

Cahier de Prescriptions de Pose

SOPRANATURE

SUR TOITURES DE PENTES ≤ 20 %



Le présent document a été examiné favorablement par **ALPHA CONTROLE** compte tenu des recommandations et des conclusions figurant dans son rapport d'Enquête de Technique Nouvelle auquel il faut se référer, conjointement au présent Cahier de Prescriptions de Pose.

PRÉAMBULE.....	3
1. PRINCIPE.....	3
1.1. GENERALITES.....	3
1.11. SOPRANATURE extensif.....	3
1.12. SOPRANATURE semi-intensif.....	4
1.2. DESCRIPTION.....	4
2. DESTINATION — DOMAINE D'EMPLOI.....	4
3. ÉLÉMENTS PORTEURS.....	5
3.1. ÉLÉMENTS PORTEURS ADMIS.....	5
3.2. CHARGES A PRENDRE EN COMPTE.....	5
4. COMPLEXE «PARE-VAPEUR - ISOLANT - REVÊTEMENT D'ÉTANCHÉITÉ».....	6
4.1. PARE-VAPEUR.....	6
4.2. ISOLANT THERMIQUE.....	7
4.3. REVETEMENT D'ETANCHEITE.....	8
5. REFECTION (supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité).....	10
6. COMPLEXE SOPRANATURE.....	10
6.1. GENERALITES.....	10
6.2. COUCHE DRAINATE.....	12
6.3. COUCHE FILTRANTE.....	13
6.4. COUCHE DE CULTURE.....	13
6.5. VEGETATION.....	15
6.6. CAS PARTICULIER DU "SOPRANATURE REFECTION".....	20
7. OUVRAGES PARTICULIERS.....	21
7.1. IMPLANTATION DES OUVRAGES EMERGENTS.....	21
7.2. ZONE STERILE.....	22
7.21 Largeur de la ZONE STÉRILE.....	22
7.22 La protection du revêtement d'étanchéité est réalisée :.....	23
7.3. DISPOSITIF DE SEPARATION.....	24
7.4. NOUES DES TOITURES DE PENTE > 3 %.....	25
7.5. RELEVES.....	25
7.51. Reliefs.....	25
7.52. Constitution des relevés d'étanchéité.....	25
7.53. Hauteur des relevés.....	25
7.6. OUVRAGES SINGULIERS.....	27
7.61. Évacuations pluviales.....	27
7.62. Ouvrages annexes isolés (ventilation, crosses de passage de câbles.....)	28
7.7. JOINTS DE DILATATION.....	28
7.8. CHEMIN DE CIRCULATION.....	29
8. CAS DES TERRASSES PARTIELLEMENT VEGETALISEES.....	30
9. RÉALISATION DES TRAVAUX.....	31
10. PRÉVENTION.....	31
11. ENTRETIEN DES SYSTEMES SOPRANATURE.....	31
11.1. GENERALITES.....	31
11.2. PRECAUTIONS LIEES AUX OPERATIONS D'ENTRETIEN.....	32
11.21 Entretien système TOUNDRA.....	32
11.22 Entretien système GARRIGUE.....	33
11.23 Entretien système PAMPA.....	33
11.24 Entretien système GREEN.....	34
11.25 Entretien système LANDE.....	34
11.3. ALIMENTATION EN EAU ET IRRIGATION.....	35
11.4. PRISE EN CHARGE DE L'ENTRETEIN DE LA VEGETATION.....	35
11.5. CONDITIONS GENERALES DE GARANTIE DES SYSTEMES SOPRANATURE.....	35
12. ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ETANCHEITE.....	35
13. ESSAI.....	35
ANNEXE : FICHE D'ARROSAGE DES SYSTEMES SOPRANATURE.....	36

PRÉAMBULE

Le procédé SOPRANATURE permet la mise en place d'une végétation sur les ouvrages revêtus d'un complexe d'étanchéité résistant à la pénétration des racines.

Le DÉPARTEMENT SOPRANATURE de SOPREMA réalise une étude technique du COMPLEXE SOPRANATURE et précise les charges à prendre en compte à ce titre.

La mise en œuvre est réalisée par une entreprise agréée par SOPREMA.

Le Maître d'Ouvrage est informé par l'entreprise :

- de la valeur de ces charges,
- de l'interdiction de modifier le complexe mis en œuvre, conduisant notamment à une augmentation des charges,
- de l'interdiction de faire circuler des engins sur la toiture (autres que des engins légers pour l'entretien de la végétation : tondeuses, débroussailleuses, ...).

Les Règles Professionnelles pour la Conception et la Réalisation des Terrasses et Toitures Végétalisées sont applicables sauf dispositions différentes prévues au présent Cahier de Prescriptions de Pose. Ces dispositions correspondent à une expérience de plus de 15 ans.

1. PRINCIPE

1.1. Généralités

Le procédé SOPRANATURE permet la mise en place d'une végétation extensive ou semi-intensive sur les toitures revêtues d'un complexe d'étanchéité antiracine SOPRALENE (FLAM) JARDIN.

Les spécificités du procédé SOPRANATURE sont les suivantes :

- Protection de l'étanchéité.
- Complexe léger de faible épaisseur.
- Entretien modéré à très faible après installation de la végétation.
- Effet retardateur des pluies d'orage.
- Compatibilité avec la rétention temporaire des eaux pluviales en toiture.
- Esthétique.
- Écologique.
- Confort phonique et thermique.
- Lutte contre l'effet de serre.
- Valorisation du patrimoine.

Le procédé SOPRANATURE permet de répondre aux exigences de la construction en matière de développement durable (cf. Fiche de Données Environnementales et Sanitaires de la démarche HQE disponible sur demande).

Le procédé SOPRANATURE se présente sous 2 formes distinctes :

1.11. SOPRANATURE extensif

Les systèmes SOPRANATURE extensifs constituent un tapis végétal permanent qui s'adapte progressivement à son milieu et fonctionne de façon autonome. Ce tapis végétal est obtenu par une association de plantes de type rustique qui se reproduisent naturellement.

Les besoins d'entretien sont faibles à très faibles (cf. § 11 Entretien).

Les préconisations d'arrosage des systèmes extensifs sont précisées dans la Fiche Générale d'Arrosage des systèmes SOPRANATURE en Annexe.

1.12. SOPRANATURE semi-intensif

Les systèmes SOPRANATURE semi-intensifs sont constitués d'une végétation proche de celle des jardins traditionnels. Il s'agit de plantes horticoles sélectionnées, plus ou moins hautes.

Les besoins d'entretien sont modérés à faibles.

Ces systèmes nécessitent un arrosage régulier.

Les préconisations d'arrosage des systèmes semi-intensifs sont précisées dans la Fiche Générale d'Arrosage des systèmes SOPRANATURE en Annexe.

1.2. Description

Le procédé SOPRANATURE est un ensemble comprenant :

- a) **Le complexe d'étanchéité bicouche JARDIN SOPREMA** : cf. § 4.
- b) **Le COMPLEXE SOPRANATURE** qui assure les fonctions suivantes :
 - fonction drainage.
 - fonction filtre.
 - fonction culture.

permettant le développement durable d'une couche végétale.

Le détail du complexe SOPRANATURE est décrit dans le chapitre 6.

- c) **Une ZONE STERILE** (cf. § 7.2) qui borde la périphérie de la terrasse, des émergences, des évacuations pluviales et des ouvrages annexes et le long de laquelle s'interrompt le COMPLEXE SOPRANATURE.

2. DESTINATION — DOMAINE D'EMPLOI

La toiture SOPRANATURE, compte tenu de son faible poids, rend possible une végétalisation sur des éléments porteurs et isolants autres que ceux habituellement retenus pour les terrasses jardins traditionnelles.

Le procédé SOPRANATURE décrit dans le présent document s'applique :

- Au climat de plaine de France Européenne, de l'Europe, ainsi qu'au climat de montagne.
- Aux toitures de pente $\leq 20\%$ (1).
Nota : (1) : SOPRANATURE peut être installé sur des pentes $> 20\%$. Ce cas fait l'objet du Cahier de Prescriptions de Pose « SOPRANATURE sur toitures de pentes $> 20\%$ ».
- Aux travaux neufs et à la réfection (la norme NF P 84-208 / DTU 43.5 « Travaux de bâtiments – réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures terrasses ou inclinées » est applicable).
- Aux éléments porteurs suivants : Béton, Béton cellulaire, Tôles d'Acier nervurées, Bois et panneaux dérivés, sous réserve qu'ils soient aptes à supporter les charges réglementaires et les charges du procédé SOPRANATURE.

La zone de toiture traitée en SOPRANATURE est inaccessible ; elle ne peut recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien, à l'exclusion d'engins (autres que des engins légers ≤ 30 kg pour l'entretien de la végétation : tondeuses, débroussailleuses, ...). Elle peut côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées. Ce cas est traité au § 8.

Note : SOPRANATURE peut être installé en terrasses partiellement végétalisées dans les conditions du § 8.

3. ÉLÉMENTS PORTEURS

3.1. Éléments porteurs admis

- Les éléments porteurs en béton sont conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) ou à un Avis Technique favorable.
 - ◇ Les pentes sont comprises entre 0 et 20% (limites incluses).
- Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (TAN) sont conformes à la NF P 84-206 (DTU 43.3).
 - ◇ La pente des versants est comprise entre 3 et 20 %.
 - ◇ La pente minimale de 3 % de ces versants s'applique dans tous les cas, y compris les cas de noue en pente.
Note : L'Entreprise du lot étanchéité a la responsabilité de la pose des TAN, en tenant compte des charges (cf. § 3.2).
- Les éléments porteurs traditionnels en bois et panneaux dérivés sont conformes à la NF P 84-207 (DTU 43.4).
 - ◇ La pente des versants est comprise entre 3 et 20 %.
 - ◇ Nota : la pente minimale de 3 % de ces versants s'applique dans tous les cas, y compris les cas de noue en pente.
 - ◇ Dans l'attente de la révision de l'actuelle NF P 84-207, les règles concernant l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3) s'appliquent (§ 4.221 et annexe D 2.1 et H).
 - ◇ Les locaux à forte et très forte hygrométrie sont exclus.
- Les éléments porteurs en béton cellulaire sont conformes aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé » (Cahier du CSTB n° 2192).
 - ◇ La pente des versants est comprise entre 1 et 20 %.
 - ◇ Les locaux à forte et très forte hygrométrie sont exclus.

3.2. Charges à prendre en compte

Les éléments porteurs doivent être aptes à supporter les charges définies dans les documents mentionnés au § 3.1.

La charge descendante de calcul est la somme de :

- la charge permanente
- la charge d'exploitation : la plus élevée :
 - ◇ de la charge d'entretien (100 daN/m²), au sens de la norme NF P 06-001
 - ◇ ou de la charge climatique de neige

La charge permanente, appliquée sur l'élément porteur, est la somme des poids :

- du pare vapeur et de l'isolant éventuels
- du revêtement d'étanchéité
- du COMPLEXE SOPRANATURE. La charge de ce dernier est définie par l'étude technique préalable (prescriptif), établie par le DÉPARTEMENT SOPRANATURE, tenant compte des épaisseurs des différents constituants (y compris la végétation) et de leur masse volumique. Elle est donnée à capacité maximale en eau (CME)^(*).
() : Il s'agit de la quantité d'eau réputée retenue par les matériaux constitutifs du complexe de végétalisation dans la situation suivante : mise en eau à saturation pendant 24 heures, puis ressuyage pendant 2 heures.*
- d'une charge forfaitaire de sécurité de 15 daN/m².
- Dans le cas des éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois, de pente comprise entre 3 et 7 %, une charge complémentaire forfaitaire est fixée à 85 daN/m² pour tenir compte du fluage naturel.

Note : Cette charge complémentaire forfaitaire n'est pas à prendre en compte pour le calcul de la structure.

Note :

Lors de la mise en œuvre, les épaisseurs définies dans l'étude SOPRANATURE devront être strictement respectées, et ceci en tout point de la toiture (cf. § 6.1).

4. COMPLEXE «PARE-VAPEUR - ISOLANT - REVÊTEMENT D'ÉTANCHÉITÉ»

4.1. Pare-vapeur

Le Tableau 1 définit les pare-vapeur en fonction de l'élément porteur, de l'hygrométrie et du chauffage des locaux :

TABLEAU 1		CHOIX ET MISE EN ŒUVRE DU PARE-VAPEUR	
ÉLÉMENT PORTEUR	HYGROMETRIE ET CHAUFFAGE DES LOCAUX	ADHERENT	SEMI-INDEPENDANT
Maçonnerie (1)	Cas courant	- Soit EIF + ELASTOVAP (3) soudé. - Soit EIF (5) + SOPRAVAP STICK S 16	
	Locaux à forte hygrométrie et planchers chauffants n'assurant qu'une partie du chauffage ou cas courant en climat de montagne	- Soit EIF + Chape ATLAS AR soudé - Soit EIF (5) + SOPRAVAP STICK ALU S 16	
	Locaux à très forte hygrométrie et planchers chauffants assurant la totalité du chauffage		EIF + AERISOL FLAM + SOPRALAST 50 TV ALU soudé ou EIF + AERISOL FLAM + CHAPE ATLAS AR soudée ou SOPRALAST 50 TV alu collé par plots de SOPRACOLLE 300 N, joints soudés (2)
Béton cellulaire (1)	Voir "conditions" cahier CSTB 2192 Fortes hygrométries exclues.		EIF + AERISOL FLAM + ELASTOVAP (3) soudé Ou ELASTOPHENE 25 collé par plots de SOPRACOLLE 300 N, joints soudés
Bois et panneaux dérivés	Voir NF P 84.207 (DTU 43.4) Fortes hygrométries exclues	- Soit ELASTOVAP (1) (3) soudé en plein sur panneaux uniquement - Soit EIF (5) + SOPRAVAP STICK ALU S 16	- ELASTOVAP (3) cloué, joints soudés
Tôles d'acier nervurées	Voir NF P 84.206 (DTU 43.3)	- Cf. NF P 84-206 (DTU 43.3)	
	Toutes hygrométries	- SOPRAVAP STICK ALU S 16 (4)	
(1) Pontage des joints conforme au document normatif concerné ou Avis Technique "SOPRALENE JARDIN – SOPRALENE FLAM JARDIN" (2) Pentes ≤ 5%. (3) Ou ELASTOPHENE 25. (4) Cf. CPP « NOFIX ACIER » et CPP « NOFIX ACIER RW ». (5) ELASTOCOL 600.			

Dans le cas de reliefs en maçonnerie, une EQUERRE DE RENFORT SOPRALENE, avec talon de 6 cm minimum et avec aile verticale dépassant de 6 cm minimum le nu supérieur de l'isolant de partie courante, est soudée horizontalement sur le pare-vapeur et sur le support vertical du relevé.

Lorsque le relevé est réalisé selon le procédé FLASHING, l'équerre préalable est réalisée en résine ALSAN FLASHING.

4.2. Isolant thermique

Le tableau 2 précise les types d'isolants admis et leur mode de mise en œuvre en fonction de l'élément porteur.

Les panneaux doivent bénéficier d'un Document Technique d'Application (DTA) favorable pour emploi sous protection rapportée meuble ou végétalisée, sur l'élément porteur considéré.

