
Les toitures végétalisées, une technique de gestion de l'eau devenue incontournable lors des nouvelles constructions respectant les critères de la Haute Qualité Environnementale

Green roofs, a water management technique and a "must" for new buildings conforming to High Environmental Quality standards

Gendreau N*, Rochefeuille P**, Kovacs Y.***, Senechal C.****, Lassale F.*****

* : CG 92 ; 61 rue S. Allende 92751 NANTERRE cedex ; ngendreau@cg92.fr

** : CG 92 ; 2/16 bd Soufflot 92015 NANTERRE cedex ; prochefeuille@cg92.fr

*** : SEPIA Conseils ; 4 rue Béranger 75003 PARIS ; yk@sepia-conseils.fr

**** : SEPIA Conseils ; 4 rue Béranger 75003 PARIS cs@sepia-conseils.fr

***** : ADIVET ; 61 rue Charlot 75003 PARIS ; contact@adivet.org

RESUME

Depuis le vote d'une charte sur la Haute Qualité Environnementale (HQE), le Conseil Général des Hauts-de-Seine a défini la gestion de l'eau au niveau des bâtiments comme étant une performance à atteindre. La toiture végétalisée est devenue incontournable, intégrée dans les cahiers des charges des travaux et faisant l'objet d'aides financières du Département. D'une part, elle permet en effet de répondre à plusieurs cibles de la démarche HQE désormais généralisée lors des travaux sur des bâtiments départementaux. D'autre part, elle est reconnue comme une technique alternative de gestion des eaux pluviales : elle assure une rétention et un effet retardateur sur les débits de pointe dans les réseaux d'assainissement. Néanmoins, des études restent à mener pour mieux définir les critères de dimensionnement.

ABSTRACT

Since the charter for High Environmental Quality (HEQ) has been voted in the Hauts-de-Seine *département*, water management in connection with buildings is a benchmark to aim. Green roofs are a "must" and they are integrated in specifications for buildings projects. In addition, the *département* can award grants for specific projects with green roofs. On one hand, green roof matches the HEQ approach which is generalised for new build and refurbishment work on *département* estate buildings. On the other hand, green roof is recognized as a sustainable urban drainage system : it facilitates run-off retention and lag time is increased, with beneficial effect on maximum flow rates in the urban drainage network. Nevertheless, studies have to be carried out to specify design methods of green roofs.

MOTS CLES

Eaux pluviales, HQE, rétention, toiture végétalisée

INTRODUCTION

Les toitures végétalisées sont apparues il y a environ 15 ans mais elles sont plus fréquentes depuis quelques années. Les motivations conduisant au choix de la végétalisation ont en effet changé et aujourd'hui, de nombreux avantages sont attribués à cette technique, qui elle aussi a évolué. Nous verrons dans cette présentation comment la toiture végétalisée s'intègre tout à fait dans la politique générale de développement durable menée par le Conseil Général des Hauts-de-Seine et répond aux objectifs plus spécifiques de gestion des eaux pluviales.

Dans un premier temps, nous évoquerons la stratégie de développement durable du département 92, et la généralisation de la démarche de Haute Qualité Environnementale. Ensuite, nous présenterons les techniques de végétalisation des toitures afin de mieux en comprendre le fonctionnement. Enfin, la mise en œuvre concrète sera illustrée d'exemples réalisés sur le territoire des Hauts-de-Seine.

1 LA POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET L'ASSAINISSEMENT DANS LES HAUTS DE SEINE : UNE GESTION DES EAUX INDISPENSABLE

1.1 La stratégie de développement durable des Hauts-de-Seine

Le Conseil Général des Hauts de Seine a élaboré une stratégie de développement durable (SDD) et se veut exemplaire en matière de développement durable. Ce département souhaite être innovant du point de vue de l'élaboration et de la réalisation des actions et attractif pour les entreprises, tout en améliorant le cadre de vie des habitants.

En 2003, le Département a élaboré un Agenda 21 local («Agenda 92 »), qui est l'outil de la stratégie. Cet Agenda 92 comporte trois volets principaux :

- un volet territorial visant à mobiliser les acteurs des Hauts-de-Seine ;
- un volet visant à favoriser l'exemplarité de l'administration départementale ;
- un volet relatif à la sensibilisation à l'environnement et au développement durable.

C'est dans ce cadre qu'en décembre 2004, le Département a adopté une **charte sur la Haute Qualité Environnementale (HQE) et l'optimisation des performances environnementales des bâtiments des Hauts-de-Seine**, articulée en sept articles.

