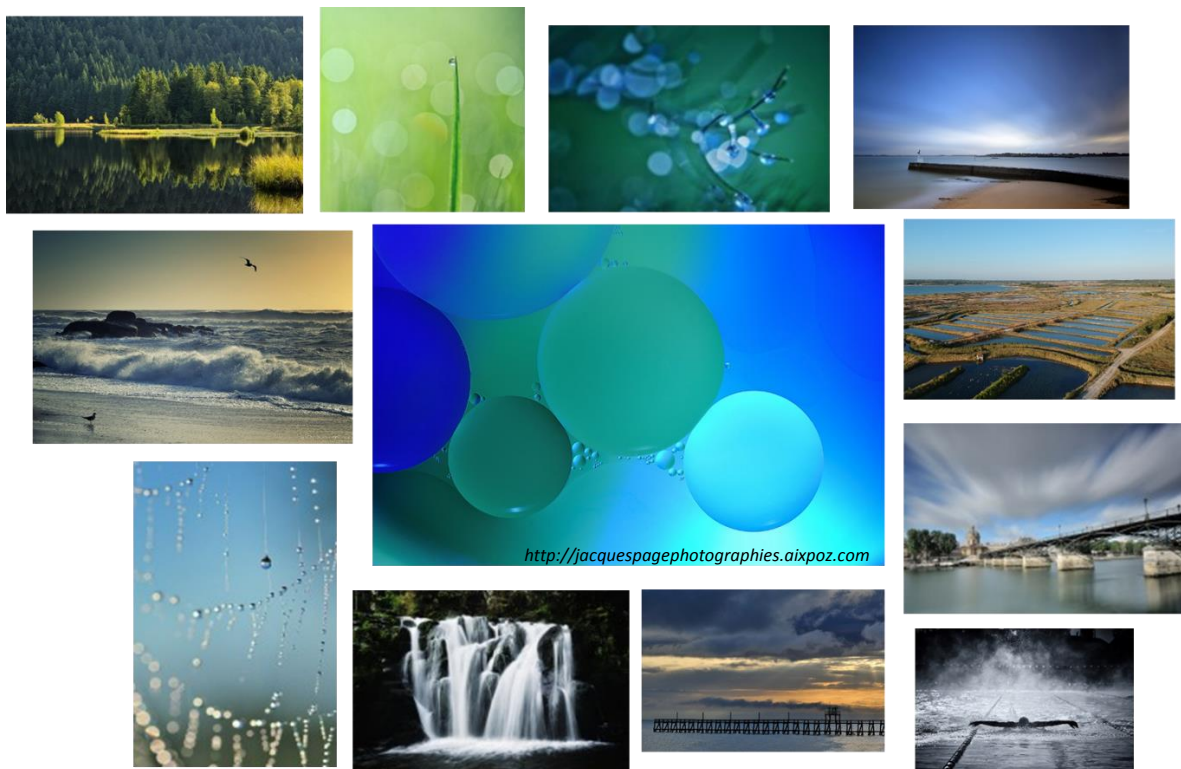


**SECONDE EDITION**  
**Colloque Pluridisciplinaire**  
**Eau, Santé et Environnement**  
**22 & 23 Novembre 2018**



Bâtiment Etoile - Campus de l'Institut Mines-Télécom-Evry  
Institut Mines-Télécom Business School et Telecom SudParis  
9 rue Charles Fourier, Evry  
[colloque.eau2018@gmail.com](mailto:colloque.eau2018@gmail.com)



université  
PARIS-SACLAY



Evry | sciences  
Sénart | et innovation

université  
PARIS-SACLAY

DÉPARTEMENT  
Chimie





# Introduction

En raison du grand succès de la première édition du colloque Eau, Santé et Environnement, qui s'est déroulée le 8 et 9 juin 2017 à Evry, et en réponse à une forte demande des participants, nous avons estimé qu'il était très important de pérenniser cet évènement pluridisciplinaire.

L'objectif d'un tel évènement est de développer et de renforcer les liens de coopérations entre scientifiques de différents horizons sur le thème commun de l'eau. Ainsi, des biologistes, des chimistes, mais aussi des collègues des sciences humaines et sociales, des sciences de gestion et des sciences juridiques, auront l'opportunité d'échanger leurs points de vue sur les problématiques posées par la gestion de l'eau en lien avec l'environnement et les conséquences sur la santé publique.

Lors de cette seconde édition, l'accent sera mis sur les enjeux de l'eau potable, l'urbanisme et la maîtrise des risques, l'impact environnemental des microbiotes et micro-contaminants, et les solutions alternatives pour traiter et suivre la pollution. La diversité des intervenants se veut également géographique, avec une dimension locale, au travers de la présence d'invités de l'agence régionale de santé, de collectivités territoriales de la région Ile-de-France, sans oublier la dimension nationale et internationale. Dans cette perspective, les intervenants viendront d'universités, de centres de recherches nationaux et internationaux, mais aussi d'entreprises et de start-up. Ils exposeront leurs points de vue sur la problématique de l'eau, sa gestion responsable, et présenteront de nouvelles (bio)technologies potentielles pour faire face à la pollution avec une perspective durable et d'économie circulaire.

Enfin, le colloque se veut formateur et pédagogique pour nos étudiants de Licence, Master et Doctorat. Ils pourront ainsi saisir l'occasion de présenter leurs travaux sous forme de communications par Poster avec une présentation à l'oral (Flash Poster), mais aussi de construire leurs réseaux pour des stages, des projets de thèses et contrats post-doctoraux.

