



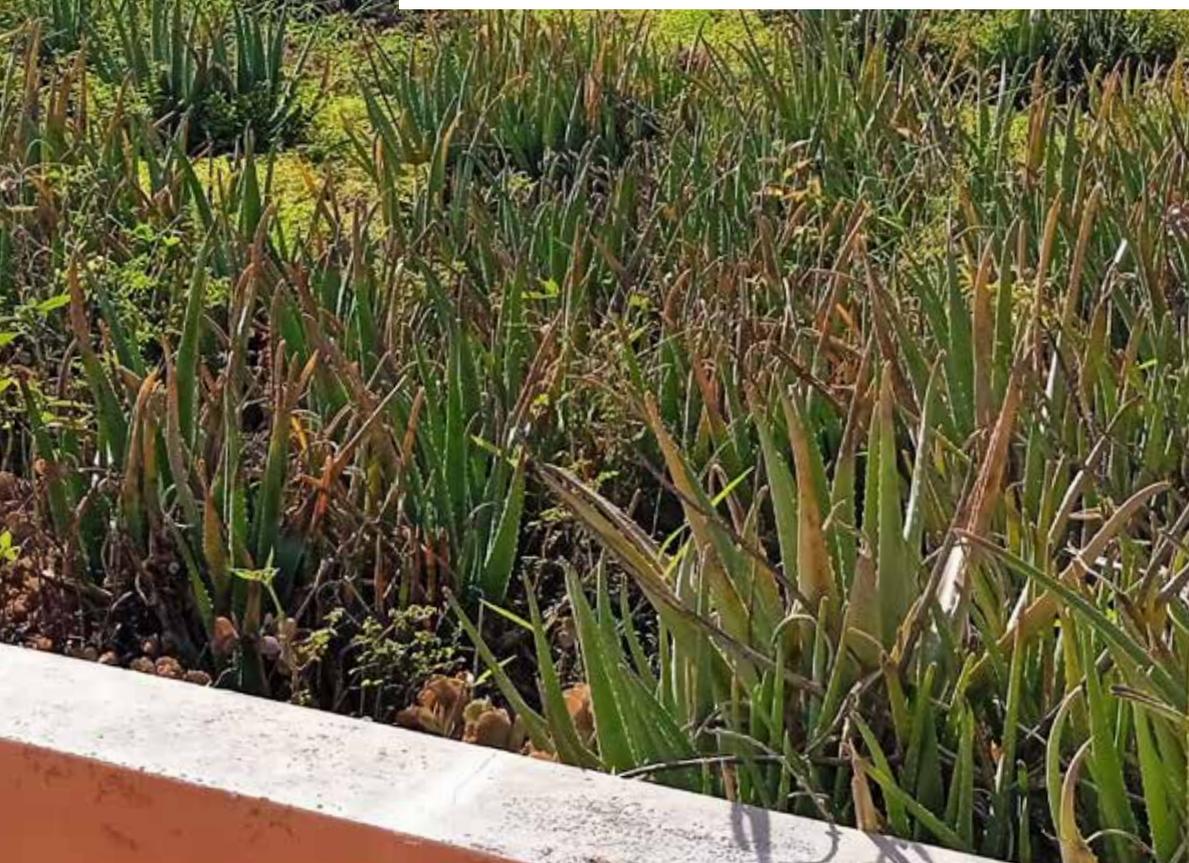
**Agence  
Qualité  
Construction**

PÔLE  
OBSERVATION

Dispositif REX  
Bâtiments  
performants



# TOITURES VÉGÉTALISÉES EN CLIMAT TROPICAL 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



énergies  
REUNION

OMBREE



# SOMMAIRE

Avertissement .....	2
<b>PARTENARIAT AQC/ÉNERGIE RÉUNION.....</b>	<b>2</b>
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	3
OMBREE.....	4
ÉNERGIES RÉUNION, L'AGENCE RÉGIONALE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT.....	6
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....</b>	<b>9</b>
1 Prévoir une diversité d'espèces suffisante.....	10
2 Favoriser une densité optimale de la couverture végétale.....	11
3 Prévoir un accès simple et sécurisé aux toitures végétalisées.....	12
4 Envisager les toitures en complément des espaces au sol pour la végétalisation.....	13
5 Maîtriser l'arrosage des toitures végétalisées.....	14
6 Intégrer le risque incendie lors de la conception de toitures végétalisées.....	15
7 Assurer durablement l'étanchéité à l'eau en tout point de la toiture végétalisée.....	16
8 Choisir un dispositif de végétalisation adapté au mode constructif existant.....	17
9 Lutter contre le développement des espèces invasives.....	18
10 Retirer les espèces au développement racinaire susceptible de perforer l'étanchéité à l'eau.....	19
11 Entretien et contrôler le dispositif d'arrosage en place.....	20
12 Fournir une documentation complète pour le bon suivi de la toiture végétalisée.....	21
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>22</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>24</b>
<b>PALETTES VÉGÉTALES UTILISÉES SUR LES TOITURES VÉGÉTALISÉES À LA RÉUNION.....</b>	<b>26</b>

## AVERTISSEMENT

*Ce document contient la description d'événements relevés lors d'une enquête. Il ne reflète que l'expérience issue de l'échantillon d'opérations visitées. C'est donc un retour partiel à partir duquel aucune extrapolation statistique ne peut être réalisée.*

*Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques qui sont issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes qui ont participé à ce travail.*

*En aucun cas, ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux textes de référence concernés.*

*Les enseignements présentés proviennent de l'analyse de retours d'expériences réalisés en Guadeloupe. Toutefois, ils peuvent également concerner d'autres territoires ultramarins bénéficiant de conditions climatiques similaires.*



## PARTENARIAT AQC/ÉNERGIE RÉUNION

**Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et Énergie Réunion. Il a été réalisé grâce au soutien financier du programme OMBREE. Les informations qu'il contient proviennent des retours d'expériences collectés via le Dispositif REX Bâtiments performants conçu et développé par l'AQC.**

**Il a pour but de présenter 12 enseignements majeurs concernant les toitures végétalisées en climat tropical. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes qui ont participé à ce travail.**



# L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS



## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Sous l'impulsion des objectifs de la transition énergétique, le secteur du bâtiment s'est engagé dans une mutation importante qui bouleverse les logiques et les habitudes du passé. Comme dans tous les domaines, ces changements impliquent une montée en compétences des acteurs, qui passe par l'expérimentation. Cette étape, indispensable pour progresser, est cependant naturellement génératrice d'écueils.

L'AQC se doit donc de capitaliser et valoriser ces retours d'expériences pour s'en servir comme des leviers d'amélioration de la qualité. C'est dans cet esprit que le Dispositif REX Bâtiments performants accompagne, depuis 2010, l'ensemble des acteurs de l'acte de construire en les sensibilisant aux risques émergents induits par cette mutation de la filière bâtiment.

Ce dispositif consiste concrètement à capitaliser des retours d'expériences en se basant sur l'audit *in situ* de bâtiments précurseurs allant au-delà des objectifs de performances énergétiques et environnementales ainsi que sur l'interview des acteurs ayant participé aux différentes phases de leur élaboration.

Le partage des expériences capitalisées est au cœur du mode opératoire. Après une étape de consolidation et d'analyse des données, les enseignements tirés sont valorisés pour permettre l'apprentissage par l'erreur. Cette valorisation s'attache également à promouvoir les bonnes pratiques.

## FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

<b>ÉTAPE A</b>	<b>COLLECTE SUR LE TERRAIN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interview <i>de visu</i> et <i>in situ</i> d'acteurs précurseurs en matière de constructions performantes.</li> <li>- Identification des non-qualités et des bonnes pratiques par les enquêteurs.</li> </ul>
<b>ÉTAPE B</b>	<b>CONSOLIDATION DANS UNE BASE DE DONNÉES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capitalisation de l'information en utilisant une nomenclature prédéfinie.</li> <li>- Relecture des données capitalisées par des experts de la construction.</li> </ul>
<b>ÉTAPE C</b>	<b>ANALYSE DES DONNÉES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraction de données en fonction de requêtes particulières.</li> <li>- Évaluation des risques identifiés par un groupe d'experts techniques.</li> </ul>
<b>ÉTAPE D</b>	<b>VALORISATION DES ENSEIGNEMENTS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production de rapports.</li> <li>- Réalisation d'une mallette pédagogique et de plaquettes de sensibilisation pour les professionnels.</li> </ul>

Le Dispositif REX Bâtiments performants est alimenté grâce à la coopération des centres de ressources membres du Réseau Bâtiment Durable. Les enquêteurs collectant les retours d'expériences sur le terrain sont hébergés dans les centres de ressources régionaux qui partagent leurs réseaux et leurs réflexions autour des retours d'expériences.

