



**REGLES PROFESSIONNELLES**

**POUR LA CONCEPTION ET LA REALISATION**

**DES TERRASSES ET TOITURES VEGETALISEES**

**CSFE**  
6-14, rue La Pérouse  
75784 Paris Cedex 16

**SNPPA**  
2, rue de Logelbach  
75017 Paris

**UNEP**  
10, rue Saint-Marc  
75002 Paris

## COMMISSION DE REDACTION

### Président :

M. Ovaert – (CSFE)

### Rédacteur :

M. de Fay – (CSFE)

### Membres :

M. Bony – *SPAPA* – (CSFE)  
M. Bruder – *SOPREMA* – (CSFE)  
M. Déan – *SMAC-ACIEROÏD* – (CSFE)  
M. Henry – *JARDINS DE GALLY* – (UNEP)  
M. Houssin – *SIPLAST* – (CSFE)  
M. Lassalle – *SOPREMA* – (CSFE)  
M. Magniez – *PAB* – (SNPPA)  
M. Moreau – *SNPPA*  
M. Morel – *ABCISSES JARDINS* – (UNEP)  
M. Possémé – *PERSPECTIVES* – (UNEP)  
M. Rémolu – *MEPLE* – (CSFE)

«M. François MICHEL du Bureau VERITAS et M. Etienne PROTHON de SOCOTEC, ont fait bénéficier la Commission de Rédaction de leur expérience professionnelle et de leur compétence technique par une lecture critique de l'avant-projet de document. Qu'ils en soient vivement remerciés. »

### AVERTISSEMENT

*Des croquis sont joints au présent document pour aider à la compréhension du texte. Ils constituent, sauf ceux qui comportent des restrictions absolues, des exemples indicatifs et non limitatifs de réalisation des ouvrages auxquels ils se rapportent.*

## SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE
2. OBJET
  - 2.1. GENERALITES
  - 2.2. DESCRIPTION
3. DOMAINE D'EMPLOI ET DESTINATION
4. ELEMENTS PORTEURS ET CHARGES A PRENDRE EN COMPTE
5. DOCUMENTS DE REFERENCE
6. VOCABULAIRE – TERMINOLOGIE
  - 6.1. GENERALITES
  - 6.2. TOITURE (dite) VERTE
  - 6.3. TERRASSE ET TOITURE-VEGETALISEES
  - 6.4. TOITURE-TERRASSE JARDIN
  - 6.5. VEGETALISATION INTENSIVE
  - 6.6. VEGETALISATION SEMI-INTENSIVE
  - 6.7. VEGETALISATION EXTENSIVE
  - 6.8. TABLEAU PANORAMIQUE
  - 6.9. SUBSTRAT
  - 6.10. DRAINAGE POREUX
  - 6.11. CAPACITE MAXIMALE EN EAU (POUR LES SUBSTRATS ET LES DRAINAGES POREUX)
  - 6.12. RESERVE D'EAU COMPLEMENTAIRE
  - 6.13. COMPLEXE DE CULTURE
  - 6.14. ZONE STERILE
  - 6.15. ECOSYSTEME
  - 6.16. RESISTANCE A LA PRENETRATION DES RACINES
  - 6.17. TABLEAU DES PENTES ADMISSIBLES PAR RAPPORT A L'ELEMENT PORTEUR ET AU TYPE DE REVETEMENT D'ETANCHEITE
7. CONSTITUTION DE L'ELEMENT PORTEUR ET DU COMPLEXE ISOLATION-ETANCHEITE
  - 7.1 TERRASSES (pente  $\leq 3$  %)
  - 7.11 ELEMENT PORTEUR
  - 7.12 COMPLEXE ISOLATION-ETANCHEITE
  - 7.2 TOITURES (pentes  $> 3$  % ET  $\leq 20$  %)
  - 7.21 ELEMENTS PORTEURS
  - 7.22 COMPLEXE ISOLATION-ETANCHEITE
8. CONSTITUTION DU COMPLEXE DE VEGETALISATION
  - 8.1 TERRASSES (PENTE  $\leq 3$  %)
    - 8.1.1 COUCHE DRAINANTE
    - 8.1.2 COUCHE FILTRANTE
    - 8.1.3 COUCHE D'ACCROCHAGE ET D'ANCRAGE (FACULTATIVE)
    - 8.1.4 COUCHE DE CULTURE
    - 8.1.5 COUCHE VEGETALE
  - 8.2 TOITURES (pentes  $\geq 3$  % ET  $\leq 20$  %)

- 9. OUVRAGES PARTICULIERS
  - 9.1. IMPLANTATION DES OUVRAGES EMERGENTS
  - 9.2. ZONE STERILE
  - 9.3. DISPOSITIF DE SEPARATION
  - 9.4. RELEVES
    - 9.4.1 RELIEFS
    - 9.4.2 HAUTEUR DES RELEVES
  - 9.5. OUVRAGES ANNEXES ISOLES
    - 9.5.1 EVACUATIONS PLUVIALES
    - 9.5.2 AUTRES OUVRAGES ANNEXES ISOLES (VENTILATION, CROSSES DE PASSAGE DE CABLES,...)
  - 9.6. JOINTS DE DILATATION
  - 9.7. CHEMINS DE CIRCULATION
  
- 10. CAS DES TERRASSES ET TOITURES PARTIELLEMENT VEGETALISEES
  
- 11. ORGANISATION DE CHANTIER, RÉALISATION DES TRAVAUX ET AUTO CONTRÔLE
  
- 12. PRÉVENTION
  
- 13. ENTRETIEN
  - 13.1. GÉNÉRALITÉS
  - 13.2. ENTRETIEN DE L'ETANCHEITE
  - 13.3. ENTRETIEN DE LA VEGETALISATION EXTENSIVE

ANNEXE INFORMATIVE :

ANNEXE 1 : AIDE A LA CONCEPTION.

## 1. PRÉAMBULE

Les présentes Règles viennent combler le vide des textes réglementaires, normes NF-DTU, Avis Techniques et Cahier des Charges de l'Office des Asphaltes en vigueur, en matière de complexe d'étanchéité et de végétalisation des terrasses et toitures végétalisées.

Il existe par ailleurs des Règles professionnelles pour l'aménagement des toitures-terrasses-jardins qui se caractérisent par des charges et épaisseurs de terre plus élevées.

Les présentes Règles concernent les procédés légers de végétalisation des terrasses et des toitures. Tous les cas de végétalisation ne sont pas traités et d'autres le sont partiellement.

### **Avertissement :**

L'attention du maître d'ouvrage est attirée sur l'interdiction de modifications ultérieures de l'ouvrage conduisant notamment à une augmentation des charges et sur l'interdiction de circuler avec des engins autres que les engins légers pour l'entretien de la végétation (tondeuse, débroussailleuse, ...).

## 2. OBJET

Le présent document est établi conjointement par trois organismes professionnels CSFE, UNEP (Chambre Syndicale Française de l'Etanchéité et Union Nationale des Entrepreneurs du Paysage) et SNPPA (Syndicat National du Profilage des Produits Plats en Acier). Comportant de larges références aux normes NF DTU, Avis Techniques et Cahier des Charges de l'Office des Asphaltes, ce document leur constitue donc un complément dans la mesure où les cas de figure qu'il évoque ne sont pas traités par ces textes. Ce document s'inspirant des dispositions constructives des documents réglementaires précités, a aussi pour objet de donner aux Maîtres d'Œuvre, Maîtres d'Ouvrage et constructeurs, des indications pour la conception d'aménagement sur terrasses (pente < 3 %) et toitures (pente ≥ 3 % et ≤ 20 %) végétalisées.

Les pentes sont limitées à 20 % pour tenue du substrat tout comme en terrasse-jardin les pentes sont limitées à 5 % pour tenue des terres (voir tableau panoramique chapitre 6.8).

### 2.1. GENERALITES

*(voir tableau panoramique chapitre 6.8)*

Les procédés de végétalisation des terrasses et toitures permettent la mise en place d'une végétation extensive sur les ouvrages revêtus d'un complexe d'étanchéité résistant à la pénétration des racines.

Les spécificités des procédés de végétalisation extensive des terrasses et toitures sont les suivantes :

- Complexes légers à faible épaisseur,
- Entretien après installation de la végétation, modéré à très faible,
- Arrosage régulier non nécessaire,
- Régulateur d'évacuation des eaux.

Ils offrent également les spécificités suivantes :

- Esthétique,
- Ecologique,
- Confort phonique et thermique,
- Protection de l'étanchéité.

Par ailleurs, ils permettent une adaptation aux toitures de pente supérieure à 5 %.

Les systèmes de végétalisation extensive 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 rustiques qui se reproduisent naturellement.

