



HAL
open science

Les trajectoires concomitantes des toitures végétalisées en Amérique du nord : enjeux, connaissances et actions locales

Gilles Debizet

► **To cite this version:**

Gilles Debizet. Les trajectoires concomitantes des toitures végétalisées en Amérique du nord : enjeux, connaissances et actions locales. Modèles et savoirs de l'architecture et de l'urbanisme durable Rencontres Ramau 2013, Réseau Ramau, Nov 2013, Paris, France. halshs-00920416

HAL Id: halshs-00920416

<https://shs.hal.science/halshs-00920416v1>

Submitted on 18 Dec 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Open licence - etalab

Rencontres RAMAU 2013 :
Modèles et savoirs de l'architecture et de l'urbanisme durable
14 & 15 novembre 2013

**Les trajectoires concomitantes des toitures végétalisées en
Amérique du nord : enjeux, connaissances et actions locales**

Gilles Debizet, Gilles.debizet@ujf-grenoble.fr, Université de Grenoble-Alpes, UMR PACTE

Résumé : Technique ancienne mais objet d'un consensus croissant, le toit vert semble être devenu un modèle de l'architecture durable. Sa progression rapide dans les grandes villes nord-américaines s'explique davantage par l'action des municipalités que par ses avantages relatifs pour les propriétaires ou l'adhésion des acteurs de la construction. Pression environnementale du gouvernement fédéral sur les métropoles, diffusion continentale de savoir-faire, fabrication d'un bien commun local et incitations technico-économiques locales ciblées sont les ingrédients du déploiement des toits verts sur le continent.

Introduction

Les toitures végétalisées connaissent un fort développement depuis une dizaine d'années : la surface construite chaque année a décuplé depuis six ans dans les villes américaines (cf. annexe 1). Le toit vert s'inscrit dans les politiques de verdissement de la ville amorcés dans les métropoles des pays tempérés à l'image de l'origine des 300 publications scientifiques consacrés à cet objet depuis une vingtaine d'années (Blank et al. 2013).

Les toitures végétalisées, green roofs en anglais et toits verts en français canadien (terme que nous utiliserons dans la suite de l'article) sont des toitures recouvertes par de la végétation. Elles se distinguent d'une toiture ordinaire par l'ajout de trois couches : un substrat dans lequel les plantes ou arbustes -voire des arbres- puisent une partie de leur besoin en eau, une couche drainante et une couche empêchant le substrat et les racines de dégrader l'étanchéité. Mêmes si certains des ces produits ont connu innovations incrémentales récentes, le principe du toit vert est inchangé depuis plusieurs siècles : les scandinaves couvraient leur maison de végétation depuis les temps anciens.

Question comment expliquer le récent essor des toits verts ? Si le toit vert est un nouveau modèle de l'architecture, comment se propage-t-il ?

Pour répondre à ces questions, nous mobiliserons les concepts relatifs à la diffusion des innovations selon Everett Rogers : l'avantage relatif, l'adoption d'un innovation (des pionniers à la généralisation) et le rôle des agents du changement (Rogers 2003).

Des avantages relatifs importants pour la collectivité ... mais faibles pour les propriétaires et les occupants

Les promoteurs (cf. infra) des toits verts et les publications scientifiques attribuent de nombreux avantages au toit vert : rétention des eaux de pluie, atténuation des températures de surface et évapotranspiration réduisant le phénomène d'îlot de chaleur urbain, isolation thermique des toitures, contribution à la biodiversité, capture des poussières, séquestration de dioxydes de carbone, absorption des bruits automobiles et contribution au paysage voire à la création d'espace d'agrément supplémentaires (Saadatian et al. 2013).

