

Sur le procédé

IKO Sempervivum

- Titulaires :**
- Société IKO SAS**
Internet : www.iko.fr
 - Société Pépinières Renault**
Internet : www.pepinieres-renault.fr
- Distributeurs :**
- Société IKO SAS**
Internet : www.iko.fr
 - Société Pépinières Renault**
Internet : www.pepinieres-renault.fr

Descripteur :

Le procédé IKO Sempervivum est constitué de systèmes complets de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures-terrasses.

Ce procédé est revendiqué pour une utilisation en climat de montagne sur élément porteur en maçonnerie uniquement

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

Famille de produit/Procédé : Végétalisation des toitures étanchées

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Cette version annule et remplace l'Avis Technique 5.2/18-2625_V1 Cette version intègre les modifications suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Retrait du tableau de correspondance entre les feuilles MEPLE et les feuilles IKO • Modification des caractéristiques de l'IKO DRAIN 5L 	Anouk MINON	Philippe DRIAT

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Identification	5
1.1.3.	Mise sur le marché	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	6
1.2.3.	Prescriptions Techniques	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
2.	Dossier Technique.....	9
2.1.	Données commerciales	9
2.1.1.	Coordonnées	9
2.2.	Description.....	9
2.2.1.	Principe.....	9
2.3.	Domaine d'emploi	9
2.4.	Éléments et matériaux.....	10
2.4.1.	Généralités.....	10
2.4.2.	Système Manuplac	10
2.4.3.	Systèmes multicouches IKO Sempervivum	11
2.5.	Fabrication et contrôle	15
2.6.	Fourniture et assistance technique	16
2.7.	Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports	16
2.7.1.	Généralités.....	16
2.7.2.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie.....	16
2.7.3.	Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé.....	16
2.7.4.	Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois.....	16
2.7.5.	Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées	16
2.7.6.	Supports isolants non porteurs.....	16
2.7.7.	Cas particulier du polystyrène extrudé pour isolation inversée.....	16
2.8.	Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité	17
2.9.	Mise en œuvre des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum.....	17
2.9.1.	Généralités.....	17
2.9.2.	Système Manuplac	17
2.9.3.	Systèmes multicouches IKO Sempervivum	17
2.10.	Ouvrages particuliers.....	19
2.10.1.	Zone stérile (cf. tableau 11 et figures 3, 4 et 5)	19
2.10.2.	Relevés d'étanchéité	20
2.10.3.	Dispositif de séparation (pente ≤ 5 %).....	20
2.10.4.	Dispositif de retenue (pente ≤ 20 %).....	20
2.10.5.	Ouvrages annexes isolés	21
2.10.6.	Joints de dilatation (cf. figures 18 et 19)	21
2.10.7.	Chemins de circulation (cf. figure 20).....	21
2.10.8.	Cas des terrasses et toitures partiellement végétalisées	21
2.11.	Dispositions particulières en climat de montagne sur éléments porteurs en maçonnerie uniquement	21
2.12.	Arrosage	22
2.13.	Entretien des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum.....	22

2.13.1.	Généralités	22
2.14.	Résultats expérimentaux.....	23
2.15.	Références	23
2.15.1.	Données Environnementales ⁽¹⁾	23
2.15.2.	Références de chantier	23
2.16.	Annexes du Dossier Technique.....	24
2.16.1.	Tableaux et figures du Dossier Technique	24
2.16.2.	Annexe 1 : ZONES DE PLUVIOMÉTRIE.....	43
2.16.3.	Annexe 2.....	44
2.16.4.	Annexe 3.....	46

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 10 mai 2021, le procédé **IKO Sempervivum**, présenté par la Société IKO SAS. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Le procédé IKO Sempervivum est constitué de systèmes complets de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures-terrasses.

Ces systèmes sont mis en œuvre directement sur :

- Un revêtement d'étanchéité bitumineux bicouche résistant aux racines, ou membrane synthétique résistante aux racines, titulaire d'un Document Technique d'Application visant l'emploi en toiture-terrasse jardin ou terrasse et/ou toiture végétalisée avec une mise en œuvre en :
 - adhérence,
 - semi-indépendance ou fixé mécaniquement,
 - indépendance sur élément porteur en maçonnerie de pente $\leq 5\%$ uniquement ;
- Un revêtement d'étanchéité asphalte titulaire d'un Avis Technique visant l'emploi en toiture-terrasse jardin et/ou terrasse et toiture végétalisée (pente $\leq 5\%$) ;
- Une isolation thermique inversée titulaire d'un Document Technique d'Application visant l'emploi en toiture-terrasse jardin et/ou terrasse et toiture végétalisée mise en œuvre sur revêtement d'étanchéité résistant aux racines titulaires d'un Document Technique d'Application pour cet emploi.

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

- Le bac précultivé tout-en-un Manuplac® (pente $\leq 20\%$) ;
- Le tapis précultivé IKO Sempervivum (pente $\leq 20\%$) ;
- La plantation de micromottes ou de godets (pente $\leq 20\%$) ;
- Le semis de fragments ou de graines (pente $\leq 20\%$).

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée, sur chantier, par des entreprises formées aux systèmes de végétalisation IKO Sempervivum par le département IKOgreen d'IKO ou par Les Pépinières Renault.

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

Une assistance technique peut être demandée à IKO ou aux Pépinières Renault pour la conception, la réalisation et l'entretien des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum.

1.1.2. Identification

L'emballage des produits permet leur identification.

1.1.3. Mise sur le marché

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

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Les systèmes IKO Sempervivum sont destinés aux toitures-terrasses et toitures inclinées (pente $\leq 20\%$) végétalisées dans les limites de pente du revêtement ou de l'isolation et de celles du présent document en :

- Travaux neufs et de réfection ;
- France européenne ;
- Climat de plaine sur éléments porteurs en maçonnerie, en dalle de béton cellulaire autoclavé armé, en bois et panneaux à base de bois et en tôles d'acier nervurées ;
- Climat de montagne sur élément porteur en maçonnerie uniquement.

Elles peuvent être associées à des terrasses adjacentes inaccessibles, techniques, accessibles aux piétons avec garde-corps normalisés.

Ils sont mis en œuvre en travaux neufs et travaux de réfection de l'étanchéité après étude notamment de la stabilité de l'élément porteur existant conformément à la norme NF DTU 43.5.

La limite de dépression au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées est de 3 927 Pa pour les systèmes de végétalisation ayant un poids minimal à sec de 64 kg/m².

La limite de dépression au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées est de 2 757 Pa pour les systèmes de végétalisation ayant un poids à sec $< 64\text{ kg/m}^2$ et $\geq 35\text{ kg/m}^2$.

Les tableaux 3, en fin de dossier, décrivent le domaine d'emploi des différents systèmes du procédé IKO Sempervivum. Le tableau 6 donne la capacité maximale de réserve en eau des systèmes de végétalisation du procédé.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Aptitude à l'emploi

Stabilité aux charges des éléments porteurs

Les tableaux 4 et 5 du Dossier Technique donnent les poids du procédé IKO Sempervivum.

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le classement de tenue au feu du procédé IKO Sempervivum n'est pas connu.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Prévention des accidents et maîtrise 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.

Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant 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.

Isolation thermique

Si le bâtiment est soumis à la RT 2012 (arrêtés du 26 Octobre 2010 et du 28 Décembre 2012), celle-ci n'impose pas d'exigences minimales sur les performances thermiques des composants. La transmission thermique surfacique (U), et les facteurs solaires (S) doivent néanmoins être déterminés pour chaque orientation pour être 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. § 3.1.3.3 des Th-S - édition 2017).

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 des titulaires de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires 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 réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent AVIS. Les titulaires du présent AVIS conservent l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

Résistance aux effets du vent

La limite de dépression au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées est de 3 927 Pa pour les systèmes de végétalisation ayant un poids minimal « à sec » de 64 kg/m².

La limite de dépression au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées est de 2 757 Pa pour les systèmes de végétalisation ayant un poids minimal à sec compris entre 35 et 64 kg/m².

Taux de couverture

Le taux de couverture du procédé IKO Sempervivum est indiqué à titre indicatif au *tableau 10* du Dossier Technique.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé IKO Sempervivum 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 2.13* du Dossier Technique. Le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre, doit indiquer dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) :

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

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

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

Les micromottes, godets, tapis précultivés et les systèmes Manuplac® sont fabriqués par les Pépinières Renault.

Les autres constituants sont fabriqués pour le compte de la Société IKO SAS qui en assure la distribution.

1.2.2.4. Mise en œuvre

Les travaux de végétalisation avec le procédé IKO Sempervivum 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. Les Sociétés IKO SAS et Pépinière Renault apportent l'assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

Les palettes des tapis précultivés et des systèmes Manuplac® nécessitent un équipement particulier ou une grue de chantier pour le montage en toiture, ainsi que des précautions pour l'entreposage des palettes (poids pouvant atteindre 1 100 kg) à l'aplomb des fermes.

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

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Charges à prendre en compte

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

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

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

et

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

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

a) Lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plans, une charge forfaitaire de 100 daN/m² sera ajoutée aux charges permanentes pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs conformes au NF DTU 43.4. Cette charge forfaitaire de 100 daN/m² correspond à la charge de sécurité de 15 daN/m², majorée d'une charge complémentaire de 85 daN/m² 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. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

1.2.3.3. 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 maître d'ouvrage.

Appréciation globale

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

L'Annexe de l'Avis s'applique pour le choix des produits.

L'Assistance technique est assurée par l'entité IKO SAS ou les Pépinières Renault.

- a) Le procédé IKO Sempervivum respecte les prescriptions des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Édition n°3 de mai 2018), à l'exception de :
 - La mise en œuvre en climat de montagne,
 - La capacité de débit dans le plan du Panneau Sempervivum.
- b) Sur éléments porteur en tôle d'acier nervurée, en bois massif et en panneaux à base de bois, le complexe d'étanchéité doit résister seul aux effets du vent. La pose en indépendance sur élément porteur souple (tôle d'acier nervurée ou bois) et sur élément porteur en maçonnerie de pente $\geq 5\%$ n'est pas admise.
- c) Dans le cas de la pose en indépendance du complexe d'étanchéité sur éléments porteurs en béton, le système de végétalisation assure le lestage (poids minimal à sec $\geq 64\text{ kg/m}^2$).
- d) 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 IKO Sempervivum.
- e) Sur la base de l'expérience reconnue, la limite de dépression sous vent extrême est admise à 3 927 Pa et 2 757 Pa, au sens des Règles NV 65 modifiées, dans les conditions du paragraphe 2.21.
- f) Le système d'arrosage n'est pas visé par le présent Avis.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par les titulaires

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaires et distributeurs :

Société IKO SAS

ZI du Moulin
FR-76410 Tourville la Rivière
Tél. : 02 35 81 26 25
Email : contact.france@iko.com
Internet : www.iko.fr

Société Pépinières Renault

Domaine du Rocher
FR-53120 Gorrion
Tél. : 02 43 08 60 45
Email : renaud-pepinieres@wanadoo.fr
Internet : www.pepinieres-renault.fr

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé IKO Sempervivum est constitué de systèmes complets de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures-terrasses et toitures inaccessibles.

Ils sont mis en œuvre directement sur :

- Un revêtement d'étanchéité bitumineux bicouche résistant à la pénétration des racines, ou revêtement d'étanchéité synthétique résistant à la pénétration des racines, titulaire d'un Document Technique d'Application visant l'emploi en toiture-terrasse jardin ou terrasse et/ou toiture végétalisée avec une mise en œuvre en :
 - adhérence,
 - semi-indépendance par auto-adhésivité ou par fixations mécaniques,
 - indépendance sur élément porteur en maçonnerie de pente $\leq 5\%$ uniquement ;
- Un revêtement d'étanchéité asphalte titulaire d'un Avis Technique visant l'emploi en toiture-terrasse jardin et/ou terrasse et toiture végétalisée (pente $\leq 5\%$) ;
- Une isolation thermique inversée titulaire d'un Document Technique d'Application visant l'emploi en toiture-terrasse jardin et/ou terrasse et toiture végétalisée mise en œuvre sur revêtement d'étanchéité résistant aux racines titulaires d'un Document Technique d'Application pour cet emploi.

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

- Le bac pré-cultivé tout-en-un Manuplac® ;
- Le tapis pré-cultivé IKO Sempervivum ;
- La plantation de micromottes ou de godets ;
- Le semis de fragments ou de graines.

Organisation de la mise en œuvre

La mise en œuvre des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum est assurée soit par des entreprises d'étanchéité, soit par des entreprises du paysage co-traitantes ou sous-traitantes de l'entreprise d'étanchéité.

Une assistance technique peut être demandée au département IKOgreen d'IKO ou aux Pépinières Renault pour la conception, la réalisation et l'entretien des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum (cf. paragraphe 2.6).

2.3. Domaine d'emploi

Les systèmes IKO Sempervivum sont destinés aux toitures-terrasses et toitures inclinées (pente $\leq 20\%$) végétalisées dans les limites de pente du revêtement ou de l'isolation et de celles du présent document en :

- Travaux neufs et de réfection ;
- France européenne ;
- Climat de plaine sur éléments porteurs en maçonnerie, en dalle de béton cellulaire autoclavé armé, en bois et panneaux à base de bois et en tôles d'acier nervurées ;
- Climat de montagne sur élément porteur en maçonnerie uniquement.

Elles peuvent être associées à des terrasses adjacentes inaccessibles, techniques, accessibles aux piétons avec garde-corps normalisés.

Ils sont mis en œuvre en travaux neufs et travaux de réfection de l'étanchéité après étude notamment de la stabilité de l'élément porteur existant conformément à la norme NF DTU 43.5.

La limite de dépression au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées est de 3 927 Pa pour les systèmes de végétalisation ayant un poids minimal à sec de 64 kg/m².

La limite de dépression au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées est de 2 757 Pa pour les systèmes de végétalisation ayant un poids à sec < 64 kg/m² et ≥ 35 kg/m².

Les tableaux 3, en fin de dossier, décrivent le domaine d'emploi des différents systèmes du procédé IKO Sempervivum.

Le tableau 6 donne la capacité maximale de réserve en eau des systèmes de végétalisation du procédé.

2.4. Eléments et matériaux

2.4.1. Généralités

Les systèmes de végétalisation IKO Sempervivum sont proposés en système Manuplac[®], bac complet pré-cultivé tout en un ou en systèmes multicouches avec les matériaux définis ci-après et caractérisés par un laboratoire indépendant.

2.4.2. Système Manuplac

La Manuplac[®] est un système de végétalisation complet tout en un, composé d'un bac en polyéthylène haute densité, recyclé (code matière n° CAS-9002-88-4) de dimensions 480 x 480 x 70 mm avec un fond structuré en partie pour réserve d'eau.

Celui-ci est rempli d'un substrat spécifique de 7 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 pré-cultivés en pépinière les végétaux dont les variétés sont :

- Sedum Green : 100 % Sedum à dominante verte ;
- Sedum Color : 95 % Sedum + autres plantes succulentes ;
- Mix-Flowers : Vivaces + graminées + 20 % Sedum.

Les parois des Manuplac[®] présentent des échancrures de conception (situées à 25 mm de hauteur par rapport au fond du bac).

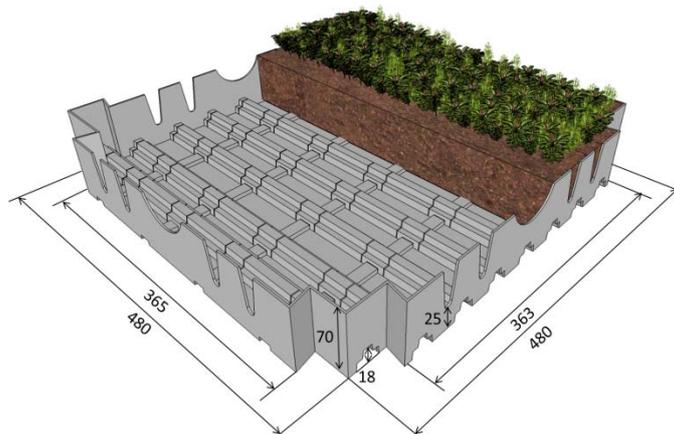
Les Manuplac[®] présentent en périphérie des parties convexes et concaves permettant de les clipser et de les solidariser entre-elles par emboîtement.

Caractéristiques techniques :

Les caractéristiques techniques de la Manuplac[®] sont reprises dans le *tableau 7*. Celles du substrat Manuplac[®] sont reprises dans le *tableau 8*.

Conditionnement :

- Nombre de m²/palette : 13,20 m² ;
- Nombre de Manuplac/palette : 56 ;
- Poids moyen d'une palette : 950 kg ;
- Hauteur maximum de la palette : 145 cm ;



La Manuplac présente à sa livraison un taux de couverture de végétalisation ≥ 80 %.



2.4.3. Systèmes multicouches IKO Sempervivum

Les systèmes multicouches IKO Sempervivum sont constitués :

- D'une couche drainante (lorsque nécessaire) ;
- D'une couche filtrante (lorsque nécessaire) ;
- D'un substrat ;
- D'une couche végétale.

Les différents systèmes multicouches IKO Sempervivum extensifs sont décrits dans les tableaux 2-1 et 2-2.

Les différents systèmes multicouches IKO Sempervivum semi-intensifs sont décrits dans le tableau 2-3.

2.4.3.1. Couche drainante

La couche drainante est positionnée directement sur le revêtement d'étanchéité et sous la couche filtrante. Elle a pour fonction principale de favoriser l'écoulement de l'eau excédentaire vers les évacuations d'eau pluviales.

