

Systemes de végétalisation extensive et semi-intensive Pour les toitures végétalisées de pentes $\leq 20\%$

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES

CCT - N° 11 /03
Version et Edition du 1^{er} novembre 2011

Le présent Cahier des Clauses Techniques n°11/ 03, Version et Edition du 1er novembre 2011, rédigé par la Société **ECOVEGETAL®** et comportant au format 21 x 29,7, 37 pages, a été examiné par la société BUREAU ALPES CONTROLES, Direction Technique et du Développement conformément à la mission d'évaluation technique de type « Enquête de Technique Nouvelle » référence BT 110051 en date du 6 juin 2011.

Dans le cadre de celle-ci, la société BUREAU ALPES CONTROLES a émis un rapport d'Enquête de Technique Nouvelle référence BT 1100551 indice 0 en date du 1^{er} novembre 2011 indiquant son Avis de Principe sur le procédé.

Le cachet de la société BUREAU ALPES CONTROLES et le paraphe associé certifient l'examen de chaque page du présent document qui ne peut être communiqué qu'avec l'intégralité du rapport d'Enquête de Technique Nouvelle précité.

Date de fin de validité : 31 octobre 2014

Le consultant technique
de la Société ALTROS INGENIERIE



Marc SASSOT

L'ingénieur responsable des Enquêtes
de la Société BUREAU ALPES CONTROLES



Vincent NANCHE



SOMMAIRE

1. DEFINITION	5
2. DESTINATION ET DOMAINES D'EMPLOI	5
3. DOCUMENTS DE REFERENCES	6
4. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX SUPPORTS	6
4.1 PENTES PAR RAPPORT AUX ELEMENTS PORTEURS EN CLIMAT DE PLAINE	6
4.2 PENTES PAR RAPPORT AUX ELEMENTS PORTEURS EN CLIMAT DE MONTAGNE	7
4.3 CHARGES A PRENDRE EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS PORTEURS	7
4.4 CHARGES GRAVITAIRES POUR LE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE RETENUE	8
5. COMPLEXE ISOLATION – ETANCHEITE	8
5.1. PARE-VAPEUR	8
5.2. ISOLATION THERMIQUE	8
5.3. REVETEMENT D'ETANCHEITE	8
5.4. MISE EN ŒUVRE DU COMPLEXE ISOLATION - ETANCHEITE	8
6. DESCRIPTION GENERALE D'UN SYSTEME DE VEGETALISATION ECOVEGETAL®	9
6.1 COUCHE ABSORBANTE DE PROTECTION	9
6.2 COUCHE DE DRAINAGE	10
6.3 COUCHE FILTRANTE	10
6.4 COUCHE DE PLANTATION OU SUBSTRAT	10
6.5 COUCHE DE STABILISATION DE SUBSTRAT ET ANTI EROSION	10
6.6 COUCHE VEGETALE	10
7. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE VEGETALISATION	11
7.1 ASPECT SELON LE TYPE DE VEGETAUX ECOVEGETAL®	12
7.2 VEGETAUX ET BESOINS EN EAU	12
7.3 PERIODE DE MISE EN ŒUVRE	13
7.4 TAUX DE COUVERTURE	13
7.5 MODES DE PLANTATION	13
7.5.1 Systèmes précultivés	13
7.5.2 Systèmes plantés <i>in situ</i>	14
7.5.3 Outillage d'appoint nécessaire	15
8 MISE EN OEUVRE DES SYSTEMES DE VEGETALISATION EXTENSIVE ET SEMI-INTENSIVE	15
8.1 TERRASSES DE PENTE ≤ 3 %	15
8.1.1 Végétalisation extensive	15
8.1.2 Végétalisation semi-intensive	15
8.2 TERRASSES PENTE > 3 % ET ≤ 20 %	15
8.2.1 Végétalisation extensive	15
8.2.2 Végétalisation semi-intensive	16
8.3 SYSTEME DE VEGETALISATION EXTENSIVE PAR BACS PRECULTIVES	16
8.4 CAS PARTICULIERS POUR TERRASSES DE PENTE ≤ 20%	16
8.4.1 Toiture à isolation inversée (rampant de pente ≤ 5%)	16
8.4.2 Réfection	16
8.5 TERRASSES DE PENTE > 20%	16
9 TRAITEMENT GENERAL DES NOUES ET DES RIVES EN FONCTION DES PENTES	16

9.1	TRAITEMENT DE LA ZONE A	17
9.2	TRAITEMENT DE LA ZONE B	17
9.3	TRAITEMENT DE LA ZONE C	17
9.4	MODE DE FIXATION DU DISPOSITIF DE RETENUE EN ZONES B ET C	17
9.5	DISPOSITIF SOLIDAIRE DE L'ÉLÉMENT PORTEUR : CROCHET TSH 60	18
10	OUVRAGES SPECIFIQUES	18
10.1	DISPOSITIF DE SEPARATION	18
10.2	ZONES STERILES	19
10.2.1	Présence des zones stériles	19
10.2.2	Protection du revêtement d'étanchéité dans les zones stériles	20
10.3	CHEMINS DE CIRCULATION	21
10.4	PROTECTION EN ZONES EXPOSEES AU VENT	22
10.5	ARROSAGE AU NIVEAU DES OUVERTURES	22
11	OUVRAGES PARTICULIERS	22
11.1	RELEVES	22
11.1.1	Reliefs	22
11.1.2	Hauteur des relevés	22
11.2	EVACUATIONS PLUVIALES	23
12	OUVRAGES ANNEXES ISOLÉS	23
12.1	EMERGENCES TYPE VENTILATION, CROSSES DE PASSAGE DE CABLES ...	23
12.2	JOINTS DE DILATATION	23
13	AUTRES CAS DE TERRASSES	24
13.1	PARTIELLEMENT VEGETALISEES	24
13.2	AVEC RETENUE TEMPORAIRE DES EAUX PLUVIALES	24
13.2.1	Dispositions spécifiques principales (DTU 43.1 - NF P 84.204.1.1 - Chap. 9.4)	25
13.2.2	Rétention temporaire des eaux pluviales et système de végétalisation ECOVEGETAL®	26
14	ORGANISATION DE CHANTIER ET REALISATION DES TRAVAUX	27
15	PREVENTION	27
16	ENTRETIEN	27
16.1	GENERALITES	27
16.2	ENTRETIEN DE L'ÉTANCHEITE	28
16.3	ENTRETIEN DE LA VEGETALISATION	28
16.3.1	Cas de la végétalisation extensive	28
16.3.2	Cas de la végétalisation semi-intensive	28
17	ARROSAGE	29
17.1	INDICATIONS	29
17.2	REGLES ELEMENTAIRES	29
17.3	PERIODE D'ARROSAGE	30
17.4	BESOINS EN EAU ET FREQUENCE D'ARROSAGE	30
18	ASSISTANCE TECHNIQUE	30
19	REFERENCES	31
20	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRODUITS ET DES ACCESSOIRES	31

TABLEAUX

TABLEAU 1 : PENTES ADMISSIBLES PAR RAPPORT A L'ELEMENT PORTEUR.....	6
TABLEAU 2 : EXEMPLES DE CALCUL DE CHARGE PERMANENTE DE LA VEGETALISATION EXTENSIVE ET SEMI-INTENSIVE	7
TABLEAU 3 : PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTRATS.....	11
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES TOITURES VEGETALISEES	12
TABLEAU 5 : TYPES DE SYSTEMES DE VEGETALISATION ECOVEGETAL® ET POIDS PROPRES DES VEGETAUX.....	12
TABLEAU 6 : PERIODES DE MISE EN OEUVRE ET TAUX DE COUVERTURE (SELON LES REGLES PROFESSIONNELLES)	13
TABLEAU 7 : CHOIX DU MODE DE PLANTATION EN FONCTION DES TYPES DE VEGETAUX	14
TABLEAU 8 : MODE DE FIXATION DU DISPOSITIF EN BAS DE PENTE EN FONCTION DE LA PENTE ET DE LA LONGUEUR DU RAMPANT	17
TABLEAU 9 : DISTANCE ENTRE CROCHETS SELON LA COMPOSANTE PARALLELE AU RAMPANT DES CHARGES GRAVITAIRES.....	18
TABLEAU 10 : RECAPITULATIF RELATIF A LA PRESENCE DES ZONES STERILES INDISPENSABLES OU FACULTATIVES	21
TABLEAU 11 : EXEMPLE DE CALCUL DES CHARGES AVEC RETENUE TEMPORAIRE DES EAUX PLUVIALES	25
TABLEAU 12: FREQUENCE D'ENTRETIEN RECOMMANDEE SELON LE MODE DE PLANTATION	29
TABLEAU 13 : INFLUENCE DE L'EXPOSITION DES PENTES SUR LES VEGETAUX	30
TABLEAU 14 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRODUITS ET DES ACCESSOIRES	31

FIGURES

FIGURE 1 : COUPE DE PRINCIPE D'UN SYSTEME DE VEGETALISATION EXTENSIVE OU SEMI-INTENSIVE.....	9
FIGURE 2 : TRAITEMENT DES NOUES ET DES RIVES SELON LES ZONES ET LES PENTES.....	17
FIGURE 3 : TRAITEMENT EN BAS DE PENTE ($14\% < \text{PENTE} \leq 20\%$ ET RAMPANT > 10 M).....	18
FIGURE 4: DISPOSITIFS DE DELIMITATION DES ZONES STERILES.....	19
FIGURE 5 : ZONES STERILES.....	19
FIGURE 6 : AUTOPROTECTION DU REVETEMENT D'ETANCHEITE - SEPARATION PAR PROFIL AJOURE DP 80 A 120.....	20
FIGURE 7 : PROTECTION DALLE BETON PREFABRIQUEE - SEPARATION PAR BORDURE BETON OU BRIQUE.....	20
FIGURE 8 : PROTECTION AVEC DALLES PRECULTEEES ECOSODUM - SEPARATION PAR PROFIL AJOURE DP 80 A 120.....	20
FIGURE 9 : PROTECTION DALLE SUR PLOT BOIS OU BETON - SEPARATION PAR PROFIL AJOURE DP 80 A 120.....	20
FIGURE 10: EXEMPLES D'ACCES DIRECT AUX EQUIPEMENTS EN TOITURE.....	21
FIGURE 11 : EXEMPLE DE RELEVÉ CONTRE COSTIERE DE LANTERNEAU AVEC ZONE STERILE.....	22
FIGURE 12 : CAS PARTICULIER DE L'ACROTERE REVETU JUSQU'A L'ARETE EXTERIEURE.....	22
FIGURE 13 : EXEMPLE D'EVACUATION D'EAU PLUVIALE AVEC ZONE STERILE.....	23
FIGURE 14 : JOINT DE DILATATION APPARENT AVEC OU SANS ZONE STERILE.....	24
FIGURE 15 : JOINT DE DILATATION RECOUVERT DE VEGETATION.....	24
FIGURE 16 : EVACUATIONS PERMANENTE ET DEVERSOIR DISTINCTES.....	26
FIGURE 17 : EVACUATIONS PERMANENTE ET DEVERSOIR SOLIDAIRES.....	26
FIGURE 18 : STOCKAGE TEMPORAIRE DES EAUX PLUVIALES SOUS AQUASET	26

ANNEXES

ANNEXE A : CARTE DES VENTS : 4 ZONES DE VENT EN FRANCE METROPOLITAINE (Z1, Z2, Z3, Z4).....	33
ANNEXE B : CARTE DES REGIONS DE CHARGES DE NEIGE.....	34
ANNEXE C : CARTE DES ZONES DE PLUVIOMETRIE.....	35
ANNEXE D : FICHE D'INFORMATION.....	36
ANNEXE E : VALEURS INDICATIVES DE COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT ET D'IMPERMEABILISATION.....	37

1. DEFINITION

Le présent Cahier des Clauses Techniques concerne les recommandations de mise en œuvre des systèmes de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL® sur des membranes d'étanchéité résistantes à la pénétration des racines pour des bâtiments de toutes destinations (habitation, industriel, agricole...), et des établissements recevant du public, sur des rampants de pente ≤ 20 %.

Les toitures végétalisées sont généralement des terrasses inaccessibles aménagées sur des éléments porteurs conformes aux Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées de la CSFE ; Edition N° 2 de novembre 2007.

Dans le cas d'une végétalisation par gazon, la terrasse peut être conçue pour accepter une circulation piétonne à condition d'assurer la sécurité collective des personnes et de prendre en compte la charge d'exploitation de la terrasse, selon son usage.

Avertissement : En période de sécheresse et/ou de canicule, les besoins en eau des végétaux doivent absolument être couverts pour éviter leur dépérissement et ce, dès le début des travaux de plantation (Voir § 7.2).

L'attention du Maître d'Ouvrage est attirée sur l'obligation de maintenir, en toiture, les points d'eau et/ou le système d'arrosage automatique en état de fonctionnement, pendant toute la durée de vie de l'ouvrage. Au cas où il n'y aurait pas d'arrosage automatique, il doit mettre en place un dispositif d'arrosage d'appoint pendant ces périodes climatiques extrêmes.

L'attention du Maître d'Œuvre est attirée sur l'obligation de prévoir, lors de la phase conception, des points d'eau en toiture, de débit dimensionné à la surface végétalisée (Voir Chap. 17).

2. DESTINATION ET DOMAINES D'EMPLOI

Les systèmes de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL® sont destinés aux toitures de bâtiments de toutes destinations (habitation, industriel, agricole...) et des établissements recevant du public :

- En France européenne et dans les DOM (limités à la Guadeloupe, Martinique, Réunion, Guyane) :
 - Au climat de plaine (altitude < 900 m) ;
 - Au climat de montagne jusqu'à 1 100 m avec élément porteur en maçonnerie, isolé thermiquement et de pente non nulle (Voir § 4.2) (pour une altitude > 1 100 m consulter ECOVEGETAL®) ;
- Aux zones de sismicité 1 à 4 pour les bâtiments de catégorie d'importance I à IV ;
- Aux rampants de grande longueur, à partir de 10 m et dont la pente varie de 14% à 20% (dispositions constructives supplémentaires par rapport aux RP jusqu'à 20%) ;
- Aux toitures plates et inclinées accessibles lorsqu'elles sont végétalisées par un gazon qui supporte le piétinement et dont la pente varie de 0% (béton) - 1% (béton cellulaire) à 20% ;
- Aux travaux neufs ou à la réfection avec reprise de l'étanchéité (Norme NF P 84.208 - DTU 43.5 - Travaux de bâtiments – Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées). Dans le cas de la réfection, le Maître d'Ouvrage doit vérifier la stabilité de l'ouvrage et faire vérifier l'aptitude de l'élément porteur à supporter les charges du système de végétalisation ECOVEGETAL® ;
- Aux éléments porteurs, isolés ou non isolés thermiquement (bâtiments agricole, de stockage, machinerie d'ascenseur, ...) en maçonnerie, en dalles de béton cellulaire autoclavé armé, bois et panneaux dérivés du bois, tôles d'acier nervurées. La structure et l'élément porteur sont dimensionnés pour les rendre aptes à supporter les charges réglementaires et les charges du système de végétalisation ECOVEGETAL® (Voir Chap. 4) ;
- Aux toitures à isolation inversée uniquement pour des rampants ≤ 5%.

Les zones traitées en végétalisation ECOVEGETAL® ne sont pas destinées à un piétinement régulier (exception faite de la végétalisation semi-intensive par gazon qui admet une circulation piétonne si la sécurité collective des personnes est assurée), elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien de la toiture, à l'exclusion d'engins autres que des engins légers de poids ≤ 30 kg pour l'entretien de la végétalisation (tondeuses, débroussailleuses...). Elles peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées représentant des surfaces plus ou moins importantes et traitées en terrasses accessibles ou inaccessibles selon leur destination, par ex. : chemins de circulation, zones techniques, zones dédiées à des procédés photovoltaïques ou thermiques solaires ou systèmes de sécurité tels que garde-corps, lignes de vie.

Résistance aux effets du vent :

Elle correspond, en sécurité, au poids propre du système de végétalisation à l'état sec (Voir tableaux 3 et 4).

Elle est équivalente à la protection lourde meuble traditionnelle d'une couche de granulats courants, roulés ou concassés, de 4 cm d'épaisseur minimale (64 daN/ m² à l'état sec) ou de 5 cm en isolation inversée (80 daN/m² à l'état sec), admise en zone 3 site normal, quelque soit la hauteur du bâtiment, selon NF P 84-204-1-1 réf DTU 43.1.

Pour mémoire, selon le Cahier CSTB 3563 de juin 2006, pour un bâtiment fermé de 10 m de hauteur maximum et pour des travaux neufs, la dépression due au vent extrême, en zone 3 site normal, est de 3151 Pa.

Le vent exerce sur les versants de la couverture des efforts de dépression (Annexe A) plus importants en rives (pignons, égouts), à leurs angles communs et au niveau des sorties de toitures (type cheminée). En climat de montagne (de 900 à 1100 m d'altitude), ils concernent toute la surface de la toiture. Les zones végétalisées soumises à ces actions locales de vent peuvent faire l'objet de dispositions particulières (Voir tableau 4).

Résistances aux effets de la neige :

Les dispositions décrites dans le présent document sont applicables sans restrictions en France européenne suivant les règles N84 version consolidée février 2009 (Réf. P 06.006) définissant la résistance aux effets de la neige sur les constructions (Annexe B).