## **Le comité scientifique et d'organisation**

**Abdelghani Sghir**, Professeur, Université Evry-Paris-Saclay, CEA,  
Institut de Biologie François Jacob, Genoscope

**Sophie Peulon-Page**, Chercheur CNRS, Université Evry-Paris-Saclay

**Caroline Cannizzo**, MCF, Université Evry-Paris-Saclay

**Anne Pensel**, Ingénieur Etudes CNRS, Université d'Evry-Paris-Saclay

**Inscription** : [colloque.eau2018@gmail.com](mailto:colloque.eau2018@gmail.com)

**Contacts** : [sghir@genoscope.cns.fr](mailto:sghir@genoscope.cns.fr) / [sophie.peulon@univ-evry.fr](mailto:sophie.peulon@univ-evry.fr)





# Sommaire

<b>Programme</b>	<b>page 7</b>
<b>Conférences plénières et thématique</b>	<b>page 11</b>
<b>Communications orales</b>	<b>page 19</b>
<b>Communications par affiches</b>	<b>page 45</b>
<b>Notes</b>	<b>page 63</b>





## PROGRAMME

### PREMIERE JOURNEE

*8h30 Café – Accueil*

**+/- 9h00 Ouverture/Introduction**

Le Président de l'Université d'Evry-Paris-Saclay **Patrick CURMI** ~10 min

Le Directeur général de Génopole et Président de l'ESSI **Jean-Marc GROGNET** ~ 10min

**Abdelghani SGHIR**, Professeur, Université d'Évry-Paris-Saclay, pour le comité d'organisation de l'évènement

**9h30**

### Conférence plénière

*« Nouveaux défis et nouveaux enjeux pour le cycle des usages de l'eau »*

**Yves Levi**, Faculté de Pharmacie, Université Paris-Saclay.

**10h30**      *Pause-café*

### SESSION I : Eau potable : Enjeux

11h00 Présentation 1 – « *La protection de l'eau douce en droit international* », **Raya Marina Stephan**, Consultante, International Water Law expert.

11h30 Présentation 2 – « *Les eaux minérales naturelles : quelles spécificités par rapport aux autres eaux de boisson ?* », **Lodovico Di Gioia**, Danone Water Science & Technology.

12h00 Présentation 3 – « *Les eaux destinées à la consommation humaines dans le département de l'Essonne : préservation de la ressource aquatique jusqu'à la production d'eau potable* », **Catherine Beaubestre et Gaëtan Abrial**, Agence Régionale de Santé.

*Posters : Présentation Flash.*

**12h45**      *Buffet*

## SESSION II : Urbanisme & Maitrise du risque

14h00 Présentation 1 – « Réflexion sur les valeurs seuils imposées par la réglementation : quel rationnel ? Quelle justification scientifique ? Quel impact sur la gestion des contrôles de l'eau ? Quelle conduite à tenir en fonction de quels risques ? », **Didier Lecointe, Centre Hospitalier Sud-Francilien.**

14h30 Présentation 2 – « *Recrudescence des cas de Légionellose en 2018 : quel est le rôle de l'ARS, entre investigations et prévention des risques sanitaires liés aux légionelles ?* », **Cécilia Houmaire et Florence Pokrzywa, Agence Régionale de Santé.**

15h00 Présentation 3 – « *La qualité des eaux résiduaires issues des STEP, les limites technologiques* », **Françoise Lucas, Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains, Université Paris-Est Créteil.**

15h30 Présentation 4 – « *Evaluation de l'efficacité des produits de traitement de l'eau vis-à-vis de Legionella pneumophila, une étape clé dans la constitution des dossiers d'autorisation de mise sur le marché* », **Nathalie Garrec, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Nantes**

**16h00**            **Pause-café – Posters**

**16h30**

### Conférence thématique

*« Micro-contamination et STEP : efficacité des filières de traitement des eaux, contamination des boues et nouveaux outils de suivi. »*

**Vincent Rocher, SIAAP**

## SESSION III : Impact Environnemental - Microbiotes et Microcontaminants

17h10 Présentation 1 - « *L'efficacité des procédés de traitement des boues et autres déchets organiques sur le devenir des contaminants organiques et impact sur le devenir des contaminants dans le continuum sol/eau/plante.* », **Dominique Patureau, INRA, Narbonne.**

17h40 Présentation 2 – « *Analyse à haut débit du microbiote épuratoire des eaux usées domestiques, cinétique d'implantation et dynamique des populations.* », **Jean-Jacques Pernelle, Irstea, Antony.**

18h10 Présentation 3 - « *Les nouvelles lignées microbiennes non cultivables dans les boues d'épuration biologiques.* », **Abdelghani Sghir, Université Evry-Paris-Saclay, Institut François Jacob, CEA-Genoscope, Evry.**

18h40 Présentation 4 – « *Les partenariats internationaux outils pour la réalisation du droit à l'eau.* », **Gustavo Fernandes Meireles, Juriste, Université Paris-Saclay.**

**19h10**      **Table Ronde / Cocktail**

## **SECONDE JOURNEE**

**8h30** *Café – Accueil*

### **SESSION IV : Suivi et Solutions Alternatives**

**9h00**

#### **Conférence plénière**

*" Cycle de l'eau à l'échelle du bâtiment et de sa parcelle : maîtrise de la ressource, usages et prévention des risques "*

**Anthony Couzinet, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Nantes.**

10h00 Présentation 1 – « *L'électrochimie, une méthode formidable pour développer des traitements innovants pour la dépollution des eaux ?* », **Anne Pensel et Sophie Peulon, CNRS, UMR 8587, Université Evry-Paris-Saclay.**

#### ***Posters-Présentation Flash.***

**10h45**      ***Pause-café***

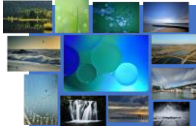
11h15 Présentation 2 – « *Développement de dispositifs électrochimiques pour la détection de polluants variés.* », **Caroline Cannizzo et Sophie Peulon, UMR 8587 CNRS-Université Evry-Paris-Saclay.**