La couche drainante peut être facultative dans certains cas précis (cf. tableau 9).

2.4.3.1.1. IKO DRAIN

Plaque de polystyrène expansé moulée perforée.

- Masse volumique : 25 kg/m³ ;
- Dimensions : 1,20 m x 0,80 m ;
- Épaisseur : 40 mm ;
- Surface portante : 26 % ;
- Surface écoulement : 0,075 m²/m² de plaque ;
 - Charge maximale admissible : 2 t/m² (en climat de montagne, charge maximale admissible aux états limites de service) ;
- Poids à sec et à CME : cf. *tableaux 4 et 5* ;
- Capacité de débit dans le plan (EN 12958) : 1,59 l/(m.s) gradient 0,1 sous 20 kPa.



2.4.3.1.2. IKO DRAIN 5L

Plaque de drainage à réserve d'eau en polystyrène expansé moulée perforée.

- Réserve d'eau : 5 litres / m² ;
- Densité : 20 kg/m³ ± 10% ;
- Dimensions : 1,133 x 1,133 m ;
- Épaisseur : 40 mm ;
- Surface portante : 27,6 % ;
- Surface d'écoulement : 0,048 m²/m² de plaque ;
- Charge maximale admissible : 1,5 t/m² (en climat de montagne, charge maximale admissible aux états limites de service) ;
- Poids à sec et à CME : cf. *tableaux 4 et 5* ;

- Capacité de débit dans le plan (EN 12958) : 3,05 l/(m.s) gradient 0,1 sous 20 kPa.



2.4.3.1.3. Panneau Sempervivum

Panneau drainant rétenteur d'eau à base de flocons de polyuréthane.

- Masse volumique > 80 kg/m³ ;
- Dimensions : 1,00 x 0,50 m ;
- Épaisseur : 30 mm ;
- Hauteur des alvéoles (drainage) : 10 mm ;
- Surface portante : 11 %
- Charge maximale admissible : 200 kg/m² ;
- Poids à sec et à CME : cf. *tableaux 4 et 5* ;
- Capacité de débit dans le plan (EN 12958) : 0,000575 l/(m.s) gradient 0,1 sous 20 kPa.



2.4.3.2. Couche filtrante

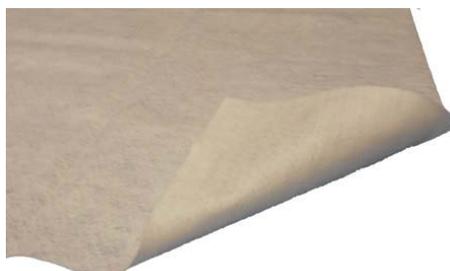
La couche filtrante est positionnée sur la couche drainante et sous le substrat. Elle a pour fonction de retenir les particules du substrat pour éviter le lessivage et le colmatage de la couche drainante.

Lorsque la couche drainante n'est pas nécessaire (cf. *tableau 9*), la couche filtrante est obligatoirement conservée en périphérie des zones stériles sur une largeur de 2 m environ.

2.4.3.2.1. IKO FILTRE 100

Nappe de fibres courtes aiguilletées en polypropylène.

- Présentation : rouleau de 2 x 150 m ;
- Masse surfacique : 110 g/m² ;
- Épaisseur : 0,70 mm ± 20 % ;
- Résistance à la traction : 8 kN/m – 10 % (NF EN ISO 10319) ;
- Résistance au poinçonnement statique : 1 300 N – 10 % (NF EN ISO 12236) ;
- Perméabilité perpendiculaire au plan : 120 l/m².s ± 30 % (NF EN ISO 11058) ;
- Ouverture de filtration : 110 µm ± 30 % (NF EN 12956) ;
- Poids à sec et à CME : cf. *tableaux 4 et 5*.



2.4.3.2.2. IKO FILTRE 250

Géotextile de fibres acryliques courtes aiguilletées.

- Présentation : rouleau de 2 x 50 m ;
- Masse surfacique : 250 g/m² ;
- Épaisseur : 1,70 mm ± 20 % ;
- Résistance à la traction : 2,10 kN/m ± 15 % (NF EN ISO 10319) ;
- Résistance au poinçonnement statique : 300 N ± 30 % (NF EN ISO 12236) ;
- Perméabilité perpendiculaire au plan : 41 l/m².s ± 30 % (NF EN ISO 11058) ;
- Ouverture de filtration : 60 µm ± 30 % (NF EN 12956).
- Poids à sec et à CME : cf. tableaux 4 et 5.



2.4.3.3. Substrat

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

Le substrat IKO Sempervivum est utilisé pour les systèmes multicouches extensifs et semi-intensifs lors de la mise en œuvre de végétalisation par semis, micromottes, godets ou tapis pré-cultivés. Son épaisseur varie selon le mode de mise en œuvre (cf. tableaux 4 et 5).

Afin de favoriser la reprise et l'enracinement des semis et plantations, une fertilisation du substrat est réalisée à l'aide d'un engrais retard (type Engrais Sempervivum Entretien). Cet engrais à libération lente permet de raisonner la fertilisation et de limiter le lessivage des éléments fertilisants qu'il renferme.

Les caractéristiques techniques des substrats IKO Sempervivum et Manuplac® sont reprises dans le tableau 8.



Conditionnement :

- Sac de 40 et 50 litres ;
- Bag de 1 000 et 1 300 litres ;
- Vrac ou camion pompe.

2.4.3.4. Couche végétale

2.4.3.4.1. Végétaux pour systèmes multicouches extensifs

Les végétaux mis en œuvre dans les systèmes multicouches IKO Sempervivum extensifs sont de faible hauteur et à caractère tapissant.

Ils peuvent être installés selon trois modes de mise en œuvre différents :

- Soit, par semis de fragments de Sedum :
 - longueur des fragments 0,5 à 3 cm environ,
 - conditionnement : sac de 10 kg.



- Soit, par plantations de micromottes ou de godets :
 - micromottes, Sedum en variétés et graminées :
 - o diamètre et hauteur : 3 cm,
 - o conditionnement : plaque de culture alvéolée de 100 unités.



- godets, vivaces et graminées :
 - o diamètre et hauteur : 8 cm,
 - o conditionnement : caisse de 40 à 50 unités ;



- soit, par déroulement de tapis précultivés.
 Ceux-ci sont constitués d'un support à base de fibres végétales armées sur lequel est déposé un substrat de culture de 2 cm environ. Ils sont conditionnés en rouleaux de 100 x 200 cm.
 Les tapis précultivés IKO Sempervivum se déclinent sous plusieurs variantes de couvert végétal :
 - tapis de Sedum Green : 100 % Sedum à dominante verte,
 - tapis Mix-Flowers : Vivaces + graminées + 20 % Sedum.
 Les poids à sec et à CME des tapis IKO Sempervivum sont donnés dans les tableaux 4 et 5.



Les variétés de Sedum principalement utilisées dans les systèmes IKO Sempervivum extensifs sont : *Sedum acre*, *album*, *floriferum*, *reflexum*, *sexangulare*, *spurium*, *lydium*.

Les variétés de vivaces et de graminées principalement utilisées sont : Allium, Armeria, Dianthus, Thymus, Festuca, Stipa.

2.4.3.4.2. Végétaux pour systèmes multicouches semi-intensifs

Les végétaux mis en œuvre dans les systèmes multi-couches IKO Sempervivum semi-intensifs permettent une large utilisation de la palette végétale. Les plantes principalement utilisées sont reprises dans le § 2.16.3 en fin de Dossier Technique.

Ils sont essentiellement installés par plantation de micromottes et de godets et éventuellement par semis tels que décrits au § 2.4.3.4.1.

Une toiture végétalisée peut combiner des zones de végétalisation extensive et semi-intensive.

2.5. Fabrication et contrôle

Les couches drainantes, filtrantes et les substrats entrant dans les systèmes IKO Sempervivum sont fabriqués pour IKO sous contrats qualité qui définissent, entre autres, les autocontrôles réalisés et leur périodicité.

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

- Contrôles des couches drainantes :
 - IKO DRAIN et IKO DRAIN 5L :
 - o densité, dimensions des plaques, surface portante, surface de percolation, volume de la réserve d'eau (uniquement pour IKO DRAIN 5L) à chaque fabrication,
 - o Fabrication France.
 - Panneau Sempervivum :
 - o densité, dimensions des panneaux à chaque fabrication ;
 - o Fabrication Belge.
- Contrôles des couches filtrantes :
 - IKO FILTRE 100 :
 - o masse surfacique, épaisseur sous 2 kPa, résistance/allongement, CBR et Cone drop, poids et laize des rouleaux à chaque fabrication,
 - o Fabrication Italie
 - IKO FILTRE 250 :
 - o masse surfacique, épaisseur, résistance à la traction, déformation à l'effort de traction, poinçonnement statique à chaque fabrication ;
 - o Fabrication France
- Contrôles du substrat :
 - volume, PH, conductivité électrique à chaque fabrication ;
 - capacité de rétention en eau, granulométrie, masse volumique apparente sèche, masse volumique apparente à CME, perméabilité au moins une fois par an ;
 - Fabrication France
- Contrôle des végétaux :
 - les fragments, les micromottes, les godets, les tapis pré-cultivés et les Manuplac® sont produits par les Pépinières Renault (France) certifiées Plante Bleue ;
- Contrôle des Manuplac® :
 - les bacs en PEHD sont fabriqués en France pour le compte des Sociétés IKO SAS et Pépinières Renault et font l'objet de contrôles matière première du PEHD recyclé et contrôles sur produits finis (caractéristiques dimensionnelles, qualité de l'injection),
 - les bacs en PEHD sont livrés sur le site de production des Pépinières Renault et font l'objet des contrôles suivants lors de la phase de fabrication de la Manuplac® :
 - o à l'arrivée du substrat : avant utilisation en rempotage : contrôle du bon de livraison pour conformité,

- à l'arrivée des plaques et stockage : contrôle visuel des plaques, aucune déformation acceptée avant passage dans la rempoteuse,
- la dose journalière d'arrosage : mise en place de pluviomètres pour vérifier les bons apports d'eau par arrosage automatique nocturne,
- désherbage : contrôle visuel + déclenchement désherbage manuel sur décision du chef de culture.

2.6. Fourniture et assistance technique

Le département IKOgreen d'IKO ou les Pépinières Renault fournissent une assistance technique aux entreprises qui en font la demande, notamment pour la conception, la réalisation et l'entretien des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum.

2.7. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

2.7.1. Généralités

Les éléments porteurs admis sont conformes aux prescriptions des normes NF DTU 20.12 selon leur nature 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.

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 drainante + couche filtrante + substrat + végétaux) (cf. tableaux 4),
 - 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 comprennent les charges climatiques selon les Règles NV 65 modifiées. Elles consistent en la plus élevée de 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.
- La charge climatique est déterminée en climat de montagne pour les éléments porteurs en béton selon l'Eurocode 1.

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

2.7.2. 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 ≥ 0 % en climat de plaine, pente ≥ 1 % en climat de montagne).

2.7.3. 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 %.

2.7.4. Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois

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 et les panneaux en bois massif à usage structural en CLT ou caisson nervuré, bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement leur emploi en élément porteur pour terrasses et toitures végétalisées.

2.7.5. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

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 du CSTB (TAN à ouverture haute de nervure) avec pente minimale de 3 % y compris lorsque les noues sont en pente.

2.7.6. Supports isolants non porteurs

Les panneaux isolants admis sont de classe C (compressibilité selon Guide UEAtc) et sont visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement d'étanchéité pour terrasses et toitures végétalisées.

2.7.7. 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 si l'isolant est apte à l'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 aux préconisations du fabricant de l'isolant.

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

2.8. Prescriptions relatives aux revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont :

- L'asphalte ou les procédés d'asphalte mixtes bénéficiant d'un Avis Technique visant leur emploi en toitures-terrasses végétalisées ;
- Les revêtements d'étanchéité bicouches bitumineux bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %) ;
- Les membranes synthétiques bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toitures-terrasses jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).
- Les systèmes d'étanchéité liquide, sur maçonnerie uniquement, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour leur emploi en toiture-terrasse jardin ou terrasses et toitures végétalisées (pente ≤ 20 %).

Le revêtement d'étanchéité doit être 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.

Le complexe d'isolation-étanchéité est mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application respectif.

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 %).

Le revêtement peut également être mis en œuvre en indépendance sur élément porteur en maçonnerie de pente ≤ 5 % dans les cas suivants :

- Asphalte bénéficiant d'un Avis Technique pour cet emploi ;
- Revêtement d'étanchéité bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant cet emploi. Dans ce cas, les systèmes de végétalisation doivent présenter une masse minimale à sec de 64 kg/m² (cf. tableaux 5).

2.9. Mise en œuvre des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum

2.9.1. Généralités

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

Dans le cas d'isolation inversée, les systèmes de végétalisation IKO Sempervivum sont mis en place soit sur les panneaux isolants avec la couche d'interposition prévue, soit sur la protection meuble (cf. § 2.7.7).

Les tableaux 4, 5 et 6 présentent les différents systèmes de végétalisation IKO Sempervivum avec leurs poids à sec et à CME ainsi que leur Capacité Maximale de réserve en Eau.

2.9.2. Système Manuplac

Les Manuplac[®] peuvent être livrées et mises en place toute l'année sauf en période de gel et de forte chaleur (température > 30 °C).

Les Manuplac[®] doivent être installées dans les 24 heures suivant la livraison. Sinon, elles doivent être entreposées dépalettisées dans un endroit frais, à l'ombre et arrosées si nécessaire.

Elles sont mises en œuvre par pose directe sur le revêtement d'étanchéité et emboîtées entre-elles au fur et à mesure ; ce qui permet d'obtenir un ensemble compact et solidaire. Aucun système de fixation supplémentaire n'est requis.

En pente > 0 %, les Manuplac[®] doivent être posées rainures de fond de bacs perpendiculaires au sens de la pente (cf. *figure 1*).

En périphérie de toiture, selon les cas, il est possible de ne pas découper les Manuplac[®] en adaptant la largeur de la zone stérile (en respectant la largeur minimum obligatoire de 40 cm) (cf. *figure 8*). Aucun dispositif de séparation périphérique n'est requis.

En cas de nécessité de découpe de Manuplac[®], celle-ci sera réalisée à la tronçonneuse à disque. Dans ce cas, si les Manuplac[®] découpées se trouvent en périphérie de la toiture végétalisée, un dispositif de séparation devra être prévu avec mise en place d'un IKO FILTRE 100 sur 50 cm de largeur et remontant le long du dispositif de séparation (cf. *figure 9 et § 2.9.3.2*).

Un arrosage à saturation des Manuplac[®] est obligatoire immédiatement après la mise en place.

2.9.3. Systèmes multicouches IKO Sempervivum

Les systèmes multicouches IKO Sempervivum sont constitués comme indiqué au § 2.4.3 et sont mis en œuvre comme suit.

2.9.3.1. Mise en œuvre de la couche drainante

Les couches drainantes IKO DRAIN, IKO DRAIN 5L ou PANNEAU SEMPERVIVUM sont posées bord à bord directement sur le complexe d'étanchéité.

Selon la localisation géographique (climat de plaine) de la toiture-terrasse, sa zone de pluviométrie (cf. *carte en Annexe 1*) et la pente de son support, le type de couche drainante à mettre en œuvre avec les systèmes IKO Sempervivum extensifs est décrit dans le *tableau 9*.

Avec les systèmes IKO Sempervivum semi-intensifs, IKO DRAIN 5L (ou IKO DRAIN) est utilisé quelle que soit la zone de pluviométrie et quelle que soit la pente.

2.9.3.2. Mise en œuvre de la couche filtrante

La couche filtrante IKO FILTRE 100 est déroulée à recouvrement de 10 cm sur les panneaux de la couche drainante.

En bordure de zone stérile, elle doit être remontée sur toute la hauteur du dispositif de séparation.

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.

IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250. Dans ce cas, il convient d'en tenir compte dans le calcul des poids à capacité maximale en eau en remplaçant 0,8 kg/m² (IKO FILTRE 100) par 2,3 kg/m² (IKO FILTRE 250) dans les tableaux 4.

2.9.3.3. Mise en œuvre du substrat IKO Sempervivum

Le substrat IKO Sempervivum est adapté aux végétaux sélectionnés et aux différents modes de culture proposés.

Le substrat est étalé manuellement ou par soufflage puis nivelé de façon uniforme à l'aide d'une raclette ou d'un râteau :

- Soit, sur la couche filtrante ;
- Soit, directement sur le revêtement d'étanchéité ou sur sa protection mécanique si son DTA le requiert.

Pour les systèmes IKO Sempervivum extensifs, l'épaisseur moyenne du substrat est de 8 cm dans le cas du semis et des micromottes et de 4 à 6 cm dans le cas des tapis précultivés (cf. tableaux 4-1 et 5-1).

Pour les systèmes IKO Sempervivum semi-intensifs, l'épaisseur du substrat peut varier de 12 à 30 cm selon les tableaux 4-2 et 5-2.

2.9.3.4. Mise en œuvre de la couche végétale

Les végétaux sont mis en œuvre selon trois modes de plantation en fonction du délai de couverture souhaité, de l'aspect végétalisé immédiat ou différé (cf. tableau 10).

2.9.3.4.1. Par semis

Les fragments de Sedum doivent être semés dans les 48 h suivant leur livraison sous peine d'échauffement.

L'épandage par semis de fragments est réalisé manuellement, à la volée, à raison de 80 à 200 g/m² selon la période de semis, sur le substrat IKO Sempervivum finement nivelé (± 1 cm). La répartition des fragments doit être soignée.

