

TOITURES VÉGÉTALISÉES

GUIDE DE RECOMMANDATIONS

POURQUOI ET COMMENT ACCUEILLIR
LA NATURE SUR SON TOIT ?

 Ville de Lausanne



Ambroise H. 2014

2 | ENSEMBLE POUR DES TOITS PLUS VERTS

De Lausanne à Bâle, au détour de Paris ou New York, les toitures végétalisées fleurissent dans les centres urbains. La plupart des grandes villes intègrent ou encouragent la végétalisation des toitures dans leurs projets d'urbanisme et d'architecture. L'expérience s'inscrit dans une tendance qui gagne du terrain et vise à transformer les toitures plates en espaces de nature sauvage qui serviront notamment de refuge à la flore et la faune locales. L'intérêt pour la ville et ses habitants est aujourd'hui indéniable et se mesure en matière de biodiversité, de régulation des eaux de pluie, de lutte contre la pollution et le réchauffement climatique.

Or, afin de garantir des réalisations adéquates et durables, de nombreuses conditions doivent être remplies. La présente édition du guide «Toitures végétalisées» offre aux propriétaires et professionnels de la construction un outil de travail proposant bon nombre de conseils quant aux choix des aménagements et des plantes indigènes, des concepts d'entretien et des normes de sécurité à respecter. Initialement publié en 2014, ce guide a été étoffé des expériences acquises par la Ville en matière de projets de végétalisation de toitures.

En ce qui concerne les nouveautés, citons l'utilisation de substrats végétaux locaux, une alternative durable pour toitures à faible capacité portante, déclinée sur les couverts des cinq édicules de bus de la place de la Sallaz, à Lausanne. Citons également la mise à disposition d'un espace d'exposition au centre horticole de la Bourdonnette permettant la découverte des possibles en matière de végétalisation. Et soulignons enfin qu'une toiture végétalisée représente aujourd'hui une mesure économique permettant aux propriétaires de bénéficier de rabais sur les taxes d'évacuation des eaux claires lors de nouvelles constructions ou rénovations.

Actuellement, ce sont plus de 2000 toitures plates qui pourraient être potentiellement végétalisées à Lausanne. Un programme de subventions financé par la Ville est ainsi destiné à encourager les projets publics et privés de toitures végétalisées extensives indigènes. Par la diffusion de cette publication, la Ville incite l'ensemble des propriétaires et des professionnels du bâtiment à réfléchir à l'énorme potentiel offert par la végétalisation des toitures et à contribuer à la qualité de vie des Lausannois et des Lausannoises.

Natacha Litzistorf

Conseillère municipale et directrice du
Logement, de l'environnement et de l'architecture
Lausanne, janvier 2019

COUP DE POUCE FINANCIER

Depuis 2015, la Ville de Lausanne soutient financièrement la végétalisation extensive de toitures plates relevant des domaines privé et public. L'opportunité d'une subvention, les conditions relatives ainsi que les exigences particulières en termes de qualité écologique sont à consulter sur son site internet www.lausanne.ch/toitures-vegetalisees.

Impressum

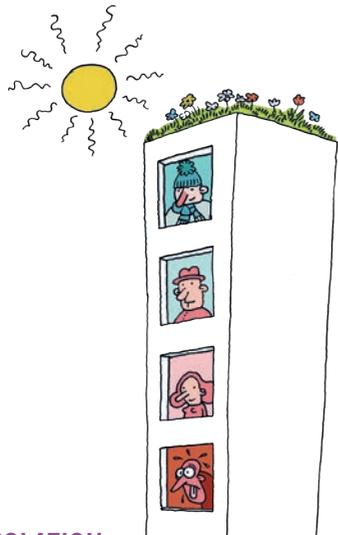
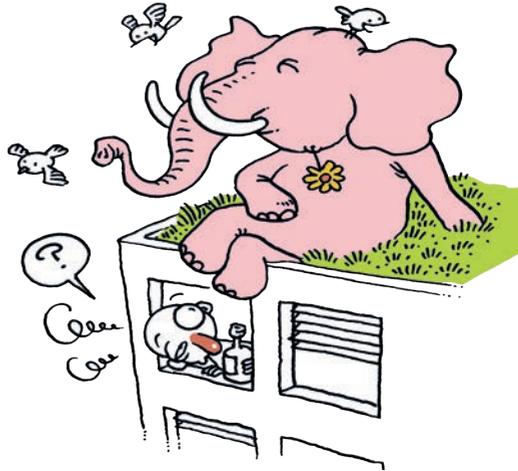
Publication: Service des parcs et domaines de la Ville de Lausanne (SPADOM) • **Rédaction:** Aino Adriaens • **Conseils techniques et scientifiques:** Nathalie Baumann (ZHAW) • **Photographies:** Aino Adriaens: p. 7, p. 12, p. 13, p. 14 (paille), p. 15, p. 17, p. 19 (plantation), p. 22, p. 23 (érable, ailante, prunus, orpin bâtard, arbre à papillons), p. 24, p. 25 (sauf Figuiers 28), p. 28, p. 29 / Nathalie Baumann: p. 14 (toiture), p. 20 (orpin des rochers) / Antoine Lavorel: p. 6 (silène, bergeronnette), p. 20 (anthyllide, silène, ciboulette, géranium) / Karine Peiger: p. 18 / Benoît Renevey: p. 6 (azuré, vipérine, œillet), p. 19 (orpin), p. 20 (campanule, linaira, orpin âcre, lotier, euphorbe, saponaire, potentille), p. 21, p. 23 (orpins, vergerette, séneçon), p. 25 (Figuiers), p. 27 • **Dessins:** Ambroise Héritier • **Graphisme:** Sylvain Bruschweiler, Tessa Gerster, Sophie Rupp • **Impression:** Groux arts graphiques SA, Mont-sur-Lausanne, tiré à 3000 exemplaires sur papier FSC mixte, 2^e édition.

7 BONNES RAISONS DE VÉGÉTALISER UNE TOITURE

Les toits verts n'ont que des avantages ! De nombreuses études ont mis en évidence leur intérêt pour la nature, le climat urbain et les économies d'énergie.

► BIODIVERSITÉ

Une toiture végétalisée de façon extensive devient un habitat favorable à de nombreuses espèces sauvages menacées, liées aux milieux secs et pionniers. Elle contribue à la protection de la nature en renforçant la biodiversité et le réseau écologique urbain.



► ISOLATION

La couverture végétale renforce l'isolation thermique du bâtiment et réduit les écarts de température en toiture. Cet effet tampon s'apprécie surtout en été aux étages supérieurs, et induit des économies d'énergie de climatisation. Le substrat des plantes contribue également à l'absorption des bruits de la ville.

► PROTECTION

Un toit végétalisé a une durée de vie deux fois plus longue qu'un toit plat à gravier, car la couverture végétale protège les matériaux d'étanchéité contre les UV. et réduit drastiquement les écarts de température journaliers. La surface d'un toit non végétalisé peut atteindre 80°C en été, alors qu'elle oscille autour de 30°C avec une couverture végétale.



