

# SOMMAIRE

<b>PARTIE 1 : ÉTANCHÉITÉ DES TOITURES-TERRASSES</b> .....	<b>7</b>	<b>PARTIE 2 : ISOLATION DES TOITURES-TERRASSES</b> .....	<b>65</b>
Chapitre 1 : Domaine d'application .....	9	Chapitre 1 : Domaine d'application .....	67
1. Présentation .....	9	Chapitre 2 : La toiture-terrasse, qu'est-ce que c'est ? .....	69
2. Documents nécessaires pour l'établissement du projet .....	9	1. Définition .....	69
<b>Chapitre 2 : La toiture-terrasse : composition, pente et destination.</b> .....	<b>11</b>	2. Composition .....	70
1. Composition .....	11	<b>Chapitre 3 : Les différentes destinations de la toiture-terrasse</b> .....	<b>71</b>
2. Destination .....	11	<b>Chapitre 4 : La fonction des éléments constitutifs de la toiture-terrasse</b> .....	<b>73</b>
3. Pente .....	12	1. L'élément porteur .....	73
<b>Chapitre 3 : Les éléments porteurs</b> .....	<b>13</b>	2. L'écran pare-vapeur .....	74
1. Maçonnerie .....	13	3. L'isolant support d'étanchéité .....	74
2. Béton cellulaire .....	14	4. Le revêtement d'étanchéité .....	74
3. Bois massif et panneaux à base de bois (CTB-H et CTB-X) .....	14	5. La protection de l'étanchéité .....	75
4. Tôle d'acier nervurée .....	16	<b>Chapitre 5 : Comment choisir son isolant en toiture-terrasse ?</b> .....	<b>77</b>
<b>Chapitre 4 : Les supports d'étanchéité</b> .....	<b>19</b>	1. Les cinq principaux critères .....	77
1. Éléments porteurs .....	19	2. Les marques de qualité .....	80
2. Panneaux isolants .....	19	<b>Chapitre 6 : Les produits isolants pour toitures-terrasses.</b> .....	<b>83</b>
3. Ancien revêtement d'étanchéité .....	28	1. Les isolants minéraux .....	83
<b>Chapitre 5 : Les revêtements d'étanchéité</b> .....	<b>29</b>	2. Les plastiques alvéolaires .....	86
1. Les produits .....	29	3. Les isolants d'origine végétale .....	89
2. Composition des revêtements .....	31	4. Les isolants composites .....	89
3. Mise en œuvre .....	33	<b>Chapitre 7 : Les différents modes de mise en œuvre des isolants supports d'étanchéité</b> .....	<b>91</b>
<b>Chapitre 6 : Les protections d'étanchéité</b> .....	<b>45</b>	1. La pose libre .....	91
1. Autoprotection des revêtements bitumineux .....	45	2. La pose par collage à l'EAC .....	91
2. Protection lourde sur revêtement bitumineux et membrane synthétique .....	45	3. La pose par collage à froid .....	92
<b>Chapitre 7 : Les points singuliers</b> .....	<b>49</b>	4. La pose par fixations mécaniques .....	92
1. Relevés d'étanchéité .....	49	<b>Chapitre 8 : Les règles de mise en œuvre des isolants supports d'étanchéité</b> .....	<b>97</b>
2. Retombées d'étanchéité .....	55	1. Les dispositions communes .....	98
3. Noues .....	56	2. Le principe de répartition et pose des panneaux isolants .....	98
4. Joints de dilatation .....	56	3. La mise en œuvre sur élément porteur en maçonnerie .....	99
5. Traversées d'étanchéité .....	59	4. La mise en œuvre sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois .....	100
6. Bandes métalliques associées aux revêtements d'étanchéité .....	64	5. La mise en œuvre sur élément porteur en tôles d'acier nervurées .....	101
		6. La mise en œuvre sur élément porteur en béton cellulaire autoclavé armé .....	102