Un roulage après épandage pour une mise en contact optimale des fragments avec le substrat afin d'en faciliter l'enracinement est fortement recommandé.

Un arrosage abondant (à refus) de l'ensemble de la surface doit être réalisé après le roulage. Celui-ci doit être renouvelé régulièrement, en l'absence de pluies suffisantes en fréquence et en quantité, jusqu'à un bon enracinement des végétaux. Pour ce faire et conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées - édition n° 3, mai 2018 », un point d'eau est indispensable en toiture.

2.9.3.4.2. Par micromottes et godets

Les micromottes et les godets doivent être plantés dans les 48 h suivant leur livraison. À défaut, ils doivent être dépalettisés et entreposés à l'ombre et arrosés régulièrement jusqu'à leur plantation.

L'extraction de la micromotte se fait à partir d'une plaque de culture alvéolée préalablement bien arrosée en appuyant sous le dessous de la micromotte.

Les micromottes sont plantées dans le substrat à raison de 20 à 25 par m² réparties de façon homogène en mélangeant les variétés (à moins qu'un plan de plantation ait été prévu). Un gabarit (ou cadre) peut faciliter la plantation.

Les godets de vivaces et bulbes sont plantés dans le substrat à raison de 8 à 10 par m².

En fonction du plan de plantation, le mixage des micromottes de Sedum ou de vivaces avec des godets de vivaces ou de bulbes est possible.

Un arrosage abondant est obligatoire à la plantation ainsi que pendant les deux premières semaines qui suivent la mise en place pour le bon enracinement des plantes.

La période de confortement de ce mode de mise en œuvre étant de 1 à 2 ans, un entretien suivi est obligatoire notamment pour assurer un désherbage manuel et des arrosages réguliers pour permettre un bon développement racinaire. Pour ce faire et conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées - édition n° 3, mai 2018 », un point d'eau est indispensable en toiture.

2.9.3.4.3. Par tapis précultivés IKO Sempervivum

Les tapis précultivés IKO Sempervivum doivent être mis en œuvre dans les 24 heures suivant leur livraison. Sinon, ils doivent être déroulés et étalés en une seule couche à l'ombre et arrosés si nécessaire.

Ils sont posés sur 4, 6 ou 8 cm de substrat IKO Sempervivum selon le type et la présence ou non d'une couche drainante (selon tableau 4.1).

Le substrat doit être bien nivelé et aplani pour éviter le phénomène de vague puis arrosé copieusement.

Les tapis sont ensuite déroulés sur le substrat, serrés les uns contre les autres, en quinconce, sans chevauchement.

Les joints et les surfaces dégarnis sont rechargés en substrat (cf. figure 2).

Un arrosage à saturation des tapis est obligatoire immédiatement après mise en place. Celui-ci doit être renouvelé régulièrement, en l'absence de pluies suffisantes en fréquence et en quantité, jusqu'à un bon enracinement des végétaux. Pour ce faire et conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées - édition n° 3, mai 2018 », un point d'eau est indispensable en toiture.

2.10. Ouvrages particuliers

2.10.1. Zone stérile (cf. tableau 11 et figures 3, 4 et 5)

2.10.1.1. Généralités

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 normes 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 (cf. § 2.10.7).

Cette zone stérile est d'au moins :

- 40 cm de largeur en périphérie des ouvrages (acrotères, façades...) et le long des émergences (lanterneaux, souches...) ;
- 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 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 citant les dalles en bois admises en zones stériles de toitures végétalisées. 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 Manuplac®, aucun dispositif de séparation n'est nécessaire pour délimiter la zone stérile et la zone végétalisée sauf en cas de découpe des bacs périphériques (cf. § 2.9.2).

Avec les systèmes multicouches IKO Sempervivum, la zone stérile et la zone végétalisée sont délimitées par un dispositif de séparation tel que bandes ajourées selon le paragraphe 2.10.3.1 ou bordures béton selon les Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Édition n°3 de mai 2018). (cf. figures 12 et 13).

2.10.1.2. Présence de la zone stérile (toute pente) (cf. tableau 11)

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 :

- Semi-intensive ;
- Extensive, 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.

2.10.1.3. 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 chapitre 2.9 en fonction des systèmes de végétalisation mis en œuvre. Cependant, dans le cas des systèmes de végétalisation multicouches IKO Sempervivum extensifs 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 ≤ 2 % alors traitement de la zone B en zone stérile,
 - si la pente du fil d'eau de la noue > 2 % alors traitement de la zone B en zone stérile ou selon le chapitre 2.9 (configuration de 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 § 2.10.4 et situé en bas de pente permet l'écoulement des eaux et le maintien en place du substrat pour les systèmes multicouches IKO Sempervivum ou le système Manuplac®.

Le tableau 11 récapitule les dispositions relatives à la présence ou non de la zone stérile.

2.10.1.4. 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, le département Ikogreen d'IKO fournit sur demande une assistance technique.

2.10.2. 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 (cf. § 2.10.1), la hauteur est donnée par les normes 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 (cf. figures 6, 7, 8, 9).

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 10) ;
- 5 cm si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure (cas de l'élément porteur en maçonnerie de pente $\leq 5\%$) (cf. figure 11).

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

2.10.3. Dispositif de séparation (pente $\leq 5\%$)

2.10.3.1. Systèmes multicouches IKO Sempervivum

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 ; il doit être stable et de hauteur telle que sa partie supérieure arrive au minimum au niveau de la surface du substrat. Un IKO FILTRE 100 doit être remonté sur toute la hauteur du dispositif de séparation.

Le dispositif doit être muni d'ouvertures sur sa partie verticale. La surface ajourée doit représenter 25 % de la surface du dispositif sur la hauteur de la couche drainante (couche drainante interrompue ou fonction drainante assurée par le substrat). Si la couche drainante est continue, le dispositif n'est pas nécessairement muni d'ouvertures (cf. figures 6, 7 et 13).

Le dispositif de séparation peut être :

- Des bandes ajourées métalliques en alliage d'aluminium type 3003, en acier galvanisé au moins Z.350 ou en acier inoxydable austénitique CrNi 18-10.

Elles peuvent être posées libres ou peuvent être 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 (cf. figure 12) ;
- 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 ;
- Des bordures en béton, en brique, uniquement dans le cas de couches drainantes continues, sur élément porteur en maçonnerie de pente $\leq 5\%$ (cf. figure 13).

2.10.3.2. Système Manuplac®

Aucun dispositif de séparation n'est nécessaire pour délimiter la zone non plantée et la zone végétalisée, sauf en cas de découpe des bacs périphériques (cf. § 2.9.2 et figure 9) où la séparation est assurée par une bande ajourée ou des bordures en béton ou briques (cf. § 2.10.3.1).

2.10.4. Dispositif de retenue (pente $\leq 20\%$)

2.10.4.1. Systèmes multicouches IKO Sempervivum

Pour les pentes $> 5\%$ et $\leq 20\%$, 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 ci-après et mis en œuvre tous les 30 m (cf. figure 14 bis) ;
- 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 (cf. figure 14),
 - 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 cf. figure 14 bis) ;

- 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 (cf. figures 15 et 15 ter).

En cas de longueur de rampant > 30 m, un dispositif par bandes ajourées telles que définies ci-dessus est mis en œuvre tous les 30 m (cf. figure 15 bis).

2.10.4.2. Système Manuplac®

Jusqu'à 20 % de pente sur toiture-terrasse, aucun dispositif de retenue n'est nécessaire pour le système Manuplac®.

Dans le cas d'une rive en retombée, un dispositif de retenue par bande métallique ajourée ou par chevron en bois est requis si la pente est supérieure à 5 % (cf. § 2.10.4.1 et figure 16) et jusqu'à 20 % de pente. Les bacs précultivés sont mis en œuvre directement sur le revêtement de partie courante et emboîtés entre-eux conformément au § 2.9.2.

2.10.5. Ouvrages annexes isolés

2.10.5.1. Évacuations d'eaux pluviales (cf. figure 17)

Les évacuations d'eaux pluviales sont réalisées conformément aux normes-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 normes 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 (Édition n°3 de mai 2018).

2.10.5.2. Autres ouvrages annexes isolés (ventilation, crosse...)

Ils sont réalisés conformément aux normes DTU série 43.

Un chemin de circulation doit être aménagé (cf. § 2.10.7) pour l'accessibilité aux équipements techniques (VMC...).

2.10.6. Joints de dilatation (cf. figures 18 et 19)

Ils sont réalisés conformément aux Avis Techniques correspondants.

Ils peuvent être :

- Soit, apparents, avec ou sans zone stérile de part et d'autre (cf. figure 18) ; 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 (cf. figure 19).

2.10.7. Chemins de circulation (cf. figure 20)

Pour accéder aux équipements techniques, des chemins de circulation doivent être aménagés ; leur protection étant posée sur la couche de drainage ou sur la couche filtrante ou sur la couche de culture ou sur le revêtement d'étanchéité.

La zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation (cf. § 2.10.1).

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.

2.10.8. 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) ;
- Accessibles (éléments porteurs en maçonnerie et CLT 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 (cf. § 2.10.1).

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 normes 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.

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

La mise en œuvre des systèmes IKO Sempervivum 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 $\geq 1\%$, la pente maximale est $\leq 5\%$.

La couche drainante (cf. tableau 9) est obligatoire (hors Panneau Sempervivum exclu en climat de montagne).

Le mode de végétalisation par semis est exclu.

Les autres modes de végétalisation sont admis (système Manuplac®, systèmes multicouches IKO Sempervivum par micromottes, godets et tapis précultivés).

Une assistance technique doit être demandée au département Ikogreen d'IKO ou aux Pépinières Renault pour valider les plantes admises en climat de montagne.

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

2.12. 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 1), l'arrosage doit être prévu comme indiqué au tableau 12.

2.13. Entretien des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum

2.13.1. Généralités

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 différencier :

- 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 : c'est la période comprise entre la réception de l'ouvrage jusqu'au démarrage de l'entretien courant (celui-ci commence dès l'obtention d'un taux de couverture $\geq 80\%$). Sa durée pourra varier en fonction de la mise en œuvre de la végétation retenue. Les travaux de confortement font partie intégrante du contrat d'entretien et sont à la charge du maître d'ouvrage ;
- La période d'entretien courant : elle commence après l'obtention d'un taux de couverture $\geq 80\%$. Les travaux d'entretien courant font également partie intégrante du contrat d'entretien et sont à la charge du maître d'ouvrage.

L'entretien (concernant distinctement le confortement et l'entretien courant) est formalisé dans un contrat d'entretien. Le département IKOGREEN d'IKO a créé à cet effet 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.

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

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

2.13.1.1. Cas de la végétalisation extensive

2.13.1.1.1. Période de parachèvement

Les préconisations d'entretien des systèmes IKO Sempervivum sont les suivantes :

- Enlèvement des déchets apportés par le vent sur les surfaces végétalisées et les zones stériles ;
- Remise en place du substrat en cas de déplacement par le vent ou la pluie ;
- Désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices) ;
 - En cas de défaut de reprise (partielle ou totale), opération complémentaire de semis ou de plantation (de micromottes ou godets) ou d'installation de rouleaux pré-cultivés ;
- Fertilisation d'appoint lorsque nécessaire (consulter le département IKOGREEN d'IKO) ;
- Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales ;
- Arrosage lorsque nécessaire en relation avec les conditions climatiques ;
- Hivernage, purge et remise en eau du système d'arrosage.

2.13.1.1.2. Période de confortement

En période de confortement, les préconisations d'entretien sont identiques à celles prévues pour la période de parachèvement. L'objectif des travaux de confortement est d'obtenir au terme de ceux-ci un taux de couverture au moins égal à 80 % (cf. tableau 13).

2.13.1.1.3. Période d'entretien courant

Lors de la période d'entretien courant, les préconisations d'entretien sont identiques à celles de la période de parachèvement. La fréquence minimale d'entretien est de 2 passages/an (idéalement au début du printemps et en fin d'automne), quel que soit le mode d'installation de la végétation (semis, micromottes ou godets, tapis, Manuplac®).

2.13.1.2. Cas de la végétalisation semi-intensive

Les préconisations d'entretien pour les végétalisations semi-intensives lors des périodes de parachèvement et de confortement consistent à effectuer les opérations suivantes :

- Un arrosage est indispensable dans les périodes sèches ou chaudes, de même que la maintenance du réseau d'irrigation ; vérifier régulièrement le programmateur dans le cas d'un système d'arrosage intégré ;
- Nettoyage des dispositifs d'évacuations pluviales et des zones stériles ;
- Désherbage manuel des adventices ;
- Fertilisation d'appoint éventuelle au printemps (consulter le département IKOGREEN d'IKO) ;
- Regarnissage des zones mal venues par plantation de godets ou micromottes ;
- Apport de substrat dans les zones dégarnies ;
- Fauchage des graminées en fin d'automne ;
- Les plantes semi-ligneuses et ligneuses peuvent faire l'objet de tailles de formation si nécessaire ;
- La tailles des inflorescences sèches pour les plantes vivaces est facultative ;
- Les déchets de tontes, tailles et nettoyage doivent être évacués.

Lors de la période d'entretien courant, les préconisations d'entretien sont identiques à celles de la période de parachèvement. La fréquence est en général de 4 interventions minimum par an. Elle peut être accrue suivant les plantes mises en place (consulter le département IKOGreen d'IKO ou les Pépinières Renault).

2.14. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais n° 767472 AURÉA, juin 2017 : analyse du Substrat Meps Sempervivum (IKO Substrat Sempervivum) ;
- Rapports d'essais Critt Horticole, août 2016 : analyses Mepfiltres 100 et 250 (IKO FILTRE 100 et 250), Mepdrain (IKO DRAIN), Mepdrain 5L (IKO DRAIN 5L), Panneau Sempervivum, Substrat Manuplac, Manuplac®, Tapis Meps Sempervivum (IKO Sempervivum). Annexes G des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (Édition n°3 de mai 2018).
- Rapports d'essais IRSTEA 17/021-3, avril 2017 : mesure de capacité de débit dans le plan du Mepdrain (IKO DRAIN).
- Rapports d'essais IRSTEA 17/022-3, avril 2017 : mesure de capacité de débit dans le plan du Panneau Sempervivum.
- Rapport d'essais INRAE n°20011/01, Juin 2020 : détermination de la capacité de débit dans leur plan sous charges instantanées de l'IKO DRAIN 5L.

2.15. Références

2.15.1. Données Environnementales ⁽¹⁾

IKO Sempervivum 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.

2.15.2. Références de chantier

Les Pépinières Renault produisent, entre autres, des Sedum depuis les années 1970. IKO SAS et les Pépinières Renault commercialisent des systèmes de végétalisation de toitures depuis 1995 correspondant à plusieurs milliers de toitures réalisées en France depuis cette date dont plus de 700 réalisées avec le système Manuplac® depuis 2009.

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

2.16. Annexes du Dossier Technique

2.16.1. Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Pentés 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
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 Atec)

Tableau 2-1 – Présentation des systèmes IKO Sempervivum extensifs par semis et micromottes / godets

Système	SE-S1	SE-S2	SE-S3	SE-MMG1	SE-MMG2	SE-MMG3
Couche drainante	IKO DRAIN	IKO DRAIN 5L	Panneau Sempervivum	IKO DRAIN	IKO DRAIN 5L	Panneau Sempervivum
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾			
Substrat	IKO Substrat SEMPERVIVUM 8 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 8 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 8 cm			
Couche végétale	Végétation extensive Sedum, vivaces, graminées par semis	Végétation extensive Sedum, vivaces, graminées par semis	Végétation extensive Sedum, vivaces, graminées par semis	Végétation extensive Sedum, vivaces, graminées par micromottes ou godets	Végétation extensive Sedum, vivaces, graminées par micromottes ou godets	Végétation extensive Sedum, vivaces, graminées par micromottes ou godets

⁽¹⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2.

Tableau 2-2 – Présentation des systèmes IKO Sempervivum extensifs par tapis précultivés et Manuplac®

Système	SE-TPC1	SE-TPC2	SE-TPC3	Manuplac®
Couche drainante	IKO DRAIN	IKO DRAIN 5L	Panneau Sempervivum	Bac précultivé avec substrat Manuplac®
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	
Substrat	IKO Substrat SEMPERVIVUM 6 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 6 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 4 cm	
Couche végétale	Tapis IKO Sempervivum Sedum Green ou Mix-Flowers	Tapis IKO Sempervivum Sedum Green ou Mix-Flowers	Tapis IKO Sempervivum Sedum Green ou Mix-Flowers	Végétation extensive Sedum Green, Sedum Color ou Mix-Flowers

⁽¹⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2.

Tableau 2-3 – Présentation des systèmes IKO Sempervivum semi-intensifs

Système	SI-MMG1	SI-MMG2	SI-MMG3	SI-MMG4	SI-MMG5	SI-MMG6	SI-MMG7	SI-MMG8	SI-MMG9	SI-MMG10
Couche drainante	IKO DRAIN	IKO DRAIN 5L								
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾									
Substrat	IKO Substrat SEMPERVIVUM 12 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 12 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 15 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 15 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 20 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 20 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 25 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 25 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 30 cm	IKO Substrat SEMPERVIVUM 30 cm
Couche végétale	Végétation semi-intensive vivaces, bulbes, graminées, Sedum									

⁽¹⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2.