Le tableau 2 s'applique pour le choix des isolants et leur mode de mise en œuvre, en un ou plusieurs lits, à condition que le DTA de l'isolant vise cette technique.

TABLEAU 2		CHOIX ET MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT (2)			
ÉLÉMENT PORTEUR	NATURE DE L'ISOLANT	Collé par EAC	Collé par SOPRACOLLE 300 N ou COLTACK	Fixé mécaniquement (7)	Libre
Béton	PU à parements papier (1)	+	+ (5)		
	PU à parements VV bitumé, alu kraft, minéral / PIR (1)	+	+ (5)		(9) + (10)
	Perlite fibrée	+	+ (5)		(9) + (10)
Béton cellulaire	Laine minérale (Classe C)	+	+ (5)		(9) + (10)
	Polystyrène expansé (Classe C) (1)	+ (3)	+ (5)		(9) + (10)
	Verre cellulaire	+ (4)			
	Isolation inversée				(11)
Bois	PU à parements papier (1)	+	+ (5)		
	PU à parements VV bitumé, alu kraft, minéral / PIR (1)	+	+ (5)	+	(9) + (10)
Panneaux dérivés	Perlite fibrée	+	+ (5)	+	(9) + (10)
	Laine minérale (Classe C)	+	+ (5)	+ (13)	(9) + (10)
	Polystyrène expansé (classe C) (1)	+ (3)	+ (5)	+	(9) + (10)
TAN	Perlite fibrée	+ (12)	+ (6)	+	
	Laine minérale (Classe C)	+ (12)	+ (6)	+ (13)	
	Verre cellulaire	+			
	Mousse Résol (1)			+ (8)	

+ signifie admis

(1) Pentes ≤ 5%

(2) Pour les pentes > 5%, des butées de l'isolant conformes aux normes de la série P 84.200 (DTU de la série 43) sont disposées perpendiculairement à la ligne de plus grande pente :

- En partie basse, quel que soit le mode de mise en œuvre de l'isolant
- En partie courante :
 - Si l'isolant est collé par EAC ou COLTACK ou fixé mécaniquement : tous les 5 m maximum
 - Si l'isolant est collé par SOPRACOLLE 300 N : tous les 3 m maximum

(3) Sensible à la chaleur, le PSE est posé sur une couche d'EAC suffisamment refroidie.

(4) Pare-vapeur non obligatoire dans le cas de pose conforme à son DTA.

(5) Répartition de SOPRACOLLE 300 N à raison de 3 bandes de 4 cm par ml ou 9 plots Ø 0,15 m par m² (400 à 600 g/m²)
 Répartition de COLTACK à raison de 3 bandes de 2 cm par ml ou 9 plots Ø 0,10 m par m² (200 à 300 g/m²)

(6) Application de SOPRACOLLE 300 N à raison d'une bande toutes les plages, en bordure de plage ou 1 plot Ø 0,15 m par plage tous les 40 cm (400 à 600 g/m²)

(7) Avec les densités de fixations suivantes (exclu en forte hygrométrie sur bois et panneaux dérivés et en très forte hygrométrie sur TAN) :

- Pentes ≤ 5% :
 - une fixation centrale par panneau de surface < 1,20 m²
 - deux fixations par panneau de surface ≥ 1,20 m²
- Pentes > 5% : cf. aux DTU 43.3 ou 43.4 ou au DTA de l'isolant sous étanchéité apparente.

(8) Voir le DTA de l'isolant pour les caractéristiques des fixations à mettre en œuvre.

(9) La pose libre des isolants est limitée aux pentes ≤ 5%, en un seul lit pour les surfaces autorisées par le DTA de l'isolant.

(10) Éventuellement avec maintien provisoire par un plot de SOPRACOLLE 300 N ou de COLTACK

(11) L'isolation inversée n'est admise que sous les COMPLEXES SOPRANATURE de masse ≥ 50 Kg/m² ; en pente < 5 %, la masse doit correspondre à celle de 1 cm de gravillons pour 1 cm d'épaisseur d'isolant. ou équivalent à celle définie dans le DTA de l'isolant. Dans le cas de dépression due au vent supérieure ou égale à celle équivalent à un bâtiment de 20 m de hauteur situé en zone 3, site exposé, des dalles béton sont disposées en périphérie, sur 2 m de large, et la masse minimale du complexe SOPRANATURE est portée à 100 kg/m². Un écran SOPRAFILTRE est déroulé sur l'isolant sauf dans les cas d'emploi de SOPRATÉX 650. Au-dessus de 5 % de pente, l'étude particulière de SOPREMA précisera les dispositifs de retenue adaptés.

(12) Avec platelage et pare-vapeur (cf. DTU 43.3).

(13) Avec fixations par vis à doubles filets sous tête (type "Solides au pas").

4.3. Revêtement d'étanchéité

Les tableaux 3a et 3b précisent les revêtements d'étanchéité admis et leur mode de mise en œuvre en fonction du support. Les matériaux d'étanchéité et les prescriptions relatives à leur mise en œuvre sont décrits dans l'AT/DTA « SOPRALENE JARDIN ».

TABLEAU 3a	CHOIX ET MISE EN ŒUVRE DE L'ETANCHEITE					
	INDEPENDANT			ADHERENT (2)		
	Pente ≤ 5 %					
	avec EAC	Sans EAC	sans EAC	avec EAC	sans EAC	mixte
SUPPORTS (voir tableau 2 pour l'emploi des isolants)	A = VV 100 + E 25 + EAC + S JARDIN	L = STYRBASE STICK + S F JARDIN	C = VV 100 + E FLAM 25 (8) + S (FLAM) JARDIN	B = EAC + E 25 + EAC + S JARDIN	D = E FLAM 25 (8) + S (FLAM) JARDIN	E = EAC + E 25 + S FLAM JARDIN
	F4 I5 T2	F5 I5 T4	F5 I5 T4	F5 I5 T2	F5 I5 T4	F5 I5 T2
Béton (1)	A	L	C	EIF + B	EIF + D	EIF + E
Béton cellulaire	A	L	C			
Bois	A	L	C		Sous-couche E 25 ou SOPRAFIX HP cloué + D (6)	
Panneaux dérivés	A	L	C	Pontage + EIF + B	Pontage + D	Pontage + EIF + E
PU à parement papier	A	L	C			
PU à parements VV bitumé, alu kraft, minéral / PIR	A (3)	L	C (3)			
Perlite fibrée	A (3)	L	C (3)	B	D (5)	E
Laine minérale (classe C)	A (3)	L	C (3)	B	D (5)	E
Polystyrène expansé (classe C)	Écran PF + A	L	Écran PF + C			
Verre cellulaire	A (4)		C (4)	B	D (4)	E
Mousse Résol	A	L	C			
Isolation inversée :						
sur béton (1)	A	L	C	EIF + B	EIF + D	EIF + E
Ancien revêtement (cf. § 5)	A	L	C	B	D	E

E : ELASTOPHENE

S : SOPRALENE

(1) En support de revêtement adhérent, seuls sont admis les éléments porteurs de type A, B ou C, éventuellement surmontés d'une forme de pente, à l'exclusion des bacs collaborants. L'adhérence sur béton n'est pas admise si le revêtement est autoprotégé au droit des zones stériles (y compris en zone B, cf. § 7.4).

(2) Sur pente > 10%, les lés supérieurs sont fixés mécaniquement en tête :

Les fixations s'effectuent tous les 0,20 m avec interposition de rondelles Ø 40 mm minimum ;

le haut des lés d'étanchéité dépasse l'axe des fixations d'au moins 0,05 m. Le lé supérieur recouvre les fixations avec un minimum de 0,06 m au-delà du bord inférieur de la rondelle.

Les fixations sont effectuées :

- Directement dans l'élément porteur s'il n'y a pas d'isolant

- Lorsqu'il y a un isolant :

- Dans des fourrures prévues dans l'épaisseur de l'isolant (les butées mentionnées au renvoi 2 du tableau 2 peuvent remplir le rôle de fourrure)

- Ou dans l'élément porteur à travers l'isolant : cette possibilité n'est admise que si la charge du COMPLEXE SOPRANATURE est inférieure à 110 kg², et si l'épaisseur de l'isolant est inférieure ou égale à 80 mm.

(3) Écran VV 100 facultatif : se référer à l'Avis Technique ou Cahier des Charges de l'isolant.

(4) Après surfaçage général des panneaux avec une couche d'EAC

(5) Sur panneaux isolants aptes à recevoir des chapes soudables ou panneaux courants surfacés à l'EAC

(6) Densité de fixations conforme à la NF P 84-207 / DTU 43.4.

(7) EIF ELASTOCOL 500.

(8) Ou SOPRALENE BASE.

TABLEAU 3b	CHOIX ET MISE EN ŒUVRE DE L'ETANCHEITE			
SUPPORTS (voir tableau 2 pour l'emploi des isolants)	SEMI-INDEPENDANT (2)			
	Sans EAC	sans EAC	Fixé mécaniquement	Fixé mécaniquement
	M = SOPRASTICK SI + S FLAM JARDIN	K = AERISOL FLAM + E FLAM 25 (1) + S (FLAM) JARDIN	N = SOPRAFIX HP + S FLAM JARDIN	O = SOPRAFIX STICK + S FLAM JARDIN
	F5 I5 T2	F5 I5 T4		
Béton	EIF (3) + M	EIF + K	N	O
Béton cellulaire	EIF (3) + M	EIF + K	N	O
Bois	EIF (3) + M		N	O
Panneaux dérivés	EIF (3) + M		N	O
PU à parement papier				
PU à parements VV bitumé, alu kraft, minéral / PIR	M			
Perlite fibrée			N	O
Laine minérale (classe C)			N	O
Polystyrène expansé (classe C)	M			O
Verre cellulaire				
Mousse Résol			N	O
Isolation inversée : sur béton	EIF (3) + M			
Ancien revêtement (cf. § 5)	M	EIF + K	N	O
E : ELASTOPHENE S : SOPRALENE (1) Ou SOPRALENE BASE. (2) Sur pente > 10%, les lés supérieurs sont fixés mécaniquement en tête : Les fixations s'effectuent tous les 0,20 m avec interposition de rondelles Ø 40 mm minimum ; le haut des lés d'étanchéité dépasse l'axe des fixations d'au moins 0,05 m. Le lé supérieur recouvre les fixations avec un minimum de 0,06 m au-delà du bord inférieur de la rondelle. Les fixations sont effectuées : <ul style="list-style-type: none"> • Directement dans l'élément porteur s'il n'y a pas d'isolant • Lorsqu'il y a un isolant : <ul style="list-style-type: none"> - Dans des fourrures prévues dans l'épaisseur de l'isolant (les butées mentionnées au renvoi 2 du tableau 2 peuvent remplir le rôle de fourrure) - Ou dans l'élément porteur à travers l'isolant : cette possibilité n'est admise que si la charge du COMPLEXE SOPRANATURE est inférieure à 110 kg², et si l'épaisseur de l'isolant est inférieure ou égale à 80 mm. (3) : EIF ELASTOCOL 500.				

5. REFECTION (Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité)

Ce sont d'anciennes étanchéités pouvant être posées sur différents supports (bois, maçonnerie, béton cellulaire, isolants sur les trois éléments porteurs précités et sur acier).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF P 84-208 / DTU 43.5 « Travaux de bâtiments – réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures terrasses ou inclinées ».

Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de la toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection) respectent également cette norme.

Le Maître d'Ouvrage doit faire vérifier l'aptitude de l'élément porteur (cf. DTU 43.5) à supporter les charges du complexe SOPRANATURE.

Le procédé de rénovation d'étanchéité « SYMBIOSE » consiste à rapporter en adhérence totale, par soudure, une couche d'étanchéité antiracine SOPRALENE FLAM JARDIN sur le revêtement ancien conservé et approprié, de façon à constituer un véritable nouveau bicouche (cf. Cahier de Prescriptions de Pose « Système SYMBIOSE »).

Une solution SOPRANATURE spécifique est détaillée au § 6.6.

6. COMPLEXE SOPRANATURE

Le complexe SOPRANATURE est mis en œuvre directement sur le revêtement d'étanchéité ou sur l'isolation inversée.

Le présent chapitre reflète l'état actuel de la technique ; il peut être sujet à modifications ou compléments. Toute dérogation aux spécifications qui y figurent nécessite une étude technique et l'accord formel du Département SOPRANATURE.

6.1 GÉNÉRALITÉS

1) Les végétaux et les matériaux constitutifs du complexe SOPRANATURE sont élaborés et mis en œuvre de telle sorte que leurs propriétés conduisent à un couvert végétal durable.

Le choix des composants est obtenu par une prise en compte du contexte et une connaissance du maximum de paramètres :

- Climat, exposition, vent, altitude
- Pente de la toiture, hauteur du bâtiment
- Charges permanentes admissibles
- Accessibilité du chantier
- Choix esthétique

2) Tout projet fait l'objet d'une étude technique préalable réalisée par le Département SOPRANATURE.

Déterminé par cette étude, le système choisi est défini par des composants spécifiques, qui assurent différentes fonctions :

- a) Drainage
- b) Filtre
- c) Culture
- d) Végétation

☞ Certaines fonctions peuvent être associées : systèmes bicouches, systèmes monocouches (cf. § 6.42)

☞ Les différentes configurations possibles sont réunies dans le tableau 4 ci-dessous ; les épaisseurs étant précisées par l'étude technique préalable.

Tableau 4

Configurations	Multicouche semé ou planté	Multicouche avec Rouleaux précultivés	Bi-couche	Monocouche	Tout-en-Un
Complexes SOPRANATURE	Végétation	Végétation	Végétation	Végétation	Végétation
	Substrat	Substrat	Substrat	Substrat	Substrat
	Couche filtrante	Couche filtrante			Couche filtrante
	Couche de drainage	Couche de drainage	Couche de drainage		Couche de drainage
Remarques	Les 4 constituants sont séparés.	Les rouleaux précultivés intègrent la végétation, le substrat, et le filtre.	La couche de drainage fait également office de couche filtrante.	Le substrat fait office également de couche de drainage et de couche filtrante.	Les 4 constituants sont associés dans une caissette.

☞ Dans le cas de réfection d'une terrasse comportant une protection lourde en gravillons, une configuration spéciale peut être envisagée (« SOPRANATURE RÉFECTION ») qui consiste à réemployer les gravillons existants en tant que couche de drainage (cf. § 6.24 et 6.6)

3) Afin de respecter les surcharges prévues vis-à-vis des éléments porteurs, les épaisseurs des matériaux meubles définies dans l'étude SOPRANATURE doivent être impérativement respectées, lors de la mise en œuvre (cf. § 3.2).

4) Gestion des eaux pluviales

Les systèmes SOPRANATURE offrent des caractéristiques remarquables en matière de :

- Capacité maximale de rétention,
- Ecrêtement des pluies d'orage,
- Coefficient de ruissellement.

Les paramètres propres au projet génèrent des configurations SOPRANATURE spécifiques, ce qui fait également varier les caractéristiques ci-dessus. Ces caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous pour des épaisseurs données à titre d'exemple. En cas de besoins spécifiques, une étude particulière jouant soit sur les épaisseurs, soit sur les caractéristiques des matériaux permettra dans la plupart des cas de répondre aux exigences.