<b>Chapitre 9 : Isolation thermique des relevés d'étanchéité</b> . . . . .	103
1. Principe de compartimentage des acrotères . . . . .	103
2. Exemples de solutions de relevé isolé avec étanchéité apparente sur acrotère $\leq 60$ cm . . . . .	104
<b>Chapitre 10 : Cas particulier de l'isolation inversée</b> . . . . .	109
1. Qu'est-ce que l'isolation inversée ? . . . . .	109
2. Mise en œuvre d'une isolation inversée . . . . .	110
3. Avantages et inconvénients de l'isolation inversée . . . . .	112
<b>Chapitre 11 : Le pont thermique de liaison des toitures-terrasses</b> . . . . .	113
<b>Chapitre 12 : La réfection des toitures-terrasses étanchées</b> . . . . .	115
1. Cas où l'ancien revêtement d'étanchéité n'est pas conservé . . . . .	115
2. Cas où l'ancien revêtement d'étanchéité est conservé . . . . .	115
 <b>PARTIE 3 : LES TOITURES ET TERRASSES VÉGÉTALISÉES</b> . . . . . <b>119</b>	
<b>Chapitre 1 : Le domaine d'application</b> . . . . .	121
<b>Chapitre 2 : Les intervenants de la chaîne de compétence</b> . . . . .	123
1. Principes et règles de bon fonctionnement de la chaîne de compétence . . . . .	123
2. La spécificité des ouvrages d'aménagement paysager . . . . .	125
3. Les conditions d'une réussite durable . . . . .	125
<b>Chapitre 3 : La végétalisation des toitures :</b> <b>typologie de la conception</b> . . . . .	127
1. Généralités . . . . .	127
2. La composition de la toiture végétalisée . . . . .	131
<b>Chapitre 4 : La conception du projet de végétalisation :</b> <b>structures paysagères et mise en œuvre</b> . . . . .	135
1. Les outils de conception . . . . .	135
2. Les fiches de projet personnalisées . . . . .	136
3. Les zones de toiture inadaptées à la végétalisation . . . . .	136
4. Les charges à prendre en compte . . . . .	136
<b>Chapitre 5 : La typologie des structures de végétalisation des toits et terrasses</b> . . . . .	139
1. Contraintes à prendre en compte pour végétaliser un toit . . . . .	139
2. Principe général de conception des complexes de végétalisation sur l'élément porteur . . . . .	139
3. Le choix de structures paysagères . . . . .	140
<b>Chapitre 6 : Le choix des plantes</b> . . . . .	145
1. Le choix des espèces végétales . . . . .	145
2. Les critères de choix liés aux contraintes climatiques . . . . .	145
3. Les critères de choix liés à l'épaisseur du substrat . . . . .	147
4. Les critères de choix liés à une exposition particulière . . . . .	150
5. Les critères de choix liés à l'aspect décoratif . . . . .	151
6. Les critères de choix liés à l'entretien . . . . .	153
7. Les plantes interdites en toitures végétalisées . . . . .	153
<b>Chapitre 7 : Les prescriptions d'exécution des ouvrages de toiture</b> . . . . .	155
1. Les éléments porteurs à usage structural . . . . .	155
2. Les éléments porteurs à usage non structural . . . . .	156
3. La pente des éléments porteurs . . . . .	157
4. Le complexe d'isolation et d'étanchéité . . . . .	157
<b>Chapitre 8 : La mise en œuvre des structures du bâti support de la végétalisation</b> . . . . .	161
1. Les travaux préparatoires . . . . .	161
2. Les travaux dans les zones plantées . . . . .	164
3. Les travaux dans les zones non plantées . . . . .	169
<b>Chapitre 9 : Les toitures-terrasses végétalisées et le développement durable</b> . . . . .	175
1. Isolation thermique . . . . .	175
2. Confort d'été . . . . .	175
3. Confort acoustique . . . . .	176
4. Protection du complexe d'étanchéité et d'isolation . . . . .	176
5. Gestion des eaux pluviales . . . . .	176
<b>Chapitre 10 : La maintenance et l'entretien</b> . . . . .	177
1. Les dispositifs de maintenance et d'exploitation . . . . .	177
2. Les enjeux de sécurité des intervenants et des usagers . . . . .	180
3. Les risques de désordre des ouvrages . . . . .	180
<b>Liste des points de contrôle</b> . . . . .	182
<b>Annexe 1 : L'entretien des toitures-terrasses</b> . . . . .	183
<b>Annexe 2 : La climatologie applicable aux toitures-terrasses</b> . . . . .	185
<b>Annexe 3 : Les réglementations thermiques</b> . . . . .	187
<b>Annexe 4 : Informations sur les SEL (Systèmes d'étanchéité liquide)</b> . . . . .	191
<b>Le BIM</b> . . . . .	193
<b>L'ACV</b> . . . . .	197
 <b>RÉGLEMENTATION, NORMES ET AUTRES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE</b> . . . . . <b>199</b>	
Chapitre 1 : Étanchéité des toitures-terrasses . . . . .	201
Chapitre 2 : Isolation des toitures-terrasses . . . . .	205
Chapitre 3 : Toitures et terrasses végétalisées . . . . .	209
 <b>GLOSSAIRE</b> . . . . . <b>213</b>	