Tableau 3-1 – Domaine d’emploi des systèmes IKO Sempervivum extensifs en climat de plaine (pente ≤ 20 %)

Système Élément porteur :	SE-S1	SE-S2	SE-S3	SE-MMG1	SE-MMG2	SE-MMG3	SE-TPC1	SE-TPC2	SE-TPC3	Manuplac®
Maçonnerie	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Béton cellulaire	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Bois et panneaux à base de bois cf. § 2.7.4	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Tôles d’acier nervurées	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Tableau 3-2 – Domaine d’emploi des systèmes IKO Sempervivum extensifs en climat de montagne (1 % ≤ pente ≤ 5 %)

Système Élément porteur :	SE-S1	SE-S2	SE-S3	SE-MMG1	SE-MMG2	SE-MMG3	SE-TPC1	SE-TPC2	SE-TPC3	Manuplac®
Maçonnerie	oui	oui	non	oui	oui	non	oui	oui	non	oui
Béton cellulaire	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Bois et panneaux à base de bois cf. § 2.7.4	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Tôles d’acier nervurées	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non

Tableau 3-3 – Domaine d’emploi des systèmes IKO Sempervivum semi-intensifs en climat de plaine (pente ≤ 5 %)

Système Élément porteur :	SI-MMG1	SI-MMG2	SI-MMG3	Si-MMG4	SI-MMG5	SI-MMG6	SI-MMG7	SI-MMG8	SI-MMG9	SI-MMG10
Maçonnerie	oui									
Béton cellulaire	oui									
Bois et panneaux à base de bois cf. § 2.7.4	non									
Tôles d’acier nervurées	non									

Tableau 3-4 – Domaine d’emploi des systèmes IKO Sempervivum semi-intensifs en climat de montagne (1 % ≤ pente ≤ 5 %)

Système Élément porteur :	SI-MMG1	SI-MMG2	SI-MMG3	Si-MMG4	SI-MMG5	SI-MMG6	SI-MMG7	SI-MMG8	SI-MMG9	SI-MMG10
Maçonnerie	oui									
Béton cellulaire	non									
Bois et panneaux à base de bois	non									
Tôles d’acier nervurées	non									

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

Constituants	Désignation commerciale	Poids à CME (kg/m ²) ⁽¹⁾										
		Végétalisation extensive										
		Semis			Micromottes/ godets			Tapis précultivés			Manuplac [®]	
Système		SE-S1	SE-S2	SE-S3	SE-MMG1	SE-MMG2	SE-MMG3	SE-TPC1	SE-TPC2	SE-TPC3	Manuplac [®]	
Couche drainante	IKO DRAIN	0,5	/	/	0,5	/	/	0,5	/	/	/	
	IKO DRAIN 5L	/	5,7	/	/	5,7	/	/	5,7	/	/	
	Panneau Sempervivum	/	/	15,0	/	/	15,0	/	/	17,0	/	
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽²⁾	0,8			0,8			0,8			/	
Substrat	IKO Substrat Sempervivum (Épaisseur mise en place) (Épaisseur après tassement) ⁽³⁾	91			91			71,5		45,5		/
		(8 cm)			(8 cm)			(6 cm)		(4 cm)		
		(7 cm)			(7 cm)			(5,5 cm)		(3,5cm)		
Tapis précultivés	Tapis IKO Sempervivum	/			/			36,2			/	
Bac précultivé	Manuplac [®]	/			/			/			80,2	
Végétation extensive	Sedum, vivaces, graminées	10			10			/			/	
Système de végétalisation		102,3	107,5	116,8	102,3	107,5	116,8	109,0	114,2	99,5	80,2	

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

⁽²⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2.

⁽³⁾ Le poids du substrat à CME est celui correspondant à l'épaisseur après tassement naturel ; soit 13 kg/m² par cm d'épaisseur.

Note : Dans le cas des toitures de pente > 3% pour les zones A, lorsqu'il n'y a ni filtre, ni drain (§ 2.10.1.13), il faudra soustraire les poids du drain et de la couche filtrante du système choisi.

Tableau 4-2 - Poids à CME des systèmes de végétalisation IKO Sempervivum semi-intensifs

Constituants	Désignation commerciale	Poids à CME (kg/m ²) ⁽¹⁾									
		Végétalisation semi-intensive									
		Micromottes/ godets									
Système		SI-MMG1	SI-MMG2	SI-MMG3	SI-MMG4	SI-MMG5	SI-MMG6	SI-MMG7	SI-MMG8	SI-MMG9	SI-MMG10
Couche drainante	IKO DRAIN	0,5	/	0,5	/	0,5	/	0,5	/	0,5	/
	IKO DRAIN 5L	/	5,7	/	5,7	/	5,7	/	5,7	/	5,7
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽²⁾	0,8									
Substrat	IKO Substrat Sempervivum (Épaisseur mise en place) (Épaisseur après tassement) ⁽³⁾	130		162,5		214,5		266,5		312	
		(12 cm)		(15 cm)		(20 cm)		(25 cm)		(30 cm)	
		(10 cm)		(12,5 cm)		(16,5 cm)		(20,5 cm)		(24 cm)	
Végétation semi-intensive	Vivaces, bulbes, graminées, Sedum	20									
Système de végétalisation		151,3	156,5	183,8	189,0	235,8	241,0	287,8	293,0	333,3	338,5

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

⁽²⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2.

⁽³⁾ Le poids du substrat à CME est celui correspondant à l'épaisseur après tassement naturel ; soit 13 kg/m² par cm d'épaisseur.

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

Constituants	Désignation commerciale	Poids à sec (kg/m ²)										
		Végétalisation extensive										
		Semis			Micromottes/ godets			Tapis précultivés			Manuplac®	
Système		SE-S1	SE-S2	SE-S3	SE-MMG1	SE-MMG2	SE-MMG3	SE-TPC1	SE-TPC2	SE-TPC3	Manuplac®	
Couche drainante	IKO DRAIN	0,5	/	/	0,5	/	/	0,5	/	/	/	
	IKO DRAIN 5L	/	0,4	/	/	0,4	/	/	0,4	/	/	
	Panneau Sempervivum	/	/	1,6	/	/	1,6	/	/	1,6	/	
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	0,1			0,1			0,1			/	
Substrat	IKO Substrat Sempervivum ⁽²⁾	66,5 (7 cm)			66,5 (7cm)			52,3 (5,5 cm)		33,5 (3,5 cm)		/
Tapis précultivés	Tapis IKO Sempervivum	/			/			13,2			/	
Bac précultivé	Manuplac®	/			/			/			36,5	
Végétation extensive	Sedum, vivaces, graminées	1			1			/			/	
Système de végétalisation		68,1	68,0	69,2	68,1	68,0	69,2	66,1	66,0	48,4	36,5	

⁽¹⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2. Dans ce cas, remplacer 0,1 kg/m² par 0,25 kg/m² dans le calcul du poids à sec du système.

⁽²⁾ Le poids du substrat à sec est celui correspondant à l'épaisseur après tassement naturel ; soit 9,5 kg/m² par cm d'épaisseur.

Note : Dans le cas des toitures de pente > 3% pour les zones A, lorsqu'il n'y a ni filtre, ni drain (§ 2.10.1.3), il faudra soustraire les poids du drain et de la couche filtrante du système choisi.

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

Constituants	Désignation commerciale	Poids à sec (kg/m ²)									
		Végétalisation semi-intensive									
		Micromottes/ godets									
Système		SI-MMG1	SI-MMG2	SI-MMG3	SI-MMG4	SI-MMG5	SI-MMG6	SI-MMG7	SI-MMG8	SI-MMG9	SI-MMG10
Couche drainante	IKO DRAIN	0,5	/	0,5	/	0,5	/	0,5	/	0,5	/
	IKO DRAIN 5L	/	0,4	/	0,4	/	0,4	/	0,4	/	0,4
Couche filtrante	IKO FILTRE 100 ⁽¹⁾	0,1									
Substrat	IKO Substrat Sempervivum ⁽²⁾	95 (10 cm)		118,8 (12,5 cm)		156,8 (16,5 cm)		194,8 (20,5 cm)		228 (24 cm)	
Végétation semi-intensive	Vivaces, bulbes, graminées, Sedum	2									
Système de végétalisation		97,6	97,5	121,4	121,3	159,4	159,3	197,4	197,3	230,6	230,5

⁽¹⁾ IKO FILTRE 100 peut être remplacé par IKO FILTRE 250 selon § 2.9.3.2. Dans ce cas, remplacer 0,1 kg/m² par 0,25 kg/m² dans le calcul du poids à sec du système.

⁽²⁾ Le poids du substrat à sec est celui correspondant à l'épaisseur après tassement naturel ; soit 9,5 kg/m² par cm d'épaisseur.

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

Systèmes extensifs	SE-S1	SE-S2	SE-S3	SE-MMG1	SE-MMG2	SE-MMG3	SE-TPC1	SE-TPC2	SE-TPC3	Manuplac®
Capacité maximale de réserve en eau (l/m ²)	34,2	39,5	47,6	34,2	39,5	47,6	42,9	48,2	51,1	43,7
Systèmes semi-intensifs	SI-MMG1	SI-MMG2	SI-MMG3	SI-MMG4	SI-MMG5	SI-MMG6	SI-MMG7	SI-MMG8	SI-MMG9	SI-MMG10
Capacité maximale de réserve en eau (l/m ²)	53,7	59,0	62,4	67,7	76,4	81,7	90,4	95,7	102,7	108,0

⁽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 de la Manuplac®

	Désignation	Unité	Caractéristique
Bac vide (sans le substrat)	Dimensions hors système d'accroche (L x l x h)	mm	480 x 480 x 70
	Dimensions hors tout (L x l x h)	mm	500 x 500 x 70
	Épaisseur des parois	mm	1,9
	Nature	/	PEHD recyclé
	Poids	g	820
	Volume retenu dans les 25 mm	l/bac	7,8
	Surface portante	%	30
Substrat	Substrat Manuplac®	/	cf. tableau 8
	Épaisseur (après tassement)	cm	7 cm
Bac plein (avec le substrat)	Poids à sec	kg/bac	8,2
		kg/m ²	36,5
	Poids à CME	kg/bac	18,1
		kg/m ²	80,2
	Capacité maximale de réserve en eau	kg/bac	9,8
		kg/m ²	43,7
Charge maximale admissible	t/m ²	2	

Calcul de la contrainte apportée sur la membrane :

Contrainte apportée = (contrainte liée à la poussée du système végétalisé 80,2 daN/m² + charge climatique) / surface de contact de la cassette sur la membrane de 30%

Nota : la contrainte apportée doit rester inférieure à la contrainte maximale admise par la membrane.

Tableau 8 – Caractéristiques techniques des IKO substrats Sempervivum et Manuplac®

Caractéristique	Unité	Protocole de référence	IKO Substrat Sempervivum	Substrat Manuplac®
Masse volumique à CME	kg/m ³	Annexe G1 ⁽¹⁾	1 300 ± 150	1 300 ± 150
Masse volumique à sec	kg/m ³	Annexe G1 ⁽¹⁾	950 ± 100	800 ± 100
Perméabilité verticale	mm/min	Annexe G1 ⁽¹⁾	≥ 25	≥ 10
Rétention maximale en eau	% volume	Annexe G1 ⁽¹⁾	≥ 35	≥ 50
Porosité à l'air à CME	% volume	Annexe G1 ⁽¹⁾	≥ 10	≥ 10
Granulométrie	mm	NF EN 15428	0 – 16	0 – 16
Fines (< 0,063 mm)	% masse sèche (ms)	NF EN 933-1	≤ 15	≤ 15
Conductivité électrique	mS/m	NF EN 13038	≤ 150	≤ 150
PH H ₂ O	-	NF EN 13037	5,5 à 8	5,5 à 8
Matière organique	% masse sèche	NF EN 13039	≤ 10	≤ 10

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

Tableau 9 – Choix de la couche drainante avec les systèmes IKO Sempervivum extensifs, en climat de plaine et de montagne

Pente	Zone 1 de pluviométrie ⁽¹⁾		Zone 2 de pluviométrie		Zone 3 de pluviométrie	
	Plaine	Montagne	Plaine	Montagne	Plaine	Montagne
≤ 3 %	IKO DRAIN ou IKO DRAIN 5L ⁽²⁾ <small>(3)</small>		IKO DRAIN 5L ⁽²⁾ ⁽³⁾		PANNEAU SEMPERVIVUM ⁽⁴⁾	
> 3 % et ≤ 20 %	Aucune couche drainante		PANNEAU SEMPERVIVUM ⁽⁴⁾		PANNEAU SEMPERVIVUM ⁽⁴⁾	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

⁽¹⁾ Zone 1 de la carte de pluviométrie en Annexe 1 + bordure côtière atlantique sur 20 km de largeur environ.

⁽²⁾ Sur pente ≥ 0 % et ≤ 3 %, IKO DRAIN (ou IKO DRAIN 5L) + IKO FILTRE 100 peuvent être remplacés par une épaisseur totale de substrat IKO Sempervivum supérieure d'au moins 2 cm (soit + 26 kg/m² à CME) à celle préconisée dans la solution drainée.

⁽³⁾ En cas de réfection, l'ancienne couche de gravillons peut, après criblage, être réutilisée à la place de IKO DRAIN ou IKO DRAIN 5L.

⁽⁴⁾ En cas d'arrosage automatique intégré, il est possible de remplacer le PANNEAU SEMPERVIVUM par IKO DRAIN 5L (ou IKO DRAIN) ou de supprimer la couche drainante si la pente est > 3 %.

Tableau 10 – Taux de couverture en fonction du mode de mise en œuvre

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 (tapis, Manuplac [®])	Toutes saisons	≥ 70 %	≥ 80 %	≥ 80 %
Plantation de micromottes ou 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 1).

⁽³⁾ Les taux de couvertures ne sont garantis que si l'entretien préconisé a été réalisé.

Tableau 11 – Récapitulatif relatif à la zone stérile (cf. § 2.10.1)

Ouvrages ou points singuliers			Zone stérile ⁽²⁾
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	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
		Sans graminées, vivaces (autres que Sedum) et plantes ligneuses	Facultative
	Végétalisation semi-intensive		Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
Noues centrales ou de rives (zone B de figure 5)	Pente du fil d'eau ≤ 2 %	Pente des versants < 3 % (support 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 du support en maçonnerie.

⁽²⁾ En climat de montagnes les zones stériles sont de largeur minimale 40 cm

Tableau 12 – Conditions d’arrosage en fonction des zones de pluviométrie (cf. § 2.12)

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⁾	Obligatoire	Obligatoire	Obligatoire

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

Tableau 13 – Durée de la période de confortement et fréquence minimale d’intervention

Type de végétalisation	Tapis ou Manuplac®	Plantation de micromottes ou 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.



