

APPORT DE LA VÉGÉTALISATION À L'ÉCHELLE DES BÂTIMENTS ET DES QUARTIERS : ASPECTS HYDROLOGIQUES

Par Maeva Sabre

Le rôle du végétal en milieu urbain, que ce soit à l'échelle du bâtiment ou du quartier, est multiple. L'étude de son impact physique et social nécessite donc une approche multidisciplinaire [1]. Le climat (îlot de chaleur urbain en été), l'hydrologie (ville durable, charte d'Aalborg), la qualité de l'air, celle de l'eau, la biodiversité (nature en ville) etc. sont autant d'enjeux auxquels le végétal peut répondre. Des chercheurs et ingénieurs nationaux et internationaux tentent d'évaluer cette réponse de façon qualitative et quantitative¹.

Les performances hydrologique des fonctions du végétal en ville sont doubles : d'une part dans la gestion des eaux pluviales (via ruissellement et infiltration) et, de l'autre, sur le microclimat urbain (via l'effet de l'évapotranspiration : ET). Lorsqu'il pleut, une partie de l'eau est restituée dans l'atmosphère par évapotranspiration², une partie ruisselle et le reste s'infiltré dans les sols. Les pluies extrêmes sur les villes, dont les sols ont été rendus imperméables, conduisent à des inondations et des courants d'eau dans les rues. Les toitures végétalisées (TTV) ont été reconnues comme une option possible de contrôler les eaux pluviales pour les centres urbains [2]. La diminution des ruissellements permettrait de diminuer le risque d'inondation, d'éviter le surdimensionnement coûteux des réseaux et de limiter la dégradation des sols et des infrastructures liée à l'érosion.

Tous les végétaux urbains, y compris ceux des façades et des toitures, peuvent contribuer au « rafraîchissement urbain » en période chaude et de canicule. Le phénomène d'îlot de chaleur urbain (*ICU*) représente l'élévation



PLATE-FORME VÉGÉTALE DU
CSTB À NANTES
© M. SABRE - CSTB

de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines. Ce phénomène, plus marqué la nuit que le jour, a plusieurs origines : radiative, thermique, hydrique, aérodynamique et bien sûr anthropique³. Après un événement pluvieux, le temps que les surfaces sèchent, c'est le phénomène d'évaporation qui contribue le plus à l'évapotranspiration et au rafraîchissement. Le reste du temps, c'est la transpiration qui domine. L'estimation

¹ Voir les programmes français : Trames vertes urbaines; VegDUD; TVGEP; INOGEV; AGROBAT; TERRACES...

² L'évapotranspiration correspond à l'évaporation de l'eau contenue dans le sol et à la transpiration issue de la végétation.

³ Anthropique : résultant de l'activité humaine. Celle-ci (transport, climatisation, industrie) dégage de la chaleur.

du taux d'évapotranspiration est donc importante pour évaluer les flux de chaleur en ville qui sont une partie du bilan énergétique qui influence le microclimat urbain [3, 4, 5].

L'étude des aspects hydrologiques de l'apport de la végétalisation à l'échelle des bâtiments et des quartiers, consiste à évaluer différents phénomènes. En effet, en retenant une partie des précipitations (*capacité de rétention*), l'effet des TTV induit un retard sur l'arrivée des eaux pluviales dans les réseaux (*l'effet retard*) et limite le ruissellement sur les chaussées. Toute l'eau de pluie n'est pas ruisselée d'où un écrêtement des pics (valeurs extrêmes) de pluie. À cela il faut ajouter l'effet thermique intérieur (*confort d'été*) et extérieur (*ICU*). Trois approches existent pour mener ces études : l'expérimentation sur site grandeur réelle, les mesures sur bancs expérimentaux, la modélisation. Les phénomènes cités ci-dessus doivent être étudiés à différentes échelles spatiales (le bâtiment, le quartier, la ville) mais aussi temporelles (de l'événement pluvieux à l'année, voire les décennies pour les impacts du changement climatique).

— UNE ÉTUDE SUR UNE PLATE-FORME VÉGÉTALE —

Dans le cadre du programme VegDUD⁴ financé par l'ANR⁵, le CSTB⁶ a mené à Nantes une étude sur une plate-forme végétale constituée de 7 bancs expérimentaux.

