

CAHIER DES CHARGES

CASSETTES PRÉ-CULTIVÉES DE SEDUM POUR
VÉGÉTALISATION EXTENSIVE

SedumPack®

PENTE INFÉRIEURE OU ÉGALE À 20 %



EPDM TPO Eurl
"Toiture Verte"
3 rue des Frères Lumière
94510 LA QUEUE EN BRIE
www.toiture-verte.fr
contact@toiture-verte.fr

SAS ALPHA CONTROLE
46, avenue des Frères Lumière
Parc d'activité de Trappes/Elancourt
78190 TRAPPES CEDEX
Tél. : 01 61 37 09 90
Fax : 01 61 37 09 91

6 décembre 2018

Sommaire

1. Introduction	p 3
2. Objet et domaine d'application	p 3
3. Prescriptions relatives aux éléments porteurs	p 4
3.1. Eléments porteurs admis	p 4
3.2. Charges à prendre en compte	p 4
4. Prescriptions relatives aux isolants	p 4
5. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité	p 4
6. Documents de référence	p 5
6.1. Relatifs aux toitures végétalisées	p 5
6.2. Relatifs aux éléments porteurs	p 5
6.3 Relatifs à la prévention des risques professionnels	p 5
7. Respect des recommandations	p 5
8. Solution prête à la pose "cassettes de sédum pré-cultivées"	p 6
8.1 Descriptif SedumPack®	p 6
8.2 Conditionnement et transport	p 7
8.3 Mise en œuvre des cassettes	p 7
8.4 Création d'une zone stérile	p 8
9. Périodes et conseils d'entretien	p 9
10. Liste des plantes du système de cassettes précultivées SedumPack®	p 9
11. Annexe	p 10

1. Introduction

La végétalisation d'une toiture augmente la valeur du bâti et contribue à l'amélioration de l'environnement par :

La performance écologique avec :

- La création d'un habitat supplémentaire pour la faune et la flore,
- La création d'un système d'intégration de la biodiversité,
- La diminution de l'imperméabilisation des surfaces urbaines,
- L'optimisation de la gestion des eaux pluviales et un effet retardateur des pluies d'orage.

Un air plus sain avec :

- L'amélioration de la qualité de l'air extérieur par l'absorption de poussières, de certains polluants,
- La lutte contre l'effet de serre par l'absorption des rejets de gaz nocifs.

L'amélioration des caractéristiques acoustiques. L'isolation aux bruits provenant de l'extérieur est d'autant plus grande que l'épaisseur du substrat est importante.

L'amélioration des caractéristiques thermiques. La toiture végétalisée offre une protection contre les températures extrêmes car les toits se réchauffent ou se refroidissent moins vite et l'amplitude thermique est réduite.

La réalisation d'économies. La récupération par filtration des eaux de pluies pour un usage domestique.

2. Objet et domaine d'application

Ce cahier des charges décrit les cassettes de sédum pré-cultivées **SedumPack®** commercialisées par "Toiture Verte" de la société EPDM-TPO Eurl.

Les deux types de cassettes de sédum pré-cultivées **SedumPack®** peuvent être mises en œuvre sur tous les systèmes d'étanchéité pouvant recevoir une végétalisation extensive.

Les présentes règles se limitent au cas des toitures de pente inférieure ou égale à 20 %.

Les deux types de cassettes **SedumPack®** décrites dans ce cahier des charges sont des complexes de végétalisation extensive composés de 80 à 90% de sédum.

L'entretien conseillé est d'une visite par an afin d'éliminer les herbes indésirables y compris dans la zone stérile et celle des sorties d'eau pluviale.