Tableau 5 : Exemples de caractéristiques des systèmes SOPRANATURE

	TOUNDRA	GARRIGUE	PAMPA	GREEN	LANDE
Epaisseur du complexe de culture (1) (cm)	8	12	15	17	26
CME (l/m²)	20 à 25	40	60	75	115
Coefficient de ruissellement (2)	0,50	0,40	0,30	0,30	0,20
Poids indicatif du système à CME(3) (kg/m²)	70 à 120	115	150 à 190	180	285

(1) : Le complexe de culture inclut substrat Sopraflor + drainage Sopralithe.

(2) : Exemple : Un coefficient de ruissellement de 0.30 indique que 70 % de l'eau de pluie n'est pas à stocker en aval.

(3) : Végétation comprise

Afin de traiter les besoins concrets de rétention en eau qui font partie intégrante de certains projets, une solution technique spécifique peut être proposée par SOPREMA.

6.2 COUCHE DRAINANTE

6.21 Principe

Mise en place directement sur le revêtement d'étanchéité BICOUCHE JARDIN SOPREMA, la couche drainante a pour fonction de faciliter l'écoulement de l'eau de pluie excédentaire vers les dispositifs d'évacuation.

En fonction du projet, l'étude réalisée par le Département SOPRANATURE définit son emploi ou non, ainsi que la nature du matériau.

Elle est le plus souvent réalisée en SOPRALITHE ; les plaques SOPRADRAIN ou les nappes SOPRATTEX 650 sont employées dans des cas particuliers ; le choix du matériau assurant le meilleur drainage tient compte de plusieurs critères :

- Pente,
- Charges admissibles,
- Capacité de rétention en eau pour les besoins spécifiques des plantes choisies.

Ce choix est fait dans le cadre de l'étude réalisée par le Département SOPRANATURE.

6.22 SOPRALITHE

Il s'agit d'une couche drainante constituée de granulats minéraux légers (pouzzolane, pierre ponce, argile expansée ...). Elle est mise en œuvre à la main ou par montage pneumatique, et nivelée au râteau.

L'entreprise applicatrice veillera à une répartition régulière sur la base de l'épaisseur moyenne prescrite et à un nivellement de surface en contrôlant en plusieurs points l'épaisseur.

Pour respecter l'épaisseur prescrite, il est conseillé de répartir un nombre précis de sacs ou bigs bags correspondant à une surface donnée.

Un tassement de l'ordre de 5 à 10 % en épaisseur, selon les matériaux, s'opère naturellement quelques semaines après la mise en œuvre.

Dans le cas d'un montage pneumatique (par camion silo ou camion-pompe), le nivellement doit être fait à l'avancement, l'épaisseur étant aussi régulièrement contrôlée. Le tassement est immédiat, du fait de la pression utilisée pour le montage du matériau. Une création de fines peut advenir lors du pompage pour certains matériaux (Sopralithe A notamment). sans que cela ne modifie leurs performances.

• SOPRALITHE A

Composition : argile expansée, concassée et calibrée.

Elle résulte de la cuisson d'argile dans des fours rotatifs à 1.200°C et se présente sous la forme de grains rougeâtres de forme arrondie et de structure poreuse. Ces grains sont ensuite concassés pour obtenir une porosité ouverte.

- ◇ Capacité de rétention en eau ~ 20 % en volume.
- ◇ Granulométrie 4/8.
- ◇ Masse volumique maximum 650 kg /m³ à capacité maximale en eau.

• SOPRALITHE Z

Composition : pouzzolane calibrée.

Roche siliceuse légère, d'origine volcanique.

- ◇ Capacité de rétention en eau ~ 10% en volume.
- ◇ Granulométrie 7/15
- ◇ Masse volumique maximum 1 300 kg/m³ à capacité maximale en eau.

• SOPRALITHE P

Composition : pierre ponce calibrée.

Roche poreuse, alvéolaire et légère, d'origine volcanique.

- ◇ Capacité de rétention en eau ~ 40% en volume.
- ◇ Granulométrie 2/15
- ◇ Masse volumique maximum 1 250 kg/m³ à capacité maximale en eau.

Note : D'autres variantes de drainage SOPRALITHE peuvent également être prescrites dans l'étude SOPRANATURE.

6.23 SOPRADRAIN

Polystyrène expansé (25 kg/m³) en plaques de 1.000 x 1.000 x 36 mm (cf. AT/DTA « SOPRALENE JARDIN »).

Les plaques sont disposées bord à bord. Pour éviter leur envol, la couche drainante et la couche filtrante sont recouvertes à l'avancement par la couche de culture, sinon lestées par tout autre moyen provisoire. Il est également possible de fixer les plaques SOPRADRAIN par un plot de colle à froid SOPRACOLLE 300 N ou COLTACK, disposé au centre.

6.24 Gravillons existants : Cas du système « SOPRANATURE Réfection » (cf. § 6.6)

Le réemploi d'un gravier existant est assujéti à la vérification et l'appropriation, par le poseur, des caractéristiques suivantes :

- Épaisseur comprise entre 4 et 6 cm.
- Granulométrie comprise entre 5 et 25 mm.
- Évacuation correcte de l'eau.

La masse volumique prise en compte, par défaut, est de : 20 kN/m³ (cf. NF P 06-004).

6.3 COUCHE FILTRANTE

6.31 Principe

Elle a pour fonctions :

- D'empêcher le passage des particules fines de la couche de culture et d'éviter le colmatage de la couche drainante.
- D'offrir un support mécanique à la fixation des racines.

La mise en place de la couche filtrante est coordonnée avec celle de la couche de culture, à moins qu'un lestage temporaire ne soit envisagé.

L'étude du Département SOPRANATURE définit la présence (configurations multicouches) ou non (configurations bi-couches et monocouche) de la couche filtrante.

En cas d'absence de couche de drainage en partie courante, la couche filtrante doit cependant être mise en place en bas de pente sur une largeur d'au moins 0,50 m et remontée contre le dispositif de séparation de la zone stérile jusqu'au niveau supérieur du substrat.

6.32 SOPRAFILTRE

Non tissé à base de fibres synthétiques (cf. AT/DTA « SOPRALENE JARDIN »).

La couche filtrante SOPRAFILTRE est simplement déroulée en surface courante et relevée contre les reliefs ou dispositifs de séparation jusqu'au niveau supérieur de la couche de culture. Les recouvrements entre lés sont de 10 cm minimum.

6.4 COUCHE DE CULTURE

6.41 Principe

Destinée à la croissance des plantes, les couches de culture SOPRAFLOR sont des mélanges spécialement élaborés pour les végétalisations extensives et semi-intensives de toiture.

Il peut s'agir :

- Soit d'un substrat à l'état meuble,
- Soit d'un substrat incorporé à un rouleau de végétation.

Mise en place du substrat meuble :

L'épaisseur à mettre en œuvre tient compte d'un tassement ultérieur possible de 10 à 20 %. Elle est indiquée dans l'étude technique préalable.

Le substrat est réparti manuellement puis nivelé au râteau.

L'entreprise applicatrice veillera à une répartition régulière sur la base de l'épaisseur moyenne prescrite et à un nivellement de surface avec une tolérance de ± 1 cm en contrôlant en plusieurs points l'épaisseur.

A titre d'exemple, une surépaisseur de 2 cm représente 25 kg/m² environ de surcharge supplémentaire. Le professionnel doit être attentif à l'incidence de cette différence sur une structure légère.

Pour respecter l'épaisseur prescrite, il est conseillé de répartir un nombre précis de sacs ou de bigs bags se rapportant à une surface donnée.

Un tassement de l'ordre de 15 à 25 % en épaisseur, selon les matériaux, s'opère naturellement quelques semaines après la mise en place.

Dans le cas d'un montage pneumatique (par camion-silo ou camion-pompe), le nivellement doit être fait à l'avancement, l'épaisseur étant aussi régulièrement contrôlée. Le tassement est immédiat, du fait de la pression utilisée pour le montage du matériau. Une création de fines peut advenir lors du pompage pour certains matériaux. sans que cela ne modifie leurs performances.

6.42 Substrats extensifs

➤ **SOPRAFLOR X**

Il s'agit de mélanges de matières minérales et organiques, selon une formule exclusive de SOPREMA, adaptés au procédé SOPRANATURE. Leur composition spécifique présente des aptitudes et caractéristiques très précises dont les plus importantes sont :

- Forte capacité de rétention en eau (jusqu'à 50% en volume) comprenant également une très bonne aptitude de reprise en eau après dessèchement.
- Porosité totale élevée à capacité maximale en eau (échanges gazeux, perméabilité).
- Perméabilité $\geq 0,001$ cm/s pour les substrats utilisés en configuration multicouche.
- Granulométrie adaptée et compatible avec le drainage, avec toutefois une granulométrie ≤ 16 mm.
- Bonne résistance à l'érosion (vent et eau).
- pH stable, compris entre 6,5 et 8 suivant la formulation.
- Dosage spécifique en éléments nutritifs.
- Faible densité pour offrir la meilleure réponse aux cas des éléments porteurs légers (TAN, bois ...).

Le calcul des charges fourni par l'étude technique SOPRANATURE prend en compte un substrat à capacité maximale en eau. Des formulations spéciales de substrat peuvent présenter des masses volumiques différentes, selon les besoins ; Masses volumiques de 1 000 kg/m³ à 1 500 kg/m³ à CME suivant la formulation du substrat prescrit.

➤ **SOPRAFLOR M**

C'est un mélange de matières minérales pouvant comporter ou non une fraction organique, adapté au procédé SOPRANATURE « monocouche » destiné aux systèmes extensifs. Sa composition spécifique présente des aptitudes et caractéristiques très précises, dont les plus importantes sont :

- Bonne capacité de rétention en eau (jusqu'à 30 % en volume)
- Porosité totale élevée à capacité maximale en eau (échanges gazeux, perméabilité)
- Granulométrie de référence 2 à 12 mm
- Faible densité pour offrir la meilleure réponse aux cas des éléments porteurs légers (TAN, bois ...)
- pH stable, compris entre 6,5 et 8 suivant la formulation.
- Perméabilité $\geq 0,1$ cm/s assurant dans tous les cas une bonne évacuation des eaux excédentaires.
- Masse volumique de 1 000 kg/m³ à 1 500 kg/m³ à CME suivant la formulation du substrat prescrit à capacité maximale en eau.

Ce matériau possède les caractéristiques appropriées pour assurer :

- la fonction drainage : perméabilité optimale
- la fonction filtre : étagement de la taille des agrégats éliminant les risques de colmatage
- la fonction culture :
 - ◇ choix d'une granulométrie assez fine pour l'installation initiale des plantes (semences, fragments)
 - ◇ capacité maximale en eau suffisante pour développer une végétation xérophile.

Les substrats Sopraflor M sont utilisés pour constituer des configurations monocouches, qui compte-tenu des caractéristiques ci-dessus, ne nécessitent ni couche de drainage, ni couche filtrante.

➤ **SOPRAFLOR S**

Ce substrat est destiné au surfacage des éventuelles zones de manques de substrat sur les rouleaux pré-cultivés, qui peuvent survenir lors du déroulement, particulièrement au niveau des joints. Il est appliqué localement, au maximum sur des épaisseurs de 20 mm.

Il est constitué d'une proportion de roche volcanique fine et de matière organique.

- Granulométrie : 0 à 10 mm.
- Masse volumique : 1 200 kg/m³ environ à CME à capacité maximale en eau.
- Capacité de rétention en eau : environ 40 % en volume.

➤ **SOPRAFLOR R**

Ce substrat est dédié aux solutions « Sopranature réfection » (cf § 6.6).

Il est constitué de granulats minéraux poreux et de matière organique, ainsi que d'un amendement hydrorétenteur et de fertilisants.

- Granulométrie : 2 à 12 mm.
- Masse volumique : 1 100 kg/m³ environ à CME à capacité maximale en eau.
- Capacité de rétention en eau : environ 50 % en volume

6.43 Substrats semi-intensifs

➤ **SOPRAFLOR I**

La composition et les caractéristiques générales de ces substrats sont similaires à celles du SOPRAFLOR X. Toutefois, des formulations différentes, grâce à un dosage plus important en matière organique, rendent ces substrats appropriés aux cultures semi-intensives (rétention en eau, régulation des apports d'eau réguliers).

- pH compris entre 5,5 et 7 suivant la formulation.
- Masse volumique de 1 000 kg/m³ à 1 300 kg/m³ à CME suivant la formulation du substrat prescrit.

6.5 VÉGÉTATION

6.51 Principe

Pour la végétation il y a lieu de se conformer aux indications de livraison et de stockage, fournies par le Département SOPRANATURE.

Dans tous les cas, l'organisation du chantier doit permettre la mise en œuvre rapide des plantes 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 plantes en godets 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 Département SOPRANATURE les instructions pour leur bonne conservation.

6.511 Principe de la végétalisation extensive

Les caractéristiques générales de la végétation dite extensive étant autonomie, durabilité et entretien faible, les végétaux présentent des aptitudes précises :

- Développement possible dans des épaisseurs de substrat très faibles.
- Aptitude des plantes à se multiplier elles-mêmes pour obtenir une colonisation naturelle du sol :
 - ◊ soit par leurs propres semences
 - ◊ soit par développement végétatif.
- Adaptation au climat (sécheresse estivale, périodes fortement humides, ...).
- Exigence faible sur le plan de la nutrition.
- Résistance à la pollution.
- L'arrosage est nécessaire dans les zones schématiquement situées au sud d'une ligne Paris/Lyon (cf. carte en Annexe).

◆ ASPECT

Les plantes sélectionnées par SOPREMA appartiennent à plusieurs catégories :

- Plantes succulentes
- Graminées
- Plantes vivaces
- Plantes bulbeuses
- Espèces arbustives

L'association de ces différentes catégories dans des proportions variables permet d'obtenir 3 aspects différents de végétation SOPRANATURE :

- ✓ TOUNDRA, à dominante de « plantes succulentes » : un tapis végétal ras composé de Sedum, de mousses et de plantes vivaces.
 - ◊ Hauteur des plantes peut varier de 2 à 20 cm.
 - ◊ Epaisseur courante du complexe : 8 cm à la mise en œuvre.
- ✓ GARRIGUE, à dominante de « plantes vivaces » : un tapis végétal fleuri mélangeant plantes vivaces, graminées, plantes succulentes, plantes bulbeuses, voire des plantes arbustives.
 - ◊ Hauteur des plantes peut varier de 10 à 40 cm.
 - ◊ Epaisseur courante du complexe : 12 cm à la mise en œuvre.
- ✓ PAMPA, à dominante de « graminées » : une prairie avec floraisons saisonnières.
 - ◊ Hauteur des plantes peut varier de 10 à 35 cm.
 - ◊ Epaisseur courante du complexe : 15 cm à la mise en œuvre.