Retrouver la présentation détaillée du Dispositif REX BP et l'ensemble des ressources techniques sur : [www.dispositif-rex-bp.com](http://www.dispositif-rex-bp.com)



# DES SOLUTIONS ULTRAMARINES POUR DES BÂTIMENTS RÉSILIENTS ET ÉCONOMES EN ÉNERGIE

## PRÉSENTATION

OMBREE (programme inter Outre-Mer pour des Bâtiments Résilients et Économés en Énergie) est un programme à destination des professionnels ultramarins.

En territoire d'Outre-mer, les logements représentent le plus gros poste de consommation électrique (50 %), suivi par le secteur tertiaire (40 %) et l'industrie (10 %). Ces données révèlent que des économies d'énergie sont aujourd'hui indispensables afin d'atteindre l'objectif fixé par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte et de répondre aux besoins des territoires en vue de l'autonomie énergétique en 2030.

Devant ce constat, l'État a sélectionné, dans le cadre d'un appel à programme CEE, le programme OMBREE.

Il s'agit d'un programme dédié aux professionnels de la construction. Il a pour but de participer à la réduction des consommations d'énergie dans les bâtiments ultramarins par le biais d'actions de sensibilisation, d'information et de formation. Les territoires visés sont la Guadeloupe, la Guyane, la Martinique, La Réunion et Mayotte.

Le programme OMBREE est piloté par l'AQC qui s'appuie sur de solides partenaires locaux (AQUAA en Guyane, le CAUE de la Guadeloupe, ÉNERGIE RÉUNION, KEBATI en Martinique, le CAUE de Mayotte et la FEDOM) ainsi qu'un comité de pilotage composé de représentants des pouvoirs publics (DGEC, DHUP, DGOM, ADEME) et de EDF SEI, financeur du programme.

## LES 3 OBJECTIFS D'OMBREE



### CAPITALISER

État des lieux des connaissances et des ressources existantes • Capitalisation de retours d'expériences • Ressources et actions de sensibilisation.



### ACCOMPAGNER

10 projets soutenus pour impulser des dynamiques territoriales.

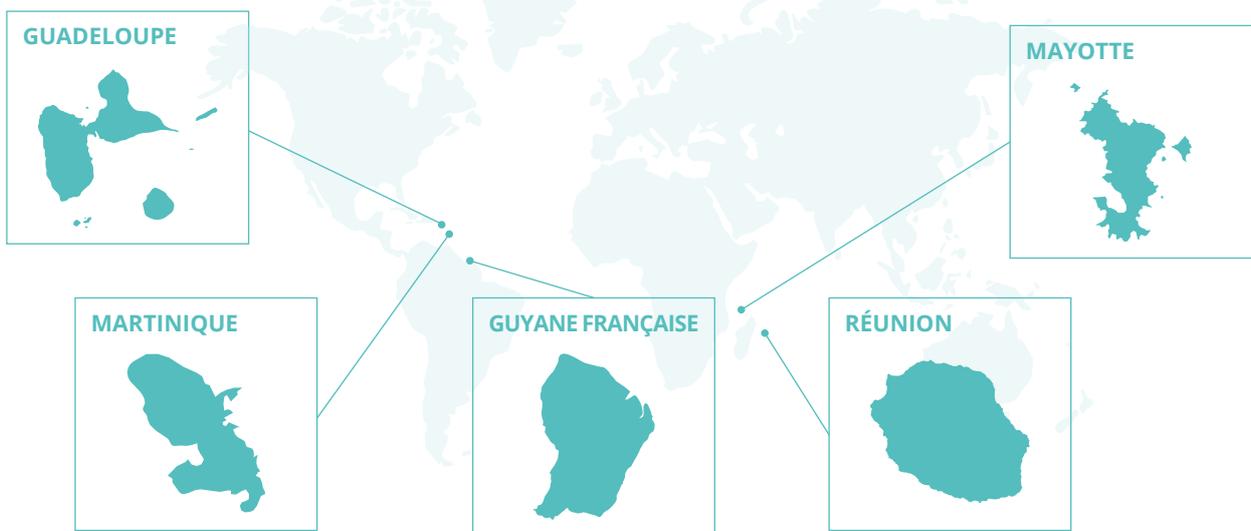


### PARTAGER

1 plateforme numérique de valorisation des connaissances inter Outre-mer.

<https://www.pergola-outremer.fr/caue-mayotte/>

**PERGOLA**



# LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS DANS LES TERRITOIRES ULTRAMARINS EN QUELQUES CHIFFRES :

**290** BÂTIMENTS  
VISITÉS

118 dans le cadre d'OMBREE

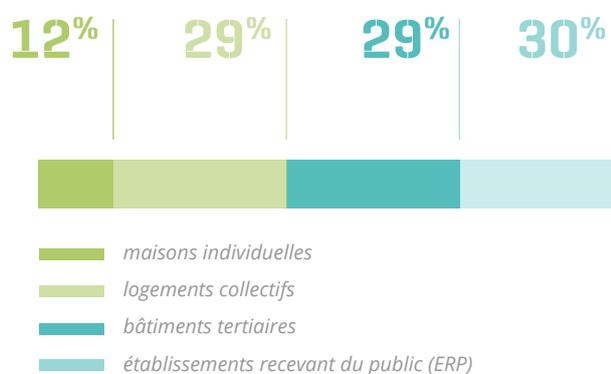
**16** ENQUÊTEURS  
DEPUIS 2016

11 dans le cadre d'OMBREE

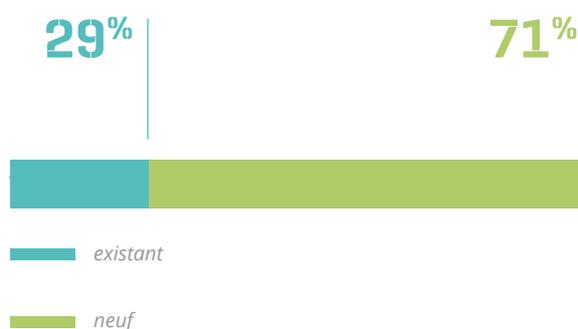
**570** ACTEURS  
RENCONTRÉS

223 dans le cadre d'OMBREE

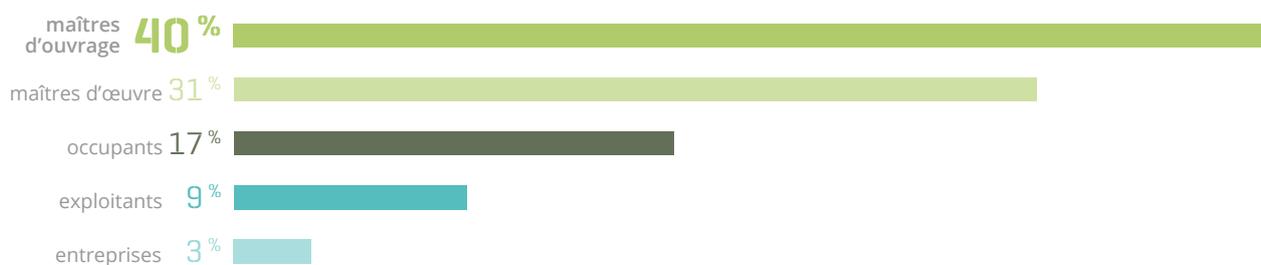
## TYPE D'USAGE



## NATURE DE L'OPÉRATION



## LES ACTEURS RENCONTRÉS



## CONSTATS CAPITALISÉS

**2 922**  
constats capitalisés  
**EN OUTRE-MER**

**1 352**  
constats  
**DE BONNES  
PRATIQUES**

**1 570**  
constats  
**DE NON-  
QUALITÉS**

# ÉNERGIES RÉUNION, L'AGENCE RÉGIONALE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT

Depuis sa création, **Énergies Réunion** s'engage en faveur de la transition énergétique de La Réunion. En tant qu'Agence Régionale de l'Énergie et du Climat, elle travaille en étroite collaboration avec les collectivités territoriales pour l'élaboration de leur stratégie énergétique et la mise en place d'actions concrètes pour la transition énergétique, la maîtrise de la demande en énergie et la lutte contre la précarité énergétique. Pour ce faire, 3 axes d'intervention se dégagent :

## **L'ACCOMPAGNEMENT DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES : UN ENGAGEMENT POUR UN PATRIMOINE BÂTI DURABLE ET ÉCORESPONSABLE**

Énergies Réunion se positionne comme un partenaire incontournable des collectivités territoriales dans leur démarche d'économie d'énergie pour leur patrimoine bâti. Elle offre une expertise technique et des conseils personnalisés pour aider les communes, les communautés d'agglomération et les autres entités locales à améliorer l'efficacité énergétique de leurs bâtiments. Énergies Réunion aide ainsi les collectivités à réaliser des audits énergétiques approfondis permettant d'identifier les potentiels d'économies d'énergie et de prioriser les actions à mener. Ces audits sont suivis de recommandations pratiques adaptées aux spécificités de chaque bâtiment et de chaque territoire pour engager des travaux de rénovation énergétique, des travaux de Maîtrise De l'Énergie (MDE) ou de production d'énergie renouvelable.

