



Cahier des Charges

CITYFLOR Sous Végétalisation

Société AXTER SAS
8, avenue Félix d'Hérelle
F-75016 PARIS

Tel : 01 46 09 39 60
Fax : 01 46 09 39 62
www.axter.eu

Le présent Cahier des Charges du procédé CITYFLOR établi par la Société AXTER SAS a été examiné par SOCOTEC dans le cadre de l'Enquête de Technique Nouvelle n° ZX0246/2
Validité 31/03/2016

Edition mars 2013

Enquête de Technique Nouvelle SOCOTEC n°
SOCOTEC - Direction des Services Techniques
« Les Quadrants », 3 Avenue du Centre Guyancourt
78 182 Saint Quentin en Yvelines
Tel : 01 30 12 80 00 – Fax : 01 30 12 82 80



Sommaire

1. PRINCIPE	3
2. DESTINATION ET DOMAINES D'EMPLOI	3
2.1. GENERALITES	3
2.2. CADRE D'UTILISATION	4
3. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ELEMENTS PORTEURS ET AUX SUPPORTS	7
3.1. GENERALITES	7
3.2. ÉLÉMENTS PORTEURS ET SUPPORTS EN MAÇONNERIE	7
3.3. ÉLÉMENTS PORTEURS ET SUPPORTS EN DALLES DE BETON CELLULAIRE AUTOCLAVE ARME	7
3.4. ÉLÉMENTS PORTEURS ET SUPPORTS EN BOIS ET PANNEAUX DERIVES DU BOIS	8
3.5. ÉLÉMENTS PORTEURS EN TOLE D'ACIER NERVUREES	8
3.6. CONSTITUTION ET MISE EN ŒUVRE DU PARE VAPEUR	8
3.7. CONSTITUTION ET MISE EN ŒUVRE DE L'ISOLANT	10
3.8. SUPPORTS CONSTITUES PAR D'ANCIENS REVETEMENTS D'ETANCHEITE	12
3.9. CHANGEMENT DE DESTINATION DE LA TERRASSE	12
4. MISE EN ŒUVRE DES REVETEMENTS	13
4.1. REGLES DE SUBSTITUTION	13
4.2. REGLES D'INVERSION	13
4.3. COMPOSITION ET MISE EN ŒUVRE DES REVETEMENTS EN PARTIE COURANTE	13
4.4. MISE HORS D'EAU EN FIN DE JOURNEE	13
5. PROTECTIONS DES PARTIES COURANTES	13
6. RELEVES ET EMERGENCES	14
6.1. GENERALITES	14
6.2. COMPOSITION ET MISE EN ŒUVRE	14
7. OUVRAGES PARTICULIERS	14
7.1. NOUES	14
7.2. CHENEAUX ET CANIVEAUX	14
7.3. ÉVACUATIONS DES EAUX PLUVIALES, PENETRATIONS	14
7.4. JOINT DE DILATATION	14
7.5. CHEMINS DE CIRCULATION, TERRASSES TECHNIQUES ET ZONES TECHNIQUES	14
8. MATERIAUX	15
8.1. LIANTS	15
8.2. FEUILLES MANUFACTUREES	15
8.3. FEUILLES SOUDABLES POUR RELEVES	16
8.4. MATERIAUX POUR ECRANS PARE-VAPEUR	16
8.5. SOUS-COUCHES CLOUEES POUR PREPARATION DES SUPPORTS EN BOIS ET PANNEAUX DERIVES DU BOIS	16
8.6. ÉCRAN DE SEMI-INDEPENDANCE OU D'INDEPENDANCE	16
8.7. AUTRES MATERIAUX	16
9. FABRICATIONS ET CONTROLES	17
10. ENTRETIEN	17
11. REFERENCES	17

1. PRINCIPE

Le procédé Cityflor est un revêtement

- Bicouche ou monocouche soudé
- Bicouche fixé
- Bicouche adhésif
- Bicouche ou monocouche pour refecton
- Bicouche ou monocouche pour changement de destination de la terrasse

en bitume modifié par élastomère SBS pour toitures-terrasses et toitures inclinées avec végétalisation.

Les feuilles de première couche comportent une finition de surface en film thermofusible macroperforé présentant un caractère antidérapant, ou un grésage. Leur épaisseur est de 2,5 mm mini.

La seconde couche ou monocouche d'épaisseur minimum 3 mm autoprotégée par paillette est soudée en plein sur la première couche. Elle est adjuvanté anti-racines

L'interface entre les deux couches comporte obligatoirement un film thermofusible.

Les solutions d'étanchéité présentées dans ce cahier des charges sont un recueil des solutions AXTER sous végétalisation. Les membranes qui sont décrites ici sont définies complètement dans les Avis Techniques, Documents Techniques d'Applications, et Cahiers des Charges d'AXTER, et la mise en œuvre se fait sans dérogation par rapports à ces derniers

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

Une assistance technique peut être demandée à la société Axter SAS.

Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par la série des normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.5), ainsi que celles des « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE. (cf. §9)

2. DESTINATION ET DOMAINES D'EMPLOI

2.1. Généralités

Le procédé s'applique :

- Sous végétalisation
- En travaux neufs et réfection, et changement de destination de terrasse
- En France européenne pour les climats de plaine (montagne : nous consulter)
- sur éléments porteurs ou supports en (voir §3)
 - Maçonnerie de pente 0 à 20 % pour les systèmes bicouches, 1% à 20 % pour les systèmes monocouches, sur tout type d'hygrométrie.
 - Béton cellulaire de pente 1 à 20 %, les locaux à forte et très forte hygrométrie étant exclus.
 - Tôle d'acier nervurée de pente 3% à 20 %, les locaux à très forte hygrométrie étant exclus.
 - Bois ou panneaux dérivés du bois de pente 3% à 20 %, les locaux à forte et très forte hygrométrie étant exclus.

(rappel : la fixation mécanique de l'isolant et/ou du revêtement est incompatible avec la très forte hygrométrie)

La pente maximale admise dépend du système de végétalisation choisi. Une pente supérieure à 20 % peut être envisagée si le document de référence de la végétalisation le prévoit.

La structure et l'élément porteur seront dimensionnés pour les rendre aptes à supporter les charges dues au procédé et les surcharges réglementaires.

Les règles et clauses des normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU série 43) sont applicables,

Les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE s'appliquent.

Le cas des membranes posées en indépendance (systèmes A et B) n'est prévu que sur élément porteur maçonnerie de pente inférieure à 5%, si le document de référence de la végétalisation l'admet. Dans ce cas, les complexes de végétalisation doivent présenter une masse minimale sèche de 64daN/m². Leur emploi est limité aux toitures de bâtiments:

- de hauteur inférieure à 28 m en zone 1 tous sites ou zone 2 site normal,
- de hauteur inférieure à 20 m en zone 2 site exposé ou zone 3 site normal.

2.2. Cadre d'utilisation

2.2.1. Travaux neufs

Le tableau 1 résume les conditions d'utilisation en travaux neufs.

Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants qui pourront affecter le domaine d'utilisation.

Revêtement indépendant (pente ≤ 5%)

- soudé :** A1 : MAT 100 + HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
A2 : MAT 100 + FORCE 4000 Trafic
- adhésif :** B : MATFLEX VV + FORCE 3000 Trafic

Revêtement semi-indépendant (pente ≤ 20%)

- soudé:** C1 : sous couche clouée + HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
C2 : sous couche clouée + FORCE 4000 Trafic
C3 : THERMÉCRAN + HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
C4 : THERMÉCRAN + FORCE 4000 Trafic
- adhésif:** D : CITYFLOR ST + FORCE 3000 Trafic
- fixé:** E1 : TOPFIX FMP Grésé+ FORCE 3000 Trafic
E2 : TOPFIX FMP SPF+ FORCE 3000 Trafic

Revêtement adhérent (pente ≤ 20% - Une pente supérieure à 20 % pour le système soudé peut être envisagée si le document de référence de la végétalisation le prévoit.)

