

# Les DOSSIERS de l'ALE

Agence locale de l'énergie de l'agglomération grenobloise

La végétalisation en ville

## Les bâtiments se mettent au vert

Edito

### La végétalisation : Un enjeu climatique

« Dans nos villes où prédominent le bitume, avec les rues et les parkings, le béton utilisé trop largement dans la construction, la diminution progressive des espaces végétaux au fur et à mesure de l'extension urbaine, on constate un écart de température de 1,5 à 2°C par rapport à la campagne voisine, auquel s'ajoute, au fil des années, l'augmentation de la température due au réchauffement climatique.

La végétalisation des bâtiments sous forme de toitures végétalisées ou de toitures-terrasses-jardins se développe dans nos zones urbaines et est très souvent intégrée dans les nouveaux plans locaux d'urbanisme (PLU).

Cette nouvelle technique, si elle se répand, pourrait permettre de baisser la température ambiante ; elle est en effet un excellent isolant thermique, notamment l'été. Elle évite ou réduit considérablement les besoins de climatisation ; elle joue aussi ce rôle en hiver puisque le substrat, socle des végétaux, améliore l'isolation.

La végétalisation est une mesure qui joue donc un rôle dans la lutte contre le réchauffement climatique par des économies sensibles d'énergie.

Elle a aussi d'autres avantages qui seront évoqués dans ce dossier : isolation acoustique, régulation des eaux de pluie qui permet d'éviter la saturation des stations de traitement des eaux usées, lutte contre la pollution atmosphérique en captant les poussières et particules fines.

La végétalisation des bâtiments présente un intérêt indéniable et doit être encouragée. Couplée à la création nécessaire d'autres espaces verts, elle permet également de donner à nos villes une image esthétique dont elles ont besoin.

Jean Marc UHRY - Président de l'ALE - Vice président de la Métro à Environnement et au Développement Durable

Apporter de la verdure sur nos bâtiments

### Comme une réponse à la chaleur en ville

Notre planète se réchauffe, le phénomène est maintenant bien connu. Le dérèglement climatique est en route. Limiter son ampleur et s'adapter aux évolutions du climat sont deux façons complémentaires d'agir sur le terrain.

La première, les signataires du Plan Climat d'agglomération l'ont déclinée en plans d'actions. L'Agence Locale de l'Énergie les accompagne dans la définition, la mise en œuvre et le suivi de leurs engagements. Réduire les consommations énergétiques et accroître la production d'énergies renouvelables sont des efforts indispensables à mener pour limiter la contribution de notre territoire à ce problème planétaire.

La deuxième devient une nécessité. Les études le montrent bien, le réchauffement est plus important au sein des villes. La place de la végétation en milieu urbain joue ici un rôle déterminant. L'urbanisme et le bâtiment offrent de nombreuses possibilités d'actions. Pour ces deux secteurs, les décisions d'aujourd'hui influenceront pendant longtemps le confort des habitants...

LA VÉGÉTALISATION

# Intérêts de la végétalisation en ville

Urbanisme, biodiversité, assainissement, qualité de l'air...



La façon dont nos villes sont conçues a des impacts sur la circulation du vent et de la lumière, sur la pénétration du soleil et sur l'albédo (part de l'énergie réfléchiée par rapport à l'énergie reçue) et sur les températures (effets d'îlots de chaleur).

L'urbanisation favorise la constitution de microclimats avec une température plus élevée que dans les campagnes alentours, appelés aussi îlots de chaleur. La température ambiante varie en effet en fonction de la structuration du bâti et de la couleur des matériaux. En milieu urbain minéralisé, le rayonnement solaire est absorbé et transformé en chaleur. Aussi, plus les sites urbains sont denses et sombres, plus l'amplitude thermique entre jour et nuit est faible. Dans la même logique, plus la taille de la ville augmente, plus augmentent les écarts de températures avec les espaces ruraux.

Les vagues de chaleur sont aggravées en milieu urbain et, face aux changements climatiques annoncés, il est temps de nous interroger sur les moyens existants pour en diminuer les effets. Le travail semble être à concentrer sur les couleurs utilisées, sur le coefficient d'ouverture de la ville, sur son niveau de minéralisation et sur son niveau de végétalisation.

Les végétaux ont un effet rafraîchissant désormais prouvé. Tout d'abord, l'évapo-transpiration des végétaux (et tout particulièrement des feuillus) permet l'émission d'eau qui a une puissance

rafraîchissante. Ensuite, l'ombrage offert par les arbres intercepte une partie des rayonnements. Et enfin, les arbres offrent un effet de ventilation naturelle grâce à la création et la répétition de strates hétérogènes entre ombre et soleil, l'ensemble générant des échanges d'air.

Le développement de la végétalisation des espaces urbains peut se faire sur des supports variés. Les premières cibles peuvent être les espaces publics et les espaces collectifs privatifs (et plus particulièrement les cœurs d'îlots). La proportion d'espaces verts, d'espaces non minéralisés et de végétaux, doit y devenir un critère essentiel de choix d'urbanisation et de réhabilitation. La deuxième cible, et non des moindres, consiste en la proportion de végétalisation à intégrer au sein du bâti au niveau des toitures et des façades. Enfin, la troisième cible concerne les espaces de transition : murs aveugles, murs de clôture, délaissés routiers...

Ce travail de végétalisation des espaces urbains gagnerait cependant à être « orchestré » pour magnifier l'ensemble des rôles tenus par la nature en ville : social, identitaire, psychosensoriel, contribution à la variété des ambiances urbaines, mais aussi fixation des poussières et pollutions atmosphériques de proximité, préservation de la biodiversité. La promotion du verdissement devrait accompagner aussi le renforcement des continuités végétales et la valorisation de la gestion raisonnée.