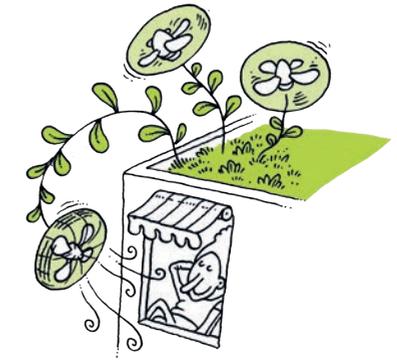
► RÉTENTION

En cas d'orage ou de fortes précipitations, la toiture végétalisée retient l'eau, la filtre et ralentit le débit d'évacuation, ce qui évite une surcharge des réseaux d'eaux claires et participe à la régulation des débits de pointe dans les cours d'eau. Plus l'épaisseur du substrat est importante, meilleure sera la rétention d'eau.



► CADRE DE VIE

Un toit vert confère une plus-value esthétique et paysagère au bâtiment. Il valorise la cinquième façade et améliore le cadre de vie et le bien-être des citoyens, notamment des usagers des immeubles environnants. Il offre aussi un espace de détente supplémentaire s'il est accessible.



► FRAÎCHEUR

Les toits végétalisés atténuent la surchauffe des villes induite par le rayonnement des bâtiments et des surfaces goudronnées (effet « îlot de chaleur »). L'évaporation produite par les plantes et le substrat contribue au rafraîchissement de l'air ambiant. En combinaison avec une installation photovoltaïque, la végétation rafraîchit les panneaux solaires et améliore leur efficacité.



► EPURATION

Les végétaux et leur substrat piègent et recyclent les poussières et particules fines polluantes présentes dans l'air et l'eau de pluie, et améliorent ainsi leur qualité.

DE NOUVEAUX ESPACES POUR LA NATURE

Des fleurs et des papillons sur les toits? C'est tout à fait possible! En lieu et place d'un désert de gravier, le toit plat peut devenir un refuge naturel apprécié par de nombreuses espèces rares.

Béton, goudron, nuisances sonores, trafic intense et humains à foison... De prime abord, tout porte à croire que la ville n'est pas très accueillante pour la nature. Détrompez-vous : plus de 1300 espèces végétales se sont installées à Lausanne, profitant ici du pied d'un arbre, là d'un bord de route ou de mur. Nombre d'entre elles y apprécient les habitats chauds, secs et peu fertiles devenus si rares à la campagne. Leur présence attire abeilles, papillons et pollinisateurs, qui sont à leur tour une aubaine pour les oiseaux et mammifères de tout poils.

La densification urbaine poursuit toutefois son avancée et les surfaces perméables disponibles pour les herbes folles se réduisent d'année en année. C'est ici qu'entrent en scène les toitures plates ou à légère pente : quand elles sont végétalisées de façon extensive, ces surfaces oubliées deviennent rapidement un habitat de premier ordre pour la petite faune et la flore sauvages. A Bâle, ville pionnière en la matière, près de 30 % des toitures plates sont végétalisées et des centaines d'espèces de coléoptères et d'araignées y ont déjà été recensées. A Lausanne aussi, le potentiel est énorme, sur les anciennes comme sur les nouvelles constructions.



| ail joli et azuré commun |



| silène enflé |



| abeille sauvage |



| vipérine et bourdon |



| œillet des chartreux |



| bergeronnette grise |

A Lausanne, plus de 2 000 toitures plates pourraient être végétalisées

UN RÉSEAU ÉCOLOGIQUE TERRESTRE ET AÉRIEN

Lorsqu'on est crapaud, carabe ou hérisson, se déplacer en ville n'est pas facile, car une multitude de routes et de constructions séparent et éloignent nos habitats. Pour maintenir et renforcer les populations d'espèces sauvages, la Ville de Lausanne œuvre à la création d'un véritable réseau écologique, en aménageant couloirs et refuges (haies, buissons, talus...) entre les espaces verts. Les toitures végétalisées y contribuent par la voie des airs.

+ d'infos : www.lausanne.ch/reseau-ecologique

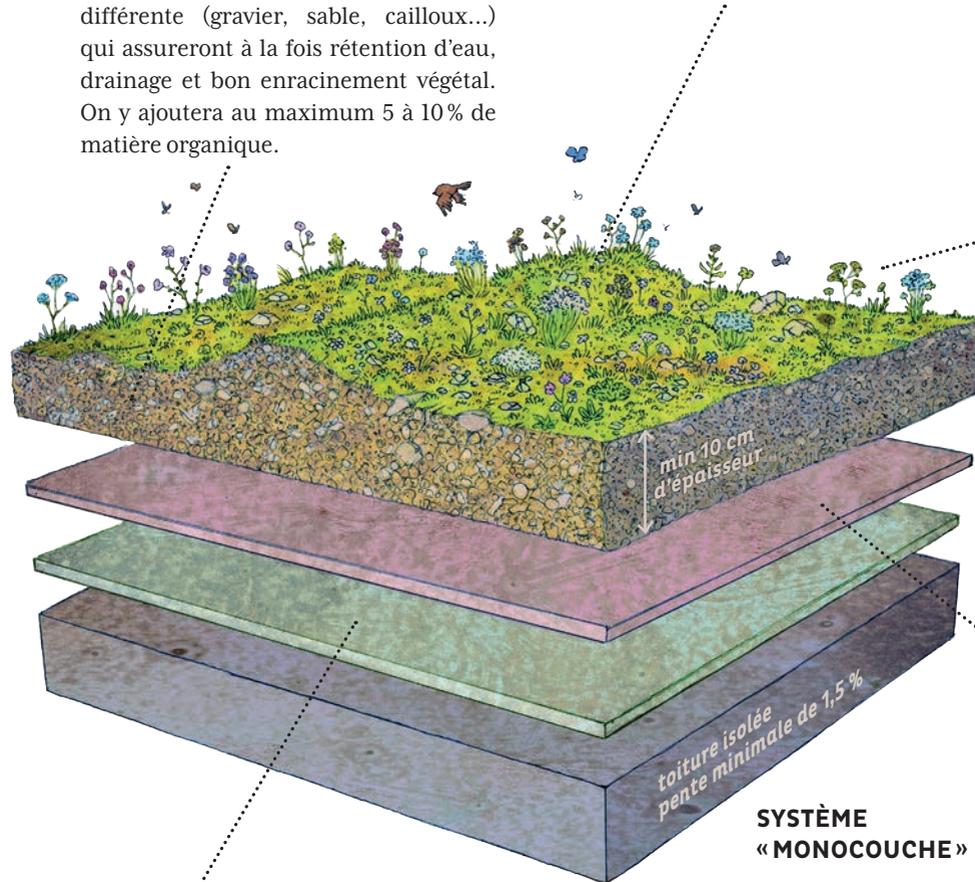


8 | ► SUBSTRAT

Le substrat est la couche où s'enracinent et se nourrissent les végétaux. Sa composition sera principalement minérale, afin de convenir aux plantes adaptées aux milieux arides et peu fertiles. Idéalement, il s'agira d'un mélange de matériaux naturels de granulométrie différente (gravier, sable, cailloux...) qui assureront à la fois rétention d'eau, drainage et bon enracinement végétal. On y ajoutera au maximum 5 à 10% de matière organique.

► MICRO-TOPOGRAPHIE

Pour garantir une bonne diversité végétale, le substrat doit avoir au moins 10-12 cm d'épaisseur après tassement. Un épandage irrégulier en creux et bosses créera des micro-habitats et favorisera l'implantation d'un plus grand nombre d'espèces.



