Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées

Groupes espèces — ***Toutes***

Echelles de bâti

Situation

Types de bâtis

Neuf/ rénovation

Autres intérêts

Toiture végétalisée extensive (sédums), du centre d'interprétation de la Nature, Parc national du Biebosch, Pays-Bas

Toitures végétalisées : les avantages

La végétalisation des toitures est un des plus importants moyens potentiels de reconstitution des fonctions éco-systémiques de la ville. Deux raisons justifient cela : d'une part les toitures potentiellement végétalisables (plates ou semi-plates) représentent une surface importante dans toutes les villes (10% des espaces urbanisés européens, surface trois fois plus importante que la surface en espaces verts à Lille) ; d'autre part, elles sont un espace disponible qui connait peu de compétition pour son utilisation. Elles sont peu perturbées par les activités humaines directes (pas de dérangement, de piétinement…) et sont donc un moyen efficace pour la recolonisation de l'espace urbain.

Au-delà des intérêts pour la biodiversité, qui vont être développés dans cette fiche, établir des plantes sur les toits permet par ailleurs :

- De gérer la quantité et la qualité des eaux de pluie : le substrat retient et filtre une certaine quantité d'eau,
- D'économiser de l'énergie : le substrat aide à garder la chaleur en hiver et la fraicheur en été,
- D'isoler acoustiquement le bâtiment : les végétaux et le substrat absorbent les ondes sonores,
- De diminuer l'effet d'ilot thermique en ville : la présence de végétaux augmente notamment l'hygrothermie de l'air et le rafraichit,
- D'améliorer la qualité de l'air en absorbant les poussières, certains polluants et le CO_2,
- D'augmenter la durée de vie des matériaux qui composent le toit par protection des UV et des chocs thermiques (gel-dégel, canicule),

Toiture jardin : le 'jardin ondulatoire sur l'a Shizuoka University of Art and Culture à Hamamatsu, Japon *(Mark J. Nelson, 2004)*

Types de toitures et points techniques

Il existe différents types de toitures végétalisées. Leur installation est possible en neuf comme en rénovation sous conditions de portance et de pente et en fonction du système de végétalisation choisi. Ci-contre, le schéma décrit et compare les trois grands types de toitures végétalisées.

Selon sa disposition, une toiture végétalisée offre de nombreuses capacités d'aménagements. Les toitures terrasses (pente faible) peuvent être aménagées comme espace à vivre (terrasse, mare d'ornement…) ou simplement contenir les équipements techniques (ventilations, ascenseurs…). Dans ce dernier cas, le toit constitue un milieu intéressant dans la mesure où il n'est pas dérangé directement pas les activités humaines.

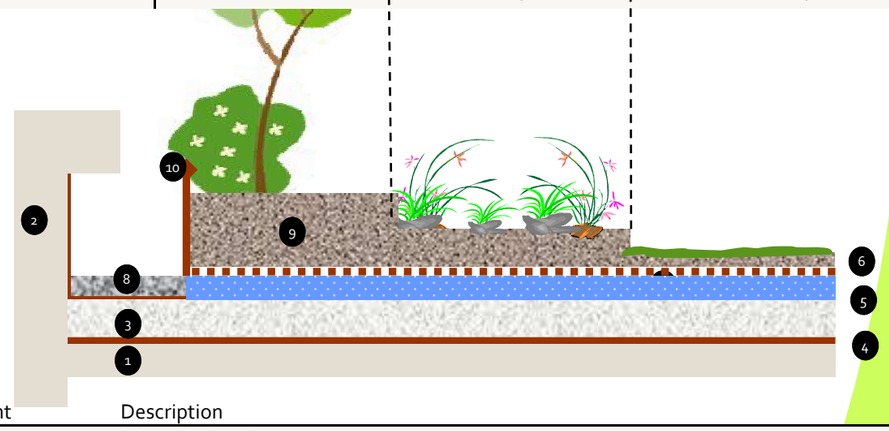
Normes et dimensionnement

- D'après le DTU 43.1, la terrasse doit être située à moins de 30m d'un dispositif de collecte. Tout point d'évacuation doit drainer une surface maximale de 700 m².
- Conformément au DTU 60.11, la toiture doit pouvoir évacuer un débit maximal de 3l/min. m².

- Le dimensionnement de la couche de stockage est fonction de la surface (S) du toit, du volume d'eau à stocker (V) et de la porosité du matériau utilisé (P). Epaisseur de la couche = V / (S x P)

Ex : pour un bâtiment d'une surface de 1 000 m² devant stocker temporairement 70 m³ d'eau avec un matériau d'une porosité de 95 %, la hauteur minimale de la couche de stockage serait de 7 cm.