3. Prescriptions relatives aux éléments porteurs

3.1. Eléments porteurs admis

Les éléments porteurs suivants sont admis avec une pente maximale de 20 % :

- maçonnerie conforme aux normes NF P 10-203 (réf DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf DTU 43.1),
- béton cellulaire autoclavé conforme aux Avis Techniques particuliers avec pente minimale de 1 %,
- tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF P 84-206 (référence DTU 43.3) avec pente minimale de 3 %, fixées à l'ossature comme si elles recevaient un revêtement autoprotégé,
- bois ou panneaux dérivés du bois conforme à la norme NF P 84-207 (référence DTU 43.4) ou panneaux bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement son emploi en élément porteur pour toiture avec revêtement d'étanchéité sous protection lourde, avec pente minimale de 3 %.

3.2. Charges à prendre en compte

Quel que soit l'élément porteur, en béton, en béton cellulaire, en tôles d'acier nervurées, en bois ou panneaux dérivés du bois, les charges de calcul à prendre en compte sont les suivantes :

- les charges permanentes ; elles correspondent à la somme :
 - du poids du complexe isolation-étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement d'étanchéité),
 - du poids du complexe de végétalisation à capacité maximale en eau (couche drainante, couche filtrante, substrat, végétaux).
 - d'une charge de sécurité fixée forfaitairement à 15 daN/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 (bois massif et panneaux dérivés), pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan.
 - les charges d'exploitation sont les charges dites « d'exploitation », y compris les charges climatiques. La plus élevée de la charge d'entretien (100 daN/m² au sens de la norme NF P 06-001) ou de la charge climatique est retenue.
- La charge de calcul non pondérée est la somme de la charge permanente et de la charge d'exploitation.

4. Prescriptions relatives aux isolants

Les panneaux isolants (éventuels) admis sont de classe C (compressibilité selon cahier du CSTB 2662_V2 de juillet 2010) et sont visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement de toiture-terrasse jardin, végétalisée ou sous protection lourde par leur document de référence (Document Technique d'Application ou Cahier des Charges).

5. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont ceux visés en utilisation en terrasse jardin dans leur document de référence (cahier des charges de l'office des asphaltes, Document Technique d'Application, Avis Technique ou Cahier des Clauses Techniques particulier visé par un contrôleur technique).

Le revêtement doit être notamment résistant à la pénétration des racines pour toute la surface de la terrasse (parties courantes, zones stériles, relevés).

Lorsque le système de végétalisation possède un poids à sec supérieur ou égal à 50 kg / m², celui-ci peut être considéré comme une protection lourde et par conséquent la pose en indépendance du système d'étanchéité sous-jacent est admise pour une pente ≤ 5% et seulement dans le cas d'une toiture chaude.

En toiture froide, l'étanchéité sera en adhérence totale afin d'éviter un risque de condensation entre le support et l'étanchéité.

Le tableau 1 en annexe présente les charges des systèmes à sec et CME* afin de déterminer s'ils peuvent être considérés comme protection lourde.

* Capacité Maximale en Eau

6. Documents de référence

Les systèmes de végétalisation présentés dans ce cahier des charges respectent les prescriptions figurant dans les documents de référence listés ci-dessous.

6.1. Relatifs aux toitures végétalisées

- Les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, édition n° 3, mai 2018
- Les règles définissant les effets du vent et de la neige sur les constructions, DTU NV65, cahier du CSTB février 2009

6.2. Relatifs aux éléments porteurs

- Dalle de béton cellulaire autoclavé : conforme aux Avis Techniques,
- DTU 43.1 (référence NF P 84-204) pour les éléments porteurs en maçonnerie,
- DTU 43.3 (référence NF P 84-206) pour les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées,
- DTU 43.4 (référence NF P 84-207) pour les éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois,
- DTU 43.5 (référence NF P 84-208) pour les travaux de réfection,
- le cahier des Charges de l'Office des Asphaltes,
- le Cahier du CSTB n° 2192 « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ».

NB: Les dispositions propres aux toitures-terrasses jardins, caractérisées par des épaisseurs de terre plus importantes et des charges plus élevées, sont indiquées dans le DTU 43.1 (référence NF P 84-204).