## 2.2. DESCRIPTION

Le procédé de végétalisation extensive 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 complexe de végétalisation extensive** qui est composé de végétaux spécialement adaptés et de matériaux qui permettent le développement durable de la couche végétale et qui assurent les fonctions suivantes :
  - fonction culture
  - fonction filtre
  - fonction rétention d'eau
  - fonction drainage

En fonction de la pente, des dispositifs de retenue du complexe de végétalisation peuvent être nécessaires.

## 3. DOMAINE D'EMPLOI ET DESTINATION

Les zones traitées en végétalisation extensive sont inaccessibles; elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien, à l'exclusion d'engins autres que des engins légers de poids  $\leq 30$  kg, pour l'entretien de la végétation (tondeuses, débroussailleuses, ...). Elles peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées non circulables ou circulables.

Note : Cette limite de 30 kg se réfère à la recommandation R 344 de la C.N.A.M.

Les terrasses et toitures comprenant un procédé de végétalisation extensive, compte tenu de son faible poids, rendent possible une végétalisation sur des éléments porteurs autres que ceux habituellement retenus pour les terrasses-jardins traditionnelles.

Ces règles s'appliquent aux terrasses de pente inférieure 3 % et aux toitures de pente comprise entre 3 % et 20 % limites de pente incluses, avec étanchéité des bâtiments réalisés en France métropolitaine et en climat de plaine (altitude inférieure ou égale à 900 m).

Elles concernent les travaux neufs et les travaux de réfection totale de l'étanchéité après étude notamment de stabilité de l'élément porteur existant.

Ces règles s'appliquent aux éléments porteurs en béton, en béton cellulaire et en tôle d'acier nervuré (TAN).

*Commentaire : Pour les éléments porteurs T.A.N, d'une façon plus restrictive que le DTU 43.3, la pente des versants est  $\geq 3$  % dans tous les cas y compris les cas de noue en pente.*

*Commentaire : L'emploi en climat de montagne et/ou sur pente supérieure à 20 % ne sont pas visés. L'emploi sur éléments porteurs en bois ou dérivés du bois n'est pas visé.*

## 4. ELEMENTS PORTEURS ET CHARGES A PRENDRE EN COMPTE

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

- Les charges permanentes constituées par l'isolant, plus le revêtement d'étanchéité, plus la couche drainante à capacité maximale en eau, plus la couche filtrante, plus le substrat à capacité maximale en eau (CME), plus le poids propre des végétaux (cf. § 8.1.5). A ces différentes charges est ajouté forfaitairement une charge de 15 daN/m<sup>2</sup>.
- Les charges d'exploitation sont les charges dites « d'exploitation », y compris les charges climatiques. Elles consistent en la plus élevée de la charge d'entretien (100 daN/m<sup>2</sup> au sens de la norme NF P 06.001) ou de la charge climatique.
- La charge de calcul non pondérée est la somme de la charge permanente et de la charge d'exploitation.

## 5. DOCUMENTS DE REFERENCE

En sus des prescriptions techniques figurant dans les chapitres suivants, les présentes règles maintiennent toutes les prescriptions figurant dans les documents de référence.

Les documents généraux de référence sont :

- les règles relatives à la sécurité des personnes : manuel CSFE, règles du DTU 43.1 ou 43.3 selon l'élément porteur.
- les normes-DTU de la série 43
- le cahier des Charges de l'Office des Asphaltes
- le Cahier du CSTB n° 2192 « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (avril 1983).

Le procédé de terrasse et toiture végétalisées doit faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un ATEX ou d'un Cahier des Charges visé par un Contrôleur Technique qui décrit l'ensemble : éléments porteurs, isolants, revêtements d'étanchéité et complexe de végétalisation.

## **6. VOCABULAIRE – TERMINOLOGIE**

### **6.1. GENERALITES**

La terminologie du vocabulaire technique utilisé dans le présent document, lorsqu'elle n'est pas reprise ci-après, est identique à celle définie dans les DTU de la série 43.

### **6.2. TOITURE (DITE) VERTE**

Elle peut être soit une toiture-terrasse jardin, soit une terrasse ou toiture végétalisée (voir ces notions ci-dessous).

### **6.3. TERRASSE ET TOITURE VEGETALISEES**

Il s'agit de terrasses ( $\leq 3\%$  au sens du présent texte) ou toitures ( $> 3\%$  au sens du présent texte) recevant un système de végétalisation légère, qui se distinguent des toitures-terrasses jardins.

### **6.4. TOITURE-TERRASSE JARDIN**

C'est la forme classique des toitures (dites) vertes. Décrite dans les Règles Professionnelles pour les toitures-terrasses jardins, ses caractéristiques sont les suivantes : fortes épaisseurs, fortes charges, entretien important. La végétation, de type horticole, peut être très diversifiée et de grande hauteur (arbres). Le complexe de culture est généralement de la terre végétale, ou un mélange terreux.

### **6.5. VEGETALISATION INTENSIVE**

Technique aboutissant à la réalisation d'une toiture-terrasse jardin.

### **6.6. VEGETALISATION SEMI-INTENSIVE**

Technique utilisant un complexe de culture élaboré, d'épaisseur moyenne pour réaliser un espace végétal décoratif en toiture. L'entretien est réputé modéré, mais l'arrosage est indispensable.



## 6.7. VEGETALISATION EXTENSIVE

Technique utilisant un complexe de culture élaboré de faible épaisseur, permettant la réalisation d'un couvert végétal permanent, constitué de plantes d'origine non nécessairement horticole. L'entretien est réduit au minimum ; l'arrosage n'est pas nécessaire. Une végétalisation extensive aboutit normalement à un écosystème.

## 6.8. TABLEAU COMPARATIF DES TOITURES (DITES) VERTES SELON LE TYPE DE VEGETATION.

NOTE : Le tableau panoramique suivant synthétise les principales caractéristiques des toitures

dites vertes :

	Extensif	Semi-intensif	Intensif
Arrosage	non	oui	oui
Nature de la couche de culture	Substrat léger	Substrat léger	Terre
Épaisseur de la couche de culture	$\leq 8$ cm	$< 30$ cm	$\geq 30$ cm
Ordre de grandeur de la charge totale (kg/m <sup>2</sup> )	$\approx 100$	150 à 350	$> 600$
Documents applicables	le présent document	(*)	Règles professionnelles pour l'aménagement des toitures-terrasses-jardins et DTU 43.1
Pente maximale	20 %	(*)	5 %

(\*) Document non élaboré.

## 6.9. SUBSTRAT

C'est le constituant principal des complexes de culture des terrasses et toitures végétalisées. Il se substitue à la terre végétale des toitures-terrasses jardins.

## 6.10.DRAINAGE POREUX

Ces matériaux assurent la fonction drainage et de rétention d'eau.

6.10.1 Agrégats poreux : la couche drainante peut être constituée d'agrégats minéraux poreux telles les roches volcaniques, argiles ou schistes expansés.

6.10.2 Panneaux poreux : la couche drainante peut être constituée par des panneaux poreux à base de mousses plastiques.

## **6.11. CAPACITE MAXIMALE EN EAU (POUR LES SUBSTRATS ET LES DRAINAGES POREUX)**

En végétalisation de toiture il existe un protocole, simple d'emploi, qui consiste à calculer la différence de poids d'un échantillon (en conditions normalisées) entre son état sec (après séchage à 105 °C) et son état après 24 heures de mise en saturation, puis 2 heures de ressuyage. Cette différence est dite « Capacité Maximale en Eau » et est exprimée en pourcentage du volume considéré.

Dans ces conditions, le poids d'un substrat à sa « capacité maximale en eau » peut être considéré comme la valeur maximale atteignable *en situation* (sur le toit), et est pris en compte forfaitairement dans l'évaluation de la charge permanente (cf. § 4).

Le poids est indiqué par le fabricant dans le document de référence du procédé de terrasses et toitures végétalisées.

Par ailleurs, la constitution des substrats extensifs doit normalement assurer une évacuation interne rapide ; c'est pourquoi la perméabilité du substrat (donnée en cm/seconde) est également mesurée dans le protocole cité plus haut.

Ce protocole est disponible à la CSFE ainsi qu'à l'UNEP et sur leurs sites Internet.

## **6.12. RESERVE D'EAU COMPLEMENTAIRE**

La couche de drainage poreux décrite en 6.10 peut être remplacée par une nappe continue de bacs rétenteurs d'eau.

Ces bacs rétenteurs d'eau assurent la récupération des eaux de pluie de manière homogène sous toute la surface de la toiture végétalisée, ainsi que le drainage des eaux excédentaires.

