



1

STRUCTURE, COMPOSANTS ET MATÉRIAUX

CRÉER UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE

ALÉA



CHALEURS



PRÉCIPITATIONS ET INONDATIONS

ÉTAPE DE MISE EN ŒUVRE



CONSTRUCTION



RÉNOVATION

PARTIE DU BÂTIMENT



ENVELOPPE



EXTÉRIEURS

COÛT



faible moyen élevé

NIVEAU DE COMPÉTENCE REQUIS



élevé

La végétalisation des toitures apparaît aujourd'hui comme un levier efficace pour améliorer la résilience des bâtiments face au changement climatique, en protégeant le bâtiment des variations des températures notamment lors des vagues de chaleur, et en jouant un rôle de régulateur de l'écoulement des eaux pluviales lors de fortes pluies. Il existe trois types de végétalisation selon l'épaisseur du substrat : extensives, semi-intensives, et intensives.

IMPACTS

La végétalisation d'une toiture apporte divers bénéfices :

- **Amélioration du confort thermique** des occupants du bâtiment par une régulation naturelle de la température et de l'humidité du bâtiment (jusqu'à 40 % de réduction des variations de température) ;
- **Réduction des consommations** énergétiques en chauffage et climatisation. Résultat variable selon la conception et le contexte environnemental pouvant aller [jusqu'à 98 %](#) pour les besoins en climatisation
- **Protection de la membrane d'étanchéité** du toit qui n'est plus exposée aux UV, différences de températures et intempéries (durée de vie de 30 à 50 ans plus longue) ;
- **Rétention des eaux pluviales** par absorption d'une partie des pluies (jusqu'à 50 % annuellement) et désengorgement des réseaux favorisant un bon écoulement.

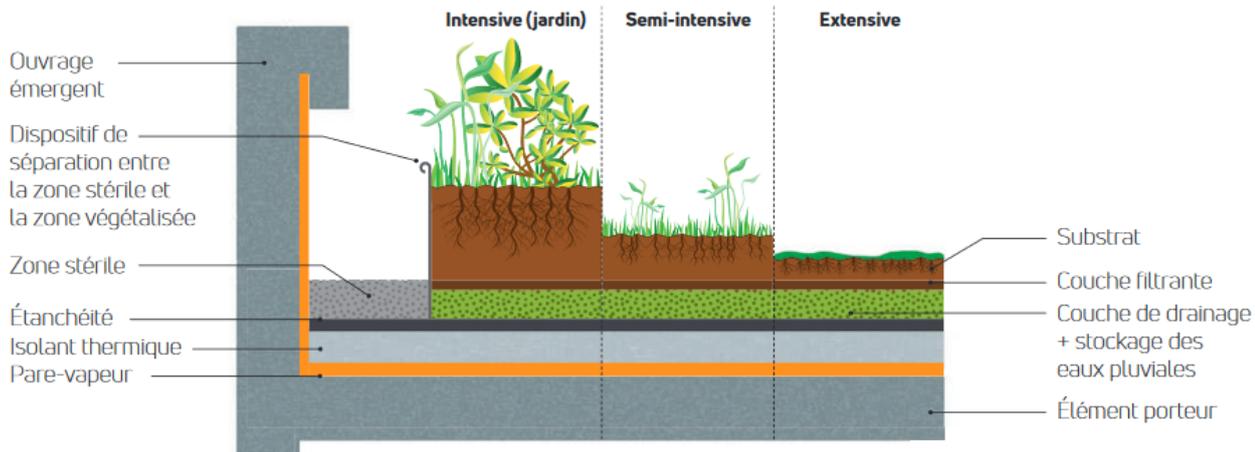
GUIDE DE MISE EN PLACE

Le choix d'un modèle de toiture dépend de l'inclinaison de la toiture, de la charge que peut supporter le toit, du type de végétaux souhaités, de l'accessibilité et des usages présents sur le toit, de l'entretien des végétaux ainsi que du budget de l'opération. Le tableau ci-contre détaille les caractéristiques des différentes toitures extensives, semi-intensives et intensives :