Figure 1 – Sens de pose de la Manuplac® pour des pentes > 0 %



Figure 1 bis – Manuplac : vue du dessous

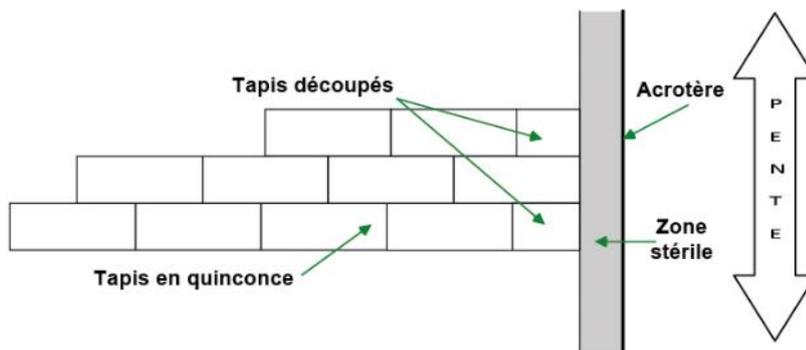


Figure 2 – Mise en œuvre des tapis pré-cultivés IKO Sempervivum

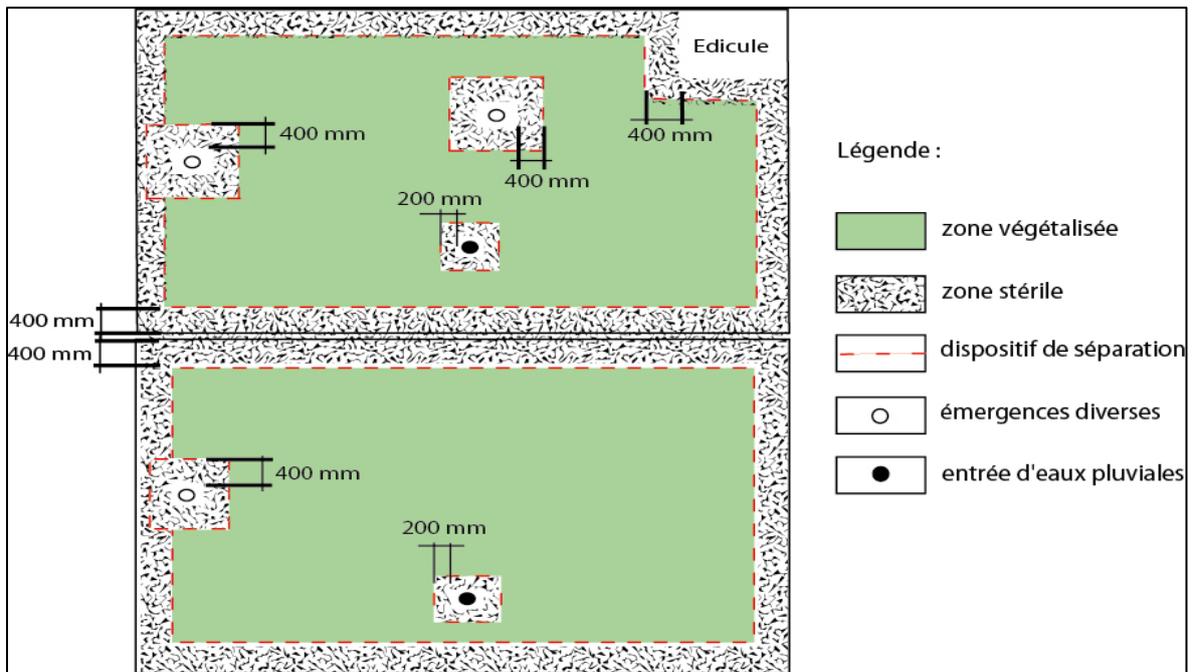
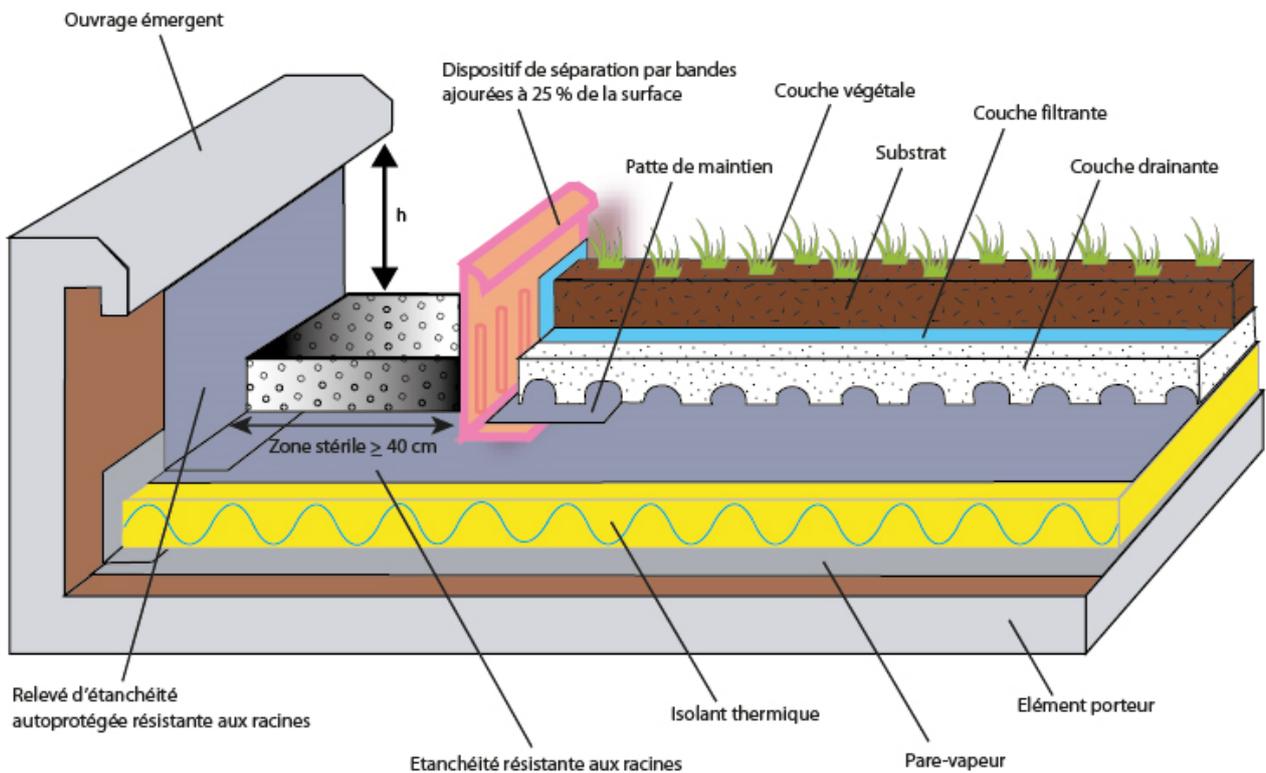


Figure 3 – Zones stériles

Nota : Dans le cas de climat de montagne, les zones stériles sont de largeur minimale de 400 mm



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

Figure 4 – Principe d'une toiture végétalisée

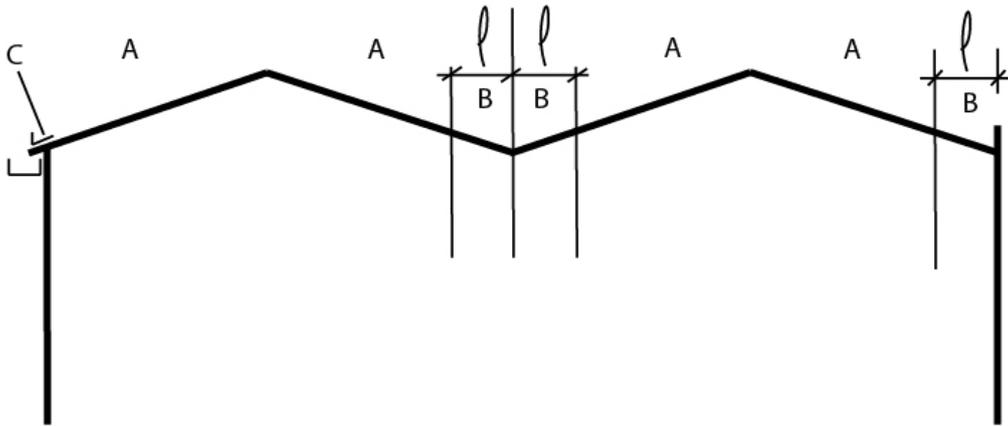


Figure 5 – Principes généraux de présence d'une zone stérile suivant les zones et la pente

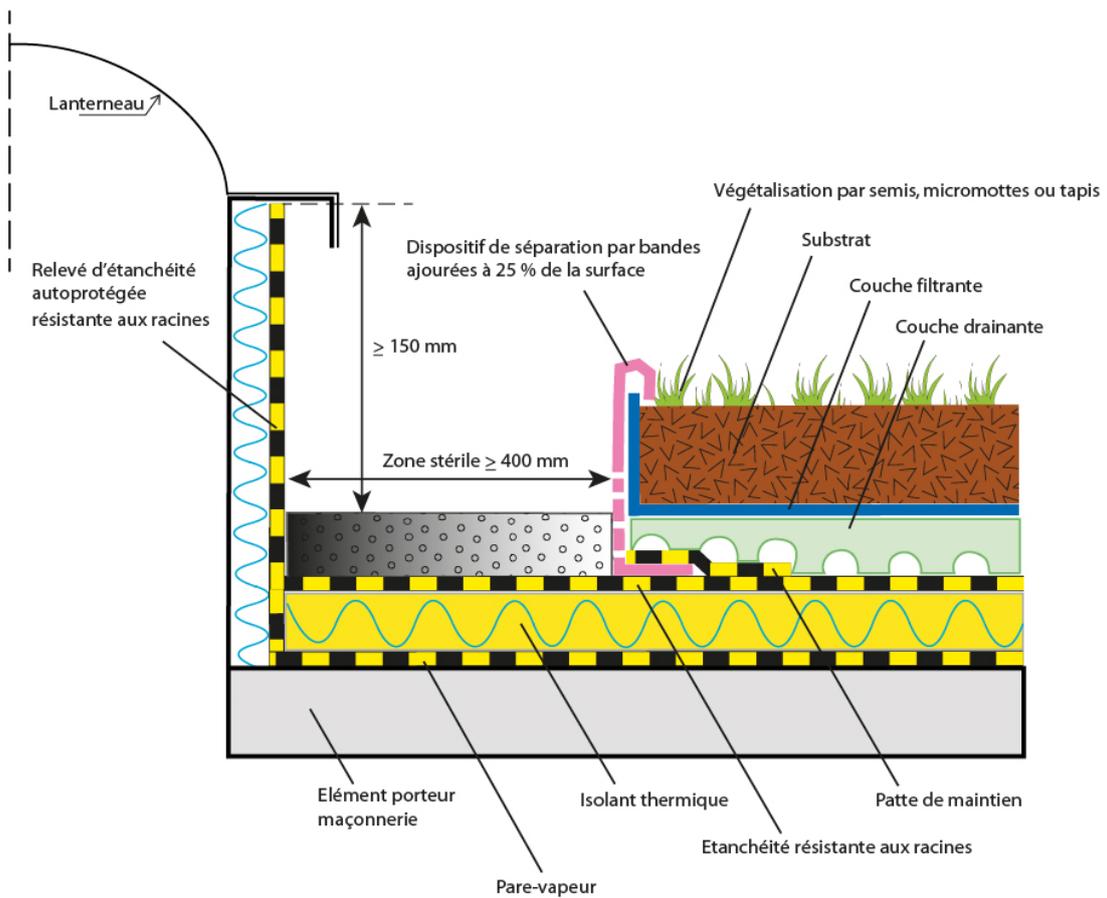


Figure 6 – Relevé contre costière de lanterneau avec zone stérile

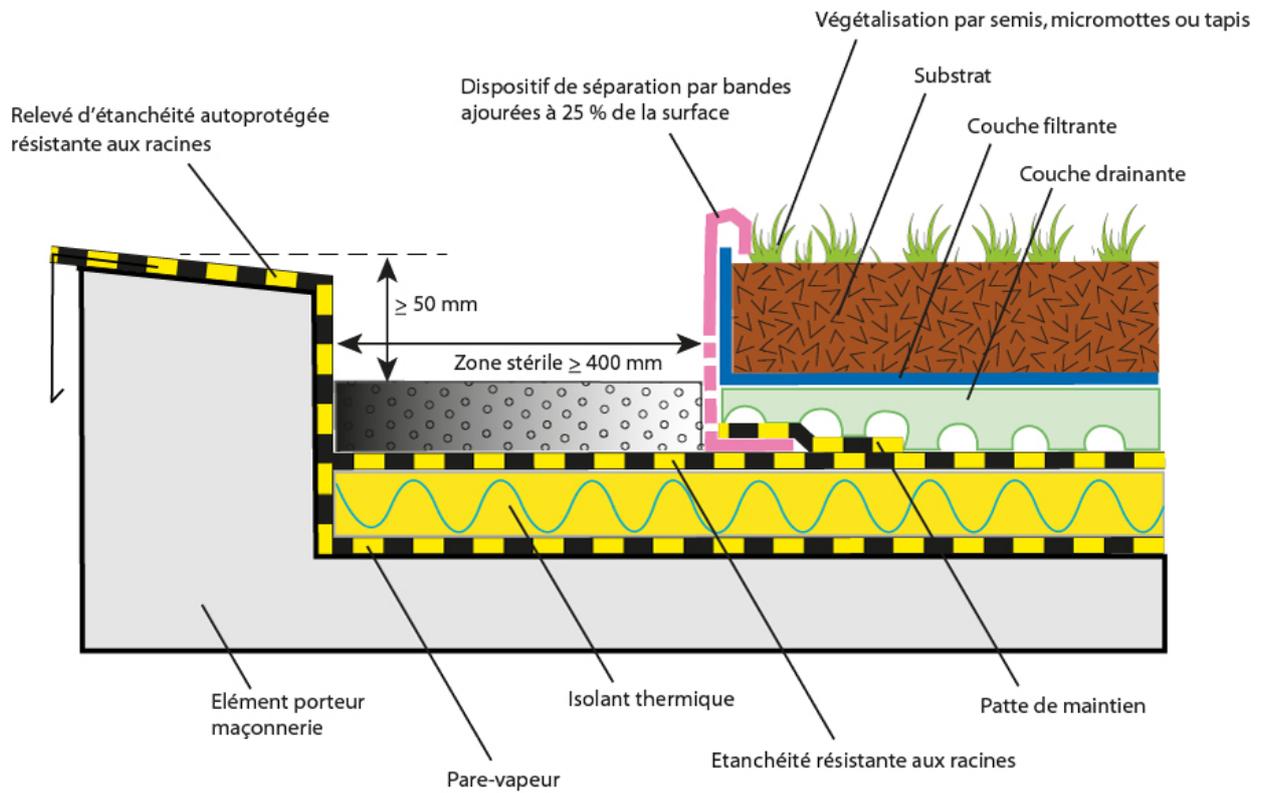
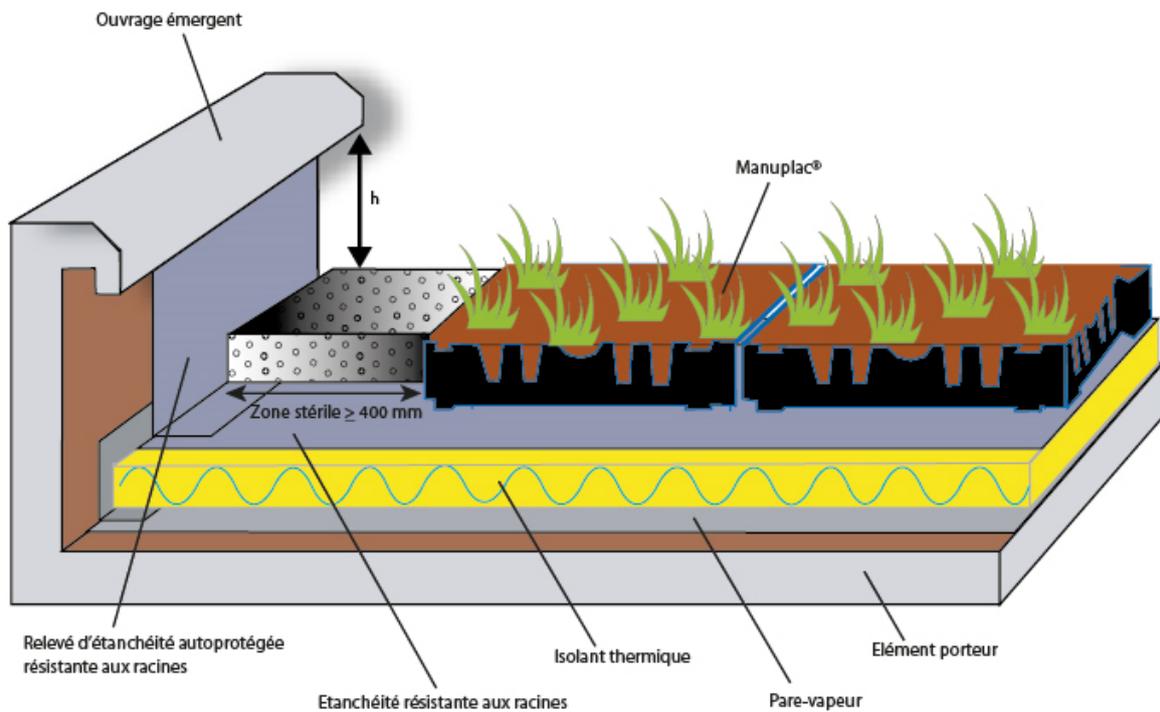


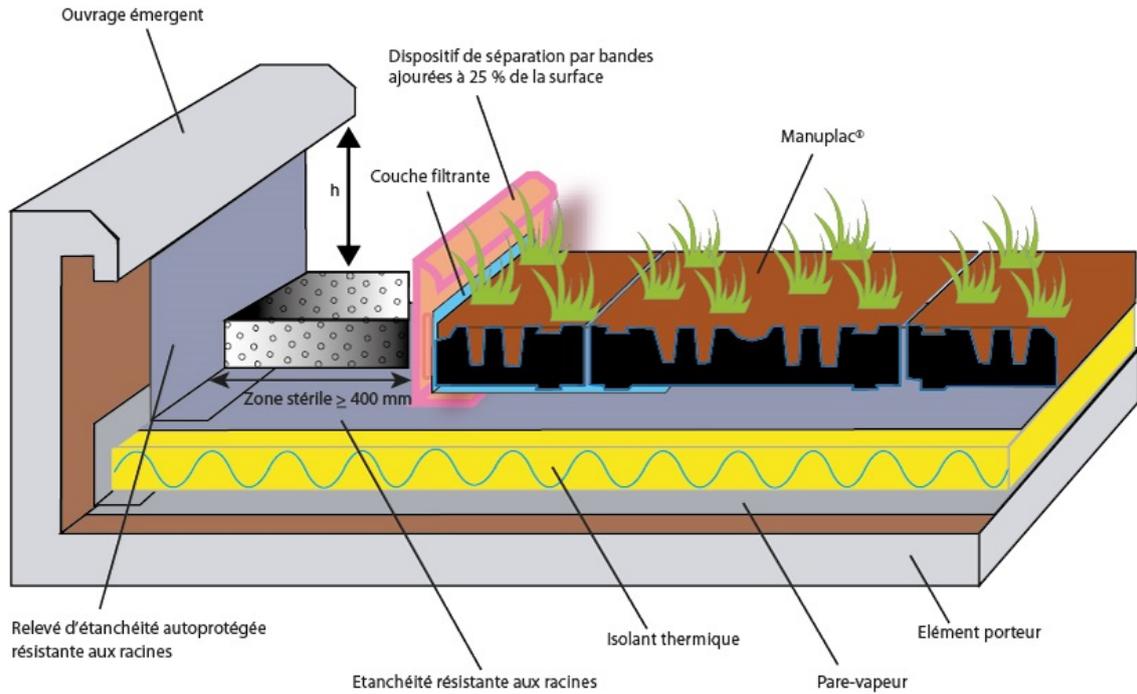
Figure 7 – Acrotère revêtu jusqu'à l'arête extérieure avec zone stérile



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

Figure 8 – Végétalisation extensive par Manuplac® (avec dalle non découpée)