Ces avantages sont à mettre en regard avec les coûts supplémentaires augurés par les toits verts. Dans le cas de végétation extensive¹ : le coût de réalisation s'élève à 5\$ par pied carré auquel, il faut ajouter une visite annuelle de contrôle de la végétation. Mais ces coûts sont en partie compensés par le doublement de la durée de vie de la membrane d'étanchéité (Liu et Baskaran 2003). Les coûts sont sensiblement plus élevés dans le cas d'une végétation intensive c'est à dire susceptible de supporter plantes et arbustes qui caractérisent un jardin paysager.

Eu égard aux avantages environnementaux, ces surcoûts sont relativement modestes a fortiori lorsque le bâtiment compte plusieurs niveaux. L'on peut donc s'étonner que les acteurs de la construction n'aient pas adopté spontanément les toits verts depuis de longues années. Pour le comprendre, il convient d'identifier les bénéficiaires des avantages attribués aux toits verts.

Avantage	Échelle spatiale	Bénéfice pour le propriétaire ou les occupants de l'immeuble
rétenion des eaux de pluie	réseau assainissement métropolitain	indirects et très faible
atténuation des températures de surface	riverains ayant vue sur le toit	aucun
évapotranspiration	riverains et métropole	faible et peu perceptible
isolation thermique des toitures	occupants du dernier étage	direct pour les occupants mais faible si isolation déjà élevée et nul quand le substrat est saturé en eau
isolation phonique	occupants du dernier étage	direct pour les occupants, sensible dans le cas de structure légère (bois acier)
contribution à la biodiversité	planétaire	négligeable
capture des poussières	local	indirect et incertain
séquestration de dioxydes de carbone	planétaire	négligeable
absorption des bruits automobiles	local, riverain	indirect et imperceptible
contribution au paysage	ceux qui sont positionnés plus haut que le toit	aucun sauf si espace d'agrément pour les habitants de l'immeuble
espace d'agrément	idem + éventuellement les habitants de l'immeuble	idem et augmentation de la valeur du bien immobilier
espace de culture agricole	éventuellement les habitants de l'immeuble	lieu de convivialité et -modeste- économie d'achat de fruits et légumes

Tableau 1 Bénéfice des toits verts pour les propriétaires et les occupants

Comme le montre le tableau, les bénéficiaires sont limités pour les occupants de l'immeuble couvert par un toit vert. L'accroissement des isolations thermique et phonique ne bénéficie qu'aux habitants du dernier étage. Le principal et tangible bénéfice pour les habitants et les propriétaires de l'ensemble de l'immeuble tient à la

¹ Une végétalisation extensive nécessite peu d'entretien ; elle correspond généralement à une dizaine de centimètres de substrat et drainage recouverts par des plantes résistantes au manque d'eau et se développant à l'horizontal.

possibilité d'utiliser le jardin en toiture mais cela suppose une végétation extensive relativement coûteuse à installer et à entretenir. Cela correspond à des immeubles de haut standing et localisés dans les centres urbains.

Les riverains dont les bureaux ou les logements dominant le toit bénéficieront d'une vue plus verdoyante, de moindres poussières et d'une température de rayonnement plus faible ce qui est particulièrement agréable en période estivale. Cela concerne quelques centaines d'immeubles dans une métropole. Ces riverains bénéficient ainsi de la végétalisation des toits verts mais ne contribuent a priori pas à leur financement.

Finalement, les bénéfices les plus importants se situent à l'échelle de la ville : la rétention des eaux pluviales, l'évapotranspiration atténuant l'îlot de chaleur urbain et la capture des poussières ainsi que, par solidarité internationale, l'atténuation du changement climatique planétaire. Ces externalités positives des toits verts bénéficient aux autorités locales et à l'ensemble des habitants de l'aire urbaine.

Les actions municipales dans trois grandes villes américaines

Les autorités locales en charge de la gestion des réseaux d'eaux pluviales et du cadre de vie seraient donc les plus motivées pour que soient déployés des toits verts sur leur territoire. Rendent-elles obligatoire les toits verts pour les nouvelles constructions ? Agissent-elles pour rendre les toits verts plus attractifs dans les nouvelles constructions ? Agissent-elles aussi pour les bâtiments déjà construits ? Leurs actions ont-elles de l'effet sur la végétalisation des toitures ?