6.3. Relatifs à la prévention des risques professionnels

- Les règles sur les chantiers de la CSFE, élaborées avec l'OPP-BTP, édition 01-02-2012.

7. Respect des recommandations

La mise en œuvre des cassettes **SedumPack®** nécessite de respecter rigoureusement les préconisations du présent cahier des charges.

En cas de non-respect, aucune réclamation ne sera recevable.

Dans le cas de membrane d'étanchéité synthétique, un géotextile de protection de 300g/m² sera interposé entre les cassettes **SedumPack®** et l'étanchéité.

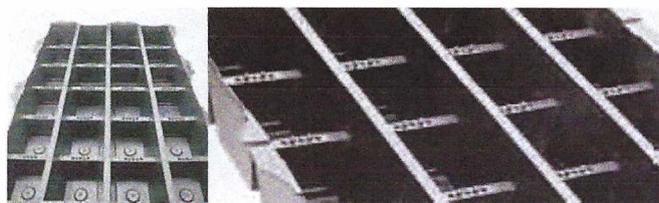
8. Solution prête à la pose de cassettes pré-cultivées SedumPack®

Les cassettes de sédum pré-cultivées **SedumPack®** constituent un milieu bénéfique pour la biodiversité ainsi que le microclimat.

Le sédum présente les caractéristiques suivantes : aptitude à couvrir le sol, résistance au gel, résistance à la sécheresse, capacité d'auto-régénération.

Les cassettes de sédum pré-cultivées **SedumPack®** sont constituées de polyéthylène PE-HD ou polypropylène PP, haute résistance d'environ 250kN/m², avec rétention d'eau et écoulement différé assuré par 277 perforations/m².

Les larges canaux d'évacuation situés sur la face inférieure du panneau assurent un écoulement optimal sur toute la surface courante. La capacité de drainage conseillée dans la norme DIN 4095, de >0,03l (sxm), est largement dépassée avec la valeur de q=2,8Ls/m.



8.1 Descriptif SedumPack®

Format	env. 57 x 38 x 8 cm
Quantité nécessaire par m ²	env. 4,6 cassette / 0,216m ² par cassette
Poids des cassettes vides	env. 1,1 kg/cassette = env. 5,06 kg/m ²
Matériau	Matériau homogène recyclé et recyclable en polyéthylène PE-HD ou polypropylène PP, neutre pour l'environnement et résistant au bitume
Couleur	noir
Structure	structure gaufrée stable, 24 cavités par cassette avec cloisons renforcées
Trop-plein	277 perforations par m ² disposées à env. 50 mm de hauteur
Capacité de rétention	env. 27 l/m ²
Capacité de drainage	q=2,8 l (s x m), conforme à la norme allemande DIN 4095, à savoir > 0,03 l (s x m)
Poids à sec	env. 47kg/m ²
Poids CME	env. 65kg/m ² *
Système d'assemblage	Emboîtement réciproque des panneaux évite le soulèvement
Pente max. du toit	jusqu'à 20% max.
Résistance	204 kN/m ² conformément à la norme allemande DIN 53454 (certifié par le centre d'essais LGA-Bayern, n° MR 4300703)
Emballage	5 x 12 = 60 cassettes par palette (1000x1200) / 12,96 m ²
Champ d'application	Végétalisation extensive, toits d'habitation, garages, carports, abri de jardin

Les "cassettes" sont remplies principalement d'un substrat dont les caractéristiques sont les suivantes :

- matière minérale : entre 65 et 70%
 - particules de moins de 63 microns : maximum 15%
 - diamètre des particules : maximum 16 mm
 - matières organiques : entre 30 et 35%
 - résistance suffisante au gel
 - stabilité de structure et de position suffisante
 - perméabilité à l'eau : au moins 0,001 cm/s
 - capacité de rétention d'eau : au moins 33% en volume
 - capacité de rétention d'air à l'état saturé d'eau : au moins 10%
 - acidité : PH entre 6,5 et 8
 - absence de plantes vivantes ou de morceaux de plantes pouvant se régénérer
- Les sédums atteindront la hauteur maximale d'environ 8 à 15 cm au printemps et 2 à 3 cm en hiver.

