

Abatement des polluants prioritaires et émergents par charbon actif

Ronan Guilloussou *, Johnny Gasperi *, Julien Le Roux *, Romain Mailler **, Sébastien Pichon **, Vincent Rocher**

* Université Paris-Est, LEESU MA 102 – UPEC, 61 avenue du Général De Gaulle, 94010 Créteil Cedex

** SIAAP, Direction Développement et Prospective, 82 avenue Kléber, 92700 Colombes

Contacts : ronan.guilloussou@enpc.fr, gasperi@u-pec.fr, julien.le-roux@u-pec.fr, romain.mailler@siaap.fr

Contexte de l'étude

Réglementation micropolluants (pesticides, médicaments, etc.) dans l'eau en évolution (Directive Cadre sur l'Eau européenne, plan médicaments, etc.)

→ Exemple Suisse : obligation de traitement des micropolluants en sortie de station d'épuration

→ Programme de recherche sur la caractérisation des micropolluants dans les eaux usées et leur dynamique urbaine (LEESU et SIAAP, observatoire OPUR)

Phase 4 du programme OPUR (2012-2018) : **Projet CarboPlus, élimination d'une large gamme de polluants organiques par adsorption sur charbon actif** à l'échelle d'un pilote industriel (Mailler, 2015)

→ Pilote CarboPlus® (SAUR) mis en œuvre par le SIAAP sur la station d'épuration de Seine Centre

Adsorption sur charbon actif :

→ Technologie couramment employée pour la production d'eau potable mais **transférée depuis peu au domaine des eaux usées**

→ Connaissances sur les performances et processus d'abatement encore limitées

Projet CarboPlus 2 (2016-2019) articulé autour d'une double approche :

→ **Pilote industriel** de traitement des eaux usées par charbon actif en lit fluidisé avec **renouvellement du charbon en continu**

→ **Caractérisation des processus** (adsorption, cinétique, ozonation) en **laboratoire**



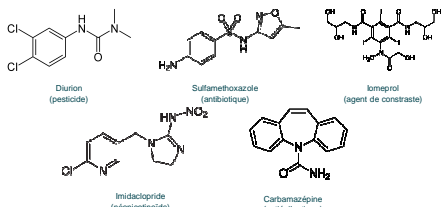
Objectifs de la thèse

Caractérisation fine des performances

Suivi analytique ciblé

→ Campagnes d'analyses pour 30 molécules (pesticides, médicaments, agents de contraste, néonicotinoïdes) :

- Sur l'ensemble de la **filière eau de la station de Seine-Centre** pour connaître la présence et le devenir des micropolluants et quantifier la part du pilote dans l'abatement des micropolluants
- Pour **différentes configurations du pilote** (granulométrie et gestion du charbon utilisé)



Utilisation d'outils de suivi innovants

→ Abattement des micropolluants corrélé avec abattement **absorbance UV à 254 nm** et **fluorescence 3D** (Mailler et al., 2016; Ziska et al., 2016) :

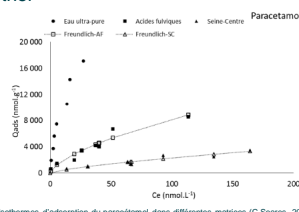
- **Outils rapides et peu coûteux** par rapport à des analyses chimiques classiques
- Possibilité de **suivi en continu** sur le pilote

→ **Screening non-ciblé** par spectrométrie de masse haute résolution pour suivre l'évolution globale des molécules organiques avant et après traitement (Merel et al., 2015)

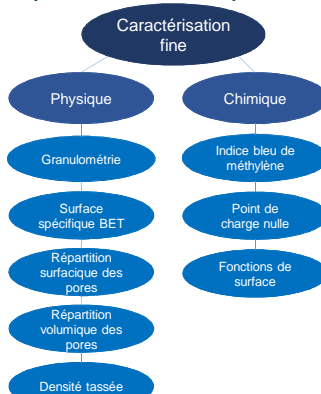
Etude des processus d'adsorption

Mieux cerner le phénomène d'adsorption

→ Relier les données d'**isothermes d'adsorption** (modèles de Langmuir, Freundlich, etc.) avec l'abattement des molécules observé sur le pilote industriel