Certaines précautions sont à prendre, notamment le respect du délai de séchage, des conditions hygrométriques de mise en œuvre, l'état du support (faïencage, effet miroir, planéité).

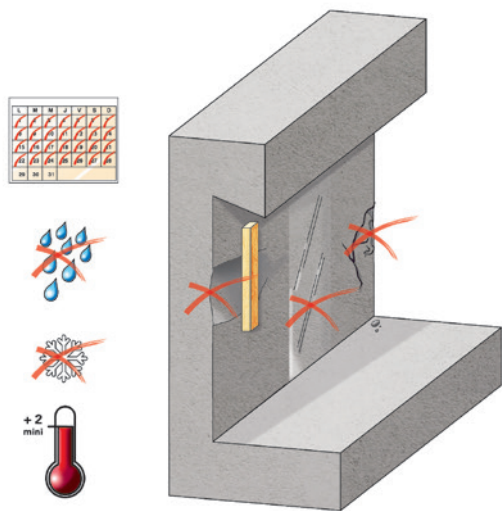
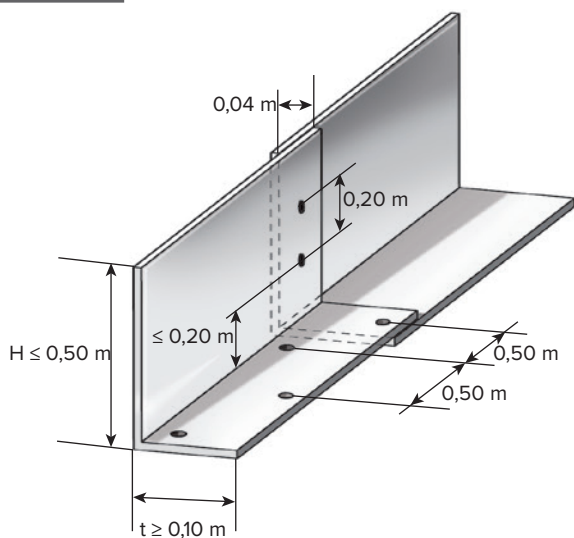


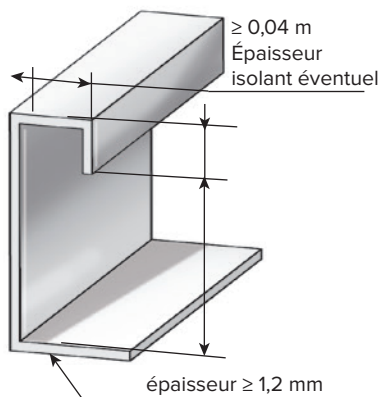
Figure 2 : Préparation des reliefs

## ■ Costières métalliques

DTU 43.3, § 6.5



Costières métalliques courantes sur tôles d'acier nervurées



Costières support de contre-bardage

Figure 3 : Recouvrement et fixation

Tableau 3 : Dimensionnement des costières

Type de costière	Épaisseur (en mm)	Hauteur H (en m)	Talon (en m)
Rapportée courante	0,75	≤ 0,25	≥ 0,10
	1,0	≤ 0,40	≥ 0,10
	≥ 1,2	≤ 0,60	≥ 0,10
Support de contre-bardage	≥ 1,2	≤ 0,60	≥ 0,10

Les costières métalliques sont en tôles d'acier galvanisé ou protégé contre la corrosion. Elles doivent être solidaires des tôles d'acier nervurées et sont fixées par des vis tous les 0,50 m.