L'article 1 prévoit « des objectifs de performance de HQE pour ses nouvelles constructions ». Cette démarche de HQE implique une intégration dans tous les projets des quatre thèmes majeurs : écoconstruction, éco-gestion, confort et santé (cf. fig. 4). Parmi les performances à atteindre, le Conseil général a défini la maîtrise des flux (**eau**, énergie, déchet) comme un objectif prioritaire.

L'article 2 est un engagement du Conseil Général « dans l'optimisation de la gestion environnementale de ses bâtiments administratifs ». Cela implique entre autres une maîtrise de la consommation énergétique, la réalisation et la mise en œuvre de plannings d'entretien.

L'article 5 de cette charte précise que « le Conseil Général se donne les moyens de ses engagements ». En pratique, cela implique la **rédaction de cahiers des charges techniques** précis, ainsi que des moyens humains.

Pour toute nouvelle construction, ou toute opération de réhabilitation de bâtiment, la volonté du Département est le respect de la démarche HQE. Cela concerne les bâtiments administratifs du Conseil Général, les collèges et d'une manière générale, tous les travaux engagés par le Département.

L'objectif est que le département soit exemplaire en matière de développement durable et crée un effet d'entraînement sur les partenaires territoriaux, à une échelle locale ou plus large.

La gestion de l'eau qui compte parmi les objectifs principaux peut se traduire par de nombreuses actions telles que des économies sur la consommation d'eau potable, la gestion des eaux usées et la gestion des eaux à la parcelle. C'est dans ce sens qu'a été établi le nouveau règlement d'assainissement.

1.2 Le schéma départemental d'assainissement

Le département a adopté en janvier 2006 un nouveau règlement d'assainissement. Ce règlement est une déclinaison du schéma départemental d'assainissement. A travers ce dernier, le Conseil général vise deux objectifs ambitieux : réduire les débordements du réseau départemental d'assainissement par temps de pluie et diminuer les rejets d'eaux polluées vers le milieu naturel.

Le schéma départemental a été validé après plus d'un an de concertation entre septembre 2004 et décembre 2005 avec les différents acteurs de l'assainissement. Il a permis d'aboutir entre autres à :

- la limitation des rejets d'eaux pluviales vers les réseaux unitaires à 2 litres/seconde/hectare ;
- la promotion de la réduction du ruissellement par la diffusion d'informations et une assistance technique et financière pour les collectivités et les particuliers.

1.2.1 La limitation des rejets d'eaux pluviales

La limitation des rejets impose une rétention des eaux pluviales à la parcelle. Or, les surfaces foncières disponibles sont relativement réduites sur le département. C'est pourquoi, le stockage des eaux pluviales sur le toit des bâtiments, en complément d'autres systèmes, s'avère être une solution bien adaptée à un département aussi urbanisé que l'est celui des Hauts-de-Seine. Si la toiture terrasse gravillonnée à rétention temporaire est une solution appliquée depuis moins de 20 ans, la toiture végétalisée qui se développe très fortement actuellement a l'avantage d'associer un objectif de rétention à diverses fonctions liées à une démarche environnementale.

1.2.2 Des subventions accordées

Édité en décembre 2005 par le Conseil Général, un guide intitulé « les concours financiers du département pour la maîtrise des eaux pluviales » présente un certain nombre de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales qui peuvent faire l'objet d'un financement. Ces techniques de maîtrise des eaux au plus près de la source sont des « alternatives » au réseau de conduites classiques.

Les financements possibles portent sur les structures d'infiltration des eaux pluviales (noues, puits d'infiltration), les chaussées à structure réservoir, les places et parkings inondables ainsi que les toitures terrasses régulées et les toitures végétalisées régulées. La toiture végétalisée est donc bien reconnue comme une technique de gestion des eaux pluviales.

2 DES TOITURES VEGETALISEES DEVENUES INCONTOURNABLES

2.1 Description des toitures végétalisées

On distingue tout d'abord

- *la terrasse ou toiture végétalisée* (pente nulle ou de 3 % à 20 % maximum) sur tout support béton, bois et acier ;

SESSION 1.1

- *la toiture terrasse jardin* (pente nulle ou inférieure à 5%), uniquement sur support béton.

La pente de la toiture est un critère important lors de la définition du type de végétalisation pouvant être mis en œuvre et sur la gestion des eaux pluviales (cf. capacité de rétention, 2.3.2).

2.1.1 Différents types de végétalisation

On peut distinguer la végétalisation :

- extensive : la plus courante, elle est composée d'espèces herbacées, représentant un complexe de culture de faible épaisseur, un couvert végétal permanent. L'entretien est minimal (1 à 2 passages par an) ;
- semi-intensive : le complexe de culture est plus élaboré, créant un espace végétal plus décoratif. L'arrosage est indispensable et l'entretien plus fréquent (2 à 4 passages annuels) ;
- intensive : il s'agit d'une toiture terrasse jardin qui forme un complexe végétal de type horticole nécessitant un entretien nettement plus important.