11h45 Présentation 3 – « *Diversité des gènes de résistance aux antibiotiques le long du cycle de l'eau : Efficacités et impacts des traitements de l'eau résiduaire et potable* », **Sophie Courtois, Suez Environnement.**

12h15 Présentation 4 – « *Quels indicateurs de performances pour une ressource rare : l'eau ?* », **Salaheddine Arif. IUT, Université Evry-Paris-Saclay.**

**12h45**      ***Conclusion & Remise des prix posters autour d'un cocktail***





Seconde édition Colloque Eau, Santé et Environnement  
22 et 23 Novembre 2018, Evry

## Conférences plénières et thématique





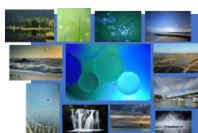
## **Nouveaux défis et nouveaux enjeux pour le cycle des usages de l'eau**

Yves Lévi

*Université Paris Sud, Faculté de Pharmacie*

*UMR 8079, CNRS, AgroParisTech*

Le cycle des usages de l'eau a toujours été un élément fondamental du développement mais également un facteur de pression sur l'environnement. Cette ambivalence s'est accentuée avec les progrès de la connaissance sur les effets écologiques et sanitaires des transferts de contaminants et les besoins croissants des sociétés. Nouveaux contaminants chimiques, gestion des sols, développement d'une écologie microbienne à risques, matériaux nouveaux ou anciens induisant des relargages, stockages favorisant des dégradations, utilisation croissante des eaux usées sont quelques exemples marquants. Une part de l'humanité a pris conscience des enjeux des gestions quantitatives et qualitatives des masses d'eaux utilisées. Si les besoins financiers sont naturellement fondamentaux pour résoudre de nombreux problèmes à l'aide de solutions technologiques existantes, d'autres exigent des recherches avancées notamment dans les domaines de l'épidémiologie, des biocapteurs, des matériaux innovants, de la sociologie. Il est devenu évident, pour les plus lucides, que le changement climatique est un défi universel pour la planète. Il est grand temps que le défi de la dégradation des masses d'eaux soit également perçu à ce niveau.



## **Micro-contamination et station d'épuration : efficacité des filières de traitement des eaux, contamination des boues et nouveaux outils de suivi.**

Projet coordonné par Vincent Rocher<sup>1</sup>, Sam Azimi<sup>1</sup> et Johnny Gaspéri<sup>2</sup>

R. Mailler<sup>1</sup>, C. Briand<sup>1</sup>, P. Mèche<sup>1</sup>, S. Pichon<sup>1</sup>, S. Guérin-Rechdaoui<sup>1</sup>, R. Moilleron<sup>2</sup>, G. Varrault<sup>2</sup>, G. Chebbo<sup>2</sup>, D. Patureau<sup>3</sup>, E. Vulliet<sup>4</sup>, A. Buleté<sup>4</sup>, A. Bergé<sup>4</sup>, F. Nauleau<sup>5</sup>, Y. Coquet<sup>5</sup>, G. Renaud<sup>5</sup>, G. Bord<sup>6</sup>, L. Boursault<sup>6</sup>, Ph. Sauvignet<sup>6</sup>, S. Baig<sup>7</sup>, G. Lemkine<sup>8</sup>, D. Du Pasquier<sup>8</sup>, A. Féraudet<sup>8</sup>, A. Marconi<sup>9</sup>, L. Paulic<sup>9</sup>

<sup>1</sup>SIAAP, Direction Innovation Environnement

<sup>2</sup>LEESU, Laboratoire, Eau, Environnement et Systèmes Urbains

<sup>3</sup>INRA, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement

<sup>4</sup>CNRS-ISA, Institut des Sciences Analytiques

<sup>5</sup>STEREAU-SAUR / <sup>6</sup>VEOLIA / <sup>7</sup>SUEZ

<sup>8</sup>WATCHFROG / <sup>9</sup>VIGICELL

La Directive Cadre sur l'Eau demande aux états membres de l'Union Européenne de restaurer le bon état écologique (biologique et physico-chimique) des eaux souterraines et superficielles. Pour atteindre ce bon état, des efforts importants sont consentis depuis de nombreuses années pour diminuer les rejets urbains de temps de pluie et pour accroître l'efficacité des filières de traitement des eaux usées par temps sec, notamment par l'intégration d'ouvrages de traitement biologique de l'azote. Ces améliorations ont conduit à une diminution sensible et quantifiable des flux de nutriments et microorganismes introduits dans le milieu naturel. Ces actions d'aménagement et de modernisation des infrastructures permettent aussi de réduire les apports de micropolluants organiques et minéraux dans le milieu récepteur. En effet, les ouvrages de traitement physico-chimique et biologique des eaux usées permettent d'éliminer via différents processus (piégeage par sédimentation, biodégradation, volatilisation, etc.) une part significative des micropolluants présents dans les eaux résiduaires urbaines. En particulier, les traitements conventionnels physico-chimiques ou biologiques éliminent efficacement les micropolluants hydrophobes, volatiles et facilement biodégradables. Mais, en dépit des performances des filières de traitement conventionnelles, les eaux de rejet véhiculent encore des traces de micropolluants. En particulier, les résidus médicamenteux, les pesticides et les produits de soin corporel restent détectables dans les rejets de station d'épuration. Compléter les filières de traitement actuelles par des traitements tertiaires, basés sur les propriétés de sorption du charbon actif et/ou les propriétés oxydantes de l'ozone, constitue une solution envisageable pour éliminer les micropolluants résiduels encore présents dans les rejets de STEP. La micro-contamination des boues résiduaires urbaines constitue également une problématique émergente. Une partie des micropolluants éliminés de la colonne d'eau est transférée dans les boues. La question de leur comportement lors du traitement des boues devient donc centrale.