TYPE DE TOITURE	EXTENSIVE	SEMI-INTENSIVE	INTENSIVE
EPAISSEUR DU SUBSTRAT	4 à 12 cm	12 à 30 cm	> 30 cm
TYPE DE VÉGÉTATION	Succulentes, bulbes, mousses, herbacées non ligneuses (8 à 12cm) ...	Arbrisseaux, vivaces herbacées, vivaces ligneuses, graminées ...	Arbres, arbustes, vivaces...
CHARGE	100 kg/m ²	150 à 350 kg/m ²	> 600 kg/m ²
PENTE MAXIMALE	20 %	5 %	5 %
ENTRETIEN	Faible (1 à 2 fois par an)	Moyen (3 à 4 fois par an)	Important (type jardin)



REPRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS DE COMPOSITION D'UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE



Source : Adopta (2019)

A noter que des zones dites « stériles », de 40 cm minimum de largeur, doivent être mises en place en périphérie des parties végétalisées afin d'en assurer l'étanchéité.

FREINS ET LEVIERS

- + La végétalisation des toitures est d'autant plus intéressante que **les toitures couvrent des surfaces non négligeables** des espaces urbains (10 % en moyenne), et que ces espaces ne possèdent que peu de compétition pour leur utilisation, hormis le développement des **panneaux photovoltaïques**. Les installations photovoltaïques et la végétalisation des toitures n'entrent pas en compétition s'ils sont pensés conjointement dès la conception de la toiture. Au contraire des synergies existent comme l'augmentation du rendement photovoltaïque par rafraîchissement issu de l'évapotranspiration.
- + Dans le cadre de la **Loi Energie Climat**, **certains bâtiments tertiaires sont contraints de végétaliser un tiers de leur surface de toiture**, ou de les couvrir de panneaux photovoltaïques.
- + Pour les toitures non adaptées, il est possible d'utiliser **des matériaux ou revêtements clairs et réfléchissants** qui garantiront un confort thermique en période estivale.
- + Les toitures végétalisées peuvent être un **support de biodiversité** en fournissant abris et nourriture à la faune urbaine tout en contribuant à la **connectivité écologique** sous forme de patch. Du fait de la particularité du milieu, une attention particulière doit être portée lors de l'élaboration de la palette végétale.
- L'installation d'une toiture végétalisée sur un bâtiment déjà existant est **complexe du fait de la charge supplémentaire**, surtout s'il s'agit d'une toiture intensive ou semi-intensive.
- Si elles sont mieux adaptées au bâti existant, les **toitures extensives**, du fait de la finesse du substrat, ne sont cependant **pas accessibles par les usagers** du bâtiment et ont un bénéfice moindre pour la biodiversité et les services écosystémiques associés.

! MALADAPTATION

Les maladaptations peuvent résider dans les risques suivants :

Fragilisation du bâtiment

La conception d'une toiture végétalisée est un procédé complexe. Si les choix de végétalisation ne sont pas adaptés à la structure du bâtiment, celle-ci peut être fragilisée et une problématique d'infiltration de l'eau pluviale peut être rencontrée. Un risque pour les usagers existe alors.

Inefficacité des co-bénéfices

Par ailleurs, négliger l'étape du choix de la palette végétale peut rendre le projet inefficace voire entraîner des retombées néfastes sur la biodiversité. Si les essences végétales choisies ne sont pas adaptées aux conditions particulières des toitures (vents, pente, épaisseur faible du substrat, etc.) les plus-values attendues pour l'adaptation au changement climatique ne seront atteintes.

Pression pour la biodiversité locale

Si la toiture accueille des espèces exotiques envahissantes des phénomènes de compétition interspécifique peuvent naître, constituant alors une pression sur la biodiversité locale.

REPÈRES DE SUIVI

LES RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES Y AVEZ-VOUS PENSÉ ?

