



Les toitures et terrasses végétalisées

2^e ÉDITION

> Conception, réalisation et entretien

En application des DTU de la série 43,
des Règles professionnelles, du fascicule 35
du CCTG « Aménagements paysagers »
et des normes produits.

Les toitures et terrasses végétalisées

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Le présent guide est destiné à commenter et à expliquer certaines règles de construction et les documents techniques de mise en œuvre. Il ne se substitue en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...), normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, « CPT »...) qui doivent être consultés.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Ce guide a été réalisé d'après les documents de référence déjà publiés à la date du 30 novembre 2019.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - article L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal article 425).

GUIDE PRATIQUE

Développement durable

Les toitures et terrasses végétalisées

Conception, réalisation et entretien

En application des DTU de la série 43, des Règles professionnelles CSFE – ADIVET – l'Enveloppe du bâtiment, du fascicule 35 du CCTG « Aménagements paysagers » et des normes produits.

Ismaël BARAUD
Claude GUINAUDEAU

CSTB
ÉDITIONS

Couverture : Jean-Marc LAUBY

Illustrations : Jean-Claude GUINAUDEAU
Jean-Marc LAUBY

Remerciements

L'éditeur tient à remercier Emmanuel HOUSSIN et Jean-Claude BURDLOFF pour leur contribution à la première édition de ce guide.

Nous remercions aussi Bernard DE GOUVELLO pour son apport sur les aspects relatifs à la gestion des eaux pluviales.

S O M M A I R E

7	Avant-propos
9	CHAPITRE 1 : Le domaine d'application du guide
11	CHAPITRE 2 : Les intervenants de la chaîne de compétence
11	1. Principes et règles de bon fonctionnement de la chaîne de compétence
15	2. La spécificité des ouvrages d'aménagement paysager
16	3. Les conditions d'une réussite durable
19	CHAPITRE 3 : La végétalisation des toitures : typologie de la conception
19	1. Généralités
26	2. La composition de la toiture végétalisée
31	CHAPITRE 4 : La conception du projet de végétalisation : structures paysagères et mise en œuvre
32	1. Les outils de conception
32	2. Les fiches de projet personnalisées
33	3. Les zones de toiture inadaptées à la végétalisation
34	4. Les charges à prendre en compte
37	CHAPITRE 5 : La typologie des structures de végétalisation des toits et terrasses
38	1. Contraintes à prendre en compte pour végétaliser un toit
39	2. Principe général de conception des complexes de végétalisation sur l'élément porteur
41	3. Le choix de structures paysagères
49	CHAPITRE 6 : Le choix des plantes
49	1. Le choix des espèces végétales
50	2. Les critères de choix liés aux contraintes climatiques
52	3. Les critères de choix liés à l'épaisseur du substrat
57	4. Les critères de choix liés à une exposition particulière
58	5. Les critères de choix liés à l'aspect décoratif
61	6. Les critères de choix liés à l'entretien
61	7. Les plantes interdites en toitures végétalisées

63	CHAPITRE 7 : Les prescriptions d'exécution des ouvrages de toiture
64	1. Les éléments porteurs à usage structural
66	2. Les éléments porteurs à usage non structural
67	3. La pente des éléments porteurs
67	4. Le complexe d'isolation et d'étanchéité
73	CHAPITRE 8 : La mise en œuvre des structures du bâti support de la végétalisation
73	1. Les travaux préparatoires
78	2. Les travaux dans les zones plantées
87	3. Les travaux dans les zones non plantées
97	CHAPITRE 9 : Les toitures-terrasses végétalisées et le développement durable
97	1. Isolation thermique
98	2. Confort d'été
98	3. Confort acoustique
99	4. Protection du complexe d'étanchéité et d'isolation
99	5. Gestion des eaux pluviales
101	CHAPITRE 10 : La maintenance et l'entretien
101	1. Les dispositifs de maintenance et d'exploitation
108	2. Les enjeux de sécurité des intervenants et des usagers
108	3. Les risques de désordre des ouvrages
109	Liste des points de contrôle
113	Le BIM
119	L'ACV
121	Glossaire
127	Réglementation, normes et autres documents de référence
133	Index
135	Activités du CSTB

Avant-propos

Cette nouvelle édition aborde les formes traditionnelles des toitures et terrasses végétalisées et introduit les principes novateurs de conception de toitures multiusages et de toitures-terrasses végétalisées innovantes qui fleurissent ces dernières années.

