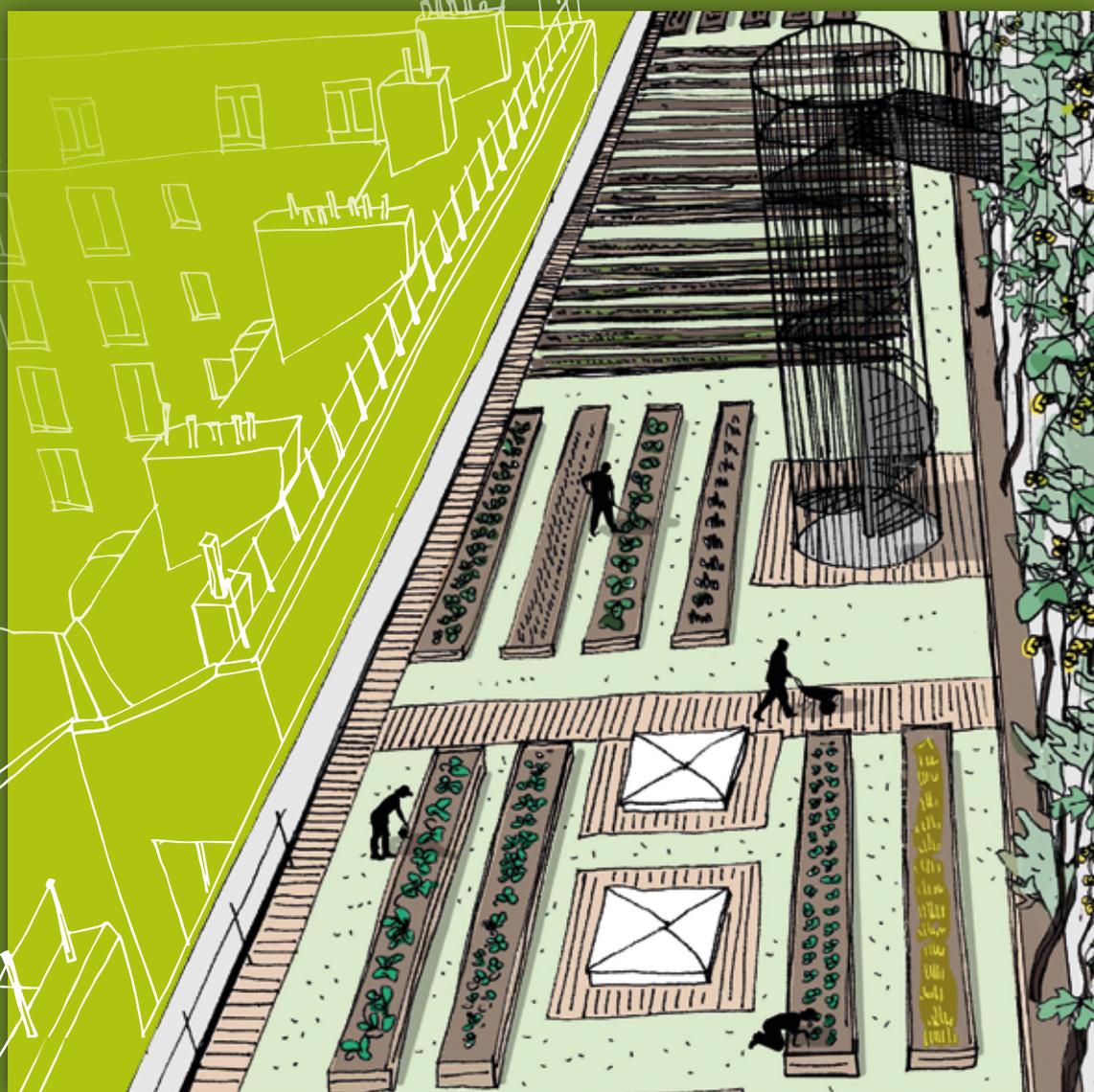

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES DE L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE



ÉDITO

Les projets d'agriculture sur toitures-terrasses prennent une ampleur récente en France à la faveur notamment des politiques d'encouragement des collectivités locales telles que Paris (*Végétalisations innovantes 2013, Parisculpteurs 2016*). Cette dynamique est une réponse aux enjeux écosystémiques de la nature en ville d'une part, aux attentes sociales des habitants et salariés des zones urbaines denses d'autre part.

Les réalisations de potagers sur les toits concernent soit des toitures-terrasses existantes dont l'usage initial est « détourné », soit des toitures-terrasses neuves intégrant, si ce n'est un projet abouti dans ce sens, une accessibilité pour les occupants du bâtiment ou pour du personnel spécialisé.

Dans les deux cas, les acteurs de ces projets peuvent à ce jour s'appuyer pour les réaliser sur des documents techniques de référence (Règles professionnelles, DTU). Mais ceux-ci ne prennent pas en compte lisiblement les spécificités de l'usage des toitures-terrasses à des fins de production agricole en termes de contraintes (charges, accessibilité, sécurité, ...) et de durabilité.

Fort de ce constat, l'Adivet (Association des toitures et façades végétales) qui réunit d'une part des entreprises ayant une longue expérience de conception de végétalisation de toitures-terrasses et d'autre part des entreprises très impliquées dans la conduite de projets d'agriculture sur les toitures-terrasses propose ce document d'aide à la réalisation d'agriculture urbaine en toiture.

L'adéquation entre le bâtiment, sa toiture-terrasse et une finalité de production y est traitée en prenant en compte différents modes :

- de production en toiture sur substrat (conteneurs, sacs, bacs, jardinières, plates-bandes, pleine surface),
- d'exploitation par des entreprises spécialisées, dans le cadre d'un objectif sociétal, ...

Sous l'angle agronomique, le document aborde aussi les substrats et l'exploitation des zones de production.

L'intérêt de ce document est ainsi d'apporter les clés de la réussite aux porteurs de projets, aux maîtres d'ouvrage et aux usagers quels qu'ils soient.



LIONEL SINDT

Animateur du groupe de travail AUT¹



CHRISTOPHE JUIF

Président de l'Adivet

¹ Ce travail a été réalisé par l'Adivet, en partenariat avec la



Ont contribué à ce document : Nicolas Bel (Topager), Raphaël Bernard (Axter), Manuel Decoodt (Etandex), Philippe Driat (CSFE), Pierre Georgel (Écovégétal), Vincent Glady (Topager), Claire Grosbellet (Florentaise), Florent Guilabert (Etphobat), Marc Lacaille (Adivet), Frédéric Madre (Topager), Lionel Sindt (Soprema), Pierre-Alexandre Swistek (Le Prieuré), Lionel Vermandel (IKO SAS).

SOMMAIRE

1. Contexte	4
2. Définition et description de l'agriculture urbaine	4
2.1 Définition	4
2.2 Description de l'agriculture urbaine	4
2.3 Le cas particulier de l'AUT	5
2.4 Les bénéfices de l'AU et de l'AUT	5
3. Domaine d'application	5
4. Textes et documents techniques de référence	6
5. Vocabulaire et terminologie	6
6. Les constituants du système d'AUT	7
7. Les modes de culture de l'AUT	8
8. Principales caractéristiques de l'AUT dans le contexte réglementaire des toitures-terrasses	13
9. Critères de conception liés à la pratique d'AUT	14
9.1 La destination	14
9.2 L'élément porteur admis	15
9.3 Les charges à prendre en compte	15
9.4 La nature du complexe d'étanchéité	15
9.5 Protection mécanique de l'étanchéité	16
9.6 Les dispositifs de prévention des chutes de hauteur	16
9.7 Les moyens d'accès à la terrasse et la sécurité des personnes	17
9.8 Les chemins de circulation	17
9.8.1 Chemin sous protection dure	17
9.8.2 Chemin sous protection lourde meuble : substrat	17
9.9 L'arrosage des toitures cultivées	17
10. Cas particulier des jardinières	18
10.1 Définitions	18
10.1.1 Jardinières non transportables	18
10.1.2 Jardinières transportables	18
10.2 Étude d'installation	19
11. AUT sur bâtiment existant	20
12. Conditions microclimatiques et de proche environnement	21
13. Référentiel technique concernant le substrat	22
14. Notions d'entretien et d'exploitation	23
14.1 L'entretien des ouvrages d'étanchéité	23
14.2 Exploitation des espaces d'AUT	23
15. Agriculture urbaine en toiture : responsabilités et assurances	24
Quelques repères bibliographiques	24
Annexes	25

1. Contexte

La conquête des toitures et des terrasses pour des usages variés est dans l'air du temps. La végétalisation de ces surfaces y tient une place privilégiée sous la forme de toitures végétalisées ou toitures jardins.

Depuis quelques années, une forme de végétalisation particulière se développe parallèlement à celle de la toiture végétalisée classique et de la terrasse jardin. Elle est à vocation économique, sociale et de production en circuit court, c'est l'**Agriculture Urbaine en Toiture (AUT)**.

Cette nouvelle utilisation donne lieu à de nombreuses expérimentations en France. Elles visent à asseoir les itinéraires techniques, les modes de production, à définir des matériaux (tels que le substrat) en vue d'assurer la pérennité de la production et des usages connexes tout en garantissant l'intégrité du bâtiment et la sécurité des utilisateurs.

Envisagée parfois sur des toitures existantes non prévues pour accueillir ce type d'usage, l'AUT interpelle les professionnels de la toiture végétalisée et du bâtiment en ce qu'elle constitue de nouveaux défis techniques mettant en jeu les structures portantes, le complexe d'étanchéité, le système de végétalisation.

De surcroît, associée à la recherche d'une alimentation de qualité (gustative, nutritionnelle et sanitaire) en circuits courts et aux spécificités qu'ils comportent, l'AUT constitue un challenge de taille pour l'ensemble des acteurs concernés.

C'est dans cette optique qu'ADIVET propose, au travers de ces recommandations, des réponses aux demandes de ses adhérents et des acteurs (habitants, collectivités locales, maîtres d'ouvrage privés) intéressés par l'AUT.

Ce document reflète l'état actuel des connaissances à la date d'édition, il est une première version appelée à évoluer au gré de l'expérience acquise. Il est à utiliser comme **un référentiel de recommandations techniques**. Les informations essentielles à la détermination des travaux d'aménagement en toiture qui seront à effectuer doivent être fournies par le donneur d'ordres dans un cahier des charges destiné aux entreprises d'exécution. Le donneur d'ordres peut être assisté en phase conception et exécution par un bureau d'études ou un maître d'œuvre.

2. Définition et description de l'agriculture urbaine

2.1 Définition

L'agriculture urbaine (AU) est une activité productive réalisée dans la ville, dont les produits comestibles (légumes, fruits ou végétaux) sont à destination principale de ses habitants. Le plus généralement, elle s'oriente soit vers la production que l'on qualifie d'activité professionnelle, soit vers des projets à dimension sociale et pédagogique que l'on qualifie de jardinage de loisir.

2.2 Description de l'agriculture urbaine

L'ensemble des productions agricoles urbaines peuvent revêtir différentes formes, faire intervenir différents acteurs, avoir différentes fonctions et répondre à différents enjeux.

La figure 1 ci-dessous propose une représentation de la multiplicité des formes de l'agriculture urbaine.

