

TOITURES VÉGÉTALISÉES

Retours d'expériences,
conseils et bonnes pratiques





SOMMAIRE

INTRO	3
--------------	----------

RETOURS D'EXPÉRIENCES	3
------------------------------	----------

1. Conception de toitures végétalisées	4
1.1 Toitures extensives ou toitures intensives ?	4
1.2 Végétalisation d'une nouvelle toiture ou végétalisation d'une toiture existante ?	5
1.3 Normes et directives	6
2. Utilisation de matériaux locaux et/ou recyclés	6
3. Combinaison végétalisation et panneaux solaires	7
4. Mesures en faveur de la biodiversité	8
5. Maintenance et entretien	9
6. Coûts de réalisation et d'entretien	10

BIBLIOGRAPHIE	12
----------------------	-----------

... INTRO

Avec les changements climatiques, les températures en milieu urbain augmentent, accentuant ainsi le phénomène d'**îlots de chaleur**. Pour limiter ces effets, différentes mesures peuvent être mises en place comme la végétalisation des toitures dont les effets sur le climat urbain sont intéressants. En outre, les toitures végétalisées présentent de nombreux avantages que ce soit pour la **biodiversité** en créant des milieux favorables à de nombreuses espèces et en renforçant l'infrastructure écologique urbaine, au niveau **économique** en protégeant l'étanchéité et en améliorant l'isolation des toits, mais également pour le **cadre de vie** en offrant aux habitants des espaces de détente, ainsi qu'une plus-value esthétique aux bâtiments.



Toiture extensive (Nature-Echo, Onex)

... RETOURS D'EXPÉRIENCES

Cette thématique d'actualité est en constante évolution. Dans ce contexte, une étude a été menée afin de recueillir, lors d'entretiens individuels, les retours d'expériences et les conseils des spécialistes de la végétalisation sur toiture (liste ci-contre).

Durant ces entretiens 6 thématiques ont été abordées :

- La conception de toitures végétalisées ;
- L'utilisation de matériaux locaux et/ou recyclés ;
- La combinaison végétalisation et production énergétique ;
- Les mesures en faveur de la biodiversité ;
- Les coûts de réalisation ;
- La maintenance et l'entretien.

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble des personnes rencontrées pour leur disponibilité et la qualité des échanges.



Toiture récréative (Toiture Nature-Echo, Onex)

Spécialistes académiques des toitures végétalisées

Centre de compétence en toitures végétalisées de l'Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW)
contact Nathalie Baumann

Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (hepia)
contacts Ewa Renaud et Patrice Prunier

Administrations

Office cantonal de l'agriculture et de la nature, secteur milieu et espèces
contact Emmanuelle Favre

Office cantonal de l'eau, secteur gestion intégrée des eaux
contact Gaëtan Seguin

Office cantonal des bâtiments, service ingénierie environnement
contact Julien Beaugheon

Ville de Lausanne, service des parcs et domaines
contacts Pascale Aubert et Aino Adriaens (biologiste indépendante)

Entreprises

Geneux Dancet SA (étancheur)
contact François Thedy

Jacquet SA (paysagiste)
contact Laurent Magnin

Canopée paysagisme sàrl (paysagiste)
contact Rémi Heijn

1. Conception de toitures végétalisées

En amont de tout projet de végétalisation de toiture, il est indispensable de connaître les caractéristiques du bâtiment (statique, classement du bâtiment à l'inventaire des monuments et sites, etc.) et d'anticiper la maintenance future notamment en vérifiant les conditions d'accès au toit. En fonction de l'ensemble de ces critères, une réflexion est à mener sur la ou les vocations souhaitées de la toiture (agrément, biodiversité, production énergétique, etc.) et ainsi définir le(s) type(s) de végétalisation souhaité(s) (extensive, intensive, mixte, compatible avec des panneaux solaires, etc.).

Il est également important de garder à l'esprit qu'il faut un certain temps à la végétation pour s'installer (environ 3 ans) et que cette dernière évoluera dans le temps, notamment en fonction des conditions climatiques locales.