Dans le cas de mise en œuvre sur élément porteur en bois massif ou en panneaux à base de bois, elles sont fixées par clouage de l'aile horizontale au moyen de clous, à raison de cinq fixations par mètre en quinconce. La longueur des clous doit être telle qu'ils pénètrent d'au moins 18 mm l'élément porteur.

## ■ Bois

NF DTU 43.4, § 6.1

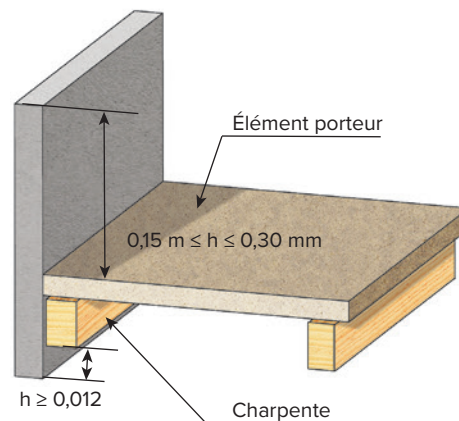
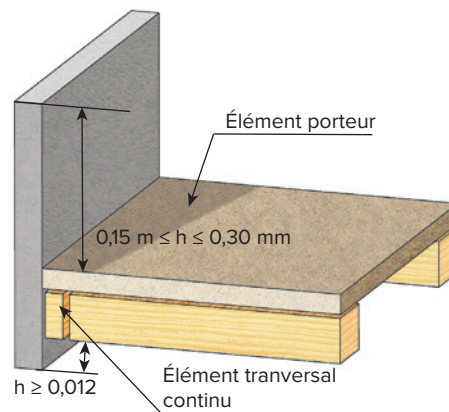


Figure 4 : Schémas de relief en bois

Les costières supports de relevés d'étanchéité peuvent être réalisées en bois massif (seulement pour une hauteur au plus égale à 0,30 m) ou en panneaux de contreplaqué.

Dans le cas de costière de hauteur au plus égale à 0,30 m, l'épaisseur doit être au moins de 22 mm pour le bois massif et de 19 mm pour le contreplaqué. La fixation se fait sur une

La répartition des fixations se fait régulièrement dans les deux sens, avec un minimum de 4 fixations par panneau. Au voisinage des angles, les fixations sont à une distance de 10 à 20 cm des bords du panneau.

Le collage à l'EAC exempt de bitume oxydé du deuxième lit est limité aux pentes  $\leq 40\%$ .

L'augmentation du nombre de fixations en rive et au pourtour des émergences s'applique :

- en rive : sur une largeur égale au dixième de la hauteur du bâtiment, avec un minimum de 2 m ;
- au pourtour des émergences de hauteur et de longueur supérieures à 1 m : sur une largeur de 1 m.

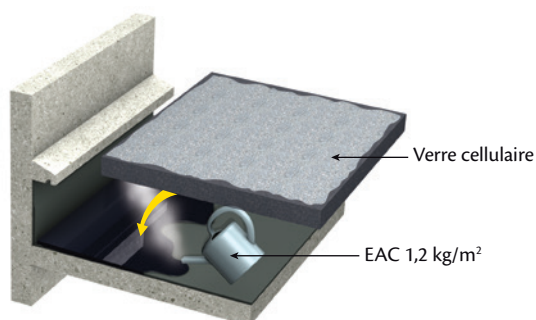


Figure 5 : Mode de collage de l'isolant en verre cellulaire par EAC

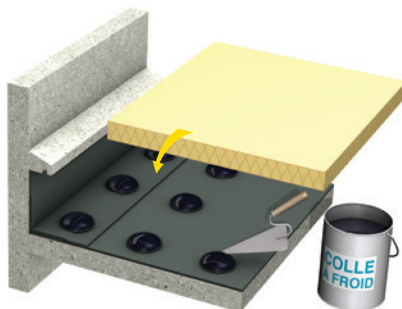


Figure 6 : Mode de collage de l'isolant par colle à froid (par cordon ou par plot)