Dans le cadre d'une recherche financée par l'ADEME (Debizet 2013), nous avons enquêté auprès de trois grandes municipalités des Etats-Unis où de nombreux toits verts ont été réalisés depuis une décennie² : Portland (OR), Chicago (IL) et Washington (DC).

La ville de Portland a mis en place une obligation de rétention des eaux pluviales à la parcelle pour limiter la saturation des réseaux d'évacuation lors des orages. Dans les zones denses ("Downtown" notamment), il est de fait indispensable de stocker temporairement l'eau pluviale : cuve en sous-sol ou retenue en toiture. Des droits à construire supplémentaires sont accordés au promoteur immobilier si la toiture est végétalisée (Green Roofs for Healthy Cities 2006). Ces deux dispositions conjuguées conduisent les promoteurs des immeubles construits dans la partie centrale de la ville à végétaliser la toiture. En dehors de ce secteur géographique, la ville accorde une subvention de 5\$ par pied carré aux maîtres d'ouvrage au moment de la construction. En outre, la ville mène des actions de sensibilisation et de soutien auprès des populations modestes pour les inciter à végétaliser leur toiture et anime un club d'installateurs et d'utilisateurs des toits verts afin qu'ils échangent sur leur expérience³.

La ville de Chicago a mis au point au milieu des années 2000 un complexe programme de subventions prenant en compte la vocation du bâtiment, son secteur géographique, le niveau environnemental (certification LEED) et la part de toiture végétalisée (Green Roofs for Healthy Cities 2006). Elle s'est ensuite engagée à délivrer beaucoup plus rapidement l'autorisation de construire lorsque le bâtiment projeté est équipé d'un toit vert ('Green Permit Program'). En 2011, elle a imposé le toit vert pour certains secteurs de la ville et types d'immeubles⁴ et restreint en conséquence le programme de subvention.

A Washington DC, la Chesapeake Bay Foundation apporte une subvention couvrant 20% du surcoût des toits verts. Le District of Columbia (correspondant à la ville de Washington) a développé un programme complet de promotion des toits verts. Il⁵ a d'abord imposé la certification Leed niveau

² Selon le site internet Greenroofs.com, site internet privé vivant de la publicité des entreprises. Sa base de données recensant 1436 projets (au 20 mai 2013) est alimentée directement par auto-déclaration. Les contributeurs sont généralement des maîtres d'ouvrages, des entreprises de fournitures ou des maîtres d'oeuvre.

³ Entretiens de l'auteur avec des fonctionnaires municipaux le 19 juillet 2012.

⁴ Entretien de l'auteur avec un fonctionnaire municipal le 7 septembre 2012.

⁵ Le District of Columbia est une collectivité locale avec un conseil élu mais ses décisions comme son budget sont partiellement contrôlées par une commission du Congrès des États-Unis. A noter aussi qu'une très grande part des immeubles de bureaux appartient au gouvernement fédéral.

argent pour tout nouveau bâtiment recevant des subventions publiques locales ou fédérales et parallèlement subventionné la végétalisation de toits existants à raison de 3 à 7\$ par pied carré. En 2009, une taxe sur l'imperméabilisation des surfaces a été instaurée : la végétalisation des toits permet de réduire de moitié cette taxe y compris sur les bâtiments existants. Enfin, des exigences en terme de proportion de surfaces végétalisées sur la parcelle (y compris le bâtiment) et de rétention d'eau pluviale ont été récemment imposées dans le règlement d'urbanisme. Conjointement, le District of Columbia développe des actions de sensibilisation et d'accompagnement auprès des propriétaires privés, de formation auprès des entrepreneurs et des chômeurs et d'échange d'expérience au sein du club des ambassadeurs⁶. Il a aussi instauré un agrément des professionnels de la conception, de l'installation et de la maintenance des toits verts.