3. DOCUMENTS DE REFERENCES

Le présent Cahier des Clauses Techniques est le document de référence des systèmes de végétalisation pour pente ≤ 20% **ECOVEGETAL®**. Il complète et précise les différents documents ci-après (liste non exhaustive) en fonction des caractéristiques du procédé de végétalisation et de ses composants. A défaut de précision dans le présent CCT, les dispositions prévues par les différents documents ci-après s'appliquent.

- Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, de la CSFE - Edition N° 2 novembre 2007 ;
- Avis Techniques des procédés pour toitures terrasses-jardins ;
- Cahiers des Charges et Avis Techniques des procédés pour toitures végétalisées ;
- Règles relatives à la sécurité des personnes : manuel CSFE (Prévention des Risques Professionnels sur les chantiers) ;
- Normes-DTU de la série 43 : DTU 43.1 (Réf. NF P 84.204) pour les éléments porteurs en maçonnerie, DTU 43.3 (Réf. NF P 84.206) pour les éléments porteurs en acier (T.A.N.), DTU 43.4 (Réf. NF P 84.207) pour les éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois et DTU 43.5 (Réf. NF P 84.208) pour les travaux de réfection.
- DTU 20.12 et ses amendements (Réf. NF P 10.203.1) – Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité ;
- NF P 06.001 : Base de calcul des constructions – Charges d'exploitation des bâtiments ;
- NV 65 version consolidée février 2009 : Règles DTU de calcul P 06.002 ou Norme Eurocode NF EN 1991.1.3 et NF EN 1991.1.4. Règles définissant les Effets de la Neige et du Vent sur les constructions ;
- N 84 version consolidée février 2009 : Règles DTU de calcul P 06.006 ou Norme Eurocode NF EN 1991.1.3 et NF en 1991.1.4. Règles définissant l'Action de la Neige sur les constructions ;
- Cahier du CSTB n° 3563 - juin 2006 : Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement ;
- Cahier du CSTB n° 2192 - Conditions Générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé ;
- Cahier du CSTB n° 2358 - V2 de mars 2008 - NF P 84.352 : Classement FIT des étanchéités de toitures ;
- Cahier du CSTB n° 3502 - Etanchéités de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume faisant l'objet d'un AT ou d'un DTA ;
- Cahier du CSTB n° 3644 – octobre 2008 : Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les départements d'outre-mer (DOM) ;
- Règles concernant les travaux d'étanchéité des toitures-terrasses plates (pente de 2 à 5 %) et toitures rampantes ou inclinées (pente ≥ 5 %) avec éléments porteurs en maçonnerie ou en bois en climats tropicaux ou équatoriaux humides et tropicaux secs, de la CSNE - Edition de mai 1990 ;
- Cahier des Charges de l'Office des Asphaltes.

4. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX SUPPORTS

TABLEAU 1: PENTES ADMISSIBLES PAR RAPPORT A L'ELEMENT PORTEUR

ELEMENT PORTEUR	PENTES			
	0 %	1% à 3 %	≥ 3% à 20 %	De 14 % ^(b) à 100 %
Maçonnerie ^(a)	Oui ^(c)	Oui	Oui	Conforme au CCT FORTE PENTE en vigueur
Dalles en béton cellulaire autoclavé armé	Non	Oui ^(c)	Oui ^(c)	
Tôles d'acier nervurées	Non	Non	Oui ^(c)	
Bois et panneaux dérivés du bois	Non	Non	Oui ^(c)	

(a) Dans le cas d'une végétalisation semi-intensive de type GREEN conçue pour accepter une circulation piétonne, seul l'élément porteur en maçonnerie est admis ;
 (b) Pour les longs rampants prise en compte de la composante parallèle au rampant des charges gravitaires dès 14%.
 (c) Non admis en climat de montagne.

4.1 PENTES PAR RAPPORT AUX ELEMENTS PORTEURS EN CLIMAT DE PLAINE

Pentes admissibles par rapport à l'élément porteur conformes aux Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées de la CSFE ; Edition N° 2 de novembre 2007 (Voir tableau 1) et aux documents de références cités au chap. 3

4.4 CHARGES GRAVITAIRES POUR LE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE RETENUE

Pour les pentes de 14 à 20 % et à partir de 10 m de longueur de rampant, **ECOVEGETAL**[®] définit la nécessité ou non de prévoir un élément de retenue de substrat, solidaire de l'élément porteur, selon la capacité du dispositif antigravitaire en bas de pente de reprendre la composante parallèle au rampant des charges gravitaires.

5. COMPLEXE ISOLATION – ETANCHEITE

Dans tous les cas se référer aux documents de références du système d'étanchéité du fournisseur de la membrane d'étanchéité antiracine : DTU et NF DTU, Document Technique d'Application, Avis Technique ou Cahier des Clauses Techniques visé par un Contrôleur Technique.

5.1. PARE-VAPEUR

Il est défini en fonction de l'élément porteur, de l'hygrométrie et du chauffage des locaux. Se référer aux documents de référence de l'élément porteur.

Il doit être conforme aux exigences de sécurité incendie des bâtiments concernés. Se référer aux documents de référence.

5.2. ISOLATION THERMIQUE

Les panneaux isolants (éventuels) admis sont de classe C (classe de compressibilité selon guide UEAtc) et sont visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement d'étanchéité de toiture terrasse-jardin, de toiture végétalisée par leur document de référence.

Sur rampant de pente ≤ à 5%, l'utilisation de panneaux isolants en isolation inversée est également admise selon leur Avis Technique ou Document Technique d'Application.

Le choix de l'isolant doit prendre en compte les contraintes hygrométriques, mécaniques et de sécurité de l'ouvrage vis-à-vis de l'incendie des bâtiments concernés.

5.3. REVETEMENT D'ETANCHEITE

Le revêtement doit être notamment résistant à la pénétration des racines pour toute la surface de la terrasse (parties courantes, zones stériles, relevés). Dans le cas où la zone végétalisée jouxte d'autres zones, le revêtement doit être prolongé sur une longueur de 1 m sous celles-ci.

Les revêtements d'étanchéité admis sont ceux visés sous utilisation en terrasse-jardin dans leur document de référence (Document Technique d'Application, Avis Technique ou Cahier des Clauses Techniques visé par un contrôleur technique). Les feuilles des revêtements d'étanchéité doivent être marquées CE.

Par ailleurs, le revêtement d'étanchéité doit être de classe FIT minimale F3 I5 T2.

5.4. MISE EN ŒUVRE DU COMPLEXE ISOLATION - ETANCHEITE

De manière générale, les revêtements d'étanchéité sont posés en adhérence totale, soit en semi-indépendance, soit fixés mécaniquement conformément à leur document de référence (Avis Technique, D.T.A., ATEX de type A, CCT), dans la limite des pentes admises. Ce complexe doit résister aux efforts dus à la dépression du vent quel que soit le taux de couverture de la végétalisation.

La pose des revêtements d'étanchéité peut se faire en indépendance dans les seuls cas suivants :

- Revêtements à base d'asphalte ;
- Sur élément porteur maçonné de pente inférieure à 5 % si son document technique de référence le prévoit. Le poids à sec du complexe de végétalisation doit alors être supérieur à 64 daN/m²).

Note : 64 daN /m² correspondant à la masse surfacique de 4 cm de gravillons à l'état sec (d≈1,6).

Rappel : Pour les feuilles en PVC-P, le document de référence devra prendre en compte les exigences du Cahier des Prescriptions Techniques du CSTB 3502 d'avril 2004, notamment celles concernant les dispositions particulières de mise en œuvre ou de contrôle des soudures.

6. DESCRIPTION GENERALE D'UN SYSTEME DE VEGETALISATION ECOVEGETAL®

Un procédé d'étanchéité avec système de végétalisation ECOVEGETAL® est un ensemble comprenant :

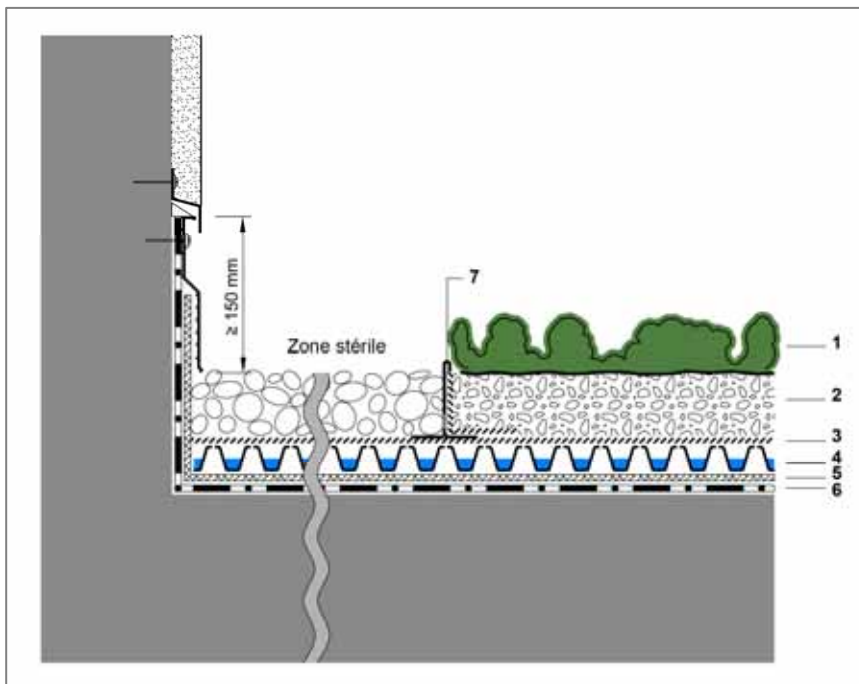
- A. Le complexe isolation-étanchéité qui comporte un revêtement d'étanchéité résistant à la pénétration des racines placé sur ou sous isolant thermique éventuel ;
- B. Le système de végétalisation extensive ou semi-intensive ECOVEGETAL® est composé de végétaux adaptés et des couches suivantes appropriées pour permettre le développement pérenne de la couche végétale.

Cet ensemble fait partie des travaux à réaliser sous la responsabilité de l'entreprise d'étanchéité, avec la possibilité de co-traitance ou de sous-traitance avec une entreprise du paysage.

Une assistance technique peut être demandée à la société ECOVEGETAL® notamment pour définir chaque couche et la nécessité de la présence des couches absorbante de protection, de drainage, filtrante, en fonction de la pente de la toiture.

1. Couche végétale composée de différentes variétés de plantes selon les systèmes, choisies principalement dans la palette ECOVEGETAL® : sédums, succulentes, vivaces alpines, arbustives, graminées, mousses
2. Couche de plantation ou substrat, 5 à 30 cm (tassé)
3. Couche filtrante
4. Couche de drainage avec ou sans réserve d'eau, 2 à 10 cm
5. Couche absorbante de protection de 0,3 à 2 cm
6. Etanchéité antiracine
7. Dispositif de séparation

FIGURE 1 : COUPE DE PRINCIPE D'UN SYSTEME DE VEGETALISATION EXTENSIVE OU SEMI-INTENSIVE



6.1 COUCHE ABSORBANTE DE PROTECTION

La couche absorbante de protection apporte aux végétaux une réserve d'eau complémentaire. La disponibilité en eau est différée dans le temps et permet aux plantes de résister, dans de meilleures conditions, aux périodes de faible pluviométrie. Elle assure également une protection mécanique de la membrane d'étanchéité.

Dans certains cas la couche absorbante peut être facultative sur avis ECOVEGETAL®.

Pour les pentes \geq à 5%, elle est obligatoire s'il n'y a pas de réserve d'eau autre pour assurer un approvisionnement en eau suffisant aux végétaux (par ex. quand le système ne comprend pas de couche drainante à réserve d'eau,...).

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

En absence de couche filtrante, afin d'éviter toute fuite des particules fines du substrat, elle est relevée sur la hauteur du dispositif de séparation au droit des EEP (évacuations des eaux pluviales) et de la zone stérile.

6.2 COUCHE DE DRAINAGE

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

Cette fonction de drainage doit être particulièrement bien étudiée pour éviter les excès d'eau nuisibles aux plantes et pour ne pas induire des surcharges d'eau ponctuelles sur la toiture.

Le choix de la couche de drainage, la mieux adaptée, se fera sous avis ECOVEGETAL®.

Par ailleurs, ECOVEGETAL® définit l'aspect facultatif de la couche de drainage, dans certain cas de pente ≥ 3 %.

La face supérieure de la couche de drainage doit dépasser de minimum 2 cm le niveau d'eau maximum des flaches observées sur la toiture pour assurer un drainage efficace et une bonne balance air/eau nécessaire aux végétaux.

Mise en œuvre : Directement sur le revêtement d'étanchéité ou sur la natte absorbante de protection.

6.3 COUCHE FILTRANTE

La couche filtrante retient les particules fines du substrat ; elle est, à ce titre, essentielle au bon développement des végétaux. Elle évite également le colmatage de la couche de drainage. Dans certains cas, elle peut être remplacée par la couche absorbante de protection, relevée de la hauteur du substrat aux droits des relevés d'étanchéités, pour des pentes ≥ à 5%, en particulier lorsqu'une couche de drainage à réserve d'eau n'est pas utilisée.

La couche filtrante ne constitue pas une barrière aux racines.

Mise en œuvre : Déroulée sur la couche de drainage ou directement sur le revêtement d'étanchéité pour les pentes ≥ 3 %. Un recouvrement de lés de minimum 10 cm est nécessaire. Elle est relevée sur la hauteur du dispositif de séparation au droit des EEP et de la zone stérile.

6.4 COUCHE DE PLANTATION OU SUBSTRAT

Les couches de plantation proposées par ECOVEGETAL® sont spécifiquement adaptées aux types de végétaux sélectionnés. Constituées d'une fraction minérale importante, elles assurent également une fonction de drainage et limitent l'installation des adventices (végétaux indésirables). Les substrats permettent l'ancrage des racines, la rétention en eau et la nutrition des végétaux. Les caractéristiques du substrat sont indiquées dans leur fiche technique rédigée sur la base d'analyses réalisées par un laboratoire indépendant.

Mise en œuvre : Le substrat est réparti de façon uniforme sur la couche filtrante ou sur la couche absorbante de protection. La couche de plantation doit être d'épaisseur constante et parfaitement nivelée, en particulier, pour que les systèmes précultivés soient en contact avec le substrat afin d'éviter le dessèchement racinaire et une mauvaise reprise des végétaux dus à des poches d'air éventuelles. Par contre certains végétaux, tels que des lavandes disposées ponctuellement, nécessitent, selon l'épaisseur de la couche de plantation, une surépaisseur localisée de substrat.

6.5 COUCHE DE STABILISATION DE SUBSTRAT ET ANTI EROSION

En fonction de la pente et de la longueur du rampant de la toiture, dans les sites exposés au vent, ces éléments sont nécessaires pour éviter tout phénomène d'érosion ou de glissement (Voir Chap. 18).

Mise en œuvre :

- Les éléments de stabilisation de substrat sont mis en œuvre directement sur la couche absorbante de protection ;
- Les éléments anti érosion, dans le cas de toile de jute, sont incorporés en partie supérieure de la couche de plantation et dans le cas de filet, sont fixés sur la couche de plantation à l'aide d'étriers.

6.6 COUCHE VEGETALE

Les plantes sélectionnées par ECOVEGETAL® pour la végétalisation extensive et semi-intensive sont naturellement résistantes aux conditions extrêmes rencontrées sur les toitures (ensoleillement intense, vent, sécheresse, pente...). En tout état de cause sont exclues les plantes figurant sur la liste des végétaux interdits ou déconseillés cf. DTU 43.1 § terrasse-jardin.

Avant toute végétalisation, une étude préalable faite par l'entreprise en charge des travaux doit être validée par ECOVEGETAL® de sorte que le choix des végétaux tienne compte des conditions climatiques locales, de l'exposition de la toiture et de la pente. Les besoins d'entretien et d'arrosage sont également évalués et définis dans le cadre de cette étude préalable.

Pendant la phase chantier, l'arrosage est obligatoire pour permettre le démarrage de la végétation. Il est adapté à la technique retenue et aux conditions climatiques (Voir Chap.17).

TABLEAU 3 : PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES DES SUBSTRATS

CARACTERISTIQUES	UNITE	SUBSTRATS EXTENSIFS			SUBSTRAT SEMI-INTENSIF
		SUBSTRAT SUCCULIS LIGHT (Substrat léger)	SUBSTRAT SUCCULIS (Substrat léger)	SUBSTRAT SAXATILIS (Substrat léger enrichi)	SUBSTRAT LAVANDULIS (Substrat léger enrichi)
MASSE VOLUMIQUE ⁽²⁾ A CME ⁽³⁾	t/m ³	~ 1,17	~ 1,38	~ 1,42	~ 1,48
MASSE VOLUMIQUE A SEC	t/m ³	0,9	1,1	0,99	0,97
PERMEABILITE	cm/s	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,001	≥ 0,0005
pH (CaCl ₂)		6,5 à 9,5	6,5 à 9,5	6,0 à 8,0	5,5 à 8,0
TENEUR EN SEL/SALINITE	g/l	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 3,5	≤ 2,5
CAPACITE MAXIMALE EN EAU (CME)	% vol	≥ 35	≥ 20	≥ 40	≥ 45
POROSITE POUR L’AIR A CME	% vol	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
POROSITE POUR L’AIR A pF 1,8	% vol	≥ 25	≥ 10	≥ 10	≥ 20
FINES (< 0,063 mm)	% massique	≤ 7	≤ 7	≤ 15	≤ 20%
MATIERE ORGANIQUE	Poids - %	≤ 4	≤ 4	≤ 6	≤ 6

Granulats non gélifs au sens de la norme NF EN 12620 - Stabilité structurale dans la durée - Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) voisin de zéro.