- soudé :** F1 : HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
F2 : FORCE 4000 Trafic
- adhésif:** G : HYRENE SPOT ADH + FORCE 3000 Trafic

Pour les systèmes semi indépendants et adhérents, le mode de liaisonnement retenu ne tient pas compte du lestage que peut constituer la végétalisation. Une autre mise en œuvre peut être envisagée sur consultation des services techniques d'AXTER

En système D et G, les valeurs limites de dépression admissibles sont données dans le DTA HYRENE SPOT. La valeur de la dépression est celle calculée par référence aux Règles NV65 et de son modificatif n°2 de décembre 1999 en vent extrême. De plus, ces deux systèmes ne sont pas admis sur bâtiments ouvert sur élément porteur bois et tôles d'acier.

En système fixé E1 et E2, la nature et la densité des fixations en fonction de l'exposition au vent sont donnée dans l'AT Topfix.

Tableau 1 – Domaines d'emploi des revêtements
Travaux neufs

Élément porteur (1)		Revêtement admis		
Support direct du revêtement	Indépendant (6)	Semi indépendant	Adhérent	
Maçonnerie	Maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A2 • B 	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + C3 • C4 • EIF + D • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + F1(4) • EIF + F2(4) • EIF + G(4)
	Maçonnerie + Isolation inversée		<ul style="list-style-type: none"> • EIF + C3 • ou C4 	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + F1(4) • EIF + F2(4) • EIF + G(4)
	Verre cellulaire			<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Laine minérale Perlite expansée (fibrée) Composite perlite + phénolique (Résol)	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A2 • B 	<ul style="list-style-type: none"> • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Polyuréthane Polyisocyanurate	<ul style="list-style-type: none"> • A1 • A2 • B 	<ul style="list-style-type: none"> • D • E1 ou E2 	
	Polystyrène expansé	<ul style="list-style-type: none"> • HYRENE 40 AR (2) + A1 • HYRENE 40 AR (2) + A2 • B 	<ul style="list-style-type: none"> • D • HYRENE 40 AR(5) +E1 • E2 	
Béton cellulaire autoclavé	Béton cellulaire autoclavé		<ul style="list-style-type: none"> • EIF + C3 • ou C4 • EIF + D • E1 ou E2 	
	Verre cellulaire			<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Laine minérale Perlite expansée (fibrée) Composite perlite + phénolique (Résol)		<ul style="list-style-type: none"> • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Polyuréthane Polyisocyanurate		<ul style="list-style-type: none"> • D • E1 ou E2 	
	Polystyrène expansé		<ul style="list-style-type: none"> • D • HYRENE 40 AR(5) +E1 • E2 ou E2 	
TAN	Verre cellulaire (7)			<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Laine minérale (7) Perlite expansée (fibrée) (7)		<ul style="list-style-type: none"> • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Mousse phénolique (Résol) (7)		<ul style="list-style-type: none"> • E1 ou E2 	
	Polystyrène expansé (7)		<ul style="list-style-type: none"> • D • HYRENE 40 AR(5) +E1 • E2 	
Bois et panneaux dérivés du bois	Bois		<ul style="list-style-type: none"> • C1 • C2 • E1 ou E2 	
	Panneaux dérivés du bois		<ul style="list-style-type: none"> • C1 • C2 • EIF + D • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • Pontage + F1 • Pontage + F2 • EIF + G
	Verre cellulaire			<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Laine minérale Perlite expansée (fibrée) Composite perlite + phénolique (Résol)		<ul style="list-style-type: none"> • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • F1 (3) • F2 (3)
	Polyuréthane parementé Polyisocyanurate		<ul style="list-style-type: none"> • D • E1 ou E2 	
	Polystyrène expansé		<ul style="list-style-type: none"> • D • HYRENE 40 AR(5) +E1 • E2 	

(1) Pentes conformes au §3, la pente minimale en cas d'un revêtement monocouche est de 1% sur maçonnerie.

(2) L'HYRENE 40 AR se place dessus ou dessous le MAT 100, face ardoisée vers le bas. Peut être remplacé par un HYRENE 30.

(3) Sur panneaux isolants aptes à recevoir des revêtements soudés ; à défaut, panneaux courants surfacés par EAC modifié avant soudage.

(4) Sur maçonnerie de tout types exception faite des maçonneries de type A avec bac collaborant et de type D

(5) face ardoisée vers le bas. Peut être remplacé par un HYRENE 30

(6) Pente maximum de 5% si visé favorablement dans le document de référence de la végétalisation. Limitations de ce système : § 2.1

(7) Dans le cas des TAN dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, l'AT ou DTA de l'isolant donne les limites d'utilisations

2.2.2. Travaux de réfection et changement de destination

Le tableau 2 résume les conditions d'utilisation en travaux réfection et changement de destination.

Les supports admis en réfection sont précisés §3.8

Ceux admis en changement de destination sont précisés §3.9

Le mode de liaisonnement retenu ne tient pas compte du lestage que peut constituer la végétalisation. Une autre mise en œuvre peut être envisagée sur consultation des services techniques d'AXTER

En système D et G, les valeurs limites de dépression admissibles sont données dans le DTA HYRENE SPOT. La valeur de la dépression est celle calculée par référence aux Règles NV65 et de son modificatif n°2 de décembre 1999 en vent extrême. De plus, ces deux systèmes ne sont pas admis sur bâtiments ouvert sur élément porteur bois et tôles d'acier.

En système fixé E1 et E2, la nature et la densité des fixations en fonction de l'exposition au vent sont donnée dans l'AT Topfix.

Revêtement semi-indépendant

- soudé:** C1 : sous couche clouée + HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
C2 : sous couche clouée + FORCE 4000 Trafic
C3 : THERMÉCRAN + HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
C4 : THERMÉCRAN + FORCE 4000 Trafic
C5 : THERMÉCRAN + FORCE 3000 Trafic
- adhésif:** D : CITYFLOR ST + FORCE 3000 Trafic
- fixé:** E1 : TOPFIX FMP Grésé+ FORCE 3000 Trafic
E2 : TOPFIX FMP SPF+ FORCE 3000 Trafic

Revêtement adhérent

- soudé :** F1 : HYRENE 25/25 TS + FORCE 3000 Trafic
F2 : FORCE 4000 Trafic
F3 : FORCE 3000 Trafic
- adhésif:** G : HYRENE SPOT ADH + FORCE 3000 Trafic

**Tableau 2 – Domaines d'emploi des revêtements
Travaux de réfection et changement de destination**

Support direct du revêtement		Revêtement admis	
		Semi indépendant	Adhérent
Ancien revêtement (cf. § 3.6)	Asphalte autoprotégé	<ul style="list-style-type: none"> • C1 (2) • C2 (2) • EIF + C3 • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + F1 • EIF + F2 • EIF + F3(5)
	Bitumineux protection métallique	<ul style="list-style-type: none"> • C1(2)(4) • C2 (2) (4) • C3(4) • D (4) • E1 ou E2 	<ul style="list-style-type: none"> • F1 (4) • F2 (4) • F 3(4)(5) • G (4)
	Bitumineux protection minérale	<ul style="list-style-type: none"> • C1 (2) • C2 (2) • EIF + C3 • C4 • C5 (5) • D • E1 ou E2 	
	Ciment volcanique et enduit pâteux	<ul style="list-style-type: none"> • VAP + MAT 100 + C1(2) • VAP + E1 • VAP + E2 	
	Membrane synthétique (3)	<ul style="list-style-type: none"> • VAP + C1(2) • VAP + E1 • VAP + E2 	

(1) Pentés conformes au § 3

(2) Sur bois et panneaux dérivés du bois.

(3) sauf dans le cas d'une ancienne membrane sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. tableau 1 de la norme NF P 84-208, DTU 43.5).

(4) Protection métallique délardée

(5) Cette solution n'est admise qu'en changement de destination de terrasse. Voir § 3.9

3. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX ELEMENTS PORTEURS ET AUX SUPPORTS

3.1. Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.5) ou des Avis Techniques les concernant, ainsi qu'aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE.

