entretien limité et un choix de végétaux plus varié que la végétalisation extensive simple. En plus des sedums, on peut y trouver des plantes de types vivaces alpines en bouquets, des plantes herbacées à fleurs et des graminées tolérant la sécheresse. L'emploi de terre végétale dans ce cadre est proscrit. Les systèmes SAXATILIS et PRAIRIE FLEURIE sont des systèmes extensifs composés.
Semi-intensif	Une végétalisation semi-intensive est considérée comme une amélioration de la terrasse-jardin, dans la mesure où les matériaux de culture sont sélectionnés (substrats spécifiques qui se substituent à la terre végétale et drainage). Le choix des végétaux et la conception globale s'orientent vers un entretien plus limité que dans une solution traditionnelle. Les systèmes PRAIRIE FLEURIE et LAVANDULIS sont des systèmes semi-intensifs.
Joint de dilatation (JD)	Le joint de dilatation est un joint structurel composé d'un support en métal et d'une membrane étanche. Il se fixe sur la toiture et renforce sa solidité afin d'assurer la durabilité et la solidité de tous les ouvrages. Le joint de dilatation permet d'atténuer le phénomène de changement de taille des matériaux qui survient avec les écarts de température et les effets du temps. Une construction peut être endommagée si des joints de dilatation n'ont pas été prévus.
Natte précultivée	Natte en fibres de coco sur laquelle est précultivé un mélange de plantes type sedum pour la natte SUCCULIS ou vivaces et sedum pour la natte SAXATILIS. L'ensemble s'apparente à un tapis végétal à poser un substrat parfaitement nivelé
Relevé d'étanchéité	C'est un ouvrage d'étanchéité vertical appliqué sur tout ou partie de la hauteur d'un relief, et raccordé aux parties courantes horizontales du revêtement d'étanchéité.
Sedum	Le genre Sedum (famille des Crassulacées) comprend plusieurs centaines d'espèces, dont de nombreuses sont particulièrement adaptées à la végétalisation des toitures extensives notamment par leur capacité à résister à de longues périodes de sécheresse.
Semis hydraulique	Procédé d'ensemencement qui consiste à projeter des boutures non racinées de sedums et de graines, mélangées à de l'eau et du géomulch (fibres végétales, fibres cellulosiques, colle et fixateur organique) dans le but d'établir un substrat plus favorable à l'implantation du couvert végétal.
Succulente	Abréviation pour "plantes succulentes". Les plantes succulentes sont des plantes charnues adaptées pour survivre dans des milieux arides. Leur adaptation est liée à leur capacité de stocker de l'eau dans les feuilles ou les 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.
Vivace	Abréviation pour "plantes vivaces", qui désigne une plante pouvant vivre un grand nombre d'années. Elle subsiste l'hiver sous forme d'organes spécialisés souterrains protégés du froid et chargés en réserve (racines, bulbes, rhizomes). Ce sont des plantes à feuillage caduc ou persistant selon les espèces. Les graminées peuvent être assimilées à des plantes vivaces.
Zone 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 évacuations d'eaux pluviales pour l'entretien et de permettre une hauteur des relevés conforme aux normes DTU les concernant, quelle que soit l'épaisseur du complexe de végétalisation en partie courante. Cette zone non plantée n'est pas considérée comme une zone accessible, ni comme un chemin de circulation pour assurer.

Annexe A-2 : Carte des zones climatiques et irrigation



Le système d'irrigation doit :

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

Période d'irrigation à respecter :

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

Aide à la décision de mise en place d'un arrosage automatique (tableau indicatif) à mettre en cohérence avec tableau 13.

Localisation du projet	Pente	Orientation (ensoleillé, mi-ombre, ombre)	Arrosage automatique
Zone 1	0-20%	Toutes	Pas d'arrosage automatique
Zone 2	0-20%	Toutes	Arrosage automatique conseillé
Zone 3	0-20%	Toutes	Arrosage automatique obligatoire

Annexe A-3-1 : Fiche de projet initial

ECOVEGETAL
La référence naturelle

FICHE DE PROJET TYPE

(A remplir pour toute demande d'étude de projet)

A. RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE PROJET DE VEGETALISATION EN PENTE

Nom :..... Fonction : ☐ Architecte ☐ Maître d'œuvre
Prénom :..... ☐ Maître d'ouvrage ☐ Etancheur
Société :..... ☐ Paysagiste ☐ Autre :
Adresse : ..... Code Postal :
..... Ville : .....
Téléphone : ..... Fax :.....
E-mail : .....

