

Contribution à un nouveau cycle de l'eau dans la ville durable de demain

Contexte

Dans les grandes agglomérations, l'eau puisée dans des cours d'eau, des retenues d'eau ou des aquifères, est traitée puis amenée dans chaque bâtiment via un important réseau d'adduction. Après son utilisation, l'eau usée est collectée puis transportée dans un deuxième réseau pour être traitée puis restituée au milieu naturel loin de la ville. C'est le paradigme du "**cycle long**" qui prévaut non seulement pour l'eau mais aussi pour les autres ressources comme l'énergie.

La thèse que nous proposons s'inscrit dans une logique radicalement différente où le milieu naturel n'est plus exclu mais intégré à la ville [Egger, 2006; Pincetl, 2012]. L'eau ne vient plus seulement de l'extérieur mais de l'intérieur de la ville. Pour certains usages dont les exigences de qualité sont moindres, l'eau collectée sur les toits et les surfaces imperméables pendant les pluies peut être temporairement stockée pour être utilisée dans les bâtiments puis éventuellement traitée localement et transportée vers des aménagements doux favorisant sa ré-infiltration et assurant sa restitution au milieu naturel [Li et al., 2010]. Ce processus de recharge artificielle contribue à l'écrêtage des crues en milieu urbain. C'est le "**cycle court**" de l'eau qui peut traiter l'essentiel des eaux pluviales et des **eaux grises** (eaux usées les moins chargées). Une nouvelle approche de l'écologie urbaine en assurant une gestion intégrée des trois réseaux (eau potable, eau usée et eau pluviale) permet l'intégration de la ville dans le milieu naturel. Il ne se substitue pas complètement au cycle long qui reste nécessaire pour les eaux les plus chargées (eaux noires).

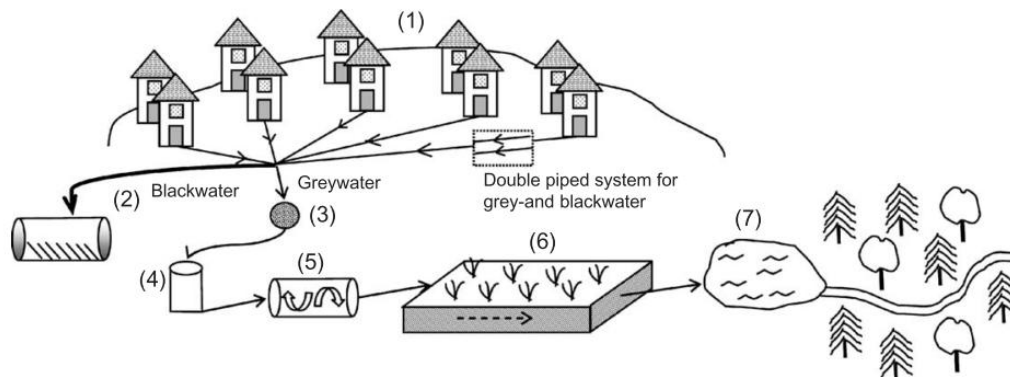


Figure: Schéma de principe de l'utilisation du "cycle court" de l'eau pour le traitement local des eaux grises [Palmquist and Hanaeus, 2005]. (1) Réseaux séparés d'eaux grises et d'eau noires. (2) Eaux noires. (3) Eaux grises collectées dans les habitations. (4) Stockage des eaux grises avant le traitement. (5) Unité de traitement biologique. (6) Filtre planté. (7) Bassin de stockage type zone humide ou tout autre type de zone de biodiversité.

Sujet

Cette conception attractive de ville durable a déjà motivé des réalisations dans de nouveaux quartiers et suscite un intérêt croissant dans les projets d'urbanisation. Comme toute transition, le cycle court de l'eau soulève aussi des questions d'innovation, de faisabilité, de mise en œuvre et d'évaluation [Larsen et al., 2009]. Nous proposons deux axes de réflexion principaux (1) sur la proposition de systèmes de récupération d'eaux de précipitation ou d'eaux d'épuration stockées à l'échelle des bâtiments et (2) sur l'évaluation de l'efficacité du cycle court à l'échelle de l'îlot urbain.