Dans ce contexte, le SIAAP et le LEESU, en collaboration avec leurs partenaires académiques (CNRS-ISA, INRA, etc.) travaillent depuis près de 10 ans à l'amélioration des connaissances sur le comportement des micropolluants le long des filières de traitement des eaux et des boues. Il s'agit (1) de cerner les limites et les performances des filières de traitement des eaux actuelles vis-à-vis d'une large gamme de micropolluants, (2) d'étudier l'efficacité des traitements tertiaires qui pourraient à moyen terme venir compléter les filières actuelles et (3) mieux appréhender le devenir des micropolluants dans les files de traitement des boues. Cette présentation dresse un bilan de l'état d'avancement des actions menées sur ces trois champs.

Parallèlement à ces suivis de la contamination chimique le long des filières de traitement, une attention particulière a été portée sur les outils d'évaluation de la toxicité des effluents urbains. Plus précisément, le SIAAP, Watchfrog et Vigicell travaillent depuis plusieurs années sur l'utilisation de bio-indicateurs pour suivre les performances des stations d'épuration (STEP). Divers modèles biologiques ont été testés sur les effluents de STEP (bactéries, algues, champignons, larves de têtards et d'alevins), depuis les eaux brutes jusqu'aux eaux de rejet ayant subi des traitements tertiaires. Cette présentation discute de l'intérêt de ces modèles biologiques pour évaluer les performances des traitements sur les stations d'épuration.



## Gestion du cycle de l'eau à l'échelle du bâtiment et de sa parcelle : maîtrise de la ressource, usages et prévention des risques.

Anthony Couzinet

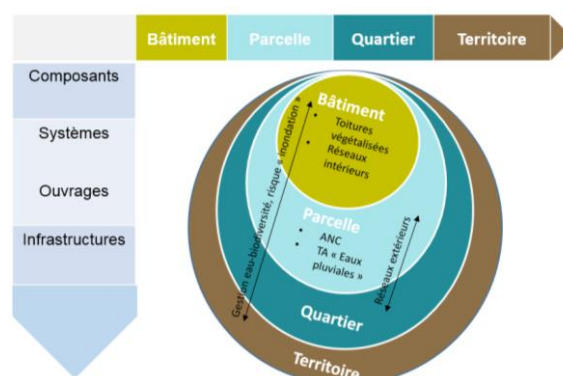
*CSTB - 11 rue Henri Picherit - BP 82341 - 44323 Nantes Cedex 3*

Si l'adaptation au changement climatique place le secteur du bâtiment face à une prise de conscience énergétique et environnementale, elle révèle par ailleurs la nécessité d'établir des approches systémiques et des logiques d'échelles et d'impacts qui en découlent.

La gestion du cycle de l'eau à l'échelle du bâtiment et de sa parcelle n'échappe pas à ce constat et ne peut être appréhendée que sous le seul prisme d'un flux traversant le bâtiment.

Par ses missions d'appui aux politiques publiques (maîtrise des risques, social et économique, sanitaire, énergétique et environnementale, intégrabilité numérique) et de support à l'innovation pour le secteur du bâtiment, le CSTB a anticipé ces approches d'échelles et contribué à leur développement.

En repositionnant les problématiques de la gestion de l'eau au sein du bâtiment dans le cadre plus large de leur intégration environnementale et urbaine, le CSTB a résolument organisé ses recherches afin de mieux appréhender les interactions entre systèmes et échelles, du point de vue tant socio-économique que technique.



**Figure 1** : Approche intégrée du cycle de l'eau : échelles et enjeux

Au sein du bâtiment, l'eau est transportée, utilisée et transformée par des équipements complexes qui sont des ouvrages intégrés ou des éléments d'ouvrages. Ces équipements

doivent garantir la qualité et la sécurité de la construction dans le respect des enjeux environnementaux (restitution à l'environnement, dépollution...), sanitaires (qualité de l'eau, risques chimiques et microbiens), de sécurité (fuites, inondations...) et sociétaux, en particulier, en lien avec l'acceptabilité des nouvelles pratiques liées à de nouveaux usages de l'eau.

La question de l'eau dans le bâtiment ne peut plus être abordée seulement sous l'angle de l'efficacité intrinsèque d'un type d'équipement, d'une fonction ou d'un mode de gestion.

Les interactions entre les différentes échelles territoriales (du bâtiment au territoire, cf. figure 1) et les différents enjeux du composant à l'infrastructure doivent être prises en compte, dans une démarche systémique, pour mieux cerner l'ensemble des impacts qui en découlent (énergie, environnement/biodiversité, santé ou changement climatique).

Cela implique de considérer le bâtiment et sa parcelle comme un système ouvert caractérisé par un ensemble de flux entrants (eau d'adduction, eau de pluie et eau d'inondation de manière exceptionnelle), un ensemble d'usages, à l'origine parfois, de boucles de réutilisation (récupération de l'eau de pluie, réutilisation des eaux grises, eaux alternatives) et un ensemble de flux sortants (épuration et retour vers le milieu naturel). Finalement, ce système doit contribuer à la cohérence territoriale globale entre urbanisme, gestion de l'eau et biodiversité.