1.1 Toitures extensives ou toitures intensives ?

La conception de ces deux types de toitures est assez similaire et dépend surtout des contraintes de portance du bâtiment, ainsi que des vocations souhaitées de la toiture. Pour les toitures accessibles au public et lorsque les conditions techniques le permettent, des toitures mixtes avec des zones de végétation extensive et des zones de végétation intensive devraient être envisagées car ce type de toiture permet d'améliorer le cadre de vie des habitants tout en apportant une plus-value biodiversité intéressante.

Les toitures extensives présentent un **substrat de faible épaisseur**, de 12 à 30 cm avec un optimum entre 15 et 18 cm pour le climat genevois (Prunier et al. 2018) et une charge relativement faible. Elles sont avant tout **favorables pour la biodiversité**, pour autant qu'elles soient végétalisées avec des espèces indigènes, en présentant des milieux secs, rares en contexte urbain. Du fait d'un sol peu fertile (maximum 10% de matières organiques dans le substrat), la production végétale est limitée sur ce type de toiture qui ne nécessite donc qu'un entretien léger (1 passage/an). Le surcoût de mise en œuvre et d'entretien du complexe de végétalisation est relativement faible pour ce type de toiture, il se situe entre 40 et 70 CHF par m² (pour plus de détails voir chapitre 6 Coût de réalisation).

Les toitures intensives présentent un **substrat épais**, à partir de 30 cm. De par l'épaisseur du substrat, le poids de ce type de toiture est important, il est donc indispensable de connaître la statique du bâtiment et d'évaluer la compatibilité au préalable. La question des accès (sécurité du public, point d'eau, stockage des machines pour l'entretien, etc.) est également importante et ne doit pas être sous-estimée. Ce type de toiture se rapproche d'un jardin traditionnel et présente avant tout une **vocation récréative ou productive**. Les toitures intensives peuvent être favorables pour la biodiversité pour autant qu'elles présentent des zones (au minimum 1/4 de la surface) avec de la végétation indigène et diversifiée (prairie, surface rudérale, etc.) entretenues de façon extensive, mais également des aménagements en faveur de la biodiversité. D'un point de vue technique, l'installation de ce type de toiture est plus complexe à mettre en place. Ce type de toiture nécessite un entretien fréquent dû à la plus grande productivité des sols et souvent un arrosage régulier. Le surcoût de mise en œuvre et d'entretien est élevé pour ce type de toiture, il est très variable mais généralement supérieur à 70.- CHF par m².



Toiture extensive avec aménagements en faveur de la biodiversité (Toiture Nature-Echo, Onex)



Toiture intensive avec végétalisation favorable à la biodiversité.

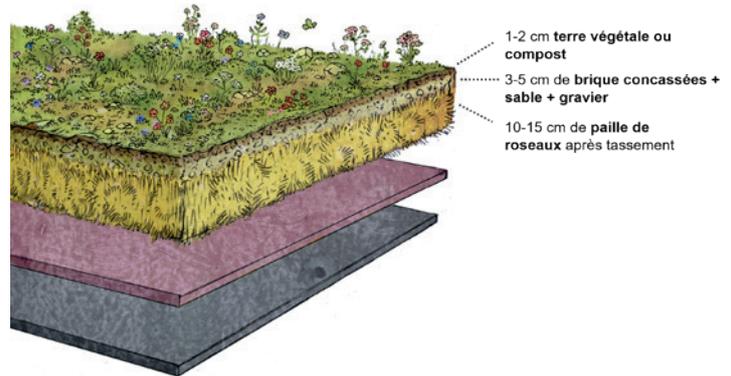
Tableau 1 : Synthèse des caractéristiques générales des toitures extensives et intensives

	Toitures extensives	Toitures intensives
Vocation	Biodiversité	Récréative ou productive
Substrat	Epaisseur de 15 à 18 cm	Epaisseur > 30 cm
Poids	Charge faible, env. 100kg/m ² pour une épaisseur de 15 cm	Charge élevée > 300kg/m ²
Végétation	Extensive indigène	Intensive horticole/ indigène
Entretien	Une fois par an	Fréquent
Surcoût/m²	40 à 70 CHF	> 70 CHF

1.2 Végétalisation d'une nouvelle toiture ou végétalisation d'une toiture existante ?

La mise en place d'une toiture végétalisée lors de la **création d'un nouveau bâtiment** ne comporte **pas de contrainte particulière** pour autant qu'elle soit intégrée lors de la phase de projet du bâtiment. En effet, à cette étape, la portance du bâtiment, élément clé pour la mise en place de la végétalisation, peut être adaptée en fonction du type de végétalisation souhaité, tout comme les questions d'accès à la toiture (accueil du public ou maintenance), ainsi que l'identification d'espaces de stockage ou encore d'un point d'eau si nécessaire.