► ÉTANCHÉITÉ

Une membrane synthétique armée d'un voile de verre ou une double couche de bitume élastomère traité anti-racines assure l'étanchéité de la toiture ou la renforce en cas de rénovation. Les membranes ou « lés » synthétiques de type TPO (polyoléfine thermoplastique) sont préférables car ils ne contiennent pas de biocides susceptibles d'être lessivés par l'eau de pluie.

► VÉGÉTATION

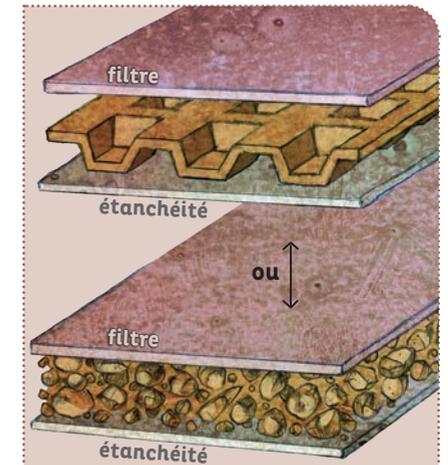
Les plantes sauvages indigènes sont à privilégier, car contrairement aux espèces horticoles, elles sont indispensables au développement et à la survie d'une multitude de petits invertébrés (papillons, abeilles sauvages...). Les espèces les mieux adaptées aux conditions de vie en toiture sont celles qui poussent naturellement dans les sols pauvres des coteaux secs, des pierriers, des zones alluviales et des prairies maigres.

► COUCHE DE PROTECTION

Une natte imputrescible de type géotextile (gén. 300 à 800 g/m²) est posée sur l'étanchéité afin de protéger la membrane de l'usure mécanique. Selon son épaisseur, elle contribue également à la rétention d'eau.

UN SYSTÈME SIMPLE, POUR UNE BIODIVERSITÉ MAXIMALE

Il existe sur le marché pléthore de systèmes multicouches industriels pour toitures végétalisées. Les expériences menées en Suisse alémanique ont prouvé qu'un système simple, monocouche, inspiré des écosystèmes naturels, est le meilleur gage de qualité pour l'environnement et la biodiversité.



SYSTÈME « BICOUCHE » DE RÉTENTION ET/OU DRAINAGE

Un système de type « bicouche » est souvent proposé par les professionnels : il consiste à disposer sous le substrat une couche composée d'alvéoles synthétiques (rétention et drainage), ou de 2-6 cm de gravier (drainage). Une voile de filtration imputrescible (70 à 140 g/m²) sépare généralement les alvéoles ou le gravier du substrat. Plus cher, ce système n'est pas indispensable si l'épaisseur et la qualité du substrat sont suffisantes.

SUBSTRAT : LA CLÉ DU SUCCÈS

Survivre en toiture n'est pas une sinécure. Les nouvelles normes techniques recommandent une augmentation de l'épaisseur du substrat pour le bien-être des plantes et la biodiversité.

Le spectacle offert par les toits végétalisés n'est pas toujours aussi verdoyant et fleuri que ne le suggèrent les catalogues. Les plantes restent souvent chétives et peinent à coloniser la surface disponible. Le substrat en est généralement la cause ! En dessous de 8 cm d'épaisseur, le sol se dessèche ou s'inonde rapidement et il n'y a guère que les orpins et les mousses, très résistants au stress hydrique, qui parviennent à tirer leur épingle du jeu. La norme SIA 312 « végétalisation de toiture » exige un minimum de 10 cm de substrat (après tassement) dans les régions à précipitations annuelles de 800 à 1000 mm, telles qu'enregistrées dans le bassin lémanique. Pour le confort estival de la végétation, les spécialistes conseillent néanmoins 2 cm de plus si la statique du bâtiment le permet.

Les racines se développeront également mieux dans un sol à granulométrie variable, comme c'est le cas dans la nature, car il offre un meilleur ancrage ainsi qu'une porosité en air et en eau favorable à leur croissance. S'il est d'origine naturelle, le substrat recèle généralement déjà une part de matière organique et des micro-organismes propices à la création d'un véritable écosystème. Un mélange de matériaux de type pierres, gravier, sable, limon... répond donc davantage aux exigences écologiques des plantes qu'un substrat de type industriel (>pp 12-13). Dans tous les cas, la composition du substrat (granulométrie, porosité des matériaux...) influencera directement sa capacité de rétention d'eau.

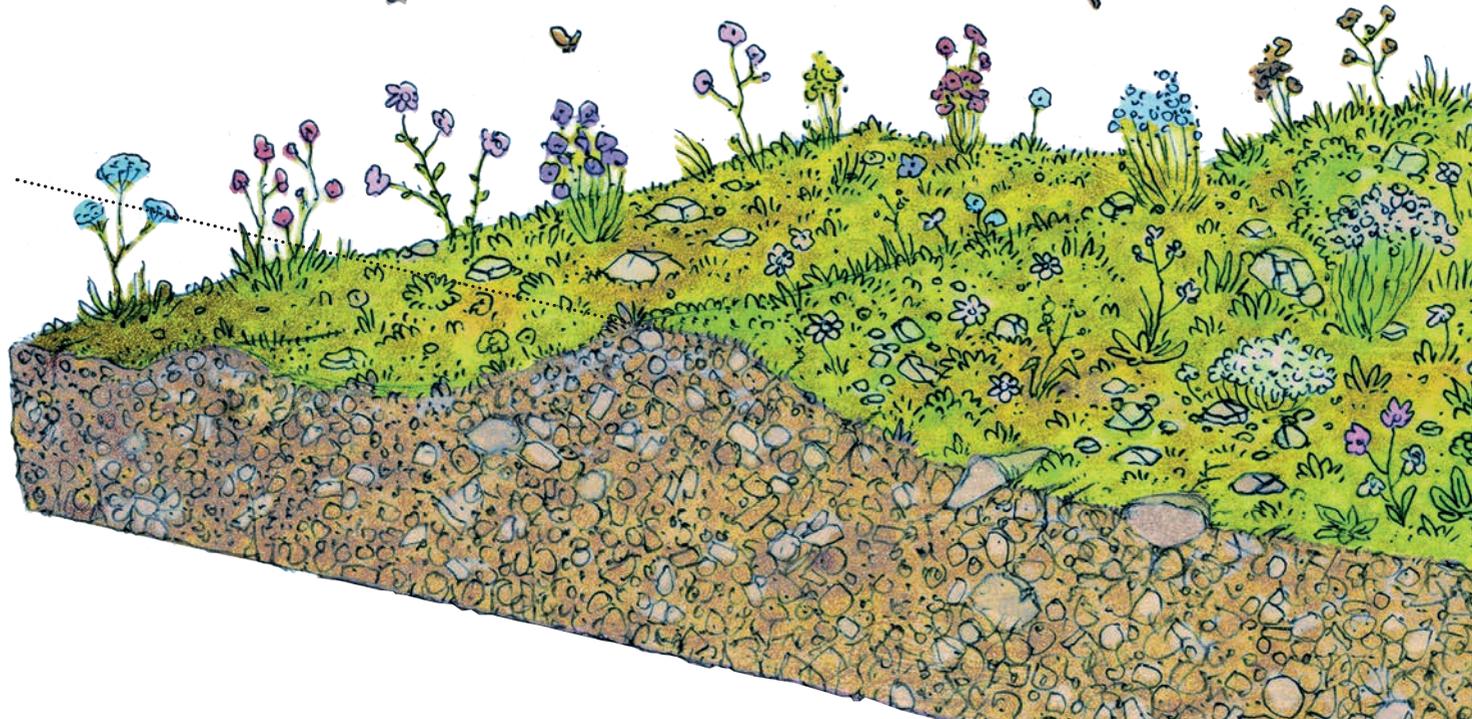
IL N'EXISTE PAS DE RECETTE « MIRACLE » !