Figure 1 : Végétalisation extensive de toitures d'immeubles de bureaux dans les Hauts-de-Seine (source : Le Priere ; 41)



Figure 2 : Toiture terrasse jardin (intensive) sur le bâtiment de la Direction de l'eau du Conseil Général 92 (source : CG 92)

2.1.2 Conception et mise en œuvre d'une toiture végétalisée

La toiture est composée de différentes couches (cf. fig.3) : les deux premières constituent l'isolation et l'étanchéité du support. Ensuite la couche drainante est déposée : elle facilite le stockage et l'écoulement des eaux. Celle-ci est recouverte d'un substrat spécifique, composé de matières organiques et minérales, adapté aux plantes.

Enfin, les plantes sont mises en places, selon différentes techniques : le semis, la plantation ou la pose de tapis ou dalles cultivées. La végétalisation est donc immédiate ou a lieu après quelques mois suivant la technique choisie.

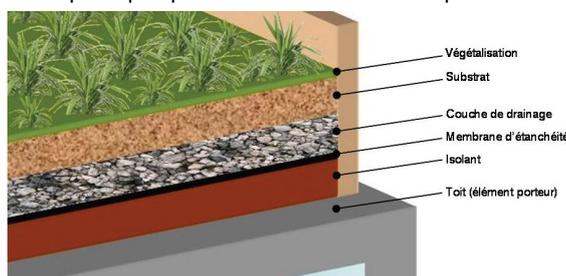


Figure 3 : Coupe type d'une toiture végétalisée extensive (SEPIA Conseils)

La végétalisation peut être adaptée à tout type de toiture (horizontale, ou en pente) sur un élément porteur en béton, acier ou bois. Elle peut être installée sur **tout type**

de bâtiment (maison individuelle, bâtiments collectifs, commerciaux ou industriels), aussi bien en **zone rurale qu'urbaine**.

Il existe à l'heure actuelle des règles techniques professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (*extensives*). Un groupe de travail révisé actuellement ces règles professionnelles avec l'intégration des toitures végétalisées *semi-intensives* : celles-ci devraient faire l'objet d'une publication début 2007 (source ADIVET).

Les toitures jardins (*intensives*) répondent aux règles de construction et d'aménagements définies dans la norme NF P 84 204 (DTU 43.1).

2.2 Des toitures répondant aux critères de la HQE

Les toitures végétalisées répondent à certaines des 14 cibles définies pour la HQE. Elles sont cochées sur la Figure 4.

<p style="text-align: center;">Domaine D1 : Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur</p> <p style="text-align: center;">Famille F1 : éco-construction</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat ✓2. Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction 3. Chantier à faibles nuisances <p style="text-align: center;">Famille F2 : éco-gestion</p> <ul style="list-style-type: none"> 4. Gestion de l'énergie ✓5. Gestion de l'eau 6. Gestion des déchets d'activité ✓7. Gestion de l'entretien et de la maintenance 	<p style="text-align: center;">Domaine D2 : Créer un environnement intérieur satisfaisant</p> <p style="text-align: center;">Famille F3 : confort</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓8. Confort hygrothermique ✓9. Confort acoustique 10. Confort visuel 11. Confort olfactif <p style="text-align: center;">Famille F4 : santé</p> <ul style="list-style-type: none"> 12. Qualité sanitaire des espaces ✓13. Qualité sanitaire des espaces 14. Qualité sanitaire de l'eau
---	--

Figure 4 : Cibles de la HQE auxquelles répond la toiture végétalisée

Différentes études menées en France, en Belgique, en Allemagne ont permis de quantifier les effets d'une **toiture végétalisée extensive**. Les cibles HQE atteintes seront plus ou moins nombreuses en fonction du type de végétalisation.