◆ MISE EN OEUVRE

Les techniques de mise en place sont (cf. § 6.52) :

- le SEMIS manuel ou hydraulique (TOUNDRA, PAMPA),
- la PLANTATION (TOUNDRA, GARRIGUE), partiellement PAMPA.
- le ROULEAU DE VÉGÉTATION (TOUNDRA, PAMPA sous condition de délai de culture d'un an)
- la CAISSETTE PRECULTIVEE Tout-en-Un (TOUNDRA'Box)

◆ POIDS

Le poids de la végétation après développement est estimé à 10 kg/m² pour les systèmes PAMPA, GARRIGUE et TOUNDRA. Ce poids est inclus dans la valeur indiquée dans l'étude Sopranature.

◆ CHOIX DE L'ASPECT DE LA VEGETATION

L'étude technique préalable propose le choix de l'aspect associé au mode de mise en œuvre de la végétation.

6.512 Principe de la végétalisation semi-intensive

Le principe des systèmes de végétalisation semi-intensive de toiture consiste à sélectionner des espèces horticoles à développement modéré, leurs possibilités de couverture du sol étant utilisées pour en réduire l'entretien. Cette sélection concerne aussi leurs aptitudes de croissance dans des complexes de culture de faible ou moyenne épaisseur. Ces espèces, adaptées aux situations sèches, nécessitent cependant la mise en place d'un système d'arrosage automatique.

◆ ASPECT :

- SOPRANATURE GREEN utilisant un mélange spécial de graminées, présente un aspect de prairie verdoyante toute l'année. L'épaisseur du complexe est d'environ 17 cm à la mise en œuvre, la hauteur de la végétation de 10 à 12 cm.
- SOPRANATURE LANDE utilise des plantes vivaces couvre-sol et des plantes ligneuses arbustives ainsi que quelques conifères à petit développement. Leur hauteur peut varier entre 0,15 et 1,50 m. L'épaisseur du complexe se situe entre 20 et 35 cm à la mise en œuvre.

◆ MISE EN OEUVRE

Les techniques de mise en place sont (cf. § 6.52) :

- ROULEAU DE VÉGÉTATION (GREEN),
- PLANTATION (LANDE)

◆ POIDS

Le poids de la végétation après développement est estimé à 10 kg/m² pour le système GREEN et 15 kg/m² pour le système LANDE. Ce poids est inclus dans la valeur indiquée dans l'étude Sopranature.

◆ CHOIX DE L'ASPECT DE LA VEGETATION

L'étude technique préalable propose le choix de l'aspect et de la mise en œuvre de la végétation.

6.52 Mise en œuvre

6.521 Semis

Avec une mise en place par SEMIS, deux aspects peuvent être obtenus : TOUNDRA, ou PAMPA.

- SEDUM : constitué de fragments de différentes variétés de Sedum.
- PLANTES VIVACES, GRAMINÉES : graines sélectionnées.

6.5211 Semis Manuel

Suivant les catégories de plantes, en veillant à une répartition la plus homogène possible sur le terrain, on pratique de la façon suivante :

- SEDUM :
 - ◇ On procède à un épandage à la main de fragments de Sedum (~ 30 à 50g/m²).
 - ◇ S'ils ne peuvent être utilisés dans les 2 jours après livraison sur chantier, les fragments de Sedum doivent être étalés temporairement (à l'ombre), en couche mince.
- GRAMINÉES :
 - ◇ Le semis des graines de graminées s'effectue à la volée, à la main à raison de ~ 3 à 5 g/m² pour le système PAMPA.
- PLANTES VIVACES :
 - ◇ Ce sont des graines très petites pour lesquelles on peut utiliser un semoir manuel (~ 2 g/m²).

A la suite de ces opérations, pour obtenir une bonne germination et un bon enracinement, il est nécessaire d'effectuer :

- Un ratissage superficiel afin d'enfouir légèrement la semence.
- Un roulage réalisé avec un rouleau de jardin léger.

6.5212 Semis Hydraulique

Il s'agit d'une intervention mécanisée qui consiste à projeter sur la couche de culture un mélange comprenant :

- semences et/ou fragments de Sedum
- engrais
- fixateur
- éléments minéraux et organiques
- eau

Les proportions en sont définies au cas par cas.

Ce mode de mise en œuvre est spécifiquement adapté aux grandes surfaces, en neuf comme en réfection.

6.522 Plantation

Avec une mise en place par PLANTATION, quatre aspects peuvent être obtenus : TOUNDRA, GARRIGUE, PAMPA (en association avec le semis) ou LANDE.

Les plants sont précultivés :

- En plaques alvéolées (micromottes) de 40 à 50 mm d'épaisseur : pour les plantes succulentes essentiellement.
- En godets spéciaux de 50 à 80 mm de hauteur : graminées, plantes vivaces, plantes bulbeuses, plantes succulentes.
- En conteneurs de 1 à 1,5 litre ou plus : plantes ligneuses.

A la livraison, les plantes sont sorties de leur contenant et réparties sur le substrat et plantées selon le Plan de Plantation établi et fourni par le Département SOPRANATURE.

Des épaisseurs de substrat différentes en fonction des espèces sont également précisées dans le Plan de Plantation.

La PLANTATION s'effectue à l'aide d'un transplantoir, comme celle des massifs de fleurs, en veillant à ce que la motte de la plante ne dépasse pas la surface du sol.

Si la mise en place n'a pas lieu dans les :

- 2 jours pour les petites plantes (vivaces, graminées, Sedum)
- 5 jours pour les plantes ligneuses (arbustes, conifères nains)

Il est nécessaire, pendant la période de stockage, de :

- Entreposer temporairement à l'ombre les plantes dans leurs godets ou leurs conteneurs
- Les arroser à saturation tous les 5 jours entre avril et septembre
- Demander les instructions au Département SOPRANATURE.

La répartition usuelle des plantes se situe entre 8 et 16 plantes par m² pour les petites plantes (vivaces, graminées, Sedum), et 2 à 4 plantes par m² pour les arbustes.

A la suite de ces opérations, pour obtenir un bon enracinement, il est nécessaire d'effectuer l'arrosage des systèmes plantés immédiatement après la mise en œuvre, ceci indépendamment des préconisations spécifiques d'entretien.

6.523 Végétation précultivée

6.5231 Rouleaux de végétation

L'utilisation des ROULEAUX DE VÉGÉTATION donne le choix entre trois ASPECTS DE VÉGÉTATION : TOUNDRA, PAMPA ou GREEN.

Un délai maximum de 24 heures sera respecté pour la mise en place des rouleaux précultivés. En cas de prolongation de ces délais, il est nécessaire pour leur conservation de les dérouler temporairement à l'ombre.

6.52311 Rouleaux de végétation extensive

Les rouleaux de végétation extensive peuvent être de deux types :

- Cultivés sur armature tridimensionnelle imputrescible, leur taux de couverture initial est ≥ 90 %.
- Cultivés sur trame légère biodégradable, leur taux de couverture initial est ≥ 70 %.

Les rouleaux de végétation extensive, en raison de leur constitution, présentent trois fonctions : couche filtrante (filtre intégré), couche de culture (substrat) et végétation (qui est pré-cultivée). Ils peuvent être utilisés de 2 façons différentes :

- Soit déroulés sur un substrat meuble correctement nivelé : ils viennent alors en complément de la couche de culture et constituent la végétation (aspects possibles TOUNDRA OU PAMPA).
- Soit directement sur la couche drainante : ils remplissent alors à eux seuls les trois fonctions, de couche filtrante, de couche de culture et de végétation (aspect possible TOUNDRA).

Les ROULEAUX DE VÉGÉTATION sont déroulés filtre dessous et disposés bord à bord, si possible à joints décalés. Les découpes sont réalisées avec un outil tranchant : cutter, petite tronçonneuse à matériaux. On complète si nécessaire les manques de substrat (au niveau des bords, par exemple) par un apport de substrat meuble SOPRAFLO S.

Caractéristiques des rouleaux Toundra et Pampa :

ASPECT	COMPOSITION DE LA VEGETATION	CODE	LARGEUR (m)	LONGUEURS USUELLES (1) (m)	ÉPAISSEUR (mm)	POIDS (en kg/m ²) (2)
TOUNDRA	Mousse/Sedum à dominante Sedum	RXS	1	2	20	25
PAMPA	Graminées et Vivaces à dominante Graminées	RXG	1	2	20	30

1. Autres longueurs disponibles sur demande, jusqu'à 20 mètres.
2. Poids indicatif à capacité maximale en eau.

En cas de grandes longueurs, il convient de passer une barre dans l'axe central des rouleaux (lui-même pourvu d'un mandrin) pour permettre leur déroulage.

6.52312 Rouleaux de végétation semi-intensive GREEN

Il s'agit de rouleaux de gazon cultivés sur substrat organo-minéral, utilisant un mélange de graminées à croissance lente.

Ils sont disposés bord à bord et doivent faire l'objet d'un roulage, spécialement aux extrémités.

Un arrosage est indispensable immédiatement après la mise en œuvre, ceci indépendamment des préconisations spécifiques d'entretien.

Caractéristiques :

ASPECT	COMPOSITION DE LA VEGETATION	CODE	LARGEUR USUELLE (en m)	LONGUEURS USUELLES (en m)	Épaisseur (en mm)	POIDS (en kg/m ²) (1)
GREEN	Graminées à croissance lente	RIG	0.3	3.3	20	25

- (1) Poids des rouleaux à capacité maximale en eau.

6.524 Caissettes précultivées « Tout-en-Un » (Toundra'Box)

Le système Toundra'Box est constitué d'une caissette en polypropylène, comprenant des matériaux hydrorétenteurs, un substrat extensif léger, et une végétation précultivée de type Toundra. La caissette est munie d'ouvertures latérales et en sous-face pour permettre à l'eau excédentaire de s'échapper.

Le contenant est muni d'une ridelle amovible, qui retient le substrat, protège les végétaux pendant le transport et participe efficacement au gavage.

Les caissettes Toundra'Box sont proposées dans deux versions :

- Version « 31 », telle que décrite ci-dessus, destinée aux supports de pente $\geq 3\%$. Les caissettes sont posées côte à côte directement sur le revêtement d'étanchéité, l'évacuation de l'eau se faisant par les ouvertures créées à cet effet. Lors de la mise en œuvre, les ridelles sont extraites pour laisser une vue continue parfaite de la végétation.
- Version « 01 », telle que décrite ci-dessus, mais avec piétement, destinée aux supports en pente $< 3\%$. Les caissettes sont posées côte à côte directement sur le revêtement d'étanchéité, l'évacuation de l'eau se faisant dans le volume créé par le piétement. Lors de la mise en œuvre, les ridelles sont extraites pour laisser une vue continue parfaite de la végétation. Le piétement, d'une hauteur de 40 mm, permet l'exploitation d'une réserve d'eau temporaire, sous réserve de la mise en place d'un dispositif d'évacuation pluviale à débit différé.

Les Toundra'Box ne doivent pas être stockées palettisées plus de 48 heures. Si le cas de stockage doit se présenter, il est nécessaire, pendant cette période de :

- Entreposer temporairement les Toundra'Box à l'ombre
- Les arroser à saturation tous les 5 jours entre avril et septembre
- Demander les instructions au Département SOPRANATURE.

Caractéristiques :

DESIGNATION	CODE	LARGEUR (cm)	LONGUEUR (cm)	HAUTEUR AVEC RIDELLES (cm)	HAUTEUR EN PLACE EN (cm)	POIDS * (kg/m ²)	POIDS * Unitaire (kg)
Toundra BOX 31	CRS 31	30	60	15,5	7	80	12
Toundra BOX 01	CRS 01	30	60	19,5	11	80	12

* Poids indicatif à capacité maximale en eau.

6.6 CAS PARTICULIER DU « SOPRANATURE RÉFECTION » (couche de gravillons existante conservée)

Dans le cadre des réfections de revêtements d'étanchéité, ce système offre la possibilité de substitution de la couche de drainage traditionnelle par la couche de gravillons existante.

Sa particularité est de profiter de la présence de gravillons pour les réutiliser comme couche drainante.

Il est limité aux pentes $\leq 5\%$.

Constitution du système :

- Conservation des gravillons de la terrasse existante en tant que couche drainante : conformément au § 6.24.
- Substrat spécifique SOPRAFLOR R, de faible épaisseur.
- Végétation de type TOUNDRA par Semis, Plantations ou Rouleaux Précultivés, et éventuellement Garrigue par Plantation.

Le gravillon doit être déplacé pour permettre la pose du nouveau revêtement d'étanchéité SOPRALÉNE JARDIN, et à nouveau nivelé à l'épaisseur requise.

Les configurations utilisées, dans le cadre du « SOPRANATURE REFECTIION », sont les suivantes :

- Toundra par semis (SRS) : Gravillon de 4 cm d'épaisseur + Sopraflor R (ép. 2 cm).
- Toundra par rouleaux (RRS) : Gravillon de 4 cm d'épaisseur + Sopraflor R (ép. 2 cm) + rouleaux précultivés.
- Toundra par plantation (PRS) : Gravillon de 4 cm d'épaisseur + Soprafiltre + Sopraflor R (ép. 6 cm).
- Toundra par semis et plantation (FRS) : Gravillon de 4 cm d'épaisseur + Soprafiltre + Sopraflor R (ép. 6 cm).
- Garrigue par plantations (PRV) : Gravillon de 4 cm d'épaisseur + Soprafiltre + Sopraflor R (ép. 12 cm).

Rappel :

Le Maître d'Ouvrage doit faire vérifier l'aptitude de l'élément porteur (cf. DTU 43.5) à supporter les charges du COMPLEXE SOPRANATURE (cf. § 5).

7. OUVRAGES PARTICULIERS

7.1. Implantation des ouvrages émergents (fig.1)

Cette implantation doit tenir compte :

- Des distances minimales à respecter entre ouvrages émergents voisins de façon à permettre la réalisation et l'entretien de ces ouvrages, sauf aménagements particuliers dans le cas d'ouvrages existants.
- De la largeur de la ZONE STÉRILE (cf. § 7.2.) :
 - ◇ 400 mm contre les relevés et autour des ouvrages annexes isolés.