L'action des municipalités n'est pas sans effet sur le déploiement des toits verts. Ces trois villes se situent parmi les quatre premières villes américaines pour le nombre de toits verts auto-déclarés dans la base de données du site greenroofs.com. Pour l'année 2012 (GRHC 2013), la région urbaine de Washington continue d'occuper la première place : Washington, la ville centre de cette aire est la seule à attribuer une réduction fiscale annuellement (la taxe à l'imperméabilisation) et à mener des actions directes auprès de la filière économique : cela a des effets non seulement sur les bâtiments neufs mais aussi sur les bâtiments anciens. Inversement, Portland a réduit ses subventions et stagne alors qu'elle fut la pionnière des toits verts au début des années 2000. Placé deuxième dans ce classement, Chicago poursuit le déploiement des toits verts ; nous pouvons supposer que les toits verts réalisés en 2012 concernent essentiellement les immeubles neufs soumis à l'obligation et, en l'absence de subvention ou d'obligation, très peu les bâtiments existants.

Top 15 US Metro Regions - Green Roofs Installed in 2012 by GHRC Corporate Members in Square Feet

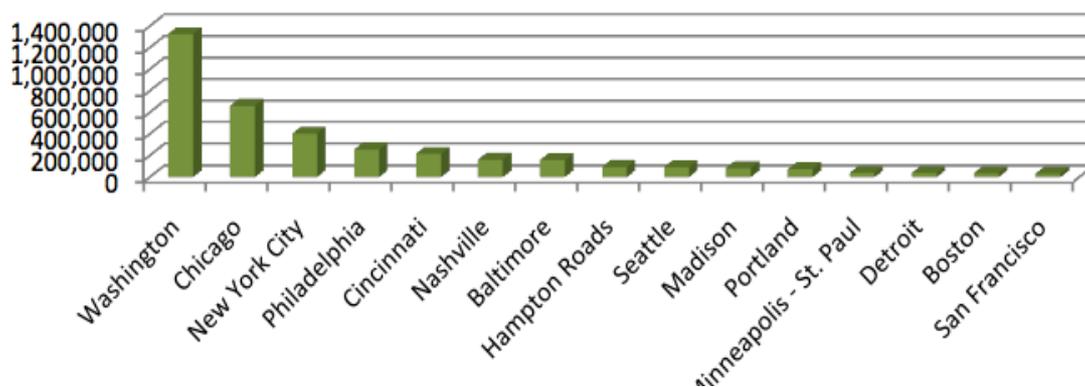


Figure 1 Surface des toits verts réalisée en 2012 selon les aires urbaines états-uniennes : Source GRHC 2013

La rétention des eaux pluviales constitue le principal motif pour ces municipalités. A Portland comme à Washington, il s'agit d'écarter la menace d'une sanction financière des tribunaux pour négligence environnementale suite à des plaintes de l'Agence fédérale de Protection de l'Environnement (EPA) et d'associations environnementales locales⁷. En effet, l'urbanisation du bassin versant et, peut-être, l'intensification des épisodes pluvieux engendrent une saturation du système d'évacuation des eaux pluviales et le rejet massif d'eau polluée dans le milieu aquatique (une rivière à Portland et un estuaire à Washington). A Chicago, la menace judiciaire semble moins présente mais la reconquête des berges du lac Michigan est un objectif urbain majeur pour la municipalité : il convient donc de réduire la

⁶ Sources : entretien avec la direction DCGreenworks et celle du District Department of Environnement plus note de travail remise par le directeur-adjoint.

⁷ Entretiens avec des fonctionnaires municipaux du 19 juillet 2012 et 30 août 2012, articles de presse et attendu du tribunal.

pollution du lac par les débordements d'eaux pluviales lors des orages⁸. Ces villes sont donc pressées de généraliser les toits verts, et plus généralement les "green infrastructures", afin d'éviter de lourds investissements dans le réseau d'assainissement.