N'hésitez pas à créer des mélanges « maison » au cas par cas, avec les matériaux disponibles localement : tout-venant, paille, copeaux, feuilles mortes, terre limoneuse, briques pilées...

MONTICULES
= 15 - 30 CM

12 CM = CONFORT
8 CM = SURVIE

10 CM =
MINIMUM



UN PLUS POUR LA BIODIVERSITÉ

Afin de se rapprocher davantage d'un habitat naturel, le Centre de compétence en toitures végétalisées de l'Université de Zurich (ZHAW) recommande de répartir le substrat de façon irrégulière, avec par exemple des vagues d'une épaisseur minimale de 15 cm sur un tiers de la surface, et d'une épaisseur de 10 à 12 cm sur les deux autres tiers. Il suggère aussi de créer quelques monticules de 30 cm de haut là où la statique du toit le permet (structures portantes...). Disposer des grosses pierres, des branches, un tas de sable... qui sont autant d'autres aménagements qui favoriseront aussi la biodiversité.

INGRÉDIENTS DE BASE D'UN BON SUBSTRAT POUR UNE VÉGÉTALISATION EXTENSIVE

90 à 95 % de matières minérales

- Naturelles et/ou industrielles, de granulométrie variable.
- Rôles : structure, drainage, rétention d'eau.



5 à 10 % de matière organique

- Humus, compost, terreau... Exclure les engrais chimiques, vite lessivés par les pluies, et la tourbe, non renouvelable.
- Rôles : nutrition, aération, rétention d'eau.

SUBSTRATS MINÉRAUX INDUSTRIELS CLASSIQUES

Exemple type: mélange «prêt à l'emploi» de roche volcanique calibrée (pouzzolane, pierre ponce ou lave) et d'argile, ardoise ou schiste expansés, additionnés de matière organique.



AVANTAGES

- Mélange prêt à l'emploi.
- Substrats légers, à bonne rétention d'eau.
- Facile à manipuler et à souffler sur les toits.

INCONVÉNIENTS

- Granulométrie très homogène, rendant la germination et le développement racinaire plus difficiles.
- Substrat souvent stérile, peu de micro-organismes. Lessivage rapide des nutriments.
- Procédés industriels consommateurs d'énergie dite « grise ». Ex: pouzzolane issue d'Italie puis calibrée en usine; argiles expansées obtenues après cuisson à haute T°.
- Matériaux coûteux.

Densité : de 8 à 15 kg/m² par centimètre d'épaisseur (à saturation d'eau).



ALTERNATIVES

- Privilégier les matériaux industriels recyclés comme les tuiles et briques concassées, en mélange avec d'autres matériaux.
- Tester d'autres granulats recyclés exempts de polluants, comme par ex. le béton, la céramique...

SUBSTRATS MINÉRAUX NATURELS & LOCAUX

Exemple type: mélange de pierres, gravier, sables, limons... enrichis de matière organique.



AVANTAGES

- Origine locale.
- Sol plus naturel, de granulométrie très variable (0-10 cm) favorable à l'enracinement et à la croissance des plantes.
- Bonne rétention d'eau et de nutriments.
- Présence naturelle de micro-organismes qui assurent une meilleure assimilation des nutriments.
- Matériaux bon marché.

INCONVÉNIENTS

- Mélange à composer selon les disponibilités locales (gravières).
- Matériaux lourds, moins maniables et plus difficiles à souffler en toiture que les substrats industriels.
- Rajout nécessaire d'une part de matière organique (5-10%).

Densité : de 15 à 20 kg/m² par centimètre d'épaisseur (à saturation d'eau).



ALTERNATIVES

- Recycler les matériaux de chantier comme les « tout-venant », pour autant qu'ils ne soient pas pollués.
- En cas de rénovation, réutiliser les graviers qui étaient déjà présents sur le toit pour composer le substrat, plutôt que de les évacuer en décharge.
- Mélanger matériaux naturels et industriels afin d'alléger le substrat.

ATTENTION!

Dans tous les cas, le choix des matériaux et de l'épaisseur du substrat sera dicté par les possibilités statiques du bâtiment, à contrôler avec l'architecte ou l'ingénieur. Une couche de végétalisation extensive de 12 cm représente une charge supplémentaire minimale d'environ 100 kg/m².



| Le substrat de la toiture du dépôt de tram BVB à Bâle est composé de paille de roseau de Chine et de matériaux minéraux légers. L'ensemencement a été réalisé avec de la fleur de foin (travaux en 2010). |

DES EXEMPLES À LAUSANNE

Ce type de substrat végétal léger est testé dans les placettes expérimentales de l'espace d'exposition toitures (voir ci-contre). Il a également été mis en œuvre en 2016 sur les cinq édicules de bus de la place de la Sallaz.

Des substrats composés de couches superposées de paille produite localement, de matériaux minéraux et de compost ont été expérimentés avec succès par les spécialistes du Centre de compétence en toitures végétalisées de l'Université de Zurich (ZHAW). Ils sont une solution intéressante pour les toitures à faible capacité portante, car la paille est très légère tout en offrant une bonne rétention d'eau.



| La paille de roseau de Chine, *Miscanthus chinensis*, se décompose moins vite que la paille de céréales. |

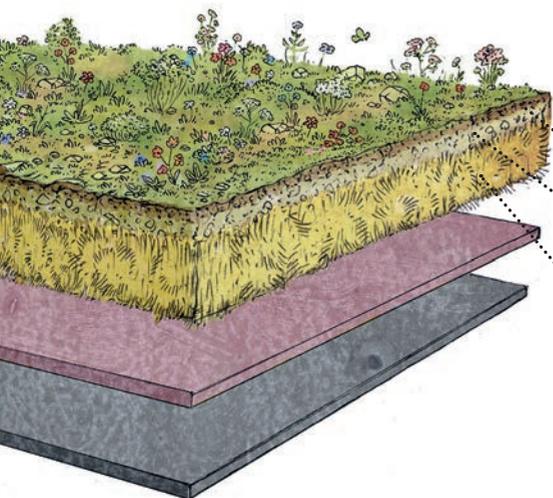
Densité de la paille:

env. 1 kg/m² par centimètre d'épaisseur à sec et 3,5 kg à saturation d'eau.