Que ce soit en faveur de la préservation de la biodiversité rurale ou périurbaine, ou en réponse aux attentes sociétales de nature en ville, de confort urbain, de manger sain et bon, ou encore en accompagnement du développement des économies émergentes (circuits courts, agriculture urbaine...), les toitures et terrasses sont le lieu d'expression de performances techniques et architecturales. Elles répondent à ces aspirations écologiques et sociales par la mise en scène des ouvrages et des produits de construction.

Forgée par des décennies de techniques de construction des ouvrages de toiture, la maîtrise de la qualité des matériaux et de leur mise en œuvre constitue aujourd'hui le socle concourant à la réussite des projets innovants de toitures et terrasses végétalisées, toitures multiusages que nous allons présenter dans cet ouvrage.

L'objectif est de réussir durablement chaque type de végétalisation prévue par la programmation et la conception de l'aménagement paysager.

La conception de la végétalisation des toitures et terrasses a forcément évolué depuis une décennie passant du verdissement avec les tapis de sedums installés par les étancheurs aux aménagements paysagés réalisés par les entreprises paysagistes ayant la qualification « Qualipaysage » et intégrant la prise en compte croissante de la biodiversité, de l'agriculture urbaine et de l'accueil du public.

La condition essentielle est le bon fonctionnement de la chaîne de compétences (d'où le chapitre d'ouverture du guide sur le fonctionnement de la chaîne de compétences). La défaillance d'un ou plusieurs intervenants ne permet pas de respecter la qualité, les coûts ni les délais prévus dans le marché. Les choix de végétalisation dépendent de la structure du bâti au niveau des toitures et terrasses.

Ce guide, en abordant à la fois la végétalisation et la conception du bâti, permet de réaliser tous les types d'aménagements paysagers en maîtrisant les formes de contrainte des toitures et terrasses.

Pour ces deux aspects, les textes technico-réglementaires à respecter sont indiqués.

En effet, la base technique est solide :

- les normes DTU codifient les règles de l'art issues de l'expérience collective reconnue ;
- les Règles professionnelles, quant à elles, traduisent à court terme les règles de conception et de réalisation issues de l'acquisition de savoir et de compétences d'un secteur, pour les partager collectivement ;
- les Avis Techniques, les DTA, les ATEx décrivent les dispositions particulières de mise en œuvre, ainsi que les domaines d'emploi et les performances des procédés innovants mis sur le marché.

En complément de ces textes techniques incontournables, les autres documents techniques de référence spécifiques, les guides techniques, les publications scientifiques, et l'ensemble des ouvrages traitant des questions de végétalisation de toiture, d'agriculture urbaine, de toiture comestible ou potagère, de serre sur toiture... forment le paysage documentaire disponible et partagé pour les porteurs de projet, les acteurs de la construction, de la société civile, les donneurs d'ordre, les collectivités, les maîtres d'ouvrage...

Depuis des années, les équipes du CSTB sont largement impliquées dans les projets de construction et d'aménagement végétalisés.

Le domaine d'application du guide

Le présent guide a pour objet de décrire la réalisation des toitures et terrasses avec revêtement d'étanchéité par membrane, recevant un complexe de végétalisation « extensive », « semi-intensive multicouche » ou intensive « jardin ».

Cette description concerne l'ensemble des composants, à savoir l'élément porteur, l'isolant thermique, le revêtement d'étanchéité et le complexe de végétalisation. Ce guide, qui aborde plus précisément la réalisation du complexe de végétalisation et son entretien, vient compléter le Guide pratique « L'étanchéité des toitures-terrasses », CSTB éditions.

Il ne prend en compte que ce qui est reconnu par l'ensemble de la profession, c'est-à-dire les documents techniques de référence suivants.

■ Documents généraux au domaine

- les normes DTU ;
- les Règles professionnelles CSFE-ADIVET-L'enveloppe métallique du bâtiment ;
- le fascicule 35 du CCTG « Aménagements paysagers » ;
- les normes des fournitures et de mise en œuvre du paysage.

■ Documents spécifiques à chaque système (DTRS)

- les documents validés par une procédure collégiale :
 - les documents techniques d'application (DTA) ;
 - les Avis Techniques (AT) ;
 - les Appréciations Techniques d'Expérimentation (ATEx type A ou B).
- les cahiers des charges de pose (CCP) visés par un contrôleur technique agréé.

OBSERVATION

Par souci de simplification de la rédaction de ce guide, l'abréviation « DTR » sera retenue pour signifier tout type de document technique de référence, et « DTRS » pour tout type de document technique de référence spécifique.

Les systèmes présentés dans ce guide sont donnés à titre informatif. Pour la réalisation des travaux, l'entreprise doit se conformer au DTRS du complexe d'isolation-étanchéité et à celui du complexe de végétalisation, fournis par leur concepteur (type selon la liste ci-dessus). Ils peuvent renvoyer, pour certaines parties d'ouvrage, à d'autres documents techniques de référence, notamment les normes DTU ou les Règles professionnelles.