Les documents d'urbanisme sont un des outils amont susceptibles de favoriser la végétalisation. Leur révision est l'occasion de mettre à plat les connaissances sur les espaces verts publics et l'ambiance verte générale : caractéristiques, répartition, aire d'influence... C'est également un moment propice à l'identification du patrimoine végétal remarquable à valoriser réglementairement. Le règlement (opposable aux tiers) comporte des articles adaptant les règles à appliquer en matière de végétalisation et de gestion des eaux pluviales : 4 (desserte par les réseaux), 11 (aspects extérieurs des constructions), 12 (stationnement) et 13 (espaces libres et plantations, espaces boisés classés et patrimoine végétal). Des règles quantitatives peuvent être créées, comme un nombre d'arbres à planter pour une surface donnée de pleine terre ou l'exigence de niveaux de végétalisation des parcelles. Mais des règles qualitatives sont également les bienvenues comme, par exemple, l'indication que « des revêtements de type jardins seront privilégiés en toiture terrasse ».

Cependant, face aux difficultés d'imposer l'atteinte de certains objectifs environnementaux par les aménageurs ou les particuliers, l'enjeu consiste plutôt dans le rapport possible de négociation qui s'instaure pour construire ensemble une ville plus végétalisée.

Murielle Pezet-Kuhn pour l'Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise (AURG)

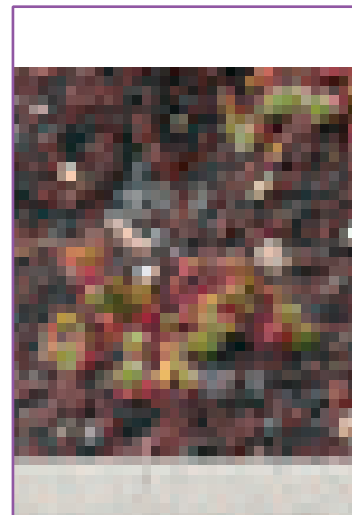
## Végétalisation et biodiversité en ville L'avis de la Frapna



Mis bout à bout, toitures-terrasses et murs du patrimoine bâti représentent un fort potentiel d'espace pouvant être consacré à la « nature en ville », trop rare dans l'espace urbain actuel.

Techniquement, toutes les plantes peuvent pousser sur les toits. Cependant, il existe différents types de végétalisation (extensive, semi-extensive, intensive) en fonction des contraintes techniques, paysagères et économiques présentant des intérêts différents pour la biodiversité.

Ainsi, une plantation extensive, rase et souvent monospécifique (orpin blanc, sedum album, par exemple) apportera un intérêt moindre que les plantations de type semi-extensif ou intensif. Ces dernières présentent à la fois une plus grande diversité d'espèces et donc de milieux avec des plantes à fleurs (origan lisse, campanule



Du sedum sur une toiture végétalisée



agglomérée, etc.), ou à feuillage (armoise de Schmidt, centaurée scabieuse, etc.), des graminées (fétuque bleue, fétuque améthyste, etc.), des petits arbustes, etc., mais également une hauteur supérieure pouvant accueillir une faune plus nombreuse. Cette végétation urbaine peut ainsi servir d'habitat, de lieu de reproduction, de source de nourriture ou de refuge à la faune (oiseaux, insectes, petits mammifères). Cet intérêt pour la biodiversité sera d'autant plus fort que les toitures et murs végétalisés seront placés dans un souci de continuum écologique pouvant traverser la ville.

Il est à noter qu'une attention toute particulière doit être apportée au respect du choix d'espèces indigènes afin de ne pas favoriser le développement d'espèces invasives. L'entretien de cette végétalisation doit limiter la consommation d'eau ainsi que l'usage de produits phytosanitaires.

*Benjamin DENHARD - Chargé de mission Air/Energies/Pollutions*

## Végétalisation et pollution atmosphérique

### L'avis de l'ASCOPARG

« Si la capacité de piégeage du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par les plantes n'est plus à démontrer, plusieurs études ont aussi mis en évidence le pouvoir épurateur de certaines plantes. En air intérieur, des plantes ont la faculté de réduire les concentrations de polluants comme le benzène ou le formaldéhyde.

Par contre, à ce jour, les axes de recherche ne permettent pas encore d'évaluer les performances réelles de la « végétalisation en ville » en termes de réduction de pollution urbaine et d'amélioration de la qualité de l'air. Dans sa recherche bibliographique des techniques de réduction de l'impact de la pollution automobile (téléchargeable sur [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org), rubrique Publications/ Recherche bibliographique), l'ASCOPARG n'a trouvé ni préconisations techniques précises sur de tels dispositifs (nature des végétaux à utiliser, conditions d'installation, ...), ni preuves de leur efficacité.

Des études doivent donc être menées, à la fois pour mesurer la capacité à dépolluer de ces outils, mais aussi pour vérifier leur impact sanitaire et environnemental. Le choix des espèces doit ainsi faire l'objet d'une attention particulière : pouvoir allergisant, diffusion de pollens (et de bactéries potentiellement utilisées en complément pour dégrader les polluants), émissions intrinsèques de polluants, notamment précurseurs de l'ozone... Des paramètres comme la hauteur, la densité et la robustesse des espèces aux polluants doivent également être examinés.

Ces études pourront s'appuyer sur les expériences « grandeur nature » qui commencent à voir le jour, telles que le mur végétal installé en octobre 2007 dans le quartier de Perrache à Lyon.

## Végétalisation et gestion des eaux pluviales

### L'avis de la régie d'assainissement de la METRO

« Les techniques traditionnelles d'assainissement par le développement du « tout-tuyau » ont montré leur limite. L'augmentation inéluctable des débordements et la difficulté à maintenir la qualité des milieux récepteurs est une réalité. Indissociable d'une stratégie de développement durable, la gestion globale et intégrée des eaux pluviales doit permettre de compenser les effets de l'urbanisation sur le cycle de l'eau, en favorisant des cycles courts limitant le ruissellement.