La proposition de systèmes de récupération et d'infiltration à l'échelle des bâtiments relève des systèmes de filtration et d'épuration développés dans nombres de domaines allant du traitement naturel des effluents miniers au traitement des eaux usées en passant par la dégradation naturelle des pollutions industrielles et agricoles. En s'inspirant d'un corpus de connaissance important, l'objectif est de mettre en œuvre des systèmes naturels durables. Les recherches pourront s'appuyer sur les compétences des équipes de recherche impliquées à AGROCAMPUS OUEST et à l'OSUR. Les questions comprennent autant l'efficacité du système de traitement en terme de dégradation des composés chimiques présents dans les eaux grises [Abu Ghunmi et al., 2011; ChristovaBoal et al., 1996; Dalahmeh et al., 2011; Dixon et al., 1999; Li et al., 2009; Nolde, 2005; Pinto et al., 2010] que de la diversité des microorganismes et des risques éventuels [Friedler et al., 2006; Maimon et al., 2010; Palmquist and Hanaeus, 2005; Winward et al., 2008].

L'évaluation de l'efficacité du cycle court à l'échelle de l'îlot urbain est un thème de recherche prospectif et innovant indispensable aux prises de décisions d'aménagement. Contrairement au cycle long, le cycle court repose sur une interaction forte entre zones de stockage, zones de traitement et d'infiltration et réseau de connexions naturelles (noues) [Chu et al., 2004; Fletcher et al., 2013].

Les travaux menés par SETUR depuis 2007 : Aquaphyltra – brevet 01/2009-, Aquapluvia permettront d'avoir une base d'expérimentation et de recherche appliquée. La gestion d'un réseau en prenant en compte les spécificités du milieu naturel et ses incertitudes est un défi indispensable à relever pour crédibiliser les solutions locales possibles à mettre en œuvre.

Contrairement à la question précédente, peu de travaux scientifiques ont été menés dans cet objectif. En revanche le doctorant pourra avoir recours aux expériences menées actuellement en Europe (e.g. quartier Leidsche Rijn à Utrecht, quartier Bo1 à Malmö, quartier VIIKI à Helsinki) et organiser la collecte de données en collaboration avec Rennes métropole.

Au-delà de l'évaluation et de la mise en œuvre expérimentale du cycle court de l'eau en ville, la thèse a pour objectif d'aboutir à une gestion intégrée de l'eau en ville en combinant les impacts sur le milieu naturel tant d'un point de vue quantitatif (inondation, capacité d'infiltration) que qualitatif. Le défi scientifique se trouve notamment dans l'intégration dans la conception des réseaux du milieu naturel à travers la variabilité des précipitations et l'hystérésis importante des capacités de stockage et d'infiltration des sols par exemple. La gestion conjointe des trois réseaux (besoins domestiques en eau ; collecte, traitement et réutilisation des eaux usées, collecte et réutilisation des eaux pluviales) est un enjeu majeur qui nécessite le développement d'une démarche scientifique transdisciplinaire et innovante.

Cadre

La thèse se déroulera en partenariat entre des chercheurs d'AGROCAMPUS OUEST et de l'OSUR (Université de Rennes 1) et le bureau d'étude SETUR. Elle sera encadré par Zahra Thomas (Agro-campus), Jean-Raynald de Dreuzy (OSUR) et Gwénaëlle Carfantan (SETUR) et réalisée à l'OSUR (Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu). En fonction des problématiques soulevées, il pourra comprendre une mission d'étude en Europe dans un laboratoire de recherche lié à un projet de développement de ville durable. La thèse sera financée par une convention Cifre. Un partenariat avec l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports) à travers la participation d'Hervé Andrieu permettra au doctorant de développer des compétences sur la gestion intégrée de la ville en intégrant d'autres enjeux comme les liens entre les réseaux d'assainissement et les nappes souterraines.