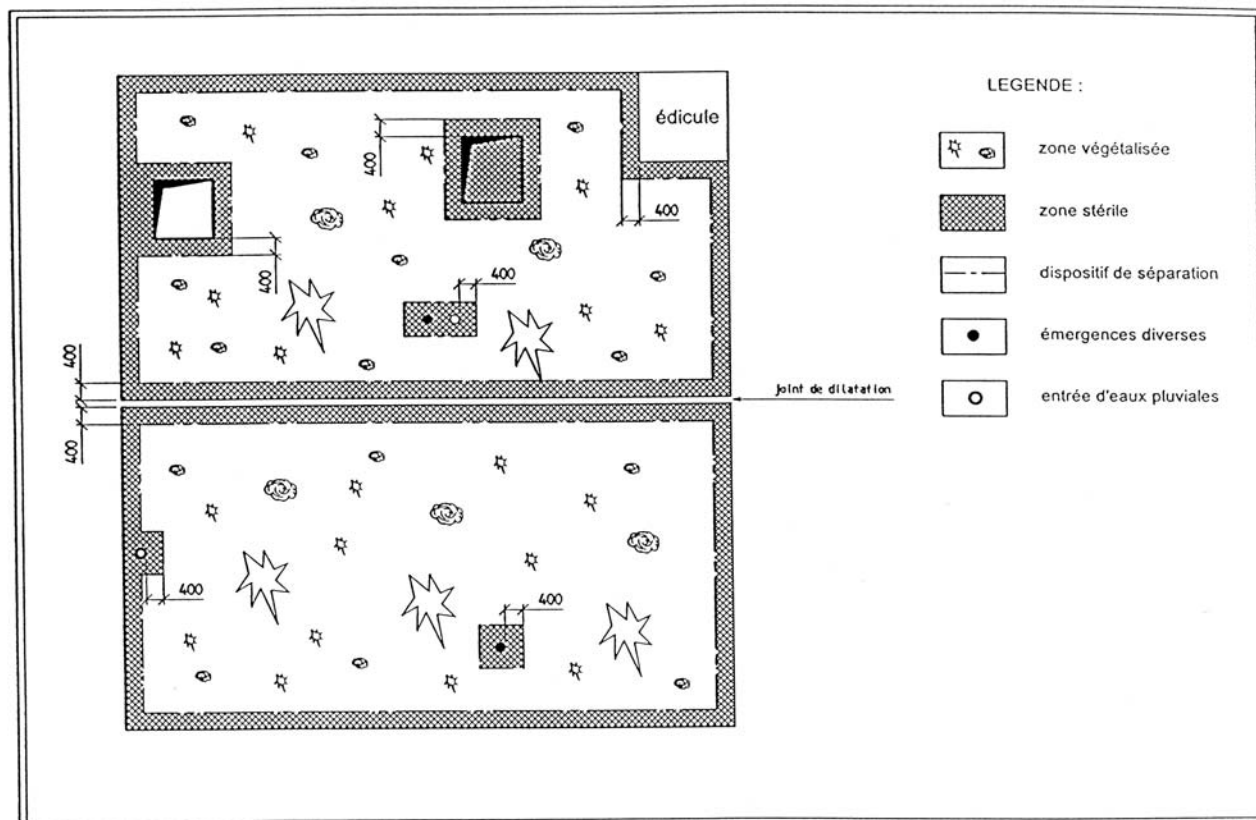


Figure. 1 : ZONE STÉRILE et implantation des ouvrages émergents (exemples)

7.2. Zone stérile (fig. 1 et 2)

La ZONE STÉRILE est la zone qu'il est dans certains cas nécessaire de ménager en périphérie du COMPLEXE SOPRANATURE, dont le but est de :

- Faciliter le contrôle des relevés d'étanchéité, du fonctionnement du système de drainage et des évacuations pluviales.
- Permettre une hauteur réglementaire des relevés quelle que soit l'épaisseur du COMPLEXE SOPRANATURE.

Elle ne doit pas être considérée comme une zone accessible, ni une zone privilégiée de circulation (cf. § 10).

Le tableau 6 ci-dessous indique les cas où la zone stérile est indispensable ou facultative, selon les « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » - Edition N° 2 de novembre 2007.

Tableau 6

Contre les relevés sur émergences et en périphérie	Végétalisation extensive	GARRIGUE, PAMPA	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
		TOUNDRA	Facultative
	Végétalisation semi-intensive (LANDE, GREEN)		Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
Entrées des eaux pluviales			Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm au pourtour de l'EEP (1)
Noues	Pente ≤ 2%	Pente de versants < 3% (support maçonné uniquement)	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm depuis le fil d'eau
		Pente de versants de 3 à 10%	Indispensable sur une largeur minimale de 1 m depuis le fil d'eau
		Pente de versants de 10 à 20%	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm depuis le fil d'eau
	Pente > 2%		Facultative

(1) : Une forme de regard est aussi possible (cf. Règles Professionnelles TTV).

Les complexes TOUNDRA sont donc affranchis de l'obligation de zone stérile au droit des relevés sur émergence et en périphérie.

7.21 Largeur de la ZONE STÉRILE

En règle générale, la largeur de la zone stérile est de :

- 400 mm mini. en périphérie de la terrasse (acrotères), et des émergences (édicules, lanterneaux, joints de dilatation, ...) et autour des ouvrages annexes : ventilations, ...
- Conforme au § 7.61 pour les évacuations pluviales.

Si elle est plus large, il faut se rapprocher du § 8 «Cas des terrasses partiellement végétalisées».

Sous l'emprise de la ZONE STÉRILE, le revêtement d'étanchéité est le bicouche anti-racine « SOPRALENE JARDIN » de la zone SOPRANATURE.

7.22 La protection du revêtement d'étanchéité est réalisée :

- a) En pente ≤ 5 % par une protection meuble dans les conditions habituellement retenues par les NF-DTU, AT et CPP :
 Couche de gravillons (cf. figure 2) avec granularité des éléments meubles de préférence > 15 mm (les granularités inférieures favorisant le maintien de la végétation). Dans le cas de bâtiments de hauteur > 28 m ainsi que de hauteur ≤ 28 m et situés en zone de vent 3 site exposé ou en zone 4, site normal ou exposé, la couche de gravillons est remplacée par des dalles préfabriquées en béton, mentionnées ci-dessous.
- b) En pente de 0 à 20 % par une protection de type démontable dans les conditions habituellement retenues par les NF-DTU, AT et CPP :
 Caillebotis, dalles préfabriquées en béton ou bois, posés selon la pente sur plots ou sur granulats meubles ou sur la couche drainante. L'emploi de caillebotis ou dalles en bois est limité aux zones de vent 3, site exposé (selon NV 65). La pose sur plots n'est pas admise avec isolant en laine minérale fixé mécaniquement.
- c) En pente de 0 à 20 % :
 Par l'autoprotection du revêtement d'étanchéité.

La ZONE STÉRILE et la zone SOPRANATURE sont délimitées par un DISPOSITIF DE SÉPARATION (voir § 7.3.).

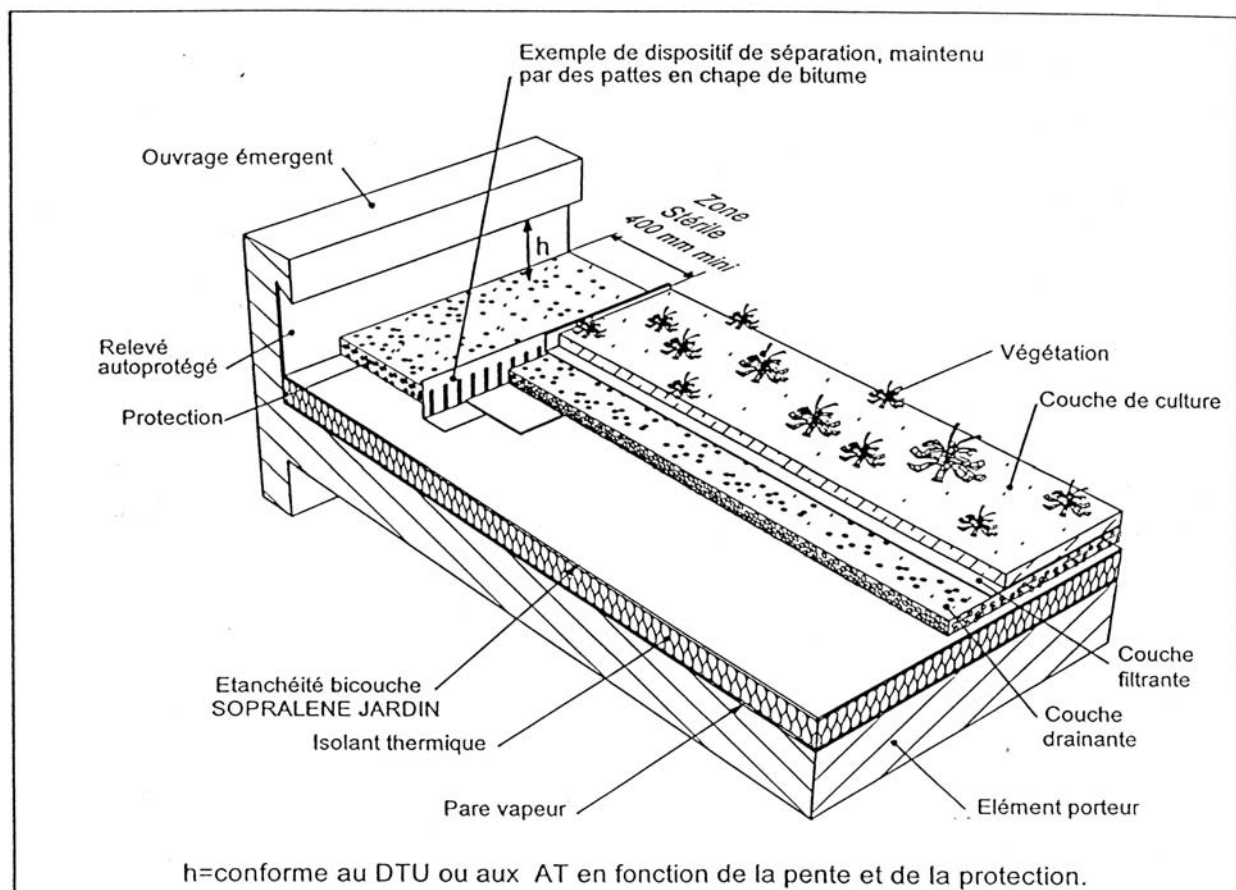


Figure 2 : ZONE STÉRILE (avec protection gravillons par exemple) et DISPOSITIF DE SÉPARATION (pente ≤ 5 %)

7.3. Dispositif de séparation (fig. 2, 3 et 4)

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 ; il est soit ajouré en pied (ouvertures représentant 50 % de la surface du dispositif, du haut en bas de celui-ci), soit posé sur la couche drainante.

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

- Des bandes métalliques en zinc, inox, alu ou protégées par galvanisation à chaud trempée à raison de $60 \mu\text{m}^2$ par face. Elles peuvent être maintenues en place sur l'étanchéité à l'aide de pattes en chape de bitume (cf. figure 2).
- Des bordures en béton, en pierre ou en bois traité classe IV selon NF B 50-100 (cf. figure 4).

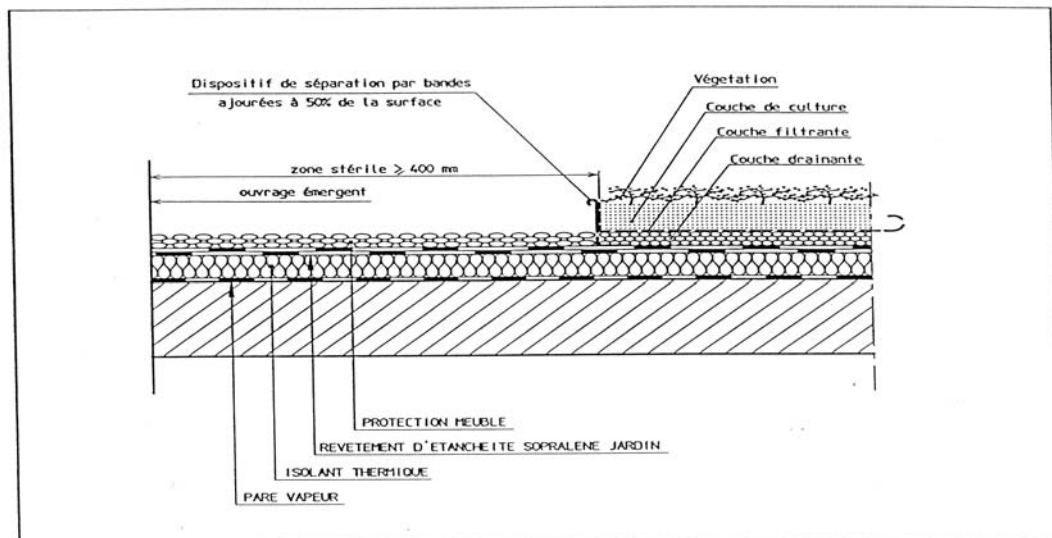


Figure 3 : Exemple de dispositif de séparation par bande métallique avec zone stérile en gravillons

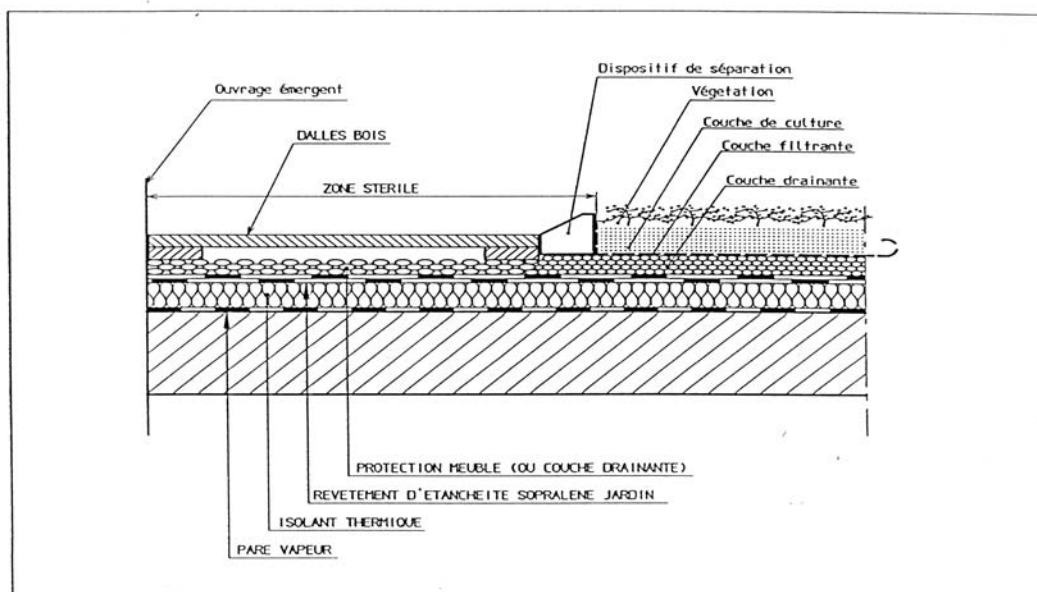


Figure 4 : Exemple de dispositif de séparation par bordure préfabriquée en béton ou en pierre avec zone stérile en dalles bois (DALDECOR ou PRESTIDALLE)

7.4. Noes des toitures de pente $> 3\%$ (fig. 5)

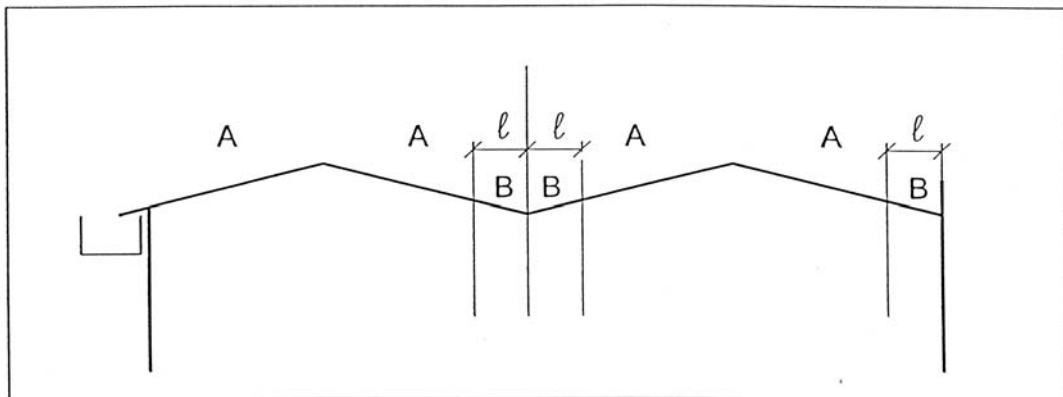


Fig. 5 Définition des zones de noues

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

- Traitement de la zone A : complexe de végétalisation SOPRANATURE.
- 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 %.
- Traitement de la zone B : selon la pente du fil d'eau de la noue.
 - Si pente $\leq 2\%$, traitement de la zone B en zone stérile.
 - Si pente $> 2\%$, traitement de la zone B en zone stérile ou complexe de végétalisation SOPRANATURE, incluant couche filtrante et drainante.