La mise en place d'une toiture végétalisée sur une **toiture existante** est plus complexe à mettre en œuvre. Dans ce contexte **la contrainte principale est la statique du bâtiment**, qui va directement influencer sur le type de végétalisation pouvant être mis en place. Lors de toute rénovation, si la statique n'est pas connue, une étude structurelle du bâtiment doit être réalisée par un ingénieur civil pour déterminer la charge admise pour le complexe de végétation. Il est fréquent que la charge supplémentaire admise soit faible. Dans ce contexte, l'utilisation d'un substrat léger est plus intéressante que la réduction de l'épaisseur de ce dernier. En effet, l'utilisation d'un substrat léger d'une épaisseur de 12 à 15 cm permet un meilleur stockage de l'eau et donc de meilleures conditions pour le développement de la végétation qu'un substrat de faible épaisseur (inférieur à 10 cm). Les substrats légers donnant les meilleurs résultats sont des mélanges «maison et locaux» relativement hétérogènes composés de céramiques, briques et/ou tuiles concassées (matériaux poreux relativement légers), gravaux, ainsi qu'une large fraction de paillage (roseau de Chine (*Miscanthus*), roseau commun, broyats de branches, etc.). Pour ce type de substrat, il faut compter approximativement 90 kg/m². Les substrats industriels légers, plus faciles d'utilisation, comportent une granulométrie souvent trop homogène pour permettre le développement d'une végétation extensive diversifiée de qualité intéressante pour la biodiversité.



Mélange de substrat "maison" léger et local

Lors de la végétalisation d'une toiture existante l'accès au toit durant la phase de chantier, notamment pour l'évacuation et l'apport des matériaux, peut se révéler être une contrainte, surtout si la mise en place de la toiture végétalisée n'a pas lieu dans le cadre d'un chantier de rénovation plus large du bâtiment incluant la mise en place d'échafaudages ou d'une grue par exemple.

La mise en place d'une végétalisation intensive lors de la rénovation d'une toiture est plus complexe car il est rare que les bâtiments en place puissent supporter une telle surcharge. La statique du bâtiment peut être renforcée pour accueillir ce type de végétalisation, mais cela présente un surcoût important.

Bien que pouvant être contraignante, la mise en place de végétation sur une toiture plate existante représente un potentiel important dans la lutte contre les îlots de chaleur en milieu urbain, la gestion des eaux à la parcelle, ainsi que pour favoriser la biodiversité. Actuellement, seul 22% des toitures plates de la zone urbaine du Canton de Genève sont végétalisées¹. Ainsi, le potentiel de végétalisation reste très important quel que soit le contexte.

	Végétalisation d'une nouvelle toiture	Végétalisation d'une toiture existante
Contraintes	Aucune si conception pendant la phase projet	Statique du bâtiment, accès et stockage
Végétalisation	Intensives et/ou extensives	Plutôt extensives

¹source Etat de Genève, 2018

1.3 Normes et directives

Parmi les nombreuses normes existantes concernant les toitures, la norme SIA 118, ainsi que son complément la norme SIA 312, constituent un point de départ intéressant pour la végétalisation des toitures. La norme SIA 312 présente des exigences minimales en matière de végétalisation de toitures.

Sur la base de ces normes, chaque ville ou canton développe ses propres directives et/ou recommandations, comme c'est par exemple le cas à Genève et à Lausanne, comprenant des articles plus restrictifs que ceux présents dans la norme, ainsi que de nouvelles thématiques (p.e. utilisation de matériaux d'origine locale pour le substrat).