1-2 cm de compost/terre végétale

3-5 cm de briques concassées + grave à béton

10-15 cm de paille de roseau de Chine après tassement (foisonnement de min. 50 %)



L'ESPACE D'EXPOSITION « TOITURES »

Comment réaliser une toiture végétalisée accueillante pour la biodiversité et combiner panneaux photovoltaïques et végétation? Quels types de substrats, notamment locaux et/ou recyclés, pour quel type de végétation? Afin de permettre aux propriétaires et professionnels de la construction de se familiariser avec un large éventail de possibilités, un espace d'exposition et d'expérimentation dédié aux toitures végétalisées a été créé dans l'enceinte de l'établissement horticole de la Ville de Lausanne, à la Bourdonnette.



| Une grande placette de 80 m² présente une toiture « biodiversifiée », avec aménagements écologiques et panneaux solaires, réalisée selon les recommandations de la Ville de Lausanne. |

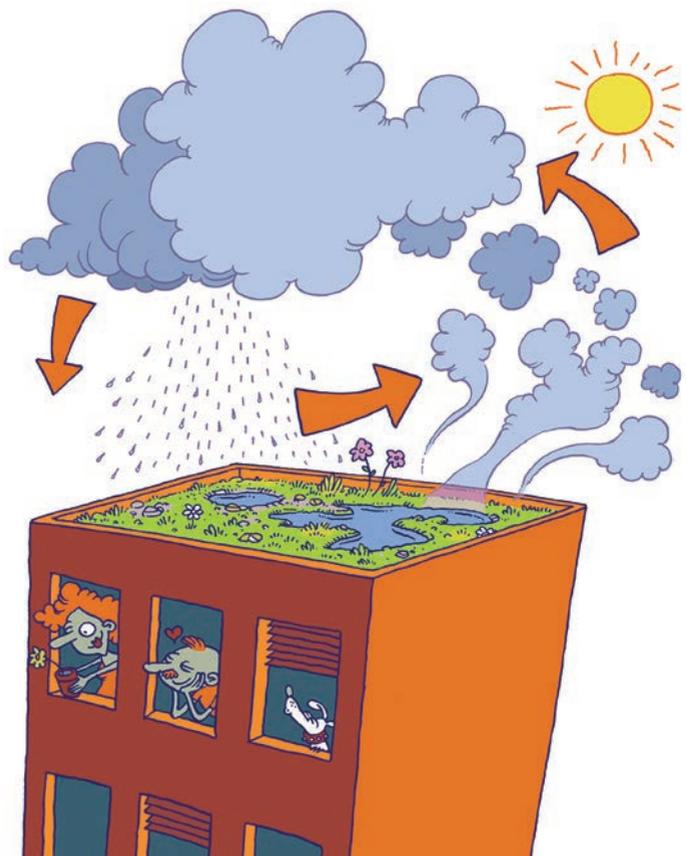


| Différents substrats végétaux et minéraux locaux, économes en énergie grise, sont présentés dans ces dix placettes expérimentales. On y teste également des mélanges de graines et l'ensemencement à la fleur de foin. |

Lieu et horaires d'ouverture:

Service des parcs et domaines, avenue du Chablais 46. Ouvert au public toute l'année du lundi au vendredi de 8h à 11h45 et de 13h à 16h. Visite commentée sur demande.

Une toiture végétalisée peut retenir 50 à 80% des précipitations annuelles



RÈGLES D'OR POUR UN BON FONCTIONNEMENT HYDRIQUE

- Les toitures doivent avoir une pente minimale de 1,5% en direction des naissances d'évacuation des eaux (norme SIA 270).
- Privilégier une membrane d'étanchéité avec anti-racine mécanique plutôt que chimique, car une part des produits biocides peut se retrouver dans les eaux de ruissellement.
- Prévoir une épaisseur et une qualité de substrat qui assurent à la fois le drainage et une bonne rétention des eaux de pluie (décalage du ruissellement).
- Exclure l'apport d'intrants chimiques (engrais ou biocides) en toiture afin de ne pas polluer les eaux claires.
- Lors d'un entretien annuel, retirer les plantes qui s'installent aux abords immédiats des descentes d'eau et arracher les plantes ligneuses indésirables et les néophytes.

La végétation n'est pas une menace pour l'étanchéité si celle-ci a été réalisée dans les règles de l'art ! Au contraire, la couche végétale protège les matériaux d'étanchéité et double leur durée de vie.

HISTOIRES D'EAU

Les toitures végétalisées jouent un rôle essentiel de rétention d'eau, particulièrement appréciable lors de fortes pluies. Elles contribuent aussi à rafraîchir le climat urbain.

En ville, la dominance et l'expansion des surfaces imperméables posent de réels problèmes de gestion des eaux claires car les canalisations et les cours d'eau se retrouvent vite engorgés lors d'orages ou de longs épisodes pluvieux. A Lausanne, lors de nouvelles constructions, surélévations ou agrandissements, les propriétaires peuvent être contraints, suivant la taille du projet, à prévoir des mesures de gestion des eaux claires. Une toiture végétalisée est une des mesures qui peut parfaitement remplir ce rôle, pour autant que la capacité de rétention du substrat ainsi que la gestion du débit de restitution soient bien conformes à la directive municipale relative aux mesures de gestion des eaux claires. Bon à savoir : cet aménagement permet de bénéficier de rabais sur les taxes d'évacuation des eaux claires.

RAFRAÎCHISSEMENT URBAIN

Même pour les plus petites toitures, la végétalisation reste conseillée car elle participe non seulement à la gestion des pluies mais aussi au rafraîchissement de la ville ! Les plantes vont en effet utiliser l'eau disponible dans le substrat pour grandir, et en transpirant, vont libérer une vapeur d'eau bienvenue en été. Là encore la qualité et l'épaisseur du substrat sont essentielles : une toiture sur laquelle la végétation est dense, diversifiée et bien portante rafraîchira mieux l'atmosphère qu'une toiture à végétation rase et clairsemée.



| Selon les normes SIA, une bande de gravier sans végétation doit être maintenue sur les bords de la toiture et autour des naissances de récolte des eaux. |

RÉTENTION: DIRECTIVES LAUSANNOISES

Pour pouvoir être considérée comme un ouvrage de rétention des eaux, la toiture végétalisée doit :

- assurer la rétention d'au minimum 34 litres d'eau par m² de surface imperméable.
- limiter le débit à 0.2 litres par seconde au maximum par 100 m² de surface.

+ d'infos :

www.lausanne.ch/eau

PLANTES HAUT-PERCHÉES

Au-delà des habituels orpins, la nature offre un incroyable assortiment de végétaux capables de pousser sur les toits. En privilégiant des mélanges diversifiés d'espèces locales, vous donnerez un sérieux coup de pouce aux abeilles et aux papillons.

Une toiture à végétalisation extensive sous-entend l'utilisation de plantes adaptées à un sol sec et pauvre, qui se débrouilleront sans aucun arrosage ni apport d'engrais. Le choix d'espèces indigènes s'impose pour renforcer la biodiversité car la croissance et la survie de nombreux insectes pollinisateurs, notamment des abeilles sauvages et des papillons, leur sont directement liées.

Si le substrat est de qualité, le toit pourra accueillir un beau cortège d'espèces vivaces, annuelles et bisannuelles qui vivent naturellement dans les pelouses maigres et autres côteaux secs : campanules, sauges, épiaires, origans, molènes... Il faudra leur laisser le temps de s'installer et admettre que leur répartition en toiture évolue naturellement d'année en année. Un sol peu fertile sera la condition pour limiter la croissance des graminées, trèfles et autres espèces de prairies grasses qui, par leur dominance, nuiraient à terme à la biodiversité et exigeraient un entretien plus conséquent (fauche annuelle).

Dans l'idéal, le choix se portera sur des mélanges de graines composés d'au moins 30 espèces bien adaptées au climat local (écotypes régionaux). Les espèces exotiques et les hybrides horticoles doivent en être exclus.