## **6.13. COMPLEXE DE CULTURE**

Ensemble des couches explorées par les racines, c'est à dire substrat et couche de drainage.

## **6.14. ZONE STERILE**

On entend par zone stérile, une zone drainante où la végétation ne doit pas pouvoir se développer.

## **6.15. ECOSYSTEME**

Association sol/flore/faune fonctionnant de manière autonome dans un environnement donné, sans intervention humaine. Les végétalisations extensives de toiture sont réputées devenir à terme des écosystèmes.

## 6.16. RESISTANCE A LA PENETRATION DES RACINES

La norme NF EN 13948 (P 84-148) définit la caractéristique de résistance à la pénétration des racines de la manière suivante : « Une feuille (d'étanchéité) est considérée comme résistante à la pénétration des racines lorsqu'à la fin de la période de l'essai on ne constate aucune perforation par les racines ni aucune pénétration des racines dans la surface courante de la feuille ou des joints, ni aucune pénétration de racines dans les joints. Il est entendu que les plantes d'essai aient montré une performance de croissance suffisante pendant toute la durée de l'essai. »

La méthode d'essai permettant de mesurer cette caractéristique ne s'applique formellement qu'à une feuille d'étanchéité seule. L'usage veut et l'expérience l'a démontré que si un système d'étanchéité comporte une feuille présentant cette caractéristique, on admet que ce système est aussi résistant à la pénétration des racines.

Un système devra donc comporter au moins une feuille dont le résultat est positif lors de l'essai réalisé conformément à la norme NF EN 13948 (P 84-148).

En attendant que cette norme soit opérationnelle, on considère que les procédés sont admissibles lorsqu'ils sont titulaires d'un Avis Technique dont la destination est les toitures-terrasses-jardins.

Les revêtements comportant en finition une couche d'asphalte coulé sont également considérés antiracines.

## 6.17 TABLEAU DES PENTES ADMISSIBLES PAR RAPPORT A L'ELEMENT PORTEUR ET AU TYPE DE REVETEMENT D'ETANCHEITE

	0 %	1 à 3 %	> 3 à 5 %	5 à 20 %
Eléments porteurs en maçonnerie	Oui	Oui (1)	Oui	Oui
Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	Non	Oui (1)	Oui	Oui
Tôles d'acier nervurées	Non	Non	Oui	Oui

(1) Pente maximale 3 % pour les revêtements d'étanchéité à base d'asphalte.

*Commentaire : Le domaine d'emploi des toitures-terrasses-jardins, plus restreint, concerne seulement les éléments porteurs en maçonnerie de pente maximale 5 %.*

## **7. CONSTITUTION DE L'ÉLÉMENT PORTEUR ET DU COMPLEXE ISOLATION-ÉTANCHEITE**

### **7.1. TERRASSES (pente $\leq$ 3 %)**

#### **7.1.1. ÉLÉMENT PORTEUR**

Les éléments porteurs sont en maçonnerie de pente inférieure à 3 % et sont conformes aux normes NF P 10-203 - référence DTU 20.12. et NF P 84-204 (référence DTU 43.1), ou en béton cellulaire de pente 1 à 3 % et sont conformes au Cahier n° 2192 du CSTB.

#### **7.1.2. COMPLEXE ISOLATION-ÉTANCHEITE**

Les panneaux isolants (éventuels) admis sont ceux visés sous utilisation en toiture-terrasse-jardin ou sous protection lourde dans leur document de référence (Avis Technique ou Cahier des Charges particulier visé par un Contrôleur Technique). Les panneaux isolants sont au moins de classe C (classe de compressibilité selon guide UEAtc), ou admis en isolation inversée.

Leur mise en œuvre est réalisée conformément à leur document de référence.

Le pare-vapeur éventuellement nécessaire et le revêtement d'étanchéité admis sont ceux visés sous utilisation en toiture-terrasse-jardin dans leur document de référence (Cahier des Charges de l'Office des Asphaltes ou Avis Technique ou Cahier des Charges particulier visé par un Contrôleur Technique). Le revêtement d'étanchéité doit être notamment résistant à la pénétration des racines. Leur mise en œuvre est réalisée conformément à leur document de référence.

### **7.2. TOITURES (pente > 3 % et $\leq$ 20 %)**

#### **7.2.1. ÉLÉMENTS PORTEURS**

Les éléments porteurs sont sur plan de pente supérieure à 3 % et inférieure à 20 % inclus. Les éléments porteurs admis sont :

- en maçonnerie, conforme aux normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12), NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) et NF P 84-205 (réf. DTU 43.2).
- en béton cellulaire, conforme aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (Cahier du CSTB 2192, avril 1983) et à leur Avis Technique particulier.
- en tôle d'acier nervurée, conforme à la norme NF P 84-206 (référence DTU 43.3).

#### **7.2.2. COMPLEXE ISOLATION-ÉTANCHEITE**

Les panneaux isolants (éventuels) admis sont ceux visés sous utilisation en toiture-terrasse-jardin ou sous protection lourde dans leur document de référence (Avis Technique ou Cahier des Charges particulier visé par un Contrôleur Technique) visant l'élément porteur (béton, béton cellulaire, T.A.N). Les panneaux isolants sont au moins de classe C (classe de compressibilité selon guide UEAtc) ; ils sont admis en isolation inversée (pente comprise entre 3 et 5 %). Ce document de référence indique la charge permanente maximale à capacité maximale en eau qui ne doit pas être dépassée. De plus ils sont fixés à l'élément porteur

considéré, conformément à leur document de référence en utilisation sous étanchéité autoprotégée soudée ou collée.

Les revêtements d'étanchéité admis sont ceux visés sous utilisation en toiture-terrasse-jardin dans leur document de référence (norme NF P 84-204 référence DTU 43.1 ou Avis Technique ou Cahier des Charges particulier visé par un Contrôleur Technique). Le revêtement d'étanchéité est notamment résistant à la pénétration des racines.

- Sur support en panneaux isolants, la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est réalisée en adhérence totale conformément à son document de référence. Cependant, dans le cas d'éléments porteurs en maçonnerie conforme à la norme NF P 10-203 (référence DTU 20.12), en pente de 3 à 5 %, l'ensemble du complexe d'étanchéité peut être réalisé en indépendance ou en semi-indépendance selon les documents de référence dont ils relèvent.

NOTE : Le pare vapeur éventuel est mis en œuvre en adhérence totale, ou éventuellement en indépendance si l'hygrométrie des locaux le nécessite. La mise en œuvre est réalisée conformément au document technique de référence du revêtement d'étanchéité.

- Sur support constitué par l'élément porteur en béton cellulaire, la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est réalisée en semi-indépendance conformément à son document de référence.
- Sur support constitué par l'élément porteur en maçonnerie, la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité est réalisée
  - en cas de pente de 3 à 5 %, conformément à son document de référence ;
  - en cas de pente de 5 à 20 %, en adhérence totale conformément à son document de référence en utilisation sous toiture-terrasse-jardin.

NOTE : Il est rappelé que, sur les éléments porteurs de type D, il est nécessaire de ponter les appuis.

## 8. CONSTITUTION DU COMPLEXE DE VEGETALISATION

### 8.1. TERRASSES (pente $\leq$ 3 %)

La superposition des principaux constituants suivants est nécessaire pour le bon développement et la durabilité de la terrasse végétalisée.

Ces constituants sont mis en œuvre directement sur le revêtement d'étanchéité ou sur l'isolant,

dans le cas d'une toiture inversée, avec éventuellement une couche d'interposition décrite dans le document technique de référence.

**8.1.1. La couche drainante** assure l'évacuation de l'eau en excès, évitant aussi l'asphyxie des racines.

Les caractéristiques requises pour les matériaux de drainage sont les suivantes :

- perméabilité supérieure ou égale à 0,3 cm/s (180 mm/mn)
- résistance au gel
- stabilité structurale
- le cas échéant rétention d'eau complémentaire

Les spécifications concernant ces caractéristiques sont précisées dans le document de référence. (cf. § 5).

NOTE : Les matériaux admis peuvent être :

- plaques de polystyrène moulées, alvéolées décrites dans les Avis techniques des revêtements d'étanchéité admis en terrasses-jardins ;
- agrégats minéraux poreux (pouzzolane, argile expansée, roche volcanique expansée, ...) ou non poreux ;
- éléments synthétiques pré moulés pouvant former ou non réserve d'eau ;
- matelas de drainage synthétiques.

**8.1.2. La couche filtrante** retient les particules fines du substrat pour éviter le colmatage de la couche drainante.

Les caractéristiques requises pour les couches filtrantes sont les suivantes :

- perméabilité au moins 10 fois supérieures à celle requise pour la couche de culture
- grammage minimal : 100 g/m<sup>2</sup>
- résistance à la déchirure et au poinçonnement
- imputrescibilité

La couche filtrante ne constitue pas une barrière aux racines.