La végétalisation est un moyen privilégié des techniques alternatives pour optimiser la gestion des eaux pluviales dans chaque projet :

- directement, les surfaces imperméables minérales peuvent être remplacées dans un projet par des surfaces végétalisées, cas par exemple des toitures végétalisées, évitant la contribution des toitures aux débits ruisselés,
- les eaux de pluie de surfaces imperméabilisées non polluées (terrasses, allées, placettes, zones de stationnement résidentiel) sont facilement traitées par infiltration dans les espaces verts de proximité,
- enfin les espaces verts constituent un lieu privilégié de stockage des eaux pluviales lors de pluies exceptionnelles par un modelage adapté du terrain. La présence permanente ou potentielle de l'eau contribue à la qualité des projets à condition de préserver la fonctionnalité adaptée des espaces selon la fréquence des pluies. Cette approche améliore la prévention des risques par une meilleure prise de conscience de la présence de l'eau dans la Ville et évite la mobilisation de ressources importantes qui ne seraient sinon utilisées que lors d'épisodes pluvieux extrêmes.

L'évolution des règles d'urbanisme vers une plus grande densification et le changement de climat concourent à aggraver les risques d'inondation par saturation des réseaux anciens calculés théoriquement sur des épisodes pluvieux de fréquence décennale passée.

La végétalisation des projets apparaît désormais indispensable pour compenser l'augmentation des coefficients d'emprise au sol. Le coefficient de biotope instauré par la ville de Berlin mériterait d'être plus connu et généralisé dans son emploi : mesurant le rapport des surfaces favorables à la nature à la surface totale concernée par l'opération, ce coefficient permet de prendre en compte à son juste niveau l'intérêt environnemental de la végétalisation dans l'appréciation des projets d'aménagement urbain.

*Jacqueline LANDAS - Mission Expertise - Direction des services publics*

# Un engagement vers la végétalisation

Plan Local d'Urbanisme de Grenoble

En 2005, la ville de Grenoble s'est dotée d'un PLU (Plan Local d'Urbanisme) ambitieux concernant la végétalisation. En novembre 2007, la ville renforce encore les exigences sur les zones à vocation résidentielle.

Afin d'impulser une nouvelle façon de produire des espaces végétalisés, la ville a instauré des règles à la parcelle (article 13). Pour un projet neuf, le pourcentage d'espace à végétaliser varie en fonction de la zone urbaine où il se trouve, et de la surface de la parcelle.

Dans les zones urbaines du centre (UM A et UM B : centre historique et centre ville), seuls les projets dont la superficie de la parcelle est supérieure à 500m<sup>2</sup> sont concernés. Les pourcentages imposés varient alors de 15 à 20 % selon la superficie.

Sur l'ensemble des quartiers ayant un fort potentiel de renouvellement et correspondant à l'extension de la ville aux XIX<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècles (UM C : Bajatière, Eaux-Claires, Capuche, Ile Verte, Grands Boulevards...), le PLU impose des pourcentages de végétalisation importants, quelque soit la surface de la parcelle. (voir tableau ci-dessous)

	PLU 2005		PLU en vigueur	
Taille des terrains	Zone UM-C (quartiers ayant un fort potentiel de renouvellement)			
	Surface végétalisée	Dont pleine terre	Surface végétalisée	Dont pleine terre
- de 500 m <sup>2</sup>	20%	10%	40%	20%
500-1000 m <sup>2</sup>	30%	15%	50%	25%
+ de 1 000 m <sup>2</sup>	40%	20%	60%	30%

Les aménagement pris en compte dans les surfaces végétalisées sont :

- les chemins piétons
- les aires de jeux
- les espaces plantés en pleine terre
- les toitures-terrasses végétalisées avec 50 cm de terre
- les dalles de couvertures végétalisées avec 50 cm de terre

D'autres aménagements sont également pris en compte avec une pondération de 0,5. Il s'agit :

- des toitures-terrasses végétalisées type toundra
- des dalles de couverture végétalisées type toundra

Il est important de préciser que le stationnement, même s'il doit être traité en espace paysager, ne rentre pas dans les surfaces de végétalisation prises en compte.



Toiture végétalisée nouvellement plantée

## Vers une ville de qualité De la réglementation à l'incitation

A ces contraintes réglementaires, la ville ajoute des mesures d'incitation afin de promouvoir la qualité environnementale des projets : « les projets participeront par leur architecture à la mise en œuvre des objectifs de haute qualité environnementale ».

Concernant l'aspect extérieur des constructions (Article 11 ), et plus particulièrement les toitures terrasses : « des revêtements de type jardins ( dallage, gazon, plantations...) seront privilégiés ».

## Quelques chiffres ... Les nouvelles constructions

Depuis la mise en place du PLU, le nombre de toitures végétalisées a fortement augmenté.

Entre novembre 2005 et décembre 2006, 87 permis de construire ont été acceptés : 70 en logements et 17 en activités, dont 44 en ZAC.

Sur l'ensemble de ces dossiers, **75%** des permis de construire prévoyaient une toiture végétalisée, représentant une surface totale de 3,4 Ha.



## Toiture en pente ?

Une végétalisation extensive peut être mise en place sur des toitures inclinées, sans contrainte majeure, jusqu'à une pente de 20%. Au-delà, une étude spécifique doit être menée. Pour une pente de plus de 35%, une attention particulière devra être apportée à l'épaisseur du substrat (afin d'améliorer le volume de rétention d'eau) et à ses dispositifs de maintien.

## Un marché en forte progression

Aujourd'hui, le marché annuel de l'étanchéité s'élève à 24 millions de m<sup>2</sup>. La part des terrasses jardins est de 2 millions de m<sup>2</sup> environ, celle des toitures végétalisées extensives de 300 000 m<sup>2</sup>. Le marché de la végétalisation extensive se développe fortement depuis 2000, et connaît une progression de 40% par an.

## Les acteurs

Pour plus d'informations, vous pouvez vous rapprocher :  
-de l'ADIVET : Association pour le Développement et l'Innovation en Végétalisation Extensive de Toiture,  
-de la CSFE : Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité,  
-des fabricants.

L'Agence Locale de l'Énergie a pour mission de promouvoir la sobriété et l'efficacité énergétique. Elle accompagne les collectivités, les particuliers et les professionnels lors de la réhabilitation et de la construction de bâtiments à haute qualité environnementale et à faible consommation énergétique.