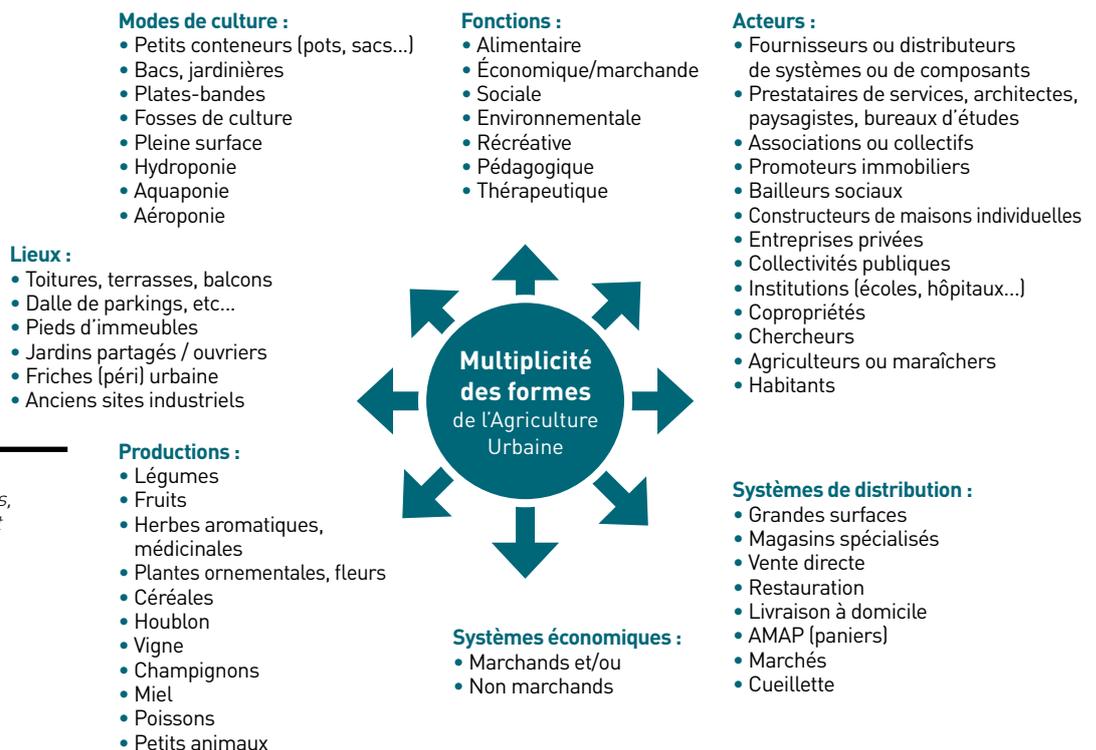


Figure 1. D'après A-C Daniel, C. Aubry, A. Thouret et A. Devins, Naissance et de développement des formes commerciales d'Agriculture urbaine en région parisienne, Chapitre 8, dans Agriculture urbaine : Aménager et nourrir la ville, 2013, Éditions VertigO, Montréal, 394 p.

2.3 Le cas particulier de l'AUT

L'usage des toitures-terrasses est en perpétuelle évolution permettant ainsi de répondre à la densification des villes et la diversification des activités humaines.

Les toitures-terrasses, supports d'agriculture urbaine, sont des ouvrages fortement sollicités : apport de charges, visites régulières liées à la gestion et à l'exploitation courante, circulation intensive et utilisation d'outils tranchants. Ces particularités constituent des risques importants pour la structure, l'étanchéité de l'ouvrage et la sécurité des personnes.

De plus, la conduite de culture en toitures-terrasses s'effectue le plus généralement en conditions agronomiques limitantes ce qui implique une attention accrue des exploitants et la mise en place d'une pratique différente des cultures au sol.

L'AUT est une pratique récente encore peu documentée. Pourtant, s'agissant d'une activité conduite en toiture, de nombreuses questions liées à la réglementation se posent. La destination de la toiture support d'AU fait intervenir de nombreux paramètres traités dans ce guide.

2.4 Les bénéfices de l'AU et de l'AUT

Les bénéfices évoqués ci-dessous s'entendent au sens du cadre technique fixé dans ce document.

L'agriculture urbaine s'inscrit dans les politiques de la nature en ville dont les bénéfices sont avérés en termes économiques (circuit court/qualité des produits), de lien social, en termes récréatif (aspiration aux activités de « nature ») et pédagogique (la sensibilisation à la nature et à l'écologie), en termes de santé publique (amélioration de la qualité de l'air, baisse de la température en ville, contribution à la biodiversité, effet thérapeutique lié à la proximité du végétal ou à la pratique du jardinage).

L'agriculture urbaine en toiture offre aux habitants d'un quartier, à titre individuel ou regroupés au sein d'associations, la possibilité de s'impliquer à leur échelle et de profiter pleinement du potentiel de la toiture.

Par ailleurs, comme les toitures végétalisées classiques, les systèmes de végétalisation à vocation comestible sur substrat rendent des services en termes de gestion des eaux pluviales, en particulier en cas de pluies d'orage, de prolongation de la durée de vie des membranes d'étanchéité, de captation du CO₂, de correction acoustique, de confort thermique. Comme les plantes cultivées en toiture sont toujours irriguées, elles ont un potentiel d'évapotranspiration important et participent aux gains énergétiques pour le bâtiment en termes de climatisation, au confort d'été ainsi qu'à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain à une plus large échelle.

Enfin, en termes de gestion de déchets, ces systèmes de végétalisation peuvent avoir recours au compost urbain pour enrichir le substrat. Ceci encourage la pratique de compostage auprès des usagers et des collectivités et participe à ce titre au recyclage des déchets organiques et à la mise en œuvre d'une économie circulaire.

3. Domaine d'application

Le présent document a pour objet d'établir les préconisations minimales relatives au clos et couvert¹ pour réussir une **agriculture urbaine sur les toitures-terrasses² étanchées exclusivement, donc hors-sol**. Les balcons ne sont donc pas considérés ici.

Ces recommandations n'abordent ni les technologies de production intensive³ hors-sol de type hydroponie, aéroponie, aquaponie, ni les cultures sous serre en toiture.

Les murs dits « comestibles » ou les ruches en toiture, constituent des technologies spécifiques et ne sont pas non plus traités dans ce document.

Le terme AUT, utilisé dans ce document, renverra à ce domaine d'application restreint.

Ces recommandations s'appliquent :

- aux bâtiments réalisés en France européenne, en climat de plaine,
- aux travaux neufs et de réfection, uniquement sur élément porteur en maçonnerie de pente ≤ 5%.

Ainsi associés au bâtiment, les systèmes de végétalisation destinés à l'AUT impliquent une circulation spécifique et régulière liée à l'activité agricole en plus de la circulation liée à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité et des équipements présents sur les toitures. Aussi, ces systèmes sont par défaut assimilés aux terrasses jardins accessibles au sens du NF DTU 43.1.

Dans le cadre d'une activité agricole professionnelle en toiture, une classification d'accessibilité « terrasse technique » au sens des normes NF DTU peut suffire tout en induisant des restrictions d'accès et une formation spécifique du personnel exploitant. **Les toitures-terrasses destinées à l'agriculture urbaine ne pourront en aucun cas être classifiées comme « terrasses inaccessibles ».**

¹ Ensemble des éléments assurant l'étanchéité à l'eau et à l'air d'un bâtiment.

² La dénomination terrasse pour une toiture renvoie exclusivement à un élément porteur en maçonnerie de pente comprise entre 0 et 5 %.

³ La culture intensive est un système de production agricole fondé sur la maximisation de la production par rapport à la surface cultivée. Ce modèle repose sur une mécanisation poussée ainsi que sur l'usage d'engrais et de produits phytosanitaires.

4. Textes et documents techniques de référence

RP TTV : Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Édition n°3 mai 2018.

NF DTU 20.12 : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.

NF DTU 43.1 : Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.

NF DTU 43.3 : Étanchéité des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.

NF DTU 43.4 : Étanchéité des toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité.

NF DTU 43.5 : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées.

NF DTU 43.11 : Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de montagne.

NF P01-012 : Dimensions des garde-corps - Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier.

NF E85-015 : Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps.

NF EN 13948 : Feuilles souples d'étanchéité - Feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses, plastiques et élastomères - Détermination de la résistance à la pénétration des racines - Feuilles souples d'étanchéité.

NF U44-551 : Supports de culture : dénominations, spécifications, marquage. Cette norme est d'application obligatoire.

NF U44-051 : Amendements organiques - Dénominations et spécifications. Cette norme est d'application obligatoire.

Cahier CSTB n° 2358-V2, Guide technique Classement FIT des étanchéités de toitures.

5. Vocabulaire et terminologie

Clos et couvert : ensemble des éléments assurant l'étanchéité à l'eau et à l'air d'un bâtiment.

Toiture-terrasse : la dénomination « terrasse » pour une toiture renvoie exclusivement à un élément porteur en maçonnerie de pente comprise entre 0 et 5 %.

Toitures-terrasses accessibles : ce sont celles qui reçoivent « une circulation piétonne éventuellement assortie d'un séjour. Par séjour s'entend la présence de charges statiques autres que celles liées à la circulation. » (voir NF DTU 43.1).

Toitures-terrasses jardin : ce sont des toitures-terrasses qui reçoivent une végétation (gazon, plantations, etc.).

Toitures techniques ou à zones techniques : ce sont celles qui reçoivent une circulation liée à la présence d'appareils ou d'installations nécessitant des interventions fréquentes (multitude d'équipements techniques tels que VMC, panneaux PV, etc.).

Toitures inaccessibles : elles ne reçoivent qu'une circulation réduite à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité, des appareillages ou installations nécessitant des interventions peu fréquentes (de l'ordre d'une à deux fois par an).

Élément porteur (au sens de ces recommandations) : partie supérieure résistante du gros œuvre de la toiture qui constitue elle-même le support du revêtement d'étanchéité ou bien la partie sur laquelle repose l'isolant lui-même support du revêtement d'étanchéité. L'élément porteur est destiné à supporter les charges permanentes (isolation, étanchéité, système de végétalisation, équipements techniques divers) auxquelles s'ajoutent les charges climatiques (neige, pluie, vent) et les charges d'exploitation.

Climat de montagne : il est défini conventionnellement par une implantation du bâtiment à une altitude supérieure à 900 m.

DTA : le Document Technique d'Application désigne l'avis formulé par un groupe d'experts sur l'aptitude à l'emploi des procédés innovants de construction pour lesquels la mise en œuvre n'est pas décrite dans un NF DTU.

Charges permanentes : il s'agit du poids propre total des éléments structuraux et non structuraux du bâtiment de la toiture-terrasse. Cela intègre le poids des jardinières fixes, celui du complexe d'étanchéité et des différents constituants du complexe de culture de l'AUT à CME (voir chapitre 6).

Charges d'exploitation : dans le bâtiment, les charges d'exploitation ou surcharges sont les charges mécaniques statiques ou dynamiques générées par le climat et les activités humaines liées à l'occupation d'un bâtiment.

CME (Capacité Maximale en Eau) : c'est la quantité d'eau (volume/m² de toiture) retenue par les matériaux constitutifs du complexe de culture après saturation en eau pendant 24 heures puis ressuyage pendant deux heures selon les protocoles des RP TTV (*Annexes G, Édition n°3 mai 2018*).

Poids à CME : selon ces mêmes protocoles, il est déterminé par la somme des poids à CME de chaque élément du complexe de culture, à laquelle est ajouté un poids forfaitaire pour la couche végétale (*voir § 9.3*). Il est pris en compte dans le calcul de l'évaluation de la charge permanente.