Schéma de principe	Intensive	Semi-extensive	Intensive
Epaisseur substrat	>30cm	>30cm	>8cm
Type de végétation	Véritable jardin : arbres et arbustes, prairies…	Plantes arbustives à faible développement, vivaces et graminées…	Plantes succulentes (sédums), bulbes, graminées, associations…
Support	Béton	Béton, acier, bois	Béton, acier, bois
Charge	>600 kg/m²	150 à 350 kg/m²	100 kg/m²
Entretien	Important (type jardin)	Moyen (3 à 4 fois par an selon végétaux)	Faible (1 à 2 fois par an)
Coût	Elevé	Moyen	Economique



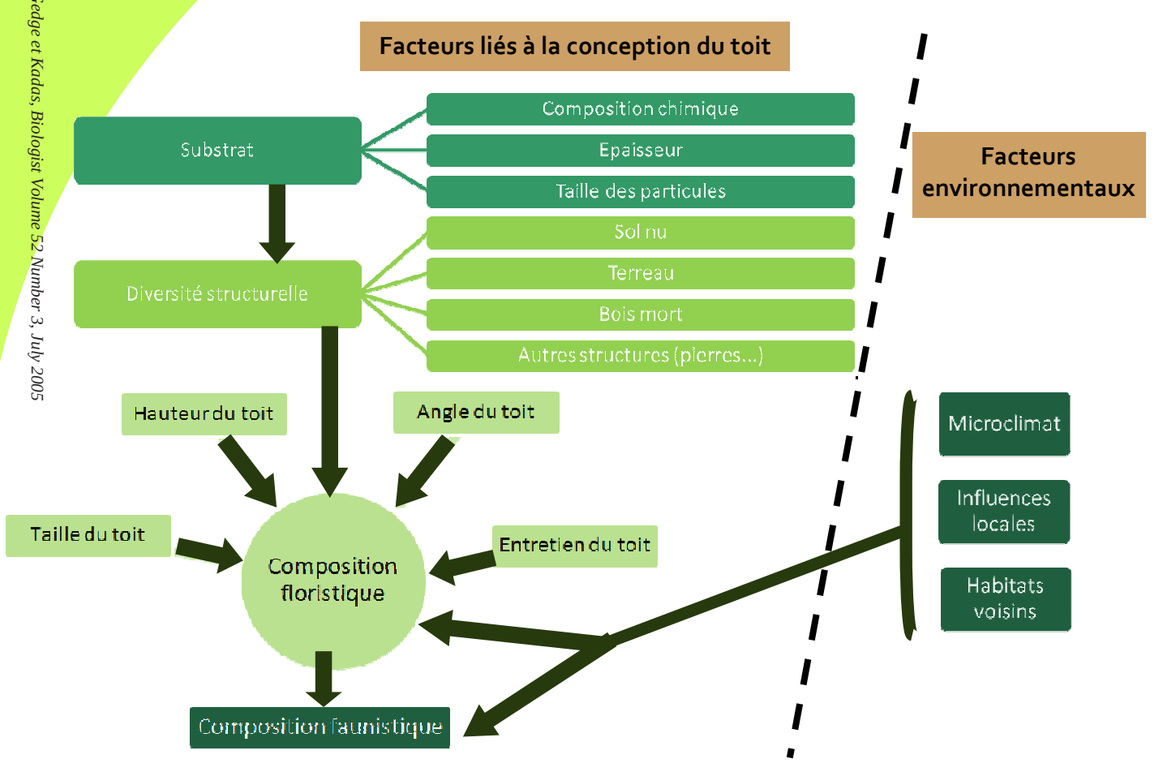
	Élément	Description
1	Structure portante	Béton, bois, acier
2	Ouvrage émergent	
3	Isolant thermique	
4	Pare-vapeur	
5	Etanchéité	Bicouche en membranes bitumineuses traitées anti-racines ou asphalte coulé
6	Couche filtrante	Matériaux non-tissés synthétiques en polyester ou polyéthylène, généralement recouvert d'un géotextile traité anti-racines.
7	Couche de drainage	Agrégats minéraux poreux, argile expansée, matériaux alvéolaires, éléments synthétiques pré-moulés, matelas de drainage synthétique. Facultative pour une pente au-delà de 5%.
8	Zone stérile	Gravillons (> 15 mm), dalles préfabriquées béton ou bois posées sur la couche drainante ou sur plots. Largeur minimal de la zone autour du toit et autour de tout équipement : 40cm.
9	Substrat	Eléments organiques (tourbe, compost, terreau…) avec minéraux (pierre de lave, pierre ponce, argile expansée…). De la terre végétale dans le cas d'une toiture intensive.
10	Séparation	Entre la zone stérile et la zone végétalisée : bande métallique, bordure béton ou brique.

Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées

Les facteurs influençant la diversité des toits

La diversité floristique et faunistique d'une toiture est influencée par plusieurs facteurs (schéma). En agissant sur certains facteurs, il est possible d'optimiser voire d'augmenter cette diversité.