## **LA VALORISATION DES RESSOURCES NATURELLES POUR UNE ÉNERGIE RESPECTUEUSE**

Énergies Réunion s'efforce d'identifier les ressources énergétiques propres et renouvelables disponibles sur le territoire de La Réunion. L'objectif est de promouvoir une production énergétique respectueuse de l'environnement en valorisant le potentiel de l'île. En collaboration avec les collectivités, des solutions d'économie d'énergie innovantes sont développées et intégrées au cœur des communautés locales.

## **L'OBSERVATION ET LA STRATÉGIE : UNE APPROCHE FONDÉE SUR L'ANALYSE ET LA CONNAISSANCE**

Énergies Réunion attache une grande importance à l'observation de la situation énergétique et environnementale de l'île. Grâce à la collecte, l'analyse et la structuration rigoureuses des données concernant le domaine de l'énergie, elle pilote l'Observatoire de l'Énergie de La Réunion (OER). L'entreprise publie des études techniques de qualité et réalise ainsi tous les ans le Bilan Énergétique de La Réunion (BER).

Véritables points de départ de tout plan d'action territorial, la PPE et le BER sont complémentaires et reflètent le rôle clé de la société publique locale, Énergies Réunion, dans la mise en œuvre de la stratégie énergétique de La Réunion.

## **ACCOMPAGNER LA POPULATION DANS SA DÉMARCHE DE RÉDUCTION DE SA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE**

Énergies Réunion joue un rôle important en tant qu'animateur du service public régional de la Rénovation Énergétique pour le compte de la Région Réunion à travers le programme Effi'Kaz avec France Rénov'. Sa mission consiste à offrir à tous les citoyens de l'île un accompagnement complet, technique, administratif et financier, pour la rénovation des logements privés et des copropriétés. Elle vise ainsi à améliorer significativement la qualité de vie des Réunionnais tout en valorisant leur patrimoine immobilier.

**Énergies Réunion poursuit l'ambition de l'autonomie énergétique de La Réunion grâce à son statut d'expert et d'acteur clé du développement territorial des énergies renouvelables, de la sobriété énergétique et de la mobilité durable.**

## INTRODUCTION



Des légendaires jardins suspendus de Babylone aux toitures végétalisées dans les départements et régions d'outre-mer, l'idée de concilier le végétal et le minéral a traversé les millénaires et les kilomètres.

Traditionnellement présente dans les pays scandinaves (sous le nom de "toit de gazon" ou "toit de tourbe"), la toiture végétalisée a connu un essor relativement récent en France hexagonale (avec par exemple une croissance annuelle du marché de 16 % entre 2016 et 2021 selon l'Adivet), et encore plus dans les territoires d'outre-mer où elle a été expérimentée surtout sous l'impulsion de la commande publique. Défendue notamment par des maîtrises d'ouvrage et des groupements de maîtrise d'œuvre convaincus

de ses atouts, elle facilite indéniablement l'intégration paysagère des bâtiments concernés. D'autres bénéfices sont à relever, notamment dans les centres-villes. Certains sont communs avec la végétalisation aux abords des bâtiments :

- Limiter les îlots de chaleurs,
- Améliorer la gestion des eaux de pluie, notamment lors des épisodes de fortes pluies, en déphasant la pointe de débit,
- Contribuer à protéger la biodiversité en ville.

D'autres sont spécifiques aux toitures végétalisées :

- Diminuer les apports solaires thermiques par la toiture, ce qui se traduit à minima par un gain thermique pour les salles situées sous la toiture, voire par un gain énergétique en limitant ou atténuant la consommation de climatisation de ces salles,
- Améliorer les propriétés acoustiques de la toiture,
- Participer à la protection mécanique et chimique de l'étanchéité.

Cependant, des études et travaux récents du CSTB et de Buildwise (anciennement CSTC - Belgique)<sup>1</sup> montrent que la toiture végétalisée ne permet pas, contre toute attente, de dépolluer les eaux de pluie. Elle pourrait même avoir l'effet inverse.

Si aujourd'hui la toiture végétalisée est encouragée par le cadre législatif et réglementaire (Loi climat et résilience, articles 41 et 43 de la loi APER pour la France hexagonale et projet d'adaptation DOM), il faut bien en saisir les opportunités et les contraintes ainsi que son fonctionnement et son maintien.

Afin de mener à bien un projet de toiture végétalisée, il est nécessaire à chaque étape que chaque acteur puisse jouer son rôle : c'est pourquoi le présent guide s'adresse, selon les fiches, aussi bien aux aménageurs, urbanistes, concepteurs, maître d'œuvre qu'aux maîtrises d'ouvrages publiques et privées et aux entreprises de pose et de maintenance.

Référence :

• Végétalisation et bâtiments en climat tropical, 12 enseignements à connaître, AQC, 2023.

1 : <http://www.cstb.fr/archives/webzines/editions/19-fevrier-2008/toitures-vegetalisees-une-contribution-au-developpement-durable.html>



Selon les règles Professionnelles, Conception et maintenance des toitures végétalisées, on distingue en général trois types de toitures végétalisées :

- **La toiture végétalisée intensive ou toiture-jardin ou toiture-terrace-jardin** correspondant à une épaisseur du support de culture (avec une bonne part de terre végétale) supérieure à 30 cm. Exclusivement réservée aux structures en béton, elle permet d'avoir plusieurs strates (il y est, par exemple, possible de planter des arbustes voire des arbres), d'où son appellation de jardin. Les contraintes de mise en œuvre (conception, entretien) sont spécifiques. En effet, le calcul des fondations et de la structure du bâtiment nécessite de prendre en compte plusieurs éléments comme le substrat ou la terre végétale avec drainage ou encore la surcharge engendrée à l'ouvrage qui est supérieure à 400 kg/m<sup>2</sup>. Ce type de toiture est, en général, pensé pour être accessible. Celle-ci ne sera pas abordée dans le présent guide et n'a pas été rencontrée dans le processus de retour d'expérience.
- **La toiture végétalisée semi-intensive** dont l'épaisseur du support de culture est comprise entre 12 et 30 cm. Le substrat est alors majoritairement minéral. La surcharge est limitée ainsi que la strate de végétation (dont la hauteur reste inférieure à 1 m). Elle permet le développement d'espèces intermédiaires que l'on peut retrouver dans nos jardins ou dans nos potagers par exemple.
- **La toiture végétalisée extensive** dont l'épaisseur du support de culture est comprise entre 7 et 12 cm (voire moins dans certains cas et procédés). Le substrat est majoritairement minéral pour les toitures plates. La structure porteuse peut être en béton, en béton cellulaire mais également en tôles d'acier nervurées, en bois et panneaux à base de bois sous réserve de respecter le calcul des charges spécifiques mentionnées dans les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées. C'est le type de toiture végétalisée principalement rencontrée dans les DROM à ce jour. La végétation se compose essentiellement de plantes grasses résistantes aux périodes de sécheresse (sous conditions), mais aussi d'autres types de plantes (graminées, fleurs...) avec une faible profondeur d'enracinement.

Les projets de toitures végétalisées sont souvent pensés pour des bâtiments neufs. Aujourd'hui, il est possible de les envisager pour les bâtiments existants en rénovation, du moins pour le cas des toitures extensives. Par ailleurs de nouveaux procédés sont récemment apparus pour la végétalisation des toitures en tôles (et donc pentues) et intégrés dans les règles professionnelles de 2018.

Il est donc important de s'entourer des compétences de spécialistes (de la structure, de l'étanchéité et du paysage) pour mener à bien un projet. Il faut notamment définir le plus en amont possible le besoin : quelle toiture, quelle esthétique, quelle couverture végétale, quel(s) type(s) de plantes, quel entretien, quel arrosage, quels services écosystémiques attendus ?