7.5. Relevés (fig. 2 et 6)

7.51. Reliefs

Le support et la conception des reliefs sont en rapport avec l'élément porteur choisi (béton, béton cellulaire, TAN ou bois) et conformes aux normes série NF P 84-200, (DTU de la série 43), Avis Techniques ou CPP correspondants.

7.52. Constitution des relevés d'étanchéité

ZONE STÉRILE	CONSTITUTION DES RELEVÉS
Avec zone stérile ; largeur conforme au § 7.21	<ul style="list-style-type: none"> • soit BICOUCHE JARDIN SOPREMA suivant DTA/AT. • soit FLASHING JARDIN suivant CPP. • soit conforme au DTA/AT « ELASTOPHENE FLAM–SOPRALENE FLAM »
Sans zone stérile	BICOUCHE JARDIN SOPREMA suivant DTA/AT. Ou FLASHING JARDIN suivant CPP.

7.53. Hauteur des relevés

Si la ZONE STÉRILE est de largeur conforme au § 7.21, la hauteur est donnée par les NF-DTU, AT ou CPP suivant le type de protection choisi.

Si elle est supprimée, la hauteur des relevés au-dessus de la protection ou de la couche de culture est :

- 15 cm minimum.
- 5 cm si l'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure, sur éléments porteurs en béton.

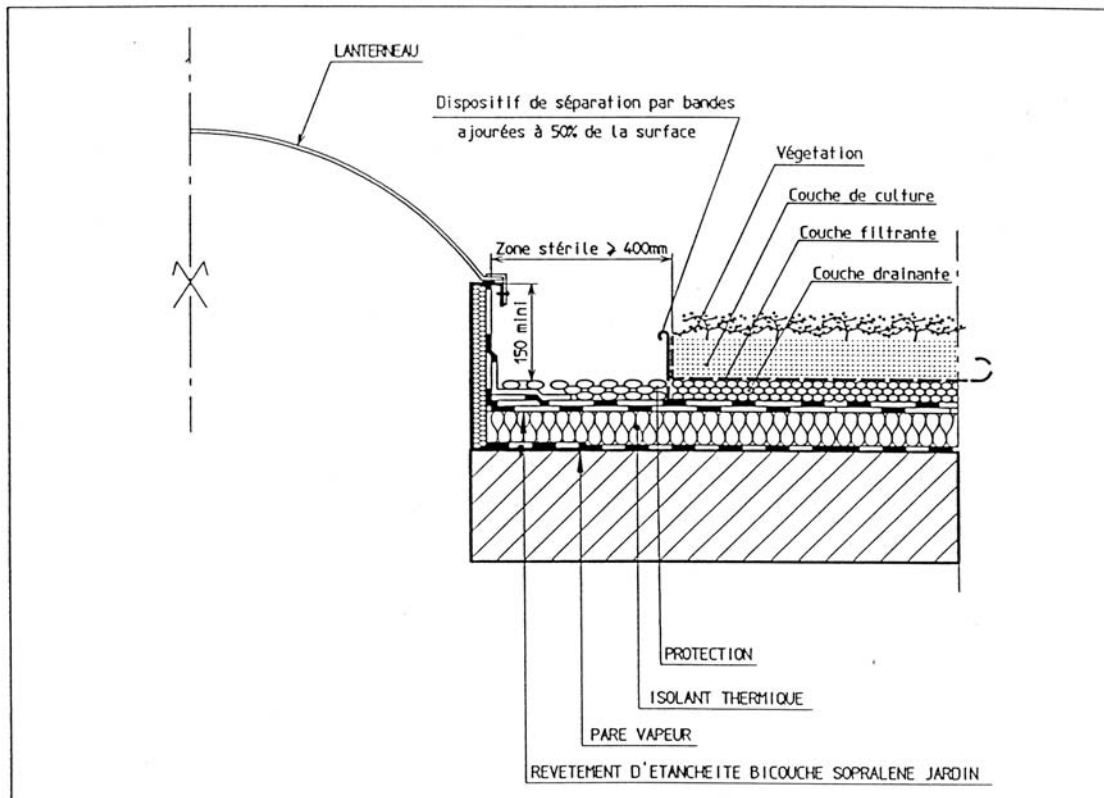


Figure 6 : Exemple de relevé contre lanterneau

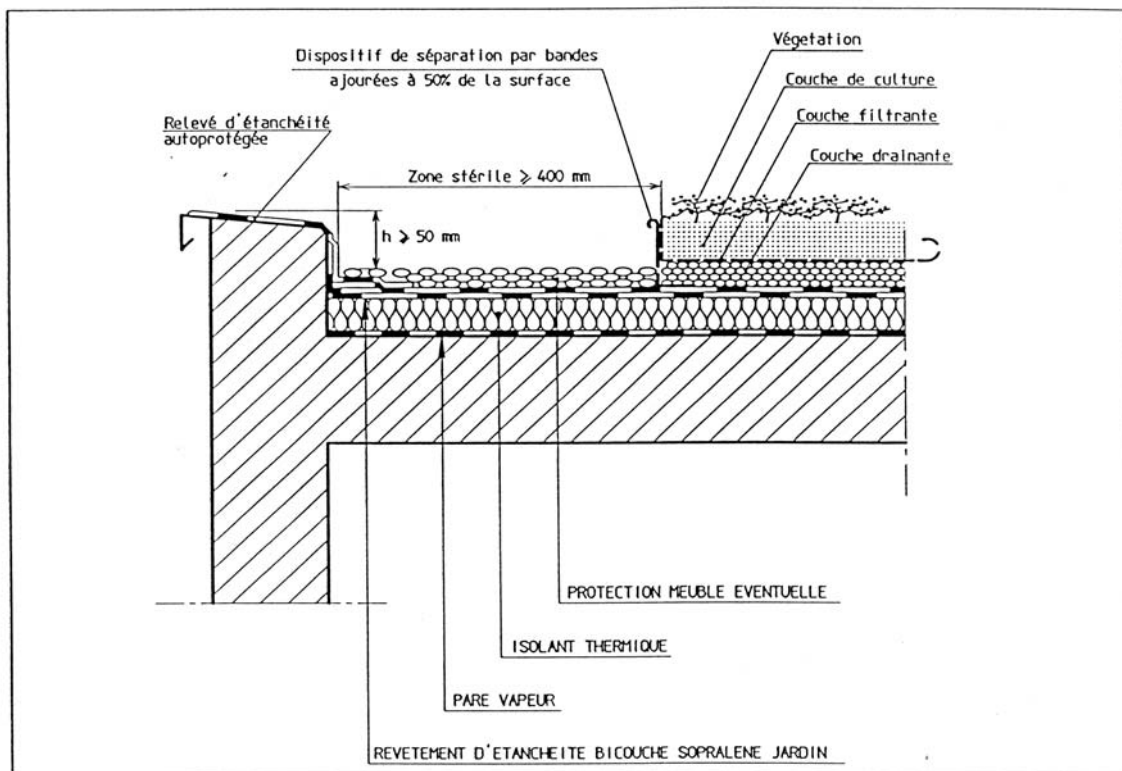


Figure 6 bis : Cas particulier de relevé avec acrotère revêtu jusqu'à l'arête extérieure sur éléments porteurs en béton, avec zone stérile en gravillons

7.6. Ouvrages singuliers (fig. 7 et 8)

7.6.1. Évacuations pluviales

Les évacuations pluviales sont réalisées conformément aux normes série NF P 84-200 (DTU de la série 43) ou sont en DEPCO définies dans le Cahier de Prescriptions de Pose "Accessoires d'étanchéité".

Leur section est déterminée conformément à ces NF-DTU.

Elles sont :

- Soit bordées par une ZONE STÉRILE sur 400 mm minimum (cf. fig. 7a)
- Soit protégées par une dalle bois (DALDECOR ou PRESTIDALLE) (cf. fig. 7b) ou par un caillebotis, soit par un regard de visite couvert qui doit permettre le passage des eaux.

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».

Les évacuations pluviales doivent être connectées, tant au niveau de la toiture qu'à celui du réseau, avant la mise en œuvre du complexe SOPRANATURE.

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

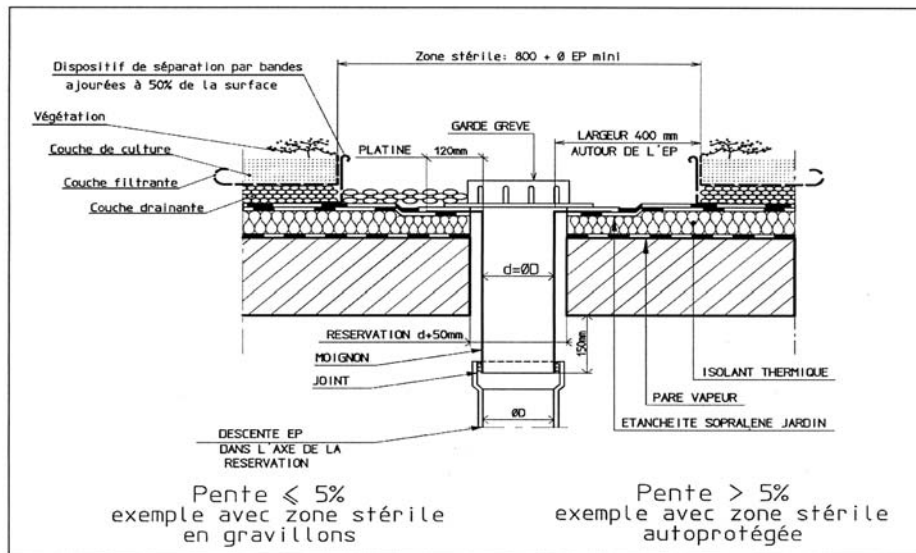


Figure 7a : Exemple d'évacuation pluviale avec zone stérile en gravillons ou autoprotégée

Dans le cas de protection par dalles, ces dernières sont calées sur deux éléments positionnés parallèlement au fil d'eau (cf. fig. 7b).

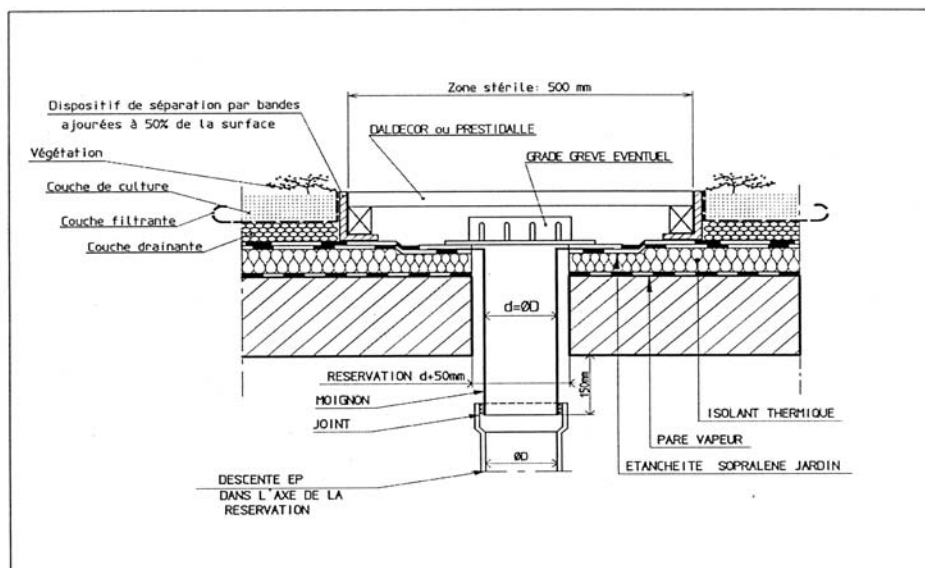


Fig. 7b : Exemple d'évacuation pluviale avec zone stérile en dalles bois

7.62. Ouvrages annexes isolés (ventilation, crosses de passage de câbles ...) (fig. 8)

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

Ils sont bordés par une ZONE STÉRILE conforme au § 7.2.

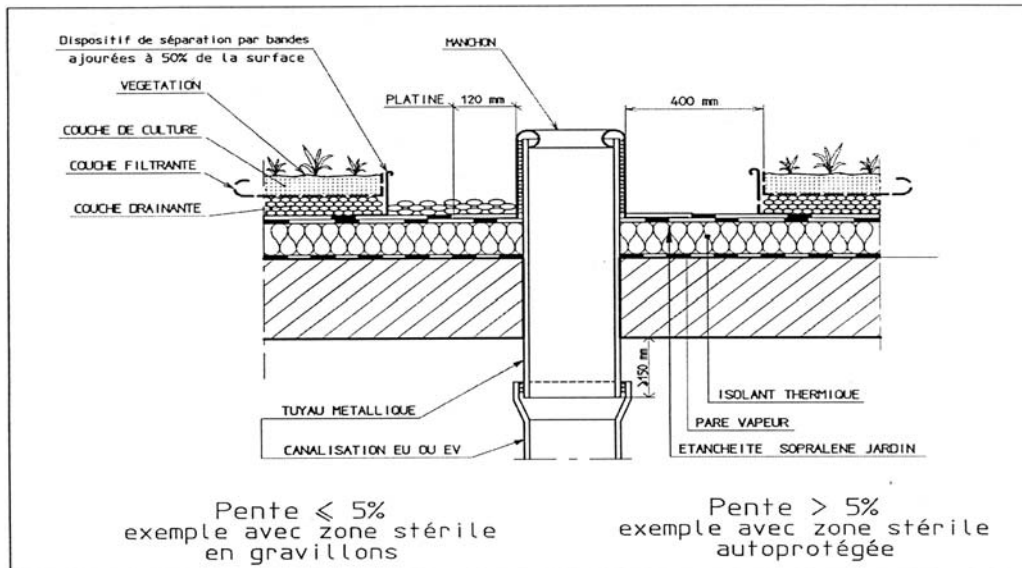


Figure 8 : Ventilation de chute avec zone stérile en gravillon ou autoprotégée

7.7. Joint de dilatation (fig. 9 et 10)

Ils sont réalisés conformément à l'Avis Technique SOPRAJOINT ou aux DTU 43.3 et 43.4.

Ils peuvent être :

- Soit apparents, avec ZONE STÉRILE de part et d'autre (figure 9)
- Soit recouverts de SOPRANATURE (figure 10) sauf sur éléments porteurs en TAN ou bois.