8.2 Conditionnement et transport

Les cassettes de sédum pré-cultivées **SedumPack®** sont conditionnées sur palette de 1000x1200 à raison de 60 cassettes par palette.

8.3 Mise en œuvre des cassettes

Les cassettes doivent être mises en œuvre immédiatement après leur livraison.

Les cassettes de sédum pré-cultivées **SedumPack®** sont posées à plat, côte à côte sans chevauchement et directement sur la couche de géotextile.

Les panneaux présentent des bords compatibles les uns avec les autres.

Ce système de connexion solidarise les dalles et évite tout risque d'arrachement dans le sens vertical.

8.4 Création d'une zone stérile et gestion des eaux pluviales

La zone stérile est un espace réservé sur la toiture, non accessible et non circulaire, dont le but est de faciliter l'entretien de l'étanchéité et des évacuations d'eau pluviale et d'éviter que la végétalisation ne déborde en dehors des zones végétalisées.

La zone stérile est d'une largeur minimale de 40 cm en périphérie de toiture, au pourtour des entrées d'eaux pluviales et dans les noues courantes ou noues de rives de fil d'eau de pente inférieure à 2 %.

"Sa présence (zone stérile) est obligatoire en pieds de relevés en végétalisation semi-intensive, et en végétalisation extensive si la végétation comprend des graminées vivaces ou des plantes ligneuses". *

En l'absence de zone stérile, les hauteurs de relevés sont comptées à partir de la surface du substrat.

Entre la zone stérile et la zone végétalisée, un dispositif de séparation appelé "bande ajourée" permet de retenir la partie végétalisée. Les matériaux constituant ce dispositif de séparation doivent être, dans le cas de bande métallique, en alliage d'aluminium type 3003 ou en acier inoxydable austénitique CrNi 18-10, d'épaisseur adaptée à la poussée qu'elles vont recevoir.

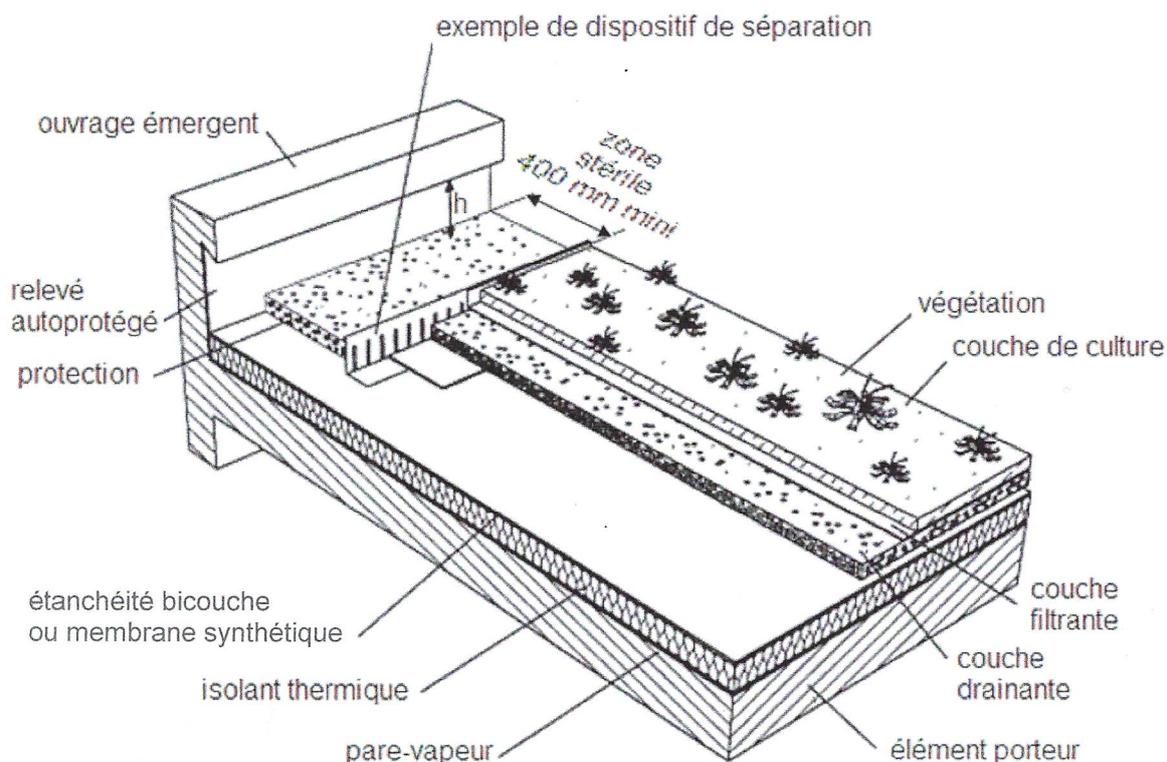
La surface ajourée doit représenter au minimum 25% de la surface du dispositif sur la hauteur de la couche drainante. **