Granulométrie comprise entre 0 et 20 mm.

(1) D’après l’Institut de Recherche de Geisenheim et le laboratoire indépendant SAS. Selon les directives FFL pour la végétalisation intensive et semi-intensive des toitures .

(2) Valeurs moyennes (tolérance : ± 0,2)

(3) CME : Capacité Maximale en Eau

Note: Tout emploi de terre végétale telle que décrite dans la norme NF P 84.204 (DTU 43.1) est exclu, excepté pour le gazon.

7. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES DE VEGETALISATION

Les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL[®] sont obtenus par une association de plantes spécialement adaptées qui se reproduisent *in situ* pour la majorité d’entre elles. Dans ce contexte, l’adaptation tendant vers un écosystème, il est normal que certaines espèces disparaissent partiellement ou totalement par sélection naturelle.

Systemes de végétalisation extensive

Les systèmes de végétalisation extensive ECOVEGETAL[®] constituent un tapis végétal permanent qui s’adapte progressivement à son milieu et fonctionne de façon quasi autonome. Ce tapis végétal est obtenu par une association de plantes spécialement adaptées qui se reproduisent *in situ*.

Systemes de végétalisation semi-intensive

Les systèmes de végétalisation semi-intensive ECOVEGETAL[®] permettent une large utilisation de la palette végétale procurant floraisons, volumes, couleurs, parfums et sont assujettis à un entretien régulier. En fonction du programme d’entretien et d’arrosage (Voir Chap. 16 et 17) accepté par le Maître d’Ouvrage, le choix des végétaux est effectué par le Maître d’Œuvre dans la gamme des végétaux proposés par ECOVEGETAL[®] en prenant en compte les besoins des plantes en termes de qualité et d’épaisseur des substrats.

Ces 2 systèmes de végétalisation peuvent être combinés pour un même ouvrage en tenant compte de l’avis d’ECOVEGETAL[®] sur la nature des substrats et leurs épaisseurs respectives. Le Maître d’Œuvre précisera, le cas échéant, la catégorie dominante pour définir l’effet général recherché (Ex. Végétalisation “à dominante sédums”, “à dominante couleur rouge”, etc. ...).

TABLEAU 4 : SYNTHÈSE DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES TOITURES VÉGÉTALISÉES

SYSTEMES DE VÉGÉTALISATION	TOITURES VÉGÉTALISÉES	
	EXTENSIVE	SEMI-INTENSIVE
Arrosage	Se référer au Chap.17	
Entretien	faible (Chap.16)	modéré (Chap.16)
Nature de la couche de plantation ou substrat	Substrats légers et substrat légers enrichis	Substrats légers enrichis
Épaisseur de la couche de plantation ou substrat	5 (b) à 12 cm	12 à 30 cm (a)
Ordre de grandeur de la charge totale à capacité maximale en eau (charges forfaitaires de sécurité non incluses)	65 à 180 daN/m ²	150 à 450 daN/m ²
Documents de référence	Le présent document	Le présent document
Pente maximale	20% (c)	20% (c)

(a) Des épaisseurs supérieures peuvent être ponctuellement requises pour des plantations de ligneux à grand développement.
 (b) Dans les zones végétalisées les plus exposées au vent en dépression (Voir Chap. 2: Résistance aux effets du vent), le poids à sec du système complet de végétalisation doit être au min. de 64 daN/m². Cette exigence peut être assurée par une épaisseur adaptée de substrat ou des systèmes précultivés tels que tapis SUCCULIS ou ECOSEDUM PACK.
 (c) Pour des pentes supérieures à 20%, se référer au CCT FORTE PENTE en vigueur.

7.1 ASPECT SELON LE TYPE DE VÉGÉTAUX ECOVEGETAL®

En fonction de l'aspect souhaité par le Maître d'Ouvrage, les systèmes de végétalisation **ECOVEGETAL®** offrent une gamme variée de végétaux associables ayant pour caractéristiques : une aptitude à couvrir le sol, une résistance au gel, une résistance à la sécheresse, une capacité d'autorégénération.

Ils composent chacun des systèmes de végétalisation ci-dessous :

TABLEAU 5 : TYPES DE SYSTEMES DE VÉGÉTALISATION ECOVEGETAL® ET POIDS PROPRES DES VÉGÉTAUX

SYSTEME DE VÉGÉTALISATION	NOM	ASPECT DU SYSTEME	POIDS PROPRES DES VÉGÉTAUX
Extensive simple (sédums)	SUCCULIS	Végétation composée de sédums formant un couvert végétal rasant. Graminées et mousses s'installant naturellement.	10 daN/m²
Extensive composée (sédums enrichis avec des vivaces)	SAXATILIS	Végétation composée de sédums et de vivaces qui donnent du relief et une floraison riche en couleurs. Graminées et mousses s'installant naturellement.	
	PRAIRIE FLEURIE/ MILLEFLEUR/ GRAMINEIS (*)	Végétation composée de sédums enrichie par un mélange de graines à semer comprenant des graminées et/ou des herbacées à fleurs (annuelles et vivaces). Aspect très naturel et floraison riche en couleurs des herbacées. (*) : Exclusivement composé de graminées différentes.	
Semi-intensive	GREEN	Gazon (à sélectionner selon la circulation sur la toiture).	15 daN/m²
	LAVANDULIS	Végétation composée de vivaces tapissantes, d'herbes aromatiques et de petites ligneuses arbustives.	20 daN/m²

7.2 VÉGÉTAUX ET BESOINS EN EAU

L'aspect décrit au tableau 5 ne peut être garanti que si les besoins en eau des plantes sont couverts lors de périodes prolongées de canicule et/ou de sécheresse ou si l'arrosage automatique, alors qu'il est installé, est en état de fonctionnement.

« Une canicule est une vague de chaleur très forte qui se produit en été et qui dure plusieurs jours et nuits. En France, elle se caractérise par des températures nocturnes au-dessus de 20°C et des températures diurnes supérieures à 33°C ». Pour un impact sur les végétaux, il faut considérer que cette durée est d'au moins neuf jours consécutifs.

« La sécheresse correspond à un manque d'eau, sur une période significativement longue pour qu'elle ait des impacts sur la flore naturelle ou cultivée. Ce manque d'eau fait suite à un déficit pluviométrique qui se caractérise par des précipitations

anormalement faibles ou insuffisantes pour maintenir l'humidité du sol et l'hygrométrie normale de l'air. Elle peut affecter une zone localisée comme un pays entier ».

Pour un impact sur les végétaux, il faut considérer que cette période est d'au moins 4 semaines consécutives.

Si, pendant ces périodes, le déficit hydrique n'est pas compensé par des mesures particulières, comme p.ex. la mise en place d'un arrosage d'appoint, le Maître d'Œuvre et le Maître d'Ouvrage doivent accepter que l'aspect initial recherché de la végétation soit modifié par ces effets marquants, avec possibilité de dépérissement partiel ou total des végétaux.

7.3 PERIODE DE MISE EN ŒUVRE

Elle doit se situer dans des conditions météorologiques favorables (hygrométrie > 70%) le jour de la mise en œuvre et durant les deux semaines qui suivent. De préférence en milieu de printemps ou en début d'automne, en particulier pour les plantations *in situ*.

Les systèmes précultivés offrent la possibilité d'étendre la période de mise en œuvre à l'hiver et à l'été sous certaines conditions (par ex. température > 7°C en hiver, arrosage d'appoint en été ...).

Rappel : Les périodes de gel, de sécheresse et de forte chaleur sont à proscrire.

7.4 TAUX DE COUVERTURE

En fonction du mode de mise en œuvre retenu, du respect des périodes de plantation et pour autant que l'entretien nécessaire et indispensable soit réalisé, le taux de couverture (cf. Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées - Edition N° 2 novembre 2007) à prévoir est indiqué dans le tableau ci-dessous.

TABEAU 6 : PERIODES DE MISE EN OEUVRE ET TAUX DE COUVERTURE (SELON LES REGLES PROFESSIONNELLES)

MODE DE MISE EN OEUVRE	PERIODE DE MISE ŒUVRE (a)	TAUX INITIAL APRES MISE EN ŒUVRE	TAUX DE COUVERTURE A 1 AN	TAUX DE COUVERTURE A 3 ANS
Éléments précultivés (dalles, bacs, tapis, nattes)	Toutes saisons	≥ 70%	≥ 80%	≥ 80%
Plantation de godets, micromottes ou conteneur	Printemps ou automne (b)	≥ 5%	≥ 60%	≥ 80%
Semis de fragments ou de graines	Printemps ou automne (b)	0%	≥ 40%	≥ 80%

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

(b) A moduler en fonction des zones climatiques ; par ex. : en zones méridionales, le début d'automne est plus favorable.

7.5 MODES DE PLANTATION

Les végétaux sont proposés sous différentes formes de plantation : précultivés ou à planter *in situ*.

7.5.1 Systèmes précultivés

Bien que précultivés, le racinaire des végétaux doit se développer pour explorer le complément de substrat, le résultat définitif n'est obtenu qu'après un cycle saisonnier complet sur toiture. Taux de couverture à la mise en œuvre ≥ 70%.

- Dalles ECOSEDUM® ou bacs ECOSEDUM PACK® précultivés avec différentes variétés de sédums ;
- Nattes précultivées SUCCULIS® avec différentes variétés de sédums sur une natte à base de fibre végétale biodégradable doublée d'une maille en polyéthylène ;
- Tapis de gazon précultivés ;
- D'autres solutions précultivées peuvent être proposées mais uniquement sur contrat spécifique de culture.

Mise en œuvre :

- Poser les dalles précultivées sur la couche filtrante ou le substrat complémentaire ;
- Disposer, bord à bord, les bacs précultivés directement sur la membrane d'étanchéité antiracine ;
- Placer les nattes ou les tapis précultivés sur leur substrat spécifique, d'épaisseur homogène et parfaitement nivelé. Nattes ou tapis sont disposés en quinconce, les bords bien serrés les uns contre les autres.

Un arrosage, à saturation du substrat, juste après la pose des végétaux est indispensable et aussi les jours suivants.

7.5.3 Outillage d'appoint nécessaire

Il convient de se munir au minimum des outils suivants :

- Brouettes, disquieuse, sécateur, ciseaux, cutter et lames neuves ;
- Cordeau de plantation (fil) et plantoir - Râteaux, pelles ;
- Tasseaux pour vérifier la hauteur du substrat, tuyaux d'arrosage, sprinckers...

8 MISE EN OEUVRE DES SYSTEMES DE VEGETALISATION EXTENSIVE ET SEMI-INTENSIVE

ECOVEGETAL® définit la composition des différentes couches des systèmes de végétalisation extensive et semi-intensive en fonction des zones géographiques (Voir Annexe C) et des conditions rencontrées en toiture telles que par ex. pente, ombre portée, hauteur du bâtiment... (Voir Annexe D – fiche d'information).

8.1 TERRASSES DE PENTE ≤ 3 %

Les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL® sont constitués des couches suivantes :

8.1.1 Végétalisation extensive

- Natte absorbante TSM32 (uniquement si une réserve d'eau complémentaire est nécessaire au bon développement des végétaux) ;
- Couche de drainage la mieux adaptée (Voir § 6.2) : FLORASET FS50 / FS75 / FS100 ; FIXODRAIN XD20 ; FLORADRAIN FD25 / FD40 ; AG45 ; FLORATHERM WD65H / 120H ; ECOLIT ; GRAVILLONS (ex. réfection) ;
- Couche filtrante : Filtre SF/TG ;
- Couche de plantation selon végétation : Substrat SUCCULIS (min. 6 cm tassé), Substrat SAXATILIS (min.7 à 8 cm tassé) – L'épaisseur de substrat apportée par les systèmes pré-cultivés doit être déduite de cette couche de plantation ;
- Végétation selon les listes des végétaux définies par ECOVEGETAL® pour ses différents systèmes SUCCULIS, SAXATILIS, GRAMINEIS, MILLEFLEUR, PRAIRIE FLEURIE (Voir Tableau 5).

8.1.2 Végétalisation semi-intensive

- Natte absorbante SSM45 ;
- Couche de drainage la mieux adaptée (Voir § 6.2) : FLORASET FS 75 / 100 ; FIXODRAIN XD20 ; FLORADRAIN FD40 ; FLORATHERM WD65H / 120H ; ECOLIT ; GRAVILLONS (ex. réfection) ;
- Couche filtrante : Filtre SF/TG ;
- Couche de plantation selon végétation : Substrat LAVANDULIS (min.12 à 15 cm tassé), Substrat GREEN (min. 20 cm tassé ou min. 30 cm si aucun dispositif d'arrosage automatique n'est prévu) ;
- Végétation selon les listes des végétaux définies par ECOVEGETAL® pour ses différents systèmes LAVANDULIS, GREEN (Voir Tableau 5).

8.2 TERRASSES PENTE > 3 % ET ≤ 20 %

Le système de végétalisation est constitué des couches suivantes :

8.2.1 Végétalisation extensive

- Natte absorbante (choix selon la pente et la localisation de la toiture) : TSM32, SSM45, BSM64, WSM150 ;
- Sous avis ECOVEGETAL et selon les pentes: Couche de stabilisation de substrat : dalles ECORASTER en PEBC, FLORASET FS75 ;
- Couche de drainage la mieux adaptée (Voir § 6.2) : FIXODRAIN XD20 ; FLORASET FS50 / FS75 / FS100 ; FLORADRAIN FD25 / FD40 ; AG45 ; FLORATHERM WD65H / 120H ; ECOLIT ; GRAVILLONS (ex. réfection) ;
- Couche filtrante : Filtre SF/TG
- Couche de plantation selon végétation : Substrat SUCCULIS (min. 6 cm tassé), Substrat SAXATILIS (min. 8 à 9 cm tassé) – L'épaisseur de substrat apportée par les systèmes pré-cultivés doit être déduite de cette couche de plantation ;
- Sous avis ECOVEGETAL et selon le mode de plantation: Couche anti érosion par toile de jute ou filet ;
- Végétation selon les listes des végétaux définies par ECOVEGETAL® pour ses différents systèmes SUCCULIS, SAXATILIS, GRAMINEIS, MILLEFLEUR, PRAIRIE FLEURIE (Voir Tableau 5).

8.2.2 Végétalisation semi-intensive

- Natte absorbante (choix selon la pente et la localisation de la toiture) : TSM32, SSM45, BSM64, WSM150 ;
- Sous avis ECOVEGETAL et selon les pentes: Couche de stabilisation de substrat : dalles ECORASTER en PEBD, GEORASTER ;
- Couche de drainage la mieux adaptée (Voir § 6.2) : FIXODRAIN XD20 ; FLORASET FS75 / 100 ; FLORADRAIN FD40 ; FLORATHERM WD65/120H ; ECOLIT ; GRAVILLONS (ex. réfection) ;
- Couche filtrante : Filtre SF/TG ;
- Couche de plantation selon végétation : Substrat LAVANDULIS (min.12 à 15 cm tassé), Substrat GREEN (min. 20 cm tassé ou min. 30 cm si aucun dispositif d'arrosage automatique n'est prévu) ;
- Sous avis ECOVEGETAL et selon le mode de plantation: Couche anti érosion par toile de jute ou filet ;
- Végétation selon les listes des végétaux définies par ECOVEGETAL® pour ses différents systèmes LAVANDULIS, GREEN (Voir Tableau 5).

8.3 SYSTEME DE VEGETALISATION EXTENSIVE PAR BACS PRECULTIVES

ECOSSEDUM PACK® est un bac précultivé pour toiture végétalisée inaccessible de pente de 0 à 20 %.

Il réunit en un seul élément : une réserve d'eau, un substrat minéral drainant et la couche végétale. Sa base présente des bossages perforés en partie supérieure de manière à éliminer l'eau en excès. Les particules fines du substrat sont recueillies au fond du bac.

ECOSSEDUM PACK® est conçu de façon à réunir tous les critères nécessaires à la croissance de végétaux de petit développement.

Les bacs sont disposés, bord à bord, directement sur la membrane d'étanchéité antiracine.

8.4 CAS PARTICULIERS POUR TERRASSES DE PENTE ≤ 20%

8.4.1 Toiture à isolation inversée (rampant de pente ≤ 5%)

Dans ce cas, le système de végétalisation est posé sur l'isolation thermique avec éventuellement une couche d'interposition décrite dans le document technique de référence de l'isolant.

Nota 1 : Dans la zone végétalisée la charge du complexe de végétalisation à sec doit compenser le soulèvement des panneaux isolants sous la poussée de l'eau ainsi que leur envol sous l'action du vent. Dans les zones stériles, le poids des protections par granulats courants (cf § 6.6.4.1.1 de la NF P 84 – 204-1-1 – DTU 43.1) doit assurer les mêmes fonctions.

Nota 2 : Les Avis Techniques ou Documents Techniques d'Applications des isolants pour isolation inversée peuvent prévoir d'autres dispositions.

