

Projet ANR 17-CE22-0002-01  
EVNATURB  
Programme JCJC 2017

# Livrable 2.2: Constitution d'une base de données relative au paramétrage thermo- hydrique des toitures végétalisées



Chloé DUFFAUT (HM&Co-ENPC)

Pierre-Antoine VERSINI (HM&Co-ENPC)

Aout 2021



## Résumé de la démarche

L'objet de ce livrable est de constituer une base de données comprenant les paramètres propres aux complexes sol/végétation que l'on peut retrouver sur des toitures végétalisées. Cette base est dédiée principalement aux paramètres relatifs au couplage thermo-hydrique, mais des informations complémentaires sur la biodiversité par exemple ont été rajoutées lorsqu'elles étaient disponibles. L'objectif est toujours celui du projet EVNATURB, c'est-à-dire de s'intéresser en premier lieu aux services éco-systémiques suivants : gestion des eaux pluviales, atténuation des îlots de chaleur, préservation de la biodiversité.

Ce travail repose sur un état de l'art réalisé à partir d'articles scientifiques faisant mention à des toitures végétalisées expérimentales pour lesquelles certaines des propriétés mécaniques et physiques étaient spécifiées, ainsi que des paramètres propres à un travail de modélisation.

### Paramètres liés aux propriétés hydriques :

Teneur en eau résiduel, CME, capacité au champ, point de flétrissement, conductivité hydraulique à saturation, capacité de rétention, transpiration maximale des feuilles,

Paramètres liés aux propriétés thermiques : conductivité thermique, chaleur spécifique, coefficient cultural pour la pondération de l'évapotranspiration potentielle

Autres paramètres : porosité, indice de surface foliaire (LAI), espèce d'oiseau hébergée, espèce d'insecte hébergée

Les résultats sont synthétisés dans le tableau Excel associé à ce livrable. Chaque paramètre est présenté dans le premier onglet (Explications). Il est rappelé pour chacun sa signification et son unité de mesure, et est éventuellement illustré d'un exemple

Le tableau qui se trouve dans le second onglet permet de trouver les possibles solutions de complexe sol/végétation en fonction des indications suivantes :

- Le pays d'implantation
- Le climat, la pluviométrie et la température moyenne
- La pente du toit concerné
- La profondeur du substrat
- Le type de végétation (extensif, intensif)
- La présence d'un système d'irrigation

Pour avoir accès à la base de données, contacter Pierre-Antoine Versini :

[Pierre-antoine.versini@enpc.fr](mailto:Pierre-antoine.versini@enpc.fr)