Facteurs influençant la composition spécifique d'un toit végétalisé



Gredge et Kadas, Biologist Volume 52 Number 3, July 2005

Optimisation de la biodiversité de l'écosystème dans son ensemble

Dans le choix de la conception des toitures intégrant une préoccupation pour la biodiversité, deux logiques coexistent :

- La première cherche à diversifier les habitats en créant par exemple dans une plaine agricole au sol profond un sol superficiel pierreux qui contiendra une diversité différente au même titre qu'une falaise naturelle.
- La seconde consiste à reproduire le milieu alentour pour assurer une continuité maximale et le remplacement de l'espace perdu au sol.

La stratégie à adopter dépend des objectifs du projet et de la sensibilité de l'écosystème que la construction perturbe. Le diagnostic initial réalisé par un spécialiste permet de mettre en évidence ces points sensibles en termes d'espèces, d'habitats et d'écosystème (présence actuelle ou historique d'une espèce animale ou végétale menacée, présence d'un habitat remarquable sur site ou à proximité, destruction d'un élément ayant une fonction ecosystémique majeure...). A partir de ces constats, il est alors possible de concevoir et de dessiner la toiture qui sera la plus efficace. Les parties suivantes s'attèleront à décrire les diverses possibilités qui s'offrent aux concepteurs et dans quels cas elles sont à privilégier pour optimiser la biodiversité du site et/ou compenser les pertes engendrées pas la construction.

Hauteur, taille, angle du toit

- Les études menées jusqu'à présent ne s'accordent pas sur l'influence de la taille et de la hauteur du toit qu'il est de toute façon difficile de faire varier. A priori, selon le concept de position insulaire (voir définitions du guide), plus un toit est grand et proche d'une source de biodiversité, plus il serait susceptible d'être riche. La taille ne semble cependant pas jouer un rôle déterminant à cette échelle.

- L'angle du toit pose principalement des problèmes techniques. Il aura une influence sur l'épaisseur de substrat qu'il est possible de disposer et donc sur le type de végétation capable de s'y développer.

Toiture jardin dans une ville américaine
Alyson Hurt de Alexandria, Va.

Substrat et diversité structurelle

Substrat :

Les substrats sont en réalités composés d'un mélange de plusieurs éléments qui permettent de faire varier la capacité de rétention en eau totale du toit. Les conditions offertes par le toit seront d'autant plus variées que la capacité de rétention des substrats sera différente. Dans tous les cas, le tassement doit être évité, la granulométrie des éléments doit retenir suffisamment l'eau et les nutriments.

- Varier les épaisseurs de substrats. En effet, la faune du sol souvent invisible à nos yeux fait partie intégrante de la biodiversité et de la chaine alimentaire. Certains invertébrés préfèrent une faible épaisseur de substrat, d'autres ont besoin de se réfugier plus en profondeur, dans une zone plus humide ou à l'abris du gel.

- Varier les types de substrats (terre végétale, substrat pierreux, sableux...) permet de varier les habitats et donc de favoriser la diversité des espèces.

- Favoriser les substrats locaux dans le mélange. 15cm de terre végétale prélevés avant construction et mis en réserve contiendront une banque de graines adaptées et qui se sélectionneront naturellement avec les années.

Diversité structurelle :

- Intégrer des éléments diversifiant le milieu : du bois mort non traité favorisera la faune et les champignons détritivores, un pierriers sera favorable aux mousses, plantes et animaux inféodés aux milieux minéraux ; les panneaux solaires apporteront un microclimat ombragé et sec qui conviendra à d'autres plantes et animaux ...

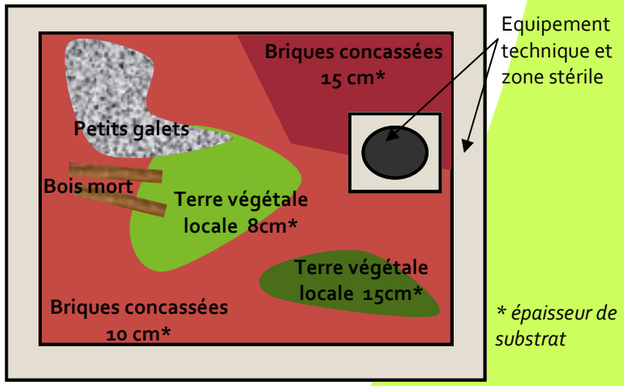
Brownroof et toit biodiversifié

Les « brownroofs » (toits bruns), à la différence des « greenroofs » (toits verts) sont comme leur nom l'indique initialement de couleur marron.

En effet, le principe dominant est l'utilisation de substrats locaux et diversifié pour l'apport d'une banque de graine et un minimum de plantations. Ces toits sont aussi appelés toits « biodiversifiés » en raison de l'hétérogénéité des conditions qui y règnent. Le couvert de végétation se développe en 2 ans en moyenne, d'où la difficulté d'utiliser cette technique dans les lieux de prestige.

A consulter : *www.brownroofs.co.uk*

Exemple de schéma d'un toit « biodiversifié »



Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées

Critères de choix du système végétal

Le premier critère auquel on pense est souvent le critère visuel. Pourtant les toitures ne sont pas toujours visibles et lorsqu'elles le sont, de nombreuses contraintes annexes sont à prendre en compte pour le choix des végétaux.