Les supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure d'huile, plâtre, hydrocarbures, etc.

Les pentes minimum sont définies dans les normes NF P 84-204-1 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.5) exception faite des précisions ci-dessous. La pente maximale est définie par le document de référence de la végétalisation qui sera mise en œuvre sur le revêtement d'étanchéité.

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

- Les charges permanentes : elles correspondent à la somme :
 - du poids du complexe isolation-étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement d'étanchéité).
 - Du poids du complexe de végétalisation à capacité maximale en eau (couche drainante, couche filtrante, substrat, végétaux suivant le document de référence de la végétalisation).
 - D'une charge de sécurité fixée forfaitairement à 15 daN/m².
Une charge complémentaire de 85 daN/m² (soit 100daN/m² au total) sera ajoutée pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs à base de bois (bois massif et panneaux dérivés), pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est inférieure à 7% sur plan.
- Les charges d'exploitation sont les charges dites « d'exploitation », y compris les charges climatiques. La plus élevée de la charge d'entretien (100 daN/m² au sens de la norme NF P 06.001) ou de la charge climatique est retenue.

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

3.2. Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis les éléments porteurs et supports en maçonnerie de pente 0% à 20 % pour les systèmes bicouches, 1% à 20 % pour les systèmes monocouches, conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12) et non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi. Une pente supérieure à 20 % peut être envisagée si le document de référence de la végétalisation le prévoit.

La préparation des supports et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF P 84-204-1 (DTU 43.1) et des Avis Techniques. Les pontages sont réalisés avec une bande de largeur 20 cm d'ARMALU, face aluminium contre le support.

La pose en adhérence du revêtement d'étanchéité impose l'imprégnation de l'élément porteur en maçonnerie par un EIF (vernis ANTAC). Elle est interdite sur maçonnerie de type A avec bac collaborant et sur maçonnerie de type D.

Les fixations mécaniques de l'isolant support ou du revêtement d'étanchéité ne sont pas autorisées sur les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, et les planchers de type D définis dans la norme NF P 10-203 (DTU 20.12).

3.3. Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

Sont admises les dalles armées de pente 1 à 20 % bénéficiant d'un Avis Technique favorable. Une pente supérieure à 20 % peut être envisagée si le document de référence de la végétalisation le prévoit.

Le support est mis en œuvre conformément à son Avis Technique. On se reportera à ce document notamment pour le traitement des joints et la constitution des pare-vapeur en cas d'isolation thermique complémentaire.

3.4. Éléments porteurs et supports en bois et panneaux dérivés du bois

Sont admis les supports en bois massif et panneaux dérivés du bois conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-207 (DTU 43.4). Sont également admis les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable.

La pente est conforme aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE et est au maximum de 20 %. Une pente supérieure à 20 % peut être envisagée si le document de référence de la végétalisation le prévoit.

Une charge complémentaire de 85 daN/m² (soit 100daN/m² au total) sera ajoutée pour le dimensionnement des seuls éléments porteurs à base de bois (bois massif et panneaux dérivés), pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est inférieure à 7% sur plan.

Préparation des supports

- Pour les revêtements indépendants : aucune préparation.
- Pour les revêtements semi-indépendants soudés la préparation comporte le clouage d'une sous-couche choisie au § 9.35.

Les recouvrements entre lés sont de 10 cm s'ils ne sont pas soudés et de 6 cm lorsqu'ils sont soudés.

Le clouage utilise des clous à large tête, Ø 10 mm au moins, à raison d'un clou tous les 33 cm, disposés en quinconce sur toute la surface et d'un tous les 15 cm en bordure des feuilles. Dans le cas d'une sous-couche à recouvrements soudés, les fixations quinconçées suffisent.

- Pour les revêtements adhérents soudés ou adhésifs sur panneaux dérivés du bois, la préparation comporte le pontage des joints de panneaux en HYRENE 30 ou HYRENE 40 AR ou ARMALU de 20 cm de largeur sur les joints, la face aluminium ou ardoisée sur le support.

L'application d'un EIF est facultative sous un revêtement soudé, obligatoire sous un revêtement autoadhésif.

3.5. Éléments porteurs en tôle d'acier nervurées

Sont admis les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (pleines, perforées ou crevées) conformes à la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3), ou bénéficiant d'un Avis Technique particulier visant cet emploi.

Le procédé peut également se mettre en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm décrit dans le CPT « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm », Cahier du CSTB 3537, de décembre 2005, si la compatibilité de l'isolant support avec ce type de tôle est admise dans son DTA ou AT ou CdC propre.

La pente est conforme aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE et est au maximum de 20 %. Une pente supérieure à 20 % peut être envisagée si le document de référence de la végétalisation le prévoit.

3.6. Constitution et mise en œuvre du pare vapeur

Le tableau 2 s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur en fonction de l'élément porteur et de l'hygrométrie.

Les pare-vapeur sont réalisés conformément à la norme NF P 84 série 200 (DTU série 43) concernée.

Conformément à la norme NF P 84-204-1 (DTU 43.1), dans le cas de panneaux isolants placés sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en maçonnerie, la continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient eux-mêmes isolés ou non.

Cette continuité du pare-vapeur et des relevés doit être assurée par une équerre comportant un talon de 6 cm au minimum, avec une aile verticale dépassant d'au moins 6 cm au-dessus du nu supérieur de l'isolant de partie courante, soudée en plein horizontalement sur le pare-vapeur et verticalement.

Cette équerre de renfort est :

- en BANDE D'ÉQUERRE 35 PY pour les isolants d'épaisseur ≤ 130 mm,
- en HYRENE 35 PY RGH pour l'isolant d'épaisseur ≥ 130 mm.

Tableau 2 – Choix et mise en œuvre des pare-vapeur

Élément Porteur	Hygrométrie et chauffage locaux	Mise en œuvre	Pare-vapeur sous terrasses et toitures végétalisées
Maçonnerie (1)	Cas courant en climat de plaine	soudé	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + HYRENE 25/25 TS • EIF + VAP AL
		adhésif	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + STICKFLEX VV 50 (3) (5) • EIF + VAP AL SK (3) (5)
	Locaux à forte hygrométrie ou planchers chauffants n'assurant qu'une partie du chauffage	soudé	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + ALPHARDOISE soudé • EIF + VAP AL
		adhésif	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + VAP AL SK (3) (5)
	Locaux à très forte hygrométrie ou planchers chauffants assurant la totalité du chauffage et climat de montagne	soudé	<ul style="list-style-type: none"> • EIF+ THERMÉCRAN (2) + ALPHARDOISE
Béton cellulaire (1)	Faible et moyenne	soudé	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + THERMÉCRAN (2) + HYRENE 25/25 TS soudé ou se reporter aux « Conditions générales d'emploi »
		Libre joint soudés	<ul style="list-style-type: none"> • HYRENE 25/25 TS (5) ou se reporter aux « Conditions générales d'emploi »
Bois	Faible et moyenne	cloué	<ul style="list-style-type: none"> • HYRENE 25/25 cloué (4)(7), joints soudés
Panneaux dérivés du bois (6)	Faible et moyenne	cloué	<ul style="list-style-type: none"> • HYRENE 25/25 cloué (4) (7), joints soudés
		soudé	<ul style="list-style-type: none"> • HYRENE 25/25 TS • VAP AL
		adhésif	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + STICKFLEX VV 50 (3) (5) • EIF + VAP AL SK (3) (5)
		Libre joint soudés	<ul style="list-style-type: none"> • HYRENE 25/25 TS (5)
TAN pleines	Faible et moyenne		inutile
	Forte	libre	<ul style="list-style-type: none"> • VAP joints pontés (5) • Pontages recouvrements TAN par STICKFLEX (5) • ANTIVAP joints soudés (5) • VAP AL joints soudés (5) ou se reporter au DTU 43.3
		Adhésif	<ul style="list-style-type: none"> • EIF + VAP AL SK (3) sur plages (5)
TAN perforées ou crevées	Faible et moyenne	libre	<ul style="list-style-type: none"> • VAP (5)

(1) Pontage des joints si besoin.