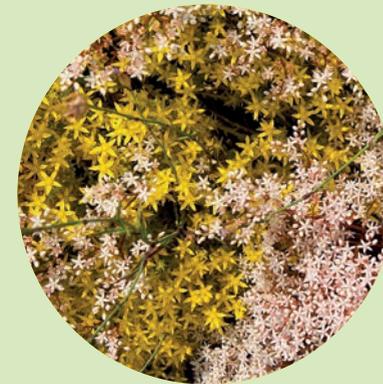
SOLUTIONS DE VÉGÉTALISATION

Semis

Il existe différents mélanges de graines d'espèces indigènes pour toiture selon la hauteur de croissance souhaitée. Des mélanges composés de plantes adaptées à la région lausannoise sont disponibles. Les semis sont à réaliser en septembre-octobre (idéal) ou en mars-avril, à raison de 0,3 gr/m².

Mini-mottes

Les semis peuvent être complétés par des plantations de petites mottes d'espèces indigènes. Cette méthode assure un bon résultat esthétique dès la première année. Coûteuse, elle devrait néanmoins être réservée aux plantes vivaces se multipliant difficilement par semis. En complément au semis, compter 3 ou 4 plants/m².



| Champions de la résistance au sec, les orpins sont incontournables en toiture, mais ne devraient pas pour autant avoir le monopole. |

Plaques ou rouleaux précultivés

Les rouleaux de plantes précultivées, à substrat peu épais, sont à réserver aux toits plats à faible portance. Ils sont généralement composés de quelques espèces d'orpins - souvent horticoles - et soutiennent peu la biodiversité. Même constat pour les plaques de godets précultivés, qui génèrent en outre l'utilisation de grandes quantités de plastique.

Fleur de foin ou herbe à semences

Plus difficile à mettre en œuvre, cette technique consiste à faucher en juin une prairie fleurie dont l'origine ancienne est attestée, au moment où les graines sont mûres. Sitôt après, cette fleur de foin ou « herbe à semences » est étendue sur la toiture, où les graines tomberont et germeront sous la protection du foin.



| anthyllide vulnéraire |



| campanule à feuilles rondes |



| linaire vulgaire |



| silène penché |



| orpin âcre |



| lotier corniculé |

Plusieurs dizaines d'espèces issues de milieux naturels aussi variés que prairies maigres, coteaux secs, garides, pierriers ou encore zones alluviales peuvent prendre place en toiture.



| euphorbe petit cyprès |



| saponaire rose |



| orpin des rochers |



| ciboulette |



| potentille argentée |



| géranium sanguin |



| Patience ! La végétation mettra au moins deux ans pour prendre ses aises en toiture. La présence de quelques plages de sol nu n'est pas un problème, au contraire : elles contribuent à la diversité du site. |

ENTRETIEN ET SÉCURITÉ

Une toiture végétalisée extensive exige un minimum d'entretien pour s'épanouir et fonctionner correctement. Ces travaux en hauteur sont régis par des règles de sécurité très strictes.

La première année de croissance est cruciale pour les plantes. Idéalement, on sème et on plante à la fin de l'été ou en début d'automne, pour que les racines aient le temps de s'étoffer avant le démarrage au printemps. Si la végétalisation du toit a été réalisée en mars-avril et est suivie d'une période sèche, mieux vaut arroser quelques fois, pour éviter que les jeunes pousses ne grillent au soleil.

Quand la végétation est bien installée, ce qui peut prendre deux à trois ans, il s'agira de faire au moins un passage annuel, plutôt en fin d'été, pour :

- ôter la végétation des bandes drainantes de gravier situées en bordure de toit,
- ôter la végétation du pourtour des descentes d'eau,
- éliminer les plantes indésirables et spontanées : jeunes pousses d'arbres, espèces envahissantes ou horticolas (voir ci-contre).

Dans le cas où les graminées prennent peu à peu le dessus sur les plantes à fleurs, une fauche annuelle pourra être envisagée, en veillant à laisser des zones « refuges » pour la petite faune. Idéalement, ces différents travaux devraient être planifiés contractuellement avec un paysagiste.

LIGNES DE VIE & CO

À moins d'avoir été conçues d'emblée comme terrasse ou jardin, les toitures ne possèdent pas de garde-corps et peuvent donc s'avérer dangereuses pour le personnel d'entretien. Les normes de sécurité (EN 795) sont aujourd'hui très strictes : des lignes de vie, des points d'accroche ou autres dispositifs « antichute » permanents doivent absolument être installés lors du chantier de végétalisation et utilisés lors de l'entretien.



DES RUCHES SUR LE TOIT : UNE FAUSSE BONNE IDÉE

Les autorités communales n'encouragent pas l'installation de ruches sur les toits urbains. Les difficultés d'accès rendent la manutention compliquée voire dangereuse pour l'apiculteur, tandis que pour les abeilles, les conditions de chaleur et de sécheresse qui y règnent sont difficiles à supporter. De plus, une trop forte densité d'abeilles domestiques peut mettre en péril les populations d'abeilles sauvages, par effet de concurrence pour les ressources florales.

+ d'infos : www.lausanne.ch/apiculture-urbaine

QUELQUES ESPÈCES INVASIVES OU INDÉSIRABLES

Les ligneuses : semis spontanés d'arbres ou arbustes, dont la croissance est limitée par la sécheresse et la faible épaisseur du substrat. Leurs racines ne peuvent pas percer les étanchéités modernes, mais par sécurité, on les arrache lors de l'entretien.



| érable |

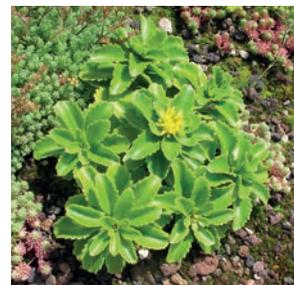


| ailante |



| prunus |

Les horticolas : des orpins non indigènes sont souvent présents dans les mélanges pour toiture. Ils présentent moins d'intérêt pour la petite faune et concurrencent les plantes indigènes. Certains, comme l'orpin bâtard (*Sedum spurium*), sont classés parmi les espèces envahissantes. Ces dernières doivent impérativement être bannies des mélanges semés.



| orpin type kamschaticum |



| orpin bâtard |



| orpins horticolas |

Les envahissantes : introduites volontairement ou accidentellement par l'homme, ces espèces pionnières exotiques ont tendance à se répandre en ville et dans la nature. Il est important de freiner leur expansion en les arrachant avant qu'elles ne dispersent leurs graines.



| vergerette annuelle |



| séneçon sud-africain |



| arbre à papillons |

MODELER UN PAYSAGE

La nature n'aime pas le propre-en-ordre : plus les reliefs et les petits habitats présents sur le toit seront diversifiés, plus les espèces sauvages seront nombreuses. Alors, osez la différence !