Acteurs professionnels de l'agriculture urbaine en toiture :

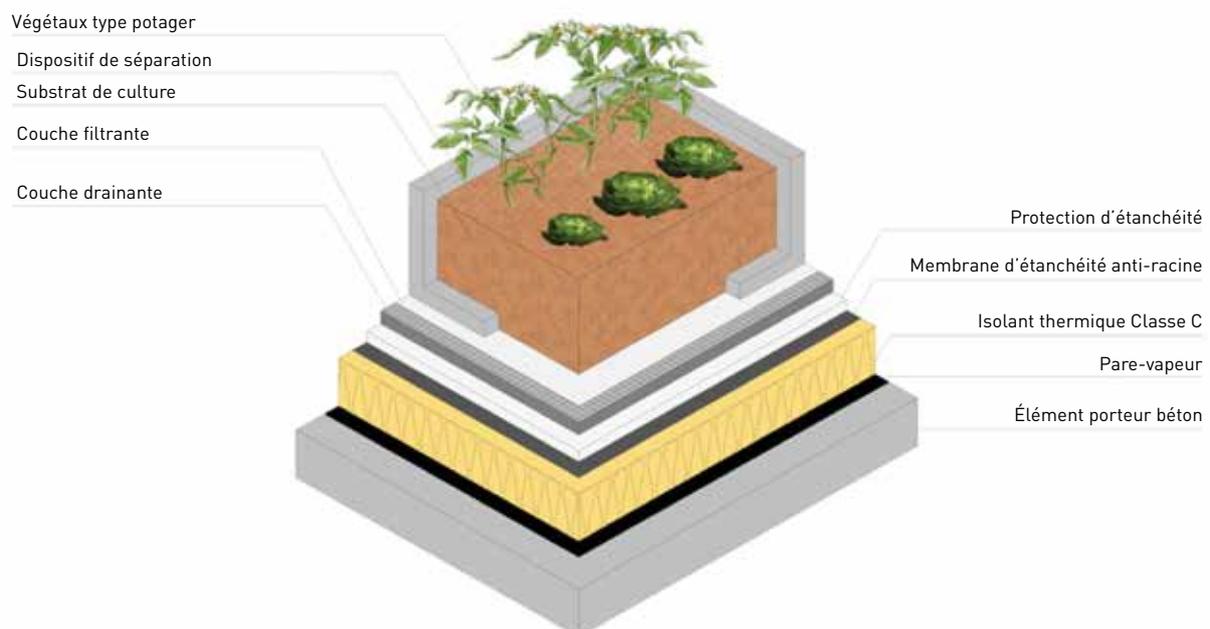
- personnes sous statut purement agricole avec pour objet principal la production ;
- employés d'une société commerciale valorisant leur production dans le cadre d'une autre activité principale (*exemple : un restaurateur exploite une surface attenant à son restaurant pour servir ses produits à ses clients*) ;
- salariés d'une association qui exploitent une parcelle, encadrent ou non des personnes en insertion professionnelle. La production est partagée entre les membres de l'association, les surplus sont vendus ;
- entreprises spécialisées dans l'étanchéité et l'aménagement des toitures végétalisées et des toitures potagères.

6. Les constituants du système d'AUT

Quel que soit le mode de culture choisi, le système d'AUT placé au-dessus du revêtement d'étanchéité adapté à cet usage, doit être au minimum constitué de :

- **une couche de protection d'étanchéité :** dispositif mécanique visant à protéger le complexe d'étanchéité des risques liés à l'exploitation des zones cultivées et à la circulation en toiture ;
- **une couche de drainage :** elle assure l'évacuation de l'eau en excès et évite l'asphyxie des racines. Celle-ci peut être associée à une fonction rétention d'eau au moyen d'éléments drainants à réserve d'eau ;
- **une couche filtrante :** elle retient le substrat et participe au maintien de ses propriétés. Elle s'interpose :
 - entre le substrat et la couche drainante pour éviter leur mélange et un colmatage éventuel de la couche drainante ;
 - entre le substrat et le dispositif de séparation (ajouré ou non jointoyé) pour éviter le passage du substrat au travers des ouvertures, au droit des entrées d'eaux pluviales (EEP) ;
- **un substrat de culture :** ses caractéristiques agronomiques permettent l'ancrage des racines, l'alimentation hydrique et minérale des plantes pour assurer leur développement et leurs qualités sanitaire, nutritionnelle, et organoleptique⁴. Le substrat est une couche déterminante pour assurer la rétention en eau du système de végétalisation ;
- **une couche végétale :** elle est composée de plantes comestibles, médicinales, ...

Figure 2. Coupe de principe d'un système d'AUT



⁴ Propriétés d'un aliment en termes de goût, odeur, aspect, couleur et consistance.

7. Les modes de culture de l'AUT

L'AUT peut être pratiquée suivant différents modes de culture dits en pleine surface, en plates-bandes ou en bacs, jardinières, sacs et conteneurs.

Le tableau 1 ci-dessous expose les caractéristiques de chaque mode de culture précité.

Tableau 1. Principaux modes de culture utilisés en AUT décrits dans ce document

<p>Conteneurs, sacs, bacs, jardinières (Figures 3 et 4)</p>	<p>Mode de culture hors-sol sur substrat ou terre végétale avec utilisation de contenants souples ou rigides non solidaires du support. La productivité de ces systèmes est limitée mais adaptée aux espaces réduits. Ces contenants constituent des charges ponctuelles sur l'élément porteur parfois très importantes (Voir chapitre 10 Cas particulier des jardinières).</p>
<p>Plates-bandes (Figures 5, 6 et 7)</p>	<p>Système inspiré des modes de productions agricoles en pleine terre. Les plates-bandes permettent d'optimiser l'espace de culture tout en facilitant l'entretien. Elles sont qualifiées « d'intégrées » quand leur mise en œuvre est réalisée en fosses directement dans le support béton ou entre dalles rapportées (dalles sur plots notamment) et de « surélevées » lorsqu'elles émergent du plan de circulation. Le fond est constitué de la membrane d'étanchéité de la toiture.</p>
<p>Pleine surface (Figures 8, 9 et 10)</p>	<p>La culture en pleine surface est une solution directement inspirée de la terrasse jardin. Le système de végétalisation est alors mis en place sur toute la surface de la toiture étanchée (excepté les zones stériles) et permet de cultiver sur de grandes surfaces.</p>

Les coupes de principe ci-après présentent les différents modes de culture précités ainsi que le type d'accessibilité possible.

Conteneurs, sacs, bacs, jardinières



Figure 3. Cas des conteneurs, sacs, bacs, jardinières

Bacs, jardinières - Accessible au public

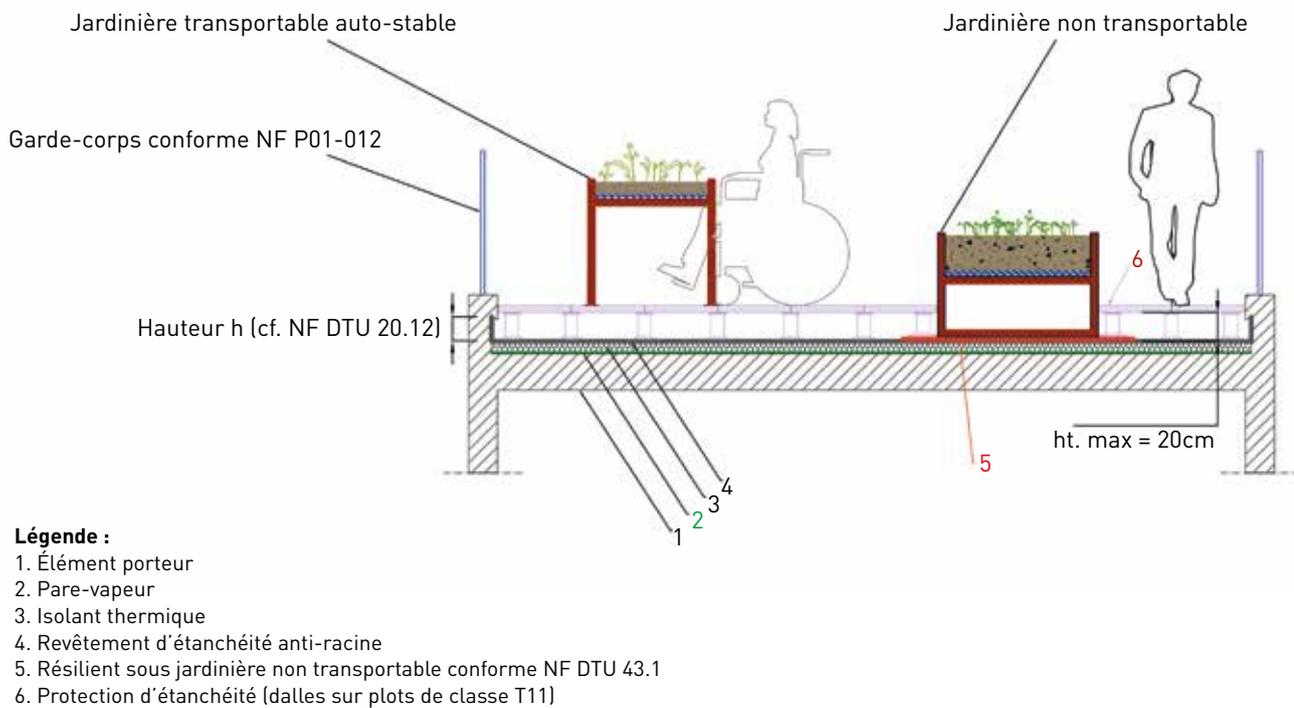


Figure 4. Coupe de principe de bacs et jardinières sur toiture-terrasse accessible au public