Projet :
Nature du bâtiment : .....
Localisation : ..... Code postal : ..... Ville : .....
Date des travaux : ..... Période de réalisation : .....

Surface approximative (m²) :

B. ELEMENTS CONCERNANT LA TOITURE

- ☐ Neuf ou ☐ Réfection : si réfection, description de l'ancien revêtement
  .....
- . Type d'élément porteur : ☐ Support béton ☐ bois ☐ TAN
- . Zone géographique : ☐ Nord ☐ Sud ☐ Mer ☐ Autre : .....
- . Hauteur approximative de la toiture : ..... m
- . Longueur des rampants : ..... m
- . Emergences : ☐ lanterneaux ☐ autres : .....
- . Type de toiture : ☐ pente unique ☐ double pente ☐ toiture cintrée ☐ pentes variables
- . Exposition des versants : ☐ Nord ☐ Sud ☐ Est ☐ Ouest ☐ N-E ☐ S-E ☐ N-O ☐ S-O
- . Pentes: ☐ Toit 1 ☐ Toit 2 ☐ Toit 3 ☐ Toit 4 ☐ Toit 5 ☐ Pentes variables (toiture courbe)
  préciser.....
- . Charges admissibles par élément porteur pour le système de végétalisation : ..... kg/m²
- . Végétalisation souhaitée : ☐ sedums ☐ sedums & vivaces ☐ autres vivaces & plantes ligneuses
- . Taux de couverture à la livraison : ☐ > 80% ☐ < 80%

Fournir si possible plans et coupes

C. ENVIRONNEMENT

- Accessibilité du chantier pour un camion de 25 T: ☐ oui ☐ non
- Type de bâtiment : ☐ Bâtiment isolé ☐ Bâtiment dominé par une ou plusieurs façades

D. ARROSAGE ☐ oui ☐ non

- Type prévu ☐ par aspersion ☐ par goutte à goutte ☐ mixte

E. DESCRIPTIF DU PROJET

- Souhaitez-vous obtenir : ☐ Un rendez-vous avec un ingénieur commercial
  ☐ Autre : .....

F. COMMENTAIRES

SPECIMEN

Les Grandes Pièces - 28410 Broué - Tél. : 02 37 43 18 56 - Fax. : 02 37 43 16 97 - contact@ecovegetal.com
S.A. au capital de 386 150 € - Siret : 433 915 055 000 35 - RCS : Chartres B 433 915 055 - APE 0130Z

Annexe A-3-2 : Fiche de mise en œuvre

ECOVEGETAL
La référence naturelle

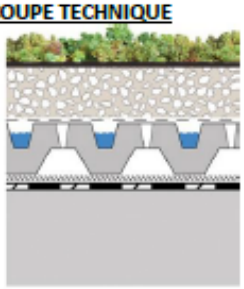
FICHE SYSTEME MISE EN ŒUVRE
(SPECIMEN)

Selon votre demande n° : ..... pour le projet .....
Système ECOVEGETAL SUCCULIS tapis
pente 0 à 3% Nord

DESCRIPTIF DU SYSTEME

Système de végétalisation de type ☑extensif simple ☐extensif composé ☐semi-intensif
Pour une toiture de ☑0 à 3% ☐3,1 à 4% ☐4,1 à 10% ☐10,1-20% de pente
sur élément porteur : ☑BETON ☐BOIS ☐TAN en région ☑NORD ☐SUD ☐MED de France.
Le système ☑SUCCULIS ☐SAXATILIS ☐PRAIRIE FLEURIE ☐LAVANDULIS se compose de différentes couches mises en œuvre successivement sur un revêtement d'étanchéité résistant à la pénétration des racines.