Les atouts d'une toiture végétalisée par rapport à une toiture normale sont :

- *une meilleure intégration paysagère des bâtiments* (cibles 1) : la végétalisation des toitures offre la possibilité de réintroduire la nature dans la ville en créant de nouveaux espaces de verdure. La toiture devient alors un élément paysager à part entière offrant une plus grande diversité architecturale. En milieu rural, ce type de toiture assure une excellente intégration paysagère ;
- *une augmentation de la durée de vie des matériaux* (cible 2) : l'étanchéité de la toiture est protégée des agressions des rayons UVs et des chocs thermiques, ce qui contribue à prolonger la durée de vie de l'étanchéité et peut permettre jusqu'à un doublement de sa longévité ;
- *une gestion de l'eau* (cible 5) : en cas de végétalisation non intensive (cf. 2.3.)
- *un faible entretien* (cible 7) : en cas de végétalisation extensive ;
- *une amélioration de l'isolation thermique et phonique* (cibles 8 et 9) : en été comme en hiver, la couche de substrat et de végétaux permet de réguler la température à l'intérieur du bâtiment ; cela se traduit par une diminution de la consommation énergétique. Cette isolation thermique s'accompagne de la réduction des bruits extérieurs, notamment lorsque le substrat est saturé en eau.
- *la création d'un filtre contre la pollution* (cible 13) : en zone urbaine, les eaux de pluie et l'air se chargent en polluants de toutes sortes. La végétalisation des

toitures favorise l'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau grâce à sa capacité de filtration et de fixation de ces éléments.

2.3 Une gestion des eaux à la source

Une toiture terrasse est une technique utilisée depuis longtemps pour assurer un stockage des eaux pluviales. Un système d'évacuation adapté permet un rejet à débit limité au réseau ou dans tout ouvrage en aval de la toiture. Une toiture végétalisée va présenter des atouts supplémentaires tout en assurant la double fonction : une rétention des eaux et un retard à l'évacuation des eaux excédentaires.

2.3.1 Le principe de la gestion des eaux

La **fonction de rétention des eaux** correspond au volume d'eau qui n'est pas restitué en aval. Elle est permise grâce au stockage des eaux au sein de la couche de drainage et du substrat, puis une évaporation d'une part et une utilisation par les végétaux d'autre part, l'évapotranspiration.

L'**effet retardateur** est complémentaire : les eaux stockées sont rejetées avec retard dans les systèmes en aval des toitures. Cela permet entre autres de ne pas surdimensionner les ouvrages mis en place en aval.

2.3.2 Les aspects de dimensionnement

D'un point de vue théorique, la capacité de stockage d'eau peut être estimée grâce à la réalisation du protocole allemand de mesure de la *Capacité Maximale en Eau* CME (diffusé par la Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité). Les fournisseurs des matériaux peuvent donc fournir cette valeur. En pratique, il serait nécessaire de quantifier l'influence des conditions climatiques locales qui restent déterminantes.

Il est estimé que les toitures peuvent en moyenne stocker 30 litres d'eaux pluviales par m². Cela correspond à une épaisseur d'un système drainant de 8 cm avec une porosité de 40%. Cette valeur, mesurable sur une toiture terrasse n'est pas généralisable à une toiture en pente, où l'eau aura davantage tendance à être évacuée. En fonction de la pente, du type de substrat, des conditions climatiques, la rétention est variable.

Des études menées par le Centre Expérimental de recherches et d'études du Bâtiment et des Travaux Publics ont chiffré les performances de deux systèmes de végétalisation selon un protocole d'arrosage précis, simulant des pluies théoriques exceptionnelles. Les études ont montré un coefficient d'imperméabilisation moyen de la terrasse de l'ordre de 45 à 80 % selon le système et la zone climatique.

En Allemagne, des essais ont été multipliés en conditions réelles et permettent d'avoir des valeurs plus précises.

A l'heure actuelle, l'association ADIVET travaille en collaboration entre autres avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment pour mener des expérimentations afin de mieux définir le fonctionnement réel des systèmes. L'objectif est d'aboutir à une amélioration de la connaissance et une quantification des volumes rejetés par les différents types de végétalisation, en fonction des zones géographiques en France.

3 DES EXPERIENCES QUI SE GENERALISENT

Sur le territoire des Hauts-de-Seine, la végétalisation des toitures est relativement fréquente, et concerne aussi bien pour des projets publics que privés.

3.1 La politique incitative du Conseil général

Une partie des toitures du bâtiment accueillant la Direction de l'Eau du Conseil Général est végétalisée de manière intensive (cf. fig.2).

Devant le bâtiment principal, le parterre est constitué de sédums, typiques d'une végétalisation extensive. Cela montre la volonté d'exemplarité énoncée dans la Charte sur la HQE.



Figure 5 : Parterre en sédums devant le bâtiment principal du Conseil Général 92



Figure 6 : Gros plan sur les sédums du parterre

3.1.1 La création d'outils de communication

Pour sensibiliser les communes et leurs habitants, le Conseil Général prépare une fiche d'information ainsi qu'un guide technique pour accompagner des maîtres d'ouvrage dans la conception et la mise en œuvre de toitures végétalisées.