Plates-bandes



Figure 5. Cas des plates-bandes

Plates-bandes - Accès restreint aux professionnels

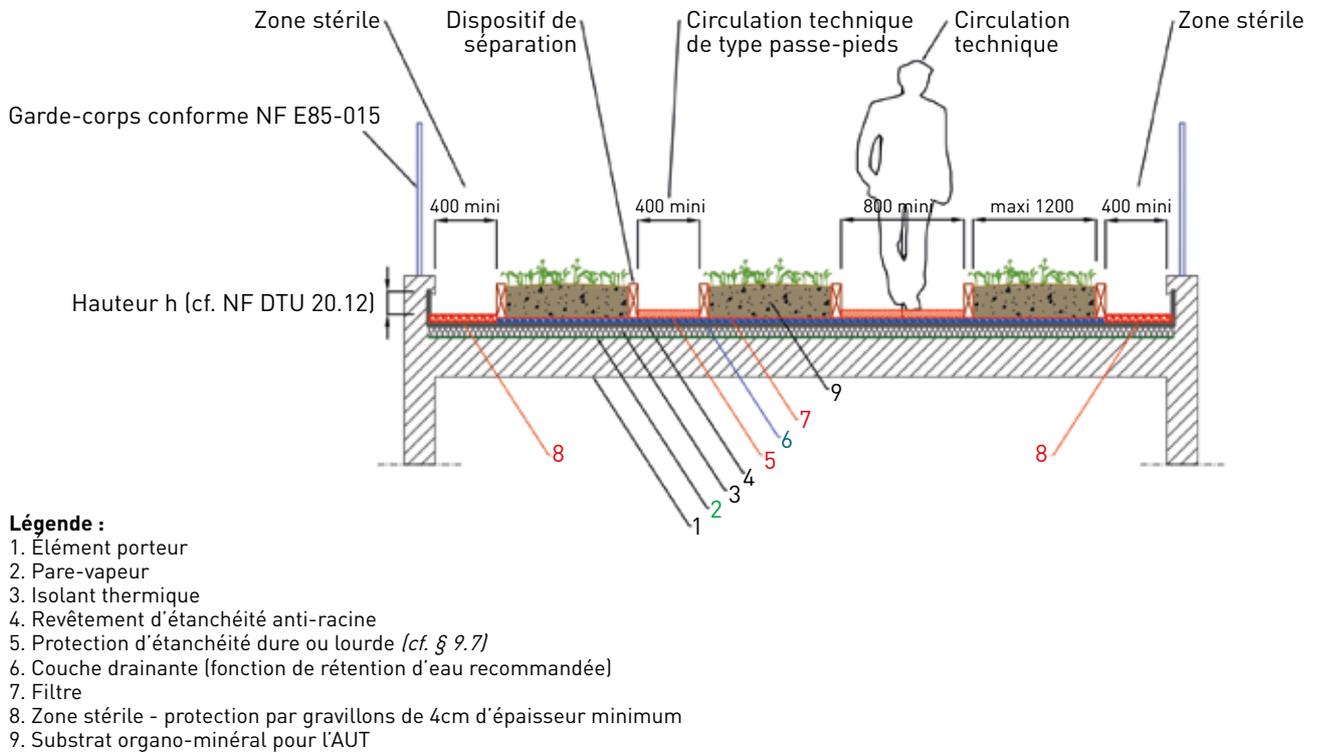
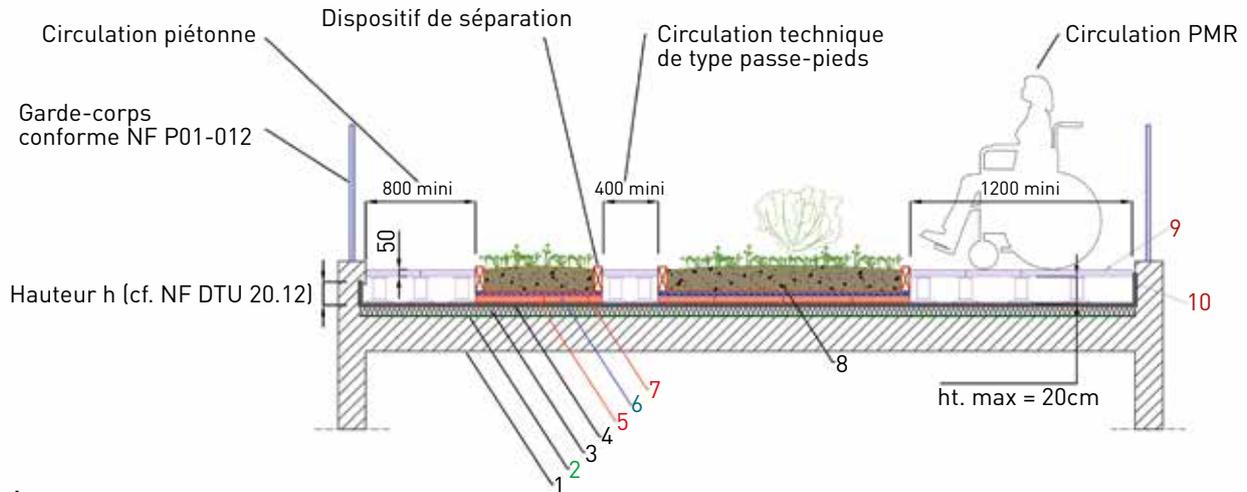


Figure 6. Coupe de principe de plates-bandes de toiture-terrasse avec accès limité aux acteurs professionnels

Plates-bandes - Accessible au public



Légende :

1. Élément porteur
2. Pare-vapeur
3. Isolant thermique
4. Revêtement d'étanchéité anti-racine
5. Protection d'étanchéité dure ou lourde (cf. § 9.7)
6. Couche drainante (fonction de rétention d'eau recommandée)
7. Filtre
8. Substrat organo-minéral pour l'AUT
9. Protection d'étanchéité sous zones circulées : dalles sur plots de classe T11
10. Solin porte-dalle

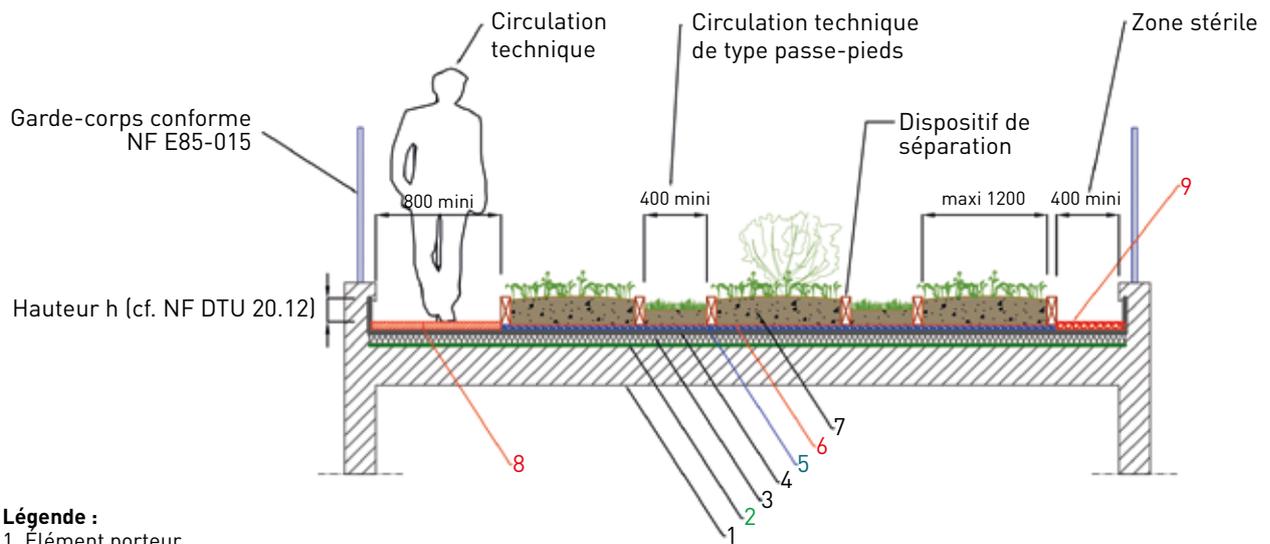
Figure 7. Coupe de principe de plates-bandes de toiture-terrasse accessible au public

Pleines surfaces



Figure 8. Cas de la pleine surface

Pleine surface - Accès restreint aux professionnels

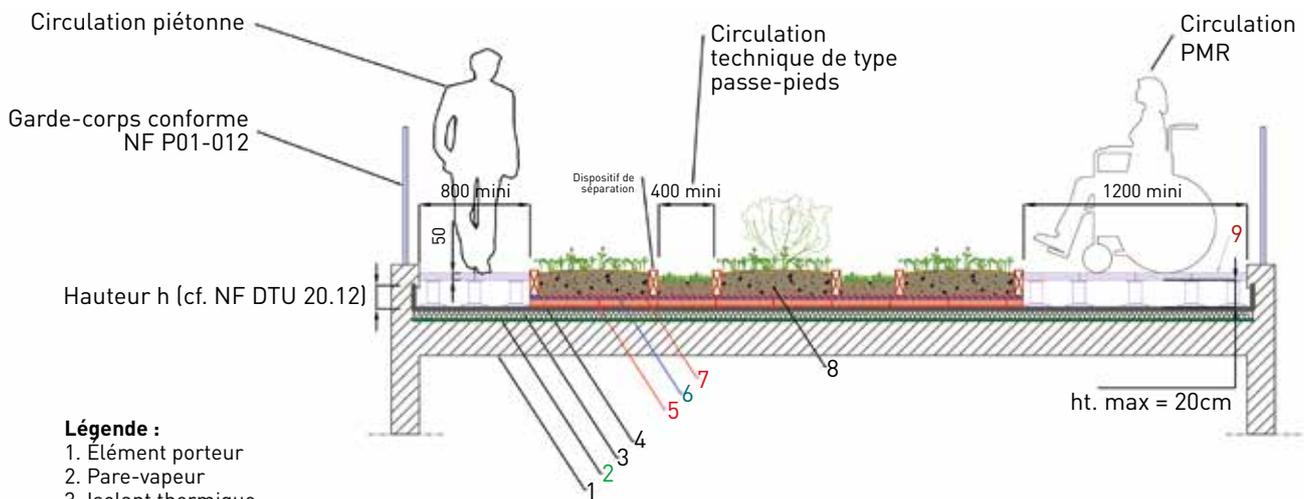


Légende :

- 1. Élément porteur
- 2. Pare-vapeur
- 3. Isolant thermique
- 4. Revêtement d'étanchéité anti-racine
- 5. Couche drainante (fonction de rétention d'eau recommandée)
- 6. Filtre
- 7. Substrat organo-minéral pour l'AUT
- 8. Protection d'étanchéité dure ou lourde (cf. § 9.7)
- 9. Zone stérile - protection par gravillons de 4cm d'épaisseur minimum

Figure 9. Coupe de principe d'une réalisation en pleine surface avec accès de la toiture-terrasse limité à des acteurs professionnels

Pleine Surface - Accessible au public



Légende :

- 1. Élément porteur
- 2. Pare-vapeur
- 3. Isolant thermique
- 4. Revêtement d'étanchéité anti-racine
- 5. Protection d'étanchéité dure ou lourde (cf. § 9.7)
- 6. Couche drainante (fonction de rétention d'eau recommandée)
- 7. Filtre
- 8. Substrat organo-minéral pour l'AUT
- 9. Protection d'étanchéité sous zones circulées (dalles sur plots de classe T11)

Figure 10. Coupe de principe d'une réalisation en pleine surface d'une toiture-terrasse accessible au public

Une mixité dans les aménagements en toiture permet de tenir compte des contraintes liées aux charges admissibles sur l'élément porteur et ainsi d'associer des zones de cultures et de production à des zones de végétalisation extensives ou semi-intensives, conduites de manière plus naturelles (zones de prairies, de graminées

ou herbacées). Ces espaces nécessitant moins d'interventions humaines que les zones cultivées permettent de contribuer à la réintroduction et au développement de la biodiversité végétale et animale au sein d'un projet d'AUT tout en réduisant le poids lié à l'épaisseur de substrat.

8. Principales caractéristiques de l'AUT dans le contexte réglementaire des toitures-terrasses

Le tableau 2 ci-dessous situe l'AUT dans le contexte réglementaire.

Tableau 2. Typologie et principales caractéristiques des toitures végétalisées

	TOITURES-TERRASSES			
	VÉGÉTALISÉES		« AGRICULTURE URBAINE »	JARDINS
Végétation	Extensive	Semi-intensive	De semi-intensive à intensive	Intensive
Destination des toitures (ou zones)	Toitures inaccessibles		Toitures accessibles ¹	Toitures accessibles
Circulation	Strictement réduite à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité et de végétalisation		Régulière, liée à l'exploitation	Piétonne
Élément porteur	Béton, béton cellulaire, tôles d'acier nervurées, bois ou panneaux à base de bois		Béton ²	Béton
Nature du support de culture	Substrat léger	Substrat léger	Terre végétale amendée ou substrat léger	Terre ou substrat léger
Épaisseur du support de culture	4 à 12 cm	12 à 30 cm	≥ 12 cm ^{3 et 4}	> 30 cm
Ordre de grandeur de la charge totale (daN/m ²)	80 à 180	150 à 350	150 à 600 ⁵	> 600
Documents de référence	RP TTV 2018		Le présent document	NF DTU 43.1 / 43.11
Arrosage	RP TTV 2018 Annexe F		Obligatoire	Au cas par cas
Pente maximale	20 %	5 %	5 %	5 %

¹ Au minimum toitures techniques au sens des normes NF DTU dans le cas d'accès limité à des acteurs professionnels.

² Ou d'autres éléments porteurs dans le cas de bâtiment neufs uniquement sous réserve d'une étude de structure spécifique.

³ Valeur seuil recommandée, les contraintes agronomiques sont d'autant plus importantes que les épaisseurs de substrat sont faibles.

⁴ Une couche de protection d'étanchéité lourde dure est obligatoire dans le cas de l'intervention d'acteurs non-professionnels sur épaisseur de support de culture ≤ 30 cm.

⁵ Ces valeurs correspondent aux charges généralement constatées sans être limitantes.

