

Élimination de substances prioritaires et émergentes par les stations d'épuration domestiques

10 des 41 substances prioritaires, 17 substances pharmaceutiques parmi 38 et 8 autres substances organiques parmi 24 se retrouvent dans les eaux traitées à plus de 0,1 µg/L.

Les connaissances disponibles

Les stations d'épuration domestiques (STEP) n'ont pas été conçues pour traiter les micropolluants (substances prioritaires ou émergentes présentes en très faibles concentrations). Les informations de la littérature concernant leur élimination sont incomplètes et portent principalement sur le procédé boues activées. Peu de données sont disponibles pour les procédés comme la biofiltration, les filtres plantés de roseaux, les bioréacteurs à membranes immergées, les traitements tertiaires, techniques connaissant des développements techniques notables ces dernières années.

De plus, à l'exception des HAP, PCB et de certains métaux, le bilan complet du devenir des substances prioritaires ou émergentes dans les STEP n'est pas effectué en raison notamment des difficultés analytiques pour leur mesure dans les boues.

Des collaborations indispensables pour des objectifs ambitieux

En collaboration avec l'université de Bordeaux, Suez-Environnement et l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, et avec le soutien de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), le Cemagref a réalisé et coordonné le projet de recherche **AMPERES**¹ ayant pour objectifs de :

- maîtriser des méthodes analytiques pour les substances prioritaires et émergentes dans des matrices complexes (eaux usées / boues) ;
- quantifier les flux émis et les performances de traitement par les stations d'épuration ;
- identifier les traitements tertiaires prometteurs ;
- évaluer le risque associé aux usages ultérieurs de l'eau (milieu aquatique récepteur et production d'eau potable).



Évaluation des performances d'élimination de substances prioritaires et émergentes par les procédés de traitement des eaux usées et des boues

127 substances recherchées

Des échantillons d'entrée et de sortie de stations d'épuration, ainsi que des échantillons de boues et de retours en tête, ont fait l'objet d'analyses chimiques sur les fractions solides et liquides. Les substances suivantes ont été recherchées :

- 41 substances prioritaires DCE² ;
- 48 substances chimiques additionnelles comme d'autres métaux, produits de dégradation connus des détergents et pesticides, quelques autres substances d'intérêt récent (ex : triclosan, bisphénol A) ;
- 38 substances émergentes (33 produits pharmaceutiques et 5 hormones) choisies d'après les données de consommation française, les concentrations retrouvées dans les milieux aquatiques et leur toxicité connue.

21 stations d'épuration étudiées

Les travaux ont permis d'évaluer les performances d'élimination de :

- douze filières secondaires (boues activées aération prolongée, biofiltres, filtres plantés de roseaux, lits bactériens, biodisques, bioréacteurs à membranes immergées,...) ;

¹ AMPERES = Analyse de micropolluants prioritaires et émergents dans les rejets et les eaux superficielles (ANR PRECODD 2006-2009)

² Directive du Parlement Européen et du Conseil établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau (2008)

- six traitements tertiaires (oxydant ou filtrant) ;
- six types de filière boues.

Les apports du projet AMPERES

Du matériel de prélèvement spécifique

La méthodologie d'échantillonnage appliquée est basée sur le prélèvement d'échantillons moyens journaliers proportionnels au débit, conservés au froid, combiné à l'utilisation de matériel en verre et en Téflon, et un acheminement des échantillons vers les laboratoires dans un délai inférieur à 24h. Les prélèvements ont été réalisés par temps sec, pendant 2 à 3 jours consécutifs en semaine.

Flacons à destination des laboratoires (par point de prélèvement)



Appareil de chromatographie en phase liquide avec détection par spectrométrie de masse en tandem (LC-MSMS) pour l'analyse des médicaments et des pesticides



Échantillonneur automatique réfrigéré avec tuyau Téflon et flaconnage en verre

Des analyses robustes aux très faibles concentrations

Les développements ont porté sur l'optimisation des méthodes analytiques pour l'analyse des micropolluants ciblés dans des matrices complexes : eaux résiduaires (phase dissoute et matières en suspension) et boues. Les performances des méthodes ont été établies en terme de limite de quantification, rendement d'extraction, répétabilité et reproductibilité.

Des règles de calcul des rendements innovantes

Des procédures de consolidation des rendements calculés ont été établies pour gérer les cas où les concentrations sont inférieures aux limites de quantification (LQ) dans les eaux traitées, et afin de tenir compte, par exemple, des incertitudes plus élevées associées aux concentrations de micropolluants comprises entre 1 et 10 fois la LQ.

Contacts scientifiques (<http://cemadoc.cemagref.fr>)

Marina Coquery - marina.coquery@cemagref.fr

Jean-Marc Choubert - jean-marc.choubert@cemagref.fr

UR Milieux Aquatiques, Écologie et Pollutions, Lyon
3 bis quai Chauveau - CP 220 69336 Lyon cedex 09
Tél. 04 72 20 87 87

Ces règles se démarquent de celles utilisées pour les paramètres majeurs.

Élimination par les filières secondaires – Cas des boues activées aération prolongée

50 % des substances quantifiées en entrée de station d'épuration sont éliminées à plus de 70 %. Certaines sont biodégradées (triclosan, hormones, analgésiques), d'autres sont adsorbées sur les boues (HAP et métaux comme Hg, Ni, Cu, Cr, Zn, Cd, Pb). De nombreuses substances sont éliminées grâce aux deux mécanismes (pentabromo-diphényléther, trichlorobenzène, DEHP, alkylphénols, plusieurs pharmaceutiques).

Plusieurs substances ne sont pas affectées par le passage à travers les procédés biologiques (rendement < 30 %). Ex. : pesticides polaires (glyphosate, diuron), pharmaceutiques (carbamazépine, diclofénac, propranolol, sotalol), acide nonylphénoxyacétique, produit par oxydation biologique des alkylphénols et AMPA (dégradation glyphosate et détergents).

Élimination par les procédés tertiaires

Rendement < 20 % pour les procédés classiques d'affinage (décantation rapide, filtration sur sable, lagunage de finition) pour la majorité des substances.

Rendement > 70 % pour les procédés avancés comme l'ozonation, la filtration sur charbon actif et l'osmose inverse, assurant un traitement complémentaire de pesticides et composés pharmaceutiques polaires généralement mal retenus par les procédés biologiques. Quelques substances subsistent à des concentrations d'environ 1 µg/L comme l'AMPA ou l'acide nonylphénoxyacétique. Aucune amélioration de rendement n'a été observée pour les métaux hormis avec l'osmose inverse.

En savoir plus / Projets en cours

<https://projetamperes.cemagref.fr/>

<http://www.aquaref.fr> (groupes techniques échantillonnage / conditionnement)

ARMISTIQ : Amélioration de la réduction des micropolluants dans les stations de traitement des eaux usées domestiques (soutien ONEMA)

ECHIOBIOTEB : Méthodologies innovantes pour l'analyse chimique et biologique des substances des eaux traitées et boues (ANR ECOTECH 2010)