Tableau 1 : Document technique de référence spécifique (DTRS)

	Cas n° 1 2 documents différents		Cas n° 2 1 document unique
Systeme d'étanchéité	DTRS ⁽¹⁾ de dénomination « X » du titulaire A		DTRS ⁽¹⁾ de dénomination « Z » du titulaire C
Systeme de végétalisation		DTRS ⁽¹⁾ de dénomination « Y » du titulaire B	

(1) Le DTRS peut être un Document Technique d'Application, un Avis Technique du GS n° 5, une ATEX, un cahier des charges de pose validée par un contrôleur technique membre du Coprec.

Les intervenants de la chaîne de compétence

1. Principes et règles de bon fonctionnement de la chaîne de compétence

1.1 Composition de la chaîne de compétence

La chaîne de compétence se compose :

- des maîtres d'ouvrage ;
- des maîtres d'œuvre ;
- des entreprises ;
- des services techniques.

Ils peuvent intervenir dans 2 types d'activités :

- la création d'un aménagement paysager avec un budget d'investissement : il s'agit de bien choisir et de bien planter ;
- la gestion des aménagements réalisés avec un budget de fonctionnement : il s'agit de bien entretenir pour garantir une réussite durable.

1.2 Principes et règles de bon fonctionnement pour les maîtrises d'ouvrage

■ Maîtrise d'ouvrage de création

Le maître d'ouvrage de création :

- programme le projet (avec l'aide d'une compétence dans le domaine « bien choisir ») ;
- choisit un maître d'œuvre « conception » :
 - sur concours (en référence au programme),
 - ou sur références (attention : vérifier auprès des maîtres d'ouvrage cités) ;
- valide le projet conçu par le maître d'œuvre ;
- valide le dossier de consultation des entreprises (DCE) présenté par la maîtrise d'œuvre ;
- choisit l'entreprise titulaire du marché avec l'accord de la maîtrise d'œuvre de direction des travaux, qui peut être la même ou différente de celle du marché de conception. Le choix est un problème de compétence ;

- règle les factures présentées :
 - de l'entreprise responsable du contrôle qualité des fournitures et des travaux,
 - de la maîtrise d'œuvre responsable du contrôle conformité et des prestations de l'entreprise en référence aux prescriptions du CCTP.

Le maître d'ouvrage doit suivre en temps réel la réalisation de l'ouvrage en s'assurant que :

- l'entreprise a bien effectué les contrôles qualité des fournitures et travaux selon les descriptions dans le CCTP et les plans préalables (fourniture d'échantillons et analyses) ;
- le maître d'œuvre a bien effectué les contrôles de conformité des prestations de l'entreprise (validation des fournitures et travaux).

■ Maîtrise d'ouvrage de gestion

La maîtrise d'ouvrage de gestion prend en charge l'ouvrage réalisé lorsque celui-ci a été réceptionné par la maîtrise d'ouvrage de création. L'objectif est de maintenir de façon durable sa qualité.

À cet effet, il doit désigner :

- un maître d'œuvre (service technique, bureau d'études des techniques paysagères) ;
- une structure chargée de l'entretien (service espaces verts, entreprise privée).

Il doit élaborer un plan de gestion en 3 phases :

- l'état des lieux (contraintes techniques et d'usage) ;
- les orientations de gestion décidées par la maîtrise d'ouvrage ;
- le programme et le budget d'entretien élaborés par le maître d'œuvre et validés par le maître d'ouvrage.

Problématique de la gestion

Il s'agit de maintenir en bon état de fonctionnement la zone de développement des racines nourricières, soit la couche superficielle de 30 cm :

- concernant sa structure, s'assurer qu'il n'y a pas de piétinements ;
- pour son alimentation en eau, maintenir un bon état hydrique du sol, mais sans excès (attention à l'asphyxie) ;
- pour le drainage, assurer l'exutoire (une garantie contre les excès d'eau asphyxiants).

1.3 Principes et règles de bon fonctionnement pour les maîtrises d'œuvre

■ Maîtrise d'œuvre de réalisation

La maîtrise d'œuvre de réalisation :

- élabore le projet paysager à faire valider par le maître d'ouvrage ;
- élabore le DCE à faire valider par le maître d'ouvrage ;
- participe au choix de l'entreprise en ayant analysé les offres sur le plan technique et les coûts ;
- valide le plan d'assurance qualité (PAQ) présenté par l'entreprise titulaire du marché. C'est la condition réglementaire pour que les travaux puissent commencer ;