9. Critères de conception liés à la pratique d'AUT

Les projets d'AUT peuvent être conduits sur des bâtiments neufs et existants. Tous les projets d'AUT doivent commencer par une définition précise des objectifs et des attendus de l'aménagement envisagé.

Ce chapitre a pour objet de guider les maîtres d'ouvrage ou les porteurs de projets vers les normes et les documents de référence adéquats et, dans le cas d'une réfection ou du changement de destination d'un ouvrage existant, vers un état des lieux exhaustif de l'ouvrage.

9.1 La destination

Les toitures sont classées en trois catégories en fonction de leur niveau d'accessibilité :

- **Les toitures-terrasses accessibles** peuvent convenir à un usage professionnel et non-professionnel. Dans les deux cas, elles doivent être systématiquement équipées d'une protection d'étanchéité telle que définie au NF DTU 43.1 partie 1-1 § 6.6.2.1.
- **Les toitures jardins** au sens du NF DTU 43.1, doivent être rendues accessibles pour convenir à un usage en AUT (garde-corps conformes à la norme NF P01-012 et accès par escalier). La protection lourde de la membrane d'étanchéité, généralement une terre végétale de 30 cm d'épaisseur minimum devient alors le support de culture. Des dispositions particulières doivent encadrer l'usage d'une telle terrasse (règlement d'utilisation, accès restreint, restriction outils...).

- **Les toitures techniques** peuvent convenir à un usage en AUT si l'accès se déroule exclusivement dans le cadre d'une activité professionnelle, conformément au code du travail. Elles ne peuvent pas accueillir de public ou d'acteurs non-professionnels.
- **Les toitures inaccessibles** peuvent intégrer ponctuellement des zones cultivables à condition que celles-ci soient **traitées en terrasses techniques ou accessibles**. Les zones cultivables doivent alors être matériellement délimitées et respecter l'ensemble des règlements et des prescriptions relatives aux accès, aux dispositifs de sécurité périphériques, aux chemins d'accès, et aux spécifications techniques concernant le complexe d'étanchéité.

En résumé, les toitures-terrasses destinées à une activité d'AU doivent être considérées comme **accessibles** ou au minimum **techniques** au sens du NF DTU 43.1 suivant la manière dont l'activité sera exercée.

Le tableau 3 ci-dessous donne des indications sur la destination et le niveau d'accessibilité à donner à la toiture recevant une activité d'agriculture urbaine.

Le tableau de l'Annexe 1 regroupe pour tous les types d'usage du bâtiment, l'ensemble des critères de conception à prendre en compte.

Le classement d'une toiture en fonction de la destination et du niveau d'accessibilité, doit être défini dans le cadre du permis de construire pour un projet neuf et en réhabilitation. Il est déterminant au regard des critères qui suivent aux § 9.2 à 9.9.

Tableau 3. Accessibilité de la toiture selon l'usage prévu

Niveau d'accès attendu	Catégories de toitures (au sens du NF DTU 43.1)			
	Toitures inaccessibles	Toitures techniques	Toitures jardins accessibles	Toitures-terrasses accessibles
Accès strictement limité à un usage de production agricole réservé à des acteurs professionnels	NA	A	A	A
Accès strictement limité à un usage de production agricole ouvert au public	NA	NA	A	A
Accès privatif strictement limité à un usage de loisir	NA	NA	A	A
Accès ouvert au public	NA	NA	A	A

A : Admissible en AUT / NA : non admissible en AUT

9.2 L'élément porteur admis

De manière générale, les éléments porteurs peuvent être de trois types (cf définition chapitre 5) :

- en maçonnerie / béton armé : ces éléments porteurs sont définis dans le NF DTU 20.12 ;
- en tôles d'acier nervurées (TAN) posées sur une ossature selon le NF DTU 43.3 ;
- en bois massif ou panneaux dérivés du bois fixé sur une charpente en acier, une en béton ou en bois. Ils sont définis dans le NF DTU 43.4.

Seuls les éléments porteurs de type maçonnerie de pente limitée à 5% et définis au NF DTU 20.12 sont de nature à être accessibles et sont par conséquent admissibles pour l'utilisation en AUT.

Au sens strict, les NF DTU 43.3 [§ 3.2] des éléments porteurs en tôles d'acier nervurées et NF DTU 43.4 [§ 4.2.1] du bois ou panneaux dérivés du bois ne visent pas l'accessibilité. Par conséquent, ils ne sont pas admissibles pour l'utilisation en AUT. Néanmoins, une étude structure particulière réalisée par un bureau d'études et faisant l'objet d'un avis favorable d'un bureau de contrôle peut évaluer au cas par cas l'emploi des tôles d'acier nervurées et du bois comme éléments porteurs.

Dans tous les cas, du neuf comme de l'existant, le maître d'ouvrage vérifiera avec son maître d'œuvre que la structure est apte à recevoir les charges occasionnées par le système de végétalisation et l'exploitation envisagés en toiture.

Dans le cas particulier de l'existant, les travaux de réfection des étanchéités sont décrits dans le NF DTU 43.5 qui aborde tous les détails liés à ce type d'opération.

9.3 Les charges à prendre en compte

La charge totale à prendre en compte pour le dimensionnement d'un constituant de la toiture ou la vérification d'une capacité de la structure existante est définie par les normes NF DTU de la série 43.

Elle est toujours la somme :

- des **charges permanentes** situées sur la toiture : poids propres des constituants du **complexe d'isolation -étanchéité, de sa protection et du système de végétalisation à CME**⁵.

La charge permanente du **système de végétalisation** de type potager est exprimée dans une étude technique remise au client, elle se détaille comme suit :

- **poids à CME** des constituants du système (couche drainante, couche filtrante, substrat) indiqué au cas par cas dans les fiches techniques du fabricant ;
- **poids de la végétation** incluant la surcharge permanente liée à la production de fruits/légumes, par défaut 15 daN/m² ;
- **poids d'un amendement** complémentaire de type compost, par défaut 15 daN/m².

NB : 1 daN/m² correspond approximativement à 1 kg/m².

- de la plus élevée soit des **charges climatiques** (cf. les Eurocodes et les NV65 modifiées qui fixent les valeurs des charges de la neige à prendre en compte et les effets du vent qui permettent d'évaluer les efforts correspondant agissant sur la structure), soit des **charges d'exploitation** dont **charges d'entretien**⁶.

Des **charges d'exploitation** sont proposées en Annexe 1, elles sont à adapter par les concepteurs en fonction du projet et de l'usage ultérieur éventuel de l'ouvrage.

NB : l'AUT peut intégrer des contenants non solidaires du support (cas des conteneurs, sacs, bacs, jardinières) représentant des charges ponctuelles. Le poids de ces contenants doit être intégré dans les charges permanentes.

Les charges ponctuelles des contenants non solidaires doivent être prises en compte dans l'étude de structure par un bureau d'études.

9.4 La nature du complexe d'étanchéité

Par complexe d'étanchéité, il convient d'entendre l'isolant et le revêtement d'étanchéité.

Le revêtement d'étanchéité doit :

- être résistant à la pénétration des racines (répondant à la NF EN 13948) ;
- présenter un classement I5 (classement FIT) ;
- être visé par un DTA⁷ pour un emploi :
 - en toiture-terrasse jardin ;
 - en toiture végétalisée.

De même, l'**isolant thermique** choisi doit impérativement :

- bénéficier d'une performance mécanique en compression suffisante : **classe de compressibilité « C » minimum** suivant cahier CSTB 2358_V2.
- être visé par un DTA pour un emploi :
 - en toiture-terrasse jardin ;
 - en tant que support de dalles sur plots dans le cas de présence de charges ponctuelles permanentes (bacs, jardinières).

⁵ Capacité Maximale en Eau (exprimée en l/m²).

⁶ Soit lorsque nécessaire la combinaison de service de ces charges définie par le maître d'œuvre.

⁷ Document Technique d'Application.

Cas de l'isolation inversée : l'isolation inversée consiste à placer les panneaux d'isolant thermique au-dessus du revêtement d'étanchéité. Dans le cas de l'AUT, la protection mécanique apportée à l'étanchéité par l'isolation inversée peut être un avantage eu égard aux risques de poinçonnement. Une couche d'interposition décrite dans le Document Technique d'Application du procédé d'isolation inversée peut être placée entre l'isolant et le système d'AUT.

Les critères de résistance de la membrane ou de l'isolant ne sont pas visibles sur les produits. Le maître d'œuvre ou l'entreprise d'étanchéité peut attester de la conformité du complexe d'étanchéité aux exigences ci-dessus.

9.5 Protection mécanique de l'étanchéité

L'AUT peut dans certains cas, impliquer un travail régulier de la couche de culture. Aussi et particulièrement dans le cas d'un usage de loisir, exploitation par des acteurs non-professionnels, il est impératif de s'assurer que le revêtement d'étanchéité bénéficie d'une **protection mécanique** afin d'éviter toutes détériorations éventuelles. Les outils de travail du sol et leurs usages devront être adaptés.

Les NF DTU définissent les différentes protections d'étanchéité : protections **lourdes meubles, protections lourdes dures, jardin**. Il revient au concepteur du système de contrôler que la protection de l'étanchéité est en adéquation avec l'usage attendu de la terrasse en AUT.

Il est rappelé que **l'autoprotection** sous forme de granulats ou paillettes (d'ardoises) sur la couche de surface de l'étanchéité ne constitue ni une couche de circulation, ni une protection mécanique suffisante pour l'AUT.

La protection de l'étanchéité dans les zones de circulation est traitée au § 9.7.

Dans le cas particulier de l'AUT, l'isolation inversée peut être un avantage eu égard aux risques de poinçonnement (*Voir § 9.4. La nature du complexe d'étanchéité - Cas de l'isolation inversée*).

Les protections diffèrent selon la qualité de l'exploitant :

• Usage par des acteurs non-professionnels

Dans le cas où l'épaisseur de substrat est inférieure à 30 cm, la mise en place d'une **couche de protection d'étanchéité de type anti-perforation** (exemple : dalles béton, panneaux polystyrène extrudé, géotextile 2 kg/m²) est nécessaire en raison du travail régulier du substrat. Cette couche de protection reste toutefois recommandée au-delà de 30 cm d'épaisseur de substrat. Dans le cas d'un système avec isolation inversée, cette couche n'est pas indispensable.

• Usage par des acteurs professionnels

À défaut de préconisations particulières, la couche drainante⁸ associée à une couche filtrante peut être considérée comme une protection minimum admissible. Une formation spécifique aux risques liés à la présence d'une étanchéité doit être dispensée à toute personne qui a accès à cette toiture.

Une consigne passée aux exploitants n'est pas suffisante, les pratiques culturelles et les acteurs peuvent changer. Aussi, un règlement des pratiques d'exploitation doit être rédigé et transmis aux utilisateurs, ainsi qu'une signalétique pérenne visible au niveau des zones d'accès à la toiture. La protection d'étanchéité est normalement dans le lot de l'entreprise d'étanchéité.

9.6 Les dispositifs de prévention des chutes de hauteur

Qu'elles soient accessibles ou non, toutes les toitures-terrasses doivent être équipées de protections périphériques permettant aux utilisateurs d'être protégés contre les risques de chutes. Un garde-corps est nécessaire et obligatoire lorsque la hauteur de chute dépasse 1 m pour les garde-corps conformes à la NF P01-012 et 0,5 m dans le cas de la NF E85-015.

De manière générale, pour la phase exploitation des toitures accessibles au public, à défaut d'acrotères de hauteur supérieure à un mètre, il y a lieu de prévoir des garde-corps conformes à la norme NF P01-012 en périphérie de la toiture et autour des lanterneaux s'ils ne sont pas surélevés. Il convient de prendre en compte les débattements des lanterneaux de désenfumage ou d'accès éventuels en position ouverte pour le positionnement des garde-corps et équipements.