Ce guide présente quelques enseignements issus du terrain qui doivent assurer les conditions de bonne réalisation et de pérennité des toitures végétalisées dans les DOM.

# ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent 12 enseignements principaux issus de l'analyse et de la synthèse des retours d'expériences observés dans le cadre du Dispositif REX Bâtiments performants. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

---

✓ bonne pratique ✗ non-qualité

- 
-  Les photos et illustrations de ce rapport sont directement téléchargeables avec leur légende.  
[Cliquer sur le pictogramme pour les télécharger.](#)
  -  Les enseignements sont téléchargeables indépendamment les uns des autres.  
[Cliquer sur le pictogramme pour les télécharger.](#)
  -  Certains enseignements sont disponibles au format vidéo.  
[Cliquer sur le pictogramme pour les visionner.](#)

# 1 PRÉVOIR UNE DIVERSITÉ D'ESPÈCES SUFFISANTE

## CONSTAT

- La toiture végétalisée n'est composée que d'une ou deux espèces différentes.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Défaut thermique : certaines plantes utilisées ne permettent pas d'avoir une couverture dense.
- Absence de différentes strates permettant de maintenir la densité.
- Risque pour la durabilité de la toiture végétalisée.
- Défaut esthétique et espace peu propice à la biodiversité.

## ORIGINES

- Choix d'espèces limité à des plantes grasses résistantes aux conditions (manque d'eau, UV, etc.) et nécessitant peu d'entretien.
- Développement d'une espèce aux dépens des autres.
- Absence d'une programmation pour l'entretien.
- Substrat pauvre et non enrichi ne permettant pas le développement de l'ensemble des espèces implantées.

## SOLUTIONS CORRECTIVES

- Identifier les causes de la perte de diversité des plantes et y remédier (irrigation, substrat...).
- Réintroduire une diversité de plants adaptés au substrat et au climat pour une couverture complète à maturité.
- Mettre en place un entretien régulier.

## BONNES PRATIQUES

- Planter une palette végétale aux caractéristiques diversifiées pour une meilleure résilience (hauteur, profondeur de racine, densité, surface foliaire...).
- Choisir des espèces adaptées au microclimat du projet, le cas échéant.
- Privilégier les espèces indigènes, plantées en pépinière et non prélevées dans le milieu naturel ou, à minima, des exotiques non envahissantes.
- Prendre l'attache de botanistes ou d'horticulteurs pour le choix des espèces.



*Couvert végétal mono-espèce avec une bonne insertion paysagère initiale (engazonnement type Cynodon), mais insuffisamment diversifié qui a totalement disparu faute d'entretien, d'arrosage adéquat et d'espèces plus résistantes.*

©AQC



*Toiture en pente végétalisée avec de la densité et une diversité végétale.* ©AQC



Référence :

• Projet DAUPI : Démarche Aménagement Urbain et Plantes Indigènes, CBNM, CPIE, <https://daupi.cbnm.org/>, 2011.

## 2 FAVORISER UNE DENSITÉ OPTIMALE DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE ⬇

### CONSTAT

- La densité des espèces utilisées en toiture végétalisée est faible.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique : évapotranspiration limitée.
- Inconfort thermique : substrat en scories volcaniques exposé au soleil et créant un îlot de chaleur.
- Impact environnemental : terrain plus propice à l'installation et la propagation des espèces invasives.
- Défaut esthétique et espace peu propice à la biodiversité.

### ORIGINES

- Choix d'espèces limité à des plantes grasses résistantes aux conditions (manque d'eau, UV, etc.) et nécessitant peu d'entretien.
- Substrat pauvre et non enrichi ne permettant pas le développement de l'ensemble des espèces implantées.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Identifier les causes de la perte de densité des plants et y remédier (irrigation, substrat...).
- Réintroduire une diversité de plants adaptés pour une couverture complète et dense à maturité.
- Privilégier les espèces avec une forte couverture foliaire.
- Assurer un arrosage automatique en période sèche en privilégiant l'arrosage en goutte-à-goutte ou en subirrigation.

### BONNES PRATIQUES

- Réaliser, en conception, un plan de plantation indiquant la variété et les espèces des végétaux et leur densité.
- Adapter le choix des espèces aux différents microclimats.
- Mettre en place un contrat d'entretien dès la réception pour la période de confortement (objectif de couverture à fixer par la MOA).
- Intégrer une diversité d'espèces pour optimiser et maintenir une densité suffisante dans le temps.
- Privilégier les espèces indigènes ou endémiques.
- Prendre l'attache de botanistes ou d'horticulteurs pour le choix des espèces



Faible couvert végétal avec intérêt esthétique et thermique limité. ©AQC



Toiture-terrasse végétalisée avec de la densité et une diversité végétale intéressante. ©AQC



Toiture en pente végétalisée avec de la densité et une diversité végétale intéressante. ©AQC



#### Références :

- Règles professionnelles, conception et maintenance des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.
- Conception, réalisation et entretien de toitures végétalisées, recommandation professionnelles, Unep, avril 2020.

## 3 PRÉVOIR UN ACCÈS SIMPLE ET SÉCURISÉ AUX TOITURES VÉGÉTALISÉES ⚠️

### CONSTAT

- L'accès à la toiture et la toiture végétalisée ne sont pas sécurisés pour les intervenants.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Difficulté pour la mise en œuvre et pour l'entretien de la toiture végétalisée (refus d'intervention des entreprises si risque de chute).
- Difficulté pour identifier et atteindre le point d'ancrage sur la toiture végétalisée.
- Risque de détérioration des plantes si besoin de créer une ligne de vie provisoire en l'absence de garde-corps.

### ORIGINES

- Accessibilité à la terrasse et faisabilité des opérations de maintenance négligées en conception.
- Manque de protection collective de type garde-corps, seuls quelques points d'ancrage ont été mis en œuvre pour des raisons économiques.
- Non-respect des normes de sécurité.
- Absence de demande de certification de l'installation.
- Complexité architecturale ou structurelle du bâtiment.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Mettre en place un garde-corps, une crinoline ou, à minima, des points d'ancrage certifiés avec ligne de vie permanente.
- Instaurer un entretien préventif des dispositifs de sécurité et d'accès.
- Vérifier les points d'ancrage et les lignes de vie par un professionnel.
- Sensibiliser les intervenants à la sécurité liée au travail en hauteur.

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir, dès la conception, un accès simplifié pour les interventions futures.
- Renseigner les DIUO avec les moyens d'accès et de sécurisation.
- Effectuer des contrôles pendant et après la construction pour s'assurer que tous les dispositifs de sécurité sont installés correctement.
- Enregistrer les contrôles des moyens d'accès et de sécurisation dans le DIUO.



Absence de protection collective de type garde-corps et point d'ancrage isolé sans ligne de vie et peu visible dans la végétation. ©AQC



Garde-corps tout autour de la toiture pour des interventions sécurisées. ©AQC



Accès sécurisé avec une échelle à crinoline. ©AQC



#### Références :

- Règles Professionnelles, Conception et maintenance des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.
- Code du travail, articles L4121-1 à, R.4323-66, R4224-1 à R4224-31 pour les obligations de l'employeur en matière de sécurité des lieux de travail.
- NF E85-015, NF P01-012, NF P93-355 et norme européenne EN ISO 14122-3.
- Végétalisation du bâti existant - 12 enseignements à connaître, AQC, 2019.

## 4 ENVISAGER LES TOITURES EN COMPLÉMENT DES ESPACES AU SOL POUR LA VÉGÉTALISATION Ⓣ

### CONSTAT

- La toiture (ou partie de toiture) représente le seul espace végétalisé du site, les autres espaces disponibles au sol sont fortement minéralisés.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique : les apports solaires par la toiture sont atténués, mais les îlots de chaleur persistent et l'air chaud extérieur entre à l'intérieur des locaux.
- Apport thermique au niveau de la toiture ne permettant pas de compenser la chaleur générée par les espaces minéralisés exposés au soleil.
- Gestion limitée des eaux pluviales sur la parcelle.

### ORIGINES

- Absence de prise en compte globale des transferts de chaleur à l'échelle du site.
- Enveloppe financière contrainte pour la végétalisation du site.
- Compétence paysagère et botanique absente dans l'équipe de conception dans le cas d'un projet global de construction/rénovation.
- Crainte d'un entretien trop important.
- Contrainte foncière, surtout en rénovation.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Étudier la possibilité d'intégrer de la végétation autour des bâtiments (hors-sol ou pleine terre).
- Déminéraliser les abords des bâtiments (remplacer les parkings bitumés par des solutions plus perméables de type pavés enherbés).