Contactez-nous :

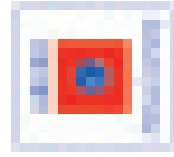
Agence Locale de l'Énergie de l'agglomération grenobloise

4 rue Voltaire 38 000 Grenoble

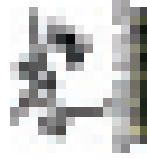
Tel : 04 76 00 19 09

infos@ale-grenoble.org

www.ale-grenoble.org



Alpès



Fiche réalisée en 2007



# Technique

## Végétalisation des toitures



Végétalisation

Tous bâtiments

Crédit photo : Ville de Grenoble

# Fiche technique

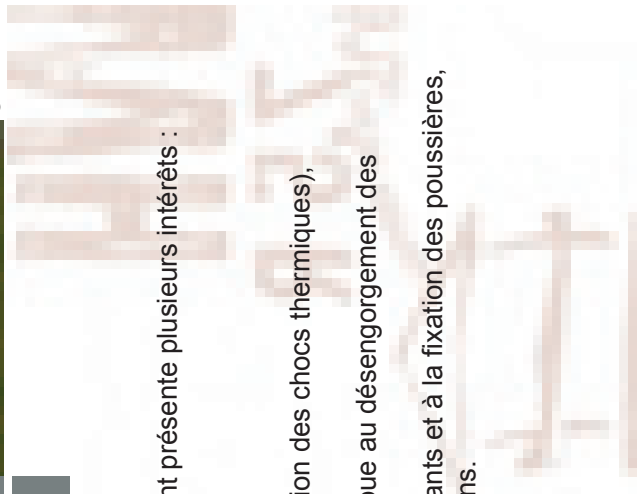
## Végétaliser les toitures de votre bâtiment présente plusieurs intérêts :

A l'échelle du bâtiment :

- l'amélioration du confort d'été,
- l'amélioration du confort acoustique,
- la protection de l'étanchéité (suppression des chocs thermiques),

A l'échelle de la ville :

- la rétention des eaux pluviales (contribue au désengorgement des collecteurs en milieu urbain),
- la contribution à l'absorption des polluants et à la fixation des poussières,
- l'atténuation des îlots de chaleur urbains.

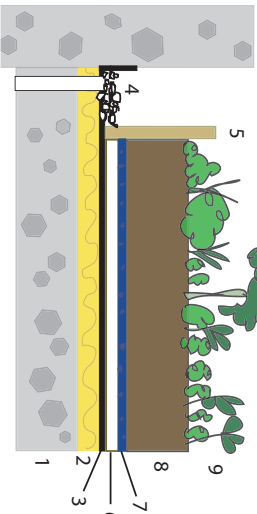




## Quelles sont les techniques de végétalisation ?

La végétalisation des toitures est réalisée en plaçant sur une couverture traditionnelle un substrat de croissance sur lequel est plantée la végétation.

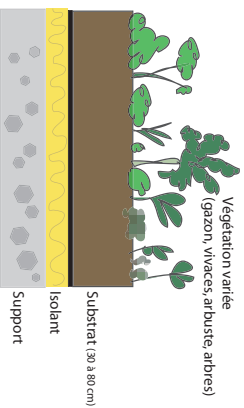
- 1 - Élément porteur
- 2 - Isolant (classe C)
- 3 - Étanchéité (anti racine)
- 4 - Bande pourtour
- 5 - Protection
- 6 - Drainage
- 7 - Filtre
- 8 - Support de culture
- 9 - Végétation



Contraintes techniques à intégrer : surcharge possible de la structure, isolant classe C (résistant à la compression, correspondant à une terrasse accessible), étanchéité anti-racines.

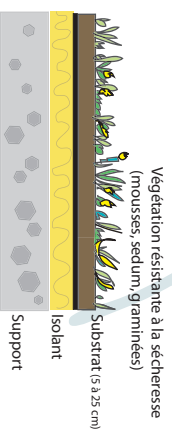
Suivant les contraintes techniques, économiques, fonctionnelles et paysagères du projet, le choix pourra être fait d'une végétalisation intensive, semi-intensive ou extensive.

### Végétalisation intensive ou terrasse jardin



Surcharge : 1000 kg/m<sup>2</sup> (de 600 à 2000 kg/m<sup>2</sup>)  
 Coût moyen d'installation : 150 € HT/m<sup>2</sup>  
 Entretien : identique à des espaces verts raccordés au sol (arrosage, tonte,...)  
 Implantation sur toiture terrasse béton

### Végétalisation extensive



Surcharge : 100 kg/m<sup>2</sup> (de 40 à 300 kg/m<sup>2</sup>)  
 Coût moyen d'installation : 45 € HT/m<sup>2</sup>  
 Entretien : 1 à 2 visites par an  
 Implantation sur toiture béton, tôle acier nervurée ou structure bois

*Coût fourni posé, comprenant matériaux et végétation, hors isolant et étanchéité.*

*A noter : le coût d'une protection gravier de l'étanchéité : environ 7 €/m<sup>2</sup>*

La végétation peut être apportée sous forme d'éléments précultivés (rouleaux, motte) ou semées in situ.



## Quels sont les avantages de la végétalisation ?

### • Confort thermique

En été, la végétalisation, par effet combiné du substrat et de la végétation, permet d'abaisser la température sous étanchéité de 35°C par rapport à une étanchéité nue et de réduire le flux thermique en toiture de 75%. Le confort d'été dans les derniers étages du bâtiment s'en trouve largement amélioré (jusqu'à -3°C), et les éventuelles consommations de climatisation réduites.

L'effet de la végétalisation sur les consommations de chauffage fait actuellement l'objet d'études.

### • Confort acoustique

Le substrat de culture permet d'atténuer les bruits d'impacts (isolement de 15 à 20dB) ; la végétation et le substrat permettent de réduire les bruits aériens (isolement de 5dB).

### • Rétention des eaux

Une toiture végétalisée retient 40 à 90% des précipitations annuelles (40 à 60% dans le cas d'une végétalisation extensive, 60 à 90% dans le cas d'une végétalisation intensive). Dans le cas d'un réseau d'assainissement unitaire, le volume des eaux à traiter en stations d'épuration est réduit d'autant.