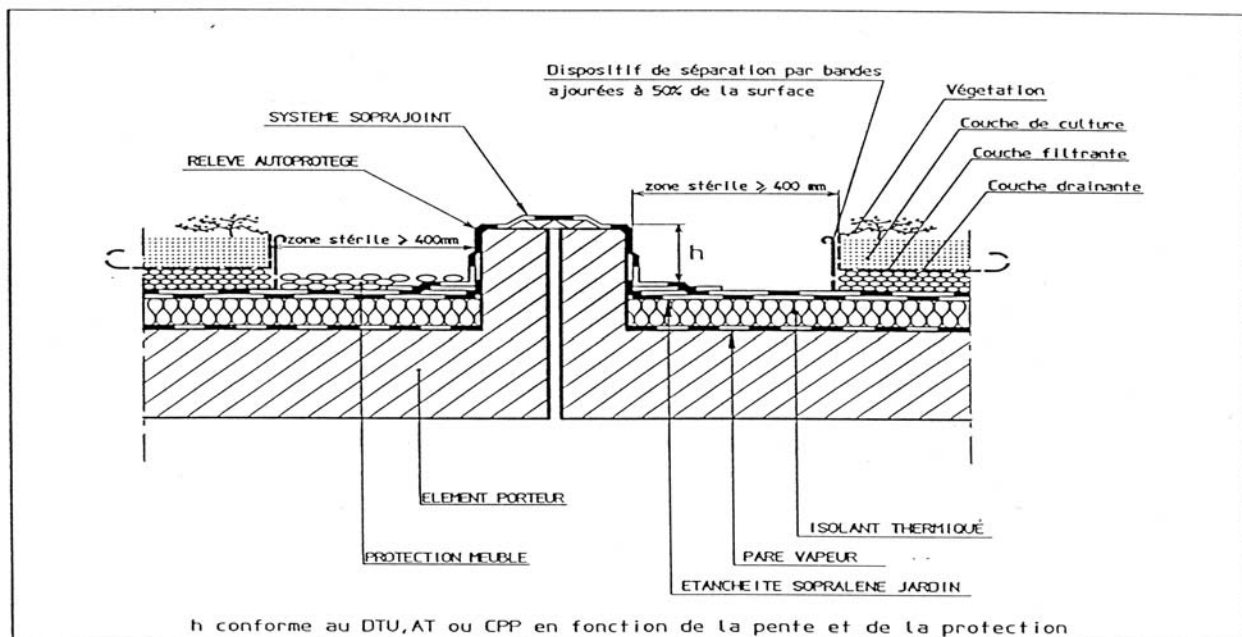


Figure 9 : Joint de dilatation apparent avec zone stérile en gravillon ou autoprotégée

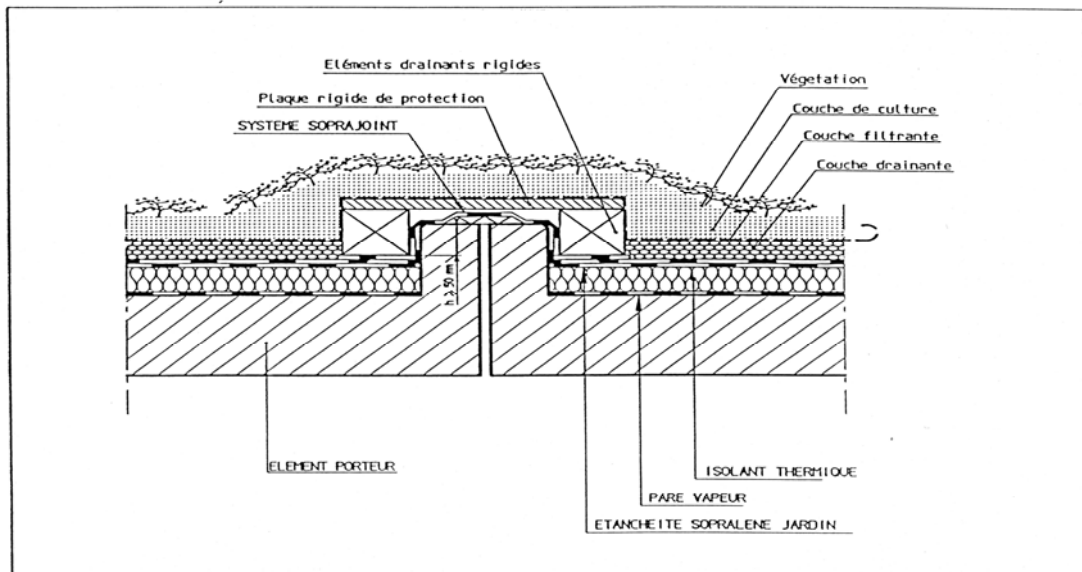


Figure 10 : Joint de dilatation recouvert de SOPRANATURE (support béton)

7.8. Chemin 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 SOPRALENE JARDIN avec interposition d'un écran NTS 170.

La zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation. 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 EN ISO 14122-3. Dans ce cas, la protection comporte au moins deux rangées de dalles.

Figure 11 : EXEMPLES D'ACCES DIRECT AUX EQUIPEMENTS EN TOITURE.

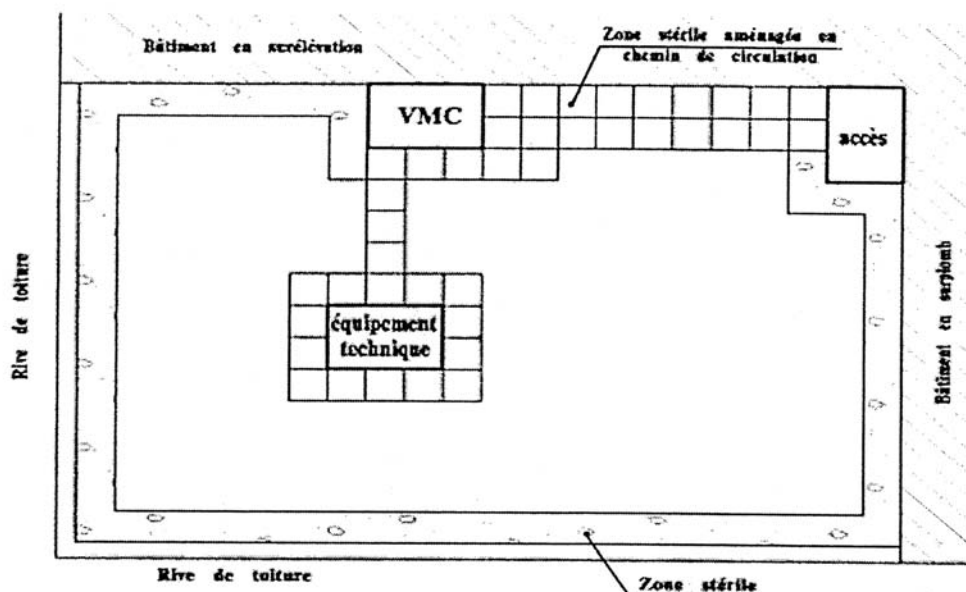


Figure 11 a : L'accès direct aux appareils en toiture n'utilise pas les zones stériles en rive présentant un risque de chute.

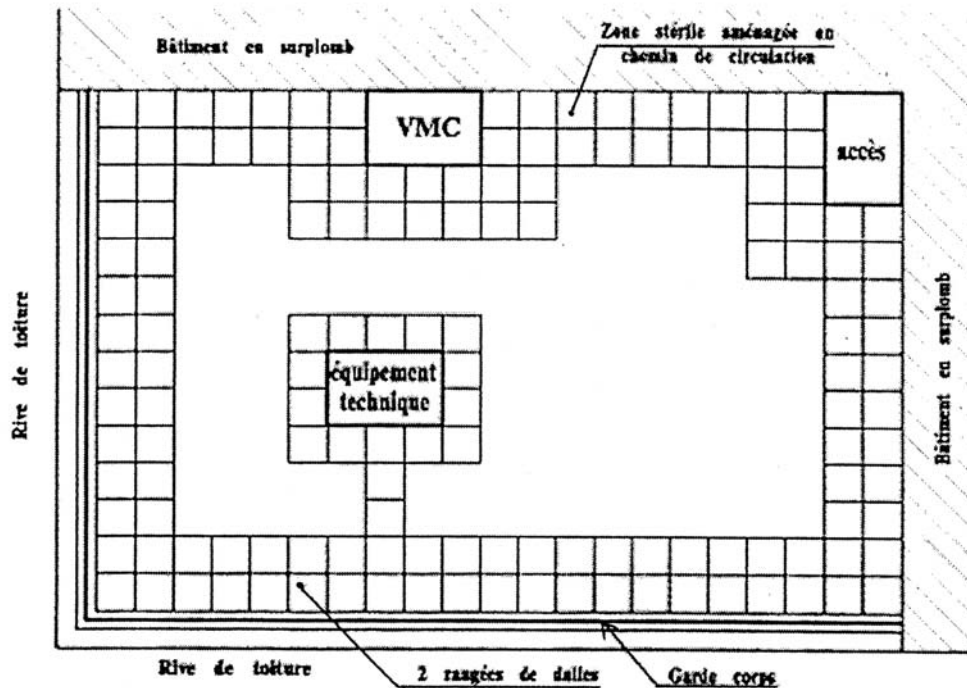


Figure 11 b : L'accès direct aux appareils en toiture utilise les zones stériles en rive présentant un risque de chute ; Un garde-corps doit être installé.

8. CAS DES TERRASSES PARTIELLEMENT VEGETALISEES

Les TOITURES SOPRANATURE 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 SOPRANATURE.

Sur les autres zones (hors SOPRANATURE) et à partir de 1 m au-delà de celles-ci pour le revêtement d'étanchéité résistant à la pénétration des racines, on applique les exigences des NF-DTU, AT et Cahier de Prescriptions de Pose concernant l'isolant thermique, le revêtement d'étanchéité, la protection, l'élément porteur et la pente du support.

En variante, l'étanchéité de la totalité de la toiture, y compris la zone hors SOPRANATURE peut être réalisée par le revêtement BICOUCHE JARDIN SOPREMA (dans le cas de protection par dalles sur plots, le revêtement est sans EAC).

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

Il faut veiller au risque lié à des personnes et surtout des enfants qui pourraient être tentés d'enjamber les garde-corps pour passer d'une terrasse accessible à la terrasse non circulaire traitée en végétalisation extensive.

A ce sujet, la norme NF P 01-012 dans son avant propos indique :

« Les règles prescrites par la présente norme sont des spécifications minimales propres à assurer la protection contre les chutes fortuites ou involontaires. Il y a lieu de compléter les garde-corps répondant à ces spécifications minimales lorsqu'on désire qu'ils s'opposent aux chutes provoquées délibérément, ainsi qu'à celles qui ont pour cause l'imprudence d'enfants livrés à eux-mêmes. Il est rappelé que la responsabilité des actes de ces derniers incombe toujours aux personnes qui en ont la charge. »

9. RÉALISATION DES TRAVAUX

La ZONE STÉRILE est mise en œuvre préalablement à la réalisation du complexe SOPRANATURE.

Les évacuations pluviales doivent être connectées, tant au niveau de la toiture qu'à celui du réseau, avant la mise en œuvre du complexe SOPRANATURE.

Le complexe SOPRANATURE est mis en œuvre à l'avancement avec le revêtement d'étanchéité chaque fois :

- que le complexe d'étanchéité comporte un élément indépendant (isolant ou étanchéité)
- qu'il y a un isolant collé à la SOPRACOLLE (autre que le polyuréthane parementé, bitume armé VV ou Alu kraft).

Les moyens de montage et de manutention sont à adapter à la nature et au conditionnement des matériaux.

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 TAN (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.

10. PRÉVENTION

- Elle peut être assurée en respectant notamment les conseils du manuel «Prévention des Risques Professionnels sur les Chantiers» de la CSFE.
- Préalablement à l'utilisation d'une flamme nue il est obligatoire d'éloigner d'au moins 10 m tous les bidons de produits inflammables, que ceux-ci soient pleins ou entamés.
- Primaires, SOPRACOLLE 300 N, COLTACK :
Il y a lieu de veiller au respect des recommandations du manuel en ce qui concerne la prévention contre les risques d'incendie liés à l'utilisation de produits inflammables et vernis d'imprégnation.
- ZONE STÉRILE :
Ce dispositif d'arrêt de SOPRANATURE le long des acrotères situés en bordure du vide n'est pas une zone de cheminement. Elle ne doit être empruntée pour circuler que si des dispositifs de protection 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 (cf. NF EN ISO 14122-3).

11. ENTRETIEN DES SYSTEMES SOPRANATURE

11.1 Généralités

L'entretien de chaque système fait l'objet d'une fiche de préconisations d'entretien remise par le Département SOPRANATURE avec chaque étude technique au Maître d'Ouvrage ou à l'entreprise réalisant le chantier.

Dans le cadre des « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées », 3 périodes ont été différenciées en ce qui concerne l'entretien :

- Période de parachèvement, qui va de la mise en œuvre à la réception de l'ouvrage.
- Période de confortement, qui va de la réception de l'ouvrage jusqu'à l'obtention d'un taux de couverture de 80 %.
- Entretien courant (sans limite dans le temps, à partir de l'obtention du taux de couverture de 80 %).

Le tableau ci-dessous récapitule les durées et responsabilités vis-à-vis de ces différentes périodes.

Intitulé de la période	Début	Fin	Durée à partir de la mise en œuvre	Prise en charge
Parachèvement	Fin de la mise en œuvre	Réception de l'ouvrage	Généralement < 3 mois	Entreprise de pose du complexe Sopranature
Confortement	Réception de l'ouvrage	Taux de couverture 80%	Un an	Entreprise de pose du complexe Sopranature
			Au-delà d'un an	Maître d'Ouvrage
Entretien courant	Taux de couverture 80%	Sans limite dans le temps	Sans limite dans le temps	Maître d'Ouvrage

11.2 Précautions liées aux opérations d'entretien

Les opérations d'entretien du complexe de végétalisation se distinguent de celles du complexe d'étanchéité. Se référer à la réglementation en vigueur concernant le complexe d'étanchéité. (Cf. § 12)

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 SOPRANATURE.