Nota : les dispositifs de sécurité contre les chutes de hauteur ne sont pas représentés et ne sont pas visés par le présent Avis Technique



h = conforme au NF DTU en fonction de la pente et de la protection

Figure 9 – Végétalisation extensive par Manuplac® (avec dalle découpée)

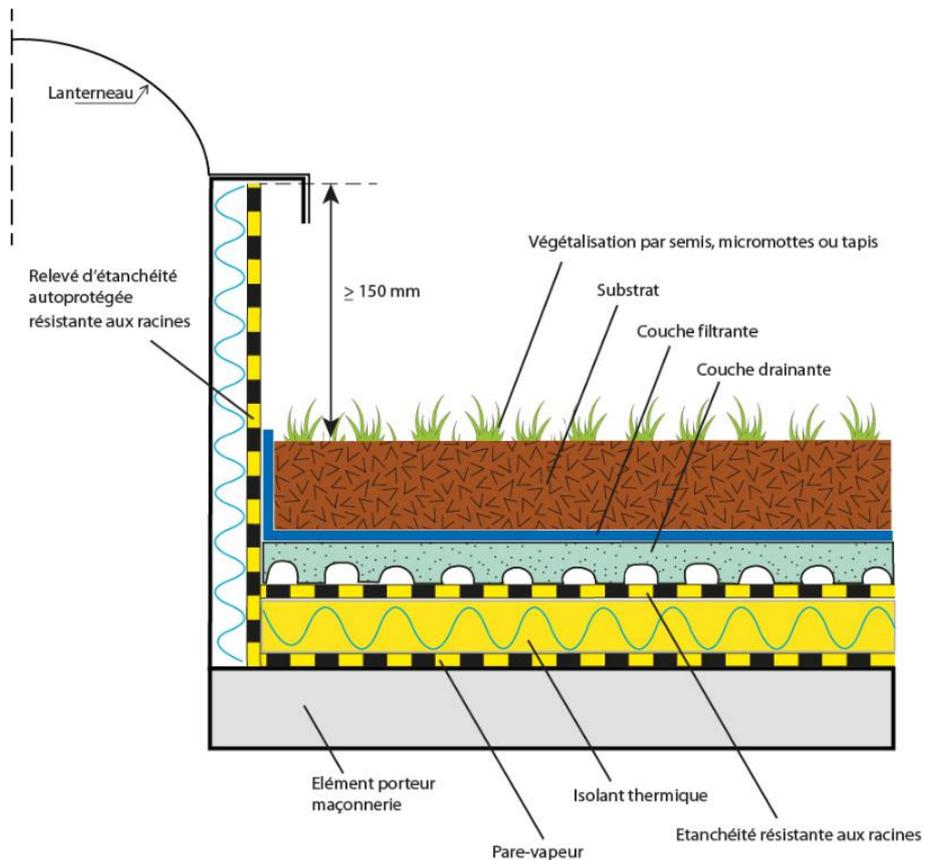


Figure 10 – Cas général : hauteur de relevé en l'absence de zone stérile (cf. § 2.10.1) – Végétalisation extensive par Sedum

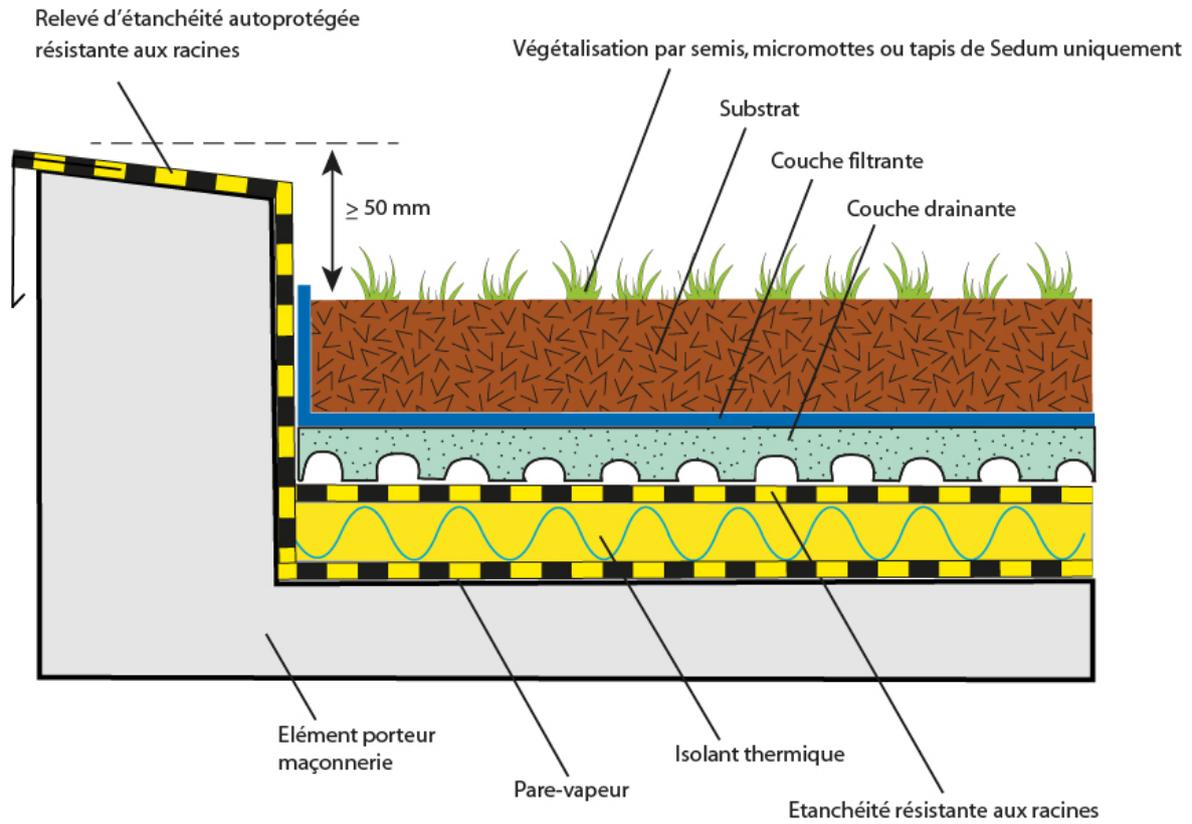


Figure 11 – Cas où l'étanchéité revêt l'acrotère : hauteur de relevé en l'absence de zone stérile- Végétalisation extensive par Sedum

Nota : les dispositifs de sécurité contre les chutes de hauteur ne sont pas représentés et ne sont pas visés par le présent Avis Technique

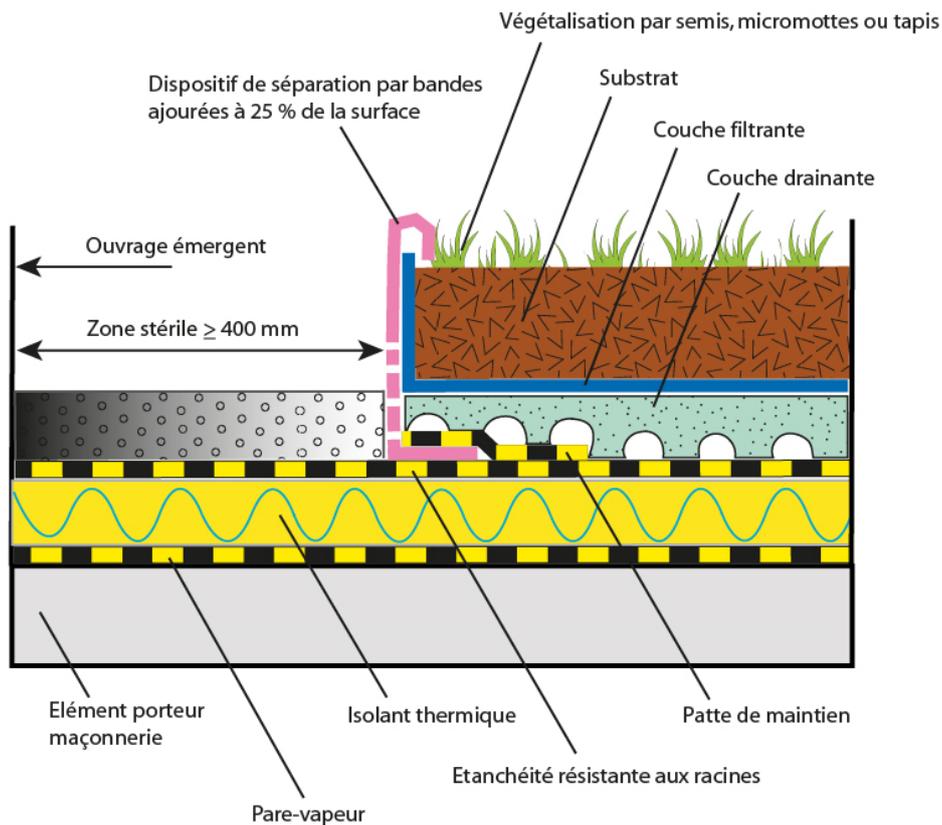


Figure 12 – Exemple de dispositif de séparation par bande métallique

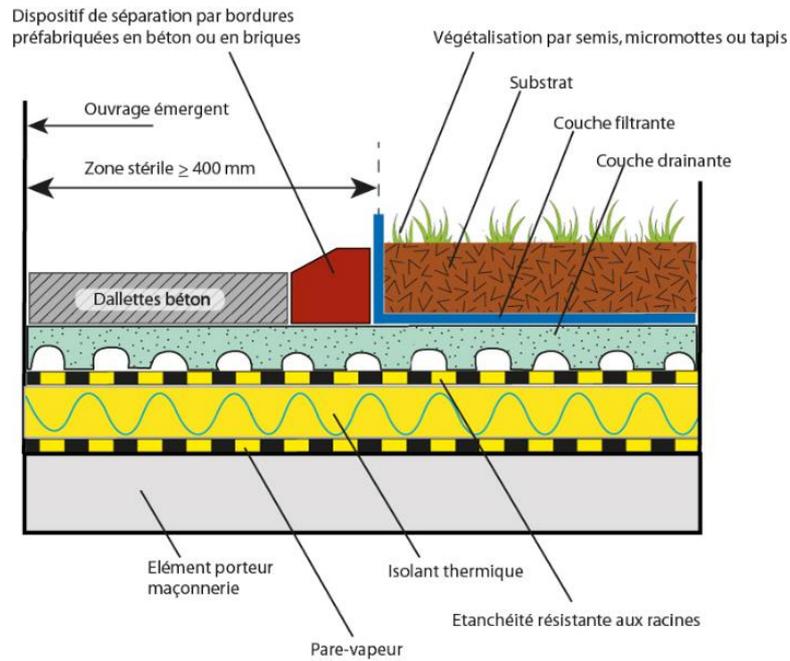


Figure 13 – Exemple de dispositif de séparation par bordure préfabriquée en béton ou en briques

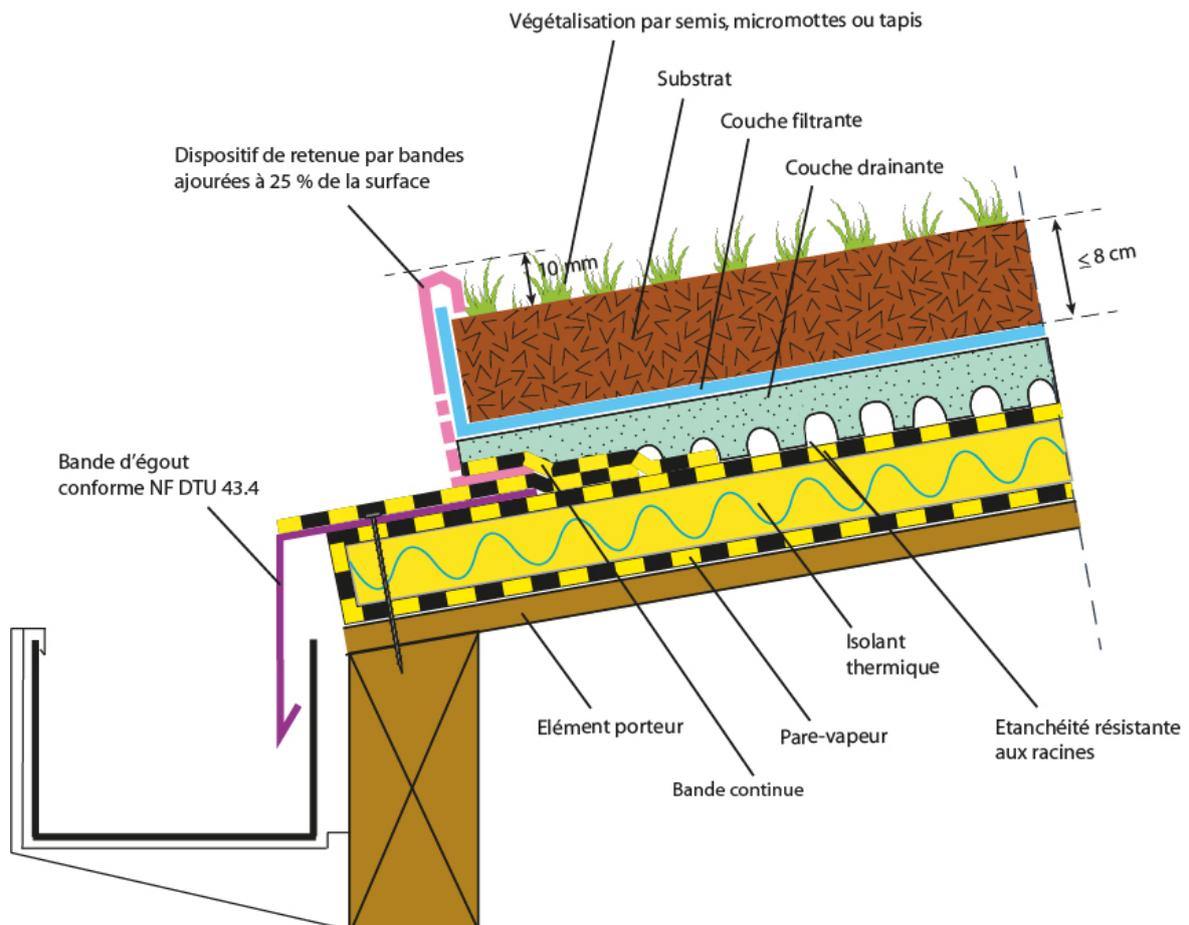


Figure 14 – Exemple de dispositif de retenue par bandes ajourées métalliques – pente maximale 20 %

Nota : les dispositifs de sécurité contre les chutes de hauteur ne sont pas représentés et ne sont pas visés par le présent Avis Technique

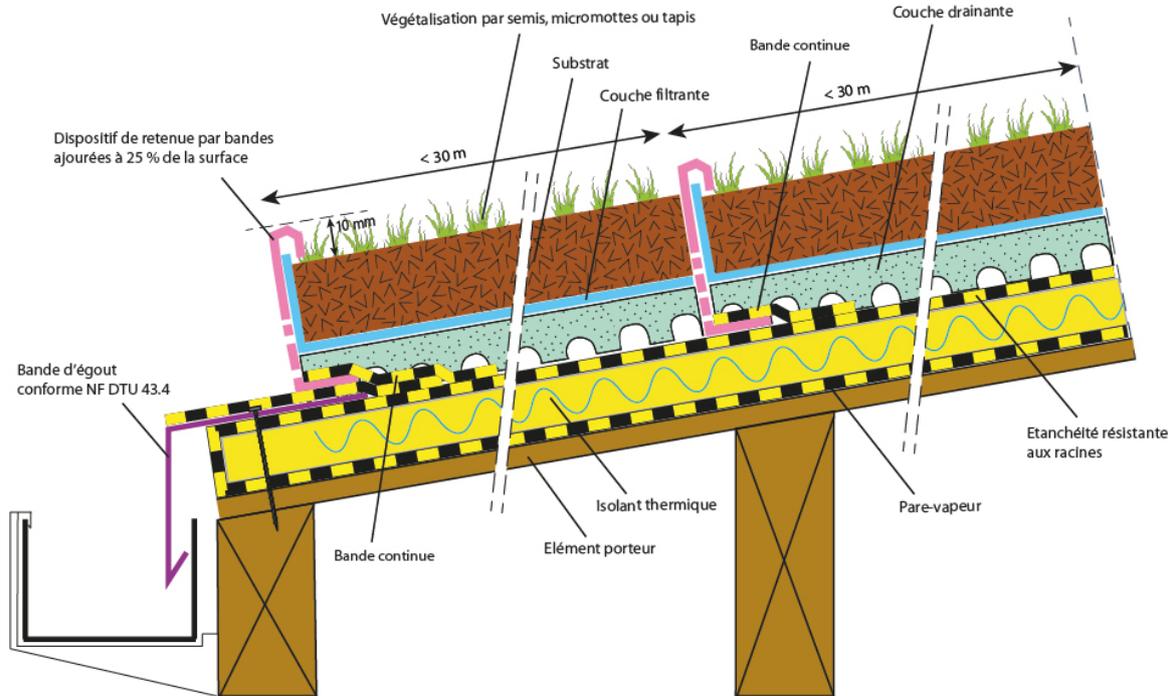


Figure 14 bis – Exemple de dispositif de retenue par bandes ajourées métalliques en cas de longueur de rampant > 30 m – pente maximale 20 %

Nota : les dispositifs de sécurité contre les chutes de hauteur ne sont pas représentés et ne sont pas visés par le présent Avis Technique