A Genève, la végétalisation des toitures peut être subventionnée jusqu'à hauteur de 50% maximum au titre du règlement d'application de la loi sur la biodiversité (RBio) pour les projets respectant les critères de qualité édictés dans la *Fiche conseils sur les Toitures végétalisées* du Canton de Genève, mais il n'existe pas d'obligation légale de végétaliser les toitures plates comme c'est le cas à Bâle par exemple. Face à la concurrence existante pour l'espace situé en toiture et faute de base légale contraignante, la végétalisation est souvent mise de côté aux détriments des panneaux solaires et des aménagements techniques.

+ Remarque

Un exemple de cahier des charges pour la végétalisation des toitures est à disposition sur demande auprès du programme nature en ville de l'Etat de Genève (projetsNEV@etat.ge.ch).

2. Utilisation de matériaux locaux et/ou recyclés

La qualité du substrat est une des clés de réussite de la végétalisation d'une toiture, notamment en ce qui concerne ses caractéristiques physico-chimiques, sa granulométrie et son épaisseur. En effet, sur un substrat trop fin (moins de 12 cm) ou avec une granulométrie trop homogène, les plantes auront du mal à se développer et la végétalisation ne remplira par l'ensemble de ses objectifs.

Lors de la végétalisation d'une toiture, l'approvisionnement en matériaux est également un élément important. Différents substrats industriels sont présents sur le marché avec des compositions et des poids variables. Ces substrats étant très homogènes, la végétation qui s'y développe est souvent peu diversifiée et donc d'un moindre intérêt écologique. En parallèle à ces solutions "industrielles", la volonté de développer des mélanges de substrats "maison" constitués de matériaux locaux et/ou recyclés présentant une certaine hétérogénéité dans la granulométrie émerge et permet de valoriser des matériaux locaux souvent moins coûteux en énergie grise.

La Ville de Lausanne demande pour l'octroi d'une subvention l'utilisation d'au moins 50% de matériaux d'origine locale et met à disposition sur son site internet des «recettes» de mélanges incluant des matériaux locaux ainsi qu'une liste de fournisseur. Le Canton de Genève également de privilégier des composants locaux et recyclés pour solliciter un soutien financier au titre du RBio (voir *Fiche conseils sur les toitures végétalisées* du Canton de Genève).

L'utilisation de matériaux de chantier recyclés comme substrat pour la végétalisation représente une alternative intéressante d'un point de vue écologique, mais est actuellement difficile à mettre en œuvre principalement pour deux raisons :

- La récupération in situ des matériaux de chantier est complexe à intégrer, notamment en ce qui concerne le tri, le nettoyage et le stockage sur site des matériaux avant leur réutilisation ;
- L'absence d'une filière de recyclage cantonal qui récupère, nettoie et stock les matériaux en attente d'être réutilisés.

Dans le cadre d'appels d'offre, si l'utilisation de matériaux locaux et/ou recyclés n'est pas imposée dans le cahier des charges, la question des coûts relatifs l'emporte sur leur empreinte écologique. L'utilisation de substrats industriels étant moins contraignants (plus facile à trouver, plus facile à manipuler, ne nécessitant pas de stockage sur site, avec souvent des coûts de transports plus faibles), ils sont facturés à moindre prix par les entreprises. Pour augmenter la part de matériaux locaux et/ou recyclés, un changement dans les pratiques et les habitudes des entreprises est nécessaire. Une incitation financière forte ou une obligation d'utiliser ce type de matériaux pourrait permettre une évolution des pratiques dans ce sens.



Toiture végétalisée avec un mélange "maison" de substrats d'origine locale (Toitures de Saint-Jean)

3. Combinaison végétalisation et panneaux solaires

La végétation et les panneaux solaires en toiture sont souvent mis en concurrence pour l'occupation de l'espace disponible. Or, il a été démontré que végétation et panneaux solaires peuvent largement cohabiter pour autant que certaines règles soient respectées. La combinaison des deux présente même des bénéfices. La présence de panneaux solaires apporte un certain ombrage au sol et permet ainsi à un plus large spectre de plantes de se développer. La végétation joue un rôle de régulateur thermique, évitant que les panneaux ne surchauffent et qu'ils baissent en productivité (au-delà de 25°C, la productivité des panneaux solaires photovoltaïques diminue). Il a été démontré (Irga et al., 2021) que la présence de végétation sous les panneaux solaires photovoltaïques permet d'augmenter de quelques pourcents leur production en cas de forte chaleur (température de l'air sous les panneaux supérieur à 25°C). De part cette complémentarité vertueuse en période de forte chaleur, il est estimé qu'en 5 ans environ, le coût de la végétalisation d'une toiture biosolaire est amorti par l'augmentation de la production énergétique. La production énergétique solaire est un domaine très actif en recherche permanente d'innovation. Pour mieux quantifier les avantages des toitures biosolaires la Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève mène actuellement deux études visant à quantifier l'influence de différents types de modules de panneaux solaires sur le développement de la végétation, l'influence de la végétation sur le rendement énergétique de ces panneaux et l'influence de la combinaison végétalisation et panneaux solaires sur le microclimat local, les premiers résultats de ces études sont attendus en 2023.