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, le coefficient d'imperméabilisation permet de calculer le volume d'eau rejeté annuellement au dehors de la surface considérée.

Si la pluviométrie annuelle moyenne survenant sur une toiture de 100 m² est de 700 mm (ou litres / m²), une végétalisation extensive induira le rejet de 0,65 x 0,700 m³ x 100 m², soit 45,5 m³ au lieu de 70 m³.

* "Les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées", édition n° 3 mai 2018, p 27, paragraphe 8.2.2

** "Les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées", édition n° 3 mai 2018, p 31, paragraphe 8.4



h = conforme au DTU ou aux AT en fonction de la pente et de la protection

Source : Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, édition n°2 de novembre 2007.

9. Périodes et conseils d'entretien

Il convient de distinguer deux périodes différentes de mises en œuvre :

- Pour la période comprise entre l'installation de la végétalisation et la phase chantier, dite " période de parachèvement ", les cassettes **SedumPack®** peuvent être posées en toutes saisons, le taux de couverture est de 100%.
- Ensuite, durant la période d'entretien courant, la fréquence minimale d'entretien conseillée est de 2 passages / an.

Quelques conseils d'entretien sont à respecter :

- Enlèvement de déchets apportés par le vent sur les surfaces végétalisées
- Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices)
- Fertilisation d'appoint éventuelle pour soutenir le développement des végétaux
- Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales
- Un apport complémentaire de fragments de sedum sur les zones appauvries en végétation pour regarnissage ponctuel pourrait être à envisager

Quant à l'arrosage, il est obligatoire lors de la pose des cassettes à raison de 10 litre/m² et adapté aux conditions climatiques.

Sur les toitures végétalisées, le but de l'arrosage est de compenser un déficit hydrique non couvert par les eaux de pluies ou d'apporter la quantité d'eau couvrant les besoins de pérennité des végétaux (canicule, faible pluviométrie, sécheresse).

L'arrosage dépend des conditions régionales (climatique et altitude).

Pour pérenniser le système **SedumPack®** au delà de 6 semaines consécutives sans pluie, un arrosage de 20 mm est nécessaire.

10. Liste des plantes du système de cassettes précultivées SedumPack®

- sedum album
- sedum acre
- sedum hispanicum
- sedum kamtschaticum
- sedum reflexum
- sedum sexangulare
- sedum spurium

Le poids propre des végétaux est de 10 daN/m² et fait partie du complexe de végétalisation.



11. Annexe

Tableau 1 Charges des systèmes à sec et charges permanentes à CME*

	Poids à sec en kg/m ²	Poids à CME* en kg/m ²
SedumPack®	47	65