11.21 Entretien du système TOUNDRA

	Variantes de mise en œuvre			ENTRETIEN INITIAL = Parachèvement et confortement	ENTRETIEN COURANT
	Semis & semis- plantation	plantation	Rouleaux précultivés		
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nettoyage des dispositifs d'évacuation d'eau pluviale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Enlèvement de la végétation dans les bandes pourtour	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées. Un désherbage chimique sélectif pourra également être pratiqué.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertilisation : tous les 1 à 2 ans, engrais à libération lente (5g d'azote/m ²) (1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Arrosage selon localisation géographique suivant fiche générale d'arrosage Sopranature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Semis complémentaire de semences et/ou fragments de Sedum (si nécessaire)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Remplacement des végétaux en godets ou micromottes en cas de non reprise	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Remise en place des rouleaux précultivés éventuellement déplacés			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Apport complémentaire de substrat au niveau des joints (si nécessaire)			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Nombre de passages annuels généralement nécessaires (2)				2 à 4	1

(1) : Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

(2) : En zone climatique 2 (cf. fiche générale d'arrosage Sopranature), la fréquence des passages peut être généralement plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation)

11.22 Entretien du système GARRIGUE

	ENTRETIEN INITIAL= Parachèvement et confortement	ENTRETIEN COURANT
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées et les zones stériles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nettoyage de tous les dispositifs d'évacuation pluviale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Enlèvement de la végétation dans les zones stériles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées. Un désherbage chimique sélectif pourra également être pratiqué.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Taille des plantes vivaces et ligneuses qui le nécessitent lors du dernier passage à l'automne.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertilisation : 1 fois par an, engrais à libération lente (5g d'azote/m ²) (1)		<input checked="" type="checkbox"/>
Arrosage selon localisation géographique suivant fiche générale d'arrosage Sopranature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Remplacement des végétaux en godet ou container en cas de non reprise.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Nombre de passages annuels généralement nécessaires (2)	5	2 à 3

(1) : Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

(2) : En zone climatique 2 (cf. fiche générale d'arrosage Sopranature), la fréquence des passages peut être généralement plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation)

11.23 Entretien du système PAMPA

	ENTRETIEN INITIAL= Parachèvement et confortement	ENTRETIEN COURANT
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées et les zones stériles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nettoyage de tous les dispositifs d'évacuation pluviale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Enlèvement de la végétation dans les zones stériles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées. Un désherbage chimique sélectif pourra également être pratiqué.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fauchage à environ 10 cm à l'aide d'une débroussailleuse ou motofaucheuse quand les graminées atteignent une hauteur d'au moins 20 cm. Ramassage et évacuation des coupes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertilisation tous les 2 à 3 ans, engrais à libération lente (5g d'azote/m ²) (1)		<input checked="" type="checkbox"/>
Arrosage selon localisation géographique suivant fiche générale d'arrosage Sopranature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Remplacement des végétaux en godet ou container en cas de non reprise.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Semis complémentaire de semences (si nécessaire).	<input checked="" type="checkbox"/>	
Nombre de passages annuels généralement nécessaires (2)	4	2 à 3

(1) : Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

(2) : En zone climatique 2 (cf. fiche générale d'arrosage Sopranature), la fréquence des passages peut être généralement plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation).

11.24 Entretien du système GREEN

	ENTRETIEN INITIAL= Parachèvement et confortement	ENTRETIEN COURANT
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées et les zones stériles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nettoyage de tous les dispositifs d'évacuation pluviale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Enlèvement de la végétation dans les zones stériles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées. Un désherbage chimique sélectif pourra également être pratiqué.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tonte en fonction de la hauteur de la végétation qui doit atteindre 10-12 cm. On tondra en position haute (environ 6 cm). Les coupes seront évacuées.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertilisation : 1 fois par an (minimum 5g d'azote/m ²) (1)		<input checked="" type="checkbox"/>
Arrosage obligatoire conformément à la fiche générale d'arrosage Sopranature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Remise en place des rouleaux précultivés éventuellement déplacés.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Semis complémentaire de semences (si nécessaire).	<input checked="" type="checkbox"/>	
Nombre de passages annuels généralement nécessaires (2)	> 6	> 4

(1) Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

(2) En zone climatique 2 (cf. fiche générale d'arrosage Sopranature), la fréquence des passages peut être généralement plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation)

11.25 Entretien du système LANDE

	ENTRETIEN INITIAL= Parachèvement et confortement	ENTRETIEN COURANT
Enlèvement des déchets sur les surfaces végétalisées et les zones stériles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Nettoyage de tous les dispositifs d'évacuation pluviale	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Enlèvement de la végétation dans les zones stériles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Désherbage manuel et évacuation des végétaux indésirables dans les surfaces végétalisées. Un désherbage chimique sélectif pourra également être pratiqué.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Taille des arbustes et des plantes vivaces qui le nécessitent lors du dernier passage à l'automne.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fertilisation : 1 fois par an, engrais à libération lente (5g d'azote/m ²) (1)		<input checked="" type="checkbox"/>
Arrosage obligatoire conformément à la fiche générale d'arrosage Sopranature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Remplacement des végétaux en godet ou container en cas de non reprise.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Nombre de passages annuels généralement nécessaires (2)	6	4

(1) : Consulter le Département SOPRANATURE pour les produits à utiliser.

(2) : En zone climatique 2 (cf. fiche générale d'arrosage Sopranature), la fréquence des passages peut être généralement plus élevée (contrôle du fonctionnement du dispositif d'irrigation)

11.3 Alimentation en eau et irrigation

Se référer à la fiche générale d'arrosage des systèmes SOPRANATURE en Annexe.

11.4 Prise en charge de l'entretien de la végétalisation

L'entretien de parachèvement est à la charge de l'entreprise contractante. La réalisation des opérations de parachèvement est essentielle pour la bonne reprise des végétaux (période d'enracinement). Le Département Sopranature pourra proposer un contrat d'entretien de confortement puis consécutivement un contrat d'entretien courant.

11.5 Conditions générales de garantie des systèmes SOPRANATURE

SOPREMA SAS fournit une garantie d'un an sur la reprise des végétaux livrés (garantie d'un an à compter de la date de livraison). Cette garantie s'applique sous les conditions prévues dans le document "Conditions Générales de garantie Sopranature", disponible sur demande.

SOPREMA SAS garantit également le remplacement de végétaux livrés dans un état non conforme. Se référer au document mentionné ci-avant.

12. ENTRETIEN DES OUVRAGES D'ETANCHEITE

Il est réalisé conformément aux normes NF-DTU concernés.

13. ESSAIS

- Méthodes d'analyses conformes aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées- Nov. 2007 ».
- Essais CEBTP (retenue temporaire des pluies d'orage).
- Essais acoustiques CSTB.
- Fiche FDES de la CSFE.

ANNEXE

FICHE GENERALE D'ARROSAGE DES SYSTEMES SOPRANATURE

L'arrosage des systèmes SOPRANATURE peut être nécessaire à différents stades du développement des végétaux et lors de certains épisodes climatiques. Cette fiche fournit les précisions nécessaires à ce sujet.

1. GENERALITES

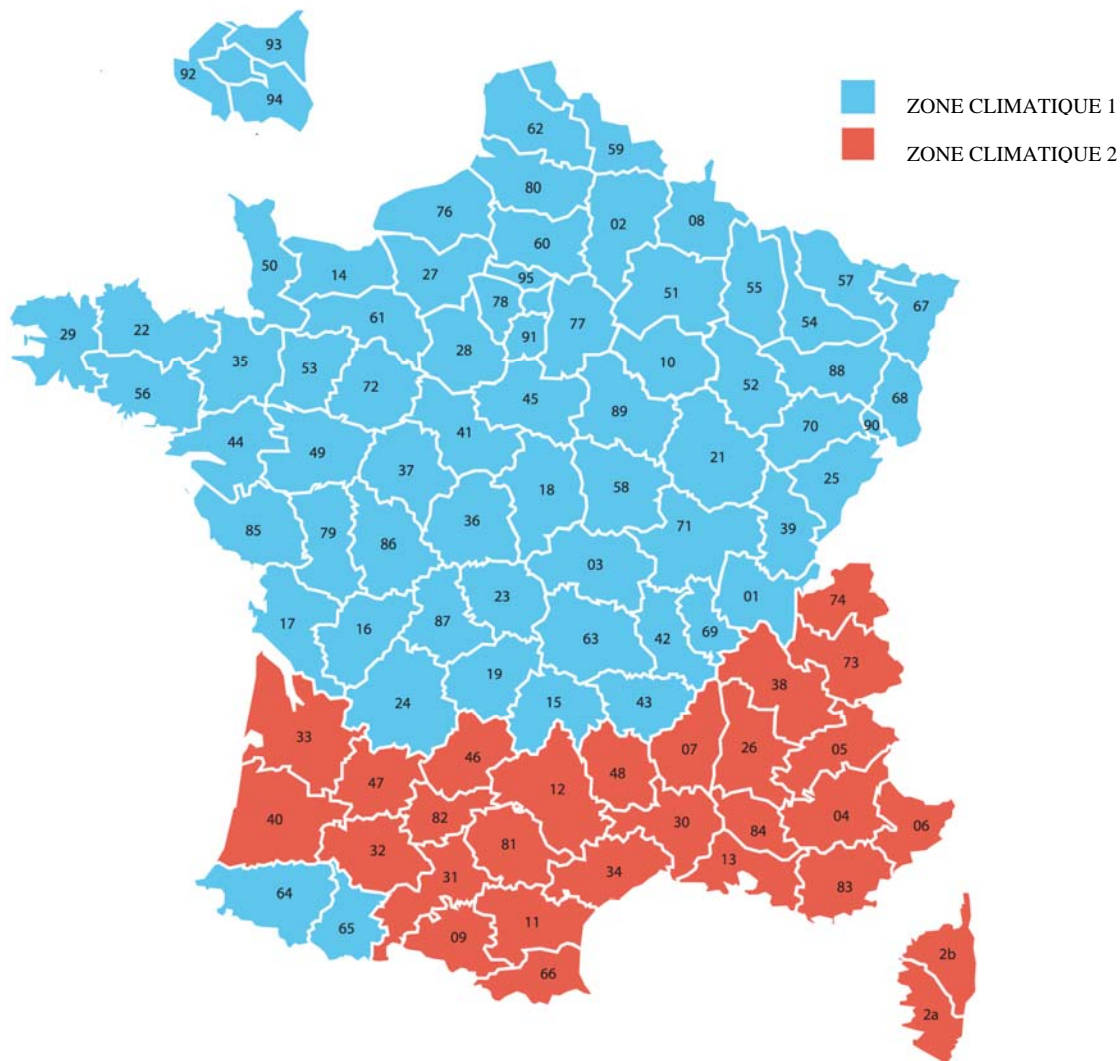
A. Rappel

Les « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition n° 2 – nov 2007) stipulent :

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 m d'un point d'eau.

B. Zones climatiques pour l'arrosage

Les préconisations d'arrosage seront à adapter en fonction des zones climatiques ci-dessous et en fonction de la période (cf. §5).



La récurrence des périodes de sécheresse prolongées dans la zone climatique 2 rend nécessaire l'emploi d'un système d'arrosage automatique.

2. BESOINS HYDRIQUES DES VEGETAUX DES SYSTEMES SOPRANATURE

En période de sécheresse, le complexe de culture s'assèche jusqu'à atteindre son point de flétrissement. A ce stade, les plantes ne sont plus en mesure de s'alimenter. Leur sauvegarde dépend donc d'apports d'eau extérieurs.

L'arrosage est nécessaire : (cf. tableau §6)

- Lors de la mise en œuvre des végétaux et jusqu'à leur enracinement complet.
- Lors de toutes les périodes de sécheresse prolongées (= absence de pluie significative pendant 2 semaines).
- Pour tous les chantiers installés au printemps, pendant l'été suivant cette mise en œuvre.

Nous déconseillons formellement la mise en place de toitures végétalisées en période estivale.

3. SYSTEMES D'ARROSAGE APPROPRIES

Dans le cas où un réseau d'arrosage automatique permanent, intégré au système SOPRANATURE est retenu, il faut différencier, les réseaux d'irrigation par aspersion classique (sprinklers, turbines ou asperseurs) avec des recouvrements normaux (50%), des dispositifs d'arrosage goutte à goutte.

Les réseaux **d'irrigation par aspersion** sont particulièrement adaptés aux modes de mise en œuvre semis, plantation et semis-plantation. Ils permettent un apport en eau homogène du support de culture, favorisant l'émission de racines des sujets dont le système racinaire n'est que peu (ou pas) développé.

Ces dispositifs d'irrigation peuvent être contraignants pour les complexes de culture de faible épaisseur, un réseau en tubes rigides sera alors préférable à un réseau en tubes souples. Par ailleurs, l'aspersion n'est pas recommandée dans le cas de toitures fortement exposées au vent (fortes pertes)

L'irrigation par système **goutte à goutte** (de surface ou enterré) est particulièrement adaptée à la mise en œuvre par rouleaux précultivés et de façon générale aux surfaces en pente ; nous préconisons dans ce cas les lignes à goutteurs intégrés, à 30 cm en tous sens.

Les caractéristiques suivantes permettent la meilleure adaptation des systèmes d'irrigation :

- Pression 4 bars
- Débit 10 m3/heure

Dans tous les cas, le dispositif d'irrigation sera raccordé à un programmeur, lequel devra être contrôlé périodiquement.

Dans le cas d'un arrosage manuel, le (s) point(s) d'eau en toiture doivent permettre l'alimentation en eau de toute la toiture. Si la surface est partagée en plusieurs parcelles, il est nécessaire d'avoir un point d'eau par parcelle.

La configuration de la toiture ainsi que la pente peuvent être déterminants pour le choix du type d'arrosage (consulter le département SOPRANATURE).

4. DOSE ET FREQUENCE D'ARROSAGE

La quantité d'eau à apporter lors de chaque arrosage peut être communiquée par le Département SOPRANATURE dans chaque cas. Le tableau ci-après (cf. § 6) présente l'ordre de grandeur des doses et fréquences d'arrosage des principaux systèmes SOPRANATURE en litres par mètre carré.

5. PERIODES D'ARROSAGE

Les périodes d'arrosage sont fonction des réalités climatiques locales.

En période estivale, elles sont comprises généralement entre :

- Juin et août pour la zone climatique 1
- Mai et septembre pour la zone climatique 2

Elles correspondent le reste de l'année à toutes les périodes de sécheresse prolongées.

6. PRECONISATIONS D'ARROSAGE

Le tableau ci-dessous indique les préconisations d'arrosage au cours des différentes phases d'entretien depuis la mise en œuvre et jusqu'à l'entretien courant.

Ces préconisations peuvent être adaptées en fonction des réalités de terrain telles que : orientation, pente, réflectivité des bâtiments, déport de toitures, exigences esthétiques particulières ...

Système SOPRANATURE	A la mise en œuvre et jusqu'à enracinement	Entretien initial (parachèvement et confortement)		Entretien courant (au delà de l'entretien de confortement)		Dose d'arrosage minimum (par arrosage en l/m ²) ②
	Fréquence d'arrosage	Conditions justifiant un arrosage	Fréquence d'arrosage	Conditions justifiant un arrosage	Fréquence d'arrosage	
ZONE CLIMATIQUE 1						
TOUNDRA	1 à 3 x / semaine	- période estivale ^③ pour tous les chantiers installés au printemps - périodes de sécheresse prolongées ^④ estivales pour tous les autres chantiers	1 à 2 x / semaine	- périodes de sécheresse prolongées ^④ estivales	1x toutes les 2 semaines	15
GARRIGUE						25
PAMPA						30
GREEN ①						45
LANDE ①						75
ZONE CLIMATIQUE 2						
TOUNDRA	1 à 3 x / semaine	- périodes estivales ^③ - toutes périodes de sécheresse prolongées ^④	1 à 2x / semaine	- périodes estivales ^③ - toutes périodes de sécheresse prolongées ^④	1x /semaine	15
GARRIGUE						25
PAMPA						30
GREEN ①						45
LANDE ①						75

① : Système semi-intensif : nécessite un dispositif d'arrosage automatique obligatoire et permanent

② : La durée de l'arrosage est fonction du débit du système d'arrosage

③ : Cf. § 5. Périodes d'arrosage

④ : Période supérieure ou égale à 2 semaines sans précipitation significative