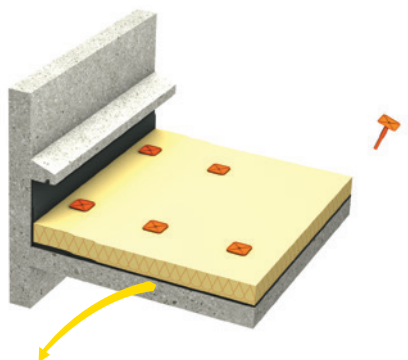


Figure 7 : Mode de fixation de l'isolant par fixation mécanique (selon le Document d'application)

## 4. La mise en œuvre sur élément porteur en bois et panneaux à base de bois

Les modes de liaison des panneaux isolants thermiques sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois sont définis ci-après. Ils sont conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4.

### ATTENTION

Pour chaque panneau isolant, les modes de liaison ainsi que les limites d'emploi éventuelles (zone d'exposition au vent, nombre de fixations, pente de l'élément porteur, nombre de lits, etc.) sont définis dans le Document Technique d'Application particulier de l'isolant.

### 4.1. Sous protection lourde

Sous protection lourde, les panneaux isolants peuvent être fixés :

- par collage à l'EAC exempt de bitume oxydé, à raison de 1,2 kg/m<sup>2</sup> en zones régulièrement réparties ;
- par fixations mécaniques, selon la répartition du tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Répartition des fixations mécaniques sous protection lourde

Lit unique		<ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 fixation centrale par panneau de surface <math>&lt; 1,20\text{ m}^2</math></li> <li>– 2 fixations centrales par panneau de surface <math>\geq 1,20\text{ m}^2</math></li> </ul>
Deux lits	Lit inférieur	1 fixation centrale par panneau
	Lit supérieur	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 fixation centrale par panneau de surface <math>&lt; 1,20\text{ m}^2</math></li> <li>– 2 fixations centrales par panneau de surface <math>\geq 1,20\text{ m}^2</math></li> </ul>

Ces modes de fixation des panneaux isolants sont valables en toutes zones et tous sites de vent, pour des pentes limitées à 5 %.

### 4.2. Sous revêtement d'étanchéité autoprotégé

Sous revêtement d'étanchéité autoprotégé, les panneaux isolants peuvent être fixés :

- par collage à l'EAC exempt de bitume oxydé, à raison de 1,2 kg/m<sup>2</sup> en zones régulièrement réparties et selon les conditions du tableau ci-dessous. Le collage à l'EAC exempt de bitume oxydé sous revêtement d'étanchéité autoprotégé est limité aux éléments porteurs de pentes  $\leq 40\%$ .

Tableau 1 : Emplacement et largeur des zones stériles

Emplacement	Caractéristiques		Zone stérile
Contre les relevés sur émergences et en périphéries	Végétalisation extensive	Avec graminées vivaces et plantes ligneuses	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
		Sans graminées vivaces ni plantes ligneuses	Facultative
	Végétalisation semi-intensive		Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm
Entrée des eaux pluviales			Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm au pourtour de l'EEP
Noue de rive ou noues centrales	Pente ≤ 2 %	Pente de versants < 3 %	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm depuis le fil d'eau (L)
		Pente de versants de 3 % à 10 %	Indispensable sur une largeur minimale de 1 m depuis le fil d'eau (L)
		Pente de versants de 10 % à 20 %	Indispensable sur une largeur minimale de 40 cm depuis le fil d'eau (L)
	Pente > 2 %	Facultative	

### 3.2. Les relevés d'étanchéité

La protection des relevés d'étanchéité doit être réalisée conformément aux dispositions des DTRS particuliers du revêtement d'étanchéité et des DTU concernés.