Une attention particulière doit être portée :

- vis-à-vis des risques d'appuis précaires (ZSP⁹) que peuvent constituer des équipements associés aux terrasses en AUT (pots et jardinières situés à proximité des rives) ;
- vis-à-vis des ouvertures en toitures de type lanterneaux. Ceux-ci doivent être encadrés par des garde-corps ou être munis d'une grille antichute dans le cas des terrasses techniques. Aucun matériel ne doit être posé dessus.

Dans le cas particulier d'accessibilité limitée à des acteurs professionnels, cas des toitures techniques au sens du NF DTU, des garde-corps conformes à la norme NF E85-015, fixés à la structure sont admis. Ces derniers garde-corps ne visent qu'à prévenir les chutes accidentelles des professionnels exploitants. Ils ne sont pas adaptés à l'accessibilité du public.

Les seuls dispositifs de sécurité réglementaires admis pour un usage de la terrasse en AUT sont exclusivement permanents et de type collectif. Dans le cas particulier de l'AUT, les dispositifs de protection individuelle (de type « points d'ancrage » ou « lignes de vie ») sont proscrits par le Code du travail.

⁸ Cf. RP TTV 2018 § 6.2.2 p19.

⁹ Zone de Stationnement Précaire : emplacement sensiblement horizontal, normalement accessible, dont les dimensions ou la disposition permettent d'y prendre appui au moins sur un pied, mais non de s'y tenir debout autrement qu'en équilibre momentané instable ou en équilibre assisté. Une ZSP est définie par une distance horizontale par rapport au garde-corps périphérique et verticale par rapport au niveau de stationnement normal.

9.7 Les moyens d'accès à la terrasse et la sécurité des personnes

L'exploitation d'une toiture dans une optique de production agricole implique une logistique de matériel et de récolte spécifiques ; aussi les échelles extérieures au bâtiment, à crinoline ou non, les échelles intérieures avec des accès par lanterneau sont proscrites.

Dès lors, l'accès à la terrasse doit se faire directement par un escalier. L'accès peut également se faire grâce à une passerelle depuis une autre toiture accessible.

Dans le cas des ERP, un ascenseur est obligatoire, si la toiture-terrasse est accessible, pour permettre l'accès par les Personnes à Mobilité Réduite.

Pour la bonne conduite de « l'exploitation agricole » en toiture, l'installation d'un monte-charge est conseillée mais non obligatoire.

Le nombre d'issues de secours, leurs largeurs, sont à déterminer en fonction de la réglementation à laquelle les locaux se rattachent (habitation, ERP, code du travail, IGH) de même que les éclairages de secours, balisages... Lorsque le bâtiment est équipé d'un système d'alarme sonore incendie, la toiture doit également en être équipée.

9.8 Les chemins de circulation

9.8.1. Chemin type « protection dure »

Les types de protections autorisées sont similaires à ceux des chemins de circulations techniques au sens du NF DTU 43.1 :

- dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle posées à sec ;
- dalles en béton préfabriquées ou en pierre naturelle posées sur plots plastiques réglables ;
- dallage en béton armé coulé en place, sur couche de désolidarisation.

Elles doivent être mises en œuvre selon le § 6.6 du NF DTU 43.1, P1-1.

9.8.2. Chemin type « protection lourde meuble (substrat) »

Dans le cas d'un usage par un acteur professionnel de la surface en AUT, un lit de substrat de même nature que

celui pour l'agriculture urbaine en toiture peut constituer un chemin de circulation. Compte tenu du caractère meuble du substrat, la circulation devra être limitée et l'exploitant veillera à maintenir une épaisseur minimum et constante dans le temps de 12 cm.

Dans cette configuration, les couches drainantes et filtrantes devront obligatoirement être distinctes de la couche de substrat.

Dans le cas d'un usage par un non-professionnel, les dispositions du § 9.5 s'appliquent.

9.9 L'arrosage des toitures cultivées

Les besoins en eau des plantes cultivées en toitures sont généralement plus importants que dans le cas des toitures végétalisées extensives ou semi-intensives. L'apport d'eau est néanmoins variable en fonction de différents critères tels que : les objectifs de production, les plantes sélectionnées, la période de l'année et les conditions météorologiques, l'épaisseur et la nature du substrat. Les zones cultivées peuvent être associées à des zones de biodiversité sur lesquelles un arrosage peut également être nécessaire pendant les périodes de sécheresse.

Un ou plusieurs point(s) d'eau sur la toiture sont donc indispensables. Tout point de la terrasse devra être situé à moins de 30 mètres de ce point d'eau.

Il est recommandé d'attendre leur mise en service avant d'effectuer une quelconque opération de semis ou de plantation.

L'accès au(x) point(s) d'eau ou au système d'arrosage (qu'il soit automatique ou non) doit être possible en tous temps. Le système d'arrosage doit pouvoir être mis hors gel pendant toute la période hivernale.

L'arrosage peut être réalisé à partir du réseau d'eau potable, les caractéristiques pour le dimensionnement des points d'eau sont données ci-dessous (tableau 4).

La mise en place d'une citerne de stockage d'eau pluviale en toiture doit être précédée d'une étude de charge admissible sur l'élément porteur. L'usage d'eau de pluie doit tenir compte des risques sanitaires inhérents à son stockage.

Tableau 4. Débit et pression dynamique recommandés pour l'arrosage en fonction de la surface de la toiture végétalisée (Source RP TTV Édition n°3 mai 2018 – Tableau 16 Annexe F)

Surface* par secteur arrosé (m ²)	Débit (m ³ /h) (au point d'eau en toiture)	Pression dynamique (bars) (au point d'eau en toiture)	Diamètre recommandé du point d'eau en toiture (mm)
0 à 200	2,5	3,0	32
200 à 500	3,5	3,5	40
500 à 3 000	5,0	4,0	50
> 3 000	Une étude hydraulique doit être réalisée		

* Ces surfaces correspondent au dimensionnement d'un seul point d'eau. En présence de plusieurs points d'eau, il conviendra, pour le dimensionnement, de considérer les surfaces arrosées par chaque point d'eau.

10. Cas particulier des jardinières

La culture en jardinière représente un des modes de cultures les plus courants de l'AUT.

Avertissement : il est de la responsabilité du maître d'œuvre de veiller au bon emplacement des jardinières. Placées trop proches du garde-corps périphérique de la terrasse, elles sont susceptibles d'entraîner une diminution du niveau de sécurité en réduisant la hauteur de protection (par exemple dans le cas d'une jardinière placée le long du garde-corps et faisant ainsi office « d'appui précaire » ou permettant l'agenouillement au sens de la norme NF P01-012). Voir § 9.6 Les dispositifs de prévention des chutes de hauteur.

Rappel : dans le cadre de projet sur terrasse existante, compte tenu des règles de pondération complexes, les charges d'exploitation ne doivent pas être considérées comme des charges permanentes. Seul un bureau d'étude structure peut déterminer les charges disponibles pour le projet d'AUT (cf. § 9.3 Les charges à prendre en compte).

10.1 Définitions

La partie 3 du NF DTU 43.1 (guide à l'attention du maître d'ouvrage) définit les dispositions particulières aux jardinières transportables dans son chapitre 6 et l'aménagement des toitures-terrasses recevant des jardinières rapportées au chapitre 7. Elles sont classées en deux catégories et se définissent comme suit :

10.1.1. Jardinières non transportables

On entend par jardinière non transportable, une jardinière rapportée sur la toiture, désolidarisée de la structure dont le poids est supérieur à 90 kg, la hauteur de substrat est limitée à 50 cm, et qui ne répond pas à la définition du § 10.1.2 des jardinières transportables.

Les jardinières non transportables ne sont installées ni sur les dalles sur plots ni sur les plots, aucun élément ne doit être fixé dans le revêtement d'étanchéité (partie courante et relevés). Une protection d'interposition de type matériau résilient sera placée sous la jardinière.

Enfin, certaines jardinières non transportables peuvent déroger aux règles de disposition prévues au NF DTU 43.1 dans la mesure où leur conception permet de visiter les relevés d'étanchéité et d'intervenir sur ces zones. C'est par exemple le cas avec des jardinières à double fond surélevé avec trappe de visite permettant cette intervention.

10.1.2. Jardinières transportables

On entend par jardinière transportable, tout type de jardinière rapportée sur la toiture qui, chargée en terre et végétaux, reste facilement déplaçable manuellement par l'équipe d'entretien de l'étanchéité (généralement deux personnes) sachant qu'il est recommandé de limiter la charge à soulever à 45 kg par personne.

Les jardinières transportables à surface d'appui plane (figure 4 page 9, jardinière à droite du schéma) sont installées sur la protection de l'étanchéité et reposent :

- soit directement sur le revêtement d'étanchéité par l'intermédiaire d'un matériau résilient, la pression sur le revêtement ayant les limites indiquées au § 9.1 du NF DTU 43.1 partie 1-1.
- soit sur les dalles de protection dans le cas de dalles sur plots.

Les jardinières transportables reposant par l'intermédiaire de pieds (figure 4 page 9, jardinière à gauche du schéma) sont mises en œuvre :

- soit sur des dalles en béton posées sur le revêtement d'étanchéité dans les conditions décrites au § 9.1 du NF DTU 43.1 partie 1-1,
- soit sur les dalles de protection dans le cas de dalles sur plots.

La culture en jardinière est un des modes de culture les plus courants de l'AUT. Cette limitation du poids à 90 kg y compris substrat et végétaux restreint les volumes possibles d'une jardinière transportable et les possibilités de conception.

Le présent document ouvre la possibilité de déroger à ces principes, cependant des conditions strictes sont à respecter :

- il est tout d'abord primordial de s'assurer que la charge rapportée par la jardinière dans son ensemble reste inférieure à la portance admissible de la structure et du complexe d'étanchéité (isolant et étanchéité) ;
- les végétaux doivent être aisément transplantables : faible système racinaire, taille réduite ;
- le contenant (bac, jardinière) une fois vidé de ses végétaux et de son substrat doit peser moins de 90 kg.

Il est en outre possible de concevoir des jardinières déplaçables, soit au moyen de roulettes adaptées intégrées aux bacs, soit au moyen d'un matériel de transport de faible poids qui peut s'acheminer facilement sur le toit, de type transpalette ou « diable ». Dans ces cas il y a également des conditions strictes à respecter : il est primordial de s'assurer que la charge rapportée par la jardinière dans son ensemble reste inférieure à la portance admissible de la structure et du complexe d'étanchéité (isolant et étanchéité) sur la zone de stationnement et les zones de déplacement. Par ailleurs le cas de jardinières sur roues déplaçables n'est possible que sur une protection dure circulaire de l'étanchéité.

Dans le cas de jardinières déplaçables sans roulettes intégrées :

- le bac est conçu et dimensionné pour être porté,
- le support de roulement est adapté (planimétrie) et il est possible de stocker le matériel de transport à proximité ou de l'acheminer aisément,
- dans le cas d'une terrasse avec dalles sur plots, une vérification de la classe de résistance des dalles doit être effectuée.

10.2 Étude d'installation

L'étude d'installation des jardinières transportables ou non transportables vérifie la résistance à la déformation sous compression des différents constituants de la toiture et notamment celles de l'élément porteur, de l'isolant thermique éventuel, de l'étanchéité et de la protection.

Les jardinières rapportées ne sont pas installées au droit des points singuliers tels que :

- évacuations d'eaux pluviales ;
- noues ;
- caniveaux ;
- joints de dilatation.