Un point d'eau sur le toit ? Et pourquoi pas ! Source temporaire d'humidité, une petite mare abreuvera les insectes résidents et les oiseaux de passage. N'hésitez pas non plus à disposer des tas de branches, des bûches, des cailloux... pour recréer un paysage naturel. Ces micro-habitats offriront un abri bienvenu aux invertébrés mais aussi une ombre légère aux plantes qui supportent moins bien que d'autres le plein soleil. Et si le lieu vous inspire, sachez que des aménagements naturels en « land'art » pourraient aussi être appréciés par les occupants des immeubles alentour...



| Figiers, Lausanne |



| Collège de Villamont, Lausanne |



| Figiers, Lausanne |



| Beaulieu, Lausanne |



| Stücki, Bâle |



| Foire de Bâle |

VERT & SOLAIRE, LA COMBINAISON GAGNANTE

Contrairement aux idées répandues, les végétaux ne sont pas incompatibles avec une installation solaire. Bien au contraire : leur présence améliore l'efficacité des panneaux photovoltaïques !

Chaque année, la Ville de Lausanne investit dans les énergies renouvelables au travers de nouvelles installations solaires photovoltaïques. Dans le cas des toits plats, ces immenses surfaces dévolues à la production de kilowatts n'en sont pas moins végétalisables, pour autant bien sûr que les panneaux soient disposés en « shed », c'est-à-dire inclinés, et non à plat sur le sol.

Mieux encore : de nombreuses études ont mis en évidence les bénéfices qu'apportent les plantes au rendement énergétique. En été, les panneaux solaires photovoltaïques souffrent en effet de surchauffe, au point que l'efficacité des cellules diminue dès que leur température dépasse 25°C. En rafraîchissant l'arrière des panneaux par leur évapotranspiration, les plantes installées sur le toit maintiennent un climat supportable, proche de la température de l'air, et réduisent ainsi de plusieurs pourcents les pertes de rendement. Autre avantage ? Comme le lestage des panneaux est assuré par le substrat de végétalisation, on limite l'usage de plots en béton contraignants pour la structure du toit.

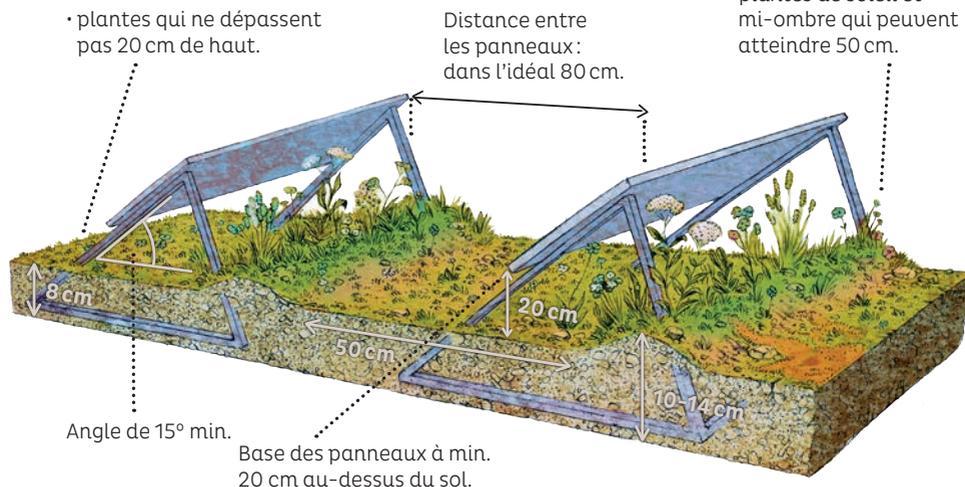
Les panneaux solaires dévolus à la production d'eau chaude (dits « thermiques ») bénéficient aussi, mais dans une moindre mesure, du rafraîchissement végétal.

Devant les panneaux :

- substrat de 8 cm d'épaisseur sur 50 cm de largeur.
- plantes qui ne dépassent pas 20 cm de haut.

Sous les panneaux :

- substrat de 10-14 cm.
- plantes de soleil et mi-ombre qui peuvent atteindre 50 cm.



| La présence de végétation augmente de 6 à 8 % le rendement estival des panneaux photovoltaïques, comme ici sur le toit des halles sud de Beaulieu, Lausanne. |

CONSEILS ET PRÉCAUTIONS

- Veiller à respecter une distance de min 20 cm entre le substrat et le bas du panneau : cette précaution est essentielle pour éviter les conflits d'ombrage par les plantes sur les panneaux. Cela peut cependant nécessiter des structures plus coûteuses car non standards sur le marché.
- Prévoir une épaisseur de substrat de 8 cm devant les panneaux, afin de favoriser une végétation basse. Sous les panneaux, une épaisseur de 10 à 14 cm permettra leur lestage et favorisera une végétation plus diversifiée.
- Bien choisir les espèces végétales en fonction de la situation (soleil, ombre, mi-ombre) et de la hauteur souhaitée.
- Envisager une végétalisation exclusivement périphérique dans le cas où la disposition des panneaux rend peu pertinente la végétalisation de toute la surface du toit.



| Jardin collectif créé sur un bâtiment neuf, Paris XXème. |

TOITURE-POTAGER

A l'ère de la mondialisation, les citoyens sont de plus en plus nombreux à vouloir se procurer une nourriture durable et d'origine locale. Les jardins partagés et plantages communaux se multiplient dans les villes mais l'espace au sol manque cruellement pour répondre à toutes les demandes. Les toits offrent par contre des surfaces immenses qui pourraient être exploitées par des associations de quartier, des écoles, des organismes de réinsertion... pour autant que les contraintes techniques soient surmontables (accès, irrigation, sécurité).

Des solutions simples et peu coûteuses comme des bacs en bois remplis de compost et de broyat de branches ont été testées avec succès à Paris sur d'anciens bâtiments. En hauteur, le jardinage biologique est de mise afin de ne pas charger les eaux de ruissellement en biocides et nutriments. Plusieurs études ont par ailleurs démontré que les tomates et autres salades cultivées en toiture sont très peu polluées et le sont toujours moins que les mêmes légumes cultivés au sol dans d'anciennes friches urbaines !

TOITS VERTS À TOUT FAIRE

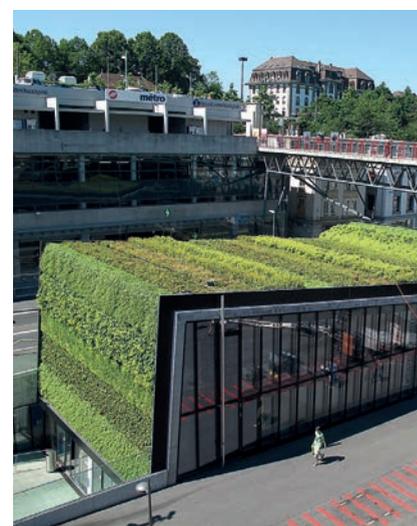
Si les toitures non accessibles se prêtent bien à une végétalisation extensive, bon nombre de surfaces sécurisées peuvent se muer en potager ou jardin d'agrément. Ces toits à végétalisation dite « intensive » jouent un rôle social ou esthétique important mais exigent aussi plus d'entretien.

JARDIN-TERRASSE

En ville, les toitures des parkings souterrains deviennent souvent des promenades et des parcs publics. Sur les immeubles, de tels aménagements sont aussi possibles si les bords du toit sont sécurisés et si la statique du bâtiment le permet (le poids peut dépasser 600 kg/m²). Le choix des plantes sera dicté par l'épaisseur du substrat, sa fertilité et le système d'irrigation disponible. Ce type de toiture se rapproche d'un jardin classique, avec gazon, plates-bandes, arbres et arbustes, mais sa maintenance sera plus chère et plus délicate en raison de sa situation haut-perchée.