Les spécifications concernant ces caractéristiques sont précisées dans le document de référence. (cf. § 5).

A titre indicatif, les matériaux admis peuvent être :

- non-tissés synthétiques en polyester de 130 g/m<sup>2</sup>
- non-tissés synthétiques en polyéthylène de 110 g/m<sup>2</sup>

**8.1.3. Couche d'accrochage et d'ancrage (facultative) :**

Cette couche permet de favoriser la tenue de la couche de culture et de solidariser le système racinaire. Elle peut être composée d'une grille plane, ou mieux tridimensionnelle. Elle est mise en œuvre sur la couche filtrante.

Les DPM peuvent prévoir cette disposition dans les zones fortement exposées au vent, par exemple en rive et autour des émergences.

**8.1.4 La couche de culture** permet l'ancrage des racines et la nutrition des plantes sélectionnées, pour leur assurer une croissance correcte.

Les caractéristiques requises pour les matériaux de la couche de culture (substrat) sont les suivantes :

- masse volumique à capacité maximale en eau supérieure à 1 T/m<sup>3</sup>
- perméabilité supérieure à 0,001 cm/s (0,6 mm/mn)
- résistance au gel (cf. les essais utilisés pour les agrégats selon la norme NF P 18-593)
- stabilité structurale
- capacité d'échange cationique supérieure à 60 meq/l (milliéquivalents par litre)
- pH compris entre 6,5 et 8,0
- capacité maximale en eau supérieure à 35 % en volume
- porosité pour l'air à capacité maximale en eau supérieure à 10 % en volume
- pouvoir calorifique supérieur (PCS) voisin de zéro.

L'ensemble de ces caractéristiques doit être vérifié par un organisme indépendant tel que le SAS (Syndicat pour l'amélioration des sols et des cultures / Service d'Analyse des Sols - av. de la Pomme de pin - ARDON - 45160 OLIVET).

Les matériaux admis peuvent être :

- des mélanges de matières minérales et organiques (roches volcaniques, tourbes, ...) respectant une courbe granulométrique comprise entre 0 et 16 mm ; la part minérale doit être supérieure à 70 % en volume.

Les mélanges devront inclure les éléments fertilisants nécessaires au développement des végétaux sélectionnés.

Les procédés de végétalisation utiliseront des substrats de composition identifiable et reproductible.

NOTE : Tout emploi de terre telle que décrite dans les Règles Professionnelles pour l'aménagement des Toitures-Terrasses-Jardins est exclu.

#### 8.1.5. La couche végétale

Les caractéristiques des végétaux sont les suivantes :

- résistance à la sécheresse sans arrosage régulier
- aptitude à couvrir le sol
- résistance au gel
- résistance à l'excès d'eau
- capacité d'autorégénération
- aspect décoratif (les plantes à feuillage persistant seront privilégiés).

Les catégories de végétaux admises peuvent être :

- plantes succulentes (type Sedum)
- plantes vivaces et bulbeuses (type œillet ou iris)
- graminées vivaces en coussinet (type féтуque).

Des plantes ligneuses à petit développement peuvent être adjointes selon l'effet désiré et la capacité à entretenir du maître d'ouvrage.

Chacune de ces catégories étant susceptibles d'être utilisée séparément ou en association avec les autres, le maître d'œuvre précisera le cas échéant la catégorie dominante pour définir l'effet général recherché (ainsi " végétalisation à dominante Sedum ", etc. ...).

<b>Poids propre des végétaux</b>	
Plantes succulentes	10 daN/m <sup>2</sup>
Vivaces bulbeuses	10 daN/m <sup>2</sup>
Graminées vivaces	10 daN/m <sup>2</sup>
Association des catégories ci-dessus	10 daN/m <sup>2</sup>
Plantes ligneuses à petit développement	15 daN/m <sup>2</sup>

Le choix des végétaux doit tenir compte des valeurs climatiques représentées sur les :

- zones climatiques d'hiver F 1 2,
- zones d'exposition énergétique solaire annuelle F 1 3,

- zones d'évapotranspiration potentielle (ETP) C 3 2 définies par le CSTB dans l'Atlas Climatique de la Construction.

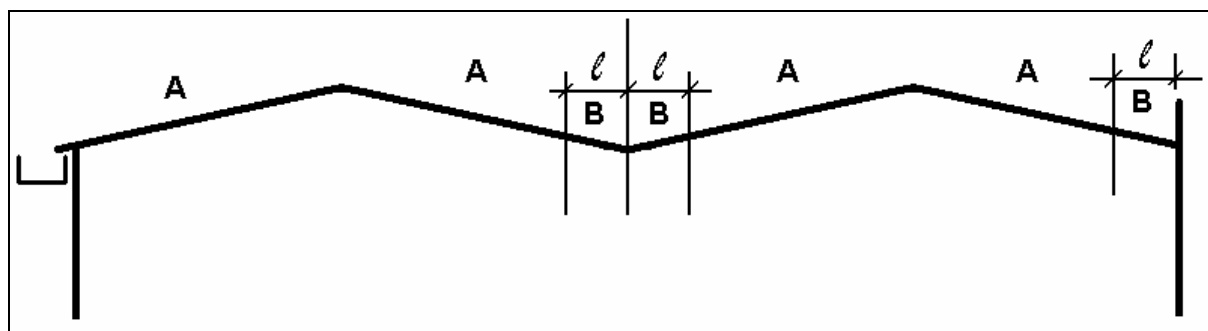
Les Documents Particuliers du Marché (DPM) peuvent exiger que pour chaque catégorie de plante retenue pour le projet il soit justifié d'une expérience réussie d'au moins trois ans dans des conditions climatiques similaires.

Différents modes de mise en œuvre sont possibles :

- par semis de fragments de plantes ou de semences,
- par plantation de mini mottes,
- par pose de plaques ou rouleaux précultivés.

L'objectif de taux de couverture est supérieur à 60 % en un an et supérieur à 90 % en deux ans, mesuré sur un carré de 3 m x 3 m considéré comme élément de contrôle. Toutefois, certaines zones très localisées, subissant des contraintes particulières (absence de pluie, couloir de vent, réflexion solaire intense, ...), sont à considérer comme des zones singulières et à extraire du contrôle. Ces zones pourront être traitées par protection minérale.

## 8.2. TOITURES (pente > 3% et ≤ 20%)



**Figure 1 : Principes généraux sur les zones selon les 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 supérieure ou égale à 3 % des zones de noue centrale ou de rive (zones B).

- Traitement de la zone A : Identique à celui décrit au chapitre 8.1. Cependant, la couche drainante selon 8.1.1 et la couche filtrante selon 8.1.2 sont facultatives.
- Largeur  $l$  de la zone B :
  - 0,50 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 %.
- Traitement de la zone B : selon la pente du fil d'eau de la noue.
  - Si pente < 2 %, traitement de la zone B en zone stérile.
  - Si pente > 2 %, traitement de la zone B en zone stérile ou à l'identique du § 8.1.