### BONNES PRATIQUES

- Intégrer le sujet de la végétalisation à l'échelle du site et pas seulement à l'échelle du bâtiment.
- Prioriser les espaces au sol, lorsqu'ils sont disponibles, plus simples d'accès pour la mise en œuvre et l'entretien/maintenance.
- Intégrer la toiture comme support de végétalisation dans la stratégie globale de végétalisation du site.



Forte proportion de surfaces minéralisées autour du bâtiment. Seule la toiture apporte de la végétation. ©AQC



Malgré la toiture végétalisée, la majorité des espaces sont fortement minéralisés. ©AQC



Les toitures végétalisées viennent compléter un travail global de végétalisation des autres espaces. ©AQC



#### Références :

- Article 43 de la loi APER.
- Guide JaCO « des JArDins pour le COntort », LEU Réunion, 2020.
- Confort thermique des écoles, CAUE 974, PACTE/AQC, 2018.
- Végétalisation et bâtiments en climat tropical – 12 enseignements à connaître, AQC, 2022.

## 5 MAÎTRISER L'ARROSAGE DES TOITURES VÉGÉTALISÉES ⬇

### CONSTAT

- L'arrosage (homogénéité, quantité, mode d'arrosage, fréquence) des toitures végétalisées n'est pas optimisé selon le type de complexe, de plantes et de substrats et selon la phase de vie (installation, parachèvement, enracinement).

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surconsommation d'eau potable en cas d'arrosage automatique non contraint à une mesure du taux d'humidité du substrat végétal.
- Absence totale d'arrosage d'appoint pouvant entraîner le dépérissement de certaines plantes en période sèche.

### ORIGINES

- Absence de prise en compte ou méconnaissance des besoins en eau lors de la conception.
- Absence de suivi du taux d'humidité du substrat.
- Absence de suivi et d'entretien des organes d'arrosage.
- Vannes d'alimentation en eau fermée.
- Distribution de l'arrosage mal répartie.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Bien quadriller la toiture pour assurer un arrosage uniforme de toute la surface.
- Positionner des capteurs d'humidité du sol à différents points pour harmoniser l'arrosage.
- Astreindre l'arrosage au taux d'humidité du substrat.
- Mettre en place une horloge pour l'arrosage.

### BONNES PRATIQUES

- Réaliser, en conception, un dimensionnement du système d'arrosage en fonction de la surface de la toiture, des végétaux implantés et du substrat.
- Réutiliser les eaux de récupération pour l'arrosage.
- Suivre les consommations d'eau potable pour l'arrosage.
- Prévoir des vannes d'arrêt judicieusement placées (accessibles) pour permettre l'arrêt en période normale, une fois le parachèvement réalisé.
- Mettre en œuvre des programmeurs bluetooth sur les électrovannes pour une gestion à distance.
- Prévoir une irrigation à goutte-à-goutte ou à basse pression pour une distribution plus efficace.



L'arrosage de la toiture végétalisée est en excès (dépassement de la CME) et déborde sur la toiture en dessous. ©AQC



Buse d'arrosage automatique avec un quadrillage de la surface. ©AQC



Programmeur bluetooth sur électrovanne permettant un pilotage de l'irrigation adapté aux besoins. ©AQC



#### Références :

- Règles professionnelles pour la conception et l'entretien des terrasses et des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.
- Conception des systèmes d'arrosage, P.C.6-R0, AFDJEP/AITF/FFP/SYNA/UNEP.

## 6 INTÉGRER LE RISQUE INCENDIE LORS DE LA CONCEPTION DE TOITURES VÉGÉTALISÉES ⚠️

### CONSTAT

- La sécurité et la prévention incendie n'ont pas été prises en compte lors de la conception de la toiture végétalisée.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Production de combustible par la présence de végétaux secs.
- Risque de propagation du feu en cas d'incendie.
- Risque de dégradation physique des supports et du complexe d'étanchéité en cas d'incendie.

### ORIGINES

- Méconnaissance des risques d'incendie liés aux toitures végétalisées.
- Absence de concertation avec les services de secours.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Demander un avis consultatif au SDIS.
- Ajouter des équipements coupe-feu le cas échéant.
- Assurer une conduite et un entretien pour éviter la présence de végétaux secs (irrigation, taille, enlèvement des végétaux morts...).

### BONNES PRATIQUES

- Intégrer, dans la conception, les différentes règles de sécurité incendie selon le type de bâtiment (habitation, ERP...).
- Isoler la toiture végétalisée des potentiels éléments propagateurs d'incendie.
- Intégrer un calendrier d'entretien-maintenance pour enlèvement des débris inflammables (branches sèches...).
- Assurer une humidité adéquate du substrat pour réduire la propagation du feu.
- Coupler la détection incendie, si elle existe, à l'arrosage automatique.
- Prévoir un point d'eau incendie (PEI) à moins de 200 m de la toiture végétalisée.
- Compléter par des espèces pyrorésistantes.



Toiture végétalisée non isolée vis-à-vis du risque incendie, sans accès facile et située en haut de la façade composée d'un brise-soleil composite. ©AQC



Des amas de végétaux séchés sont laissés en périphérie de la toiture végétalisée sur charpente bois. Ces végétaux constituent un combustible facilement inflammable. ©AQC



Toiture végétalisée isolée vis-à-vis du risque incendie avec bande stérile, point d'eau à proximité et d'accès simplifié. ©AQC

Références :

- Arrêtés du 25 juin 1980 (modifié) et du 22 juin 1990 (modifié) : règlement de sécurité contre les risques d'incendie dans les ERP.
- Instruction technique n° 249 (IT249) relative aux façades (modifiée).
- Arrêté du 31 janvier 1986 (modifié) : protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.

## 7 ASSURER DURABLEMENT L'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU EN TOUT POINT DE LA TOITURE VÉGÉTALISÉE

### CONSTAT

- Une infiltration d'eau à l'intérieur des locaux est constatée au droit de la toiture végétalisée.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Dégradation des supports (corrosion des ferrillages de dalle, dégradation des charpentes bois...).
- Dégradation des peintures intérieures, faux plafond entraînant un risque pour la durabilité de l'ouvrage.
- Dégradation de la qualité de l'air intérieur et développement de moisissures.
- Dégradation des isolants et de leurs caractéristiques techniques.

### ORIGINES

- Défaut de réalisation du complexe d'étanchéité.
- Absence de traitement antiracinaire physique ou chimique (membrane antiracine PVC, EPDM ou autres, produit phytopharmaceutique).
- Absence de couche drainante ou de drainage en cas de bande stérile.
- Obstruction des descentes d'eaux pluviales par la végétation.
- Développement de plantes sur les zones stériles.
- Étanchéité non adaptée (UV) sur les bandes stériles.
- Absence de cornières de séparation ajourées en cas de couche drainante discontinue.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Procéder à une expertise pour identifier les défauts d'étanchéité et/ou de mise en œuvre et étudier la faisabilité d'une reprise d'étanchéité.

### BONNES PRATIQUES

- Respecter les règles de conception de l'étanchéité et vérifier sa bonne mise en œuvre en phase chantier.
- Prévoir, en conception, des carnets de détails précis sur la réalisation de la toiture végétalisée et notamment la réalisation de l'étanchéité.
- Choisir des espèces adaptées au dispositif d'étanchéité.
- Vérifier et entretenir les drains, gouttières et cornières de séparation pour éviter toute obstruction.



Infiltration sous toiture végétalisée. ©AQC



Développement de végétaux sur la zone stérile à proximité de l'évacuation des eaux pluviales. La présence de végétaux ne permet pas de contrôler l'intégrité de l'étanchéité au niveau de la zone stérile et des relevés d'étanchéité. Le développement des végétaux risque d'altérer l'étanchéité et ne permet pas une bonne évacuation de l'eau de pluie. ©AQC



Cornières de séparation ajourées laissant passer le surplus d'eau de la couche drainante vers la zone stérile, puis les évacuations d'eau pluviale. ©AQC



Référence :

- Règles Professionnelles, Conception et maintenance des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.

## 8 CHOISIR UN DISPOSITIF DE VÉGÉTALISATION ADAPTÉ AU MODE CONSTRUCTIF EXISTANT

### CONSTAT

- Lors de la rénovation d'un bâtiment, la mise en œuvre d'une toiture végétalisée n'est pas étudiée.

### PRINCIPAL IMPACT

- Absence des effets recherchés par la toiture végétalisée (thermique, confort, esthétique).