Pour consolider la gestion durable de l'eau à l'échelle bâtiment et de sa parcelle et en connexion avec les autres échelles territoriales, il convient alors de :

- Renforcer la dimension sanitaire pour encadrer les nouvelles pratiques de gestion l'eau,
- Rechercher la meilleure intégration technique des solutions innovantes autour de la gestion de l'eau, dans le respect des règles constructives, dans une logique de développement durable (ACV, analyse coûts/bénéfice...) et en faveur de la biodiversité (ex. usage d'eaux alternatives pour le maintien de l'activité biologique des toitures et murs végétalisés),
- Rationaliser l'impact énergétique et environnemental des ouvrages publics notamment la récupération de l'énergie fatale, l'amélioration des performances du patrimoine public existant par des stratégies de réhabilitation exemptées de risques sanitaires (réseaux d'assainissement et d'adduction d'eau) et l'incorporation généralisée de matière recyclée dans les ouvrages neufs en évitant les émissions chimiques dans l'eau.
- Réduire les flux d'eau et les flux de polluants (émissions par les produits de construction...) par une gestion à la source favorable à l'augmentation de la biodiversité terrestre et de la limitation des inondations.

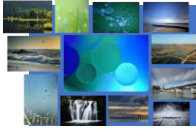




Seconde édition Colloque Eau, Santé et Environnement  
22 et 23 Novembre 2018, Evry

## Communications Orales





## **La protection de l'eau douce en droit international**

Raya Marina Stephan

*Juriste, Consultante*

*Experte en droit de l'eau*

Le droit international de l'eau organise la protection quantitative et qualitative uniquement pour les eaux douces partagées entre deux ou plusieurs Etats. Ces principes sont codifiés dans trois instruments s'appliquant à l'échelle globale : la Convention sur le droit relatif à l'utilisation des cours d'eaux internationaux à des fins autres que la navigation (1997), la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux (1992), et le projet d'articles relatif au droit des aquifères transfrontières (2008). Ces principes ont d'abord été développés pour les eaux de surface, et ont été étendu plus tard aux eaux souterraines et aux aquifères. Deux autres instruments concernent la protection des eaux à l'intérieur des frontières d'un Etat, mais dans un domaine bien limité : il s'agit du Protocole relatif à l'eau et à la santé (1999) et la Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Ramsar) (1971). L'application des principes énoncés par le droit international demeure tributaire du cadre juridique interne du droit de chaque Etat.



## Les eaux minérales naturelles : quelles spécificités par rapport aux autres eaux de boisson ?

Lodovico DI GIOIA

*Danone Nutricia Research*

*Centre Daniel Carasso, avenue de la Vauve, RD128, 91767 Palaiseau*

Les Eaux Minérales Naturelles (EMN) sont définies réglementairement par quatre principaux critères clés (Blavoux et Moreau, 2012)<sup>[1]</sup> : (1) L'origine souterraine de l'eau ; (2) La stabilité des éléments physico-chimiques essentiels ; (3) L'absence de traitement chimique ou de stérilisation ; (4) La pureté originelle.

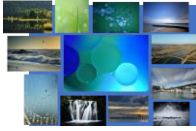
Le métier de minéralier consiste avant tout à connaître et protéger les hydrosystèmes naturels exploités pour l'embouteillage. L'identification précise de la zone d'infiltration de l'eau qui alimente l'aquifère et le suivi des bilans hydriques sont les actions fondamentales permettant de garantir à long terme la qualité et la durabilité de la ressource. Cette connaissance facilite la mise en place de mesures de protection au niveau de l'impluvium<sup>[2]</sup>. Une étude réalisée par l'Université de Bordeaux sur 6 classes de contaminants organiques dans les eaux embouteillées Françaises a montré que ces mesures de protection sont efficaces<sup>[3]</sup>. La pluie et la neige n'étant pas exemptes de contaminants, ce sont les processus physico-chimiques et microbiologiques naturels dans le sous-sol qui purifient l'eau.

Ceci diffère du métier de fourniture d'eau potable, qui consiste à potabiliser de grands volumes d'eau en utilisant les ressources en eau disponible à proximité des zones de consommation, en adaptant les traitements à la qualité de la ressource et en contrôlant le risque microbiologique par la chloration de l'eau avant distribution dans le réseau.

[1] Blavoux, B., Moreau, A. 2012. Définition et réglementation des usages de l'eau minérale naturelle. *Géologues*, 175, 5

[2] Lachassagne, P., Rouquet, S., Beley, J.J., Augros H., Le Hec C., Perfetti J.C. 2012. Eaux Minérales Naturelles embouteillées par Danone : des périmètres sanitaires d'émergence à la gestion territoriale des impluviums. Exemple des politiques de protection menées à Volvic, notamment dans le domaine forestier. *Géologues*, 175, 71

[3] Le Coadou L., Le Ménach K., Labadie P., Dévier MH., Pardon P., Augagneur S., Budzinski H. 2017 : Quality survey of natural mineral water and spring water sold in France: Monitoring of hormones, pharmaceuticals, pesticides, perfluoroalkyl substances, phthalates, and alkylphenols at the ultra-trace level. *Science of the Total Environment*, 603–604, 651



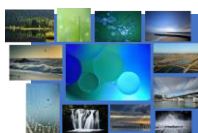
## **Les Plans de Gestion de Sécurité Sanitaire de l'Eau**

Gaëtan ABRIAL et Catherine Beaubestre

*Agence Régionale de Santé*

Les plans de gestion de sécurité sanitaire de l'eau sont une démarche qualité d'un point de vue qualitatif et quantitatif pour l'eau destinée à la consommation humaine.

L'Organisation mondiale de la santé, par sa directive de 2011, 4<sup>ème</sup> édition, introduit cette approche globale qui vise à garantir en permanence la sécurité sanitaire de l'approvisionnement en eau potable.