## 9. OUVRAGES PARTICULIERS

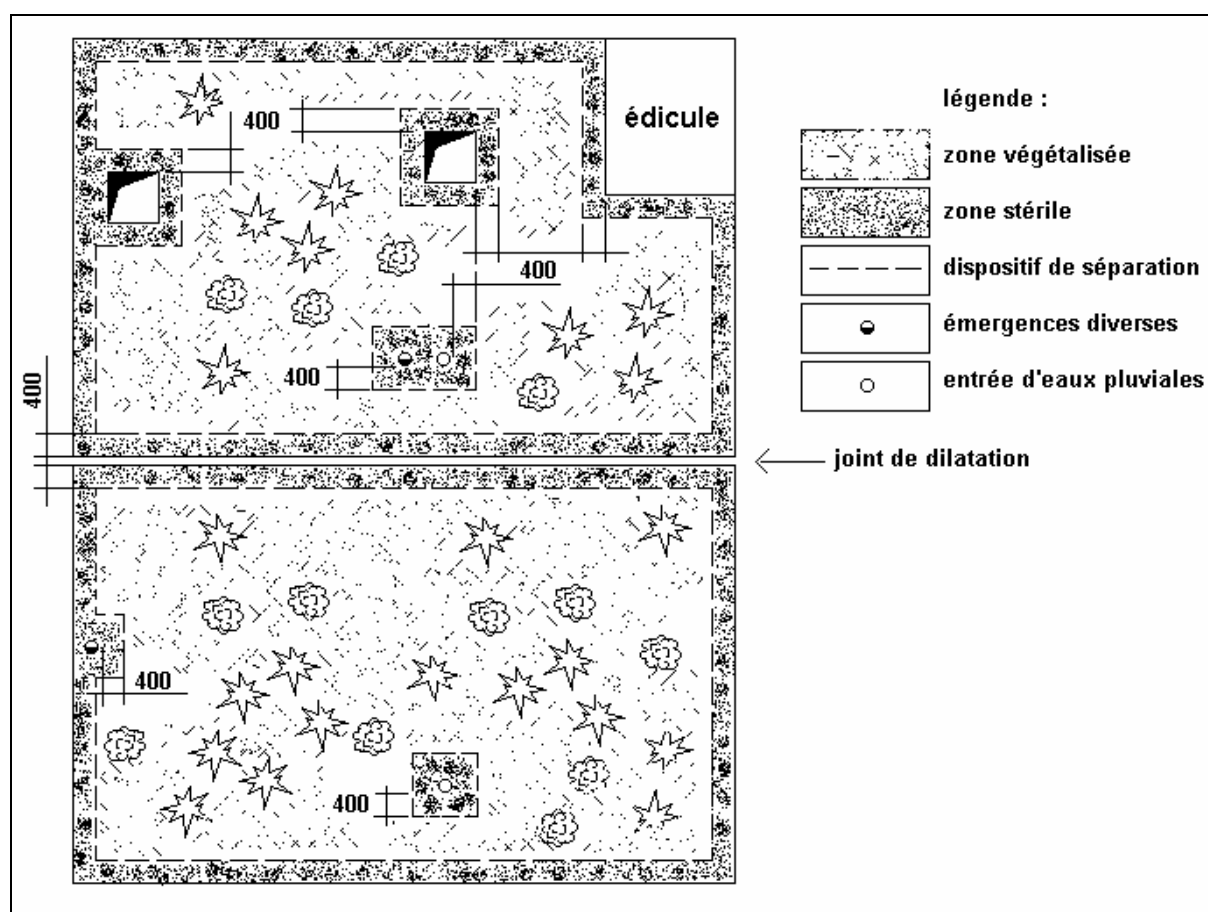
### 9.1. DISPOSITIONS A RESPECTER SUR L'IMPLANTATION DES EMERGENCES

Ce sont celles des DTU 20.12, 43.1, 43.3 ou du Cahier du CSTB n° 2192, selon l'élément porteur.

PM : Les croquis du DTU 43.2 sont explicites.

### 9.2. ZONE STERILE (Figures 2 et 3)

Cette zone stérile est définie au § 6.14 (terminologie).



**Figure 2 : Zone stérile**

La zone stérile est l'espace ménagé en périphérie de végétalisation, dont le but est de :

- Faciliter le contrôle des relevés d'étanchéité et des évacuations pluviales.
- Permettre une hauteur des relevés conforme aux normes DTU les concernant, quelle que soit l'épaisseur du complexe de végétalisation en partie courante.

Elle n'est pas considérée comme une zone accessible, ni un chemin de circulation pour assurer l'entretien d'éventuels équipements (cf. § 9.7).

La largeur de cette zone stérile est au minimum de 400 mm autour des émergences et en périphérie.

Si elle est plus large, il faut se conformer aux indications du § 10 « Cas des terrasses et toitures partiellement végétalisées ».

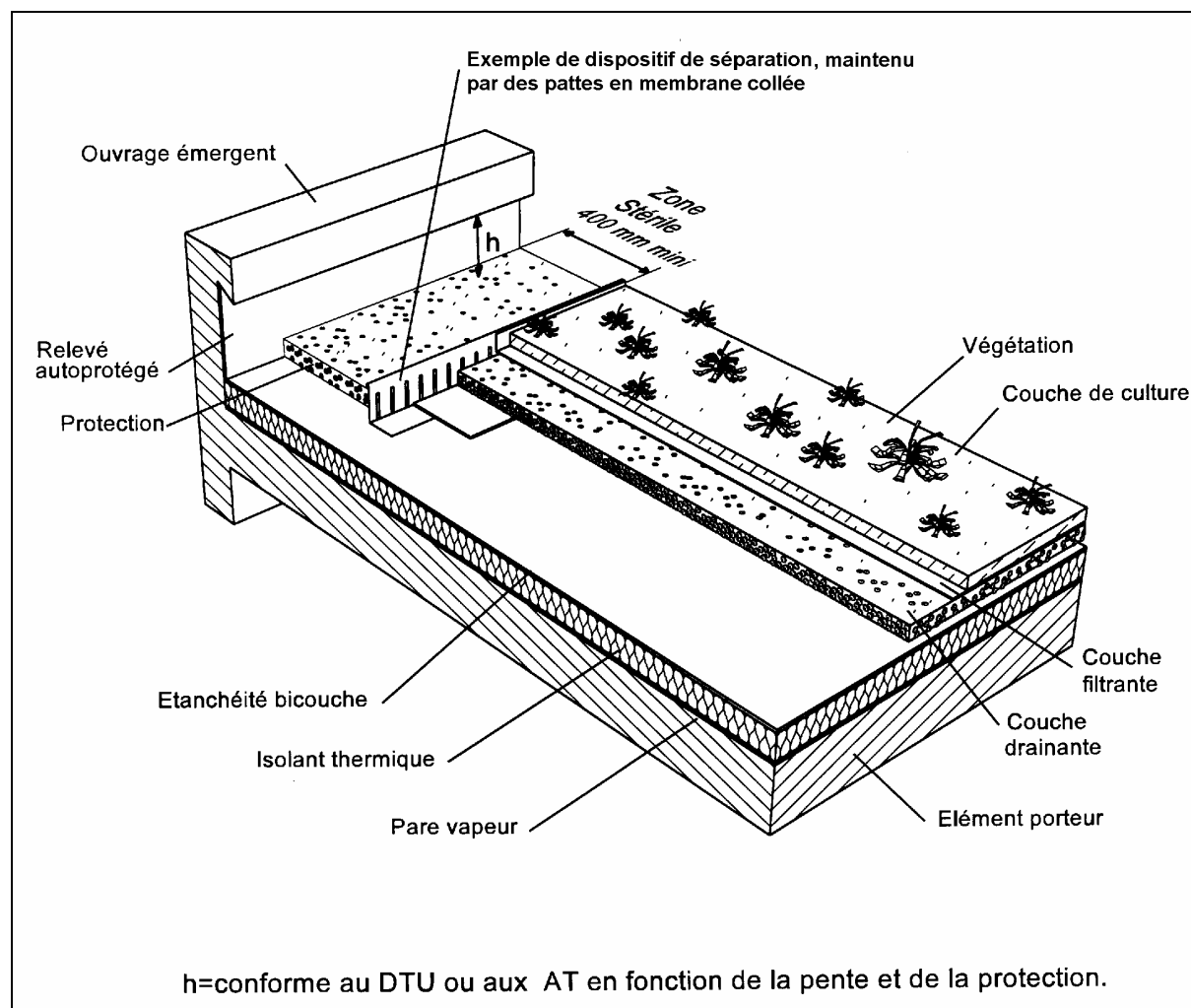
Dans l'emprise de la zone stérile le revêtement d'étanchéité est le même revêtement antiracine de la zone végétalisée.

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

- Couche de gravillons avec granulométrie des éléments meubles  $> 15$  mm (les granulométries inférieures favorisant l'installation de la végétation parasite).
- Dalles préfabriquées en béton ou bois posées sur plots. L'emploi de dalles en bois est limité à la zone de vent 2 site normal, hauteur 20 m (selon NV 65).
- Dalles préfabriquées en béton posées sur la couche drainante.

Cette protection peut aussi être réalisée par l'autoprotection du revêtement d'étanchéité.

La zone stérile et la zone végétalisée sont délimitées par un dispositif de séparation (voir § 9.3.) dans les premiers cas ci-dessus.



**Figure 3 : Zone stérile et dispositif de séparation**

NOTE : Les DPM peuvent prévoir l'absence de zone stérile, sauf au droit des EP où elle est obligatoire. Dans ce cas le maître d'œuvre informera par écrit le maître d'ouvrage du coût accru de l'entretien de la toiture au droit des relevés, en fonction notamment des types de végétalisation retenus : protections complémentaires vis à vis de l'entretien mécanisé.