Lorsque la réalisation de toit vert est facultative, les municipalités font d'importants efforts pour convaincre les propriétaires et les promoteurs : énoncé et justification des bénéfices pour la partie privée et pour la collectivité, actions de sensibilisation et d'échanges d'expérience...⁹ En appui, des images montrent une ville verdoyante : des gratte-ciels en arrière plan dont les pieds sont cachés par des plantes sauvages et des fleurs colorées au premier plan. La thématique de l'eau est peu présente sur ces images : elle est probablement moins mobilisatrice que la nature en ville. En amont de la décision de subventionner les toits verts, leurs promoteurs à l'intérieur de l'appareil municipal ont dû convaincre les décideurs. Tom Liptan qui a réintroduit le premier les toits verts dans une ville américaine (Portland) à la fin des années 90 a installé un toit vert sur son garage et l'a équipé de capteurs pour prouver sa capacité à retenir les eaux pluviales pour convaincre sa hiérarchie. Le service gérant les infrastructures d'assainissement étant le plus réticent, il a fallu montrer que subventionner les toits verts coûterait moins cher à la collectivité que financer l'augmentation des capacités d'assainissement afin que le conseil municipal adopte le principe de subvention aux promoteurs¹⁰. Globalement, une municipalité construit autour du toit vert un bien commun local (Bourhis et Lascoumes 1998), cette construction s'opère à l'intérieur de l'appareil municipal avant d'être menée auprès et avec les parties prenantes. Si la tradition politique est relativement dirigiste comme à Chicago¹¹, la municipalité peut imposer les toits verts une fois le bien commun établi ; il est alors moins nécessaire de convaincre comme le montrent la sobriété des pages internet de cette ville consacrées aux toits verts : formelles et pratiques plutôt que signifiantes¹².

Cependant, la construction de ce bien commun local requiert des connaissances extérieures et des légitimations exogènes. Green Roofs for Healthy Cities remplit ces deux fonctions en Amérique du Nord.

Green Roofs for Healthy Cities comme agent de changement continental

Green Roofs for Healthy Cities est une association à but non lucratif d'industriels et de professionnels nord-américains. Elle rassemble plus de 400 membres impliqués dans la mise en oeuvre de toits verts mais aussi différents que les fournisseurs de produits (membrane, drain, substrat, plantes ...), des concepteurs (architectes et paysagistes), des installateurs, des juristes, des instituts de recherche¹³ ... Elle a pour objectif de promouvoir les toits et les murs végétalisés auprès des parties prenantes et du grand public, de déterminer les bénéfices de ces systèmes, de former ses membres et les parties prenantes et de convaincre les pouvoirs publics de financer la mise en oeuvre de leur déploiement dans les villes américaines.

Outre la fonction de promotion, elle contribue à la formation sous de multiples formes : édition de guides professionnels, mise à disposition de publications scientifiques, organisation de journées d'échanges, formation et agrément de professionnels, présentation sponsorisée de produits, valorisation d'expériences et de bonnes pratiques ... Elle met en valeur ses membres et ses partenaires académiques ainsi que des maîtres d'ouvrage immobiliers et des autorités locales dans ses publications et ses conférences et leur décerne chaque année une dizaine de distinctions. Elle contribue ainsi à crédibiliser et légitimer les actions des municipalités pionnières et ambitieuses. Elle établit de fait une doctrine et

⁸ Entretien avec un fonctionnaire municipal le 7 septembre 2012

⁹ Consultation des sites internet <http://www.portlandoregon.gov/bes/44422> et <http://green.dc.gov/greenroofs> le 25 octobre 2013.