De plus, la végétation et son substrat ont un effet tampon en cas d'orage. Cet « effet retard » constitue une des solutions pour limiter le débit de rejet au réseau, et éviter l'engorgement des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration lors de fortes précipitations.

## Et la réglementation ?

Végétalisation intensive sur terrasse béton

DTU 43.1 : « Travaux d'étanchéité des toitures terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie »

Autres végétalisations

- « Règles professionnelles pour les toitures et terrasses végétalisées » ET
- soit un cahier de prescription de pose du fabricant, validé par un bureau de contrôle,
- soit un avis technique spécifique.

L'entrepreneur d'étanchéité est responsable de l'ouvrage, et apporte la garantie décennale.

## Les aides financières ?

A ce jour, la région Ile de France aide à la réalisation de toitures végétalisées dans le cadre de la construction ou de la rénovation de logements sociaux à hauteur de 50% des dépenses.

Il n'existe aucune aide sur le territoire de l'agglomération grenobloise.

## Et en rénovation ? :

*Dans le cadre d'une rénovation de l'isolation d'une toiture terrasse, il est tout à fait possible de mettre en place un complexe de végétalisation en protection de l'étanchéité. Les systèmes de végétalisation extensives sont à privilégier, leur charge étant du même ordre de grandeur qu'une protection d'étanchéité par graviers (80kg/m<sup>2</sup>).*

## Des applications spécifiques ?

Un mur végétal, type mur à planter, ayant des propriétés dépolluantes est en cours d'expérimentation à Lyon. L'air extrait des parkings transite dans le mur végétal. Au contact du substrat et des racines des plantes, l'air pollué est filtré et nettoyé.

Selon une étude, réalisée en collaboration entre le fabricant et l'Université de Savoie, les bactéries contenues dans le substrat élimineraient 80% des composés organiques volatils (comme le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène), et 50% du dioxyde de soufre et du dioxyde d'azote.  
A suivre...

## Un marché encore restreint

5000 m<sup>2</sup> de murs végétalisés sont installés chaque année.

## Les acteurs

Pour plus d'informations, vous pouvez vous rapprocher des fabricants :  
Patrick Blanc, Canevaflor, Greenwall, Babylone Paysage, Le Prieuré...

L'Agence Locale de l'Energie a pour mission de promouvoir la sobriété et l'efficacité énergétique. Elle accompagne les collectivités, les particuliers et les professionnels lors de la réhabilitation et de la construction de bâtiments à haute qualité environnementale et à faible consommation énergétique.

Contactez-nous :

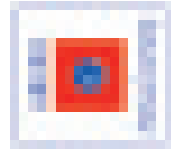
Agence Locale de l'Energie de l'agglomération grenobloise

4 rue Voltaire 38 000 Grenoble

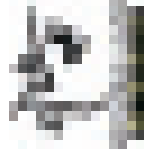
Tel : 04 76 00 19 09

infos@ale-grenoble.org

www.ale-grenoble.org



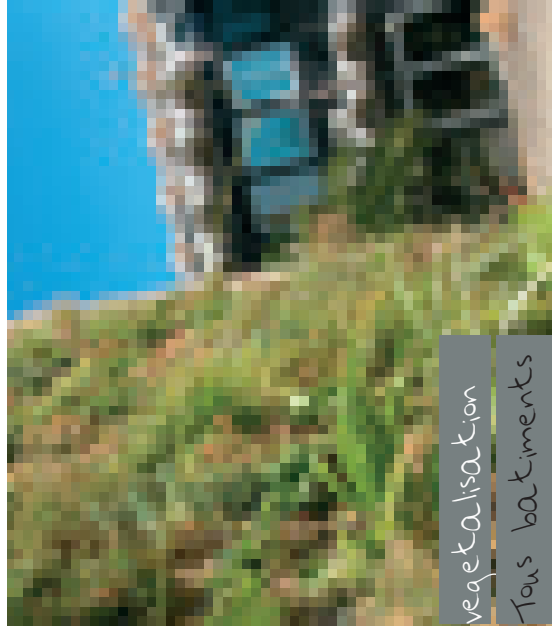
Alp'Alpes



Fiche réalisée en 2007

# Fiche technique

## Végétalisation des façades



végétalisation

Tous bâtiments

Crédit photo : Végétalis Greenwall

**Végétaliser les façades** des bâtiments offre de nombreux intérêts parmi lesquels :

A l'échelle du bâtiment :

- l'amélioration du confort d'été,
- l'amélioration du confort acoustique,
- l'esthétique du bâtiment et la protection contre les graffitis.

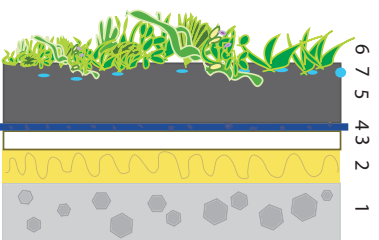
A l'échelle de la ville :

- la contribution à l'absorption des polluants et à la fixation des poussières,
- l'atténuation des îlots de chaleur urbains,
- l'amélioration du cadre de vie.

## Quelles sont les techniques de végétalisation ?

La végétalisation des façades est réalisée en rapportant un élément porteur sur la façade, recevant un support pour végétation, un système d'irrigation et la végétation elle-même.

- 1 - Élément porteur
- 2 - Isolant
- 3 - Lame d'air
- 4 - Structure portante
- 5 - Substrat
- 6 - Végétaux
- 7 - Système d'irrigation



Contraintes techniques à intégrer : surcharge de la structure, nécessité d'un système d'irrigation.