### ORIGINES

- Difficulté pour composer une toiture végétalisée neuve avec une étanchéité existante en rénovation.
- Méconnaissance des diverses technologies existantes telles que les procédés de TV en structure légère posée en surimposition d'une toiture en tôle.
- Crainte vis-à-vis des surcharges structurelles.
- Crainte d'une dégradation du système d'étanchéité existant.
- Toiture végétalisée extensive développée historiquement avec des étancheurs et avec des gammes de produits spécifiques, à poser en neuf.

### BONNES PRATIQUES

- Réaliser systématiquement une étude de faisabilité au regard de la structure existante.
- Varier les épaisseurs de substrat et positionner les reliefs créés au-dessus des éléments porteurs pour minimiser l'impact de la charge sur la portance du toit, ce qui favorise par ailleurs la diversité végétale.
- Opter pour des solutions extensives lorsque la surcharge acceptable est faible.
- Consulter un contrôleur technique pour voir la faisabilité vis-à-vis de l'étanchéité existante en toiture-terrasse.
- Choisir une mise en œuvre assurant une étanchéité à l'eau durable.
- Relever les caractéristiques du projet de rénovation en lien avec la mise en œuvre d'une TV (type de structure et de charpente, surcharge, effets d'arrachements, etc.).



Mise en œuvre de modules végétalisés préfabriqués en surimposition d'une toiture en bac acier. ©AQC



Solution technique en TV pour les toitures-terrasses en structure sèche. ©AQC



Solution technique classique en TV pour les toitures-terrasses en structure béton composées d'un substrat posé sur une couche drainante et sur l'étanchéité de la dalle. ©AQC



#### Références :

- Règles professionnelles pour la conception et l'entretien des terrasses et des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.
- NF DTU 43.5 : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées (domaine d'emploi uniquement en France hexagonale).

## 9 LUTTER CONTRE LE DÉVELOPPEMENT DES ESPÈCES INVASIVES ⚠️

### CONSTAT

- Des espèces invasives se développent en lieu et place des espèces plantées initialement.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Modification des effets recherchés avec la toiture végétalisée (rafraîchissement, évapotranspiration...). Les plantes adventices n'ont pas forcément les mêmes propriétés que les plantes initiales (densité, surface foliaire, besoin en eau...).
- Risque de dégradation de l'étanchéité du couvert par pénétration des racines d'espèces invasives non adaptées.
- Défaut esthétique : risque de disparition des espèces originelles plantées et développement anarchique d'autres espèces.

### ORIGINES

- Méconnaissance de la nécessité d'entretenir la végétation en toiture.
- Absence de contrat d'entretien.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Passer un contrat d'entretien avec un spécialiste de la botanique et de l'entretien des végétaux.
- Désherber manuellement les espèces invasives.
- Bouturer des espèces et replanter si nécessaire.

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir un suivi spécifique pendant la période d'installation des jeunes plants et la période de parachèvement.
- Prévoir 3 visites par an dans le contrat d'entretien.
- Adapter les espèces aux microclimats avec un professionnel de la botanique et de l'horticulture.
- Fournir et développer une fiche d'intervention listant les espèces initialement implantées pour identifier facilement les sujets à retirer.



Développement de lianes envahissantes et qui étouffent la végétation originelle. ©AQC



Une plante adventice peu dense s'est substituée à l'espèce initiale de type cynodon qui avait été choisie pour ses propriétés couvrantes. ©AQC



Opération de désherbage manuel dans le cadre d'un contrat d'entretien. ©AQC



Référence :

- Recommandations professionnelles, Conception et mise en œuvre des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.

## 10 RETIRER LES ESPÈCES AU DÉVELOPPEMENT RACINAIRE SUSCEPTIBLE DE PERFORER L'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU ⚠

### CONSTAT

- Des espèces arbustives ou arborées se développent à la place des espèces plantées initialement.

### PRINCIPAL IMPACT

- Risque de perforation du dispositif d'étanchéité à l'eau de la toiture par les racines, ce qui entraînerait des infiltrations d'eau.

### ORIGINES

- Absence de contrat d'entretien.
- Méconnaissance du dispositif d'étanchéité à l'eau et de sa résistance face à certains types de racines (pivots par exemple).
- Méconnaissance de la nécessité d'entretenir la végétation en toiture.
- Arrosage automatique mal géré ou dysfonctionnel créant un terrain plus propice au développement de sujets arborés.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Désherber manuellement les espèces de grande taille à un stade précoce.
- Retirer soigneusement les individus de tailles importantes et vérifier l'intégrité du dispositif d'étanchéité après l'opération.
- Bouturer des espèces adaptées et replanter si nécessaire en lieu et place des sujets retirés.

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir 3 visites par an dans le contrat d'entretien pour réduire les possibilités d'installation spontanée de sujets indésirables.
- Adapter les espèces aux microclimats avec des spécialistes de la botanique et de l'horticulture.
- Contrôler l'état de l'arrosage automatique, vérifier l'absence de fuite et d'infiltrations en sous-toiture.
- Développer et fournir une fiche d'intervention, listant les espèces initialement implantées pour identifier facilement les sujets à retirer.
- Prévoir une adéquation entre le dispositif d'étanchéité à l'eau et les espèces implantées.
- Entretenir et maintenir les zones stériles.



Développement d'une jeune pousse d'arbre d'avocatier marron dont les racines risquent rapidement de dégrader le dispositif d'étanchéité à l'eau de la toiture. ©AQC



Développement spontané en toiture d'un arbre dont les racines perforent la membrane d'étanchéité à l'eau entraînant des infiltrations. ©AQC



Site disposant d'un contrat d'entretien sur la végétalisation de toiture avec désherbage manuel, bouturage et apport nutritif si besoin. ©AQC



Référence :

- Règles professionnelles pour la conception et l'entretien des terrasses et des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.

# 11 ENTREtenir ET CONTRÔLER LE DISPOSITIF D'ARROSAGE EN PLACE

## CONSTAT

- Les systèmes d'arrosage ne sont ni contrôlés ni maintenus.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Absence de détection de fuite entraînant une surconsommation d'eau potable.
- Arrosage inadapté (insuffisant ou trop important) pouvant entraîner la dégradation et la disparition de la végétation.
- Risque de pile hors service sur les vannes programmables autonomes.
- Risque de colmatage des réseaux et des asperseurs en cas d'eaux recyclées ou réutilisées.
- Risque de pollution du circuit d'eau potable (AEP) en cas de défaut sur les disconnecteurs.

## ORIGINES

- Manque de coordination des acteurs : lot « Arrosage » en général séparé du lot « Toiture végétalisée/ étanchéité ».
- Maintenance des systèmes d'arrosage non prévue dans les pièces marchés ou non transmise à l'exploitant/ utilisateur final.

## SOLUTIONS CORRECTIVES

- Faire appel à un professionnel de l'entretien des espaces verts ou paysagistes pour contrôler :
  - le système d'arrosage (fuite...),
  - les témoins d'usure des piles des vannes programmables,
  - la pression et l'état physique des équipements et des connexions électriques,
  - la bonne couverture des zones à arroser.

## BONNES PRATIQUES

- Élaborer un tableau de périodicité des opérations de maintenance sur les systèmes d'arrosage dans les DOE/DIUO.
- Respecter les fréquences de vérification des équipements de type électrovannes.
- Mettre en place des solutions automatisées avec système d'alarme/défauts.
- Consigner les actions hydrauliques, mécaniques et électriques effectuées dans le carnet de suivi.
- Installer un compteur d'eau dédié et connecté pour le suivi des consommations.



Développement de végétation à l'intérieur d'un regard. Aucun entretien n'est effectué et l'absence de couvercle n'a pas été corrigée. ©AQC



L'arrosage de la toiture n'est pas efficace, ce qui entraîne un risque de dégradation et de mortalité des végétaux. ©AQC



Contrôle du regard et des équipements intérieurs lors de la maintenance préventive générale de la TV (désherbage manuel, bouturage, etc.). ©AQC



### Références :

- Règles professionnelles pour la conception et l'entretien des terrasses et des toitures végétalisées, Adivet, Mai 2018.
- Règles professionnelles, P.E.4-R0, Travaux de maintenance des systèmes d'arrosage, UNEP, juillet 2012.

## 12 FOURNIR UNE DOCUMENTATION COMPLÈTE POUR LE BON SUIVI DE LA TOITURE VÉGÉTALISÉE ⬇

### CONSTAT

- La maîtrise d'ouvrage ne dispose pas de la documentation nécessaire comprenant les éléments de conception (DOE), d'entretien (DIUO) et de contrat de maintenance dès la phase d'installation des végétaux jusqu'à l'entretien courant.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Absence de transmission des objectifs visés et à maintenir (taux de couverture, diversité, espèces et CME).
- Absence d'information sur la conception de la TV (couches, systèmes d'arrosage enterrés...).
- Difficulté pour les interventions d'entretien et de maintenance sur la TV et/ou le complexe d'étanchéité.