Les jardinières ne doivent pas gêner l'écoulement de l'eau, entraver la vérification des systèmes d'évacuation d'eaux pluviales ni empêcher le nettoyage régulier de la terrasse, voire la réfection de l'étanchéité.

La jardinière non transportable est considérée comme un équipement technique. Son implantation et sa mise en œuvre ainsi que la protection mécanique interposée sont réalisées conformément aux normes NF DTU 43. Deux cas sont à envisager (figure 11) :

- la longueur (l) de la jardinière mesurée parallèlement à l'émergence voisine, est inférieure ou égale à 1,20 m : l'équipement doit être à une distance (d) de l'émergence et de l'entrée d'eaux pluviales, supérieure ou égale à 0,50 m ;
- la longueur (l) est supérieure à 1,20 m : l'équipement doit être à une distance de l'émergence et de l'entrée d'eau pluviale, supérieure ou égale à 1 m.

Les jardinières transportables sont susceptibles d'entraîner une diminution du niveau de sécurité en réduisant la hauteur de protection, elles ne doivent pas être placées trop proches du garde-corps périphérique de la terrasse (voir avertissement au début du chapitre 10).

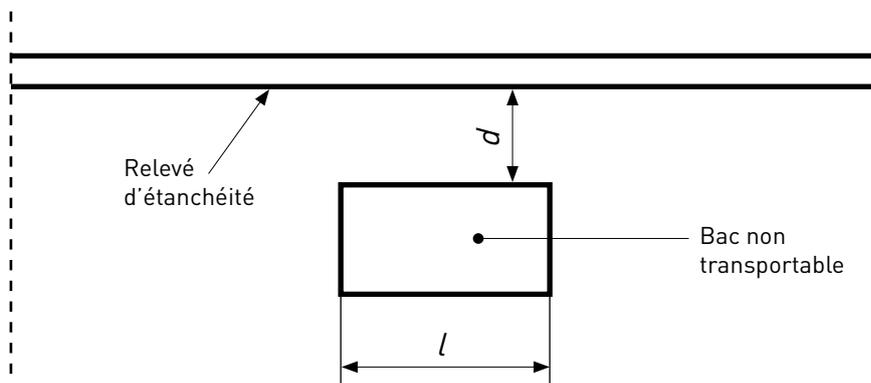


Figure 11.
Exemple d'implantation
de jardinière
non transportable
(Source : NF DTU 43)

11. AUT sur bâtiment existant

Toutes les toitures des bâtiments existants ne sont pas aptes à recevoir une activité d'agriculture urbaine. Il convient de réaliser une étude préalable en faisant appel à des professionnels pour évaluer la faisabilité d'un tel projet, notamment :

- bureau d'études pour l'étude et la définition des charges « disponibles » pour le projet d'AUT ;
- professionnel de l'étanchéité de toiture pour l'évaluation du complexe d'isolation-étanchéité en place.

Seule la terrasse jardin avec son support maçonné est prédisposée à une utilisation en AUT.

La mise en œuvre d'un nouveau revêtement d'étanchéité peut impliquer des travaux d'isolation pour satisfaire la réglementation en vigueur ou réduire la consommation énergétique.

Si le complexe d'étanchéité s'avère inapte à recevoir un système de végétalisation ou de terrasse-jardin, alors sa mise en conformité est obligatoire suivant les modalités du NF DTU 43.5 et RP TTV § 6.1.2.1.

Exemple de critères d'inaptitude :

- présence de panneaux isolants en laine minérale ;
- présence de panneaux isolants de classe de compression inférieure à C ;
- présence d'un revêtement étanchéité non anti-racine.

Si au contraire le complexe d'étanchéité est encore fonctionnel après diagnostic par un acteur professionnel, il n'est pas toujours impératif de le remplacer. Toutefois il est impératif de faire appel à un acteur professionnel de l'étanchéité notamment pour la conception de la protection de l'étanchéité au poinçonnement et aux racines, de l'accessibilité et des moyens d'accès.

A noter enfin qu'un changement d'usage de la toiture impacte sa classification. Aussi, l'assurance multirisques du bâtiment doit être adaptée à ses nouveaux fonctionnements et usages. L'impact sur les garanties pourra être défini après un inventaire précis de la protection du complexe d'étanchéité, des charges complémentaires apportées, des hauteurs de relevés d'étanchéité, des préconisations en termes d'entretien et des dispositions relatives à la sécurité du public (*cf. chapitre 9*).

Le tableau 5 ci-dessous présente une synthèse des principaux critères impliqués dans la conception d'un projet d'AUT et exprime, sous forme de code couleur, l'aptitude d'une toiture existante à répondre aux exigences réglementaires et techniques de l'AUT.

L'ensemble des critères cités dans le tableau sont détaillés dans le chapitre 9.

- **Vert** : critère compatible pour l'AUT ;
- **Orange** : critère qui requiert un point de vigilance particulier ;
- **Rouge** : critère généralement critique.

Tableau 5. Aptitude d'une toiture existante à répondre aux exigences réglementaires et techniques de l'AUT

Catégorie de toiture existante	Charges à prendre en compte	Nature du complexe d'isolation	Nature du complexe d'étanchéité	Protection du complexe isolation étanchéité	Moyens d'accès*	Dispositif de sécurité des personnes
Toiture inaccessible	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
TTV	Rouge	Vert	Vert	Rouge	Rouge	Rouge
Technique	Orange	Vert	Rouge	Rouge	Rouge	Orange
Accessible piéton	Vert	Vert	Rouge	Orange	Vert	Vert
Accessible VL	Vert	Vert	Rouge	Vert	Vert	Vert
Terrasse Jardin	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert

* L'accessibilité éventuelle des PMR est un point de vigilance qui sera étudié au cas par cas.

12. Conditions microclimatiques et de proche environnement

Les toitures-terrasses présentent des conditions particulières pour la conduite de cultures telles que :

- la hauteur du bâtiment ;
- l'exposition au vent ;
- la variation de température ;
- l'absence de pluie ;
- l'ensoleillement et le phénomène d'ombrage.

Ces caractéristiques demandent à être étudiées précisément dans le cadre d'une production à vocation économique. Dans le cadre de projet de jardinage de loisir, il faudra surtout adapter la palette végétale, à l'épaisseur du substrat en place et à l'exposition de la toiture.

La localisation des zones cultivables en toiture implique une **notion de hauteur** qui engendre des variations de conditions microclimatiques à l'échelle du bâtiment ou du quartier.

Les **contraintes de vent**, ponctuellement beaucoup plus fortes et prolongées qu'au sol, génèrent un effet de dessèchement rapide des zones de culture¹⁰. Les zones situées aux angles des toitures sont les plus concernées par des phénomènes de turbulences et nécessitent des dispositions spécifiques¹¹ face aux risques d'envol. L'entretien régulier prévu dans le cadre d'une activité d'AUT permet d'éviter le déplacement du substrat situé dans les zones cultivées ou celui des gravillons éventuellement situés dans les zones stériles.

Des précautions particulières doivent être prises pour le cas de la cabane de jardin, du local à outillage, de structures verticales à palisser qui présentent une forte prise au vent. Afin de les rendre stables au vent, ils peuvent être solidaires de la structure, lestés ou haubanés.

Le risque d'envol nécessite également de lester ou de fixer tous les accessoires installés sur la toiture, tels que les bâches de culture ou les voiles de forçage, nichoirs, bacs divers, composteurs, ruches, station météo. L'ensemble de l'outillage et du petit matériel nécessaire à l'entretien et à la récolte doivent être rangés dans un abri fermé afin d'éviter la chute d'objets de la toiture.

Le vent desséchant, ajouté aux fortes températures et aux risques de périodes de sécheresse prolongées rendent obligatoire la présence d'un ou plusieurs point(s) d'eau correctement dimensionné(s) en débit/pression en toiture. Les systèmes d'arrosage doivent être adaptés dès la conception (*voir § 9.9 Arrosage des toitures cultivées*).

Les toitures-terrasses sont également particulièrement exposées au **rayonnement solaire** et à des amplitudes thermiques fortes liées aux surfaces minérales environnantes, aux équipements de production de froid ou de ventilation sur terrasses et aux activités humaines proches. Les zones de cultures sont à éviter à l'extrémité des équipements de ventilation.

Inversement, en milieu urbain dense, les zones cultivées en toitures pouvant être concernées par des effets **d'ombre portée**, celles-ci doivent être identifiées au stade de l'étude. D'une façon générale, les rangs de culture palissés seront préférentiellement disposés en orientation nord/sud afin de ne pas créer d'ombrage sur les rangs avoisinants.

La **réverbération des façades vitrées** peut s'avérer importante et accentuer les risques de sécheresse provoquée par un effet loupe des rayons du soleil sur des façades vitrées ou métalliques. Il est important d'en tenir compte dans la disposition de la végétation.

Outre ces éléments perturbateurs de l'installation de végétaux en toiture, il faut tenir compte des oiseaux qui peuvent être à l'origine de nombreux dégâts pour les cultures. Une protection par des filets peut s'avérer nécessaire.

Dans tous les cas et pour chaque projet, l'identification des zones non propices à la culture est réalisée dans l'étude technique au moment de la conception du projet. Il est recommandé de se rapprocher des acteurs professionnels de l'étanchéité et de la végétalisation de toitures pour mettre en place des dispositions adaptées.

¹⁰ La densité à sec des matériaux granulaires utilisés dans les systèmes de culture doit présenter une résistance suffisante à la dépression due au vent.

¹¹ Se conformer à l'article 6.6.4.1. du NF DTU 43.1 P1-1.

13. Référentiel technique concernant le substrat

Une diversité importante de substrats est utilisée en AUT :

- **terreaux potagers** : mélanges composés en majorité de matières organiques végétales (entre autres : tourbe, coco, écorce compostée, compost de déchets verts), de matières minérales, de terre. On peut trouver aussi d'autres matières premières alternatives souvent issues de l'économie circulaire telles que paille, marc de café, laine de mouton. Ces différents mélanges peuvent être enrichis en engrais.
- **terre végétale** : terre issue d'horizon de surface pouvant être mélangée avec des matières organiques ou minérales.

Tous les substrats utilisés doivent satisfaire aux exigences de la norme NF U44-551 d'application obligatoire.

À ces substrats viennent s'ajouter des amendements organiques : matières fertilisantes destinées à l'amélioration ou au maintien des propriétés physiques, chimiques et biologiques qui répondent aux exigences de la norme NF U44-051.

Étant donné l'importance du substrat de culture en AUT, et l'impact de charge sur l'ouvrage, le présent document recommande l'usage de substrats ayant des caractéristiques techniques contrôlées. Les caractéristiques techniques suivantes doivent être communiquées au maître d'ouvrage :

- le poids à CME¹² (kg/m²) qui conditionne le dimensionnement de l'élément porteur ;
- la Capacité Maximale en Eau ou CME (%) ;
- la perméabilité (mm/min = vitesse d'infiltration) ;
- le tassement (%) ;
- les critères obligatoires des normes :
 - NF U44-551 pour les supports de culture ;
 - NF U44-051 pour amendements organiques.

Avertissement : les terres végétales, notamment celles provenant de décapage ou d'excavation urbaines, peuvent avoir été polluées par des molécules organiques (hydrocarbures) ou ETM (Éléments Traces Métalliques) dont Cadmium, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc, Chrome, Mercure¹³.

Les risques de pollutions peuvent aussi concerner les matières d'origine organique. Dans tous les cas, on vérifiera les teneurs en différentes bactéries¹⁴.

De la même façon, les teneurs en polluants éventuels doivent être vérifiées dans les amendements organiques : la norme NF U44-051 comprend notamment des spécifications sur les teneurs en ETM mais aussi sur les teneurs en microorganismes. Ces valeurs ne sont pas les mêmes que pour les substrats, et dans le cadre de l'application en agriculture, il faudra prendre en compte les recommandations liées aux cultures maraîchères.