## Différentes techniques pour installer un mur végétalisé

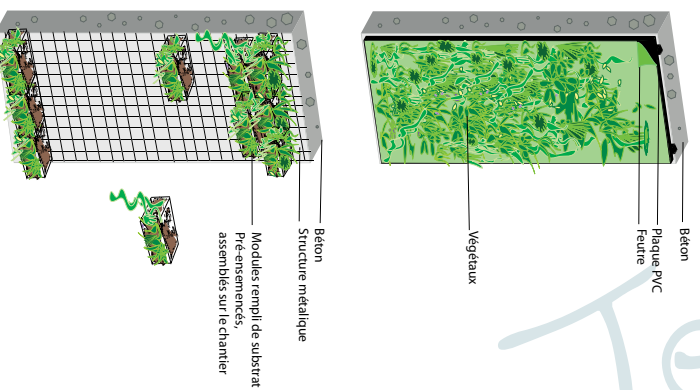
### Végétalisation sur mesure

Feutre dissocié du bâti, imprégné d'une solution nutritive, puis planté d'espèces adaptées aux conditions climatiques du site.

Poids : 30 kg/m<sup>2</sup>  
Coût installation : 500 à 1500 € HT/m<sup>2</sup>  
Consommation d'eau : NC

### Végétalisation modulaire

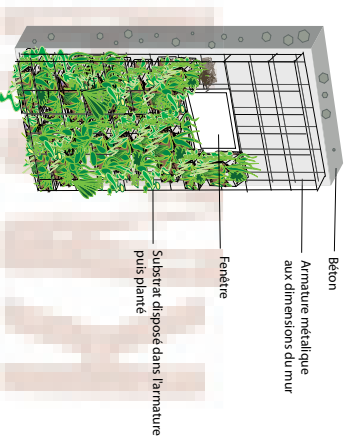
Éléments modulaires remplis de substrat et plantés en usine, assemblés sur chantier. Poids : 45 kg/m<sup>2</sup>  
Coût installation : 300 à 600 € HT/m<sup>2</sup>  
Consommation d'eau : 0,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.an



### Végétalisation à planter

Structure construite sur mesure en usine, remplie et plantée sur chantier

Poids : 45 kg/m<sup>2</sup>  
Coût installation : 300 à 600 € HT/m<sup>2</sup>  
Consommation d'eau : 0,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.an



Coût d'installation : coût hors taxe, fourni posé, comprenant l'élément porteur, le substrat, le système d'irrigation et la végétation.

## Quels sont les avantages de la végétalisation ?

- Confort thermique  
En été, la végétalisation, par effet combiné du substrat et de la végétation, permet d'abaisser la température des façades de 15°C. Le confort d'été dans le bâtiment s'en trouve amélioré, et les consommations d'éventuelles climatisation réduites. L'effet de la végétalisation sur les consommations de chauffage fait actuellement l'objet d'études.

- Confort acoustique  
La végétation et le substrat permettent de réduire les bruits aériens (isolement de 5dB).

## Et la réglementation ?

Les murs végétalisés sont considérés comme un habillage de façade ; il n'y a pas de garantie décennale sur ces installations.

## Les aides financières ?

Il n'existe aucune aide sur le territoire de l'agglomération.

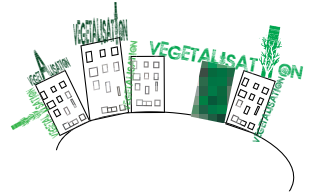
## Plantes grimpanes ? :

Une végétalisation des façades est également possible par plantation d'espèces grimpanes en pied de mur. Dans ce cas, il est recommandé de prévoir une structure porteuse pour la végétation, séparée du mur, de type treille ou câbles tendus. Les plantes grimpanes ont développé différents modes de fixation à la structure : ventouse, racines crampons, tiges volubiles ou vrilles.



# Gros

# Construction à Grenoble plan : un jardin sur le toit



Située à quelques pas de la nouvelle ligne C du tramway, la résidence «Le Carré Lumière» à l'architecture épurée et contemporaine se compose de 36 appartements du T2 au T5. Cette construction neuve, dont le permis de construire a été déposé en avril 2006, est soumise au PLU. Situé en zone UM-C, sur une parcelle de 825 m<sup>2</sup>, le projet a pour obligation de réserver 30% de surface végétalisée (soit 248m<sup>2</sup>), avec 15% en pleine terre (124m<sup>2</sup>).

## Végétalisation des toits Partie technique

### La toiture terrasse jardin

La toiture terrasse sur garages est convertie en espace de verdure grâce à l'installation d'une végétalisation intensive. Pour créer cette terrasse jardin, on rapporte sur l'étanchéité un complexe composé d'une couche drainante (polystyrène expansé), d'une couche filtrante et d'un substrat. Le substrat est un mélange de terre végétale et de compost (pH>3). Il est prévu d'en installer 50cm.

La terrasse sera plantée d'arbustes à racines nues (lauriers cerise, forsythias, juniperus, cotoneaster frandutti, althéas) et de plantes couvre sol (avoine bleue, géranium ...). Après plantation, le sol sera couvert d'écorces broyées afin de protéger les plantes.

Le personnel d'entretien accèdera à la terrasse par une échelle amovible. La tonte est prévue par coupe-fil, l'arrosage sera réalisé depuis l'alimentation en eau de la terrasse.

Surface : 230 m<sup>2</sup>

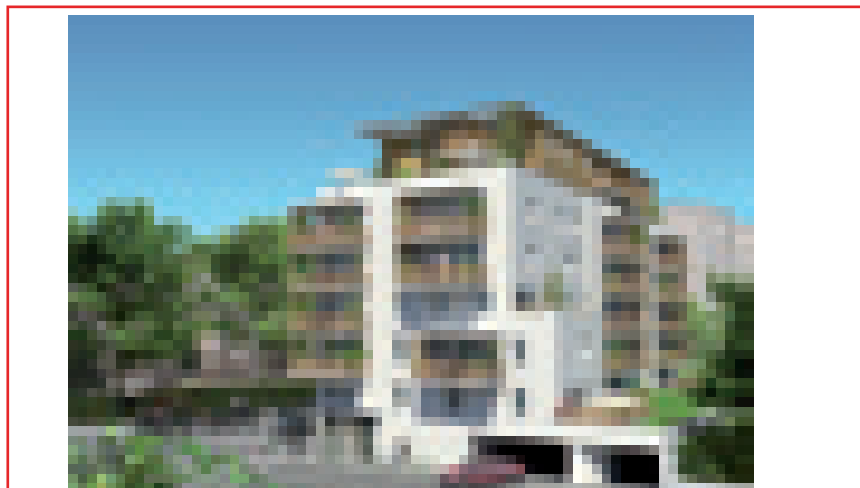
Surcoût : 53 € HT/m<sup>2</sup> hors surcoût structure et acrotère (de 60 à 100 € HT/m<sup>2</sup>)

### La toiture végétalisée extensive

Par ailleurs, les toitures des derniers étages sont traitées en toitures végétalisées. Elles seront plantées de sedums.