Adaptation aux conditions des toits

Dans le choix des espèces, le premier critère à prendre en compte pour obtenir un bon résultat est évidemment la capacité à résister aux conditions contraignantes du toit. Les principales caractéristiques recherchées sont la résistance à la sécheresse, à la chaleur, au vent et la capacité à pousser sur un sol superficiel. La flore des friches urbaines et autres habitats caractérisés par un sol mince pauvre en matière organique (routes de campagne, sections de béton…) fait parti du panel dans lequel il convient de chercher.

Les sédums sont couramment utilisés car leurs feuilles succulentes stockent l'eau *F. Lamiot*

Les plantes correspondant à ces critères sont les plantes :

- Couvre-sol qui poussent en touffe ou en coussin ;
- Formant des racines secondaires dans le substrat ;
- A feuilles succulentes qui stockent une grand quantité d'eau ;
- Dont les feuilles ont une cuticule épaisse ;
- A feuillage gris ou argenté dont les poils réduisent la perte hydrique ;
- Géophytes (bulbes, tubercules…) souvent très esthétiques lorsque la partie aérienne réapparait au printemps ;
- Au système racinaire superficiel et dense (graminées…) ;
- A feuilles sempervirentes.

La callune *(Calluna vulgaris)* est une potentielle candidate : ses feuilles sempervirentes ont une cuticule épaisse (Aqwis)

Epaisseur substrat	Plantes possibles
0-5cm	Association simple sédum/mousse/lichen
5-10cm	**Association de plantes de prairies sèches, plantes vivaces à port bas, résistant à la sécheresse, graminées et plantes de rocaille, petites plantes bulbeuses**
10-20cm	Mélange semi-extensif de vivaces, graminées et annuelles pour habitat sec à moyennement sec, petits arbrisseaux, gazon
20-50cm	**Arbustes moyens, plantes comestibles, vivaces et graminées**
50cm et plus	Petits feuillus caducs, petits conifères

Effets fonctionnels

Les performances acoustiques et thermiques des toits ne sont pas équivalentes en fonction des plantes en termes acoustiques, thermiques, et quant à la gestion des eaux pluviales

Critère	Plantes ou caractéristiques des plantes performantes	Plantes ou caractéristiques des plantes les moins performantes
Intérêts acoustiques et thermiques, notamment en hiver	Plantes sempervirentes	Plantes caduques, géophytes…
	Mélange de graminées et de plantes prairiales	Monocultures
Gestion des eaux pluviales -capacité à retenir l'eau	Feuilles duveteuses	Feuilles lisses dont les sédums
	Feuilles insérées de manière horizontale	Feuilles insérées de manière triangulaire
	Graminées cespiteuses*	
	Mélanges complexes	Monocultures

**Cespiteuses = se dit des plantes croissant en touffes serrées*

Mode de plantation :

La végétalisation ne doit pas se faire en été. L'irrigation lors de la plantation est parfois nécessaire, notamment pour augmenter la germination d'un semis. A longs termes, toutes les solutions d'implantation donnent un résultat esthétiquement intéressant et un taux de couverture satisfaisant dans la mesure d'un entretien adapté aux espèces choisies, la seule différence étant le prix et le temps nécessaire à atteindre ce taux de couverture.

Type de végétalisation	Eléments pré-cultivés	Micromottes, godets	Semis, végétation spontanée
Durée de la période de confortement	3 à 6 mois	1 à 2 ans	1 à 3 ans
Prix	+++	++	+

Consultez un fournisseur. Le livre de Nigel Dunnett et Noël Kingsbury « Toits et Murs végétaux » donne des informations précises sur les techniques.

Influences des conditions environnementales

Lors de la conception, il faut avoir conscience de l'influence réciproque du toit et de l'environnement proche sur la diversité de l'écosystème.

- Le milieu dans lequel se trouve la construction est en effet une source de microclimats, de semences et de faune pour le toit (présence d'une vallée, d'une rivière, de grands arbres ou d'immeubles apportant de l'ombre, orientation du toit par rapport au soleil et aux vents dominants…). Ces composantes doivent être prises en compte lors du choix du design et pour assurer la pérennité des espèces plantées ou semées. L'analyse du climat qui règnera sur les différentes parties du toit influencera le choix de la palette végétale utilisée sur chaque partie.

- Vice versa, le toit correctement conçu peut potentiellement limiter les impacts de la construction sur le milieu naturel voire dans certains cas assurer en partie la continuité du milieu. En ce sens, il faudra vérifier que les espèces plantées ou semées n'ont pas un caractère invasif dans la région concernée. ***préciser comment !

Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées

Végétation pour la biodiversité faunistique du site

Les facteurs clés favorisant la diversité faunistique sont avant tout la qualité et la diversité du substrat ainsi que la structure du matériel végétal, et non la composition précise du mélange des espèces implantées (Kadas, 2006). Les plantes indigènes sont importantes pour la conservation de certaines espèces animales mais les propriétés fonctionnelles, structurelles et phrénologiques du milieu sont déterminantes pour la diversité, notamment des invertébrés.

Les essais de l'Université de Gembloux (Belgique)

Pyrale de la menthe (*pyrausta aurata)*

Une étude lancée en 2010 a pour objectif d'étudier l'adaptation de différentes fleurs sauvages à la faible épaisseur de substrats.

Les espèces choisies pour l'étude préfèrent les sols secs, sont présentes naturellement dans la région de Gembloux et montrent un intérêt pour la biodiversité locale. L'origan (*origanum vulgare*) par exemple est une des plantes hôtes indispensable à la reproduction de la pyrale de la menthe.

Les résultats de cette expérimentation permettront de diversifier la palette d'espèces possibles en prenant en compte leur écotype (voir définition guide) et leur intérêt pour la diversité locale.

Le choix de la stratégie de végétalisation devra s'effectuer au cas par cas, à la suite d'une expertise mettant en évidence les caractéristiques et les sensibilités du site (présence actuelle ou historique d'une espèce animale ou végétale menacée, présence d'un habitat remarquable sur site ou à proximité…).

- Favoriser la végétation spontanée est à la fois un atout écologique et économique. Un bon compromis consiste à consacrer une partie du toit à une végétation plus horticole et visible aux yeux du grand public alors qu'une partie est réservés à la colonisation spontanée.
- Mettre en place délibérément des espèces locales, pionnières ou non choisies pour leur fiabilité, leur valeur esthétique, leur valeur écologique et leur vigueur (voir encadré et liste des espèces en dernière page de cette fiche.
- S'inspirer des associations de plantes des milieux naturels aux caractéristiques similaires à celles du toit en question.
- Combiner certaines techniques mises en œuvre pour les toits biodiversifiés (monticules, épaisseurs de substrat et substrats variés) avec des mélanges de plantes indigènes et/ou de plantes allogènes suivant le contexte écologique et visuel.

Diversifier la palette végétale : Astuce pour le choix des espèces

Il est tout à fait possible et même recommandé de diversifier la palette végétale proposée par les systèmes couramment commercialisés. Il suffit de chercher des plantes capables de s'adapter aux conditions des toits parmi les plantes sauvages de votre région.

Pour cela :

- Télécharger le ficher « baseflor » http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm
- Consulter la fiche « Utilisation de Baseflor » pour sélectionner les plantes potentiellement adaptées aux milieux correspondant aux conditions présentes sur votre toit.

Selon son orientation, son insolation, les précipitations, l'épaisseur et le type de substrat, les milieux généralement semblables sont :

- 07/ : Parois plus ou moins verticales des murs et rochers non marins ; éboulis.
- 08/ : Dalles rocheuses horizontales et sables plus ou moins stabilisés, zones à sols très superficiels généralement de faible niveau trophique et supportant la sécheresse.09/ : Pelouses, steppes et ourlets développés sur des sols riches en calcium, secs, assez superficiels et généralement pauvres en azote.
- 11/ : Pelouses permanentes des étages alpin à subalpin.
- 13/ : Cultures, friches, coupes forestières à sols perturbés, lieux plus ou moins rudéralisés, et zones naturelles de caractères écologiques similaires (pieds de falaises, ourlets dunaires…).

Les toits les plus intensifs pourront s'étendre aux catégories de végétaux ligneux, arbustes et arbrisseaux voire végétaux arborescents.

Exemple sélection : Espèces de prairie sèche du Nord-Pas-de-Calais

Les espèces suivantes sont des espèces dites sauvages couramment retrouvées dans la flore de Belgique et du Nord-Pas-de-Calais. Elles poussent dans les prairies sèches et supportent une sécheresse modérée voir forte. Leur intérêts pour la diversité des toits ajoutés à leurs atouts esthétiques font d'elles de bonnes candidates à la colonisation de toitures de plus de 6cm d'épaisseur.

→ *Achilea millefolium*
→ *Allium vineale*
→ *Bromus diandrus*
→ *Bromus tectorum*
→ *Campanula rapunculoides*
→ *Calluna vulgaris*
→ *Carlina vulgaris*
→ *Centaurium erythraea*
→ *Cerastium arvense*
→ *Clinopodium vulgare*
→ *Corydalis lutea*
→ *Cymbalaria muralis*
→ *Dianthus barbatus*
→ *Diplotaxis muralis*
→ *Echium vulgare*
→ *Erodium cicutarium*
→ *Festuca rubra*
→ *Galium verum*
→ *Geranium purpureum*
→ *Hieracium murorum*
→ *Hieracium pilosella*
→ *Hypericum perforatum*
→ *Lepidium campestre*
→ *Linaria vulgaris*
→ *Malva moschata*
→ *Medicago minima*
→ *Mycelis muralis*
→ *Myosotis ramosissima*
→ *Ononis repens*
→ *Origanum vulgare*
→ *Petrorhagia prolifera*
→ *Poa compressa*
→ *Primula veris*
→ *Ranunculus bulbosus*
→ *Sanguisorba minor*
→ *Saxifraga tridactylites*
→ *Scabiosa columbaria*
→ *Silene lathifolia subsp alba*
→ *Silene nutans*
→ *Silene vulgaris*
→ *Sedum acre*
→ *Sedum album*
→ *Teucrium scorodonia*
→ *Trifolium arvense*
→ *Thymus pulegioides*
→ *Verbascum thapsus*
→ *Veronica spicata*
→ *Vulpia myuros*