**Eaux des établissements de santé : réflexion sur les valeurs seuils imposées par la réglementation. Quel rationnel ? Quelle justification scientifique ? Quel impact sur la gestion des contrôles de l'eau ? Quelle conduite à tenir en fonction de quels risques ?**

Didier Lecointe

*Unité Fonctionnelle d'Hygiène Hospitalière et de Lutte contre les Infections Nosocomiales,  
Centre Hospitalier Sud Francilien*

Les eaux des établissements de santé comprennent les eaux bactériologiquement maîtrisées, les eaux pour soins standard et les eaux du service d'endoscopie [1]. Certains référentiels incluent d'autres types d'eau, dont les eaux à usage alimentaire, l'eau chaude, l'eau des piscines de rééducation, des bains à remous et des douches à jets, et les eaux pour hémodialyse [2]. Leur contrôle microbiologique comprend plusieurs paramètres différant selon les typologies. Le dénombrement des micro-organismes revivifiables est effectué après incorporation ou filtration sur membrane puis incubation à 36°C ou 22°C alors que celui des micro-organismes revivifiables à 30°C, du *Pseudomonas aeruginosa* ou des coliformes totaux l'est uniquement après filtration sur membrane. Un niveau cible, d'alerte et d'action existent pour chaque paramètre, permettant de statuer sur la conformité du type d'eau contrôlé. Ces niveaux ont été définis sur des avis d'experts, alors que les connaissances sur les relations dose-effet selon les conditions d'exposition n'étaient pas très développées. La réalisation d'une démarche complète d'évaluation du risque selon tous les critères habituels et donc l'éventuelle fixation de valeurs maximales admissibles pour les différents types d'eaux était donc difficile. La justification scientifique de certains niveaux reste donc à établir. Cette incertitude nous a amené à évaluer la non-conformité du paramètre le plus souvent non conforme, le dénombrement des micro-organismes revivifiables après incubation à 36°C des eaux pour soins standard.

Sur la période allant du 1er janvier 2016 au 14 octobre 2018, 1 286 valeurs ont été enregistrées, dont 886 étaient  $\leq 10$  UFC/mL donc conformes au niveau cible (68,90%), 224 étaient entre 11 et 100 UFC/mL donc au niveau d'alerte (17,42%), et 176 étaient  $> 100$  UFC/mL donc au niveau d'action. Quatre cent valeurs (31,10%) étaient donc non conformes. En dépit de ces proportions élevées, aucune épidémie ou infection liée à l'environnement n'ont été constatées durant la même période.

Ces données préliminaires suggèrent que la valeur choisie pour la borne supérieure du niveau cible est inappropriée et entraîne la mise en œuvre de contrôles non justifiés, générateurs de surcoûts pour l'établissement. La justification scientifique de chaque niveau ne pouvant être établie qu'à l'aide d'une étude multicentrique, nous proposons dans un premier temps d'établir une carte de contrôle de chaque paramètre pour chaque réseau d'eau, en calculant la moyenne et les écarts-types. La moyenne correspondrait au niveau cible, sa valeur additionnée de deux écarts-types au niveau d'alerte et celle additionnée de trois écarts-types

au niveau d'action. Cette organisation permettrait de rationaliser la vigilance environnementale de l'établissement de santé sans engendrer de surcoût.

[1] Cofrac LAB GTA 23. Guide Technique d'Accréditation - Analyses microbiologiques des eaux. Révision : #02. 2017, 19 pages.

[2] Ministère de la santé. [L'eau dans les établissements de santé : guide technique. 2005, 115 pages.](#)



## **Recrudescence des cas de légionellose en 2018 : quel est le rôle de l'ARS, entre investigations et prévention des risques sanitaires liés aux légionelles ?**

Cécilia HOUMAIRE et Florence POKRZYWA

*ARS Délégation de l'Essonne*

En Ile-de-France, on note une augmentation importante de cas de légionellose depuis le début de l'année 2018 qui concerne tous les départements de la région. Ainsi, du 1<sup>er</sup> janvier au 30 juin 2018, 195 cas de légionellose sont survenus chez des personnes résidant en Ile-de-France alors que seulement 68 cas étaient survenus sur la même période en 2017 et 70 en 2016. Cette augmentation a été nettement plus marquée depuis le début du mois de juin de cette année dans la région.

Ainsi, dans ce contexte épidémiologique, il est indispensable de comprendre l'organisation de la surveillance des cas de légionellose, le rôle de l'ARS, le suivi des investigations environnementales, les mesures de prévention à mettre en œuvre au sein des différents établissements (EHPAD, établissements recevant du public, etc ...) mais également au sein des immeubles ayant une production d'eau chaude collective.



## **La qualité des eaux résiduaires issues des stations d'épuration, les limites technologiques.**

Françoise Lucas<sup>a</sup>

*<sup>a</sup>LEESU- Université Paris-Est Créteil, Faculté des Sciences et Technologie, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex, France*