Surface : 450 m<sup>2</sup>

Surcoût : 45 € HT/m<sup>2</sup>



Crédit photo : Plurimmo

## L'architecte Gil Ceret L'avis du concepteur



Ce projet a été engagé en 2005, avec une volonté de travailler la qualité environnementale du bâtiment. Dans cette optique, nous avons choisi, entre autres, de traiter la toiture du bâtiment avec une végétalisation extensive, type toundra. La mise en place du PLU en 2005 nous a conforté dans notre choix, mais a également imposé de créer un espace végétal en pleine terre. Il a donc été décidé de créer une terrasse jardin sur la toiture des parkings.

Ce PLU, incitatif sur la question de la végétalisation en ville, est un allié pour amener les maîtres d'ouvrages sur des projets ambitieux, respectant l'environnement et améliorant le cadre de vie.



# Gros

# Extension à Saint-Egrève plan : musique pour les plantes



Dans son plan d'action « Plan Climat local » et dans son Agenda 21, Saint-Egrève s'est engagé à construire et rénover les équipements publics dans une logique de développement durable.

La rénovation et l'extension de l'école de musique (ancienne école de la gare) a donc été menée en suivant une démarche HQE®.

Parmi les cibles de la qualité environnementale, la cible 1 (Intégration du bâtiment dans son environnement), la cible 2 (choix des procédés de construction), la cible 4 (gestion de l'énergie), et la cible 8 (confort hygrothermique)

ont incité le concepteur à prescrire des systèmes de végétalisation. Le maître d'ouvrage a approuvé ce choix en s'appuyant sur différents critères, dont notamment : l'intégration paysagère, la lutte contre les graffitis grâce aux murs végétalisés, le confort d'été et le confort acoustique.

## Végétalisation de la maison de la musique Partie technique

### La toiture

La toiture de l'extension, qui abritera la grande salle de répétition, recevra un tapis végétal. Il s'agit d'un complexe de végétalisation extensive, comprenant un matelas drainant et rétenteur d'eau (1 l par dm<sup>2</sup> et par semaine), une couche filtrante et un substrat organique.

La végétation, de type sedum, sera plantée au printemps à raison de 25 plants par m<sup>2</sup>.

Surface : 150 m<sup>2</sup>

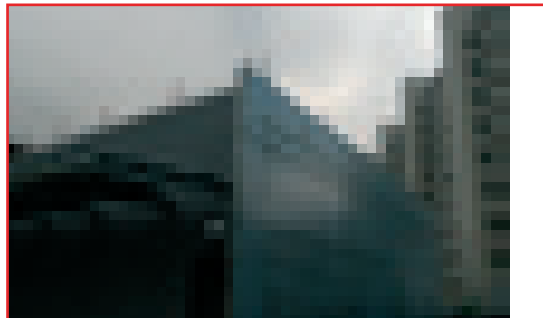
Surcoût : 52€ HT/m<sup>2</sup>

### Les façades

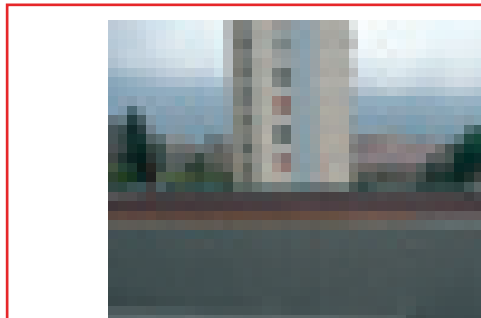
Les façades Nord et Est sont également traitées avec une végétalisation. Des plantes grimpantes (vigne vierge, lierre, hortensia grimpant, houblons, glycine et clématite) courent le long de câbles tendus et protègent ainsi la façade.

Surface : 150 m<sup>2</sup>

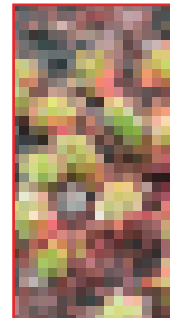
Surcoût : 100€ HT/m<sup>2</sup>



Façade prévue végétalisée



Toiture prévue végétalisée



détail de sedum

## futur.A architectes, Laurent Juchet L'avis du concepteur



"...symboliquement...nous devons à nouveau vivre dans des maisons où la nature est au-dessus de nous" Hundertwasser 1987

Les avantages d'une végétalisation architecturale sont innombrables : stockage du carbone, production d'oxygène, limitation des surchauffes, fixation des poussières, atténuation de la pollution urbaine, réduction des effets néfastes de l'imperméabilisation des surfaces... et donnent un éco-bilan hautement positif.

Pour l'école de musique, le choix en a été déterminé par l'environnement urbain du projet en simple rez-de-chaussée surplombé par de nombreux logements en résidence. Il s'agira d'un véritable objet urbain végétalisé sur ses faces latérales vues des piétons et sur sa toiture vue des logements.

Le frein au développement de ces systèmes est généralement la nécessité d'un entretien régulier, bisannuel, de ces éléments vivants, contrainte bien acceptable au regard de notre responsabilité environnementale.



# Gros plan : une MJC devient verte

Réhabilitation à Sainte-Foy-les-Lyon



En 2007, l'étanchéité de cette Maison des Jeunes a dû être renouvelée.

Deux solutions ont été envisagées :

- dépose du complexe d'étanchéité existant, et repose d'un nouveau complexe.
- dépose de la protection gravier existante, et réfection de l'étanchéité avec réutilisation des matériaux en place.