COUPE TECHNIQUE



Natte précultivée SUCCULIS
5 cm substrat SUCCULIS 1.3 tassé
Filtre STEX
Floraset FS40
Revêtement d'étanchéité résistant à la pénétration des racines Support
Elément porteur en maçonnerie conforme NF DTU 20.12

DESCRIPTIF DES PRODUITS

Drain de type FS 40
Filtre de type S-TEX
Substrat de type SUCCULIS 1.3
Nattes précultivées de type SUCCULIS
La zone stérile sera végétalisée par bac précultivé de type ECOSEDUM PACK
La zone stérile est délimitée par le profil ajouré type DPA 100

TABLEAU DES POIDS

PRODUITS	POIDS A SEC	POIDS A CME
DRAIN FS40	0,6	3,1
FILTRE STEX	0,1	0,1
SUBSTRAT SUCCULIS 1.3	48,5	65
TAPIS SUCCULIS	2	20,5
TOTAL	51	89

PRECONISATIONS DE MISE EN ŒUVRE

1- .....
2- .....
3- .....

SYSTEME D'IRRIGATION

Dans la zone géographique considérée, ce système ne nécessite pas la mise en œuvre d'un système d'irrigation. Néanmoins, un arrosage d'appoint est à prévoir en période de sécheresse prolongée. Un point d'eau en toiture est nécessaire.

ENTRETIEN DU SYSTEME

A compter de la réception du chantier, l'entreprise devra entretenir la toiture végétale sur une durée de deux ans (1 passage par an minimum). Nettoyage des évacuations d'eaux pluviales & zones stériles, désherbage manuel des grandes adventices, enlèvement des déchets et feuilles mortes, apport d'engrais, enrichissement du substrat, fauchage des inflorescences, remplacement des végétaux si besoin, irrigation : mise en route au printemps, mise hors gel en hiver et entretien.

Les Grandes Pièces – 28410 Broué – Tél. : 02 37 43 18 56 – Fax. : 02 37 43 16 97 – contact@ecovegetal.com
S.A. au capital de 386 150 € - Siret : 433 915 055 000 35 – RCS : Chartres B 433 915 055 – APE 0130Z

SPECIMEN

Annexe A-4 : Liste des végétaux

A-4-1 : Semis de fragments & semis de graines (liste non contractuelle)

	SUCCULIS (FRAGMENTS)	PRAIRIE FLEURIE (GRAINES)	
Tapissantes (jusqu'à 10 cm de haut)	Sedum album Sedum acre Sedum sexangulare Sedum floriferum Weihenstephaner Gold Sedum spurium Sedum lydium Sedum reflexum	Sedum album Sedum acre Sedum reflexum	Sedum sexangulare Origanum vulgare Thymus serpyllum
Bouquets isolés (> à 15 cm de haut)	-	Thymus officinalis Hyssopus officinalis Achillea millefolium Calendula officinalis Chrysanthemum leucanthemum Dianthus deltoides Dianthus cathusianorum	Linaria vulgaris Gypsophila repens Silene armeria Papaver rhoeas Centhaurea cyanus Papaver nudicaule Silene vulgaris
Graminées (> à 50 cm de haut)	-	Festuca ovina Festuca glauca Koeleria pyramidata Melica ciliate	Poa alpina Poa compressa Bromus secalinus Bromus erectus

Sedum acre — Sedum album — Sedum spurium — Sedum floriferum — Sedum reflexum

A-4-2 : Végétaux en godets (liste non contractuelle)

	SUCCULIS	SAXATILIS	LAVANDULIS
Tapissantes (jusqu'à 10 cm de haut)	Sedum album Sedum acre Sedum lydium Sedum sexangulare Sedum floriferum Weihenstephaner Gold Sedum spurium Sedum kamtschaticum Sedum reflexum	Sedum album Sedum acre Sedum lydium Sedum sexangulare Sedum floriferum Weihenstephaner Gold Sedum spurium Thymus serpyllum Delosperma cooperi Hieracium pilosella Campanula muralis	Frankenia laevis Armeria maritima Santolina chamaecyparissus Phuopsis crucianella Nepeta mussinii Helichrysym italicum Origanum vulgare
Bouquets isolés (> à 15 cm de haut)	-	Achillea tomentosa Dianthus cathusianorum Dianthus deltoides Dianthus allwoodii Gypsophila repens Petrohagia saxifraga Cerastium tomentosum Alyssum montanum Satureja montana	Anacyclus Thymus officinalis Scabiosa alpina RB Lavandula angustifolia Oenothera fruticosa Hyssopus officinalis Centranthus ruber Stipa tenuifolia
Graminées (> à 50 cm de haut)	-	Festuca glauca Carex comans bronze	Festuca amethystina