8.4.2 Réfection

L'ancienne couche de protection meuble par granulats courants peut, après criblage, être réutilisée comme couche drainante du système de végétalisation. Elle doit cependant être assez épaisse pour assurer la fonction de drainage (Voir § 6.2).

8.5 TERRASSES DE PENTE > 20%

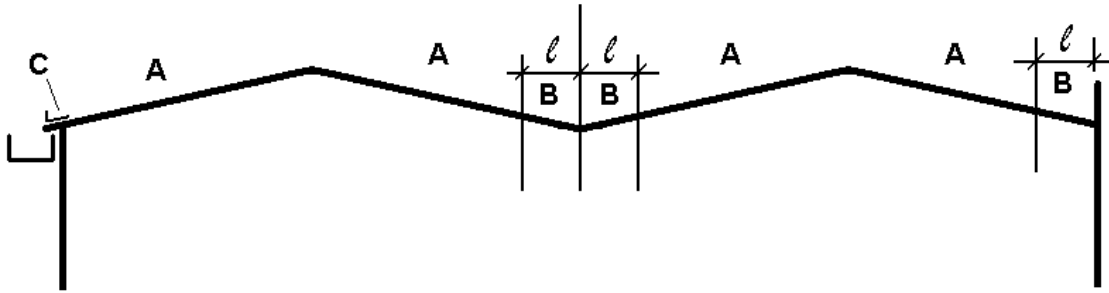
Voir CCT FORTE PENTE en vigueur.

9 TRAITEMENT GENERAL DES NOUES ET DES RIVES EN FONCTION DES PENTES

Pour assurer une bonne durabilité de la toiture végétalisée, il y a lieu de distinguer :

- Les zones de partie courante (zones A) à pente > à 3 % ;
- Les zones de noue centrale ou de rive contre mur (zone B) à pente > à 3 % ;
- Les zones de rives (zone C) à pente > à 3 % ;
- Les rampants de longueur supérieure à 10 m pour les dispositifs de fixation (Voir tableau 8).

FIGURE 2: TRAITEMENT DES NOUES ET DES RIVES SELON LES ZONES ET LES PENTES



9.1 TRAITEMENT DE LA ZONE A

Identique à celui décrit au chapitre 8. Cependant, sous avis ECOVEGETAL®, la couche de drainage peut être facultative pour des pentes > 3%.

9.2 TRAITEMENT DE LA ZONE B

Selon la pente du fil d'eau de la noue :

- Si pente du fil d'eau de la noue ≤ 2 %, traitement de la zone B en zone stérile.
- Si pente du fil d'eau de la noue > 2 %, traitement de la zone B en zone stérile ou à l'identique au chapitre 8.1

Largeur « l » de la zone B :

- 0,40 m en partant du fil d'eau pour les pentes de versants comprises entre 10 et 20 %.
- 1,00 m en partant du fil d'eau pour les pentes de versants de 3 à 10 %.

Dispositif de retenue :

Profils ajourés DP80 à DP120 en aluminium (de 80 à 120 mm de hauteur) ou TRP80 / TRP140 en inox fixés, en fonction de la pente et de la longueur du rampant, par les dispositifs indiqués dans le tableau 8.

9.3 TRAITEMENT DE LA ZONE C

Dispositif de retenue :

Profils ajourés DP80 à DP120 en aluminium (de 80 à 120 mm de hauteur) ou TRP80 / TRP140 en inox fixés, en fonction de la pente et de la longueur du rampant, par les dispositifs indiqués dans le tableau 8,

9.4 MODE DE FIXATION DU DISPOSITIF DE RETENUE EN ZONES B ET C

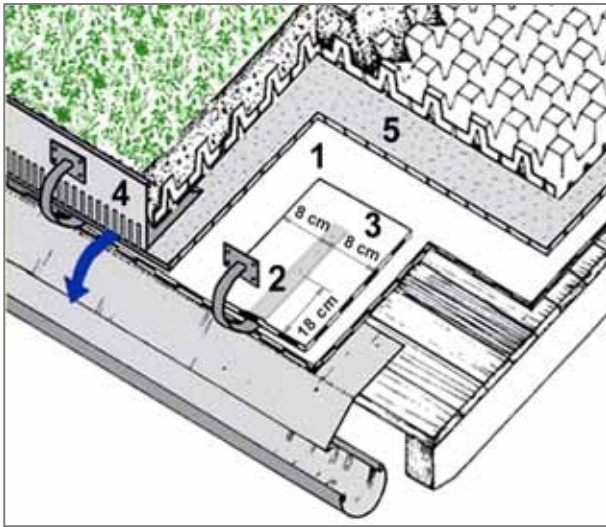
TABLEAU 8 : MODE DE FIXATION DU DISPOSITIF EN BAS DE PENTE EN FONCTION DE LA PENTE ET DE LA LONGUEUR DU RAMPANT

PENTES	RAMPANTS	
	≤ 10 m	> 10 m
≤ 5 %	Simplees pattes d'étanchéité collées ou soudées selon les instructions du fournisseur	Simplees pattes d'étanchéité collées ou soudées selon les instructions du fournisseur
5 % < pente ≤ 14 %	Bandes d'étanchéité continues collées ou soudées, sur toute la longueur, selon les instructions du fournisseur	Bandes d'étanchéité continues collées ou soudées, sur toute la longueur, selon les instructions du fournisseur
14 % < pente ≤ 20 %	Bandes d'étanchéité continues collées ou soudées, sur toute la longueur, selon les instructions du fournisseur	Dispositif solidaire de l'élément porteur (Voir § 9.5.)

9.5 DISPOSITIF SOLIDAIRE DE L'ÉLÉMENT PORTEUR : CROCHET TSH 60

Ce dispositif solidaire de l'élément porteur est situé en bas de pente et doit permettre l'écoulement des eaux ainsi que le maintien en place du substrat en s'opposant à la composante parallèle au rampant des charges gravitaires.

FIGURE 3 : TRAITEMENT EN BAS DE PENTE (14 % < PENTE ≤ 20 % ET RAMPANT > 10 m)



Mise en œuvre :

Le système de végétalisation est retenu par le profil de rive ajouré DP80 / DP120 en aluminium ou TRP80 / TRP140 en inox (4) posé en appui sur les crochets TSH 60. Ces crochets en acier inoxydable TSH 60 (2) sont appliqués sur la membrane d'étanchéité (1) et fixés mécaniquement sur l'élément porteur par des vis à tête plate ou bombée en acier inoxydable (cf DTU 43.3), en respectant la largeur « l » indiquée au § 9.2.

Ils sont disposés selon le tableau 9. L'étanchéité est assurée par une patte de pontage en membrane, recouvrant le bras du crochet TSH 60, appliquée par adhérence en plein (*) selon instruction du fournisseur (*).

(*) **Remarque :** Sur les membranes bitumineuses autoprotégées, opérer un refluage des granulés dans le bitume au chalumeau de la surface du revêtement.

TABEAU 9 : DISTANCE ENTRE CROCHETS SELON LA COMPOSANTE PARALLELE AU RAMPANT DES CHARGES GRAVITAIRES

CROCHET TSH 60 (14% < Pente ≤ 20 %) (Charge reprise par crochet: 150 kg)	
Composante gravitaire parallèle au rampant maximale (kg/ml)	Distance max. entre crochets (cm)
188	60
214	60
250	60
300	50
375	40

10 OUVRAGES SPECIFIQUES

10.1 DISPOSITIF DE SEPARATION

Le matériau de séparation utilisé doit être stable et de hauteur telle que sa partie supérieure arrive au niveau de la surface de la couche de culture. Il peut éventuellement être muni d'ouvertures. Un filtre de séparation peut également être prévu.

Il permet :

- De retenir la couche de plantation ;
- D'assurer le passage de l'eau :
 - Si la couche de drainage est filante, le dispositif n'est pas nécessairement muni d'ouvertures ;
 - Si la couche de drainage est interrompue, le dispositif doit être muni d'ouvertures dont la surface totale doit représenter 25 % de la surface du dispositif sur l'épaisseur de la couche de drainage ;
 - Si la fonction de drainage est assurée par le substrat, le même dispositif que précédemment est mis en œuvre mais complété par un filtre relevé sur la hauteur du dispositif.

FIGURE 4 : DISPOSITIFS DE DELIMITATION DES ZONES STERILES

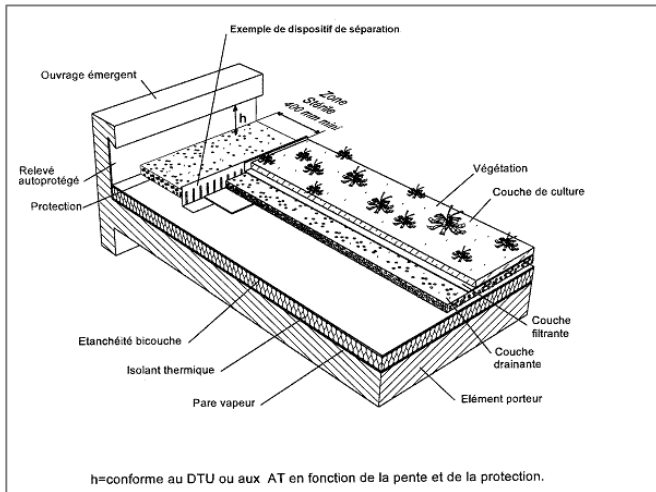
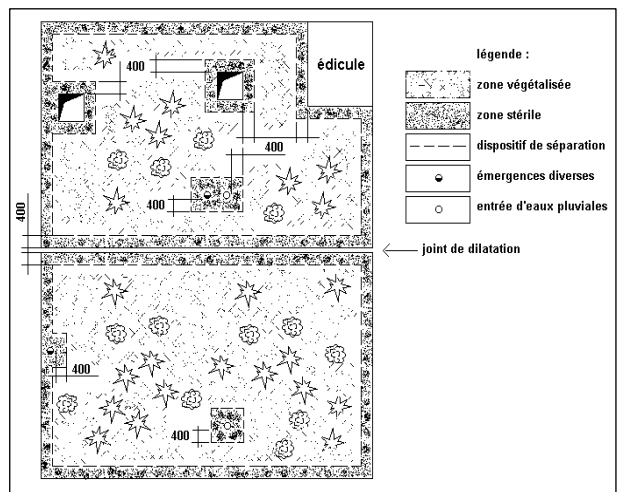


FIGURE 5 : ZONES STERILES



Les matériaux constituant le dispositif de séparation peuvent être par exemple (Voir Fig. 6 à 9 ci-après) :

- Des profils ajourés, DP55 à DP120 en aluminium (de 55 à 120 mm) ou les TRP 80 / TRP 140 en acier inoxydable (respectivement de 80 et 140 mm), résistant à la composante parallèle au rampant des charges gravitaires ;
- Dans le cas de dispositif en acier galvanisé, il doit être protégé par galvanisation à chaud au trempé par 60 µm d'alliage par mètre et par face ;
- Des bordures en béton ou en brique, uniquement dans le cas des couches de drainage filantes.

10.2 ZONES STERILES

10.2.1 Présence des zones stériles

Les zones stériles sont des espaces aménagés sur la toiture, dont le but est de :

- Faciliter l'accès aux relevés d'étanchéité et aux évacuations pluviales ;
- Permettre une hauteur des relevés conforme aux normes DTU les concernant, quelle que soit l'épaisseur du système de végétalisation **ECOVEGETAL®** en partie courante.

Elles peuvent être facultatives dans le cas de la végétalisation extensive à base de sédums (sans graminées vivaces ni plantes ligneuses) et/ou si la pente du fil d'eau de la noue est > 2 %.

Leur présence est obligatoire en pieds de relevés :

- En végétalisation semi-intensive ;
- En végétalisation extensive si la végétation comprend d'autres végétaux que des sédums de petit développement.

En aucun cas, elles ne peuvent être supprimées au pourtour des entrées d'eaux pluviales et dans les noues courantes ou noues de rives de fil d'eau de pente ≤ 2% (Voir Tableau 10)

Rappel : Elles ne doivent pas être considérées comme une zone accessible ou un chemin de circulation pour assurer l'entretien d'éventuels équipements (Voir § 10.3).

Remarque : Les lignes de vie ancrées sur potelets ainsi que les garde-corps sont implantés de façon privilégiée dans les zones stériles et/ou le long des chemins de circulation afin d'éviter les risques de corrosion éventuels liés au pH des matériaux de végétalisation. Les systèmes de sécurité ne font pas l'objet du présent CCT.

Les zones stériles sont généralement séparées de la partie végétalisée par un dispositif de séparation ajouré (Profils DP 55 à 120). La largeur des zones stériles est au minimum de 40 cm autour des émergences et en périphérie. Dans l'emprise de la zone stérile, le revêtement d'étanchéité est le même revêtement antiracine que celui de la partie courante végétalisée.

10.2.2 Protection du revêtement d'étanchéité dans les zones stériles

La protection est réalisée dans les conditions retenues par les NF-DTU ou les Avis Techniques pour les terrasses inaccessibles ou accessibles :

- Couche de gravillons avec granulométrie des éléments meubles > 15 mm ;
- Dalles préfabriquées en béton posées sur une couche de drainage, dalles sur plots, caillebotis ;
- Revêtement d'étanchéité apparent autoprotégé résistant à la pénétration des racines.

Elle peut aussi être réalisée par éléments végétalisés suivants:

- Dalles précultivées ECOSEDUM® posées sur filtre et une couche de drainage, non clipsées entre-elles afin de pouvoir rendre la zone stérile visitable ;
- Bacs précultivés ECOSEDUM PACK® posés côte à côte directement sur le revêtement d'étanchéité.