(2) L'écran perforé est déroulé bord à bord ou à recouvrement de 5 à 10 cm.

(3) Mis en œuvre sur support béton présentant un très bon fini de surface, correspondant à « l'aspect régulier » des bétons surfacés selon la norme NF P 10-103 (DTU 20.12), sur panneaux dérivés du bois conformes à la norme NF P 84-207 (DTU 43-4) et sur tôle d'acier nervurées conforme à la norme NF P 84-206 (DTU 43.3). Après enduction EIF (VERNIS ANTAC), sauf sur TAN, le pare-vapeur adhésif est déroulé en retirant le film siliconé de sous-face ; les recouvrements sur 5 cm sont jointoyés en retirant la bande siliconée pelable et en marouflant soigneusement.

(4) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un clou tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface.

(5) L'isolant et/ou le revêtement doit être fixé mécaniquement (si la mise en œuvre de l'isolant l'autorise)

(6) Avec pontage des joints.

(7) Panneaux isolants collés à froid exclus.

3.7. Constitution et mise en œuvre de l'isolant

Nature de l'isolant

Les revêtements d'étanchéité n'apportent pas de limite à la résistance thermique des panneaux isolants.

Les panneaux isolants admis sont au moins de classe C (compressibilité selon guide UEAtc) et sont visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement de toiture-terrasse jardin, végétalisée ou sous protection lourde par leur document de référence (Document Technique d'Application). Sur pente $\leq 5\%$, l'utilisation de panneaux isolants en isolation inversée est également admise selon leur Avis Technique ou Document Technique d'Application.

La compatibilité avec les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm est définie dans l'AT ou le DTA de l'isolant.

Sont admis les panneaux isolants mentionnés dans le tableau 1 dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier pour l'emploi considéré.

Mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants sont mis en œuvre selon l'une des techniques suivantes :

- Soit collés par EAC modifié conformément aux normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU série 43), ou selon les Avis Techniques de dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé. La performance au vent du système est alors plafonné à 3300 Pa
- Soit fixés mécaniquement selon les normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU 43.1 à DTU 43.4), ou selon les Avis Techniques de dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé

Dans le cas où la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) de l'isolant est inférieure à 100 kPa (cf. le tableau des caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquette, doivent être du type « solide au pas » qui empêche en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

- Soit collés à froid sous un revêtement adhésif adhérent ou semi indépendant,
 - dans le cas d'isolant de type PSE, PUR ou PIR
 - avec le MASTIC HYRENE, en un seul lit, par plots (10 plots/m²) ou bandes (3 bandes/mètre) - (consommation 500 g/m²), selon le mode de mise en œuvre décrit dans le DTA HYRENE SPOT.
 - avec l'HYRA STIK en un ou plusieurs lits par cordons (1 cordon tous les 30 cm - consommation 200 à 250 g/m²) selon le mode de mise en œuvre décrit dans le DTA HYRENE SPOT. Chaque panneau isolant comporte au moins deux cordons de colle.
 - Dans le cas d'isolant de type PSE avec l'INSTA STIK, en un seul lit, selon le mode de mise en œuvre décrit dans le DTA HYRENE SPOT.
 - avec une colle polyuréthane définie dans le Document Technique d'Application du support isolant de laine minérale.
- Soit par toute autre technique visée favorablement par le Document Technique d'Application de l'isolant en fonction de l'usage prévu.

Le tableau 3 s'applique pour le choix des isolants et du principe de leur mise en œuvre, à condition que le Document Technique d'Application de l'isolant vise favorablement cette technique.

Cas particulier des panneaux isolants en polystyrène expansé

Une protection de la tranche du panneau au droit des relevés ou émergences est prescrite par le Document Technique d'Application particulier à l'isolant.

En variante 1 : une bande autoadhésive à froid, STICKFLEX VV 50, développé 50 cm, rabattue d'au moins 20 cm sur l'isolant peut être utilisée.

En variante 2 : une bande autoadhésive à froid, STICKFLEX VV 50, développé 10 cm, est appliquée en fond de gorge, ailes sensiblement égales.

Le recouvrement entre bandes est de 10 cm

Cas particulier de la toiture inversée

Sont admis les panneaux isolants qui bénéficient d'un Document Technique d'Application en isolation inversée. Le Document Technique d'Application précise la pression admise au niveau de l'isolant.

Tableau 3 – Choix et mise en œuvre des isolants

Nature	Mise en œuvre de l'isolant			
	Revêtement indépendant	Revêtement semi-indépendant		Revêtement semi-indépendant soudé et Revêtement adhérent
		Adhésif	Fixé	
Verre cellulaire	EAC modifié (4)			EAC modifié (4)
Laine minérale	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques (3) - MASTIC HYRENE (1) - libre (1) - colle polyuréthane (1) (2)		- EAC modifié (4) - fixations mécaniques (1)(3) - MASTIC HYRENE (1) - colle polyuréthane (1) (2)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques (3) - MASTIC HYRENE (1) - colle polyuréthane (1) (2)
Perlite expansée (fibrée)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques - MASTIC HYRENE (1) - libre (1) - colle polyuréthane (1) (2)		- EAC modifié (4) - fixations mécaniques(1) - MASTIC HYRENE (1) - colle polyuréthane (1) (2)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques - MASTIC HYRENE (1) - colle polyuréthane (1) (2)
Composite perlite + phénolique (Résol)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques particulières à l'isolant (cf. DTA) - MASTIC HYRENE (1) - libre (1) - colle polyuréthane (1) (2)		- EAC modifié (4) - fixations mécaniques particulières à l'isolant (cf. DTA) - MASTIC HYRENE (1) - colle polyuréthane (1) (2)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques particulières à l'isolant (cf. DTA) - MASTIC HYRENE (1) - colle polyuréthane (1) (2)
Polyuréthane	- EAC modifié (4) - MASTIC HYRENE (1) - HYRA STIK - libre (1)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques - MASTIC HYRENE - HYRA STIK	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques(1) - MASTIC HYRENE - HYRA STIK	
Polyisocyanurate	- EAC modifié (4) - MASTIC HYRENE (1) - HYRA STIK - libre (1)	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques - MASTIC HYRENE - HYRA STIK	- EAC modifié (4) - fixations mécaniques(1) - MASTIC HYRENE - HYRA STIK	
Polystyrène expansé	- EAC modifié refroidi (1) (4) - MASTIC HYRENE (1) - HYRA STIK - libre (1) - colle polyuréthane (1) (2) - INSTA STIK	- fixations mécaniques - MASTIC HYRENE + 1 fixation - HYRA STIK - INSTA STIK	- fixations mécaniques(1) - MASTIC HYRENE + 1 fixation - INSTA STIK - HYRA STIK	
Mousse phénolique (Résol) (sur tôles d'acier nervurées uniquement)	- fixations mécaniques particulières à l'isolant (cf. DTA)		- fixations mécaniques particulières à l'isolant (cf. DTA)	
Isolation inversée				- libre (1)

(1) Selon le Document Technique d'Application de l'isolant.

(2) La colle à froid est celle décrite dans le Document Technique d'Application de l'isolant.

(3) Attelages de fixations mécaniques type solide au pas si la compression à 10 % de déformation de l'isolant (NF EN 826) est inférieure à 100 kPa.

(4) La performance au vent du système est plafonné à 3300 Pa

3.8. Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités type multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié autoprotégé ou membrane synthétique.

Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de la toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection) respectent également dans la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5)

D'autre part, les critères de conservation ou non de l'ancienne étanchéité ci-dessous s'appliquent

- Si l'ancien isolant est de classe C minimum, l'ancienne étanchéité peut être conservée. Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités pour leur réemploi comme support ou comme écran-vapeur sont conformes à la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5). Les anciens revêtements d'étanchéité chimiquement incompatibles avec les revêtements bitumineux (enduits pâteux, ciment volcanique, certaines membranes synthétiques) doivent recevoir un écran Alu-VV avant la pose du complexe, conformément aux spécifications de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5).
- Si l'ancien isolant n'est pas de classe C minimum,
 - Soit un platelage de type RETROFIT ou RETROFIT S est mis en œuvre sur l'ancienne étanchéité avant la mise en œuvre de la nouvelle l'étanchéité. La préparation de l'ancienne étanchéité est conforme aux prescriptions du fabricant du platelage. Le panneau est mis en œuvre
 - Sur élément porteur bois et TAN, la fixation des panneaux s'effectue à l'aide de 4 fixations par panneau Retrofit en dimension 1,20 x 0,60 m ou 5 fixations en 1,20 x 1,00m.
 - Sur élément porteur béton et béton cellulaire, les panneaux se posent collés à l'EAC modifié
 - Soit un nouvel isolant conforme au § 3.7 sera mis en œuvre si un complément d'isolation est recherché. Les critères de préparation de l'ancienne étanchéité sont conformes au DTU 43.5.

3.9. Changement de destination de la terrasse

Le procédé peut également être utilisé en changement de destination de la terrasse, rendue apte par la mise en œuvre d'un revêtement anti racine à supporter une végétalisation. Ce sont les cas ou

- l'ancienne étanchéité est encore apte à sa fonction première,
- L'ancienne étanchéité a été réparée de manière à lui rendre sa fonction première

Le mode de mise en œuvre, la vérification du liaisonnement, et les prescriptions concernant l'ancien isolant sont identiques au § 3.8.

Le système mis en œuvre sera choisi au § 2.2.2 y compris à pente nulle sur béton.

4. MISE EN ŒUVRE DES REVÊTEMENTS

4.1. Règles de substitution

Pour tous les systèmes : FORCE 3000 Trafic peut être remplacé par : FORCE 4000 trafic SP, FORCE 4000 Trafic

Systèmes A1, B1, B2, E1 : HYRENE 25/25 TS peut être remplacé par : HYRENE 25/25, HYRENE TS, HYRENE TS grésé, HYRENE TS CPV, HYRENE TS CPV grésé, HYRENE TS PY, HYRENE TS PY grésé, HYRENE TS 180 PY, HYRENE 35 PY, HYRENE 350 PY, FORCE 4000 Dalle.

Système A2 : MATFLEX VV peut être remplacé par MATFLEX CPV ou MATFLEX PY

Système D : CITYFLOR ST peut être remplacé par HYRENE SPOT ST

4.2. Règles d'inversion

L'inversion des couches n'est pas admise.

4.3. Composition et mise en œuvre des revêtements en partie courante

La composition est indiquée tableau 1

Dans le cas des bicouches :

Les mises en œuvre des revêtements respectent les dispositions énoncées pour les premières couches dans leurs DTA respectifs à savoir :

Systèmes A1, A2, B, C1, C3, F1 : cf. DTA CITYFLOR

Système D : Mise en œuvre identique à la membrane HYRENE SPOT ST du DTA HYRENE SPOT

Système G : cf. DTA HYRENE SPOT

Système E1: cf. AT TOPFIX

Système E2: cf. CdC TOPFIX SPF

La seconde couche est soudée, joints à recouvrements de 8 cm décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la première couche, ou croisés.

Dans le cas des système C et E2, la mise en œuvre de la seconde couche se fera à l'avancement de la première.

Des fixations sont obligatoires en tête des lés de la couche autoprotégée (4 fixations par mètre linéaire) pour les pentes supérieures ou égales à 40 %, et 20 % sur isolant surfacé par EAC modifié.

Dans le cas d'un monocouche :

Système C2: Pose de la sous couche identique à C1, puis soudure en plein de la membrane FORCE 4000 Trafic joints à recouvrements de 8 cm.

Système C4 : Pose du THERMECRAN identique à C3, puis soudure en plein de la membrane FORCE 4000 Trafic joints à recouvrements de 8 cm.

Système C5 : Pose du THERMECRAN identique à C3, puis soudure en plein de la membrane FORCE 3000 Trafic joints à recouvrements de 8 cm.

Système F2 : soudure en plein de la membrane FORCE 4000 Trafic joints à recouvrements de 8 cm.

Système F3 : soudure en plein de la membrane FORCE 3000 Trafic joints à recouvrements de 8 cm.

4.4. Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée, ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau comme suit :

Une bande de première couche est soudée sur le pare-vapeur ou sur l'élément porteur (en cas d'absence de pare-vapeur ou en cas de pare-vapeur non adhérent à l'élément porteur) et sur le revêtement de partie courante, les équerres de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place.

5. PROTECTIONS DES PARTIES COURANTES

La protection se fait conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE et selon le document de référence (Avis Technique ou Cahier des Charges visé par un Contrôleurs Technique) du procédé de végétalisation revendiquant l'utilisation de membranes bitumineuses traitées anti racines.

Les protections meuble ou dure définies dans le DTU 43.1 sont compatibles avec le système Cityflor à condition de respecter le dimensionnement et le mode de pose de l'isolant et de l'étanchéité support qu'implique le choix de cette protection.

6. RELEVES ET EMERGENCES

6.1. Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1), NF DTU 43.3 P1 et NF DTU 43.4 P1 concernée et à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé. Dans le cas de présence d'un rupteur thermique, les préconisations de son Avis Technique particulier sont à respecter. Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés, avec talon de 10 cm mini pour l'équerre de renfort et 15 cm mini pour la feuille de relevé, décalé d'au moins 5 cm.

6.2. Composition et mise en œuvre

EIF (sur maçonnerie),

- 1 couche de HYRENE 35 PY RGH soudée,
- 1 couche FORCE 3000 Trafic (ou FORCE 4000 Trafic) soudée.

La présence ou non d'une zone stérile, ainsi que son traitement sont définis dans les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition 2002) de la CSFE et selon le document de référence du procédé de végétalisation.

Cas des relevés non isolés thermiquement

Les reliefs en maçonnerie sont imprégnés d'EIF.

Sur reliefs en bois et panneaux de contreplaqués, clouage préalable d'une feuille (ARMA CPV) (cf. NF P 84-207, référence DTU 43.4).

Cas des relevés isolés thermiquement sur maçonnerie

La mise en œuvre du relevé isolé se fera conformément aux Recommandations Professionnelles de la CSFE Pour la conception de l'isolation thermique des toitures-terrasses et toitures inclinées avec étanchéité de mai 2012.

7. OUVRAGES PARTICULIERS

7.1. Noues

L'étanchéité est semblable à la partie courante. Le traitement de la protection (végétalisation ou zone stérile) se fait conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE et selon le document de référence du procédé de végétalisation.

7.2. Chéneaux et caniveaux

Le revêtement d'étanchéité est réalisé conformément à la norme NF P 84-204 et NF P 84-207 (DTU 43.1 à DTU 43.4) concernée avec les matériaux suivants, en fond et parois :

Première couche :

Sur élément porteur en maçonnerie, imprégné d'EIF : HYRENE 35 PY soudée.

Sur élément porteur en bois ou panneaux dérivés du bois : une sous-couche choisie au § 8.5 est clouée conformément au § 3.4 et HYRENE 35 PY soudée.

Deuxième couche :

FORCE 3000 Trafic, ou FORCE 4000 Trafic SP ou FORCE 4000 Trafic.

7.3. Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU 43.1 à DTU 43.4) concernée avec une pièce de renfort en HYRENE 25/25 TS, sous la platine.

Le traitement de la protection ou du pourtour se fait conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE et selon le document de référence du procédé de végétalisation.

7.4. Joint de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84-204 à NF P 84-207 (DTU 43.1 à DTU 43.4) à l'aide de l'Avis Technique Exceljoint. Les joints sont exclusivement des joints surélevés.