Cette action est intégrée à un programme plus large de communication sur l'ensemble des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales.

3.1.2 Des aides financières accordées

Le Conseil Général accorde des subventions auprès de collectivités (communes, groupements et les établissements publics) ou de particuliers qui souhaitent végétaliser leurs toitures. Les travaux sont ainsi subventionnés à hauteur de 20 à 80 % du montant HT des travaux en fonction du type de travaux, après validation du cahier des charges. Ce dernier doit préciser les aspects techniques et le dimensionnement choisi pour la gestion des eaux.

3.1.3 Un cahier des charges spécifique pour les travaux

Le respect de la charte sur la HQE implique la rédaction en conséquence des cahiers des charges lors des dossiers de consultation des entreprises (DCE).

Chaque DCE inclut désormais une notice HQE relative aux bâtiments. Celle-ci présente une approche de l'architecture des bâtiments, le traitement des espaces extérieurs et l'organisation de la parcelle ainsi que des généralités sur les matériaux à utiliser (durables et de moindre impact sur la santé, de moindre entretien).

La gestion des eaux est évoquée notamment à travers deux points :

- un objectif d'amélioration du taux global d'imperméabilisation ;
- la gestion des eaux pluviales, par un système de rétention.

A ce stade, la technique des toitures végétalisées est déjà évoquée, et parfois, un pourcentage de toitures à végétaliser est imposé.

3.2 Quelques exemples

3.2.1 Collège Victor Hugo à Issy les Moulineaux

Ce collège a été inauguré en février 2006, après cinq années de réflexions et de travaux. A l'origine, le projet ne respectait pas la démarche HQE, mais 40 % des toitures de l'extension ont néanmoins été végétalisées. Le cahier des charges précisait la végétalisation souhaitée (extensive) ainsi que les caractéristiques de l'étanchéité correspondante. En effet, cette couche doit respecter un certain nombre de critères, dont une résistance à la pénétration des racines.

3.2.2 Collège Henri Bergson à Garche



Figure 7 : Plan du projet du collège à Garche
(source : Architecte Alain Thibault et Cabinet Wilmotte)

Ce collège va être construit en 2007, selon le respect de la démarche HQE. Il est prévu une végétalisation des toitures de 30%. Les fonctions de cette végétalisation sont spécifiées dans le cahier des charges (rétention et effet retardateur) sans pour autant qu'il y ait une quantification des volumes gérés.

3.2.3 Collège Evariste Gallois à Bourg-la-Reine

C'est un nouveau collège qui va être construit selon une démarche certifiée HQE. Chacune des cibles est décomposée en divers objectifs à atteindre. Concernant la cible 5 « gestion de l'eau », les objectifs précisés par le maître d'ouvrage sont d'une part atteindre un coefficient d'imperméabilisation de la parcelle compris entre 20 et 40% et d'autre part, respecter le débit de fuite de 2 l/s/ha.

La technique des toitures végétalisées n'est pas imposée, puisque c'est un moyen et non pas un objectif. Cependant, en pratique, il s'avère que les propositions pour répondre à l'objectif initial incluent quasiment systématiquement la mise en place de toitures végétalisées qui permettent de diminuer notablement le coefficient d'imperméabilisation.

4 CONCLUSION

Les atouts d'une toiture végétalisée sont clairement reconnus. L'expérience du Conseil Général montre que c'est une technique qui permet de répondre à divers critères de la HQE, et dont le rôle est incontestable dans la gestion des eaux pluviales.

Néanmoins, des précisions restent à apporter d'un point de vue quantitatif : tant concernant les coefficients d'imperméabilisation associés à une technique que sur les caractéristiques de l'effet retardateur. Les conditions climatiques locales restent un critère important. Cela permettra de mieux prendre en compte cette technique lors de la définition de la gestion des eaux pluviales, et notamment lors des dimensionnements.

BIBLIOGRAPHIE

- Conseil Général 92. Développement durable : une vision à partager - Vers une stratégie départementale de développement durable, 76p.
- Conseil Général 92 (2005). Les concours financiers du département pour la maîtrise des eaux pluviales ; 24 p.
- Conseil Général 92 (2006). Schéma départemental d'assainissement 2005-2020; 66p.
- CSFE, SNPPA, UNEP (2002). Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées ; 27p.
- CSFE. Note informative n°1 : effet retardateur de l'écoulement des pluies d'orage, 2p.
- CSNE (1997). Règles professionnelles pour l'aménagement des toitures-terrasses-jardins ; 18 p.
- LASSALE, François (2006). Végétalisation extensive des terrasses et toitures ; Le Moniteur ; septembre, 225 p.