FIGURE 6 : AUTOPROTECTION DU REVETEMENT D'ETANCHEITE SEPARATION PAR PROFIL AJOURE DP 80 A 120

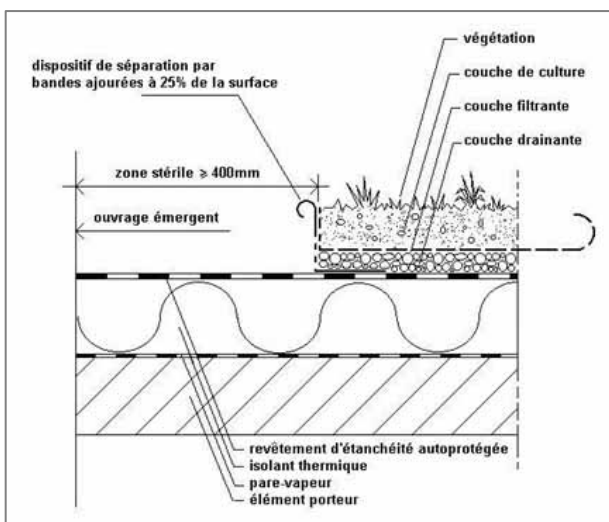


FIGURE 7 : PROTECTION DALLE BETON PREFABRIQUEE ET SEPARATION PAR BORDURE BETON OU BRIQUE

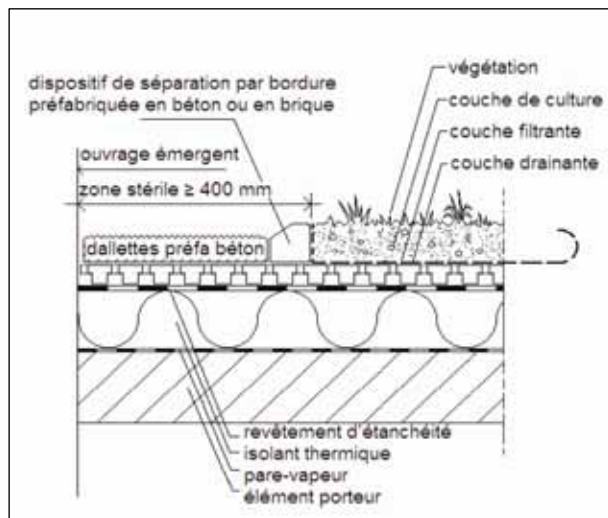


FIGURE 8 : PROTECTION AVEC DALLES PRECULTEEVES ECOSEDUM SEPARATION PAR PROFIL AJOURE DP 80 A 120

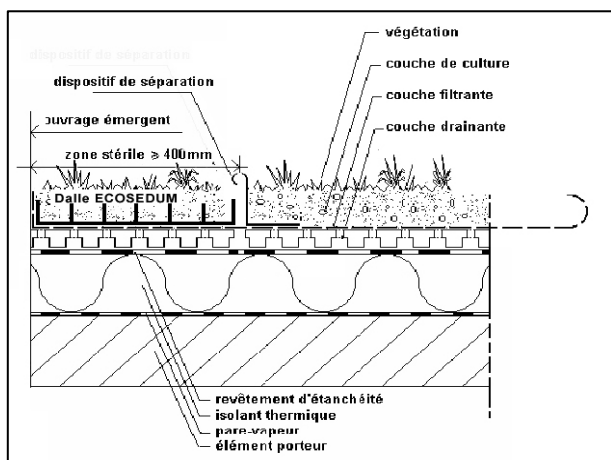


FIGURE 9 : PROTECTION DALLE SUR PLOT BOIS OU BETON SEPARATION PAR PROFIL AJOURE DP 80 A 120

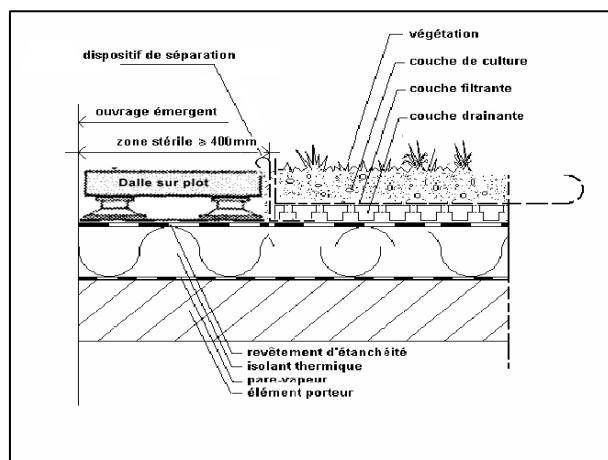


TABLEAU 10 : RECAPITULATIF RELATIF A LA PRESENCE DES ZONES STERILES INDISPENSABLES OU FACULTATIVES

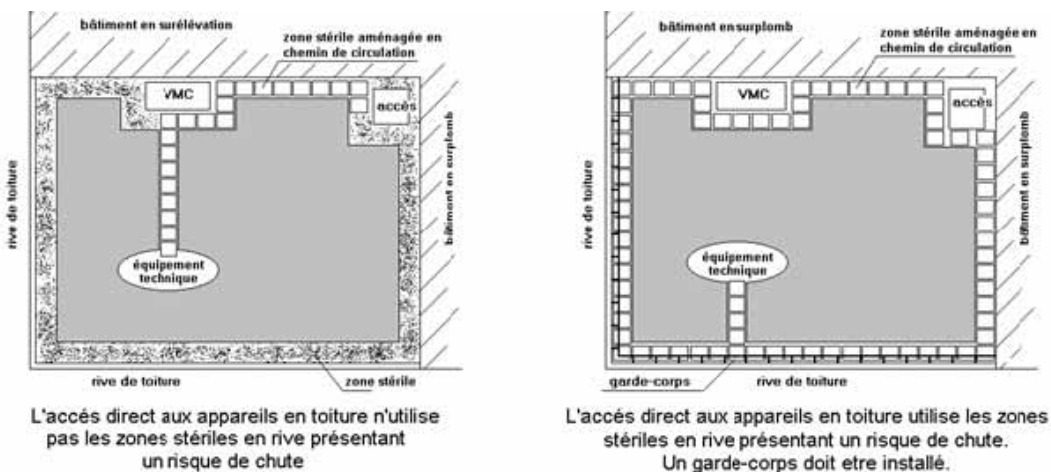
CONTRE LES RELEVES SUR EMERGENCES ET EN PERIPHERIE	TYPE DE VEGETATION			ZONES STERILES Largeur minimale
	Végétalisation extensive avec sédums			0,40 m ⁽¹⁾ ou facultatives
	Végétalisation extensive avec graminées, vivaces et plantes ligneuses			0,40 m ⁽¹⁾
	Végétalisation semi-intensive			0,40 m ⁽¹⁾
ENTREES DES EAUX PLUVIALES				0,40 m ⁽²⁾ ou dispositif spécifique ⁽³⁾
NOUES	PENTE DE NOUE	SUPPORTS	PENTE DE VERSANTS	ZONES STERILES Largeur minimale depuis le fil de l'eau
	≤ 2 %	Maçonnerie	0% ⁽⁴⁾ < pente < 10 %	1,00 m ⁽²⁾
			10 % ≤ pente ≤ 20 %	0,40 m ⁽²⁾
		Dalles en béton cellulaire autoclavé armé	1 % < pente < 10 %	1,00 m ⁽²⁾
			10 % ≤ pente ≤ 20 %	0,40 m ⁽²⁾
	Tôles d'acier nervuré Bois et panneaux dérivés	3 % ≤ pente < 10 %	1,00 m ⁽²⁾	
10 % ≤ pente ≤ 20 %		0,40 m ⁽²⁾		
> 2 %	Dito ci-dessus	Dito ci-dessus	0,40 m ⁽¹⁾ ou facultatives	
(1) Avec protection par ECOSEDUM ou ECOSEDUM PACK (Voir §10.2.2). (2) Avec protection à l'exclusion d'ECOSSEDUM ou ECOSEDUM PACK (Voir §10.2.2). (3) Dispositif conforme aux Avis Techniques des procédés de terrasses-jardins rendu visitable par une forme de regard. (4) Non admis en climat de montagne.				

10.3 CHEMINS DE CIRCULATION

Des chemins de circulation doivent être aménagés pour accéder aux équipements techniques (par ex. VMC). Leur protection est posée soit sur la couche de drainage, soit sur la couche filtrante, soit sur la couche de culture ou éventuellement sur le revêtement d'étanchéité selon son document de référence.

Rappel : Les zones stériles ne constituent pas un chemin de circulation. Toutefois, dans le cas où les DPM (Dispositions Particulières du Marché) lui confèrent cette fonction, prévoir alors l'installation de garde-corps, conforme à la réglementation, en rive et autour des ouvrages présentant des risques de chute. La largeur de ces zones de passage est alors portée à environ à 0,80 m.

FIGURE 10 : EXEMPLES D'ACCES DIRECT AUX EQUIPEMENTS EN TOITURE



10.4 PROTECTION EN ZONES EXPOSEES AU VENT

Les zones particulièrement exposées au vent (rives et angles) concernent à la fois la zone stérile et une partie de la zone végétalisée.

Les annexes 2 et 3 du Cahier CSTB 3563 de juin 2006, définissent ces zones d'actions localisées du vent, selon la configuration de la toiture.

10.5 ARROSAGE AU NIVEAU DES OUVERTURES

Les ouvertures sur les versants des toitures telles que des lanterneaux, des cheminées..., peuvent être un obstacle à l'arrosage de la végétation qui se trouve en aval. Le réseau doit prévoir le passage des tuyaux à la base de l'émergence pour assurer l'irrigation de cette zone.

11 OUVRAGES PARTICULIERS

11.1 RELEVES

11.1.1 Reliefs

La conception et la constitution des reliefs sont conformes aux normes NF P 12.203.1 (DTU 20.12) et de la série NF P 84.200 (DTU de la série 43).

11.1.2 Hauteur des relevés

- Dans le cas où une zone stérile est prévue, la hauteur est donnée par les NF DTU (ou cahier du CSTB n°3502 dans le cas des membranes en PVC-P) suivant le type de protection de la zone stérile ;
- Dans le cas où il n'y a pas de zone stérile ou si elle est réalisée avec dalles ECOSEDUM® ou bacs ECOSEDUM PACK®, la hauteur des relevés au-dessus de la couche de culture est :
 - 15 cm minimum ;
 - 5 cm si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure dans le cas d'élément porteur en maçonnerie.

FIGURE 11 : EXEMPLE DE RELEVÉ CONTRE COSTIÈRE DE LANTERNEAU AVEC ZONE STÉRILE

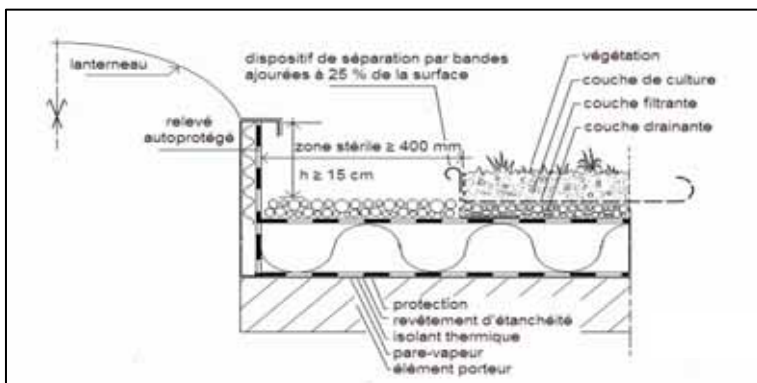
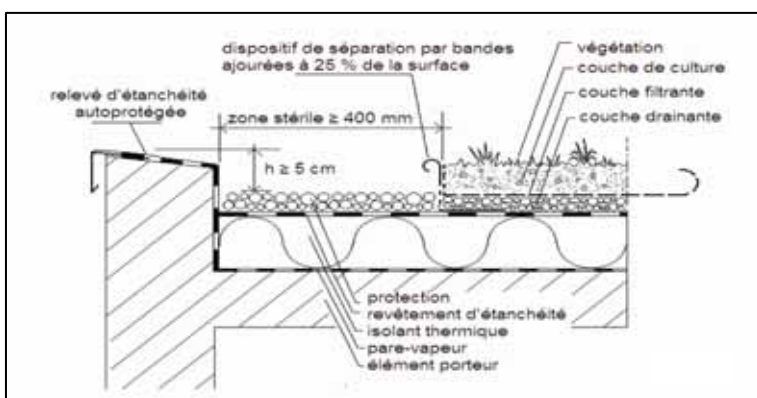


FIGURE 12 : CAS PARTICULIER DE L'ACROTÈRE REVÊTU JUSQU'À L'ARÊTE EXTERIEURE



11.2 EVACUATIONS PLUVIALES

Les entrées d'eaux pluviales sont réalisées conformément aux normes série NF P 84-200 (DTU de la série 43). Leur section est déterminée conformément à ces NF-DTU.

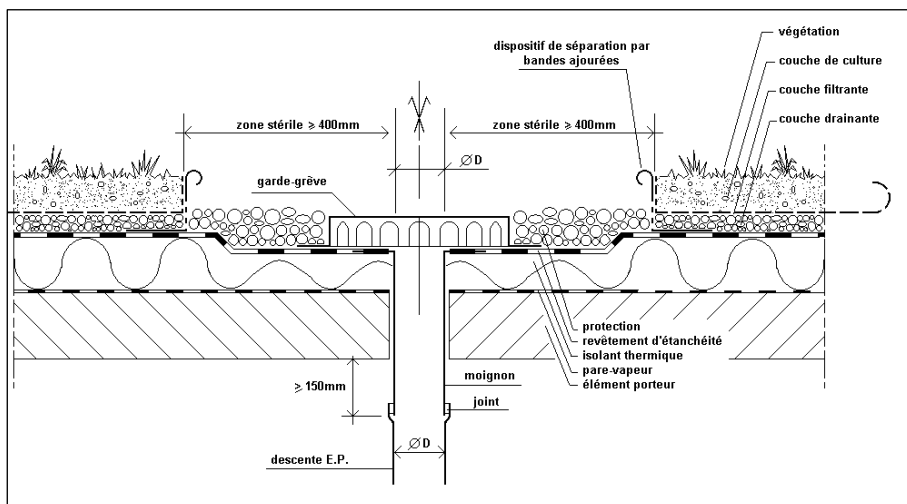
Elles sont :

- Soit bordées par une zone stérile sur 40 cm minimum ;
- Soit protégées par un dispositif conforme aux Avis Techniques des procédés de terrasses-jardins rendu visitable par une forme de regard.

Elles sont équipées d'un garde-grève qui doit rester apparent et dont la section des perforations est conforme aux spécifications des NF-DTU de la série 43.

Leur contrôle pour l'entretien reste identique à celui des terrasses inaccessibles habituelles.

FIGURE 13 : EXEMPLE D'EVACUATION D'EAU PLUVIALE AVEC ZONE STERILE



12 OUVRAGES ANNEXES ISOLES

12.1 EMERGENCES TYPE VENTILATION, CROSSES DE PASSAGE DE CÂBLES ...

Selon l'élément porteur, ces émergences sont implantées et réalisées conformément aux normes série NF P 84.200 (DTU de la série 43) et du Cahier du CSTB n° 2192.

Ces émergences ainsi que les ancrages de garde-corps et de ligne de vie sont entourés d'une zone stérile.

12.2 JOINTS DE DILATATION

Ils sont réalisés conformément aux Avis Techniques correspondants.

Ils peuvent être :

- Soit apparents, avec ou sans zone stérile de part et d'autre (Voir Fig. 14) ;
Rappel : Seule solution possible avec les éléments porteurs en T.A.N et bois et panneaux dérivés du bois.
- Soit recouverts de végétalisation extensive (Voir Fig. 15) en gardant une épaisseur identique de couche de culture.

FIGURE 14 : JOINT DE DILATATION APPARENT AVEC OU SANS ZONE STERILE

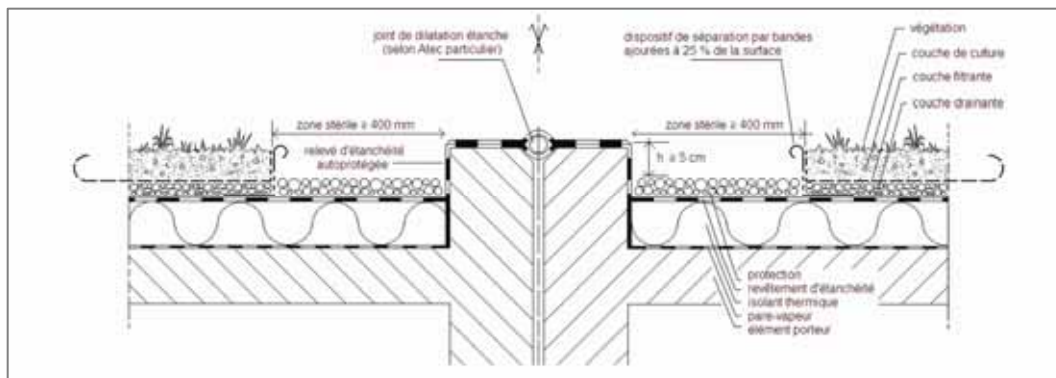
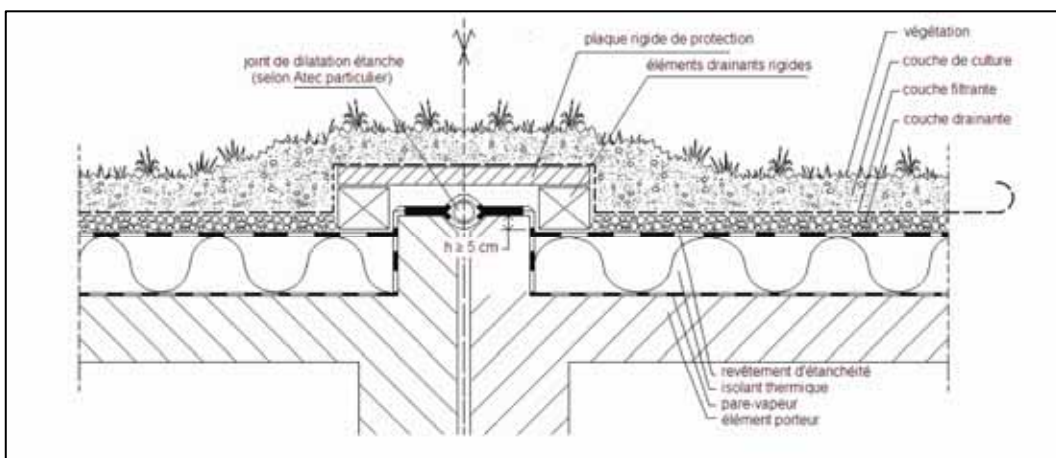


FIGURE 15 : JOINT DE DILATATION RECOUVERT DE VEGETATION



13 AUTRES CAS DE TERRASSES

13.1 PARTIELLEMENT VEGETALISEES

Les toitures-terrasses végétalisées avec les systèmes ECOVEGETAL® peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées représentant des surfaces plus ou moins importantes et traitées en terrasses accessibles ou inaccessibles selon leur destination, par ex. : chemins de circulation, zones techniques, zones dédiées à des procédés photovoltaïques - thermiques solaires ou systèmes de sécurité tels que garde-corps, lignes de vie.

La partie de la terrasse qui reçoit la végétation fait l'objet de toutes les exigences du procédé de végétalisation correspondant, y compris les zones stériles (Voir § 10.2).

Sur les autres zones (hors végétalisation), le revêtement résistant à la pénétration des racines doit être prolongé sur une longueur de 1 m sous celles-ci.

Au-delà de ce « 1 m », appliquer les exigences des NF-DTU, AT et Cahier des Charges concernant l'isolant thermique, le revêtement d'étanchéité et la protection.

Rappel : Les parties accessibles aux piétons, hors végétation ou végétalisées par gazon, doivent respecter les règles de sécurité et prévoir un dispositif de sécurité selon les normes en vigueur (garde-corps, ...) pour assurer la protection des personnes. Un dispositif de sécurité délimite également les zones accessibles des zones inaccessibles recouvertes d'un système ECOVEGETAL® de végétalisation extensive.

13.2 AVEC RETENUE TEMPORAIRE DES EAUX PLUVIALES

NOTE : Cet aménagement ne concerne, de façon concourante, que :

- Les toitures-terrasses végétalisées totalement inaccessibles ;
- Les travaux neufs sur élément porteur en béton de pente nulle (DTU 20.12).

Les dispositions spécifiques à ce type d'aménagement ne sont applicables que si les DPM prévoient cette utilisation des toitures-terrasses et que si l'élément porteur a été conçu et réalisé en conséquence (Voir NF P 84.204.1.1 - Chap. 9.4).

13.2.1 Dispositions spécifiques principales (DTU 43.1 - NF P 84.204.1.1 - Chap. 9.4)

- Charge d'eau supplémentaire

Attention : La structure porteuse doit prendre en compte, dans les charges permanentes du système de végétalisation (Voir § 4.2), la charge d'eau supplémentaire déterminée par le niveau de « l'évacuation déversoir » situé 5 cm au-dessus de la partie supérieure des ouvertures de « l'évacuation permanente » (Voir Tableau 11) et le poids de l'élément de retenue.