→ **Quel est le lien entre les propriétés d'un charbon et ses performances d'adsorption ?**



Optimisation et exploitation du pilote

Influence du type de charbon

→ **Tests en laboratoire :**

- 7 charbons actifs en micro-grain (CA_μG) testés en batch et colonnes (fluidisation, efficacité et cinétique d'adsorption)
- Le plus prometteur est sélectionné pour le pilote industriel

| Charbon | Matériau précurseur | Activation | Granulométrie (μm) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|
| CycleCarb 305 | NA | NA | 400-600 |
| PC 1000-300 | Matière végétale | Physique (vapeur d'eau) | 150-300 |
| AquaSorb 2000 | Houille | Physique (vapeur d'eau) | 600-800 |
| AquaSorb 630 | Base minérale agglomérée | Physique (vapeur d'eau) | 300-500 |
| ReSorb MC | Base minérale agglomérée | AquaSorb 630 réactivé | 300-500 |
| Norit GAC 2442 | Houille ré-agglomérée | Physique (vapeur d'eau) | 350-550 |
| Norit REACT 2442 | Houille ré-agglomérée | Norit GAC 2442 réactivé | 350-550 |

Influence des conditions d'exploitation

→ Inertie du pilote sans renouvellement ni extraction du charbon pour identifier le **rôle du lit fluidisé sur l'adsorption des micropolluants**

Intérêt technico-économique de la pré-ozonation

→ Etude en laboratoire de l'oxydation des molécules par l'ozone

- **Ozone + charbon vs. Charbon seul**

Travaux à venir

Pilote :

- Fonctionnement avec le CA_μG sélectionné (étude en cours) à partir de juin jusqu'à fin décembre
- Campagnes d'analyse micropolluants sur la filière eau de la station d'épuration Seine-Centre entre septembre et décembre
- Charbon actif en grain (fluidisé et non-fluidisé) en 2018 pour comparer au CA_μG

Pré-ozonation :

- Tests en batch (avec analyses micropolluants) de différentes doses d'ozone puis de différentes doses de charbon
- Pré-ozonation en continu suivie de colonne d'essai avec charbon

Processus d'adsorption :

- Etude d'isothermes d'adsorption de 13 micropolluants obtenus en laboratoire et comparaison avec les performances du pilote vis-à-vis de ces molécules

Références :

Mailler, R., 2015. Devenir des micropolluants prioritaires et émergents dans les filières conventionnelles de traitement des eaux résiduaires urbaines (files eau et boues), et au cours du traitement tertiaire par charbon actif. Université Paris-Est.
 Mailler, R., Gasperi, J., Coquet, Y., Derome, C., Buleté, A., Vulliet, E., Bressy, A., Varrault, G., Chebbo, G., Rocher, V., 2016. Removal of emerging micropollutants from wastewater by activated carbon adsorption: Experimental study of different activated carbons and factors influencing the adsorption of micropollutants in wastewater. J. Environ. Chem. Eng. 4, 1102-1109.
 Merel, S., Anumol, T., Park, M., Snyder, S.A., 2015. Application of surrogates, indicators, and high-resolution mass spectrometry to evaluate the efficacy of UV processes for attenuation of emerging contaminants in water. J. Hazard. Materials 282, 75-85.
 Soares, C., 2016. Influence de la matière organique dissoute d'origine urbaine sur la spéciation des micropolluants : de la station d'épuration au milieu récepteur. Université Paris-Est.
 Ziska, A.D., Park, M., Anumol, T., Snyder, S.A., 2016. Predicting trace organic compound attenuation with spectroscopic parameters in powdered activated carbon processes. Chemosphere 156, 163-171.