- ✓ AVOIR LE PLUS POSSIBLE RECOURS À DES ESPÈCES LOCALES
- ✓ ADAPTER LA PALETTE VÉGÉTALE AUX CLIMATS ACTUELS ET FUTURS
- ✓ ADAPTER LA PALETTE VÉGÉTALE AUX CONDITIONS EN TOITURE (HAUTEURS, VENTS, PENTE, ETC.)
- ✓ RECOURIR À PLUSIEURS ÉPAISSEURS ET NATURES DE SUBSTRAT
- ✓ ASSURER LA PRÉSENCE D'UN SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DES EAUX PLUVIALES AFIN DE PERMETTRE L'IRRIGATION DE LA VÉGÉTATION EN TOITURE
- ✓ INSTALLER DES REFUGES POUR LA FAUNE (TAS DE BOIS, TAS DE ROCHES, NICHOS À OISEAUX, ETC)
- ✓ AVOIR UNE ÉPAISSEUR DE SUBSTRAT SUPÉRIEURE À 8 CM
- ✓ FAIRE APPEL À UN ÉCOLOGUE DURANT LA PHASE DE CONCEPTION

POUR SUIVRE MES ACTIONS ADAPTATIVES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

+/- : indicateur quantitatif ★ : indicateur qualitatif

INDICATEURS DE MOYENS	INTERPRÉTATION
+/- Part de la toiture végétalisée par rapport à la surface totale de la toiture	▶ La plus élevée possible en tenant compte de la structure du bâtiment
★ Type de toiture installée (extensive, semi-intensive ou intensive)	▶ Si possible, tendre vers une toiture intensive
+/- Nombre de strates végétales	▶ A maximiser
+/- Calcul du CBS-TTV décrit dans le GreenRoofScore selon l'épaisseur de substrat et le type de végétation (sans unité)	▶ A maximiser
+/- Consommation d'eau pour irrigation (m³)	▶ A minimiser
+/- Pourcentage de recommandations essentielles suivies (%)	▶ A maximiser

INDICATEURS DE RÉSULTATS	INTERPRÉTATION
+/- Comparaison entre la température de la toiture végétalisée et celle sur une situation témoin* (°C)	▶ Température de la toiture végétalisée < Température témoin
+/- Comparaison entre la consommation énergétique (kWh) liée au chauffage et à la climatisation avant et après végétalisation de la toiture	▶ Consommation énergétique (kWh) avant > consommation énergétique (kWh) après
+/- Performance écosystémique du projet calculée via le GreenRoofScore	▶ Note la meilleure possible

+/- Capacité maximale en eau (CEM) du substrat (l/m²) (protocole de calcul à l' annexe G du référentiel GreenRoofScore)	▶ A maximiser
+/- Capacité de rétention en eau de la toiture	▶ A maximiser
+/- Capacité de la structure de stockage d'eau destinée à l'irrigation de la végétation (l/m²)	▶ A maximiser selon les capacités de la toiture (structure, surface, etc.)
+/- Abattement pluvial de la toiture (%)	▶ A maximiser
+/- Débit de fuite de la toiture (l/s. m²) (voir repères de suivi)	▶ A minimiser
+/- Réduction du ruissellement en aval des toitures via l' outil Faveur du Cerema	▶ A maximiser

* La situation témoin est définie par les paramètres fixés permettant d'isoler l'influence de l'action adaptative (conditions similaires : météo, heure de mesure, espace, etc.).

DÉFINITIONS

- **Capacité de rétention en eau de la toiture** : quantité d'eau (volume/m² de toiture) retenue par le substrat après saturation en eau pendant 24 heures puis ressuyage pendant deux heures.
- **Structure(s) de stockage d'eau destinée à l'irrigation de la végétation** : dispositif additionnel au substrat qui permet de stocker de l'eau sur la toiture ou au sol et d'irriguer la végétation.
- **Abattement pluvial de la toiture** : quantité d'eau de pluie captée par le substrat et consommée par la toiture végétalisée (évaporation par le substrat et transpiration par la végétation).
- **Débit de fuite de la toiture** : volume d'eau pluviale rejeté par la toiture lors d'un épisode pluvieux.

OUTIL

- **GreenRoofScore** : Référentiel développé par l'Adivet visant à évaluer les performances des toitures végétalisées en termes de services écosystémiques.
- **Faveur** : Outil développé par le Cerema afin d'évaluer les performances hydriques des toitures terrasses végétalisées.

EN SAVOIR PLUS

Adivet (2023), [Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées](#)

Adopta (2019), [La toiture végétalisée](#)

De Munck (2013), [Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville](#)

Adivet (2023), [GreenRoofScore](#)