

Sujet de thèse de doctorat (Paris, France)

Vers la conception de micro SFN robustes et à faible impact environnemental pour disséminer la nature en centre-ville

Lieu:

École nationale des ponts et chaussées – Institut Polytechnique de Paris
6 et 8 av Blaise Pascal, Cité Descartes, 77455 Marne la Vallée cedex, France

Mots clefs: analyse de cycle de vie, ruissellement urbain, végétation, expérimentation, modélisation hydrologique, innovation

Contexte et enjeux

La nature en ville est de plus en plus reconnue pour son rôle dans l'amélioration de la qualité de vie et la préservation de la biodiversité en milieu urbain. Cependant, dans les environnements urbains denses, les possibilités de mise en œuvre de solutions fondées sur la nature (SFN) peuvent être fortement limitées en raison du manque d'espace, et les seules interventions envisageables consistent souvent en des SFN à très petite échelle, appelées ici micro SFN (μ SFN). Le déploiement de ces μ NBS, dans un contexte de changement climatique entraînant une augmentation des sécheresses et une diminution des ressources en eau, soulève la question des besoins en eau pour soutenir la croissance de la végétation. L'arrosage passif par les eaux de ruissellement provenant des surfaces urbaines adjacentes est une perspective prometteuse pour une végétalisation plus durable de nos villes. Le défi visé dans cette thèse est de développer des méthodes de stockage de l'eau au sein des μ SFN, avec une utilisation limitée de matériaux synthétiques ou de ressources ex situ, et d'assurer un accès suffisant à l'eau pour les plantes sans pour autant risquer leur asphyxie par excès d'eau.

Objectifs de la thèse

Ce doctorat vise à développer des conceptions de μ SFN robustes, nécessitant peu d'entretien et ayant un faible impact environnemental, en s'appuyant principalement sur un arrosage passif par les eaux de ruissellement urbain, une capacité de stockage améliorée et l'optimisation de la palette végétale afin de répondre aux besoins en eau de la végétation.

Méthodologie

Les travaux s'articuleront en trois parties :

1. Sur la base d'une analyse documentaire approfondie et d'une étude comparative internationale, ainsi que d'ateliers de co-création organisés dans le cadre du projet Seed2Green, des mésocosmes représentatifs d'une sélection de concepts de μ SFN seront construits et équipés pour permettre un suivi hydrologique. Ce suivi s'étendra sur au moins deux ans et sera complété par des essais en laboratoire sur les propriétés des substrats. Les résultats seront analysés en termes de bilan hydrologique et de conditions hydriques de la végétation, avec un accent particulier sur les périodes de stress hydrique (sécheresse ou engorgement).

2. Une analyse du cycle de vie sera menée pour un panel de conceptions de μ SFN, y compris celle des mésocosmes, afin de clarifier l'empreinte environnementale de ces systèmes. Cette méthode multicritère et en plusieurs étapes permet l'évaluation environnementale de systèmes sociotechniques en tenant compte de l'ensemble de leur cycle de vie, depuis l'extraction des matériaux jusqu'à leur fin de vie, y compris leurs besoins en matière d'entretien. Elle permettra de déterminer quelle partie du cycle de vie, ou quel composant du système, a l'impact environnemental le plus important, et d'orienter les choix de conception vers les solutions les plus durables.

3. Dans cette dernière partie de la thèse, les principaux résultats issus des observations en mésocosmes et de l'analyse ACV seront combinés pour identifier les conceptions les plus pertinentes. Une modélisation numérique des processus hydrologiques (logiciel HYDRUS) sera développée afin d'approfondir l'analyse des conditions hydriques au sein des μ SFN et de les optimiser pour une série d'options de conception alternatives, différents taux d'alimentation en eaux pluviales et différentes conditions de demande évaporative.

Projet de recherche support et multidisciplinarité

La thèse s'inscrit dans le cadre du projet de recherche Seed2Green, financé au titre de l'appel à projets PEPR SoluBiod 2025 sur les solutions fondées sur la nature. Seed2Green vise la dissémination de la nature dans les centres urbains via le déploiement de μ SFN robustes, économes en eau et socialement intégrées. Le consortium du projet implique des chercheurs issus de diverses disciplines : horticulture, sciences du sol, écologie, hydrologie, ACV, éco-conception. Des interactions avec des experts de ces différents domaines, dans le cadre de réunions et d'ateliers de co-création, sont prévues pour favoriser la conception durable et innovante de μ SFN dans le cadre de la thèse de doctorat. Le sujet de la thèse est donc hautement pluridisciplinaire.

Encadrement de la thèse

La thèse sera co-dirigée par Marie-Christine GROMAIRE et Adélaïde FERAILLE, chercheuses HDR à l'École nationale des ponts et chaussées et co-encadrée par Jérémie SAGE, chercheur au Cerema. Marie-Christine Gromaire et Jérémie Sage sont des experts en hydrologie urbaine et en modélisation hydrologique, spécialisés dans les solutions fondées sur la nature pour la gestion des eaux pluviales, tandis qu'Adélaïde Feraille est spécialiste de l'analyse du cycle de vie. Ces deux domaines d'expertise sont nécessaires à la réalisation de la thèse.

Environnement de travail

Le/la doctorant(e) sera accueilli(e) à l'École nationale des ponts et chaussées (ENPC), au sein du laboratoire Leesu, sur le campus de la Cité Descartes, en région parisienne (<https://ecoledesponts.fr/en/cite-descartes>).

Le Leesu (www.leesu.fr) est un laboratoire de recherche français en sciences de l'environnement, spécialisé dans l'étude de l'eau et sa gestion en milieux urbains et périurbains. Face au défi de rendre la ville durable et résiliente dans un contexte de changements globaux, le laboratoire vise à mieux comprendre les flux d'eau et de contaminants en milieu urbain et à développer des concepts innovants pour la gestion de l'eau et des sols.

Pour l'analyse du cycle de vie (ACV), le/la doctorant(e) s'appuiera sur l'expertise de l'équipe ACV du laboratoire Navier, au sein de l'équipe Écoconception (<https://navier-lab.fr/en/research/>).

Une collaboration étroite avec le centre de recherche Team de Cerema (<https://www.cerema.fr/en/innovation-recherche/recherche/equipes/team-transfers-and->

interactions-linked-water-built) est prévue pour la construction et le suivi des mésocosmes expérimentaux, ainsi que pour le développement de la modélisation hydrologique. Les mésocosmes expérimentaux seront situés sur le campus de Cerema à Trappes (région parisienne). Des travaux de terrain sont prévus sur ce site durant la thèse.

Candidature :

Adresser CV et lettre de motivation par mail avant le **20 avril** (1ère vague) ou le 20 mai (2^{ème} vague, si nécessaire) à :

Marie-Christine Gromaire marie-christine.gromaire@enpc.fr

Adelaïde Feraille adelaide.feraille@enpc.fr

Jérémie Sagee jeremie.sage@cerema.fr