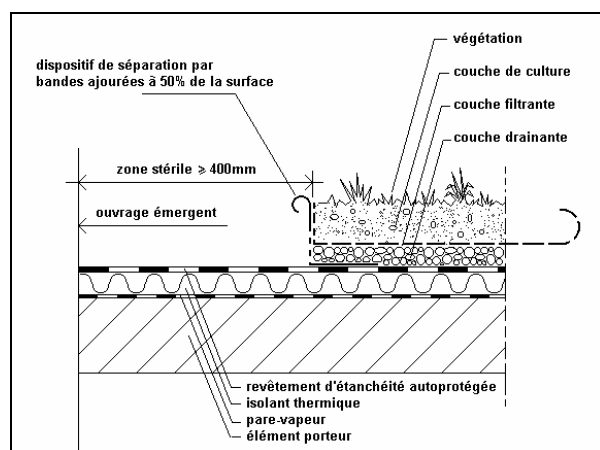
### 9.3. DISPOSITIF DE SEPARATION (Figures 3, 4 et 5)

Le matériau de séparation utilisé permet :

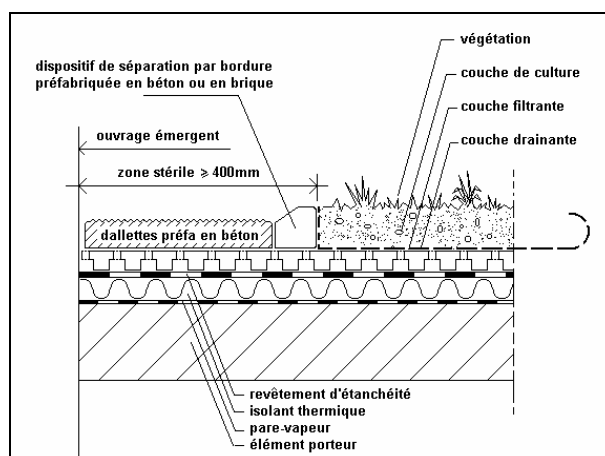
- de retenir la couche de culture ; il est stable et de hauteur telle que sa partie supérieure arrive au niveau de la surface de la couche de culture ;
- le passage de l'eau ;
  - si la couche drainante est filante, le dispositif n'est pas nécessairement muni d'ouvertures,
  - si la couche drainante est interrompue, le dispositif doit être muni d'ouvertures dont la surface totale doit représenter 50 % de la surface du dispositif du haut en bas de celui-ci,
  - s'il n'y a pas de couche drainante, il est mis en œuvre le même dispositif que précédemment mais complété par un filtre.

Les matériaux constituant le dispositif de séparation peuvent être par exemple :

- des bandes ajourées; elles peuvent être maintenues en place sur l'étanchéité à l'aide de pattes en membrane collée (cf. Figure 4) ; dans le cas de bandes en acier galvanisé elles doivent être protégées par galvanisation à chaud au trempé par 60 micromètres d'alliage par m<sup>2</sup> et par face.
- des bordures (cf. Figure 5) en béton, en brique, uniquement dans le cas des couches drainantes filantes.



**Figure 4 : Dispositif de séparation par bande métallique**



**Figure 5 : Dispositif de séparation par bordure préfabriquée en béton ou en brique**

## 9.4. RELEVES (Figures 3 et 6)

### 9.4.1. Reliefs

La conception et la constitution des reliefs sont conformes aux normes série NF P 84-200, (DTU de la série 43) ou aux Avis Techniques correspondants (ils sont traités anti-racines comme les parties courantes).

### 9.4.2. Hauteur des relevés

Dans le cas où une zone stérile est prévue la hauteur est donnée par les NF-DTU ou les Avis Techniques suivant le type de protection de la zone stérile.

Dans le cas où il n'y a pas de zone stérile (voir § 8.2), la hauteur des relevés au-dessus de la protection ou 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.

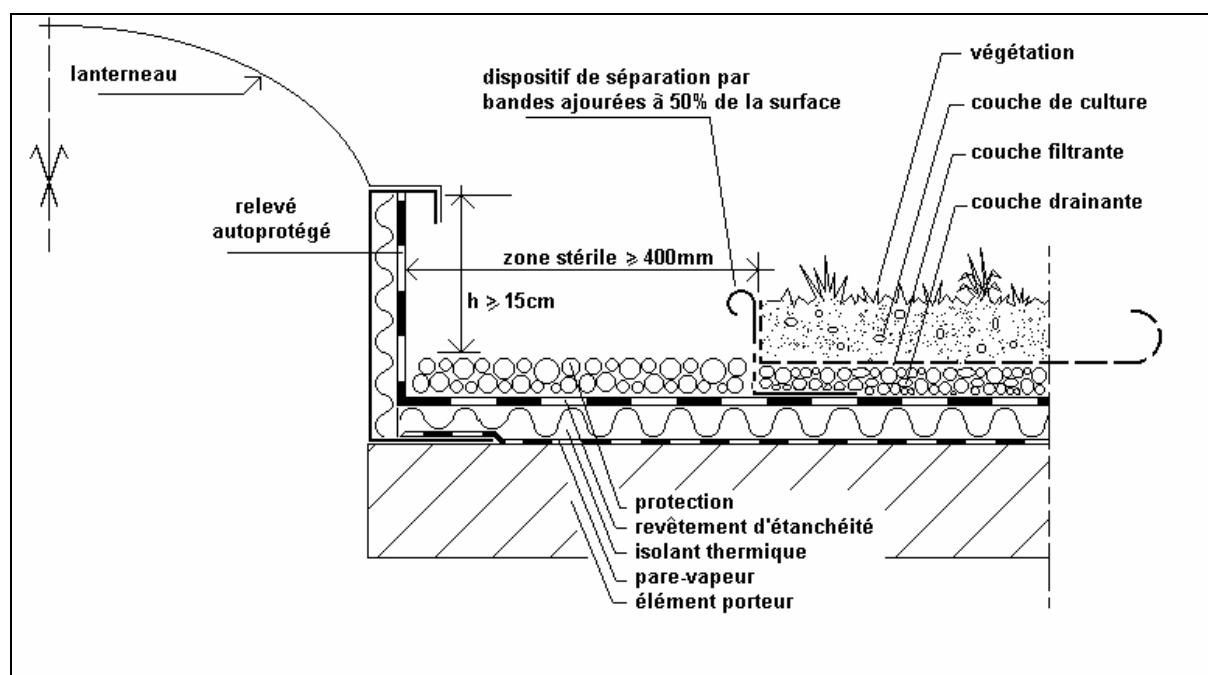
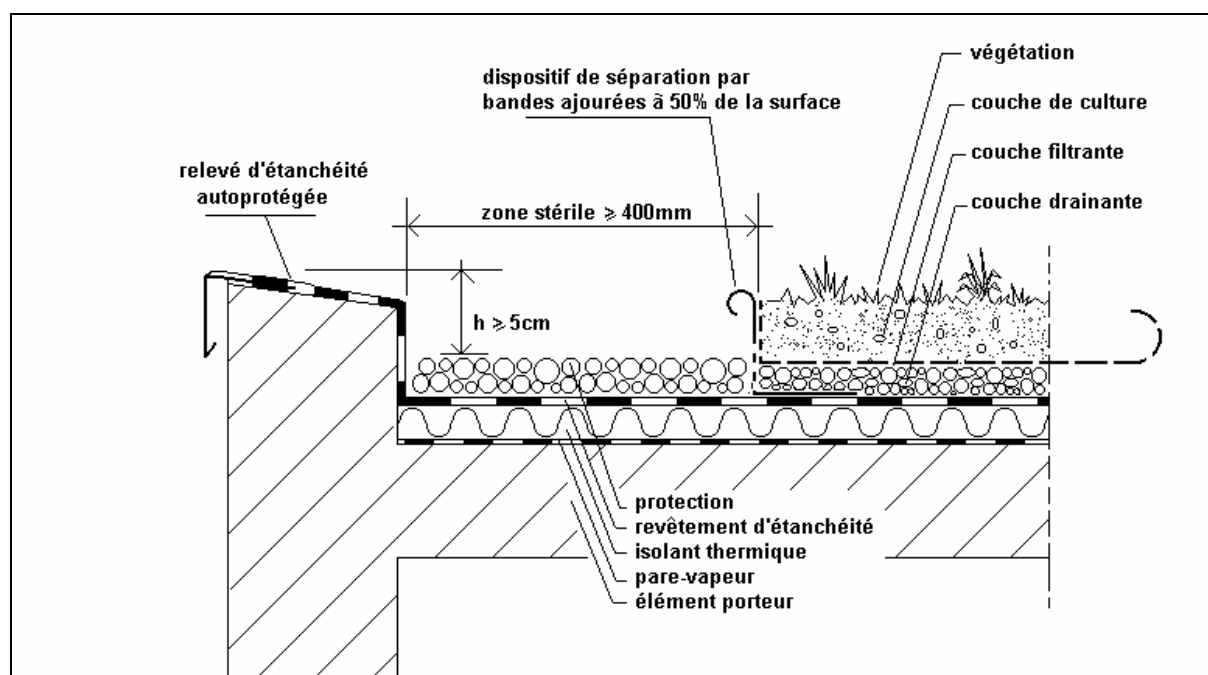


Figure 6 : Relevé contre costière de lanterneau



**Figure 6 bis : Cas particulier de l'acrotère revêtu jusqu'à l'arête extérieure**

## 9.5. OUVRAGES ANNEXES ISOLES (Figure 7)

### 9.5.1. Évacuations pluviales

Les évacuations 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 400 mm,
- soit protégées par un dispositif conforme aux Avis Techniques.