Aroche (*Allium vineale)*

Viperine commune (*Echium vulgare)*

Scabieuse colombaire (*Scabiosa columbaria)*
(böhringer friedrich)

Molène bouillon blanc (*Verbascum thapus)*

Fournisseur de semences

Certaines de ces plantes sont vendues dans le commerce par les filières classiques.

Pour les autres, contactez le producteur ecosem *(www.ecosem.be)* spécialisé dans la production de semences et de végétaux sauvages de la Belgique et du Nord-Pas-de-Calais.

Fumeterre jaune (*Corydalis lutea)*

Petite saxifrage
(Saxifraga tridactylites) (Ijmuiden)

Trèfle des champs
(Trifolium arvense) (Carstor)

Linaire commune
(Linaria vulgaris) (4028mdk09)

Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées

Toiture intensive vs toiture extensive ?

Les toitures intensives peuvent paraître plus favorables à la biodiversité que les toitures extensives. Cependant, plusieurs études ont montré que la diversité des communautés d'insectes, araignées et oiseaux entre ces deux types de toit était certes **différentes puisque l'habitat diffère mais qualitativement comparables.**

A long termes, en climat tempéré, la faible épaisseur du substrat est sous certaines conditions un avantage en termes de conservation des espèces. En effet, les diversités les plus importantes et les espèces rares se trouvent souvent sur des milieux peu productifs en termes de biomasse (falaises, éboulis..).

Quelques exemples…

Le design spécifique des toits est capable de compenser certaines pertes d'habitats :

⇒ A Bâle en Suisse, lors de la construction de la « Jacob Burckhardt-house, il a été choisi de reproduire sur les toits la structure des berges de la rivière Birs. En effet, la disparition des berges naturelles a créé une perte d'habitat notamment pour des oiseaux menacés qui venait y nicher.

⇒ **A Londres,** le rouge-queue noir a vu son habitat disparaitre au fur et à mesure de la reconquête des friches urbaines par l'homme. En effet, ce petit passereau adapté au milieu urbain se reproduit principalement dans les friches ou habitats naturels similaires. Des toits « friches » de briques et de béton concassés récupérés sur place ont été mis en place et se sont avérés être un habitat de substitution.

Rouge-queue noir
(Wikipedia commons, Garg)

Les toits peuvent avoir une fonction écosystémique importante.
A Bâle, en Suisse, plusieurs toits ont montré une fonction d'alimentation pour les moineaux, la bergeronnette grise et le rouge-queue noir et une éventuelle fonction de reproduction pour le vanneau huppé et le petit gravelot (Baumann N., 2006).

Vanneau Huppé
(Andreas Trepte)

Les toits peuvent être un moyen efficace de conserver la diversité
Une étude sur différents types de toits végétalisés Londoniens a montré qu'au moins 10% des espèces d'araignées, coléoptères (coccinelles, scarabées), et hyménoptères (fourmis, abeilles…) collectées faisaient partie soit de la liste rouge des espèces menacées à l'échelle Européenne, soit étaient rares ou menacées au niveau national.

Une conception et un design adaptés au contexte climatique permettent à une communauté végétale de survivre à long terme et de s'enrichir petit à petit même avec un entretien limité.

Au Pays de Galle, l'architecte Brian Richardson a réalisé son premier toit en 1982 avec un substrat local de 10cm d'épaisseur et une végétation découpée dans le pâturage environnant. L'herbe n'a jamais été fauchée, seuls les plantules de ligneux amenées par le vent ont été supprimées. Aujourd'hui, ce toit est colonisé d'une communauté de plantain *(plantago lanceolata)* et de graminées typiques des près peu fertiles très esthétique. Plus ponctuellement, on trouve également des plantes très décoratives comme la ficaire (*ranunculus ficaria)*, la primevère, *(primula veris),* et des muscaris (plante bulbeuse, *muscaris armenaicum*). Notez cependant qu'il s'agit d'une région à précipitation élevées (800mm/an).