Dans la mise en œuvre d'un banc expérimental ou d'une maquette de toiture végétalisée, les composantes principales sont : une couche anti racines, une couche de drainage, le substrat, les plantes. Pour chacune de ces composantes, des choix doivent être réalisés car il existe plusieurs solutions possibles pour chacune d'elle. La sélection de la nature du substrat, son épaisseur et sa composition (% entre matière organique et matière minérale) va

avoir une influence directe sur les capacités hydriques du substrat. Le choix des plantes enfin est le plus délicat. Le CSTB a adopté une approche « monoculture » permettant ainsi de mieux identifier les capacités des plantes et de pouvoir les comparer entre elles.

Avec l'aide du CRITT Horticole de Rochefort/mer, nous avons retenu, *Sedum album*, *Festuca glauca* et *Dianthus deltoides* sur du substrat classique (70 % matière minérale et 30 % matière organique) de 2 épaisseurs 8 et 12 cm ainsi que 2 bancs nus (avec substrat mais sans végétation). Le banc de référence est constitué de gravier sur 8 cm d'épaisseur (voir photo en ouverture de l'article). L'ensemble des bancs est instrumenté afin de suivre l'évolution des paramètres tels que température et teneur en eau du substrat, débit d'eau en sortie des bancs expérimentaux. En parallèle, une station sur le site permet de suivre les paramètres météorologiques dont la température de l'air, les précipitations ou encore le rayonnement global.

— VERS UNE MODÉLISATION DU COMPORTEMENT DES TTV —

Les premiers résultats de cette étude ont montré un taux de rétention des eaux pluviales de 22 % (*graviers*) à 94 % (*Dianthus deltoides*) avec une évapotranspiration réelle calculée à partir du bilan hydrique qui suit les mêmes tendances (voir tableau). Ceci met en évidence l'impact du végétal par rapport à une surface nue, de l'épaisseur du substrat et aussi l'impact du choix de l'espèce végétale. Ces résultats expérimentaux sont encourageants et vont servir à l'étape suivante qui est de pouvoir modéliser le comportement des TTV selon différents paramètres d'influence comme l'épaisseur du substrat, sa composition, l'âge de la TTV, la pente de la toiture, les caractéristiques des précipitations (durée, fréquence, intensité)...

Les besoins de recherche sont encore importants sur ce sujet, tant en modélisation qu'en expérimentation. De plus, on observe que les performances hydrologiques des TTV sont directement liées aux quantités d'eau dans les substrats, ce qui pose la question de la ressource en eau dans les villes. En plus de l'eau potable, des études sont en cours pour l'utilisation des eaux grises traitées pour l'arrosage des TTV [6].

4 Rôle du végétal dans le développement urbain durable, une approche par les enjeux liés à la climatologie, l'hydrologie, la maîtrise de l'énergie et les ambiances.

5 Agence Nationale pour la Recherche.

6 Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

À lire...

- [1] M. Musy et plusieurs auteurs, 2014, La ville verte – les impacts du végétal en ville, Éditions Quæ, *en cours de publication*.
- [2] Carter, T.L. and T.C. Rasmussen, 2006, Hydrologic behavior of vegetated roofs, J. American Water Resources Association (JAWRA) 42 (5), 1261-1274.
- [3] Bengtsson, L., L. Grahn and J. Olsson, 2005, Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden, Nordic Hydrology, 36 (3), 259-268.
- [4] Mentens, J., Raes, D., and M. Hermy, 2006, Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? Landscape and Urban Planning, 77, 217-226.
- [5] Villarreal, E.L. and L. Bengtsson, 2005, Response of a Sedum green-roof to individual rain events, Ecological Engineering, 25, 1-7.
- [6] David P.-L., 2013, Traitement des eaux grises par réacteur à lit fluidisé et dangers liés à leur utilisation pour l'irrigation d'espaces verts urbains, Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Nantes, Université Nantes Angers Le Mans réalisée au CSTB Nantes, 214 pages.



SEDUM ALBUM (12 CM) SEPTEMBRE 2011



SEDUM ALBUM (12 CM) SEPTEMBRE 2011



FESTUCA GLAUCA - MAI 2011



FESTUCA GLAUCA - OCTOBRE 2011



FESTUCA GLAUCA - MAI 2012



FESTUCA GLAUCA - MAI 2013

LES PRINCIPAUX VÉGÉTAUX RETENUS - PHOTOS - © M. SABRE - CSTB

TTV (ÉTÉ 2011)	RÉTENTION EAUX PLUVIALES (%)	ET - RÉELLE BILAN HYDRIQUE (MM)
Gravier	22	-
Nu - 8 cm	76	115
Nu - 12 cm	79	160
Sedum - 8 cm	81	180
Sedum - 12 cm	91	203
Festuca - 12 cm	88	202
Dianthus - 12 cm	94	216

TABLEAU DES PREMIERS RÉSULTATS DE VEGDUD