Au-dessus du niveau de la protection de la zone stérile (ou du substrat, dans le cas où il n'y a pas de zone stérile), la hauteur minimale du relevé d'étanchéité est de :

- 15 cm ;
- 5 cm si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure, dans le cas d'élément porteur en maçonnerie.

Un dispositif d'écartement des eaux de ruissellement doit être mis en œuvre au-dessus des relevés d'étanchéité, conformément aux prescriptions du DTRS du revêtement d'étanchéité.

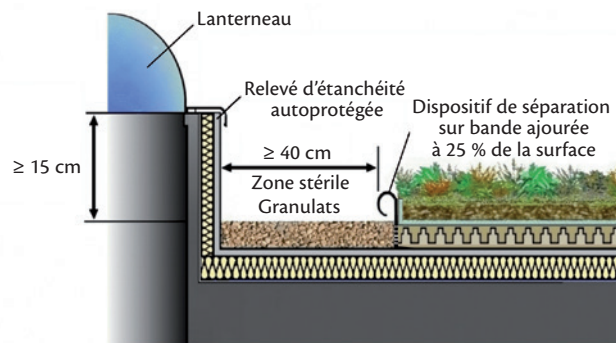


Figure 30 : Exemple de relevé d'étanchéité avec lanterneau

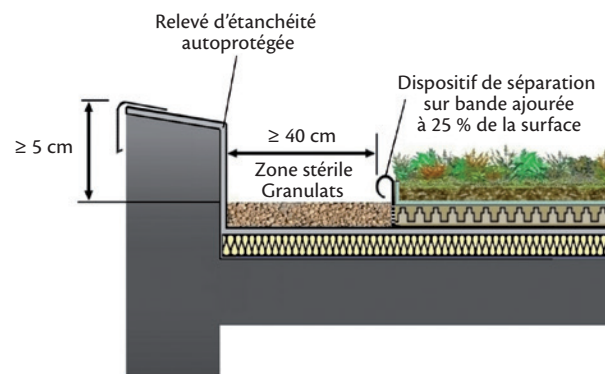


Figure 31 : Exemple de relevé d'étanchéité avec élément porteur en maçonnerie

### 3.3. Les entrées d'eaux pluviales

La protection des entrées d'eaux pluviales doit être réalisée conformément aux dispositions des DTRS particuliers du revêtement d'étanchéité et des DTU concernés.

Ces entrées d'eau pluviales sont :

- soit bordées par une zone stérile sur 40 cm au minimum ;
- soit protégées par un dispositif conforme aux DTRS ou Règles professionnelles.

Elles sont équipées d'un garde-grève ajouré visitable. Leur contrôle pour l'entretien reste identique à celui des terrasses inaccessibles non végétalisées.

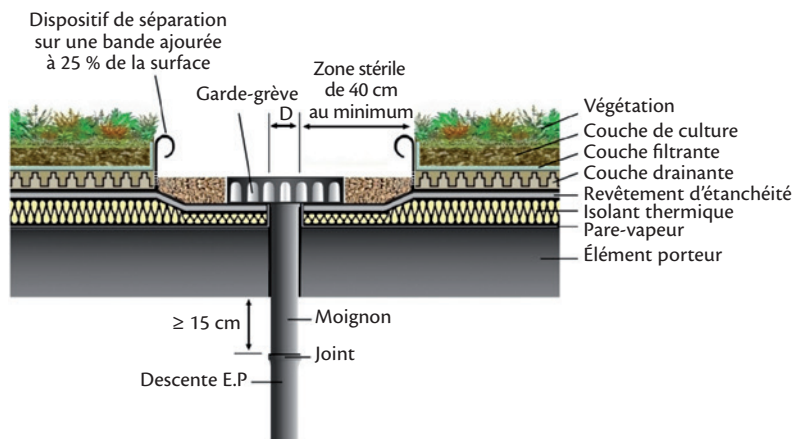


Figure 32 : Entrée d'eau pluviale