Lasius Flavus, hyménoptère protégé nationallement en Grande-Bretagne, observé sur un toit végétalisé à Londres

Entretien du toit pour une biodiversité optimisée

Généralités

En premier lieu, il est indispensable de prévoir des voies d'accès et de circulation pour effectuer les opérations d'entretien lorsqu'il ne s'agit pas d'une toiture jardin. De manière générale, plus la toiture sera extensive, moins l'entretien sera contraignant. Noter que les Règles professionnelles de la CSFE (Chambre Syndicale Française de l'Etanchéité) donnent des indications supplémentaires pour l'entretien (disponibles sur *http://www.adivet.net/les-regles-professionnelles*).

Le nombre de visites annuelles varie en fonction du type de toit et du résultat attendu. Les toits les plus extensifs ne demanderont qu'une à deux visites par an alors que les toitures jardins devront être entretenues 3 à 4 fois par an comme un véritable jardin. Parmi les actions à réaliser lors de ces visites :

Toiture de graminées des maisons norvégiennes traditionnelles.

L'écosystème des toits les plus anciens est stable et s'est adapté au fur et à mesure des échanges avec l'environnement. En laissant cette dynamique végétale agir, l'entretien était faible et l'irrigation n'était pas nécessaire.

⇒ Nettoyage des entrées d'eaux pluviales pour assurer un bon drainage, l'enlèvement des déchets apportés par le vent et la remise en place de la couche de culture en cas de déplacement.
⇒ Désherbage manuel des végétaux indésirables une fois par an dans la mesure du bon sens : sur les toitures à faible épaisseur de substrat par exemple, il est indispensable de retirer les arbustes, arbres et autres végétaux dont les racines pourraient endommager l'étanchéité. Les plantes à caractère invasif dans la région sont également à supprimer.
⇒ Pas d'insecticides, herbicides et fongicides.
⇒ Une fertilisation d'appoint selon examen *in situ* et en fonction du résultat visuel attendu. Elle n'est cependant pas indispensable lorsque les plantes sont judicieusement choisies. Dans une logique de dynamique végétale naturelle, les plantes non adaptées seront remplacées par d'autres plantes adaptées.
⇒ Le fauchage ou la taille des graminées ou des végétaux ligneux avec exportation des déchets de fauche.
⇒ L'entretien et la purge du réseau d'arrosage le cas échéant.

Irrigation, entretien : quel degrés d'intervention ?

Ici encore, l'avis d'un expert au cas par cas est requis. La meilleure solution est à déterminer en fonction du type de toit (substrat, système de végétation), de l'environnement et des exigences visuelles.

Que le toit ait été planté ou non trois attitudes majeures sont distinguées :
⇒ Faible degrés d'intervention : la dynamique et la sélection naturelle agissent sur le toit. Les interventions se réduisent à la suppression des plantes susceptibles d'endommager l'étanchéité et autres plantes indésirables (invasives, allergènes). Sur le moyen terme, le système atteindra un équilibre et sera colonisé par un couvert adapté .
⇒ Degrés d'intervention moyen : l'irrigation est pratiquée au départ pour faciliter l'installation des sujets puis le toit devient autonome pour ses apports en eau. Les espèces trop invasives sont contenues (arrachées), les espèces qui s'avèrent non adaptées ne sont pas remplacées.
⇒ Fort degrés d'intervention : l'irrigation est pratiquée systématiquement car les espèces ne peuvent survivre sans elle. Les sujets morts sont systématiquement remplacés, et les interventions (tonte, fertilisation) sont nombreuses.

On retrouve ici les principes de la gestion différenciée et toutes les nuances qui existent entre ces trois profils. Pour des raisons écologiques et économiques, l'intervention excessive est à proscrire.

Optimisation de la biodiversité sur les toitures végétalisées

Coût et financement

Coûts

Les prix sont donnés à titre indicatif et peuvent varier en fonction des matériaux utilisés et des divers travaux annexes imprévus :

Type de toiture	Coût
Fourniture et pose d'une toiture végétalisée extensive (pour une surface de 1000 m_2) hors élément porteur et étanchéité	de 40 à 70 € / m_2 (2008)
Fourniture et pose d'une toiture jardin (pour une surface de 1000 m_2) hors élément porteur et étanchéité	environ 100 € / m_2 (2008)

Financement en rénovation :

⇒ Les aides de l'état :

- la TVA à taux réduit 5,5% sur les travaux réalisé par un professionnel,
- le crédit d'impôt « développement durable »,
- l'éco-prêt à taux zéro pour les propriétaires qu'ils soient bailleurs ou occupants, sans plafond de ressources pour les résidences principales construites avant le 1er Janvier 1990 avec conditions d'occupation,

⇒ Les aides de l'Agence Nationale de l'Habitat (ANAH),

⇒ Les aides régionales et départementales (59-62) : le prêt « Isolto ».