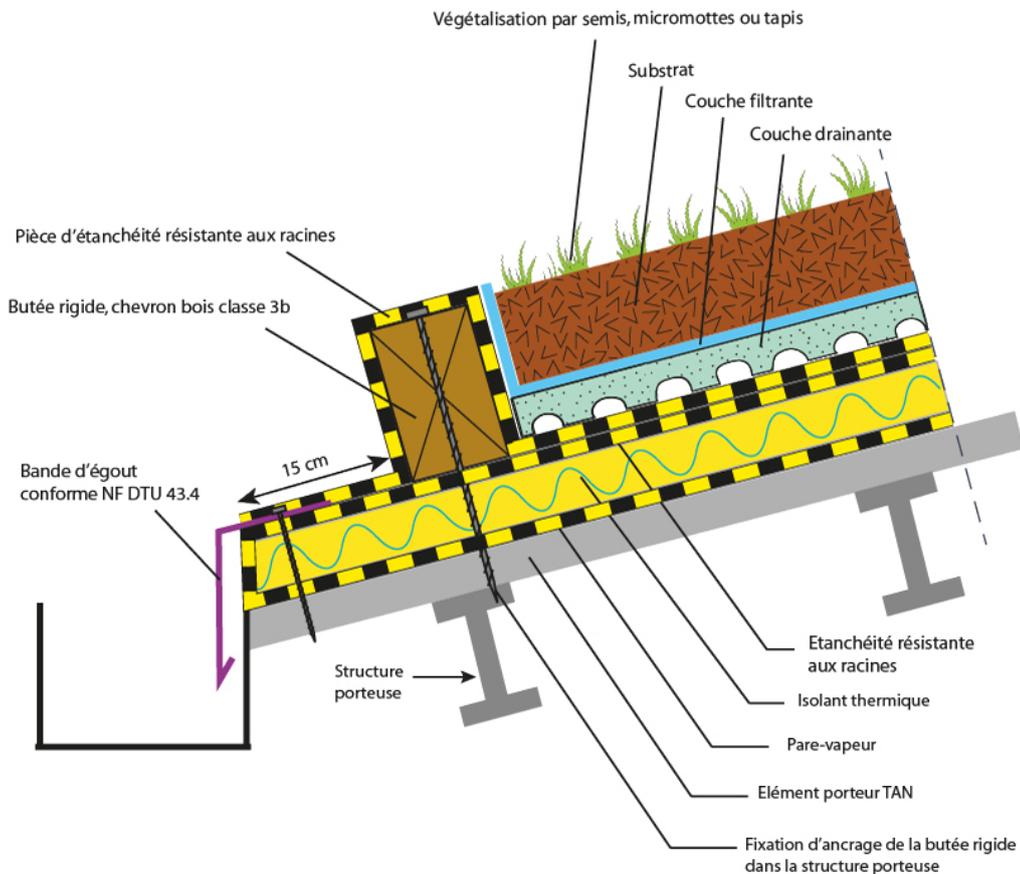


Figure 15 – Exemple de dispositif de retenue par chevrons en bois avec étanchéité bitumineuse pente maximale 20 %

Nota : les dispositifs de sécurité contre les chutes de hauteur ne sont pas représentés et ne sont pas visés par le présent Avis Technique

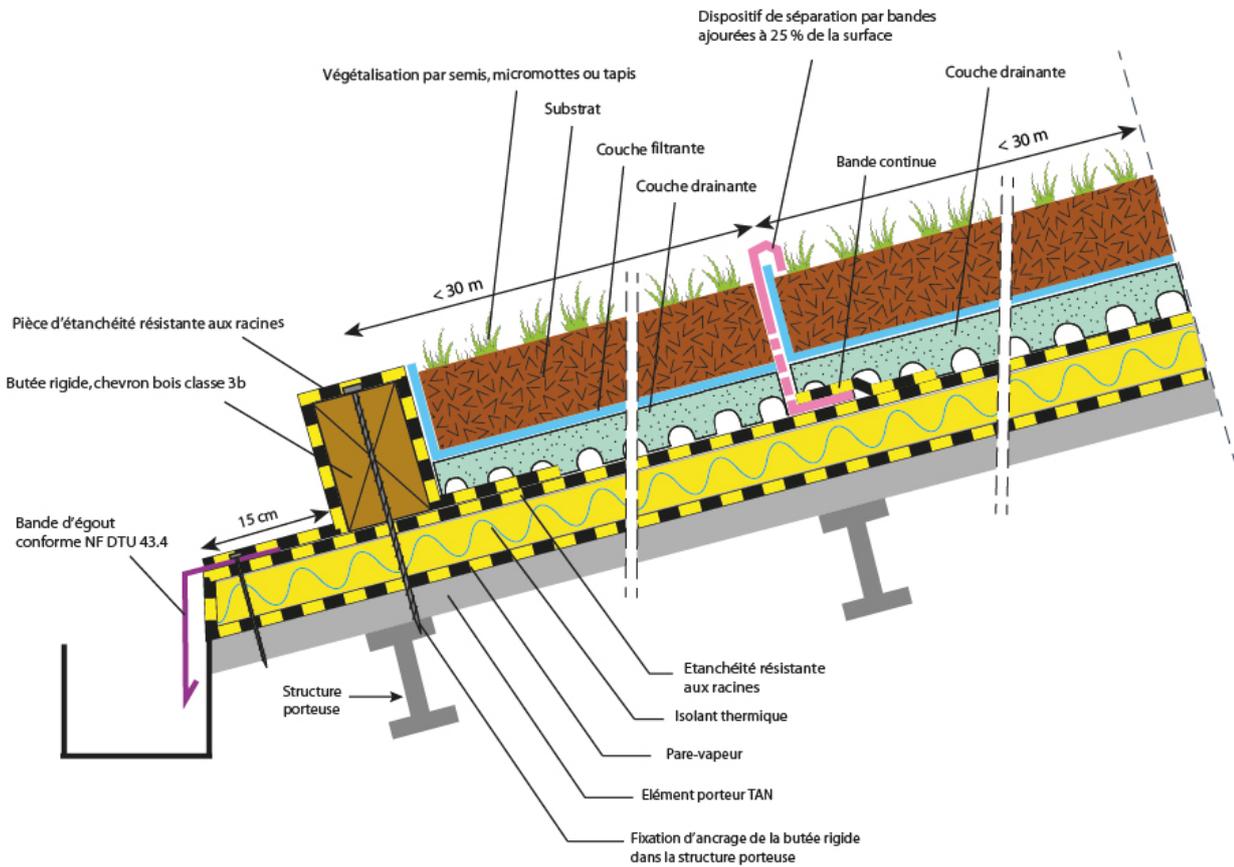


Figure 15 bis – Exemple de dispositif de retenue par chevrons en bois avec étanchéité bitumeuse en cas de longueur de rampant > 30 m – pente maximale 20 %

Nota : les dispositifs de sécurité contre les chutes de hauteur ne sont pas représentés et ne sont pas visés par le présent Avis Technique

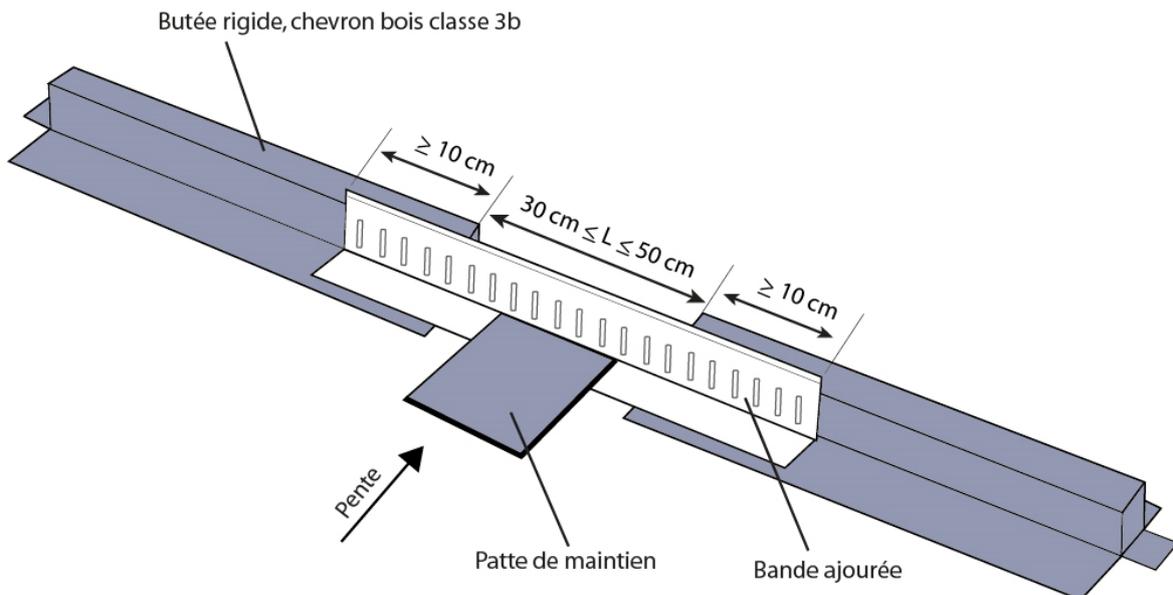


Figure 15ter – Traitement au droit des interruptions des butées en chevrons bois étanchés par bande métallique ajourée fixée par patte de maintien soudée

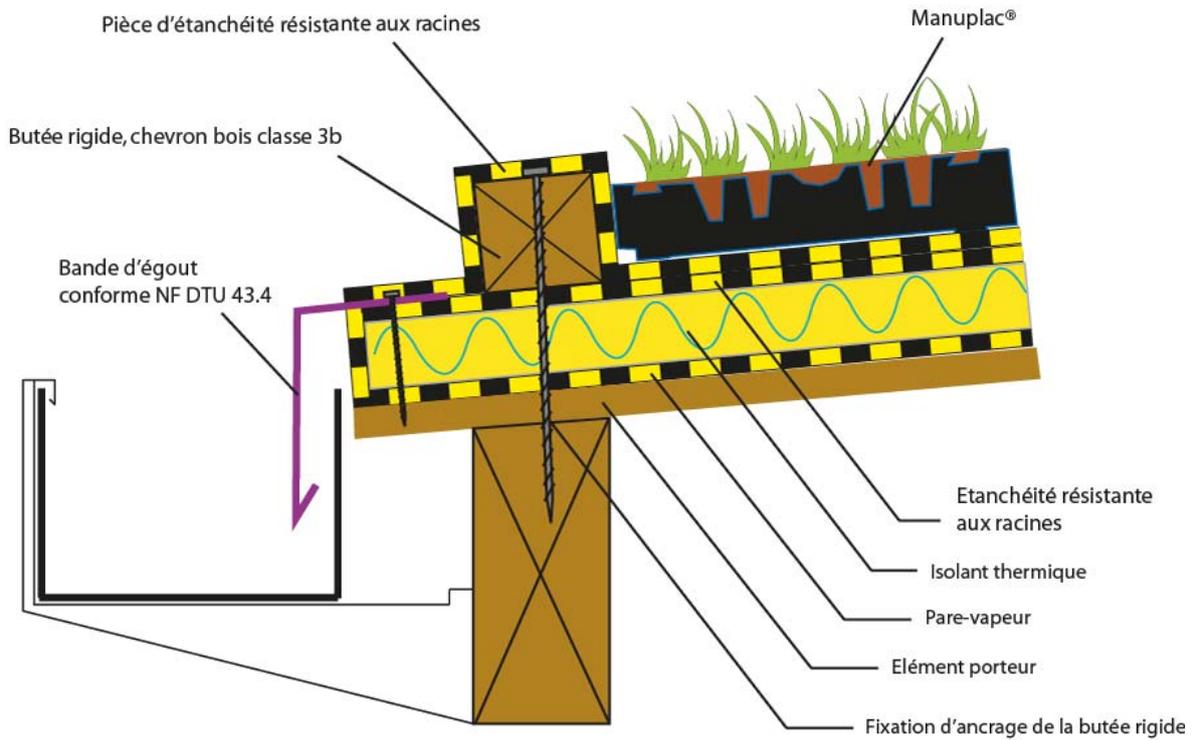


Figure 16 – Exemple de dispositif de retenue par chevrons bois pour système Manuplac® sur étanchéité bitumineuse

Nota : En climat de montagne, les zones stériles sont de largeur 400 mm minimum.

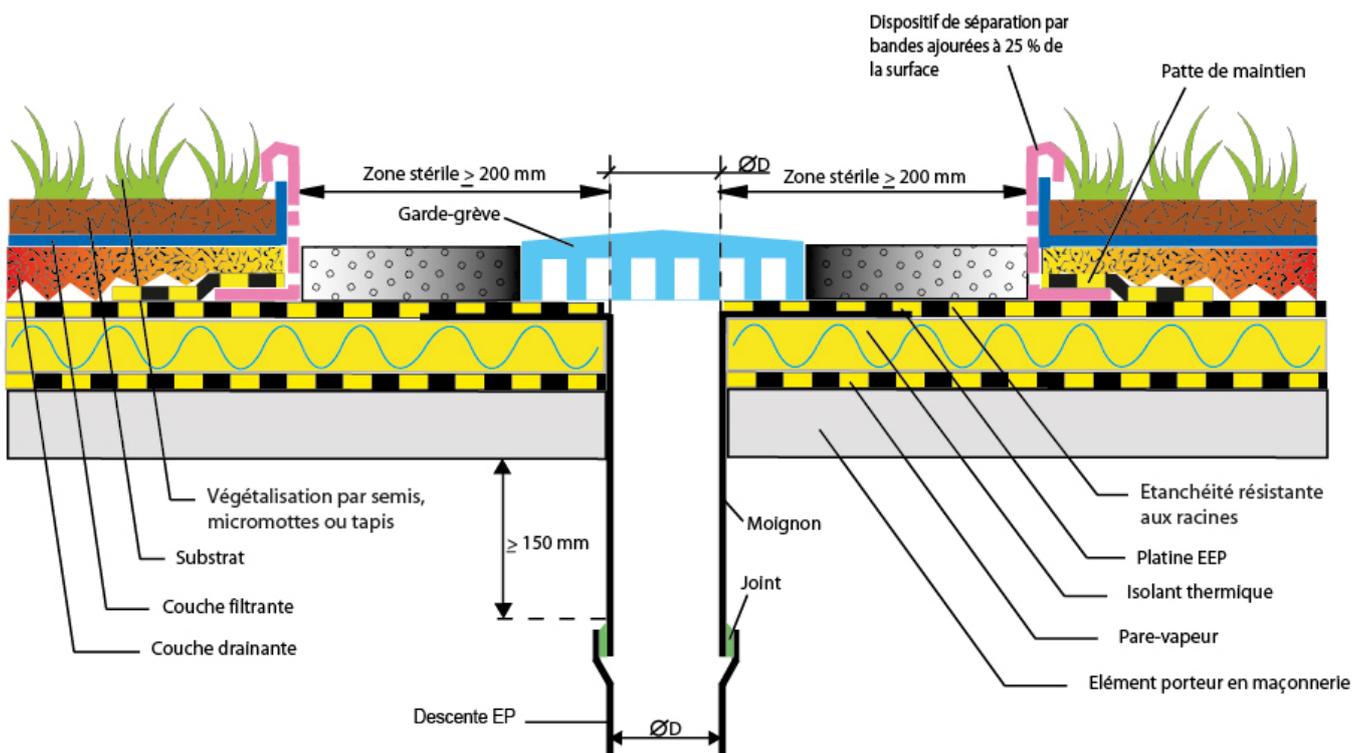


Figure 17 – Évacuation d'eaux pluviales avec zone stérile

Nota : Dans le cas de climat de montagne, les zones stériles sont de largeur minimale de 400 mm