Elles sont équipées d'un « garde gravier » qui doit rester apparent et dont la section des perforations est conforme aux spécifications des NF-DTU de la Série 43. L'écoulement des eaux est facilité, par exemple en disposant des cailloux autour de ce « garde gravier ».

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

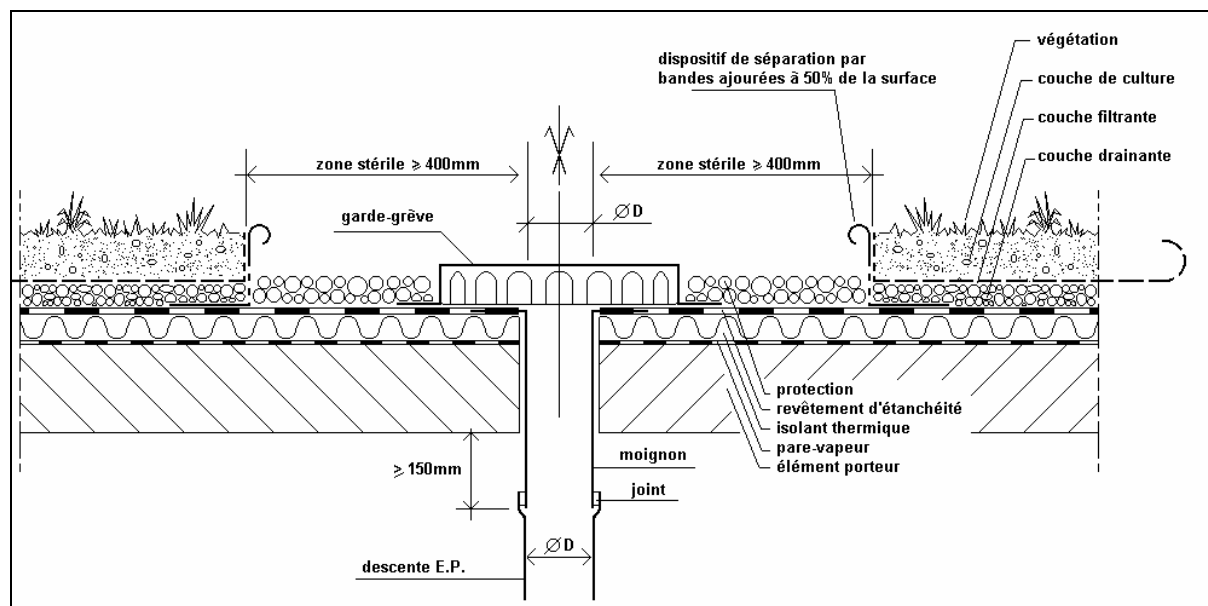


Figure 7 : Exemple d'évacuation d'eau pluviale

### 9.5.2. Autres ouvrages annexes isolés (ventilation, crosses de passage de câbles ...)

Ils sont réalisés conformément aux normes série NF P 84-200 (DTU de la série 43).

## 9.6. JOINTS DE DILATATION (Figures 8 et 9)

Ils sont réalisés conformément aux Avis Techniques correspondants.

Ils peuvent être :

- soit apparents, avec zone stérile de part et d'autre (Figure 8) ; ce cas est le seul possible avec l'élément porteur en T.A.N ;
- soit recouverts de végétalisation extensive (Figure 9) en gardant une épaisseur identique de couche de culture.

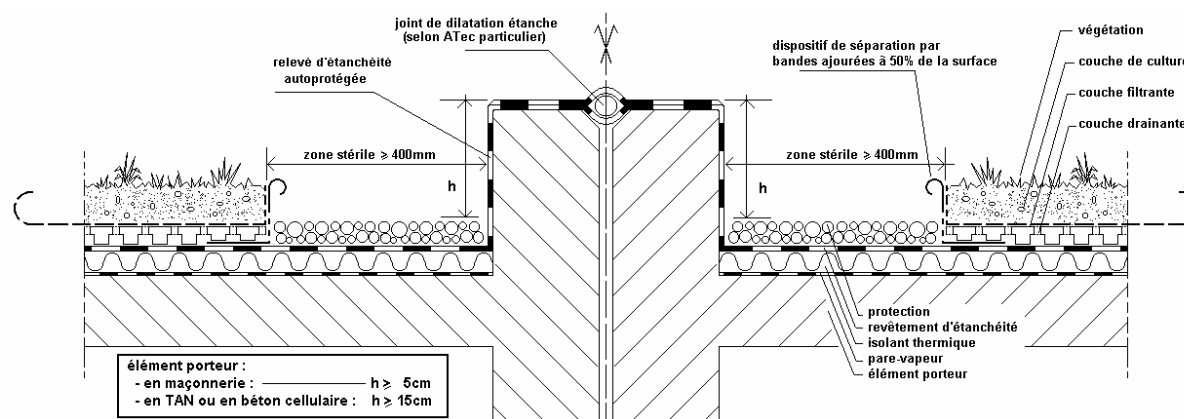
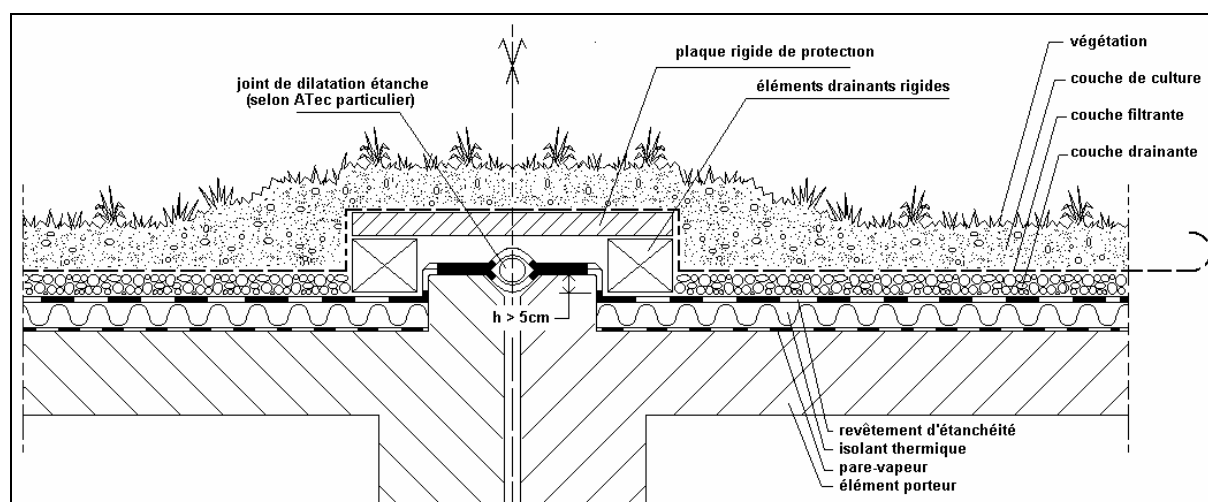