Note : A titre d'exemple, dans le cas d'une **protection** en gravillon de 4 cm d'épaisseur, la charge d'eau supplémentaire est de 70 daN/m² (eau contenue dans la hauteur du gravillon + 5 cm d'eau au-dessus).

TABEAU 11 : EXEMPLE DE CALCUL DES CHARGES AVEC RETENUE TEMPORAIRE DES EAUX PLUVIALES

PROCEDE	CONSTITUANTS		DESIGNATION		CHARGES (daN/m ²)	
					Charges permanentes	
Système isolation-étanchéité	Pare-vapeur Isolant thermique Revêtement d'étanchéité antiracine		Selon fournisseur		Selon fournisseur	
Système de végétalisation	Système de végétalisation extensive		SUCCULIS		65 à 180	-
	Système de végétalisation semi-intensive		LAVANDULIS		-	150 à 450
Charge Forfaitaire	Sur support béton		Charge de sécurité		15	
					Charge d'eau supplémentaire ⁽¹⁾ et poids de l'élément de retenue	
Retenue temporaire des eaux pluviales	Eléments de retenue temporaire des eaux de pluie		Eau pluviale max. retenue (l/m²)	Poids de l'élément de retenue		
	Systèmes AQUASET	AQUASET 45	25	3	78	
		AQUASET 50	48	7	105	
		AQUASET 150	144	6	200	
⁽¹⁾ Déterminée par le niveau de « l'évacuation déversoir » situé 5 cm au-dessus de la partie supérieure des ouvertures de « l'évacuation permanente ».						

Rappel : Le volume de rétention d'eau doit être déterminé par un bureau d'étude technique.

Concernant la rétention temporaire d'eaux de pluie, la partie 3 (Guide à l'attention du Maître d'Ouvrage) de la norme NF P 84.204 (DTU 43.1) indique une méthode de calcul pour déterminer la section des orifices à prévoir sur les entrées d'eaux pluviales afin d'obtenir, pour un orage type, un débit de fuite inférieur à celui exigé. A partir de ces deux paramètres, la hauteur d'eau (ou le volume d'eau) à retenir temporairement en toiture est déterminée.

- Reliefs

Les reliefs (acrotères, massifs, dés, supports d'ancrage, costières de lanterneaux...) sont en béton armé ; leur hauteur minimale est de 25 cm au dessus de la couche de gravillons ou de la couche de drainage.

Les relevés d'étanchéité sont traités selon le document de référence cité ci-dessus.

- Evacuations pluviales

Les eaux pluviales doivent pouvoir être évacuées à deux niveaux ; ces évacuations peuvent être distinctes ou solidaires. Le système comporte (Voir Fig. 16 et 17) :

1. Une **évacuation permanente** au niveau du revêtement d'étanchéité dont le dimensionnement est déterminé par le débit de fuite maximum admis par la Maître d'Ouvrage par m² de toiture ;

2. Une **évacuation déversoir** qui assure une fonction de sécurité pour éviter les surcharges accidentelles et le dépassement du niveau au dessus des relevés. Elle est dimensionnée de façon à assurer un débit normal de l'écoulement des eaux pluviales. Son niveau est situé à 5 cm au-dessus de la couche de gravillons ou de la couche de drainage.

Rappel : Un minimum de deux visites annuelles, par un professionnel qualifié, est nécessaire afin de vérifier que les dispositifs d'évacuation sont en bon état de fonctionnement.

FIGURE 16 : EVACUATIONS PERMANENTE ET DEVERSOIR DISTINCTES

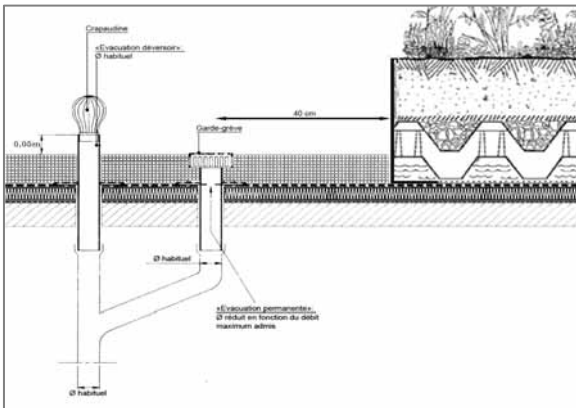
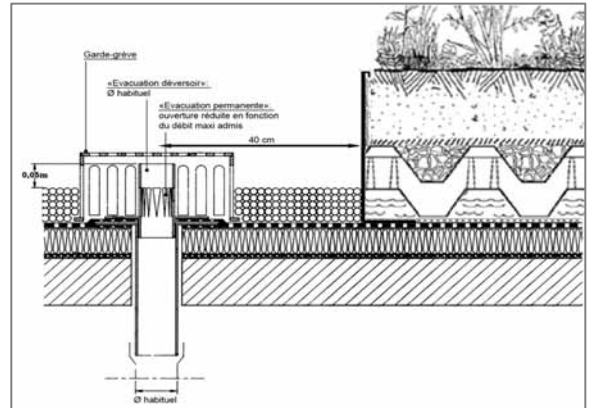


FIGURE 17 : EVACUATIONS PERMANENTE ET DEVERSOIR SOLIDAIRES



13.2.2 Rétenion temporaire des eaux pluviales et système de végétalisation ECOVEGETAL®

Les systèmes de végétalisation extensive et semi-intensive ECOVEGETAL® sont compatibles avec les toitures-terrasses prévues et aménagées pour la retenue temporaire des eaux pluviales.

Les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL® sont constitués des couches habituelles (Voir Chap. 6) et reposent sur les éléments du système AQUASET destinés à la retenue temporaire des eaux de pluie.

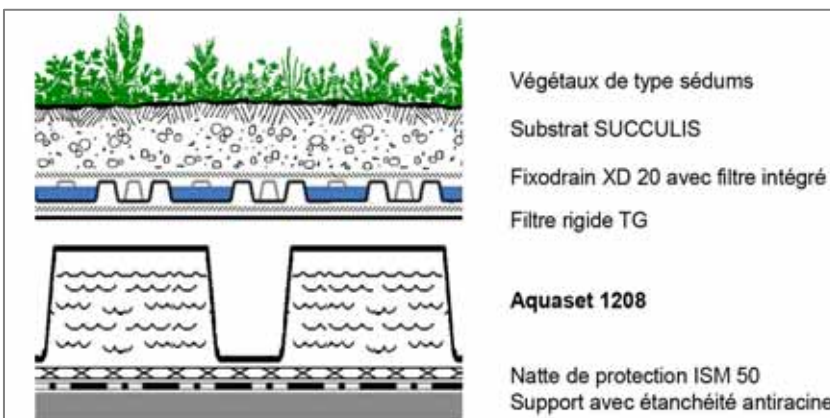
Par contre la couche de drainage doit se situer à une distance minimale de 20 mm au-dessus du niveau supérieur de la hauteur d'eau retenue temporairement afin d'éviter l'asphyxie par excès d'eau de l'appareil racinaire. Cet espace permet également la circulation de l'air pour assurer une bonne balance air / eau.

- Dans le cas où l'élément de retenue temporaire permet cette distance de 20 mm, ECOVEGETAL® définit la suppression éventuelle de la couche de drainage du système de végétalisation ;
- Dans le cas où il ne le permet pas, cet espace doit être assuré par la couche de drainage. (Voir Fig. 18).

Selon la quantité d'eau à retenir, les éléments du système de retenue temporaire AQUASET sont les suivants :

- Pour une retenue de 25 l/m² : Élément AQUASET 45
- Pour une retenue de 48 l/m² : Élément AQUASET 50 sur natte de protection BSM64
- Pour une retenue de 144 l/m² : Élément AQUASET 150 sur natte de protection ISM50

FIGURE 18 : STOCKAGE D'EAU TEMPORAIRE SOUS LES ALVEOLES DE L'AQUASET 150



14 ORGANISATION DE CHANTIER ET RÉALISATION DES TRAVAUX

Conformément aux Règles Professionnelles le Maître d'Œuvre doit concevoir une accessibilité directe à la toiture et prévoir un ou plusieurs point(s) d'eau de débit dimensionné à la surface végétalisée, disponible(s) au niveau de la terrasse au moment des travaux et maintenu(s) en état de fonctionnement pendant la durée de vie de l'ouvrage. Tout point de la terrasse devra être situé à moins de 30 mètres d'un point d'eau.

Les zones très localisées, subissant des contraintes particulières (absence de pluie, couloir de vent, réflexion solaire intense, zone ombragée, surplomb...) sont à considérer comme des zones singulières. Elles doivent être aménagées comme une zone stérile avec protection adaptée aux contraintes décrites ci-dessus.

Les dispositifs de retenue et de séparation ainsi que les différentes couches du système de végétalisation (natte absorbante, élément de retenue temporaire, couche de retenue de substrat, substrat, natte anti-érosion, végétaux) sont mis en œuvre dès que possible et en tout cas dès la fin des travaux d'étanchéité.

La charge des engins de manutention pour la mise en œuvre des matériaux devra être compatible avec la résistance de l'élément porteur, du support et du complexe isolation-étanchéité notamment sur l'élément porteur en T.A.N (cf. DTU 43.3) ou en bois ou panneaux dérivés du bois (cf DTU 43.4).

Note : Il appartient à l'entreprise d'étanchéité d'assurer la pérennité de son ouvrage.

L'installation de la couche végétale du système ECOVEGETAL® est réalisée dans la période appropriée en fonction des exigences liées à son mode de plantation (Voir § 7.5). Du fait des risques de dépérissement des végétaux en attente de plantation, l'organisation du chantier doit permettre leur mise en œuvre dès la livraison.

- Tous les éléments précultivés (ECOSÉDUM®, ECOSÉDUM PACK®, nattes SUCCULIS) doivent être installés dans les 24 heures suivant leur livraison et pour les tapis gazon, à réception sur chantier. Sinon ils peuvent être conservés 8 jours en attente (72 h pour les tapis de gazon) à condition d'être dépalettisés, étalés en une seule couche, de préférence en zone ombragée, et arrosés. Au-delà de ces délais la qualité des végétaux est altérée et leur remplacement s'avère nécessaire.
- Les godets et les micromottes doivent être mis en œuvre dans les 48 heures. Si cela n'est pas possible, l'entreprise doit demander, à ECOVEGETAL®, les instructions pour leur bonne conservation. Il convient cependant de les stocker à l'ombre et de les arroser. Au-delà de ce délai, la qualité des végétaux est altérée et leur remplacement s'avère nécessaire.
- Les fragments de sédums doivent être mis en œuvre dans les 24 heures. Il convient, dès réception sur chantier, de les disposer à l'ombre et de les arroser afin de les maintenir humides. Si cela n'est pas possible, la qualité des fragments de sédums est altérée et leur perte est probable.

15 PREVENTION

La sécurité des personnes doit respecter les règles prescrites par le « Manuel Prévention des Risques Professionnels sur les Chantiers » de la CSFE.

La zone stérile située le long des acrotères en bordure du vide n'est pas une zone de passage.

D'une façon générale la circulation pour l'entretien est possible sur l'ensemble de la toiture moyennant les dispositions préventives légales vis à vis du risque de chute de hauteur.

16 ENTRETIEN

16.1 GENERALITES

L'entretien est obligatoire et est formalisé pour chaque chantier par un contrat spécifique portant sur la végétalisation de l'ensemble de la toiture y compris les zones stériles. 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.

- L'arrosage automatique est indispensable, de même que la maintenance du réseau d'irrigation ;
- Les doses et fréquences d'arrosage sont définies et transmises par le tenant du procédé ;
- Dans le cas des gazons, la fréquence des tontes est définie au cas par cas. Les déchets de tonte doivent être évacués ;
- Les plantes semi-ligneuses et ligneuses peuvent faire l'objet de tailles, au même titre que si elles étaient plantées dans le sol naturel.

TABEAU 12: FREQUENCE D'ENTRETIEN RECOMMANDEE SELON LE MODE DE PLANTATION

TYPE DE VEGETALISATION		ELEMENTS PRECULTIVES	PLANTATION DE GODETS	SEMIS
Période de confortement	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 par an	3 à 4 par an	3 à 4 par an
Entretien courant	Fréquence minimale d'intervention	1 à 2 par an	1 à 2 par an	1 à 2 par an
Nota : Dans le cas d'une terrasse ombragée, l'entretien doit être plus fréquent.				

17 ARROSAGE

Les Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (édition n°2 – novembre 2007) précisent que « *Le Maître d'Œuvre doit prévoir un ou plusieurs point(s) d'eau de débit dimensionné à la surface végétalisée (pression supérieure à 2,5 bars / 0,25 MPa), disponible(s) au niveau de la terrasse au moment des travaux et maintenu(s) en état de fonctionnement pendant la durée de vie de l'ouvrage (sauf période hivernale où l'installation devra être purgée). Tout point de la terrasse devra être situé à moins de 30 mètres d'un point d'eau.* »

Le but de l'arrosage est de garantir les besoins en eau des plantes et de pallier à un déficit hydrique lors de périodes prolongées de canicule et/ou de sécheresse (Voir § 7.2).

L'eau est un élément indispensable à l'enracinement et au développement rapides de la végétation. Elle véhicule les éléments minéraux puisés dans le substrat par les racines vers les feuilles, où ils sont transformés afin d'être utilisés dans le mécanisme de la croissance.

Quand il est prévu, l'usage régulier de l'arrosage automatique est indispensable. Il favorise la phase d'enracinement.

Quel que soit le mode de plantation, un apport d'eau est nécessaire lors de la mise en œuvre. Dans le cas des systèmes précultivés, il facilite le développement racinaire dans le substrat complémentaire.

17.1 INDICATIONS

L'arrosage automatique est nécessaire :

- Pour la végétalisation semi-intensive ;
- Dans les régions de faible pluviométrie ;
- Dans les régions méridionales, par aspersion pour la végétalisation extensive.

17.2 REGLES ELEMENTAIRES

Un bon arrosage doit :

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

17.3 PERIODE D'ARROSAGE

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

17.4 BESOINS EN EAU ET FREQUENCE D'ARROSAGE

Les quantités d'eau sont ajustées en fonction des besoins des plantes et de l'aspect esthétique recherché. Elles sont définies au cas par cas selon les systèmes de végétalisation ECOVEGETAL® retenus, les végétaux mis en place, la localisation géographique et de la performance du système d'arrosage.

De nombreux autres facteurs sont à prendre en compte parmi lesquels : les températures estivales, la pluviométrie, les zones de vent, le type de bâtiment, l'exposition des pentes comme l'indique le tableau ci-dessus.

TABEAU 13 : INFLUENCE DE L'EXPOSITION DES PENTES SUR LES VEGETAUX

ANNEXE A Zones géographiques de pluviométrie	Influence de l'exposition des pentes sur les végétaux			
	Nord	Sud	Est	Ouest
Zone 1	non	oui	oui	non
Zone 2	non	oui	oui	oui
Zone 3	oui	oui	oui	oui

18 ASSISTANCE TECHNIQUE

Rappel : L'ensemble des travaux à réaliser concernant l'étanchéité, la mise en place des dispositifs de séparation ou de retenue fixés à l'étanchéité sont sous l'entière responsabilité de l'entreprise d'étanchéité. Une co-traitance ou une sous-traitance avec une entreprise du paysage pour la mise en place du système de végétalisation seul est admise.

ECOVEGETAL® met son assistance technique à la disposition des entreprises, des Maîtres d'Ouvrage et des Maîtres d'Œuvre qui en font la demande.

ECOVEGETAL® valide l'étude préalable qui doit être faite par l'entreprise en charge des travaux, avant toute végétalisation telle que définie dans le présent CCT, pour que le choix du système de végétalisation, à travers ses différentes couches, et que le choix des végétaux tiennent compte des valeurs climatiques locales, de l'exposition de la toiture et de la pente. Les besoins d'entretien et d'arrosage sont également évalués et définis dans le cadre de cette étude préalable.

ECOVEGETAL® définit la nécessité ou non de prévoir un élément de retenue de substrat pour les pentes de 14 à 18% en fonction de la longueur du rampant et des dispositifs en bas de pente.

ECOVEGETAL® précise le choix et les dispositions spécifiques de mise en œuvre de ses produits, en particulier pour l'élément de retenue temporaire des eaux pluviales.

ECOVEGETAL® définit la suppression éventuelle de la couche de drainage du système de végétalisation dans la cas de retenue temporaire des eaux pluviales.

Note : Cette assistance ne peut être assimilée à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de construction et de mise en œuvre.

19 REFERENCES

ECOVEGETAL® est une entreprise spécialisée, présente sur le marché des toitures végétales depuis plus de 10 ans et qui compte à son actif, tous systèmes de végétalisation confondus, plus d'un million quatre cent mille mètres carrés de toitures végétalisées en France sur des bâtiments de toutes destinations.