Toiture biosolaire (Beaulieu, Lausanne)

Pour que la cohabitation soit la plus bénéfique possible, la végétalisation et l'implantation des panneaux solaires doivent être conçus de façon à ne pas porter atteinte au développement de la végétalisation, ainsi qu'à la production énergétique. C'est pourquoi il est préconisé, pour les toitures biosolaires de surélever les panneaux de 20 cm au minimum du sol (avec un optimum à 30 cm), de respecter une inclinaison des panneaux entre 15 et 20° afin de laisser suffisamment de lumière au sol pour le développement de la végétation, de mettre environ 8 cm de substrat au pied des panneaux et de choisir une végétation de faible hauteur ne dépassant pas 20cm de haut (mélanges grainiers spécifiques existants sur le marché) pour que la végétation ne fasse pas d'ombrage aux panneaux. Sous les panneaux l'épaisseur de substrat devrait se situer entre 12 et 30 cm et il devrait être composé d'espèces supportant un certain ombrage et présentant une hauteur moyenne ne dépassant pas 50 cm.

Chaque toiture est différente, il est donc important de rechercher les meilleurs optimums entre la végétalisation et la production énergétique au cas par cas, le plus en amont possible lors de la phase de projet. Pour que la cohabitation soit la plus efficace possible les paramètres mentionnés ci-dessus sont plus ou moins variables (Tableau 2).



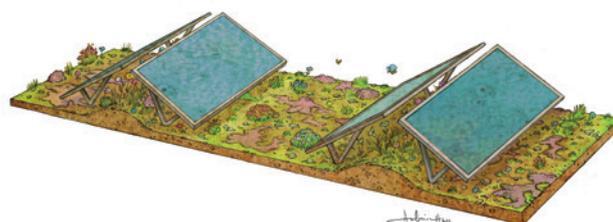
GUIDE POUR LES INSTALLATIONS SOLAIRES À GENÈVE

Un guide pour les installations solaires à Genève a été publié fin 2022 par le département du Territoire. Il accompagne le développement de l'énergie solaire dans le canton, explique le cadre légal et réglementaire. Il s'adresse aux propriétaires immobiliers et à leurs mandataires.

<https://www.ge.ch/document/energie-guide-installations-solaires-geneve>



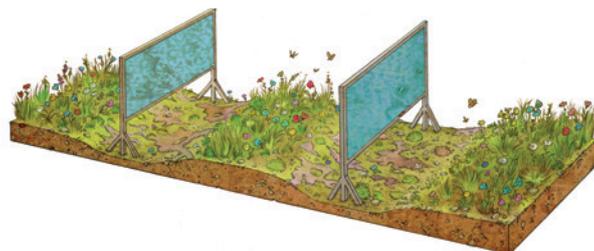
Toiture biosolaire, disposition simple rang



Toiture biosolaire, disposition en dôme



Toiture biosolaire, disposition en papillon



Toiture biosolaire, disposition verticale

Tableau 2 : Paramètres principaux - Recommandations et variabilité

Paramètre	Minimum	Optimum	Maximum	Tolérance acceptée
Surélévation des panneaux par rapport au substrat	20 cm	30 cm	-	Faible
Hauteur du substrat devant les panneaux	-	8 cm	10 cm	Faible
Hauteur de la végétation devant les panneaux	-	-	20 cm	Faible
Hauteur du substrat sous les panneaux	12 cm	18 cm	30 cm	Moyenne
Hauteur de la végétation sous les panneaux	-	-	50 cm	Faible
Inclinaison des panneaux	15°	20°	-	Moyenne
Distance entre les panneaux	60 cm	80 cm	-	Elevée