### ORIGINE

- Manque de concertation :
  - DOE non demandé dans les pièces du marché (CCTP),
  - Absence de réserve lors de la réception.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Mener un travail de récolement par un bureau de contrôle.
- Reconstituer un DOE à partir des documents techniques de référence (Atec ou DTA...) nécessaires lors de l'assurance décennale.
- Reconstituer le dossier à partir du lot « Toiture végétalisée » ou « Étanchéité » du CCTP.

### BONNES PRATIQUES

- Établir une fiche projet d'aide à la conception selon les Règles professionnelles.
- Conditionner la réception à la présence et à la conformité des DOE.
- Garder des copies des DOE et du DIUO en version papier, disponibles à tout moment dans un endroit stratégique (porte-document près de l'accès à la TV par exemple).



Le dossier des ouvrages exécutés est remis en main propre à la MOA et comporte l'ensemble des données relatives à la toiture végétalisée. ©AQC



Un plan détaillé de la toiture végétalisée accompagne le dossier des ouvrages exécutés remis au MOA. ©AQC



Référence :

- Règles professionnelles pour la conception et l'entretien des terrasses et des toitures végétalisées, Adivet, mai 2018.

## CONCLUSION

Comme nous l'avons constaté au cours de ces enseignements, une toiture végétalisée est un système vivant et donc complexe. Plusieurs éléments doivent être pris en compte pour préserver l'équilibre de ce système.

Il est nécessaire de diversifier les espèces en présence (jusqu'à une dizaine d'espèces différentes) afin d'éviter le développement d'une mono-espèce, ce qui serait contraire à la biodiversité. Outre l'amélioration esthétique, cette diversification permet également de favoriser la durée de vie de l'ensemble, les strates supérieures créant un peu d'ombre et permettant de garder de la fraîcheur. Les espèces les plus sensibles à l'ensoleillement auront plus de chances de survivre sur le long terme. Cela permettra également de limiter l'échauffement direct des scories volcaniques rouges qui entrent dans la composition de la plupart de ces toitures, améliorant ainsi l'albédo et limitant l'absorption de chaleur. La couverture foliaire et le développement racinaire favorisent également une évapotranspiration maîtrisée et afin de maintenir un taux d'humidité minimum dans le substrat et d'évacuer la chaleur.

D'autres éléments doivent faire l'objet d'une certaine vigilance. Pour protéger la biodiversité, les espèces végétales choisies ne doivent pas être exotiques, ou du moins envahissantes.

Il convient toutefois de bien choisir les espèces, certaines bien qu'étant indigènes peuvent avoir des racines pivots.

L'aspect sécurité incendie ne doit pas être négligé. Une mise en œuvre sans précautions d'usage peut entraîner des risques supplémentaires de propagation par le toit.

Par ailleurs, il faut bien comprendre que le substrat aura tendance à s'appauvrir avec le temps s'il n'y a pas de système de boucle fermée avec apports d'intrants. Dans le cas des terrasses végétalisées, les eaux de pluie finiront par « lessiver » ce dernier, voire l'éroder avec les vents. Si l'apport de matière organique, minérale, naturelle ou de synthèse peut se faire, cela doit rester l'exception et faire l'objet d'un suivi car les eaux de pluie peuvent en ressortir polluées.

Dans les conditions cycloniques de La Réunion, une attention particulière doit être portée au début de chaque saison de cyclones pour détecter un éventuel risque (développement d'un arbuste pouvant être arraché par les vents violents et dégrader l'étanchéité).

Végétaliser une toiture-terrace n'implique pas des risques plus élevés en terme de défaut d'étanchéité, il importe que l'étanchéité (telle que décrite dans les Règles professionnelles) soit correctement installée et que la pose du complexe de végétalisation respecte l'étanchéité (circulation, percement). La végétalisation d'une toiture apporte une protection du revêtement d'étanchéité qui augmente sa durée de vie (protection chimique et mécanique).

Le traitement anti-racinaire de la membrane d'étanchéité ne permet pas toujours d'entraver le développement racinaire, notamment de certains végétaux indésirables. Ainsi, l'entretien courant est la meilleure assurance pour ne pas subir des problèmes d'infiltration, car il va empêcher le développement de certains végétaux trop importants. C'est le cas des arbustes et arbres « importés », c'est-à-dire dont les graines peuvent être transportées naturellement comme les espèces exotiques invasives du type avocat marron. L'entretien est aussi nécessaire pour limiter l'implantation des espèces invasives. Il doit être facilité par la mise en œuvre d'un accès sécurisé et de protections collectives en toiture.

L'arrosage doit être étudié par un spécialiste en fonction de la localisation du projet. Sur des territoires comme La Réunion où on recense plus d'une centaine de microclimats, il sera ou non nécessaire de faire des appoints ponctuels en période sèche. En période d'installation, par contre, l'arrosage sera obligatoire. L'eau potable qui est, et le sera d'autant plus dans les futures décennies, un sujet majeur doit être utilisée avec parcimonie. En ce sens, la récupération des eaux de pluie sera préférée. Un circuit d'eau fermé est également envisageable. Dans ce cas, il convient de séparer les réseaux du réseau d'eau potable pour éviter toute pollution en cas d'appoint possible par l'eau potable. Il est également nécessaire de porter une attention particulière aux tuyaux d'arrosage qui auront plus tendance à se colmater avec des eaux de récupération (un filtrage sera nécessaire).

Par ailleurs, la question de la sécurité incendie ne doit pas être négligée : avec le cadre réglementaire qui favorise ce genre de projets, les commissions de sécurité peuvent aussi être alertées car l'absence de précautions minimales dans la conception peut entraîner des situations favorables au développement ou à la propagation d'incendies. Le bon suivi et la bonne implication de tous les acteurs sont donc nécessaires dès le début du projet et doivent faire l'objet d'un enregistrement, ce qui apportera un gage de qualité et de sécurité pour l'utilisateur final ou le propriétaire ainsi que les assurances.

Trop souvent, des projets de végétalisation de toiture de bonne facture ont été créés, mais ils n'ont pas tenu dans le temps ou ont été tenus pour responsables de désordres (infiltrations le plus souvent). Ces exemples illustrent l'importance de la passation d'informations entre le concepteur et le propriétaire du bâtiment. Une documentation exhaustive et un carnet de vie doivent être fournis pour rappeler la genèse du projet, les objectifs, l'entretien et la périodicité des interventions ultérieures à prévoir.

Certains maîtres d'ouvrage pionniers sur le sujet ne souhaitent plus installer de toitures végétalisées, voire pensent à déposer celles existantes. Il serait dommage que les quelques difficultés rencontrées par le passé, et qui s'expliquent toujours avec l'un des points évoqués dans ce rapport, entachent une solution technique qui peut être pérenne si elle est bien mise en œuvre et entretenue. Les expertises ultra-marines sont peu nombreuses sur ce sujet précis, mais elles existent. Des experts d'autres domaines sont aussi présents pour apporter leurs compétences (botanistes, paysagistes, sécurité, entretien, mise en œuvre...) et des règles professionnelles existent pour cadrer cette pratique (même si une adaptation aux territoires d'outre-mer serait utile).

Globalement, le constat est que nombre de documents de référence ne couvrent pas totalement les outre-mer, comme le DTU 43.5 qui a été adapté uniquement pour les couvertures métalliques ou les règles et recommandations professionnelles pour la conception et la mise en œuvre des toitures végétalisées. Un certain nombre de sujets ne sont pas traités comme la pluviométrie, le choix des espèces, la nature du substrat, l'arrosage, la sécurité incendie... alors même que la loi APER impose la solarisation ou la mise en œuvre de toitures végétalisées depuis 2024 sur les projets neufs et à compter de 2028 sur certains bâtiments tertiaires (entrepôts / bâtiments industriels / hangars avec une exploitation commerciale, bâtiments artisanaux, hôpitaux, bâtiments culturels, sportifs et récréatifs, administratifs, éducatifs) de plus de 500 m<sup>2</sup>. Les PLU, également, sont des outils à saisir pour préciser des spécificités liées aux TV pour chaque territoire (arrosage, type d'espèces à privilégier...).

Un travail collaboratif d'adaptation est donc à effectuer avec les professionnels de chaque territoire pour amender les documents de référence existants et créer ceux rendus nécessaires.