Zahra Thomas est enseignante-chercheuse à l'école d'agronomie de Rennes (AGROCAMPUS OUEST). Ses thèmes recherches concernent le transfert de l'eau et des solutés dans la zone critique (continuum atmosphère-végétation-sol-nappe). Elle s'intéresse aux liens entre l'aménagement du territoire, la gestion hydraulique des réseaux et la distribution des circulations d'eau. Elle enseigne l'hydraulique fluviale, la gestion et la modélisation des inondations.

Jean-Raynald de Dreuzy est directeur de recherche au CNRS, responsable de l'équipe EAU de l'OSUR (Université de Rennes 1). Il s'intéresse aux questions de transferts et de réactivité dans les milieux poreux industriels et naturels. Ses thèmes de recherche concernent notamment les questions d'interaction entre cours d'eau et aquifères en partenariat avec Zahra Thomas.

Hervé Andrieu est directeur de recherche au LCPC de Nantes (IFSTTAR), il est expert dans le domaine de l'hydrologie urbaine et l'étude des crues.

Gwénaëlle Carfantan est présidente du bureau d'études SETUR spécialiste des questions d'aménagement des territoires (urbanisme, gestion de l'eau, énergie, génie urbain, infrastructures et gestion de chantier).

Compétences requises

Le candidat devra montrer un réel intérêt pour les questions environnementales et la recherche. Il devra avoir été formé à l'expérimentation ou/et à la modélisation dans des filières telles que génie des procédés, génie civil, génie mécanique, modélisation mathématique, mécanique des fluides, hydrologie que ce soit dans une école d'ingénieurs ou à l'université.

Références

- Abu Ghunmi, L., et al. (2011), Grey Water Treatment Systems: A Review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(7), 657-698.
- ChristovaBoal, D., et al. (1996), An investigation into greywater reuse for urban residential properties, *Desalination*, 106(1-3), 391-397.
- Chu, J. Y., et al. (2004), Wastewater reuse potential analysis: implications for China's water resources management, *Water Research*, 38(11), 2746-2756.
- Dalahmeh, S. S., et al. (2011), Potential of organic filter materials for treating greywater to achieve irrigation quality: a review, *Water Science and Technology*, 63(9), 1832-1840.

- Dixon, A., et al. (1999), Water saving potential of domestic water reuse systems using greywater and rainwater in combination, *Water Science and Technology*, 39(5), 25-32.
- Egger, S. (2006), Determining a sustainable city model, *Environmental Modelling & Software*, 21(9), 1235-1246.
- Fletcher, T. D., et al. (2013), Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art, *Advances in Water Resources*, 51(0), 261-279.
- Friedler, E., et al. (2006), Comparative study of the microbial quality of greywater treated by three on-site treatment systems, *Environmental Technology*, 27(6), 653-663.
- Larsen, T. A., et al. (2009), Source Separation: Will We See a Paradigm Shift in Wastewater Handling?, *Environmental Science & Technology*, 43(16), 6121-6125.
- Li, F., et al. (2009), Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses, *Science of the Total Environment*, 407(11), 3439-3449.
- Li, Z., et al. (2010), Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland, *Desalination*, 260(1-3), 1-8.
- Maimon, A., et al. (2010), Safe on-Site Reuse of Greywater for Irrigation - A Critical Review of Current Guidelines, *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3213-3220.
- Nolde, E. (2005), Greywater recycling systems in Germany - results, experiences and guidelines, *Water Science and Technology*, 51(10), 203-210.
- Palmquist, H., and J. Hanaeus (2005), Hazardous substances in separately collected grey- and blackwater from ordinary Swedish households, *Science of the Total Environment*, 348(1-3), 151-163.
- Pincetl, S. (2012), Nature, urban development and sustainability – What new elements are needed for a more comprehensive understanding?, *Cities*, 29, Supplement 2(0), S32-S37.
- Pinto, U., et al. (2010), Effects of greywater irrigation on plant growth, water use and soil properties, *Resources Conservation and Recycling*, 54(7), 429-435.
- Winward, G. P., et al. (2008), A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse, *Ecological Engineering*, 32(2), 187-197.