Malgré tous les avantages que présentent les toitures biosolaires, la végétalisation est encore trop souvent mise de côté au détriment de la pose de panneaux solaires. Actuellement sur le Canton de Genève, lors de la construction ou de la rénovation d'un toit, la loi (article 15 de la loi sur l'énergie) oblige la pose de capteurs solaires pour couvrir au minimum 30% des besoins en chaleur, ce pourcentage monte à 50% avec le standard THPE (Très Haute Performance Energétique). La végétalisation des toits plats n'est quant à elle pas une obligation légale systématique (en dehors de planifications localisées), mais peut être encouragée sous la forme de remarques dans les préavis des autorisations de construire ou prescrite comme mesure de compensation écologique. Cette différence de législation semble actuellement causer un frein à la végétalisation des toitures face à la pose des panneaux solaires souvent très couvrants.

La végétalisation des toitures et la production solaire en toiture ne devraient pas s'opposer car ils tendent tous les deux dans le sens d'une meilleure durabilité et sont deux mesures favorables pour notre environnement.

4. Mesures en faveur de la biodiversité

Pour qu'une toiture végétalisée soit fonctionnelle d'un point de vue écologique et la plus attrayante possible pour un large cortège d'espèces, elle doit remplir certaines conditions :

- **Utilisation de végétaux indigènes d'origine locale**, la végétalisation de la toiture devrait se faire soit par le biais d'un mélange grainier spécifique aux toitures végétalisées d'espèces indigènes et locales portant la mention «mélange-Genève» ou par la mise en place d'herbes à semences de prairies sources genevoises. La végétalisation peut également être complétée par la plantation de mini-mottes d'espèces indigènes d'origine locale. Si la plantation d'un grand nombre de mini-mottes est prévue, l'établissement de contrat de culture avec un producteur local est intéressant et permet de disposer des espèces souhaitées dans le volume nécessaire et dont le lieu de production est connu.

- **Hétérogénéité dans le substrat**, il est conseillé d'épandre le substrat de manière hétérogène pour créer des monticules et des creux. Ces différences de microtopographies vont étendre la palette de microclimats présents sur la toiture et permettre le développement d'un plus large cortège d'espèces végétales. L'utilisation de différents mélanges de substrats sur une même toiture permet également de varier les caractéristiques du sol et ainsi de permettre l'expression d'un plus large spectre de végétation.



Mise en place d'herbes à semences sur une toiture existante (Toitures de Saint-Jean)



Toiture avec substrat épandu de façon hétérogène et composée de plusieurs types de substrat (Toiture Nature-Echo Onex)

• **Aménagements en faveur de la faune**, la norme SIA 312 recommande 1 aménagement pour 100 m². Cette recommandation est un minimum, le type d'aménagements, ainsi que leur nombre sont à évaluer au cas par cas en fonction du contexte et de la situation de la toiture.

Les aménagements en faveur de la faune sont également favorables à la flore en augmentant la palette de microclimats présents sur la toiture et donc en permettant à un plus large cortège floristique de s'y développer.

Tous les types d'aménagements en faveur de la biodiversité peuvent être réalisés en toiture, mais les plus fréquemment utilisés sont :

- les tas de bois, un incontournable dû à leur faible poids et leur facilité d'exécution (attention toutefois à ne pas trop serrer les branches entre elles pour permettre à la végétation de se développer dans les interstices) ;
- les mares qui apportent un point d'eau temporaire aux insectes et aux oiseaux ;
- les hôtels à insectes qui sont avant tout des aménagements pédagogiques ;
- les lentilles de sables ou sablons pour favoriser les abeilles terricoles sont également des aménagements très intéressants en toiture, mais plus difficile à mettre en œuvre dû à la surcharge qu'ils représentent. En effet, pour être efficaces, ces tas de sable doivent être constitués d'une épaisseur d'au moins 30 cm, ils doivent donc se trouver sur une structure particulièrement portante (pilier, renfort, etc.).