7.5. Chemins de circulation, terrasses techniques et zones techniques

Les terrasses et toitures végétalisées sont inaccessibles, mais des chemins de circulations destinés à l'entretien peuvent être réalisés. Leurs protections sont définies dans l'Avis Technique de végétalisation, ou sont celles décrites pour les terrasses jardins du DTA Cityflor. Leur choix dépendra de l'élément porteur.

La zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation.

8. MATERIAUX

8.1. Liants

Liant élastomère HYRENE MM

Il s'agit de mélanges conformes à la Directive UEAtc, en bitume SBS fillérisé à 35 % au plus : cf. DTA Cityflor

Liant élastomère HYRENE MM anti-racine

Un adjuvant anti racine (PRÉVENTOL à raison de 20 g/m²) est rajouté au liant HYRENE MM.

Autres liants HYRENE MM, élastomérique pour chapes ARMA, PSB d'imprégnation

Se reporter au Document Technique d'Application Hyrene TS.

8.2. Feuilles manufacturées

Feuilles manufacturées de deuxième couche traitée anti-racine

FORCE 3000 trafic, FORCE 4000 Trafic SP, FORCE 4000 Trafic : cf. DTA Cityflor.

Feuilles manufacturées de première couche

▲ CITYFLOR ST

				CITYFLOR ST
Composition				
Armature	Voile de verre	g/m ²	50	
Liant	HYRENE MM	g/m ²	2 700	
Finition surface	Film macroperforé	g/m ²	10	
	Grès	g/m ²	80	
Finition sous face	Liant autoadhésif		Bandes autoadhésives semi continues Taux d'adhésivité ≥ 50%	
	Film pelable	g/m ²	40	
Présentation				
Epaisseur minimale	EN 1849-1	mm	2.5 hors liant autoadhésif	
Dimensions	EN 1848-1	m	10 x 1	
Poids	Indicatif	kg	35	
Lisière de recouvrement	Minimum	mm	60 autoadhésif	
Caractéristiques				
Propriété en traction : Force maximale LxT	VDF	EN 12311-1	N / 50mm	250x150
	VLF			200x120
Propriété en traction : Allongement maximal LxT	VDF	EN 12311-1	%	3
	VLF			2
Souplesse à basse température (surface / sous face) :				
- état neuf		NF EN 1109	°C	≤ - 16
- après vieillissement en température 24 semaines		NF EN 1109 + NF EN 1296	°C	≤ 0
Résistance au fluage à température élevée		EN 1110	°C	≥ 100
Stabilité dimensionnelle		EN 1108	%	≤ 0.1
Résistance au poinçonnement statique		EN 12730 (A)	Kg	PND
Résistance au choc		EN 12691 :2006	mm	≥ 500
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) avec 2 ^{ème} couche FORCE 3000 Trafic (PY 180) Classe L				L4
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) avec 2 ^{ème} couche FORCE 3000 Trafic (PY 180) Classe D				D3

- HYRENE 25/25, HYRENE 35 PY, HYRENE 25/25 TS, HYRENE TS, HYRENE TS Grésé, HYRENE TS CPV Grésé, HYRENE TS CPV, HYRENE TS PY Grésé, HYRENE TS PY, HYRENE 180 PY: cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- HYRENE SPOT ST et HYRENE SPOT ADH : cf. DTA HYRENE SPOT
- FORCE 4000 dalle : cf. Avis Technique Force Dalle.
- TOPFIX FMP, TOPFIX FMP Grésé, TOPFIX PY FMP Grésé, TOPFIX PY FMP : cf. AT Topfix
- TOPFIX FMP SPF, TOPFIX PY FMP SPF: cf. CdC Topfix SPF

8.3. Feuilles soudables pour relevés

Equerre ou première couche

- BANDE D'ÉQUERRE 35 PY : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- HYRENE 35 PY : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- HYRENE 35 PY RGH : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.

Deuxième couche

FORCE 3000 trafic, FORCE 4000 Trafic SP, FORCE 4000 Trafic : cf. DTA Cityflor.

8.4. Matériaux pour écrans pare-vapeur

- VAP : voile de verre aluminium (conforme au CC2).
- ANTIVAP : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- HYRENE 25/25 : cf. Avis Technique Hyrene TS.
- HYRENE 25/25 TS : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- ARMALU : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- STICKFLEX VV 50 autoadhésif : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- AXTER SK VAP : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- VAP AL : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- VAP AL SK : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.

8.5. Sous-couches clouées pour préparation des supports en bois et panneaux dérivés du bois

- HYRENE 25/25 : cf. Avis Technique Hyrene.
- HYRENE 25/25 TS et feuilles HYRENE TS (CPV, PY) : cf. Document Technique d'Application Hyrene TS.
- TOPFIX FMP grésé, TOPFIX PY FMP grésé et TOPFLAM FMP grésé : cf. Avis Technique Topflam.

8.6. Écran de semi-indépendance ou d'indépendance

- MAT 100 : voile de verre 100 g/m2.
- Écran perforé THERMÉCRAN - 36 S VV HR perforé sous-face film.

8.7. Autres matériaux

- EAC modifié :
MASTIC HYRAFLEX : Bitume de collage coulable à chaud présenté en pains, à base de bitume élastomère de TBA (EN 1227) >100°C
- EIF :
 - VERNIS ANTAC : vernis bitumineux d'imprégnation à froid à base de bitume en solution dans un solvant aromatique conforme aux normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.4).
 - VERNIS ANTAC GC : vernis bitumineux à hautes performances à base de bitume élastomère et de dope adhésive en solution dans un solvant aromatique à séchage rapide conforme aux normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.4).
 - Emulsion PROOFCOAT : émulsion de bitume sur-stabilisé de couleur brun foncé. Extrait sec 50 %. Conforme aux normes NF P 84-204 à NF P 84-208 (DTU 43.1 à DTU 43.4).
- Colle à froid MASTIC HYRENE, INSTA STIK et HYRA STIK : cf. Document Technique d'Application Hyrene SPOT.

9. FABRICATIONS ET CONTROLES

Les feuilles sont produites dans l'usine de Courchelettes (59). Le dispositif d'autocontrôle figure dans les AT ou DTA respectifs des systèmes.

L'autocontrôle de production fait partie de l'ensemble d'un système Assurance Qualité conforme aux spécifications de la norme ISO 9001 : V2000 certifié par l'AFAQ.

De plus, Axter SAS applique un système de management environnemental conforme à la norme ISO 14 001 certifié par l'AFAQ.

10. ENTRETIEN

Par référence aux D.T.U. de la série 43, l'entretien comporte au moins les opérations suivantes :

- Examen et maintien en bon état des ouvrages d'étanchéité visibles.
- Enlèvement périodique des herbes, mousses, de la végétation non désirée et détritrus divers.
- Enlèvement des feuilles mortes issues des arbres environnant à l'automne.
- Maintien en bon état de fonctionnement des évacuations d'eaux pluviales.
- Maintien à leur emplacement primitif des protections meubles s'il y en a.
- Maintien en bon état :
 - des ouvrages accessoires (solins, crapaudines, trop plein, garde grève...),
 - des ouvrages de gros œuvre tels que larmiers, acrotères corniches, souches, bandeaux, contre bardages, lanterneaux...
- L'emploi de produits désherbants est interdit.

L'entretien particulier de la végétalisation se fera conformément à son document de référence, et sera au moins celui décrit dans les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) de la CSFE.

11. REFERENCES

Le système Cityflor est utilisé depuis 1995 et a fait globalement l'objet de plusieurs centaines de milliers de mètres carrés d'applications en France européenne.



SOCOTEC

**DIRECTION DES TECHNIQUES ET DES METHODES
CONSTRUCTION IMMOBILIER**

« Les Quadrants » - CS 20732
3 avenue du Centre - GUYANCOURT
78182 SAINT QUENTIN EN YVELINES Cedex
Tél. 01.30.12.83.24
Fax 01.30.12.83.91
E-mail : marthe.jacqueaugramaglia@socotec.com

AXTER

1 rue Joseph Coste
59552 COURCHELETTES

► **Vérification technique**

► **Rapport d'Enquête de Technique Nouvelle**

Cahier des Charges

CITYFLOR

Procédés d'étanchéité de toitures-terrasses sous végétalisation

- Date d'édition du rapport : 9 avril 2013
- Dossier Socotec n° : ZX0246/2
- Référence du rapport : DTM-B/13/534 MJG

Le rapport, établi dans le cadre de notre mission définie dans notre Convention de Vérification Technique du 4/07/2012, concerne le procédé CITYFLOR.

