



Offre de post-doc

Vers une solution végétalisée « zéro rejet » en toiture

Contexte scientifique et opérationnel :

De par l'intensification des extrêmes météorologiques due au changement climatique et l'imperméabilisation des surfaces résultant de l'urbanisation, la gestion des eaux pluviales devient aujourd'hui plus que jamais un enjeu primordial pour les aménageurs urbains. La renaturation des villes apparaît comme une solution de résilience pour atténuer ces effets et gérer les précipitations à la source. Parmi les multiples solutions de végétalisation existantes, les toitures végétalisées représentent sûrement la plus pertinente dans le sens où elles peuvent être mises en œuvre sur la surface bâtie sans modifier l'occupation des sols déjà fortement contrainte. De nombreux travaux sont actuellement en cours pour optimiser le fonctionnement de ces infrastructures et les rendre les plus performantes possible.

Objectifs :

Ce sujet de post-doctorat s'intègre dans une problématique de recherche dédiée aux performances des toitures végétalisées en tant qu'outil de gestion des eaux pluviales. Menés dans le cadre d'une collaboration entre l'ENPC et l'entreprise SOPREMA, ces travaux ont pour objectif de proposer une solution « rejet zéro » pour les toitures terrasses afin de répondre aux demandes des maîtres d'œuvre et/ou d'ouvrage et/ou règlements d'urbanisme. Ils doivent démontrer par le contrôle (monitoring) le bon fonctionnement d'une future solution commerciale répondant à cet objectif de rejet zéro. Le partenariat entre la SOPREMA et l'ENPC vise donc à apporter -à partir de la situation présente (solutions et connaissances actuelles) - la preuve scientifique de la démarche et de la réalisation d'un véritable rejet zéro à la fois aux MO et aux réglementeurs. Débuté en 2019, cette collaboration a donné lieu à de premiers travaux qui ont permis de dresser des états des lieux (national et international) des produits commercialisés, ainsi que des réglementations allant dans le sens du rejet 0. Il s'agit maintenant d'avancer dans la définition et la réalisation d'un prototype original répondant à ces réglementations sur le territoire français.

Déroulement :

Ce sujet reposera sur un triptyque Etat de l'art - Modélisation - Instrumentation afin de déboucher sur le prototype d'une solution zéro rejet.

1- *Réalisation d'un double état de l'art scientifique.* Le premier, intitulé « Caractérisation spatio-temporelle des pluies de référence rejet 0 », doit permettre de faire le point sur les méthodes stochastiques de scénarisation pluviométrique : comment produire un ensemble de scénarios de pluie caractérisés par les mêmes propriétés (intensité, durée, fréquence préconisées dans les réglementations) en fonction de la zone étudiée. Le second, intitulé « Granulométrie et propriétés hydrauliques », doit permettre de faire le lien entre un modèle de distribution de tailles de grain et les propriétés hydrauliques du substrat correspondant.

2- *Modélisation Hydro-météorologique.* Sur la base du 1er état de l'art, il s'agira de produire des ensembles de pluies références possibles qui devront être adaptées aux différentes zones géographiques choisies (en lien avec les réglementations). Ensuite, sur la base de l'expérience du laboratoire HM&Co, de récents travaux de thèse, et du 2nd état de l'art, un modèle à base physique (multifractale) sera développé pour simuler le comportement hydrologique d'un complexe drain/substrat/végétation sur différents échelles de temps (24h, annuel...). Tenant compte de l'hétérogénéité intrinsèque du substrat, ce modèle permettra aussi de modifier l'épaisseur, la nature et la composition granulométrique du substrat, ainsi que le couvert végétal. Un tel modèle permettra aussi d'estimer la CME sans expérience en laboratoire. Pour la/les zone(s) géographique(s) étudiée(s), ce modèle sera utilisé pour rechercher la solution -ou les solutions- les plus à même de répondre à la contrainte de rejet 0 au regard des scénarios de pluie considérés.

3- *Développement de solutions techniques innovantes « 0 rejet » :*

Il s'agira ici d'élaborer un dispositif « 0 rejet » commercialisable par SOPREMA en passant par le développement de prototypes, la détermination et l'instrumentation d'un site de démonstration, des propositions et réflexions autour des possibles usages de l'eau et des solutions connectées. Concernant les aspects expérimentaux, il sera possible de s'appuyer sur le dispositif en place sur le site de la Vague Verte de l'ENPC (structure végétalisée de 1ha dont le bilan hydrique est suivi expérimentalement).

Profil du candidat :

Ingénieur(e) d'une grande école (une expérience professionnelle serait un plus) ou Docteur(e) en Hydrologie ou Physique environnementale, intéressé(e) par la modélisation, le suivi expérimental et les applications industrielles.

Les acteurs :

La SOPREMA est un des leaders mondiaux de l'étanchéité, spécialiste de la couverture et de l'isolation des bâtiments. Fort de cette expertise, l'entreprise SOPREMA s'est diversifiée dans le secteur la végétalisation des façades et des toitures. Les toitures végétalisées de la gamme Sopranature® (<https://www.soprema.fr/fr/vegetalisation>) apportent ainsi une réponse éprouvée depuis les années 90 aux enjeux du développement durable (qualité de l'air, biodiversité, rafraîchissement urbain, régulation des eaux de pluie, ...).

Le laboratoire Hydrologie, Météorologie et Complexité de l'Ecole des Ponts ParisTech (HM&Co-ENPC) développe depuis plusieurs années des activités de recherche autour de la renaturation du milieu urbain, et plus particulièrement l'implantation de toitures végétalisées (Projet Européen Blue Green Dream, <http://bgd.org.uk/>, projet ANR EVNATURB, <https://hmco.enpc.fr/portfolio-archive/evnaturb/>). Fort d'une longue expérience en observation, compréhension, et modélisation du cycle de l'eau, il s'intéresse à l'évaluation quantitative des performances éco-systémiques dispensées par cette végétalisation, et plus particulièrement aux aspects thermo-hydriques pour des questions de gestion des eaux pluviales et de rafraîchissement urbain.

Eléments administratifs :

Ce contrat de 12 mois (avec possibilité de renouvellement) se déroulera au laboratoire Hydrologie, Météorologie et Complexité de l'École des Ponts ParisTech à Champs-sur-Marne (France) dans le cadre d'un partenariat avec la SOPREMA. Il sera réalisé sous la supervision de :

- Pierre-Antoine VERSINI, Chargé de Recherche à HM&Co, ENPC
- Daniel SCHERTZER, Directeur de la Chaire Hydrologie pour une Ville Résiliente, ENPC
- Rémi PERRIN, Directeur R&D chez SOPREMA
- Lionel SINDT, Responsable Technique SOPRANATURE

Rémunération selon les compétences. Prise de poste pendant l'été 2020.

Contact : pierre-antoine.versini@enpc.fr (01 64 15 37 54 – 06 11 19 43 16)