## Références bibliographiques

- Carson, T.B., Marasco, D.E., Culligan, P.J., McGillis, W.R., 2013. Hydrological performance of extensive green roofs in New York City: observations and multi-year modeling of three full-scale systems. *Environmental Research Letters* 8, 024036.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024036>
- Catalano, C., Marcenò, C., Laodicina, V.A., Guarino, R., 2016. Thirty years unmanaged green roofs: Ecological research and design implications. *Landscape and Urban Planning* 149, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.01.003>
- Cipolla, S.S., Maglionico, M., Stojkov, I., 2016. A long-term hydrological modelling of an extensive green roof by means of SWMM. *Ecological Engineering* 95, 876–887.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.07.009>
- Coma, J., de Gracia, A., Chàfer, M., Pérez, G., Cabeza, L.F., 2017. Thermal characterization of different substrates under dried conditions for extensive green roofs. *Energy and Buildings* 144, 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.031>
- Coutts, A.M., Daly, E., Beringer, J., Tapper, N.J., 2013. Assessing practical measures to reduce urban heat: Green and cool roofs. *Building and Environment* 70, 266–276.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.021>
- De-Ville, S., Menon, M., Jia, X., Reed, G., Stovin, V., 2017. The impact of green roof ageing on substrate characteristics and hydrological performance. *Journal of Hydrology* 547, 332–344. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.02.006>
- Fassman-Beck, E., Voyde, E., Simcock, R., Hong, Y.S., 2013. 4 Living roofs in 3 locations: Does configuration affect runoff mitigation? *Journal of Hydrology* 490, 11–20.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.03.004>
- Feng, C., Meng, Q., Zhang, Y., 2010. Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs. *Energy and Buildings* 42, 959–965.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.12.014>
- Feng, Y., Burian, S., Pardyjak, E., 2018. Observation and Estimation of Evapotranspiration from an Irrigated Green Roof in a Rain-Scarce Environment. *Water* 10, 262.  
<https://doi.org/10.3390/w10030262>
- He, Y., Yu, H., Ozaki, A., Dong, N., Zheng, S., 2017. Influence of plant and soil layer on energy balance and thermal performance of green roof system. *Energy* 141, 1285–1299. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.064>
- Hilten, R.N., Lawrence, T.M., Tollner, E.W., 2008. Modeling stormwater runoff from green roofs with HYDRUS-1D. *Journal of Hydrology* 358, 288–293.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.06.010>
- Köhler, M., 2006. Long-Term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin. *Urban Habitats* 4.
- Lazzarin, R.M., Castellotti, F., Busato, F., 2005. Experimental measurements and numerical modelling of a green roof. *Energy and Buildings* 37, 1260–1267.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.02.001>
- Locatelli, L., Mark, O., Mikkelsen, P.S., Arnbjerg-Nielsen, K., Bergen Jensen, M., Binning, P.J., 2014. Modelling of green roof hydrological performance for urban drainage applications. *Journal of Hydrology* 519, 3237–3248.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.10.030>
- Lundholm, J., MacIvor, J.S., MacDougall, Z., Ranalli, M., 2010. Plant Species and Functional Group Combinations Affect Green Roof Ecosystem Functions. *PLoS ONE* 5, e9677.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009677>
- Marasco, D.E., Culligan, P.J., McGillis, W.R., 2015. Evaluation of common evapotranspiration models based on measurements from two extensive green roofs in

- New York City. Ecological Engineering 84, 451–462.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.001>
- Nagase, A., Dunnett, N., 2012. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. Landscape and Urban Planning 104, 356–363.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.001>
- Olivieri, F., Di Perna, C., D’Orazio, M., Olivieri, L., Neila, J., 2013. Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a Mediterranean coastal climate. Energy and Buildings 63, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.03.054>
- Rochefort, S., Prunier, P., Boivin, P., Camponovo, R., Consuegra, D., Fournier, M., Gallinelli, P., Guillot, V., Hédont, M., Margot, S., N’gaidé Diouf, F., Pétremand, G., Queloz, P., Steffen, J., Varesano, D., 2016. Rapport final du projet « Toitures végétalisées » (TVEG) dans l’agglomération genevoise 2014-2016. HEPIA.
- Sailor, D.J., 2008. A green roof model for building energy simulation programs. Energy and Buildings 40, 1466–1478. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.02.001>
- Saiz, S., Kennedy, C., Bass, B., Pressnail, K., 2006. Comparative Life Cycle Assessment of Standard and Green Roofs. Environ. Sci. Technol. 40, 4312–4316.  
<https://doi.org/10.1021/es0517522>
- Stovin, V., Poë, S., De-Ville, S., Berretta, C., 2015. The influence of substrate and vegetation configuration on green roof hydrological performance. Ecological Engineering 85, 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.076>
- Susca, T., Gaffin, S.R., Dell’Osso, G.R., 2011. Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. Environmental Pollution 159, 2119–2126.  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007>
- Tabares-Velasco, P.C., Srebric, J., 2011. Experimental quantification of heat and mass transfer process through vegetated roof samples in a new laboratory setup. International Journal of Heat and Mass Transfer 54, 5149–5162.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.08.034>
- Van Mechelen, C., Dutoit, T., Hermy, M., 2015. Adapting green roof irrigation practices for a sustainable future: A review. Sustainable Cities and Society 19, 74–90.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.007>
- Voyde, E., Fassman, E., Simcock, R., 2010. Hydrology of an extensive living roof under subtropical climate conditions in Auckland, New Zealand. Journal of Hydrology 394, 384–395. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.09.013>
- Yaghoobian, N., Srebric, J., 2015. Influence of plant coverage on the total green roof energy balance and building energy consumption. Energy and Buildings 103, 1–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.05.052>
- Yang, W.-Y., Li, D., Sun, T., Ni, G.-H., 2015. Saturation-excess and infiltration-excess runoff on green roofs. Ecological Engineering 74, 327–336.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.10.023>