Vous avez fait appel à nos services et nous vous en remercions

Pour tout complément d'information, votre interlocuteur Socotec est à votre disposition

- Votre interlocuteur : **Marthe JACQUEAU-GRAMAGLIA**

▶ Ce rapport comporte 7 pages.	
▶ Nombre d'exemplaires	1
▶ Copie :	Département de l'Information

SOMMAIRE

1- OBJET	3
2- DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE.....	3
3- DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE	4
4- DOCUMENT DE REFERENCE.....	5
5- ETUDE PREALABLE A LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE.....	5
6- REMARQUES COMPLEMENTAIRES	5
7- VISITES D'OUVRAGES REALISEES.....	7
8- FABRICATION ET CONTROLES.....	7
9- JUSTIFICATIONS EXPERIMENTALES	7
10- AVIS PREALABLE DE SOCOTEC.....	7

1- OBJET

La Société AXTER a demandé à SOCOTEC de formuler un avis préalable sur les procédés d'étanchéité de toitures-terrasses sous végétalisation CITYFLOR, dans le cadre de la mission définie par la Convention de Vérification technique n° ZX0246/2.

Cette demande vient en renouvellement, et annule et remplace, l'Avis formulé dans le cadre de la mission définie par la Convention de Vérification technique n° ZX0246/1 de 2008.

Le présent rapport a pour objet de faire connaître le résultat de l'enquête et de formuler un avis préalable d'ordre technique dans la perspective de la réalisation, par SOCOTEC, de missions de contrôle technique de type L, sur des opérations de construction.

Cet avis se limite donc à l'aspect solidité et étanchéité du procédé et ne vise pas les domaines tels que la sécurité au feu, l'isolation thermique ou phonique, la régulation de l'évacuation des eaux pluviales, les impacts positifs sur l'environnement, ni l'aptitude au développement, la durabilité et l'esthétique de la végétation (au-delà de son importance sur la fonction de protection lourde de l'étanchéité), ou le sismique.

2- DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE

Le Cahier des Charges CITYFLOR, document de référence, est un recueil des différentes solutions AXTER pour l'étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées sous végétalisation (hors jardin).

Les procédés CITYFLOR compilés dans ce cahier des charges comprennent des revêtements d'étanchéité monocouches ou bicouches en feuilles de bitume modifié SBS, mis en œuvre en indépendance (pente inférieure à 5%), en semi-indépendance, en adhérence ou fixés mécaniquement, suivant les éléments porteurs et les isolants.

La société AXTER possède un Document Technique d'Application (DTA) CITYFLOR en cours de validité (n°5/11-2149), visant des systèmes d'étanchéité bicouches destinés aux toitures-terrasses jardin et végétalisées.

La spécificité du Cahier des charges CITYFLOR, document de référence, est de prévoir sous végétalisation :

- des revêtements d'étanchéité monocouches, non visés à ce jour sous végétalisation dans ses Avis Techniques et DTA, mais dont les membranes sont validées pour d'autres destinations dans ses AT et DTA (systèmes A2, C2, C4, D, F2).
- un revêtement d'étanchéité bicouche fixé mécaniquement, non visé à ce jour sous végétalisation dans ses Avis Techniques et DTA, mais dont les membranes sont validées pour d'autres destinations dans ses AT et DTA et cahiers des charges (Système E2).

Les différentes feuilles d'étanchéité proposées sont validées dans différents Avis Techniques, DTA et Cahiers des charges AXTER : DTA Cityflor, DTA Hyrène TS, DTA Hyrène Spot, AT Force Dalle, AT Topfix, Cahier des charges Topfix SPF.

Toutes les feuilles de surface prévues au Cahier des Charges CITYFLOR, document de référence, sont traitées anti-racine et sont protégées par paillettes d'ardoises.

Les feuilles d'étanchéité utilisées pour les procédés CITYFLOR sont produites à COURCHELETTES (59) et distribuées par la Société AXTER.

La mise en œuvre du système d'étanchéité est réalisée par des entreprises qualifiées.

La société AXTER peut fournir une assistance technique aux entreprises, tant pour la conception de la toiture que pour sa mise en œuvre.

3- DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE

Identique au domaine et aux limites d'emplois proposés dans le Cahier des Charges CITYFLOR, document de référence.

Le procédé CITYFLOR permet de réaliser des toitures-terrasses sous végétalisation :

- en France « européenne »,
- en climat de plaine (altitude inférieure ou égale à 900 m),
- en travaux neufs, en réfection et dans le cas de changement de destination de terrasses.

Les éléments porteurs admis sont les suivants :

- Maçonnerie (selon DTU 43.1) de pente de 0 à 20% pour les revêtements bicouches (toutes hygrométries),
- Maçonnerie (selon DTU 43.1) de pente de 1 à 20% pour les revêtements monocouches (toutes hygrométries),
- Béton cellulaire (selon Avis Techniques en cours de validité) de pente de 1 à 20%, les locaux à forte et très forte hygrométrie étant exclus,
- Tôles d'acier nervurées (selon DTU 43.3) de pente de 3 à 20%, les locaux à très forte hygrométrie étant exclus,
- Bois et panneaux dérivés du bois (selon DTU 43.4) de pente de 3 à 20%, les locaux à forte et très forte hygrométrie étant exclus.

Les revêtements d'étanchéité posés en indépendance sont limités aux éléments porteurs en maçonnerie de pente inférieure à 5%, et dans le cas où le document de référence de la végétalisation l'admet. Les complexes de végétalisation doivent alors présenter une masse minimale sèche de 64 daN/m². Leur emploi est limité aux toitures :

- de hauteur inférieure à 28 m en zone 1 tous sites, ou zone 2 site normal,
- de hauteur inférieure à 20 m en zone 2 site exposé, ou zone 3 site normal.

Les systèmes par semi sont dans ce cas à proscrire, l'enracinement de la végétalisation n'étant effectif que plusieurs semaines après la pose.

Les revêtements d'étanchéité autoadhésifs ne sont pas admis sur bâtiments ouverts sur éléments porteurs bois et tôles d'acier nervurées.

La pose en adhérence du revêtement d'étanchéité est interdite sur maçonnerie de type A avec bac collaborant et sur maçonnerie de type D.

L'ensemble des dispositions des « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition 2007) s'appliquent, et notamment les exigences concernant les zones stériles.

Les panneaux isolants admis sont au moins de classe de compressibilité C (selon guide UEAtc). Sur des pentes inférieures ou égales à 5%, l'isolation inversée est admise, dans la limite des Avis Techniques et DTA des panneaux isolants.

Dans le cas d'une pose des panneaux isolant par collage avec MASTIC HYRAFLEX (EAC modifié), la performance au vent des systèmes est alors plafonnée à 3300 Pa en vent extrême.

Les complexes de végétalisation doivent être conformes aux « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition 2007) et faire l'objet d'un Avis Technique ou d'une Enquête de Technique Nouvelle SOCOTEC.

Le Cahier des Charges CITYFLOR, document de référence, renvoie à d'autres « Cahiers des Charges visés favorablement par un contrôleur technique ». Dans le cadre de cet avis, SOCOTEC ne reconnaît de fait que les procédés sur lesquels SOCOTEC a émis un avis (avec rapport) dans le cadre d'une de ses Enquêtes de Techniques Nouvelles, sous réserve que les domaines d'emplois soient compatibles avec le procédé CITYFLOR.

4- DOCUMENT DE REFERENCE

La société AXTER a établi un Cahier des Charges CITYFLOR, édition mars 2013, comportant 17 pages.