## GLOSSAIRE

AEP	Adduction de l'Eau Potable
APER	Loi relative à l'Accélération de la Production d'Energies Renouvelables
BET	Bureau d'Etude Technique
CEE	Certificats d'Economie d'Energie
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CME	Capacité Maximale en Eau : c'est la quantité d'eau (volume/m <sup>2</sup> de toiture) pouvant être retenue par les matériaux constitutifs du complexe de culture après saturation en eau pendant 24 heures, puis ressuyage pendant deux heures selon des protocoles définis.
DTA	Document Technique d'Application
DIUO	Dossier d'Intervention Ultérieures sur l'Ouvrage
DOE	Dossier des Ouvrages Executés
ERP	Etablissement Recevant du Public
MOA	Maîtrise d'Ouvrage : le propriétaire de l'ouvrage
MOE	Maîtrise d'Œuvre : équipe ou entreprise assurant la conception et la mise en œuvre de l'ouvrage
PEI	Point d'Eau Incendie
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
SI	Sécurité Incendie
TV	Toiture Végétalisée
UV	Ultra-Violet

## DÉFINITIONS

### Complexe de culture

Ensemble des couches explorées par les racines, c'est-à-dire le substrat, la couche filtrante et la couche drainante.

### Couche drainante

Elle assure l'évacuation de l'eau en excès, évitant ainsi l'asphyxie des racines.

### Couche filtrante

Elle retient les éléments du substrat pour éviter un lessivage et un colmatage de la couche drainante. Elle n'empêche toutefois pas le passage des racines dans la couche drainante.

### Dispositif de séparation

Élément de séparation vertical qui sert à retenir tout ou partie du complexe de culture tout en laissant passer l'eau.

### Période de parachèvement

Elle est comprise entre la mise en place de la végétation et la réception de l'ouvrage.

### Période de confortement

Elle est comprise entre la date de réception de l'ouvrage et le démarrage de l'entretien courant.

### Substrat

Support de culture avec une majorité de matières minérales, permettant l'ancrage de la couche végétale et son alimentation. Il peut être complété de matières organiques (résidus, apports, etc.). Il doit notamment servir à assurer la rétention en eau du système de végétalisation.

### Toiture intensive ou toiture-terrasse jardin

Ce type de toiture végétalisée comprend une forte épaisseur de substrat (>30 cm) peut supporter fortes charges et nécessitent un entretien comparable à celui d'un espace vert classique. La végétalisation est diversifiée.

### Végétalisation extensive

Cette végétalisation est caractérisée par un complexe de faible épaisseur, de 4 à 12 cm, un entretien minimal et avec des surcharges limitées. C'est le cas le plus courant rencontré à La Réunion. L'apport d'eau par les précipitations est prépondérant, mais peut nécessiter un appoint à certaines périodes et dans certains microclimats. La végétalisation est limitée du fait des restrictions techniques (système racinaire adapté, faible hauteur...) et environnementales (limitation des espèces invasives).

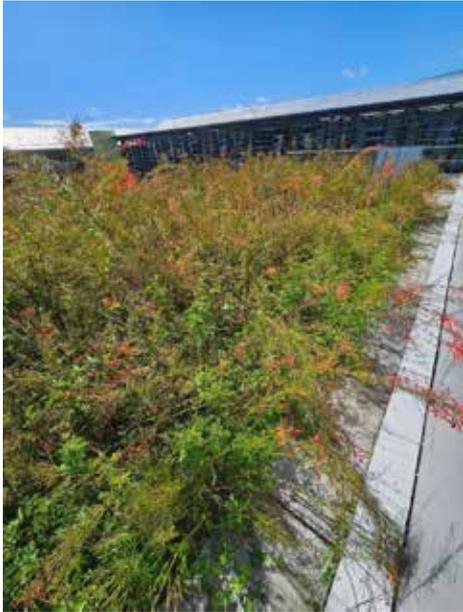
### Végétalisation semi-intensive

Elle est caractérisée par un complexe d'épaisseur moyenne (de 12 à 30 cm), un entretien modéré, mais un arrosage d'appoint un peu plus élevé que la toiture végétalisée extensive

### Zone stérile

Espace aménagé sur toiture facilitant l'entretien des relevés d'étanchéité et des évacuations d'eaux pluviales. Comme elle constitue une séparation physique, elle permet aussi de protéger les relevés d'étanchéité lors de l'entretien de la toiture végétalisée.

## PALETTES VÉGÉTALES UTILISÉES SUR LES TOITURES VÉGÉTALISÉES À LA RÉUNION





## LES MISSIONS DE L'AQC

### OBSERVER L'ÉVOLUTION DES DÉSORDRES ET DES PATHOLOGIES

La priorité est donnée au recueil et à l'analyse d'informations sur les désordres. Une méthode spécifique de recueil et de traitement des données est mise en place : le SYstème de COLlecte des DÉsordres (Sycodés).

Les données produites font apparaître les techniques et les ouvrages les plus sinistrants ainsi que les causes de ces sinistres. Elles permettent également de mesurer les progrès des professions.

En complément, l'AQC conduit une enquête d'envergure nationale sur les risques dans les bâtiments performants aux plans énergétique et environnemental.

### IDENTIFIER LES SIGNES DE QUALITÉ

L'Observatoire des signes de qualité a été conçu et enrichi par l'AQC, à partir de l'analyse des référentiels techniques et des conditions d'utilisation des diverses marques. Il a abouti à la conception d'un moteur de recherche des signes de qualité au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Il est disponible sur le site internet de l'AQC.

### CHOISIR LES PRODUITS

La Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) agit au sein de l'AQC avec trois objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés, susceptibles de poser des problèmes.

Le champ traité par la C2P est vaste puisqu'il couvre le domaine traditionnel : normes et documents techniques unifiés (NF DTU), Règles professionnelles, et le domaine non traditionnel : Avis Techniques (ATec), Documents Techniques d'Application (DTA)...

### CONSTRUIRE AVEC LA QUALITÉ EN LIGNE DE MIRE

L'AQC développe des actions de prévention (publications techniques, Fiches pathologie bâtiment, articles dans la revue...) et accompagne les professionnels dans l'adoption de bonnes pratiques (démarches qualité, documents de sensibilisation).

La Commission Prévention Construction (CPC) s'est fixée comme objectif à sa création de :

- développer des actions sur les pathologies les plus coûteuses ou les plus nombreuses ;
- mobiliser les professionnels ;
- travailler sur les causes profondes de la non-qualité ;
- s'ouvrir aux règles et nouveaux systèmes constructifs susceptibles de générer des risques.

### PRÉVENIR DÉSORDRES ET PATHOLOGIES

La revue Qualité Construction, le site internet de l'AQC, le Rendez-vous Qualité Construction et les journées destinées aux formateurs, la présence active sur des salons comme BePOSITIVE ou BATI'FRAIS, sont l'illustration dynamique de la **volonté** permanente de communication de l'AQC avec son environnement.



# DANS LA MÊME COLLECTION



## PROTECTIONS SOLAIRES DES FAÇADES EN CLIMAT TROPICAL - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

En climat tropical, protéger les façades du rayonnement solaire est indispensable autant pour des raisons énergétiques que pour assurer le confort des occupants. Ce rapport, fruit d'une collaboration entre KEBATI et l'AQC dans le cadre du programme OMBREE, détaille quelques bonnes pratiques en réponse aux points de vigilance et écueils rencontrés sur le terrain.



## RAFRAÎCHISSEMENT EN VENTILATION NATURELLE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce rapport a été élaboré en partenariat avec KEBATI dans le cadre du programme OMBREE. Il a pour but de partager les principaux points de vigilance lors de l'usage de la ventilation naturelle comme solution de rafraîchissement.



PROTECTIONS SOLAIRES ET TOITURES EN CLIMAT TROPICAL - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



ISOLATION DES TOITURES EN GUYANE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



ECS SOLAIRE EN CLIMAT TROPICAL - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



VÉGÉTALISATION ET BÂTIMENTS EN CLIMAT TROPICAL - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



CLIMATISATION EN CLIMAT TROPICAL - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



L'USAGE DU BOIS DANS LES BÂTIMENTS À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



L'HUMIDITÉ DANS LES BÂTIMENTS À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LES BÂTIMENTS PERFORMANTS AUX ANTILLES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA VENTILATION NATURELLE À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA RÉHABILITATION EN GUYANE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Retrouvez l'ensemble des publications du Dispositif REX Bâtiments performants sur :

[www.dispositif-rexbp.com](http://www.dispositif-rexbp.com)

 [DispositifREXBP](#)

*réalisé avec le soutien financier de :*



OMBREE



YouTube