20 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRODUITS ET DES ACCESSOIRES

TABLEAU 14 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRODUITS ET DES ACCESSOIRES

VEGETAUX		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
SEMIS DE VIVACES ET DE GRAMINEES	Semis PRAIRIE FLEURIE – MILLEFLEUR – GRAMINEIS: Mélange de graines comprenant des graminées et des herbacées à fleurs (annuelles et vivaces). Dosage : env. 50 g/m ²	Sacs de 2, 5 et 10 kg	10
FRAGMENTS	Fragments de sédums : Mélange de 4 à 6 espèces. Dosage : env. 100 à 200 g/m ²	Cageot de 10 kg	10
GODETS	Godets SUCCULIS – SAXATILIS : Godets de sédums et de vivaces alpines cultivés en plein champ	Cageots de 54 unités	10
	Godets LAVANDULIS : Godets de plantes (graminées, vivaces et ligneux) cultivées en plein champ	Cageots de 54 unités	15
NATTES SUCCULIS	Nattes pré-cultivées avec 4 à 8 variétés de sédums, épaisseur: 2-3 cm	Palette de 40 m ²	20
ECOSSEDUM	Dalles en PEBD recyclé, pré-cultivées avec min.4 à 5 variétés de sédums. Dimensions : 1,33 m ² ou 0,67 m ² , Hauteur : 50 mm	Palette de 23,94 m ²	50
ECOSSEDUM PACK	Bac pré-cultivé à réserve d'eau en PP/PE recyclé ; Substrat minéral drainant et couche végétale. Taux de couverture à la livraison > 70 % ; Dimensions : 40 cm x 60 cm, Hauteur : 75 mm	Palette de 20,16 m ²	95
ECOVEGETAL GREEN	Dalles en PEBD recyclé, préengazonnées, hauteur: 50 mm, charge : 150 t/m ² - plaques de 1 x 1,33 m, épaisseur : 5 cm	Palette de 34,58 m ²	40
COUCHES DE DRAINAGE		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
FIXODRAIN XD20	Elément de drainage à réserve d'eau avec filtre intégré, polyéthylène recyclé avec ouvertures d'aérations et de diffusion, résistance à la compression : > 50 kN/m ² (rempli), volume retenu : 3 l/m ² , poids : 1,0 kg/m ² , épaisseur : 20 mm	Rouleau de 20 m ²	4
FLORADRAIN FD25	Elément de drainage à réserve d'eau, polyéthylène recyclé avec ouvertures d'aérations et de diffusion, résistance à la compression : 250 kN/m ² (rempli), volume retenu : 4 l/m ² , poids : 1,5 kg/m ² , épaisseur : 25 mm	Plaque de 2 m ²	6
FLORADRAIN FD40	Elément de drainage à réserve d'eau, polyéthylène recyclé avec ouvertures d'aérations et de diffusion, résistance à la compression : 135 kN/m ² (rempli), Volume retenu : 4 l/m ² , poids : 2,2 kg/m ² , épaisseur : 40 mm	Plaque de 2 m ²	7
AG45	Elément de drainage en polystyrène expansé, résistance à la compression : 20 kPa, poids : 0,43 kg/m ² , épaisseur : 45 mm	Plaque de 0,84 m ²	0,5
FLORASET FS50	Elément de drainage à réserve d'eau, PSE, ouvertures d'aération et de diffusion, poids : 0,6 kg/m ² ; épaisseur : 50 mm, densité : 20 kg/m ³ , réserve d'eau : 2 l/m ² , résistance à la compression : > 25 kN/m ²	Plaque de 1 m ²	3
FLORATHERM WD65	Eléments de drainage isolant thermique, à réserve en eau, polystyrène 25 SE, ouvertures d'aération et de diffusion, classe de matériau B1, épaisseur : 65 mm, capacité isolante R = 0,9 m ² K/W , volume de remplissage: 13 l/m ² , poids : 1,1 kg/m ²	Plaque de 1 m ²	14
FLORASET FS75	Elément de drainage en PSE, ouvertures d'aération et de diffusion, poids : 1,0 kg/m ² ; épaisseur : 75 mm, densité : 23 kg/m ³ , volume de remplissage des alvéoles : 25 l/m ² , réserve d'eau : 2 l/m ² , résistance à la compression : > 25 kN/m ²	Plaque de 1 m ²	3
FLORASET FS100	Elément de drainage à réserve d'eau, PSE, ouvertures d'aération et de diffusion, poids : 1,0 kg/m ² ; épaisseur : 100 mm, densité : 20 kg/m ³ , volume de remplissage des grandes alvéoles : 27 l/m ² , réserve d'eau : 5 l/m ²	Plaque de 1 m ²	6
FLORATHERM WD120	Eléments de drainage isolant thermique, polystyrène 25 SE, ouvertures d'aération et de diffusion, classe de matériau B1, épaisseur : 120 mm, capacité isolante R = 2,15 m ² K/W, volume de remplissage: 13 l/m ² , poids : 2,1 kg/m ²	Plaque de 1 m ²	15
Ecolit	Mélange minéral de drainage, agrégats minéraux poreux et concassé de terre cuite, calibre 3/15 à base, densité à CME ≈ 1,1 (Le poids à CME est donné pour 4 cm d'épaisseur)	Big bag de 1 m ³	44

COUCHES FILTRANTES		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
Filtre SF	Géotextile non-tissé en polypropylène comprimé et rigidifié à la chaleur, imputrescible, perméabilité Q = 150 l/m ² x s pour 10 cm de précipitations, porosité efficace : Dw = 110 µm, classe de solidité 1, masse surfacique : 100 g/m	Rouleau	-
Filtre TG	Géotextile en PE/PP, rigidifié thermiquement, résistant à de fortes contraintes mécaniques, perméabilité Q = 60 L/m ² x s pour 10 cm de précipitations, porosité efficace: Dw = 130 µm, classe de solidité 3, masse surfacique : 190 g/m ²	Rouleau	-
NATTES ABSORBANTES ET DE PROTECTION		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
TSM32	Natte absorbante de protection, polyester, imputrescible, stockage d'eau et d'éléments nutritifs, compatible avec le bitume, classe de résistance 3, point de fusion: 260°C, capacité de rétention en eau : 3 l/m ² . épaisseur : 3 mm, poids : 320 g/m ²	Rouleau de 100 m ²	4
SSM45	Natte absorbante de protection en fibres de synthèse recyclées, polypropylène, non-tissé, stockage d'eau et d'éléments nutritifs, compatible avec le bitume, résistance au poinçonnement > 2400 N, conforme à la DIN 54307, imputrescible, indéchirable (Norme DIN 53857), capacité de rétention en eau : 5 l/m ² , épaisseur : 5 mm, masse surfacique : 470 g/m ²	Rouleau de 50 -100 m ²	6
BSM64	Natte absorbante de protection, en fibres de synthèse recyclées, polypropylène, non-tissé, imputrescible, compatible avec le bitume, indéchirable, classe de résistance 3, rétention en eau : 7 l/m ² , épaisseur : 7 mm, masse surfacique : 650 g/m ²	Rouleau de 50 m ²	8
WSM150	Natte à rétention d'eau, fibres de polypropylène recyclées, imputrescible, non tissé, compatible avec le bitume, indéchirable, capacité de rétention en eau : 12 l/m ² , épaisseur : 20 mm, masse surfacique : 1500 g/m ² .	Rouleau de 15 m ²	12
ISM50	Natte de protection isolante ISM 50, fibres de synthèse recyclées, polypropylène très résistant aux pressions mécaniques ; stocke eau et éléments nutritifs ; compatible avec le bitume, imputrescible ; classe de résistance 4, rétention d'eau : 4 l/m ² , épaisseur : 6 mm	Rouleau de 100 m ²	5
DISPOSITIFS DE SEPARATION ET ANTIGRAVITAIRES		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
DP 80/120	Profil de rive ajouré, Aluminium EN AW 1050A (Al 99.5), hauteur : de 80/120 mm, longueur : 3 ml, épaisseur : 1,5 mm	Bande de 3 m linéaire	
TSH 60	Crochet d'arrimage pour profil de rive TRP 80/ 140, maintien du profil de rive sur toitures en pente, charge : 150 kg/crochet (TSH 60), matériau : acier inoxydable EN 1.4301 ; Limites de pente : crochets TSH 60 : ≤ 20% (11,3°)	Unité	1,0
COUCHE DE STABILISATION DE SUBSTRAT ET ANTI EROSION		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
ECORASTER S50	Elément stabilisant alvéolaire en PEBD 100% recyclé, système d'attache tenon/mortaise sécurisé et breveté (brevet n° 0576939), dimensions 33 cm x 33 cm, hauteur 5 cm ; capacité de charge 150 t/m ² , dilatation 0.5 %, poids 6,85 kg/m ² , taille de la maille 5 x 5 cm.	Plaque de 1,33 m ²	7
JEG	Protection anti-érosion en jute JEG, natte à grosses mailles (3 cm x 4 cm), en jute, ininflammable, poids : 500 g/m ²	Rouleau de 85,4 m ²	1
ELEMENTS DE RETENUE DES EAUX PLUVIALES		Conditionnements	Poids à CME (kg/m ²)
AQUASET 45	Elément de retenue temporaire des eaux pluviales, PSE, ouvertures d'aération et de diffusion, poids : 1,0 kg/m ² ; épaisseur utile : 45 mm, densité : 23 kg/m ³ , résistance à la compression : > 25 kN/m ² , Indice de vide 55% - Hauteur de stockage d'eau utile : 45 mm	Plaque de 1 m ²	3
AQUASET 50	Elément de retenue temporaire des eaux pluviales, PEBD 100% recyclé, système d'attache tenon/mortaise sécurisé et breveté (brevet n° 0576939), capacité de charge 150 t/m ² , dilatation 0.5 %, poids 6,85 kg/m ² , taille de la maille 5 x 5 cm. Indice de vide 95% - Hauteur de stockage d'eau : 50 mm	Plaque de 1,33 m ²	7
AQUASET 150	Elément de retenue temporaire des eaux pluviales, polyoléfine, capacité de charge en dyn.: 0,8 T, poids: 5,40 kg/m ² , Indice de vide 96% - Hauteur de stockage d'eau : 150 mm	Plaque de 0,96 m ²	6

ANNEXE A : CARTE DES VENTS : 4 ZONES DE VENT EN FRANCE METROPOLITAINE (Z1, Z2, Z3, Z4)

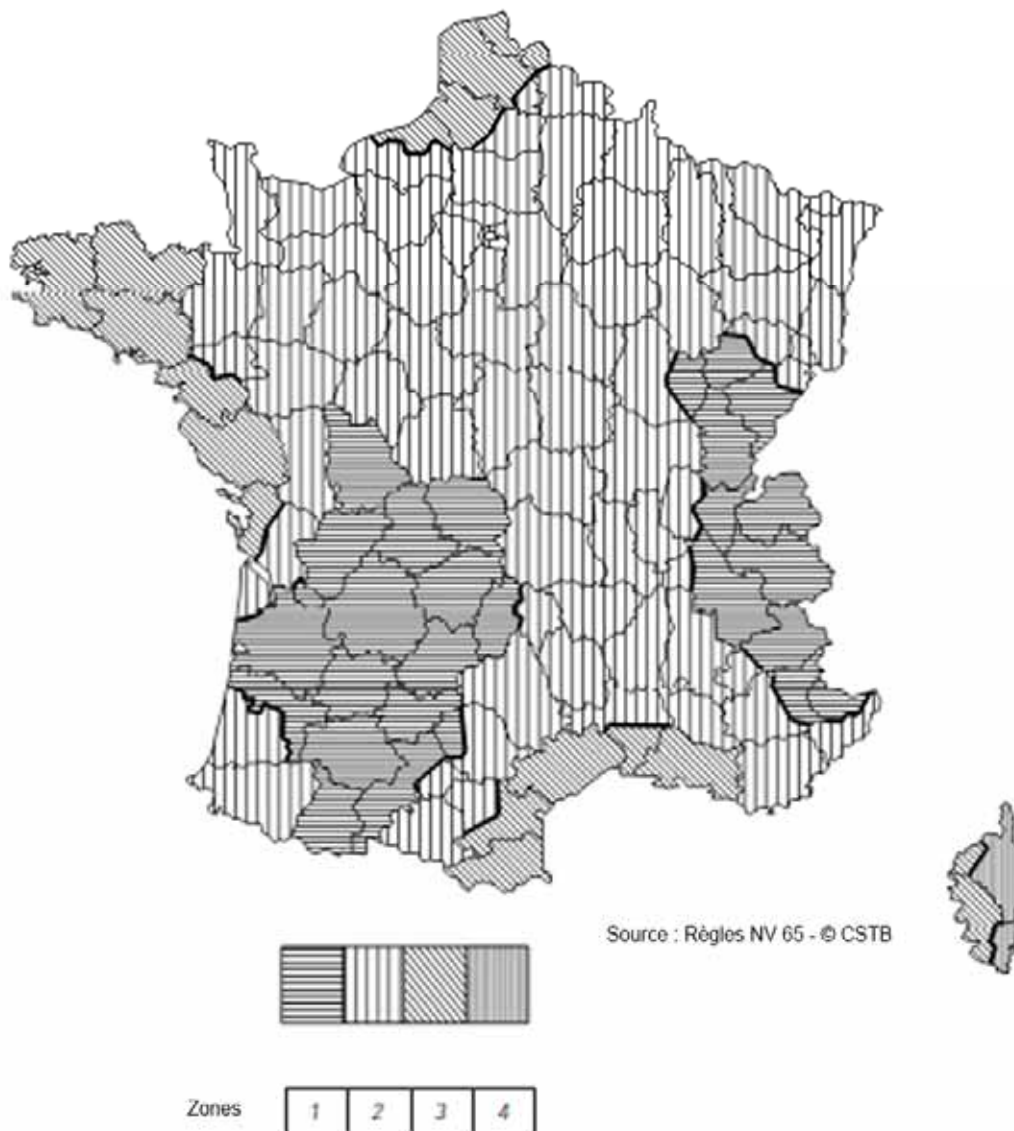
3 TYPES DE SITE (PROTEGE, NORMAL, EXPOSE)

Elles varient avec les zones et à une altitude ≤ 1 000 m .

	Pression dynamique de base normale (daN/m ²)	Pression dynamique de base extrême (daN/m ²)
Zone 1	50	87,5
Zone 2	60	105,0
Zone 3	75	131,0
Zone 4	90	157,5
Zone 5	120	210,0

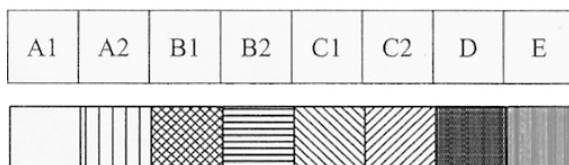
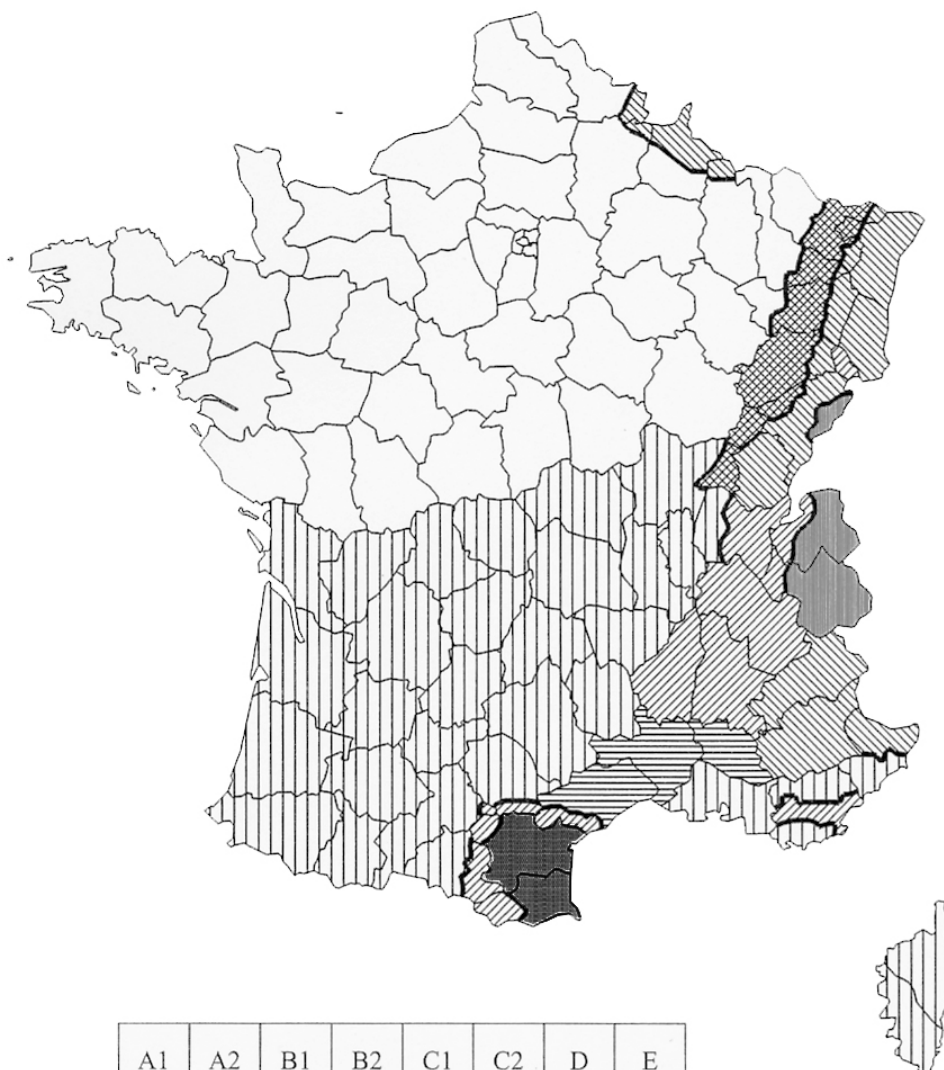
Commentaire : Valeur des vitesses du vent correspondant à celles des pressions dynamiques pour les différentes zones.