Les boues d'épuration et les produits qui en sont issus ne peuvent pas être utilisés dans la fabrication des supports de culture, conformément à la norme NF U44-551.

En raison de leur richesse en matière organique, les substrats utilisés en AUT sont soumis à un phénomène naturel et prévisible de tassement. Celui-ci peut généralement varier selon la nature du substrat de 20 à 30 %.

Le pourcentage de tassement doit être pris en compte lors de l'étude préalable de dimensionnement.

¹² Cf. RP TTV 2018, Annexes G1 à G5 p.58 à p.72.

¹³ Valeurs seuils des ETM cf Annexe C de la NF U44-551.

¹⁴ Teneurs maximales autorisées ou recommandées issues des Annexes D et E de la norme NF U44-551.

14. Notions d'entretien et d'exploitation

14.1 L'entretien des ouvrages d'étanchéité

Outre la dimension d'exploitation propre à ces espaces de production agricole, l'agriculture urbaine lorsqu'elle est pratiquée en toiture-terrasse, donne lieu à des dispositions particulières relatives à l'entretien des ouvrages d'étanchéité.

Celles-ci sont décrites dans le NF DTU 43.1 pour le cas du support porteur béton et dans les RP TTV¹⁵ pour les autres supports.

Préconisations générales d'entretien de la toiture-terrasse :

- examen général des ouvrages d'étanchéité visibles ;
- vérification des relevés d'étanchéité ;
- inspection de tous les ouvrages complémentaires émergents sur la toiture ;
- vérification et nettoyage des entrées d'eaux pluviales et trop-pleins ;
- enlèvement des mousses, des herbes et de la végétation indésirable (adventices) en particulier les espèces figurant dans la liste des plantes interdites en toitures végétalisées¹⁶ ;
- enlèvement des débris et menus objets ;
- remise en ordre éventuelle des protections meubles ;
- nettoyage des parties courantes du revêtement de circulation et du revêtement support des plots ;
- contrôle des chemins de circulation (maintien de l'épaisseur de la protection meuble).

L'entretien est obligatoire et défini dans le Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage (D.I.U.O.).

Il est à la charge du propriétaire ou de l'exploitant du bâtiment et doit être formalisé au plus tard à la réception de l'ouvrage par un contrat d'entretien auprès d'une entreprise compétente. Il porte sur l'étanchéité y compris les zones stériles.

14.2 Exploitation des espaces d'AUT

L'exploitation de la surface cultivée doit faire l'objet d'une contractualisation entre l'exploitant et le maître d'ouvrage ou le gestionnaire du bâtiment.

Les dispositions d'exploitation doivent être prises en compte dès la conception et maintenues durablement quels que soient les exploitants à venir ; elles sont rappelées ci-après.

Dispositions d'exploitation

Une vigilance particulière doit être assurée lors des **opérations ultérieures d'amendement organique ou de paillage** des supports de culture en place. Ces interventions représentent un apport de charge complémentaire significatif qui doit avoir été prévu lors des étapes de conception et de mise en œuvre. Aussi, l'exploitant devra respecter les charges admissibles prévues.

L'AUT implique un travail régulier de la couche de culture ce qui accroît le **risque de perforation de la membrane**, tout particulièrement dans le cas d'un usage de loisir (exploitation par des acteurs non-professionnels). Il est donc impératif de s'assurer que le revêtement d'étanchéité bénéficie d'une protection mécanique telle que décrite dans le § 9.5. Les utilisateurs des outils de travail du sol devront recevoir une formation spécifique. Une signalétique rappelant les risques d'usage sera judicieusement mise en place.

L'exploitation d'un site d'AUT implique des flux réguliers de personnes et de matériaux (amendements, récoltes, matériel, etc.). **Le maintien des accès à la toiture** devra rester adapté à cette logistique d'exploitation (cf. § 9.6, 9.7 et 9.8) :

- monte-charges pour l'acheminement de charges lourdes ;
- accès et circulations adaptés à la fréquentation ;
- prévention des risques (chute, incendie).

L'exploitation en toiture justifie le recours à un **local technique** pour l'entreposage des outils et du matériel d'exploitation. Ce local technique peut être soumis à un règlement d'urbanisme.

Il conviendra aussi de prévoir un emplacement pour un **bac à compost**. À noter que l'innocuité des jus de compost sur le revêtement d'étanchéité n'étant pas démontrée, il convient de mettre en place un dispositif de collecte et de rétention des jus afin d'éviter le contact prolongé avec le revêtement d'étanchéité.

¹⁵ Cf. RP TTV 2018, chapitre 12 p.38 et Annexe 1 p.75.

¹⁶ Voir Annexe 2.

Préconisations générales d'exploitation des zones cultivables

L'agriculture urbaine en réponse aux attentes des consommateurs ne se réfère pas seulement à des circuits courts de commercialisation spécifiques mais aussi à des attentes en termes de qualité qui participent au modèle économique. Ces attentes induisent des pratiques culturelles spécifiques.

La production agricole sur toiture, hors sol par essence, ne peut se revendiquer de l'appellation « agriculture biologique » applicable uniquement en pleine terre selon le cahier des charges du label AB. Mais les pratiques culturelles (travail du sol, lutte biologique) auxquelles elle fait appel, les intrants et la nature du substrat pouvant intégrer des produits de l'économie circulaire (par exemple : compost urbain) permettent d'associer l'agriculture urbaine en toiture sur substrat à ce qu'on appelle l'agriculture écologique.

Les préconisations générales sont les suivantes :

- choix des espèces et définition d'un planning de culture ;
- mise en place des végétaux sélectionnés (semis ou plantation) ;
- désherbage manuel et évacuation (ou compostage) des végétaux indésirables dans les zones de plantation, en particulier les espèces figurant dans la liste des plantes interdites en toiture¹⁷ ;
- protection contre les organismes pathogènes et les parasites ;
- mise en place d'un plan de fumure annuel (fertilisation ou amendement) selon les préconisations ; du responsable de culture/ concepteur du potager ;
- arrosage adapté à la culture ;
- entretien du système d'arrosage.

15. Agriculture urbaine en toiture : responsabilités et assurances

Il convient de distinguer installation et exploitation.

Pour l'installation, outre la souscription d'une assurance en responsabilité civile, l'assurance en responsabilité civile décennale (RCD) semble s'imposer pour toute installation d'AUT, celle-ci pouvant avoir des conséquences sur le bâtiment (solidité, impropriété à sa destination). Néanmoins compte tenu de la diversité des projets, chaque installateur intervenant est invité à se rapprocher de son assureur afin de lui exposer la nature de ses activités et ainsi déterminer si l'assurance décennale doit être souscrite.

Dans le cas d'aménagement sur un complexe d'étanchéité existant moins de dix ans après sa réception, complexe conforme aux exigences rappelées au § 9.4, l'intervention d'un tiers pour l'installation d'AUT pourra exonérer l'entreprise d'étanchéité de ses responsabilités et induire une situation compliquée pour le donneur d'ordre si ce tiers n'est pas lui-même assuré en RCD.

Pour l'exploitation, les différentes parties peuvent engager leur responsabilité (dommage au bâtiment, chute ou envol de matériel ou accessoires avec les conséquences afférentes, etc.). Chaque intervenant doit donc a minima être assuré en responsabilité civile pour les activités qu'il exerce, à la hauteur des risques encourus.

Quelques repères bibliographiques

- Griffon M. (2013). *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?* Ed. QUAE
- *Ouvrage collectif (2013). Agriculture urbaine : Aménager et nourrir la ville.* Ed. Vertigo
- *Ouvrage collectif (2015). Agricultures urbaines.* Revue POUR, n°224
- NatureParif (2015). *Agriculture urbaine, vers une réconciliation ville-nature.* Ed. Le passager clandestin
- Laureau X. (2016). *Les 101 mots de l'agriculture urbaine.* Ed. Archibooks
- Mairie de Paris (2017). *Guide des toitures végétalisées et cultivées.*
- *Ouvrage collectif sous la direction de Morel-Chevillet G. (2017). Agriculteurs urbains.* Ed. France Agricole
- Charvet JP. et Laureau X. (2018). *Agricultures urbaines, de l'utopie à la réalité.* Ed. France Agricole

¹⁷ Voir Annexe 2.

Annexe 1 : Tableau de synthèse des critères de conception liés à l'AUT en fonction du type d'usage du bâtiment concerné.

Type de bâtiment	Exploitation	Type d'accessibilité minimum au sens des NF DTU	Charges d'exploitation uniformément réparties à prendre en compte [daN/m ²] ¹	Charges d'exploitation concentrée à prendre en compte [daN] ¹	Incidence sur complexe d'étanchéité	Protection contre les chutes
Habitation	Limitée à un acteur professionnel	Technique	150 ²	200	Protection lourde dure ou dalles sur plots sur zone de circulation et protection meuble (substrat) sur zones de culture	NF E85-015
	Exclusivement privative	Accessible	150 ²	200	Protection lourde dure sur zone de circulation et zones cultivables	NF P01-012
	Aux habitants	Accessible	400	400	Protection lourde dure sur zone de circulation et zones cultivables	NF P01-012
Code du travail	Limitée au service technique professionnel	Technique	150 ²	200	Protection lourde dure ou dalles sur plots sur zone de circulation et protection meuble (substrat) sur zones de culture	NF E85-015
	Limitée à un exploitant professionnel	Technique	150 ²	200	Protection lourde dure ou dalles sur plots sur zone de circulation et protection meuble (substrat) sur zones de culture	NF E85-015
	Susceptible d'accueillir le personnel de l'établissement	Accessible	400	400	Protection lourde dure ou dalles sur plots sur zone de circulation et protection meuble (substrat) sur zones de culture	NF P01-012
ERP	Limitée à un acteur professionnel	Technique	150 ²	200	Protection lourde dure ou dalles sur plots sur zone de circulation et protection meuble (substrat) sur zones de culture	NF E85-015
	Publique	Accessible	400	400	Protection lourde dure sur zone de circulation et zones cultivables	NF P01-012

¹ L'expression des charges est indicative et doit faire l'objet d'une validation par un bureau d'études

² Il est recommandé de porter à 300 daN/m² dans le seul cas de culture en pleine surface pour tenir compte des accumulations ponctuelles de substrat au cours des travaux de réfection de l'étanchéité

Annexe 2 : Liste des plantes interdites en toitures végétalisées.

Les végétaux ci-dessous sont interdits à la plantation dans la mesure où leur développement racinaire peut porter atteinte à l'ouvrage d'étanchéité.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le risque d'installation spontanée de ces espèces et d'autres pouvant également porter atteinte à l'ouvrage d'étanchéité.

Nom commun	Genre	Espèce
Toutes les espèces de bambou dont :	Arundinaria	
	Fargesia	
	Phyllostachys	
	Pleioblastus	
	Pseudosasa	
	Sinarundinaria	
	Oligostachyum	
	Drepanostachyum	
	Chimonobambusa	
	Brachystachium	
	Borinda	
	Olmecca	
	Otatea	
	Ochlandra	
	Sasa	
Yushania		
Shibataea		
Canne de Provence	Arundo	donax
Roseau (noms synonymes)	Phragmites	australis communis vulgaris longivalvis
	Arundo	phragmites australis vulgaris
Elime / Lime grass	Leymus	racemosus
Spartine	Spartina	pectinata
Renouée du Japon	Reynoutria	japonica
Renouée amphibie	Polygonum	amphibium
Renouée maritime	Polygonum	maritimum
Renouée à épis	Polygonum	polystachium

(Source NF DTU 43.1)

Mail : contact@adivet.net • Web : www.adivet.net