⇒ Autres régions géographiques, renseignez-vous auprès des collectivités locales. Aides autres régions : *www.travaux.com/dossier/aides-et-subventions.html*

Un exemple à lille :
« Guide Bien rénover son logement »

Plusieurs primes non cumulables sont financées par la ville pour propriétaires occupants ou bailleurs sous conditions :

- Prime « Mise aux normes de salubrité » (2,5 à 15% travaux TTC)
- Prime « Rénovation Durable » (25 à 35% des travaux TTC)
- Aides en secteurs prioritaires définis par la ville
- Aides spécifiques « Développement durable », dont la végétalisation des toitures (hors étanchéité, 30 à 60€/m² plafonné à 100m²).

Renseignements : *www.mairie-lille.fr/fr/Urbanisme_et_logement/se-loger/faire-travaux-chez-soi*

Normes et règlementations à prévoir

Normes de mise en œuvre :

A télécharger sur *www.adivet.net*

—> Norme NF P 84-204 (DTU 43.1) : réunit les règles de mise en œuvre et les règles de calcul pour les travaux du bâtiment en végétation intensive.

—> Les Règles Professionnelles de la CSFE édition n°2 nov. 2007 pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (végétations extensives et semi-intensives).

Les avances règlementaires et incitatives des pays étrangers :

Dans certaines provinces suisses tout toit plat doit être végétalisé et faire varier la profondeur et le type de substrat qui doit obligatoirement être local. L'Autriche et l'Allemagne ont également des lois locales allant dans ce sens, notamment un système de points *« bonus »* qui accorde une réduction de taxe environnementale aux promoteurs immobiliers qui utilisent les toits végétaux. Au Japon, la ville de Tokyo exige que toute construction occupant plus de 10 000 pieds carrés de terrain soit couverte de végétaux sur 20 % de sa surface

En France

Il n'existe par encore de lois obligeant directement la végétalisation des toitures. Il est fort probable que ces règlementations se durcissent avec les lois Grenelle II et le plan national « restaurer et valoriser la nature en ville ».

Sur certains PLU, des coefficient d'imperméabilisation (pour la gestion des eaux de ruissellement à la parcelle) et de végétalisation des parcelles sont imposés. L'installation d'une toiture végétalisée peut être une manière de remplir ces exigences et de gagner des points dans d'autres démarches de certification (démarche HQE notamment).

Fournisseurs et systèmes de végétalisation courants

Société	Site Internet
ECOVEGETAL	*www.ecovegetal.fr/toitures-vegetales-diaporama.html*
LE PRIEURE	*www.vegetalid.com/concept.htm*
SOPREMA	*www.soprema.ca/fr/contenu/10/systemes-sopranature-pour-toitures-vegetalisees.aspx*
SMAC	*www.smac-sa.com/fr/Activite/ToitVeget.php*
SIPLAST –ICOPAL	*www.siplast.fr/pages/moe/thematique-ttv.asp*
MEPLE	*www.meple.com/index.php*
SIKA SARNAFIL	*www.sarnafilus.com/index/roofing/systems_rs/roofing-sarnafil/green_roof_rs.htm*
AXTER	*www.axter.fr/index.php*
RENOLIT	*www.alkorproof.com/fr/products/green/green_draw.php*

Ces systèmes de végétalisation courants montrent divers avantages. Leur caractère « clé en main » ne doit cependant pas exclure une réflexion pour adapter la conception aux caractéristiques de votre toit. Ses conditions environnementales devront influencer la palette végétale.

Liens, renseignement, autres techniques alternatives …

Plus de précisions techniques en vue d'un projet ?

- Consulter l'ouvrage « Toits et murs végétaux », Dunnett et Kingsbury.
- Consulter le « Guide pratique pour l'installation des toitures et murs végétaux », commandé par Norpac à des étudiants de l'école d'Hautes Etudes d'Ingénieurs (HEI). Il décrit la conception, les normes et la mise en œuvre de chacun des éléments des toitures végétalisées et les systèmes commercialisés. *Contact : Laurent Libessart ?****
- Contactez les personnes spécialisées dans le dimensionnement, les matériaux (architectes, bureaux d'études…).

Liens divers :

Informations toits biodiversifiés (brownroof)	*www.brownroofs.co.uk*
Ecosem, fournisseur de plantes locales (NPDC et Belgique)	*www.ecosem.be*
Primes en rénovation pour la ville de Lille	*www.mairie-lille.fr/fr/Urbanisme_et_logement/se-loger/faire-travaux-chez-soi*
Association de promotion des toitures végétalisées : ADIVET	*www.adivet.net*
Urban Habitat, édition spéciale consacrée à la recherche sur le design des toits végétalisés pour la biodiversité	*www.urbanhabitats.org/v04n01/wildlife_full.html#cite2*

Autres techniques de gestion alternative des eaux pluviales :

Les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales à la parcelle sont nombreuses. Combiner l'installation d'un toiture végétalisée à un réseau de noues et fossés, à un bassin de rétention ou à d'autre technique enterrées permettra d'obtenir un système intégré qui limite l'imperméabilisation et favorise la biodiversité lorsque les conditions foncières, financières et environnementales sont réunies.
Consulter la série de fiche « Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle » (bassin de rétention, noues et fossés, revêtements perméables…)