	Valeurs normales		Valeurs extrêmes	
	m/s	km/h	m/s	km/h
Zone 1	28,6	103,0	37,8	136,1
Zone 2	31,3	112,7	41,4	149,1
Zone 3	35,0	126,0	46,3	166,6
Zone 4	38,3	137,9	50,7	182,5
Zone 5	44,2	159,2	58,5	210,6



ANNEXE B : CARTE DES REGIONS DE CHARGES DE NEIGE

CHARGES VERTICALES	REGIONS (jusqu'à 200 m d'altitude)							
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Unité: daN/m ²								
Charge normale P _{no}	35	35	45	45	55	55	80	115
Charge extrême P' _{no}	60	60	75	75	90	90	130	190
Charge accidentelle	-	80	80	108	-	108	144	-



Source : Règles N84 - © CSTB

ANNEXE C : CARTE DES ZONES DE PLUVIOMETRIE



ANNEXE E : VALEURS INDICATIVES DE COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT ET D'IMPERMEABILISATION

1. LE COEFFICIENT D'IMPERMEABILISATION

Le coefficient d'imperméabilisation permet de calculer le volume d'eau rejeté annuellement au-dehors de la surface considérée : si la pluviométrie annuelle moyenne survenant sur une toiture de 1000 m² est de 700 mm (ou litres / m²), une végétalisation extensive induira le rejet de $0,65 \times 0,700 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ m}^2 = 455 \text{ m}^3$ au lieu de 700 m³.

Type	Epaisseur du complexe de culture	Coefficient d'imperméabilisation	Coefficient de ruissellement
Extensif	Inférieur à 10 cm	0,65	0,8
Extensif	Compris entre 10 et 15 cm	0,50	0,5
Semi-intensif	12 à 30 cm	0,45	0,4

2. LE COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Le coefficient de ruissellement est établi sur la compilation d'essais (normalisés en Allemagne) qui prennent en compte des précipitations simulées sur des éprouvettes de grande taille (1 m x 10 m).

Ces valeurs sont des minima, qui peuvent être pris en compte sous la réserve expresse que le système soit conforme aux exigences des présentes Règles Professionnelles (concernant particulièrement les caractéristiques des substrats et couches de drainage).

RAPPORT D'ENQUETE DE TECHNIQUE NOUVELLE

REFERENCE	:	BT 110051 indice 0
NOM DU PROCEDE	:	ECOVEGETAL® Système de végétalisation Extensive et semi-intensive Pour les toitures végétalisées à faibles pentes
TYPE DE PROCEDE	:	Végétalisation extensive et semi-intensive de toitures avec membranes d'étanchéité résistant à la pénétration des racines
DESTINATION	:	Toitures de bâtiments de toutes destinations (habitation, industriel, agricole...), des ERP, et de pentes $\leq 20\%$
DEMANDEUR	:	ECOVEGETAL® Les Grandes Pièces 28410 BROUÉ
PERIODE DE VALIDITE	:	DU 1^{er} novembre 2011 AU 31 octobre 2014

Le présent rapport porte la référence BT 110051 indice 0 rappelée sur chacune des pages. Il ne doit être communiqué que dans son intégralité.

PREAMBULE

L'Enquête de Technique Nouvelle ou Enquête Technique sur produit ou procédé nouveau, est une évaluation technique privée régie par un accord COPREC / CSTB d'octobre 1998. Elle complète la gamme d'offres d'évaluation technique publique constituée par l'Avis Technique, l'Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) et le PASS' INNOVATION, afin de prendre en compte les différents stades de développement de l'innovation.

1. OBJET DU RAPPORT

La société **ECOVEGETAL®** a confié à la société BUREAU ALPES CONTROLES une mission d'évaluation technique et la rédaction d'un rapport d'Enquête de Technique Nouvelle pour le procédé « **ECOVEGETAL® Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** ». Cette mission est détaillée dans notre proposition référence VNA/110624P001/MRI en date du 6 juin 2011.

La mission confiée à la société BUREAU ALPES CONTROLES concerne uniquement les éléments constitutifs assurant la fonction « clos et couvert » au sens des articles 1792 et suivants du Code Civil et dans l'optique de permettre une prévention des aléas techniques relatifs à la solidité dans les constructions achevées (mission L selon la loi du 04 janvier 1978, et la norme NFP 03-100, relative à la solidité des ouvrages), à l'exclusion :

- de tout autre fonction et/ou aléas au sens de la norme NFP 03-100 (solidité des équipements dissociables, solidité des existants, stabilité des ouvrages avoisinants, sécurité des personnes en cas d'incendie, stabilité en cas de séisme, isolation thermique et économies d'énergie, isolation acoustique, accessibilité des personnes à mobilité réduite, transport des brancards, fonctionnement des installations, gestion technique du bâtiment, hygiène et santé, démolition, risques naturels exceptionnels et technologiques, conformité au règlement de la construction,...) ;
- de toute garantie de performance ou de rendement, garantie contractuelle supplémentaire à la garantie décennale,... ;
- ainsi que de tous labels (QUALITEL, HPE, BBC, Minergie, Effinergie, Passivhaus,...).

La présente Enquête vise l'utilisation du procédé « **ECOVEGETAL® Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** », par rapport aux Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées de la CSFE ; Edition N° 2 de novembre 2007 :

- pour les toitures végétalisées courantes de pente $\leq 20\%$, en conformité avec les RP ;
- pour les toitures végétalisées avec circulation piétonne, par gazon supportant le piétinement avec pente de 0% à 20%, en extension des RP ;
- pour les toitures avec retenue temporaire des eaux pluviales, en disposition constructives supplémentaires des RP.

Pour information, le procédé a fait l'objet d'une Enquête de Technique Nouvelle réalisée par SOCOTEC, en date du 25 janvier 2008 et à échéance de validité au 31 mars 2011, sur le Cahier de Prescription de Pose pour pente $\leq 20\%$ « **ECOVEGETAL® Procédés de végétalisation extensive et semi-intensive pour les terrasses et les toitures végétalisées** ».

2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE

Le procédé « **ECOVEGETAL® Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** » est un procédé :

- soit de végétalisation extensive de 5 cm à 12 cm d'épaisseur ;
- soit de végétalisation semi-intensive de 12 à 30 cm d'épaisseur.

Il est composé, selon la pente, (du bas vers le haut) :

- d'une natte absorbante de protection ;
- d'une couche de drainage ;
- d'une couche filtrante ;
- d'un substrat spécifique ;
- de dispositifs antigravitaires en bord de rive, intermédiaires, en délimitation, autour des émergences ;
- de végétaux adaptés à la pente de la toiture soit sous forme pré-cultivés, soit plantés in situ.

Il nécessite :

- un élément porteur conforme aux Règles Professionnelles précitées et résistant à la charge de calcul non pondérée, à savoir la somme :
 - ❖ **des charges permanentes** suivantes :
 - due au poids du complexe pare-vapeur/ isolation/ étanchéité ;
 - due au poids du complexe de végétalisation (couche absorbante de protection, élément de retenue du substrat, couche de plantation ou substrat, végétation) à Capacité Maximale en Eau ;
 - due à la charge de sécurité forfaitaire de 15 daN/m² (pour tous éléments porteurs) ;
 - due à la charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m² (pour éléments porteurs en bois massifs et panneaux dérivés lorsque leur pente est inférieure à 7% sur plan).
 - ❖ **des charges d'exploitation** définies dans NFP 06-001 et DTU série 43, ainsi que des charges climatiques correspondant aux effets de la neige selon les règles N84 en vigueur.
- une isolation thermique éventuelle et pare-vapeur sous jacent selon nécessité ;
- un revêtement d'étanchéité résistant, aux effets du vents selon NV85 en vigueur, résistant à la pénétration des racines, compatible avec une protection lourde et mis en œuvre (dans les limites des pentes selon l'élément porteur) en indépendance (pente < 5%), en semi indépendance ou en adhérence selon l'élément porteur.

3. DESTINATION – DOMAINE D'EMPLOI – DISPOSITIONS SPECIFIQUES

Dans le cadre de la présente enquête, le procédé est visé de la façon suivante :

Destination

Le procédé est destiné aux ouvrages :

- mis en œuvre sur les toitures de bâtiments de toutes destinations (habitation, industriel, agricole,...) et des établissements recevant du public ;
- situés en France européenne uniquement, à l'exclusion de l'Outre-mer ;
- en climat de plaine, sur tous éléments porteurs isolés thermiquement ou non isolés (tels que bâtiments agricoles, de stockage, machinerie d'ascenseurs,...) ;
- en climat de montagne (limité à 1 100 m d'altitude), sur éléments porteurs en maçonnerie isolés thermiquement, de pente non nulle et $\leq 20\%$, tels que décrits et en conformité avec les RP précitées ;
- faisant l'objet de travaux neufs ;
- faisant l'objet de travaux de réfection réalisés conformément à la norme NF P 84-208 réf. DTU 43.5 et en particulier aux conditions expresses d'une étude de stabilité des éléments porteurs (voir § 4.2 pour les charges à prendre en compte) et du diagnostic de l'existant ;
- installés sur les éléments porteurs tels que décrits dans les Règles Professionnelles précitées ;
- réalisés sur tous types de locaux dont l'hygrométrie intérieure satisfait aux prescriptions des normes NF P 84- série 200 réf. DTU série 43 et/ ou des Avis Techniques des éléments porteurs.

Nota : en climat de montagne (limité à 1 100 m d'altitude), pour les autres éléments porteurs isolés thermiquement, une étude spécifique doit être effectuée pour cette application, hors champ de la présente Enquête.

Résistance au vent

Le procédé est limité, vis-à-vis de la résistance au vent en dépression, au poids propre du système de végétalisation à l'état sec, avec au maximum une dépression de vent extrême de 3 151 Pa, correspondant en travaux neufs pour un bâtiment fermé de 10 m de hauteur maximale, à la zone 3 site normal selon le e-Cahier CSTB 3563 de juin 2006.

Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi du procédé est précisé au chapitre 2 du document de référence Cahier des Clauses Techniques n° 11/03 Version et Edition 1^{er} novembre 2011.

4. DOCUMENT DE REFERENCE

La société **ECOVEGETAL**® a rédigé un Cahier des Clauses Techniques n°11/03 Version et Edition 1^{er} novembre 2011, intitulé « **ECOVEGETAL**® **Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** », et comportant trente-sept pages recto/verso ».

Ce document a été examiné par BUREAU ALPES CONTROLES dans le cadre de la présente enquête.

Le chapitre 3 du CCT fournit la liste non exhaustive des références réglementaires, normatives et codificatrices.

5. MATERIAUX – FABRICATION - CONTROLE

Les matériaux entrant dans le procédé « **ECOVEGETAL**® **Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** » sont définis dans le Cahier des Clauses Techniques n°11/ 03 Version et Edition 1^{er} novembre 2011 :

- aux paragraphes 4.1 et 4.2, en ce qui concernent les éléments porteurs ;
- au chapitre 5, en ce qui concerne le complexe isolation- étanchéité, et en particulier le cas de l'isolation inversée ;
- au chapitre 6, en ce qui concernent la description des systèmes de végétalisation ;
- au chapitre 7, en ce qui concerne les caractéristiques des systèmes de végétalisation : types de végétaux selon l'aspect final recherché, besoins en eau, mode plantation en fonction de la pente et des végétaux et les modes de plantation par systèmes pré cultivés ou plantés in situ, ... ;
- au chapitre 8, en ce qui concernent les systèmes de végétalisation en fonction de la pente ;
- au chapitre 9, en ce qui concerne les dispositifs de retenue le long des rives et dans les noues en fonction de la pente ;
- au chapitre 10, en ce qui concerne les ouvrages spécifiques, en particulier le traitement des zones stériles ;
- au chapitre 11, en ce qui concerne les ouvrages particuliers, les dispositifs de retenue le long des rives et dans les noues en fonction de la pente.

La production des différents types de substrats est assurée par **ECOVEGETAL®** à F 28140 BROUÉ et des sociétés sous-traitantes selon des cahiers des charges particuliers et spécifiques. Les mélanges, à partir de matières premières sélectionnées, sont adaptés aux types de végétaux sélectionnés et font l'objet d'études et d'analyses.

La production des végétaux, sous forme de semis ou pré-cultivés, est assurée sur le site agricole de **ECOVEGETAL®** à F 28140 BROUÉ avec des moyens mécanisés et matériels spécialement mis au point pour **ECOVEGETAL®**. La production de plants est confiée à un sous-traitant et suivie selon un plan d'assurance qualité transmis par **ECOVEGETAL®** qui garantit une qualité permanente des produits.

La fabrication des éléments de retenue est assurée par une entreprise sous-traitante spécialisée dans ce type de matériels pour végétalisation selon ses propres cahiers des charges particuliers et spécifiques.

La fabrication des autres matériaux constitutifs du procédé, entre autres les couches de drainage et la couche filtrante, est assurée par des entreprises sous-traitantes selon des cahiers des charges particuliers et spécifiques.

6. ESSAIS

Des essais spécifiques et particuliers pour la mise au point du procédé « **ECOVEGETAL® Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** » ont été réalisés chez le sous-traitant de matériels pour végétalisation afin de déterminer les caractéristiques de résistance de l'élément de retenue « crochet TSH 60 » sur une maquette reproduisant les conditions réelles d'utilisation.

7. MISE EN ŒUVRE – ENTRETIEN – ASSISTANCE TECHNIQUE

La mise en œuvre est entièrement décrite dans le Cahier des Clauses Techniques n°11/ 03 Version et Edition 1^{er} novembre 2011 à travers les différents chapitres depuis la mise en œuvre des systèmes de retenue, en passant par celle des systèmes de végétalisation selon les modes de plantation, jusqu'aux traitements des points singuliers.

Le paragraphe 13.2 traite du cas des terrasses avec retenue temporaire des eaux pluviales.

La description de la mise en œuvre est complétée par l'organisation de chantier, la prévention des accidents, la détermination des périodes de mise en œuvre, les conditions d'arrosage et les différentes formes et périodes d'entretien.

La mise œuvre relève de la compétence des entreprises qualifiées pour l'exécution.

Les conditions et les divers types d'Assistance Technique assurés par **ECOVEGETAL®** sont précisés au chapitre 18.

8. REFERENCES

Depuis plus de 10 ans, les références concernent, tous systèmes de végétalisation confondus, plus d'un million quatre cent mille mètres carrés de toitures végétalisées en France sur des bâtiments de toutes destinations.

9. AVIS DE PRINCIPE DE BUREAU ALPES CONTROLES

La société **BUREAU ALPES CONTROLES** émet un **AVIS DE PRINCIPE FAVORABLE** sur le procédé « **ECOVEGETAL® Système de végétalisation extensive et semi-intensive pour toitures végétalisées de pente $\leq 20\%$** » faisant l'objet de la présente Enquête, dans les limites énoncées au chapitre «1–Objet du rapport» du présent rapport, moyennant le respect des prescriptions du Cahier des Clauses Techniques n° 11/03 Version et Edition 1^{er} novembre 2011, et sous réserve de l'existence d'un contrat d'assurance valide en Responsabilité Civile fabricant couvrant le procédé.

Le présent Rapport d'Enquête constitue un ensemble indissociable du Cahier des Clauses Techniques n° 11/ 03 version et Edition 1^{er} novembre 2011 examiné par la société **BUREAU ALPES CONTROLES** dans le cadre de la présente Enquête.

L'Avis de principe de la société **BUREAU ALPES CONTROLES** est accordé pour une période de **un an à compter de la date du présent rapport, renouvelable par tacite reconduction deux fois, soit jusqu'au 31 octobre 2014 au plus.**

Cet avis deviendrait caduque si :

- un Avis Technique du CSTB ou un Pass' Innovation était obtenu dans cet intervalle de temps ;
- un changement intervenait dans le procédé élaboré ;
- des modifications étaient apportées à la réglementation en vigueur ;
- des désordres étaient portés à la connaissance de **BUREAU ALPES CONTROLES**.



D'autre part, cet Avis ne vise pas les ouvrages réalisés :

- avec une partie seulement des différentes utilisations visées,
- avec des produits qui ne sont pas décrits dans le Cahier des Clauses Techniques n° 11/ 03 Version et Edition 1er novembre 2011 ;
- l'aptitude au développement, l'aspect et la durabilité de la végétalisation (au-delà de l'impact sur la fonction protection lourde).

La société **ECOVEGETAL**® devra obligatoirement signaler à la société **BUREAU ALPES CONTROLES** :

- toute modification dans le Cahier des Clauses Techniques examiné ;
- tout problème technique rencontré ;
- toute mise en cause relative à ce procédé dont elle ferait l'objet.

FAIT A BOURG EN BRESSE, LE 1^{er} novembre 2011.

<p>Le consultant technique de la Société ALTROS INGENIERIE</p>  <p>Marc SASSOT</p>	<p>L'ingénieur responsable des Enquêtes,</p>  <p>Vincent NANCHE</p>
--	--

