

# PROJET DE RECHERCHE

## OCAPI

### OPTIMISATION DES CYCLES **C**ARBONE, **A**ZOTE ET **P**HOSPHORE EN **VILLE**

#### *Contexte*

Sur les deux derniers siècles, l'assainissement de l'agglomération parisienne a subi de profondes mutations. Le début du XIX<sup>ème</sup> siècle est caractérisé par la collecte des fosses en pied d'immeubles par des vidangeurs puis la fabrication d'engrais à partir de ces boues de vidange ; la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle est marquée par le développement du réseau d'assainissement pour sortir les excréments de la ville grâce à l'énergie de l'eau ; le début du XX<sup>ème</sup> siècle est marqué par l'extension des champs d'épandage permettant le retour à la terre des excréments de Paris ; la fin du XX<sup>ème</sup> siècle est caractérisé par le développement de stations d'épurations, de plus en plus complexes et de plus en plus nombreuses.

Quelles seront les caractéristiques de l'assainissement de l'agglomération parisienne au XXI<sup>ème</sup> siècle ? Il paraît aujourd'hui clair que les évolutions du XXI<sup>ème</sup> siècle seront principalement guidées par les contraintes de limitation de quantité d'énergie et de ressources disponibles ainsi que par le changement climatique, tant dans la nécessaire limitation de la contribution de l'agglomération au changement climatique que dans la nécessité de s'adapter au changement climatique déjà en cours. L'atteinte puis le maintien du bon état ou du bon potentiel écologique des cours d'eau qui traversent l'agglomération parisienne est aussi un enjeu majeur du XXI<sup>ème</sup> siècle, dans un contexte prévu d'augmentation de la population totale du Grand Paris et donc, nécessairement, de pression polluante accrue.

Or, la capacité du système d'assainissement de l'agglomération parisienne à s'adapter à ces nouvelles contraintes du XXI<sup>ème</sup> siècle ne paraît pas garantie. Ainsi, à titre d'illustration, la valorisation des ressources azotées contenues dans les excréments humains est peu effective aujourd'hui. Moins de 10% de l'azote entrant dans l'agglomération parisienne est effectivement valorisé par l'épandage des boues d'épuration. En outre, le système d'assainissement parisien consomme environ 10 MWh pour dénitrifier une tonne d'azote réactif contenue dans les eaux usées alors même que, en parallèle, les usines de synthèse d'engrais azoté consomment environ 10 MWh pour synthétiser une tonne d'azote réactif.

Avec la baisse attendue du débit de la Seine et l'augmentation de la population, le respect des directives européennes nécessitera d'améliorer encore nettement les rendements de l'épuration. Si le modèle actuel est prolongé, cette amélioration passera par une consommation d'énergie et de ressources encore plus grande et une valorisation des ressources azotées toujours aussi faible.

## *Porteurs du projet*

Face à ces enjeux, trois laboratoires franciliens se sont unis pour monter le projet de recherche OCAPI, Optimisation des Cycles Carbone, Azote et Phosphore en ville :

- le Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains (LEESU) ;
- le laboratoire Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les hydrosystèmes et les Sols (METIS) ;
- le laboratoire Géographie-Cités.

Le projet est soutenu financièrement par le Syndicat Interdépartemental d'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP), l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) et le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE). La participation de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN) est également en cours d'étude.

## *Objectifs*

Sur une durée de trois ans, l'objectif du projet OCAPI est d'explorer les voies possibles d'évolution du système d'assainissement de l'agglomération qui permettraient de faire face aux enjeux du XXIème siècle : maximiser la valorisation des ressources carbonées, azotées et phosphorées aujourd'hui présentes dans les eaux usées tout en limitant la consommation d'énergie et de ressources et l'impact environnemental du système d'assainissement.

Pour ce faire, il est proposé d'étudier les changements possibles à tous les maillons de la chaîne de l'assainissement. Le changement des modalités de traitement en station d'épuration est aujourd'hui le plus étudié et les perspectives d'optimisation à ce niveau seront analysées. Mais les autres maillons de l'assainissement peuvent aussi évoluer et de nombreuses recherches ont déjà été menées à l'étranger sur les possibilités de changement plus profond du paradigme de l'assainissement en explorant les voies de la séparation à la source des différents composants des eaux usées, principalement urines et fèces, et de leur niveau de gestion plus ou moins décentralisé.

En théorie, cette nouvelle conception de l'assainissement pourrait permettre une valorisation presque totale des ressources carbonées, azotées et phosphorées des eaux usées, des consommations énergétiques moindres, des rejets au milieu naturel très fortement réduits et des consommations d'eau plus faibles. Or, depuis les années 1990, des dizaines de projets ont vu le jour en Europe pour tester, en laboratoire ou dans des nouveaux quartiers d'habitation, ces paradigmes innovants de l'assainissement. Les résultats de ces expériences pionnières sont encourageants et, à partir des travaux engagés principalement par la Suisse, l'Allemagne, la Hollande et la Suède, les projets pilotes se multiplient à travers le monde.

Toutefois, l'implication de la recherche française sur cette thématique est presque inexistante et aucun projet de cette nature n'a encore été mis en œuvre en France. L'ambition du projet de recherche OCAPI est ainsi de permettre l'appropriation, en France, des 20 années de recherche déjà effectuées à l'étranger sur ce sujet.

Les 3 laboratoires participant au projet apportent chacun leurs compétences et leur expérience. En particulier, METIS dispose d'une solide expertise sur le fonctionnement des cycles biogéochimiques du carbone, de l'azote et du phosphore, le laboratoire Géographie-Cités est spécialisé en écologie territoriale et le LEESU est à pointe de l'hydrologie urbaine et des changements de paradigmes tels

qu'ils ont pu être opérés dans la gestion des eaux pluviales en ville par exemple. Ce projet permettra ainsi de caractériser les régimes de fonctionnement possibles des cycles carbone, azote et phosphore en ville et de rechercher les régimes optimaux au regard des contraintes liées aux ressources, à l'énergie et au climat.

Cette étude s'attachera également à analyser les leviers et les verrous de mutations des modalités de gestion des matières organiques en ville. Alors que le tri des déchets solides est désormais entré dans les moeurs et que la gestion à la parcelle des eaux pluviales par infiltration est désormais privilégiée, est-il envisageable que le modèle d'assainissement domestique urbain par traitement centralisé des eaux usées puisse évoluer, ou être complété, par cette nouvelle approche ? Quels peuvent être ses freins et leviers sociaux et politiques et sa faisabilité technique et économique ?

Si cette orientation s'avère prometteuse, ce projet de recherche pourrait permettre, in fine, de favoriser l'émergence et d'accompagner la réalisation d'un projet innovant en la matière sur de nouvelles habitations du Grand Paris.



## OCAPI

*OPTIMISATION DES CYCLES CARBONE,  
AZOTE ET PHOSPHORE EN VILLE*