Tas de branches et mare aménagée sur une toiture végétalisée extensive (Toitures de Saint-Jean)

5. Maintenance et entretien

Les toitures végétalisées extensives ne nécessitent que très peu d'entretien pour être fonctionnelles, toutefois un **entretien extensif régulier est indispensable** pour préserver l'isolation et l'étanchéité du toit et empêcher le développement d'espèces exotiques envahissantes.

La première année est cruciale pour la mise en place de la végétation. Si la végétalisation de la toiture est réalisée par semis, il devrait avoir lieu idéalement à l'automne pour permettre à la végétation de développer un système racinaire robuste avant les premières périodes de sécheresses estivales. En semant à l'automne, l'arrosage n'est pas nécessaire la première année, à la différence d'un semis de printemps pour lequel un arrosage peut être nécessaire la première année en cas d'été chaud et sec.

Durant la phase d'installation de la végétation, en moyenne les trois premières années, il est conseillé de faire des visites régulières de la toiture (2-3/an) pour s'assurer du bon développement de la végétation, tout en gardant à l'esprit qu'il faut du temps aux plantes pour se développer et à fortiori dans un milieu aux conditions climatiques aussi extrêmes que sont les toitures. Au besoin, si la qualité de la végétation en place n'est pas satisfaisante, un sursemis peut être envisagé dans les premières années pour renouveler la banque des graines présente dans le sol et augmenter la diversité spécifique de la végétation.

Une fois la végétation installée, au bout de 2 à 3 ans environ, un **passage par année** suffit. Il est conseillé d'effectuer ce passage à la fin de l'été-début de l'automne. Durant ce passage il faut veiller aux points suivants :

- **Arrachage des jeunes pousses de ligneux et des plantes exotiques envahissantes ;**
- **Désherbage de la bande de propreté ;**
- **Contrôle des descentes d'eau et des écoulements et désherber si besoin.**

En cas de forts recouvrements de plantes exotiques envahissantes, un passage supplémentaire au printemps devrait être réalisé pour les arracher avant qu'elles ne grainent et ceci jusqu'à l'éradication des espèces problématiques sur la toiture.

Si le recouvrement de la végétation sur la toiture devient trop important, ou si elle est dominée par les graminées, une fauche par année avec exportation peut être réalisée, en conservant au minimum 10% non fauché par intervention.

Dans le cas des toitures biosolaires, l'entretien du complexe de végétation peut être réalisé en même temps que l'entretien des panneaux. Toutefois il est conseillé de confier l'entretien du complexe de végétation à une personne formée à la reconnaissance des plantes.

Lors de l'entretien des toitures, les normes de sécurité pour le travail en hauteur doivent être respectées, et les toitures végétalisées doivent être équipées de dispositifs d'ancrage selon la norme EN795 (lignes de vie, points d'accroches, gardes corps, etc.). Ces dispositifs peuvent être ajoutés sur une toiture existante.

L'entretien des toitures végétalisées intensives s'apparente à l'entretien d'un jardin ou d'un potager. Toutefois une attention particulière doit être portée à la présence de plantes exotiques envahissantes, ainsi qu'aux jeunes pousses de ligneux spontanées.



Rejet de ligneux



Plantes exotiques envahissantes

6. Coûts de réalisation et d'entretien

Dans le but d'estimer des coûts moyens de réalisation et d'entretien de toitures végétalisées extensives, des entreprises d'étanchéité et de paysagisme genevoises ont été consultées. Des fourchettes de prix pour plusieurs cas de figure sont présentées en page suivante.

En consultant ces fourchettes de prix, il faut garder à l'esprit que lors de la construction d'un nouveau bâtiment, le surcoût engendré par la mise en place d'une toiture végétalisée extensive peut être considéré comme négligeable par rapport au coût global de construction du bâtiment.

L'Etat de Genève, par le biais du programme Nature en ville, soutient financièrement les projets de végétalisation de toiture, aussi bien des privés, des associations que des collectivités, pour autant qu'ils respectent les exigences mentionnées dans la Fiche conseil sur les toitures végétalisées. L'incitation financière peut s'élever jusqu'à 50% des coûts du complexe de végétalisation et de son entretien pendant une période maximale de 3 ans. A Genève, lors de la réalisation d'une nouvelle toiture végétalisée respectant la norme SIA 312, un abattement supplémentaire de 50% de la taxe de raccordement est accordé (article 8 du règlement relatif aux taxes d'assainissement des eaux).