Les stations d'épuration (STEP) sont initialement conçues pour réduire les macropolluants tels que l'azote, le carbone, le phosphore et les matières en suspension. Elles ne sont donc pas prévues pour éliminer les microorganismes, et généralement les eaux usées issues des rejets de STEP contiennent un ensemble de micro-organismes pathogènes qui peuvent poser un risque potentiel pour la santé humaine et animale. Les traitements primaires et secondaires peuvent atteindre un abattement des bactéries indicatrices de contamination fécale allant jusqu'à 99 %. En fonction des concentrations en microorganismes présentes dans les eaux usées brutes arrivant à la STEP, ce niveau d'élimination peut s'avérer insuffisant pour atteindre une qualité microbiologique suffisante pour certains usages de l'eau. En effet, ces dernières décennies il est très fortement question de réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation ou la potabilisation, et d'ouvertures de baignades dans des eaux continentales recevant des rejets de STEP. Afin d'obtenir des effluents de qualité microbiologique suffisante pour ces types d'utilisation, l'addition d'un traitement de désinfection ou d'autres traitements tertiaires perfectionnés peut s'avérer nécessaire. Le suivi de la qualité microbiologique des eaux rejetées par les STEP n'est pas obligatoire au regard de la législation, toutefois il est souvent réalisé par les gestionnaires en se basant sur le suivi d'indicateurs bactériens et viraux de contamination fécale. Ce suivi se fait à l'aide de méthodes de culture réglementaires, et plus rarement à l'aide de méthodes moléculaires avec les limites associées à ces deux approches. Améliorer notre connaissance sur l'efficacité des procédés de traitement des stations d'épuration envers les microorganismes est devenu nécessaire vu le contexte environnemental et politique actuel. Toutefois ces évaluations ne doivent pas porter uniquement sur les indicateurs réglementaires, mais également sur les pathogènes d'origine hydrique qui sont à l'origine d'épidémies et se retrouvent donc dans les eaux domestiques traitées. En effet, il est à présent reconnu que les indicateurs fécaux ne sont pas toujours représentatifs de la survie et de l'élimination des bactéries pathogènes, ni des virus entériques.



## **Evaluation de l'efficacité des produits de traitement de l'eau vis-à-vis de *Legionella pneumophila*, une étape clé dans la constitution des dossiers d'autorisation de mise sur le marché.**

Nathalie Garrec

*CSTB - 11 rue Henri Picherit - BP 82341 - 44323 Nantes Cedex 3*

La réglementation biocides est basée sur le règlement européen (UE) n° 528/2012 du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides. Ce règlement est en vigueur depuis le 1er septembre 2013 et a remplacé la directive 98/8/CE. L'objectif général de cette réglementation est d'assurer un niveau de protection élevé de l'homme, des animaux et de l'environnement vis-à-vis de ces produits. Pour cela, elle encadre la mise à disposition sur le marché de substances actives et de produits biocides pour lesquels des preuves d'efficacité et d'absence de risque inacceptable pour l'homme, l'animal et l'environnement doivent être apportées.

Les produits biocides sont classés en 22 types de produits (TP) répartis en 4 grandes familles (i) les désinfectants (TP1 à 5) (ii) les produits de protection (TP6 à 13) (iii) les produits antiparasitaires (TP14 à 20), (iv) les autres produits biocides (TP21 à 22). Les TP 5 correspondent aux désinfectants utilisés dans les réseaux d'eau potable. Le Guide de l'ECHA [1] précise les éléments de preuves à apporter pour valider l'efficacité des biocides.

Le pilote Alphéo est un outil unique en Europe qui a été conçu par les équipes du CSTB afin de répondre aux exigences de la réglementation biocides. Le pilote Alphéo, est un réseau d'eau chaude sanitaire à échelle 1, contaminé en *Legionella pneumophila* à raison de  $10^4$  à  $10^5$  ufc/L. Il est installé sur trois étages au sein du bâtiment AQUASIM, plateforme expérimentale du CSTB de Nantes. Ce banc est composé de quatre circuits identiques en acier inoxydable 316L, conçus pour fonctionner indépendamment, par couples ou en une boucle unique (figure 1). Le banc, alimenté par l'eau du réseau de distribution d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) de la ville de Nantes, est équipé d'un système de disconnexion par surverse totale de sorte à éviter tout retour d'eau du pilote vers le réseau.

Chaque boucle est équipée d'un ballon d'eau chaude qui produit une eau à 70°C. Une vanne trois voies asservie à la température cible de la boucle assure le mélange de cette eau chaude avec l'eau froide du réseau pour délivrer dans chaque boucle une eau à 37°C. Chaque

circuit est constitué d'une boucle de canalisation. Un circulateur assure l'écoulement de l'eau et un réchauffeur assure en permanence une température de 37°C au sein de la boucle.

Un collecteur de biofilm (figure 2), qui subit les mêmes conditions hydrauliques que le circuit principal, est placé en dérivation sur chacune des boucles. Ce collecteur contient des coupons en acier inoxydable 316 L qui peuvent être prélevés facilement pour étudier la composition du biofilm adhérent aux canalisations. Ainsi, ce pilote offre la possibilité de réaliser des prélèvements d'eau en différents points du circuit (eau circulante et bras mort) et des prélèvements de biofilm. Le fonctionnement du banc d'essais est entièrement automatisé et le suivi et le pilotage des différentes actions sont effectués par l'intermédiaire d'une interface Labview.

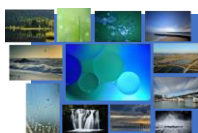


Figure 1 : Alphéo II : on the left : view of four distribution networks; on the right :view of four heaters



Figure 2: Alphéo II, view of sampling boxes and stainless steel coupons

[1] *European Chemicals Agency: Guidance on the biocidal Products Regulation Volume II efficacy-Assessment and evaluation (Parts B+C)*



## **L'efficacité des procédés de traitement des boues et autres déchets organiques sur le devenir des contaminants organiques et impact sur le devenir des contaminants dans le continuum sol/eau/plante.**

Patureau D.<sup>a</sup> Aemig Q,<sup>a</sup> Ezzariai A,<sup>a</sup> Houot S,<sup>b</sup>