Achillea tomentosa — Carex comans bronze — Cerastium tomentosa — Satureja montana — Dianthus — Festuca glauca — Gypsophila repens — Petrorhagia saxifraga

Sedum acre — Sedum album — Alyssum montanum — Campanula muralis — Delosperma cooperi — Potentilla aurea — Thymus serpyllum

A-4-3 : Nattes précultivées (liste non contractuelle)

	SUCCULIS	SAXATILIS		PRAIRIE FLEURIE	
Tapissantes (jusqu'à 10 cm de haut)	Sedum album Sedum acre Sedum lydium Sedum sediforme Sedum sexangulare Sedum Weihenstephaner Gold floriferum Sedum spurium Sedum kamtschaticum Sedum reflexum	Sedum album Sedum acre Sedum spurium Armeria maritima Origanum vulgare Sedum reflexum	Thymus serpyllum Hieracium pilosella Hieracium pilosella Potentilla neumanniana Potentilla aurea	Sedum album Sedum acre Sedum sediforme Sedum sexangulare Origanum vulgare	Thymus serpyllum Potentilla neumanniana Campanula rotundifolia Saponaria cymoides Saxifraga rotundifolia
Bouquets isolés (> à 15 cm de haut)		Anthenaria dioica Thymus vulgaris Achillea tomentosa Dianthus deltoides Gypsophila repens	Petrohagia saxifraga Cerastium tomentosa Alyssum montanum Satureja montana	Thymus vulgaris Achillea millefolium Achillea tomentosa Dianthus carthusianorum Dianthus gratianopolita-nus Allium schoenoprasum Gypsophila repens	Gypsophila repens Petrohagia saxifraga Anthemis tinctoria Aster alpinus Dianthus arenarius Veronica teucrium Leymus arenarius
Graminées (> à 50 cm de haut)		Festuca ovina et glauca Poa alpina		Festuca amethystina Festuca ovina Festuca glauca Koeleria glauca	Melica ciliate Poa alpina Carex flacca

Sedum acre | Sedum album | Sedum spurium | Sedum floriferum | Sedum reflexum

Annexe A-5 : Taux de couverture des végétaux

Mode de mise en œuvre	Systèmes ECOVEGETAL	Période de mise œuvre [a]	Taux initial après mise en œuvre	Taux de couverture à 1 an	Taux de couverture à 3 ans
Eléments précultivés (tapis, ou bac précultivé)	ECOSEDUM PACK NATTES SUCCULIS NATTES SAXATILIS	Toutes saisons	≥ 80%	≥ 80%	≥ 80%
 JANVIER	 MAI	 AOÛT			
Plantation de godets, micro mottes ou conteneurs, rhizomes, bulbes	SUCCULIS SAXATILIS	Printemps ou automne [b]	≥ 5%	≥ 60%	≥ 80%
Semis de fragments ou de graines [c]	SUCCULIS SAXATILIS PRAIRIE FLEURIE	Printemps ou automne [b]	0%	≥ 40%	≥ 80%

[a] Sauf périodes de sécheresse, de forte chaleur (température > 25°C) ou de gel.

[b] A moduler en fonction des zones climatiques, par ex. en zones méridionales, le début d'automne est plus favorable.

[c] Y compris hydroseeding ou semis hydraulique.

Annexe A-6 : Fiche de préconisations d'entretien

ECOVEGETAL
La référence naturelle

VEGETALISATION DE TYPE EXTENSIVE SIMPLE
Système SUCCULIS – ECOVEGETAL

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

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

AUTOMNE	
Bouturage des zones vierges : prélever des feuilles sur le pied mère, installer les feuilles sur un lit de substrat (85% minéral), arroser régulièrement le premier mois.	
Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices hautes).	
Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales.	
La tonte et le fauchage des graminées (pour les systèmes extensifs composés).	
L'arrosage, uniquement le jour de l'entretien (si installation existante).	