Tableau 3 : Fourchette estimative* des coûts de réalisation et d'entretien de toitures avec végétalisation extensive

Toiture végétalisée extensive avec couche de protection et substrat industriel léger	De 40.- à 60.- CHF/m ²
Toiture végétalisée extensive avec couche de protection et substrat "maison" léger	De 50.- à 70.- CHF/m ²
Entretien annuel (forfait par passage)	De 2.- à 6.- CHF/m ²

Tableau 4 : Plus-value estimative* liée à la végétalisation d'une toiture existante

Plus-value pour l'enlèvement des graviers et l'arrachage et l'évacuation de l'isolation et de l'étanchéité de la toiture	De 30.- à 60.- CHF/m ²
--	-----------------------------------

Tableau 5 : Fourchette estimative* de coûts pour des aménagements en faveur de la biodiversité

Tas de bois (1 x 2 m)	De 50.- à 250.- CHF/pièce
Mare temporaire (1 x 1 x 0.3 m) avec couche d'étanchéité supplémentaire	De 1'000.- à 2'000.- CHF/pièce
Hôtel à insecte (0.45 x 1.2 x 1.5 m)	De 200.- à 800.- CHF/pièce

* variable en fonction des fluctuations du marché et du contexte du projet



BIBLIOGRAPHIE

- Office cantonal de l'agriculture et de la nature, 2022, Fiche Conseils sur les Toitures végétalisées et critères de qualité pour solliciter un soutien financier.
<https://www.1001sitesnatureenville.ch/wp-content/uploads/Fiche-toitures-vegetales-3.pdf>
- Département du territoire, Etat de Genève, 2022, Guide pour les installations solaires à Genève, 2022. <https://www.ge.ch/document/30384/telecharger>
- Association Suisse des spécialistes du verdissement des édifices.
<https://www.sfg-gruen.ch/fr/>
- Haute école du paysage d'ingénierie et d'architecture de Genève, Le BREF sur les toitures végétalisées (à paraître).
- Irga P. et al., 2021, Green Roof & Solar Array – Comparative Research Project Final Report July 2021, City of Sydney Council.
- Norme SIA 312, 2013 – Végétalisation de toitures.
- Norme SIA 271, 2007 – L'étanchéité des bâtiments.
- Peiger P et Baumann N., 2018, Végétalisation biodiverse et biosolaire des toitures, ed. Eyrolles.
- Prunier P. (ed.), Steffen J. (ed.), Amos E., Beauverd M., Billing B., Buri P., Frossard P.-A., Figeat L., Guine V., Jeanneret C., O'Rourke J., Perroulaz R., Pétremand G., Renaud E., Rochefort S., Tremblet S. & Verdan B., Rapport final du projet "SEminum on Edifices Downtown" (SEED). HEPIA – HES-SO. 91 p., 2018.
- Ville de Lausanne, Service des parcs et domaines (SPADOM), 2018, Toitures végétalisées, Guide de recommandation : pourquoi et comment accueillir la nature sur son toit ?
- Ville de Lausanne, Service des parcs et domaines (SPADOM).
<https://www.lausanne.ch/vie-pratique/nature/la-nature-et-vous/la-ville-me-soutient/toitures-vegetalisees>

Impressum :

République et Canton de Genève
Département du territoire
OCAN - Service du paysage et des forêts
Rue des Battoirs 7
1205 Genève

Rédaction : Delia Fontaine (OCAN), Laure Vial et Nicolas Amann (ATNP)

Contribution : Aino Adriaens (Biologiste conseil), Emmanuelle Favre (OCAN), Ewa Renaud (HEPIA), François Thedy (Geneux Dancet), Gaëtan Seguin (OCAN), Julien Beaugheon (OCBA), Laurent Magnin (Jacquet SA), Nathalie Baumann (ZHAW), Pascale Aubert (Ville de Lausanne), Patrice Prunier (HEPIA), Rémi Heijn (Canopée paysage sàrl)

Mise en page : Après la pluie

Crédits photographiques : Atelier Nature et Paysage, Etat de Genève, Aino Adriaens

Février 2023