¹⁰ Entretien avec Tom Liptan, City of Portland

¹¹ Insérer

¹² http://www.cityofchicago.org/city/en/depts/water/supp_info/conservation/green_design/green_roofs_bestmanagementpractices.html et http://www.cityofchicago.org/city/en/depts/dcd/supp_info/chicago_green_roofs.html consultées le 25 octobre 2013

¹³ <http://www.greenroofs.org/index.php/about/aboutus> consulté le 25 octobre 2013

construit un bien commun multiscalair tout à la fois urbain et à l'échelle du Canada et des Etats-Unis puisant dans l'imaginaire de la nature en ville et l'impératif de la durabilité.

Par sa couverture géographique (Etats-Unis et Canada) et la multiplicité des échanges d'information, GRHC joue un rôle essentiel dans la formulation et la circulation des connaissances (les deux dimensions étant intensément liées) entre les métropoles nord-américaines. Plus que le modèle - relativement simple - de toit vert, elle diffuse les éléments qui vont contribuer, d'une part à leur prescription par les autorités locales et, d'autre part, à leur bonne mise en oeuvre par les professionnels de la construction et du paysage.

Conclusion

Si le toit vert fait généralement consensus du fait de la large diversité de ses avantages, il apporte en général bien davantage de bénéfices à la collectivité qu'aux promoteurs et aux propriétaires de bâtiment. C'est probablement la raison pour laquelle cette technique traditionnelle originaire des pays scandinaves a été très peu utilisée sur le continent américain au cours du 20ème siècle.

Les pressions environnementales exercées par l'Etat fédéral, notamment à propos de la surverse des eaux pluviales dans les milieux aquatiques entourant les villes, constituent un puissant facteur de mobilisation des villes du nord des Etats-Unis et, dans une moindre mesure, du Canada pour le développement des "green infrastructures" depuis une dizaine d'années. Des politiques locales de déploiement des toits verts varient sensiblement selon les villes et certainement -bien que nous ne l'ayons pas abordé ici- selon les zones climatiques.

Le déploiement des toits verts s'opère de façon diachronique dans ces villes en suivant une évolution assez classique en socio-économie de l'innovation (Rogers 2003) : premières expérimentations, observation, incitations publiques, mise en place progressive d'obligations. A ceci près que le passage de l'observation des expériences aux incitations est contraint par des règles démocratiques et nécessite la construction d'un bien commun local.

Il s'opère aussi de façon transversale à l'échelle d'un continent par des transferts ciblés de connaissances tant sur les aspects techniques et de mise en oeuvre des toits verts auprès des professionnels que sur les formes l'action publique en termes de fabrication d'un argumentaire, d'accompagnement des acteurs locaux et d'incitation financière auprès et par les autorités locales.

Ainsi, le déploiement rapide des toits verts dans les villes américaines repose sur la congruence de trois trajectoires : celle des enjeux pilotée par une agence fédérale, celle des connaissances techniques essentiellement véhiculée par une association interprofessionnelle continentale et celle des apprentissage de plans d'actions locaux portée par des municipalités mais nourrie et légitimée par l'association continentale.

Annexe 1 :