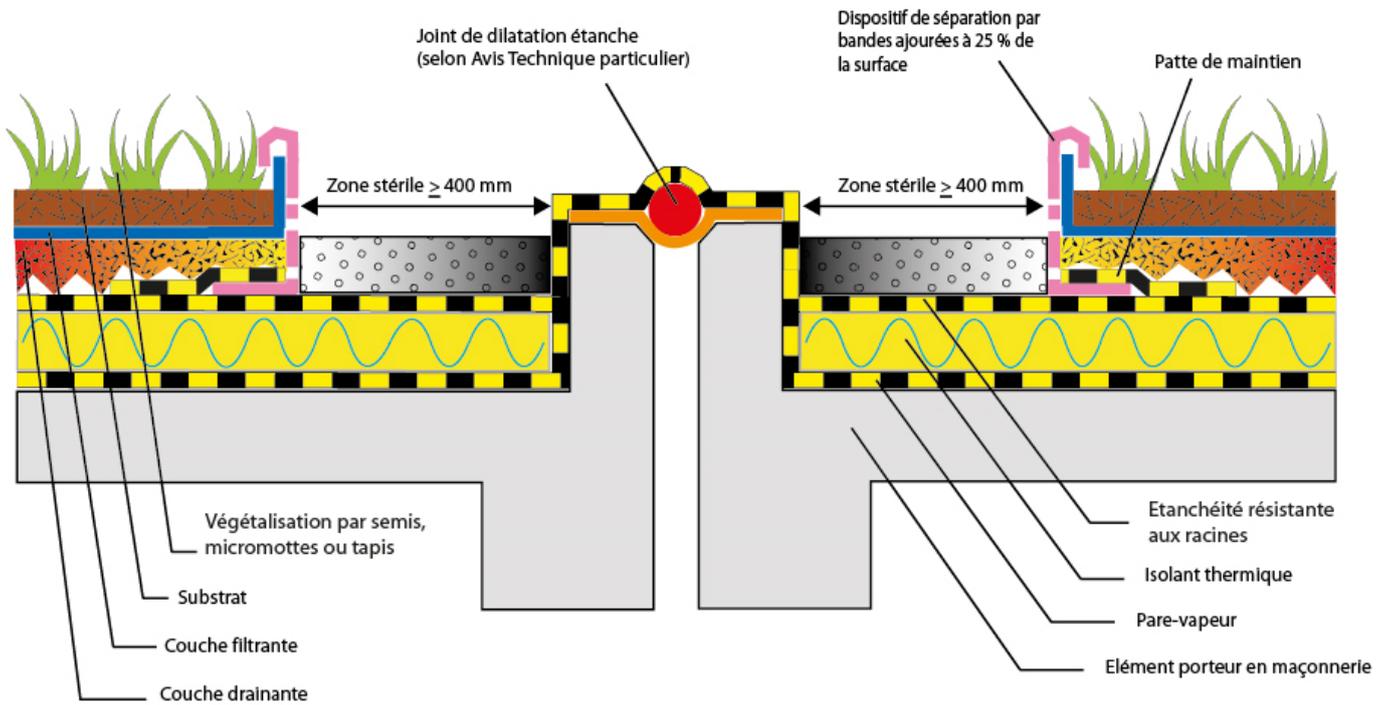


Figure 18 – Joint de dilatation apparent avec zone stérile

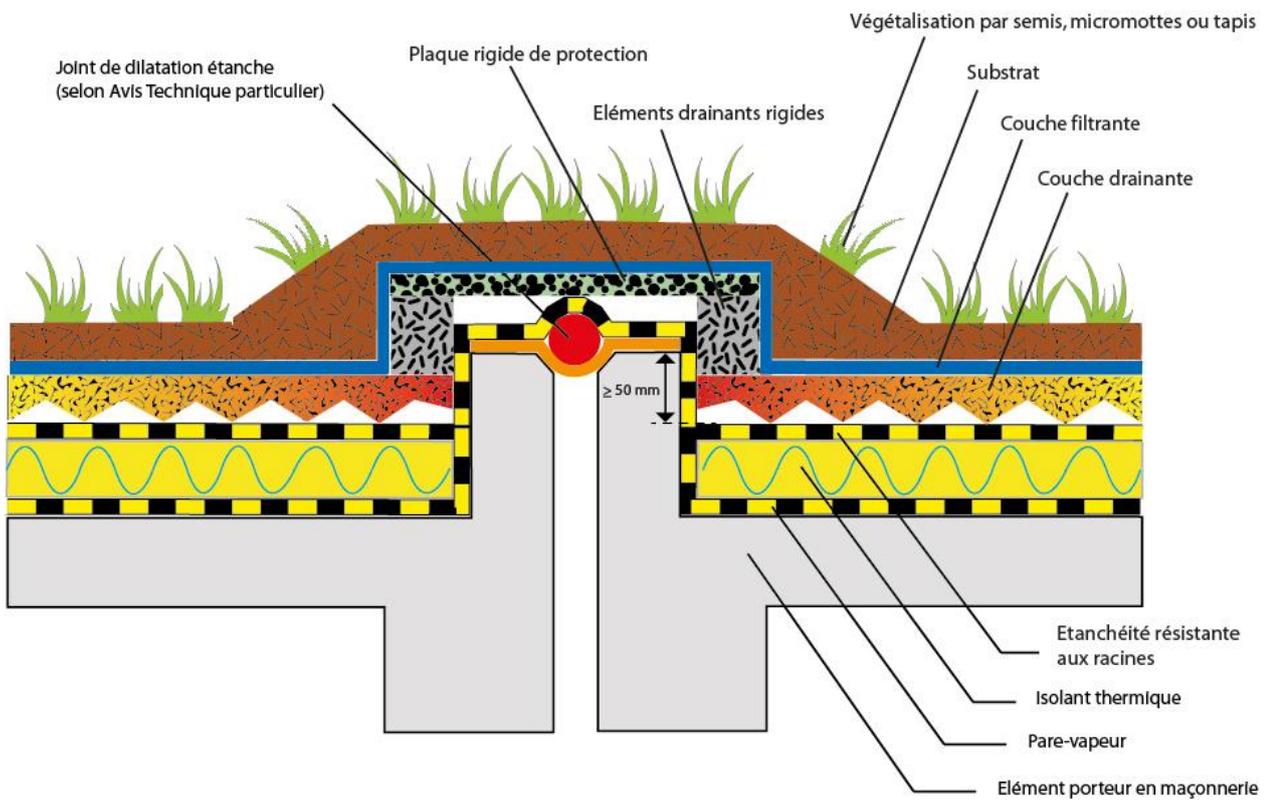


Figure 19 – Joint de dilatation recouvert de végétalisation

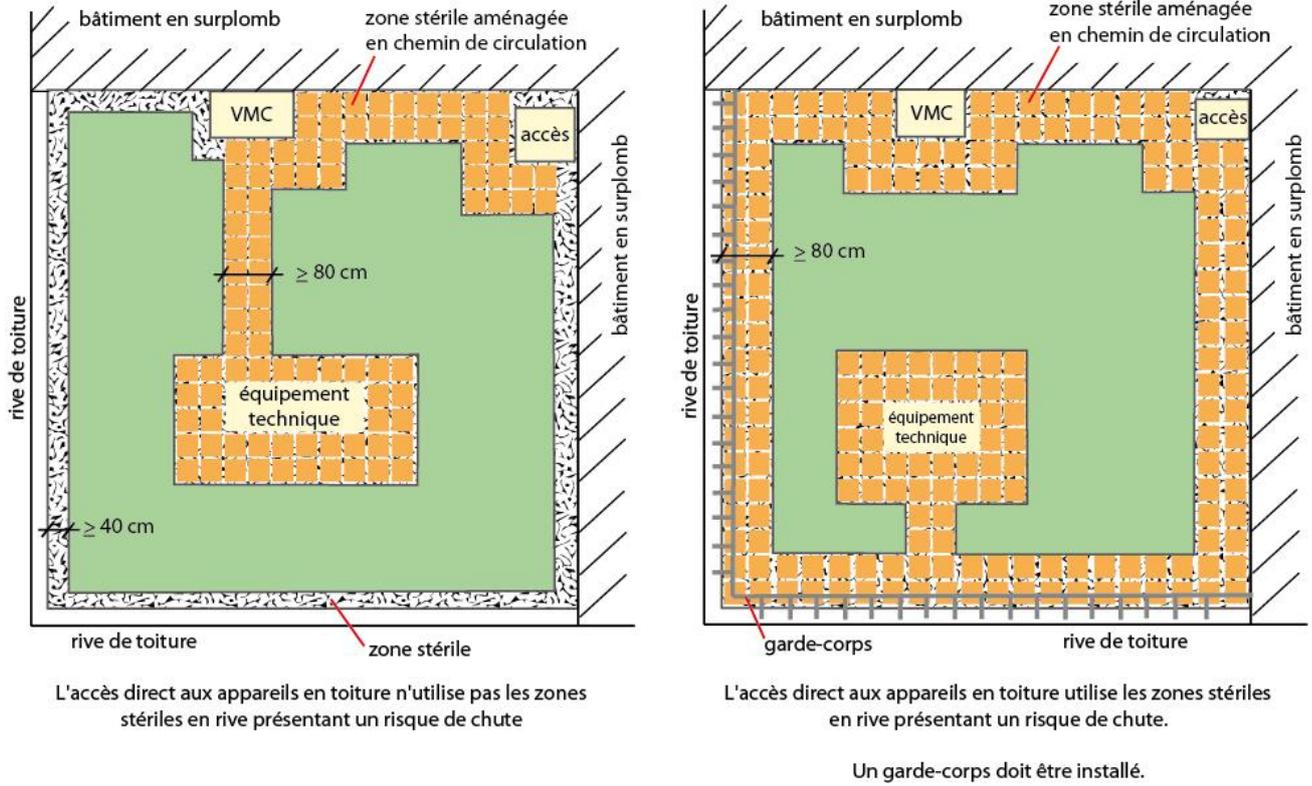
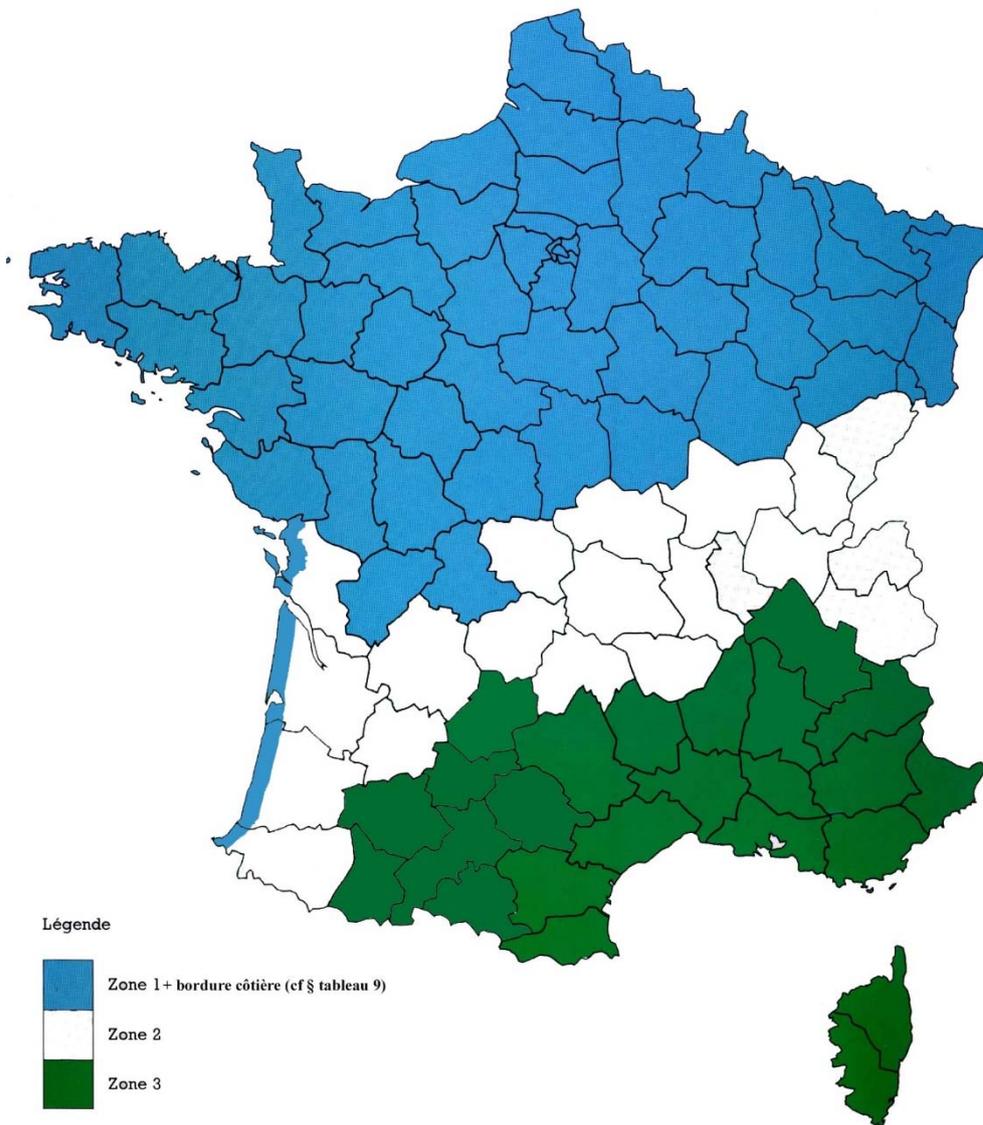


Figure 20 – Exemples d'accès direct aux équipements en toiture

2.16.2. Annexe 1 : ZONES DE PLUVIOMÉTRIE



2.16.3. Annexe 2

Liste indicative et non exhaustive des végétaux pour systèmes IKO Sempervivum semi-intensifs

Nom botanique	Nom commun	Catégorie	Nom botanique	Nom commun	Catégorie
Achillea tomentosa	Achillée tomenteuse	Vivace herbacée	Nepeta mussinii	Chataire mussinii	Vivace herbacée
Allium christophii	Ail de Perse	Vivace à bulbe	Origanum vulgare	Origan commun	Vivace herbacée
Allium schoenoprasum	Ciboulette	Vivace à bulbe	Oenothera missouriensis (1)	Oenothère du Missouri (1)	Vivace herbacée
Alyssum montanum	Alysse des montagnes	Vivace herbacée	Pennisetum alopecuroides	Herbe aux écouvillons	Graminée
Anacyclus depressus	Camomille marocaine	Vivace herbacée	Poa alpina	Pâturin des Alpes	Graminée
Anthemis tinctoria	Anthémis des teinturiers	Vivace herbacée	Petrorhagia saxifraga	Œillet des rochers	Vivace herbacée
Armeria maritima (1)	Gazon d'Espagne (1)	Vivace herbacée	Potentilla fruticosa	Potentille arbustive	Vivace herbacée
Calamintha nepeta	Petit calament	Vivace herbacée	Potentilla verna	Potentille printanière	Vivace herbacée
Carex buchanii	Laîche de Buchanan	Graminée	Prunella grandiflora	Brunelle à grandes fleurs	Vivace herbacée
Carex comans 'Bronze Form'	Laîche 'Bronze Form'	Graminée	Pulsatilla vulgaris	Anémone pulsatile	Vivace herbacée
Carex Montana	Laîche des montagnes	Graminée	Rosmarinus officinalis (1)	Romarin officinal	Arbrisseau
Centaurea scabiosa	Centaurée scabieuse	Vivace herbacée	Rosmarinus prostratus (1)	Romarin 'Prostratus' prostré (1)	Arbrisseau
Cerastium tomentosum	Céraiste cotonneux	Vivace herbacée	Salvia officinalis (1)	Sauge officinale (1)	Vivace herbacée
Chrysanthemum leucanthemum	Marguerite	Vivace herbacée	Sanguisorba minor	Petite pimprenelle	Vivace herbacée
Crocus tommasinianus	Crocus de Thomas	Vivace à bulbe	Santolina chamaecyparissus (1)	Santoline petit cyprès (1)	Vivace herbacée
Dianthus deltoides	Œillet à delta	Vivace herbacée	Sedum spectabile	Orpin d'automne	Vivace succulente
Euphorbia cyparissias	Euphorbe petit-cyprès	Vivace herbacée	Silene uniflora	silene	Vivace herbacée
Euphorbia myrsinites (1)	Euphorbe de Corse (1)	Vivace herbacée	Stipa tenuifolia	Cheveux d'anges	Graminée
Euphorbia polychroma (1)	Euphorbe polychrome (1)	Vivace herbacée	Teucrium chamaedrys	Germandrée	Vivace herbacée
Festuca glauca	Fétuque bleue	Graminée	Thymus vulgaris	Thym	Vivace ligneuse
Festuca ovina	Fétuque des moutons	Graminée	Thymus serpyllum	Thym serpolet	Vivace ligneuse
Fragaria vesca	Fraisier des bois	Vivace herbacée	Verbascum nigrum	Molène noire	Vivace herbacée
Geranium macrorrhizum (1)	Géranium à gros rhizome (1)	Vivace herbacée	Verbascum phoeniceum (1)	Molène de Phénicie (1)	Vivace herbacée

Nom botanique	Nom commun	Catégorie
Geranium sanguineum	Géranium sanguin	Vivace herbacée
Hieracium x rubrum	Epervière à grappes	Vivace herbacée
Hypericum polyphyllum	Millepertuis nain	Vivace herbacée
Iris Barbata-Media	Iris des jardins	Vivace à rhizome
Koeleria glauca (1)	Koélérie bleue (1)	Graminée
Lavandula angustifolia (1)	Lavande vraie (1)	Vivace ligneuse
Matricaria caucasica	Matricaire du Caucase	Vivace herbacée
Melica ciliata (1)	Mélique ciliée (1)	Graminée

(1) Espèce végétale non adaptée au climat de montagne

2.16.4. Annexe 3

Extrait du contrat d'entretien IKO Sempervivum

Description des opérations	Période de confortement	Entretien courant
Nettoyer les dispositifs d' évacuation pluviale et les zones stériles	Oui	Oui
Arrosage (l'ensemble du complexe doit être trempé) Si la température est supérieure à 25 degrés, il faut augmenter l'arrosage.	En période de sécheresse Arrosage de soutien	En période de sécheresse
Désherbage manuel et évacuation des déchets des mauvaises herbes pouvant endommager l'étanchéité (plantes ligneuses)	Oui	Oui
Remise en place de la couche de substrat	Oui	Oui
Evacuation des éventuelles feuilles ou autres déchets apportés par le vent pouvant étouffer la végétation	Oui	Oui
Fertilisation d'appoint au printemps avec un engrais à libération lente (à partir de la deuxième année)	Oui	Oui
Regarnissage des zones mal venues par semis ou plantation	Si nécessaire	Si nécessaire
Vérification et entretien du système d'arrosage	Si nécessaire	Si nécessaire
Désherbage manuel et évacuation des déchets des mauvaises herbes inesthétiques, mais pas dangereuses pour l'étanchéité (graminées, pissenlit, ...)	Facultatif	Facultatif
Enlèvement des inflorescences sèches	Facultatif	Facultatif

L'ensemble de ces prestations vise à obtenir une bonne implantation des végétaux.

L'entretien courant nécessite deux passages par an : un au début du printemps (pour la fertilisation) et un autre à l'automne (après la chute des feuilles).

Lors des interventions, la sécurité du personnel vis-à-vis des chutes de hauteur devra être assurée selon la réglementation en vigueur.