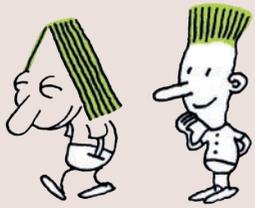
| Les Bergières, Lausanne |



| Flon, Lausanne |

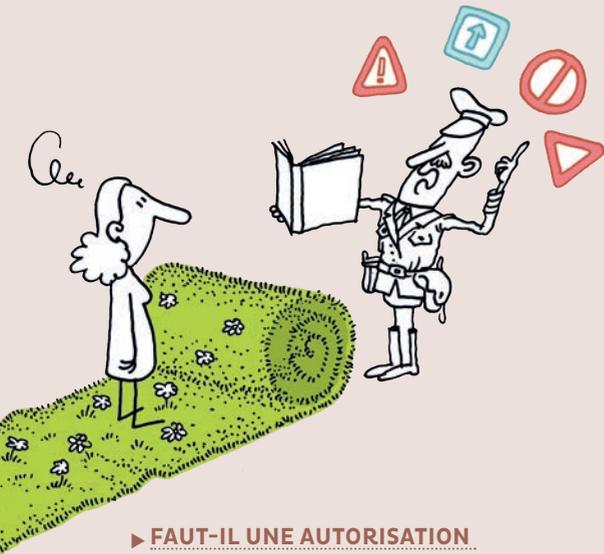
TOITURE-HIGHTEC

De par leur situation et leur visibilité, certains aménagements de toitures présentent un enjeu esthétique et paysager considérable. Il ne s'agit plus de promouvoir la biodiversité mais de créer une architecture végétale qui valorise le contexte urbain, donne du cachet au bâtiment ou offre une image à la ville. On choisit en général des plantes qui restent vertes toute l'année ou fleurissent du printemps à l'automne, ce qui exclut la plupart des espèces indigènes. L'entretien des plantes et de ces installations très techniques est souvent sous-estimé et doit être planifié à long terme par les concepteurs.



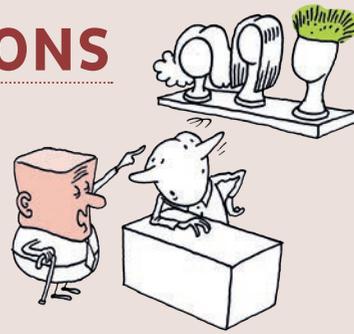
► PEUT-ON VÉGÉTALISER UN TOIT EN PENTE?

Oui, les toitures traditionnelles norvégiennes le prouvent! Selon la norme SIA 312, on peut végétaliser sans souci jusqu'à une pente de 15° (27%). Au-delà de cette inclinaison, mieux vaut prévoir des éléments anti-érosion comme des nattes, treillis, profils de retenue...



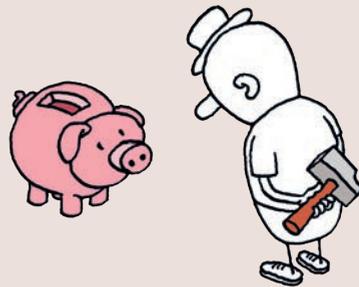
► FAUT-IL UNE AUTORISATION POUR VÉGÉTALISER SON TOIT?

Si le projet a pour but de transformer la toiture en une terrasse accessible, la végétalisation et l'accès à la terrasse sont soumis à permis de construire avec enquête publique. Par contre, si la toiture reste inaccessible, la végétalisation ne nécessite pas d'autorisation.



► EST-IL POSSIBLE DE VÉGÉTALISER UN TOIT PLAT EN GRAVIER?

Oui, mais il faut s'assurer au préalable par une évaluation de la statique que le bâtiment peut supporter cette surcharge pondérale. Sachant que la durée de vie des matériaux d'étanchéité est d'environ 30 ans, il est recommandé de refaire l'étanchéité avant de végétaliser si cette dernière a plus de 20 ans. Le «vieux» gravier pourra être réutilisé comme substrat, en mélange avec d'autres matériaux.



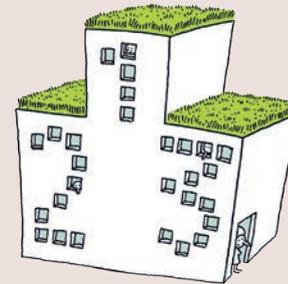
► À COMBIEN ESTIME-T-ON LE SURCÔÛ DE LA VÉGÉTALISATION?

En Suisse alémanique, une toiture végétalisée coûte, selon le système choisi et la surface, de 15 à 50 francs de plus au m² qu'un toit conventionnel en gravier. En Suisse romande, le surcoût oscille entre 50 et 70 CHF/m². Cette différence s'explique notamment par l'utilisation plus courante Outre-Sarine du système monocouche avec substrat naturel local.



► SI JE VÉGÉTALISE MON TOIT, EST-CE QUE JE PEUX REMPLACER MON CARRÉ DE GAZON PAR DES PLACES DE PARKING?

La création de places de stationnement est soumise à permis de construire avec enquête publique. Dès lors, ce n'est pas parce que la toiture est végétalisée que le droit de créer des places de parc est acquis d'office. La police des constructions pourra vous renseigner à ce sujet.



► EXISTE-T-IL DES LABELS DE QUALITÉ DES TOITURES VÉGÉTALISÉES?

Oui, La Fondation Nature & Economie distingue les entreprises, institutions et quartiers résidentiels qui favorisent la biodiversité dans leurs aménagements extérieurs: près de 120 hectares de toitures, répartis sur 246 sites, ont déjà été certifiés en Suisse. L'Association suisse des spécialistes du verdissement des édifices (ASVE) attribue aussi un label pour la qualité écologique d'une végétalisation extensive, qui tient aussi compte de l'écobilan des matériaux.



► DANS QUELS CAS PEUT-ON ME REFUSER UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE?

Les immeubles et ensembles de bâtiments à forte valeur patrimoniale ou architecturale ne peuvent *a priori* pas être directement coiffés de verdure. La végétalisation soumet aussi le bâtiment à certaines exigences, notamment en matière de gestion des eaux, de portance et de gabarit. Elles devront être respectées en fonction des normes en vigueur.



► UN TOIT VÉGÉTALISÉ DONNE-T-IL DROIT À UNE RÉDUCTION DES TAXES D'ÉVACUATION DES EAUX CLAIRES?

Les propriétaires peuvent avoir droit à un abattement de taxes de raccordement ou de taxes annuelles, pour autant que les directives relatives à la gestion des eaux claires du Service de l'eau soient respectées.

+ D'INFOS ?

Cette brochure est une publication du Service des parcs et domaines de la Ville de Lausanne (SPADOM). Compléments techniques et réglementaires, listes d'espèces recommandables ou non, bonnes adresses et références bibliographiques : www.lausanne.ch/toitures-végétalisées

Quatre références incontournables de la végétalisation écologique des toitures :

- Centre de compétence en toitures végétalisées de l'Université de Zurich (ZHAW), www.naturdach.ch
- Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève, www.hepia.hesge.ch
- Norme SIA 312 « Végétalisation de toitures », www.sia.ch
- « Végétalisation biodiversée et biosolaire des toitures », P. Peiger et N. Baumann, éd. Eyrolles