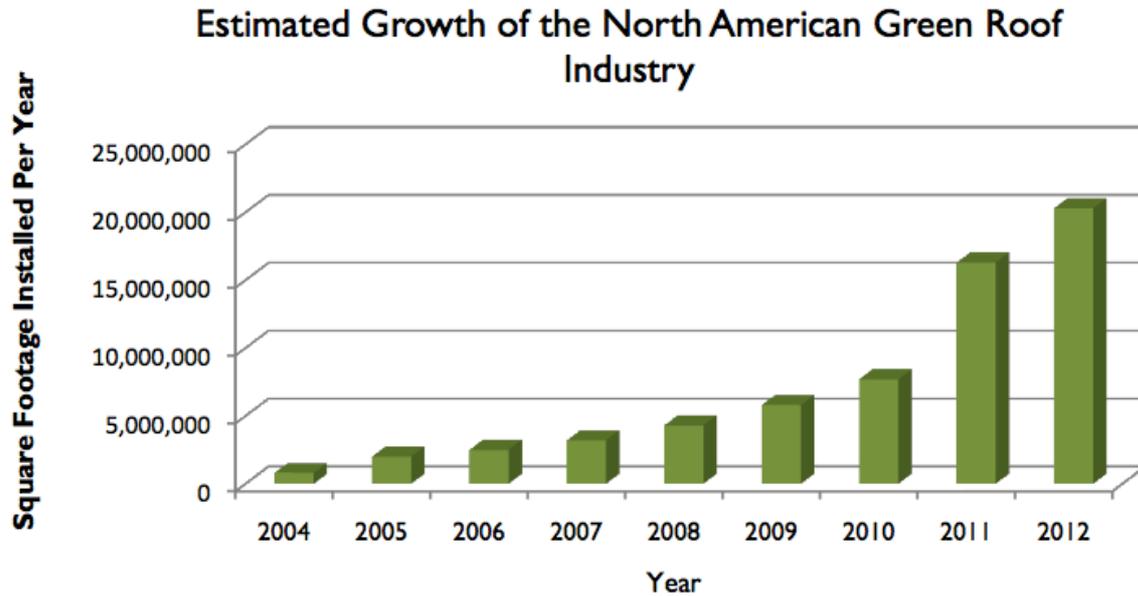


Figure 2 Surface annuelle réalisée Source GRHC 2013

Bibliographie

- ▣ Blank, Lior, Amiel Vasl, Shay Levy, Gary Grant, Gyongyver Kadas, Amots Dafni, et Leon Blaustein. 2013. « Directions in green roof research: A bibliometric study ». *Building and Environment* 66 (août): 23-28.
- ▣ Bourhis, Jean-Pierre Le, et Pierre Lascoumes. 1998. « Le bien commun comme construit territorial. Identités d'action et procédures ». *Politix* 11 (42): 37-66.
- ▣ Debizet, Gilles. 2013. « Chemins de l'innovation urbaine ». Rapport intermédiaire. Grenoble: Université de Grenoble Alpes, UMR PACTE pour ADEME.
- ▣ Green Roofs for Healthy Cities. 2006. « Green Roof Policy Development Workshop; Participant's Manual ». Green Roofs for Healthy Cities and Infrastructure Canada.
- ▣ GRHC. 2013. « Annual green roof industry survey for 2012 ». Green Roofs for Healthy Cities. <http://www.greenroofs.org/resources/SurveyReport2012FINAL.pdf>.
- ▣ Liu, Karen, et Baskaran. 2003. « Thermal performance of green roofs through field evaluation ». In *First annual greening Rooftops for sustainable communities conference*. Vol. Track 3.1. CD. Chicago, USA: Green roof for healthy Cities.
- ▣ Rogers, Everett M. 2003. *Diffusion of innovations* /. 5th ed. New York :: Free Press,.
- ▣ Saadatian, Omidreza, K. Sopian, E. Salleh, C.H. Lim, Safa Riffat, Elham Saadatian, Arash Toudeshki, et M.Y. Sulaiman. 2013. « A review of energy aspects of green roofs ». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 23 (juillet): 155-168.

Auteur

Gilles Debizet est maître de conférences à l'université de Grenoble-Alpes où il a co-fondé en 2001 puis dirigé le master *Maîtrise d'ouvrage et management de patrimoine bâti* après avoir exercé dans l'industrie et en lycée. Ingénieur en environnement (INPG), agrégé de génie civil et énergétique (ENS) puis docteur en Aménagement de Paris-1 (2004), il enseigne le management environnemental de

projets. Il codirige -avec Patrick Criqui- la thématique "Transition Énergie Environnement" de l'UMR PACTE ; ses recherches actuelles portent sur la transformation des expertises urbaine et immobilière et la diffusion des innovations relatives à l'énergie et à l'adaptation au changement climatique : [Écoquartier Nexus Énergie, Chemins de l'innovation urbaine.](#)