Les principales évolutions, par rapport à la version précédente, concernent :

- L'intégration la membrane adhésive CITYFLOR ST, sous 2^{ème} couche FORCE 3000 Trafic.
- L'intégration de la colle à froid HYRA STIK pour le collage des isolants en 1 ou plusieurs couches.
- Le remplacement des EAC traditionnels par un EAC modifié refroidi (Mastic HYRAFLEX).
- Le traitement des relevés isolés.
- Des précisions quant aux limites de domaine d'emploi : hygrométrie admises en fonction des éléments porteurs, limitations des membranes posées en indépendance.

5- ETUDE PREALABLE A LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE

Les charges à prendre en compte sont celles prévues par les « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition 2007).

En cas de rénovation, l'aptitude de l'élément porteur à reprendre les nouvelles charges doit impérativement être vérifiée.

6- REMARQUES COMPLEMENTAIRES

Les revêtements d'étanchéité posés en indépendants sous végétalisation doivent être limités strictement aux cas visés (cf. domaine d'emploi ci-dessus). Leur mise en œuvre présente des difficultés de phasage chantier, la tenue au vent du complexe d'étanchéité n'étant assurée que par la seule végétation. L'érosion de celle-ci par accident ou manque d'entretien peut donc remettre en cause, à terme, la solidité de l'ouvrage.

Pour les systèmes semi-indépendants et adhérents, les valeurs limites de dépressions admissibles sont celles des systèmes d'étanchéité, sans tenir compte du lestage de la végétalisation. Le présent avis préalable ne valide pas les mises en œuvre qui tiendraient compte du lestage de la végétalisation pour outrepasser ces limites de dépressions admissibles.

La végétalisation assurant la fonction de protection du complexe d'étanchéité (au sens protection lourde meuble), les ouvrages réalisés imposent un entretien régulier, conforme aux prescriptions des « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition 2007).

Les supports bois et dérivés du bois admissibles sont ceux décrits au DTU 43.4 ou bénéficiant d'un Avis Technique visant un emploi de support d'étanchéité.

Les panneaux OSB n'étant pas conformes au DTU 43.4, et ne bénéficiant pas à ce jour d'Avis Techniques en cours de validité, les critères d'acceptabilité sont les suivants :

- Conception de l'ouvrage conforme au DTU 43.4, à savoir
 - soit toiture froide ventilée sur l'extérieur (cas extrêmement rare dans les conceptions actuelles),
 - soit support bois respirant sur l'intérieur de l'ouvrage (toiture chaude avec la totalité de l'isolation au dessus du panneau bois).
- Emploi de panneaux OSB3 ou OSB4 bénéficiant de la Marque CTB-OSB « Panneaux à base de bois », ce qui permet de s'assurer de la maîtrise de la qualité de production et la certification par un organisme tiers des valeurs de module d'élasticité et de contrainte en compression des panneaux.
- Epaisseur minimum : 15 mm
- Etude de dimensionnement des panneaux et de leurs entraxes de mise en œuvre, selon les règles NV65, en fonction des charges du projet, avec :
 - taux d'humidité inférieur à la valeur seuil de la fiche technique du panneau employé,
 - coefficient de sécurité à la rupture au moins égale à 5,
 - flèche instantanée de $1/400^{\text{ème}}$ ou différée de $1/200^{\text{ème}}$ de la portée au plus, sous charge totale (sans oublier les $15+85 \text{ daN/m}^2$ de charge de sécurité dans le cas des toitures végétalisées – cf. § 3.1 du Cahier des Charges, document de référence).

A défaut, le tableau portées/charges des panneaux de particules CTB-H du DTU 43.4 sera appliqué (§ 6.2.2.2.), ce qui placera le chantier en sécurité, le module d'élasticité des panneaux de CTB-H étant inférieur à celui des panneaux OSB.

- Attestation de réception du support par l'étancheur (les panneaux OSB étant généralement mis en œuvre par un autre corps de métier), précisant notamment :
 - la vérification du taux d'humidité des panneaux (selon NF EN 13183-2), à la pose du complexe d'étanchéité, dont la valeur seuil doit être précisée sur la fiche technique du panneau OSB,
 - la vérification des entraxes de pose,
 - la vérification du jeu entre extrémités de panneaux (1 mm/m linéaire du panneau réparti à chaque extrémité et dans les deux sens),
 - la vérification du désaffleurement entre panneaux (2 mm maximum).

La pérennité de l'ouvrage, et la maîtrise des risques de condensation, imposent que l'ensemble de l'isolation thermique de la paroi formant toiture soit mise en œuvre au dessus de l'élément porteur et du pare-vapeur.

Toutefois, il peut être envisageable de prévoir une faible résistance thermique en sous-face de l'élément porteur et du pare-vapeur, dans les limites des § 5.1, 5.2 et 5.3 des « Recommandations Professionnelles de la CSFE pour la conception de l'isolation thermique des toitures-terrasses et toitures inclinées avec étanchéité » (mai 2012). Pour assurer au point de rosée de rester au-dessus du pare-vapeur et ainsi limiter les risques de condensation, en première approximation, dans les cas de locaux à faible et moyenne hygrométrie, une répartition de l'isolation avec un ratio d'environ 2/3 de la résistance thermique totale de la paroi au-dessus du pare-vapeur (ou de l'élément porteur), et d'un 1/3 au-dessous, est généralement acceptable.

Conformément aux « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition 2007), au moins un point d'eau de débit dimensionné à la surface végétalisée (pression supérieure à 2,5 bars / 0,25 MPa) doit être disponible au niveau de la terrasse, pendant et après les travaux.

7- VISITES D'OUVRAGES REALISEES

Le procédé CITYFLOR a fait l'objet de réalisations variées depuis son lancement, dont certaines ont été visitées par SOCOTEC dans le cadre des instructions successives de la présente Enquête.

8- FABRICATION ET CONTROLES

L'usine de COURCHELETTES (59) de la société AXTER où sont fabriquées les membranes des procédés CITYFLOR fait l'objet d'une certification ISO 9001.

Le processus de fabrication intègre des autocontrôles précisément décrits, tant en nature qu'en fréquence.

La traçabilité des produits est assurée.

9- JUSTIFICATIONS EXPERIMENTALES

Les évolutions du Cahier des Charges ont été justifiées :

- Tenue au vent des revêtements autoadhésifs avec membrane CITYFLOR ST :
Les valeurs limites de dépression admises sont celles du DTA Hyrène Spot. En effet, la rupture du complexe d'étanchéité ayant toujours lieu dans l'isolant, à mode de collage et liant strictement égaux, la nature du renfort de la membrane n'influence pas la limite de vent admissible du complexe Hyrène Spot. La feuille CITYFLOR ST est une version armée voile de verre de la membrane Hyrène Spot ST.
- Colle à froid HYRA STIK : Cette nouvelle colle à froid a été entièrement justifiée dans le DTA HYRENE SPOT (n° 5/12-2265).

10- AVIS PREALABLE DE SOCOTEC

SOCOTEC émet un avis préalable favorable sur l'utilisation des procédés CITYFLOR dans les domaines d'emplois acceptés, cet avis s'inscrivant dans la perspective de la réalisation, par SOCOTEC, de missions de contrôle technique de type L, sur des opérations de construction particulières.

Cet avis reste valable pour autant :

- que les procédés CITYFLOR ne subisse pas de modifications,
- qu'il n'y ait pas de modifications aux prescriptions réglementaires actuelles,
- que les contrôles des produits et leur mise en œuvre soient régulièrement assurés,
- qu'il ne soit pas porté à la connaissance de SOCOTEC des désordres suffisamment graves pouvant remettre en cause le présent avis.

Toutes modifications de domaines d'emploi des Avis Techniques et DTA AXTER concernés par le présent Cahier des Charges prévalent sur le présent avis préalable.

La date d'échéance de validité de cet avis est le 31/03/2016.



Marthe JACQUEAU-GRAMAGLIA
Spécialiste Etanchéité - Couverture