Figure 8 : Joint de dilatation apparent

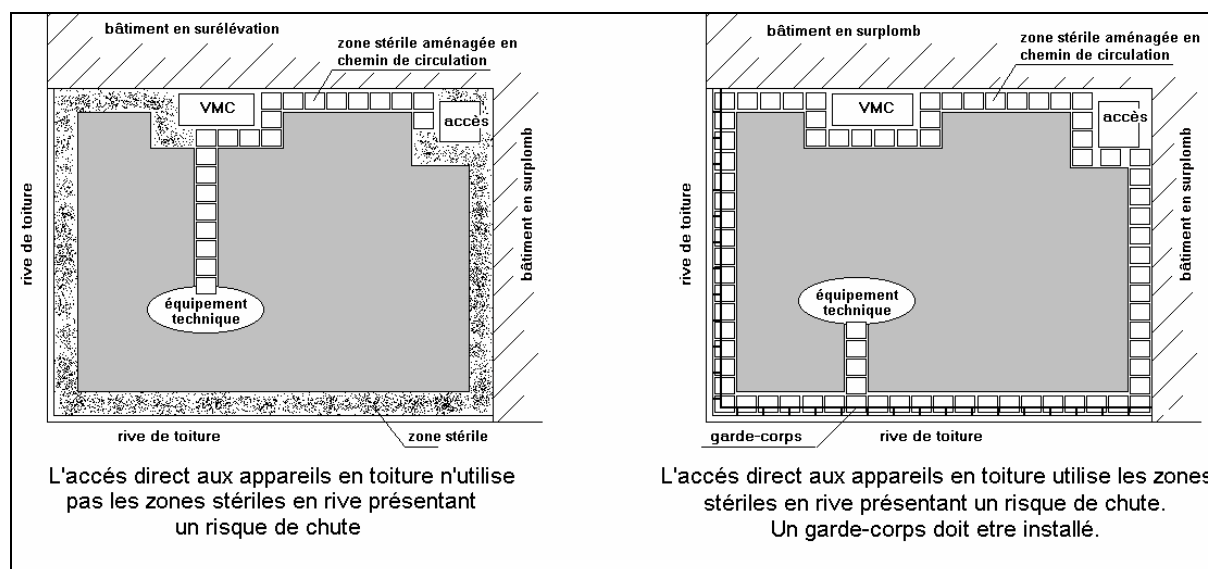


**Figure 9 : Joint de dilatation recouvert de végétalisation**

## 9.7. CHEMINS DE CIRCULATION

Des chemins de circulation peuvent être aménagés ; leur protection étant posée sur la couche de drainage ou sur la couche filtrante ou sur la couche de culture ou éventuellement sur le revêtement d'étanchéité selon son document de référence.

La zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation (cf. § 9.2). Cependant, en fonction des implantations de l'accès à la toiture et des équipements, la zone stérile peut être éventuellement considérée comme un chemin de circulation si les Documents Particuliers du Marché le prévoient. Dans ce cas, en rive ou autour des ouvrages présentant un risque de chute, elles doivent être protégées par un garde-corps conforme à la norme NF P 01 012.



**Figure10 : Exemples d'accès direct aux équipements en toiture**

## **10. CAS DES TERRASSES ET TOITURES PARTIELLEMENT VEGETALISEES**

Les toitures-terrasses végétalisées peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées représentant des surfaces plus ou moins importantes et traitées en terrasses inaccessibles ou accessibles selon leur destination.

La partie de la terrasse qui reçoit la végétation fait l'objet de toutes les exigences du procédé de végétalisation correspondant, y compris pour les zones stériles (cf. § 9.2).

Sur les autres zones (hors végétalisation extensive et à partir de 1 m au-delà de celle-ci pour le revêtement d'étanchéité résistant à la pénétration des racines), on applique les exigences des NF-DTU, AT et Cahier des Charges particuliers concernant l'isolant thermique, le revêtement d'étanchéité et la protection.

Les parties accessibles doivent respecter les règlements de sécurité en vigueur (garde-corps ...) afin de délimiter les zones recouvertes de végétalisation extensive qui restent inaccessibles.

## **11. ORGANISATION DE CHANTIER, RÉALISATION DES TRAVAUX ET AUTO CONTROLE**

Les couches drainante et de culture sont mises en œuvre à l'avancement avec le revêtement d'étanchéité chaque fois que le complexe d'étanchéité comporte un élément indépendant (pare-vapeur, isolant ou étanchéité).

Si le maître d'œuvre prévoit deux lots séparés (l'un pour les travaux d'isolation - étanchéité, l'autre pour la couche végétale) l'entreprise d'étanchéité assurera la protection de ses ouvrages par la mise en œuvre de la couche drainante et de la couche de culture.

La charge des engins de manutention pour la mise en œuvre de la couche de culture sera limitée dans le cas de l'élément porteur en T.A.N (cf. DTU 43.3 Annexe D art. D.3.1.1).

De manière générale, la charge des engins de manutention pour la mise en œuvre de la couche de culture devra être compatible avec la résistance de l'élément porteur et du complexe isolation-étanchéité.

Pour la végétation il y a lieu de se conformer aux indications de livraison et de stockage. Dans tous les cas, l'organisation du chantier doit permettre la mise en œuvre rapide des matériaux à partir de la livraison, du fait des risques encourus par les plantes en attente. Les rouleaux de végétation pré cultivés doivent être mis en œuvre dans les 24 heures suivant leur livraison ; sinon ils doivent être déroulés et arrosés. Les mini mottes et les fragments de Sedum destinés au semis doivent être mis en œuvre dans les 48 heures. Si cela n'est pas possible, il est indispensable de demander au fournisseur les instructions pour leur bonne conservation.

Le maître d'œuvre prévoit qu'un point de livraison d'eau soit disponible au niveau de la terrasse pendant et après les travaux.



## 12. PRÉVENTION

- Elle peut être assurée en respectant notamment les conseils du manuel « Prévention des Risques Professionnels sur les Chantiers » de la CSFE (édition 2001).
- Zone stérile :

Ce dispositif d'arrêt de végétalisation extensive le long des acrotères situés en bordure du vide n'est pas une zone de passage. Elle ne doit être empruntée pour circuler que si des dispositifs de protection collective contre les chutes de hauteur sont en place.

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.

## 13. ENTRETIEN

### 13.1. GÉNÉRALITÉS

L'entretien est obligatoire et doit être formalisé par un contrat à la réception de l'ouvrage.

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

L'entretien spécifique des toitures végétalisées se décompose en un entretien initial qui concerne la première année suivant l'installation et un entretien courant, au delà de cette première année.

L'entretien de chaque système fait l'objet d'une fiche de préconisation d'entretien remise par le fournisseur du procédé de végétalisation extensive.

Lors des opérations d'entretien :

- Comme pour toute toiture inaccessible, la sécurité du personnel doit être assurée vis à vis des chutes de hauteur.
- Il appartient au Maître d'Ouvrage d'avertir le personnel que des précautions sont à prendre pour ne pas endommager le revêtement d'étanchéité compte tenu de la faible épaisseur du complexe de végétalisation extensive.

### 13.2. ENTRETIEN DE L'ETANCHEITE

L'entretien est décrit dans les DTU de la série 43 (1, 3, 4).

### **13.3. ENTRETIEN DE LA VEGETALISATION EXTENSIVE**

Les opérations d'entretien comprennent au minimum les points suivants :

- Nettoyage des dispositifs d'évacuation pluviale
- Petit désherbage
- Fertilisation si nécessaire selon le diagnostic du professionnel chargé de l'entretien
- Arrosage si la pluviométrie est inférieure à 10 mm sur 30 jours consécutifs

<b>ANNEXE n° 1 (Informative)</b>
----------------------------------

<b>AIDE A LA CONCEPTION</b>
-----------------------------

La prise en compte des éléments ci-dessous permet de réaliser des ouvrages d'une durabilité satisfaisante et répondant aux différentes attentes du Maître d'Ouvrage.

La concertation, en amont du projet, du concepteur avec les professionnels qualifiés est hautement recommandée.

### **1. Analyse technique des Terrasses et Toitures Végétalisées (TTV)**

Les paramètres à prendre en compte sont les suivants :

- 1.1 Localisation climatique de la TTV : régime pluviométrique, intensité solaire, vent, gel, ...
- 1.2 Disposition de la TTV dans la construction et l'environnement :
  - zones d'ombre, surplomb,
  - visibilité de la TTV : éloignement, angle de vue,
  - accessibilité directe à la TTV ; prise en compte :
    - des obligations de sécurité et de protection des personnes ;
    - des nuisances pouvant être amenées par les animaux.
- 1.3 Géométrie, pentes et hauteur / sol de la TTV.
- 1.4 Élément porteur : incidence du poids du complexe de végétalisation sur la structure porteuse.

### **2. Exigence esthétique**

Selon les attentes du Maître d'Ouvrage, le concepteur peut bénéficier des possibilités suivantes :

- 2.1 Effet immédiat ou différé selon le mode de mise en œuvre : semis de fragments, de semences, mini mottes, éléments pré cultivés.
- 2.2 Type d'agencement et choix des plantes : caduques, persistantes, floraison, variation des couleurs des feuillages, volume, port, texture, capacité d'auto régénération ...

### **3. Exigences particulières**

- 3.1 Rétention des eaux pluviales ;
- 3.2 Ecrêtement des pluies d'orages : voir annexe 2
- 3.3 Classement et réaction au feu de la TTV : choix d'un substrat équivalent au classement M0 et choix de plantes non pyrophiles ;
- 3.4 Niveau d'entretien : il est directement lié aux choix esthétiques selon les critères définis ci-dessus. La présence d'un moyen d'accès aisé et celle d'un point d'eau à proximité sont obligatoires.