C'est cette deuxième solution qui a été choisie, couplée à une végétalisation de la toiture.

## Réhabilitation de la MJC Partie technique

L'étanchéité était initialement protégée par des graviers. Lors de la dépose du complexe d'étanchéité, cette protection gravier a été réservée et conservée. Une membrane d'étanchéité bicouche a été mise en place sur la membrane existante défectueuse, afin de corriger les défauts d'étanchéité.

La mise en place des graviers de protection sur la nouvelle étanchéité a permis de créer une couche de drainage. Sur cette couche de drainage, l'entreprise a ensuite rapporté des dalles de sedum pré-cultivées. Ces dalles en polyéthylène, de 33 x 33 cm, et de 3 cm d'épaisseur, sont composées d'alvéoles qui contiennent le substrat de culture des sedums. Le système de dalle permet une grande souplesse d'installation, les modules pouvant être indépendants les uns des autres. Ce système n'impose donc pas de créer de zones stériles ; lors des opérations de maintenance, il est possible de déposer les dalles situées à proximité des avaloirs.

Les contraintes liées à un chantier de réhabilitation sont avant tout liées à l'accessibilité. Les avantages de cette solution, au-delà du fait de « recycler » les matériaux présents, résident dans le fait que le bâtiment reste ouvert au public pendant les travaux et que le chantier n'engendre que peu de nuisances sonores.

Surface : 300 m<sup>2</sup>

Surcoût : 50 € HT/m<sup>2</sup>

La surcharge rapportée est de l'ordre de 60 kg par m<sup>2</sup>. Voir le détail dans le tableau ci-dessous :

Matériaux	Charges
Dalles végétalisées	50kg/m <sup>2</sup>
Géotextile filtre	négligeable
Gravier drainage	80kg/m <sup>2</sup>
Natte rétentrice d'eau	4kg/m <sup>2</sup>
Membrane d'étanchéité neuve	5kg/m <sup>2</sup>
Membrane d'étanchéité existante	



Crédit photo Derbigum

## Derbigum L'avis du fabricant



De la même façon que l'énergie la moins polluante est celle qu'on ne consomme pas, la bonne pratique en réhabilitation consiste à valoriser et réutiliser les matériaux et les structures existantes. La réhabilitation des toitures par la végétalisation permet de satisfaire de nombreux critères aussi bien environnementaux, énergétiques qu'esthétiques. En réhabilitation, on subit de nombreuses contraintes dont le dimensionnement de la structure. Le respect de la réglementation thermique en vigueur (RT2005) prévoit des résistances thermiques et donc des épaisseurs d'isolants, de plus en plus importantes. La végétalisation permet d'accompagner la faible conduction des matériaux d'isolation avec une excellente convection de la chaleur grâce aux transferts thermiques par vaporisation de l'eau stockée dans le complexe végétal.



## La végétalisation et le Grenelle de l'environnement

Lors des réunions préparatoires au Grenelle de l'environnement, la question de la végétalisation a été abordée parallèlement dans les groupes de travail n°1 (lutter contre les changements climatiques et maîtriser l'énergie), dans son axe "ville durable", et n°2 (préserver la biodiversité et les ressources naturelles).

Le programme "stopper la perte de biodiversité" présenté à l'issue du Grenelle reprend les différents objectifs évoqués dans les groupes de travail, sous l'angle de la restauration de la nature en ville et de ses fonctions multiples : anti-ruissellement, énergétique, thermique, sanitaire (eau, air, bruits, déchets), prévention de l'usage des produits chimiques, esthétique, psychologique. La végétalisation se positionne alors comme une réponse intéressante à tous ces objectifs.

## Chaleurs urbaines

Porté par l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble et soutenu par la Métro dans le cadre du Plan Climat Local, le projet «Chaleurs urbaines» est réalisé en collaboration avec l'Institut d'Urbanisme de Grenoble, l'Institut de Géographie Alpine et le Master MOBat de l'Université Joseph Fourier. L'Institut National de l'Énergie Solaire (INES) et les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau sont également partenaires.

Par différentes méthodes (analyses de sites, réflexions prospectives, expérimentations par le projet, recherches scientifiques), 5 ateliers d'étudiants en master en architecture, urbanisme et géographie abordent les problématiques suivantes :

- Comment se vivent aujourd'hui les grandes chaleurs dans les espaces urbains de l'agglomération grenobloise ?
- Comment se vivront-elles demain ?
- Quelles postures prendre en tant qu'architecte, urbaniste, maître d'ouvrage, politique... et citoyen ?
- Quels dialogues sont possibles avec les climatologues, géographes, sociologues, ingénieurs... et les usagers ?

Un site Internet « Chaleurs urbaines » présentera les travaux produits. Puis la 2<sup>ème</sup> Biennale de l'habitat durable sera l'occasion, entre mai et juin 2008, de présenter publiquement :

- Une exposition : cartographies urbaines, situations remarquables, scénarios de développement urbains, etc.
- Des maquettes de dispositifs architecturaux
- Des mini-conférences et une table ronde sur les thèmes traités
- Un parcours urbain sur le thème « chaleurs urbaines »

En parallèle, à travers son Plan Climat Local, la Métro souhaite développer la végétalisation comme moyen d'adaptation au changement climatique. En partenariat avec l'Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise, compétente sur cette thématique, des actions d'accompagnement des collectivités vont être proposées dès 2008.



Crédit photo Soprema



Crédit photo Derbigum

## Contacts

- l'ADIVET : Association pour le Développement et l'Innovation en Végétalisation Extensive de Toiture.
- la CSFE : Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité
- des fabricants (Sarnafil, Derbigum, Siplast, Soprema, Canevaflor, Greenwall, Babylone Paysage, Le Prieuré...) (Liste non exhaustive).

ALE, 4 rue Voltaire 38 000 Grenoble  
Tel : 04 76 00 19 09 ou [infos@ale-grenoble.org](mailto:infos@ale-grenoble.org)  
[www.ale-grenoble.org](http://www.ale-grenoble.org)