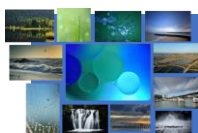
<sup>a</sup> INRA

Les boues produites lors du traitement des eaux usées domestiques et industrielles contiennent une grande diversité de contaminants comme des éléments traces métalliques (cuivre, zinc, plomb...), des contaminants organiques (hydrocarbures, détergents, plastifiants, retardateurs de flamme, résidus de médicaments, ...), des bactéries pathogènes, des bactéries résistantes à des antibiotiques et des gènes de résistance à des antibiotiques [1]. Les boues avant d'être valorisées en agriculture subissent des traitements physico-chimiques et biologiques qui pourraient permettre de réduire la charge en contaminants vers l'environnement. Les deux principaux traitements biologiques utilisés pour stabiliser les boues sont le compostage et la digestion anaérobie. Des procédés physico-chimiques comme le chaulage et le séchage sont utilisés mais plus rarement étudiés quant au devenir des contaminants. Les études sur l'efficacité des traitements sont très diverses : échelle laboratoire/réelle, contaminants natifs/ajoutés... De plus, la façon de quantifier les pertes au cours des procédés n'est pas uniforme d'un article à l'autre (abattement en concentration par litre ou par kg de matière sèche ne tenant pas compte de la dégradation de la matière organique, considération de la teneur dans la phase aqueuse et non phases aqueuse et particulaire) rendant les comparaisons difficiles. Aussi une disparition des molécules cache une diversité de mécanismes peu souvent identifiés ; en effet ces molécules peuvent être minéralisées ou simplement transformées en métabolites (parfois identifiés) mais aussi certaines molécules peuvent former des résidus liés les rendant inextractibles ; ainsi les pertes quantifiées sont souvent des pertes apparentes. De façon très globale, les concentrations ( $\mu\text{g}/\text{kg MS}$ ) dans les digestats de boue sont très proches de celles des boues non traitées [2, 3, 4, 5, 6, 7] ; or au cours de la digestion, la matière sèche est dégradée, ce qui suggère un abattement des molécules du même ordre de grandeur que celui des matières sèches, soit entre 30 et 50%. Pour les antibiotiques, les abattements durant la méthanisation sont variables selon les molécules et pour une même molécule selon les auteurs, allant de 0 à 100% [8] : la sulfaméthoxazole, le triméthoprime et la roxitromycine présentent de forts abattements [9, 10, 11, 12, 13], les tétracyclines ou la sulfaméthazine semblent être plus réfractaires [8]. Par contre les concentrations dans les composts de boue sont souvent plus faibles ce qui peut être liée à des phénomènes de dégradation ou de formation de résidus liés [14]. Les études en compostage montrent que les conditions aérobies et la présence de microflore bactériennes et fongiques sont favorables à la dissipation de certains pesticides, détergents, hydrocarbures [5, 15], antibiotiques [16], mais tout comme pour la méthanisation, les performances sont très variables. Outre cette capacité des traitements à réduire les teneurs en contaminants, ils peuvent aussi jouer sur la présence

de ces derniers dans des compartiments d'accessibilité et de disponibilité variable. Pour exemple, la digestion anaérobie joue sur la répartition du nonylphénol via un transfert vers des compartiments accessibles sans le dissiper tandis que le compostage joue à la fois sur sa dissipation par minéralisation et sa stabilisation avec une localisation dans des compartiments peu accessibles qu'il y ait eu ou non digestion avant. Ceci induit des différences de comportement après apport au sol : forte minéralisation de ce composé lors de l'apport de digestat (ou de la boue brute) comparativement à l'apport de compost. Ce composé est à la fois fortement retenu par les sols et assez bien dégradé et présente donc peu de risque de contamination des ressources eau souterraine [17].

- [1] S. Houot, MN. Pons, M. Pradel, I. Savini, A. Tibi. Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. **2014**. Expertise collective INRA, CNRS, IRSTEA.
- [2] E. Trably, D. Patureau, JP. Delgenes. Enhancement of polycyclic aromatic hydrocarbons removal during anaerobic treatment of urban sludge. **2003**. *Wat. Sci. Technol.*, 48 (04), 53-60.
- [3] M. Barret, Carrere, H., Delgadillo, L. and Patureau, D. PAH fate during the anaerobic digestion of contaminated sludge: do bioavailability and/or cometabolism limit their biodegradation? **2010**. *Water Research*, 44: 3797-3806.
- [4] M. Barret, Delgadillo-Mirquez, L., Trably E., Delgenes, N., Braun, F., Cea Barcia, G., Steyer, J.P. and Patureau, D. Anaerobic Removal of Trace Organic Contaminants in Sewage Sludge: 15 Years of Experience. **2012**. *Pedosphere*, 22(4): 508–517.
- [5] Q. Aemig. Dynamique des micropolluants organiques au cours du traitement biologique de résidus solides. Lien entre la caractérisation du résidu, la localisation des micropolluants organiques au sein des compartiments du résidu et les processus (sorption, biodégradation). **2014**. PhD.
- [6] P. Verlicchi, E. Zambello. Pharmaceuticals and personal care products in untreated and treated sewage sludge: Occurrence and environmental risk in the case of application on soil - A critical review. **2015**. *Science of the Total Environment* 538: 750-767.
- [7] R. Mailler, Gasperi, J., Patureau, D., Vulliet, E., Delgenes, N., Danel, A., Deshayes, S., Eudes, V., Guerin, S., Moilleron, R., Chebbo, G., Rocher, V. Fate of emerging and priority micropollutants during the sewage sludge treatment: Case study of Paris conurbation. Part 1: Contamination of the different types of sewage sludge. **2017**. *Waste Management*, 59, 379–393.
- [8] CP. Youngquist, Mitchell, S. M., Cogger, C. G. Fate of Antibiotics and Antibiotic Resistance during Digestion and Composting: A Review. **2016**. *Journal of Environmental Quality* 45(2): 537-545.
- [9] M. Carballa, Omil, F., Ternes, T., Lema, J.M. Fate of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) during anaerobic digestion of sewage sludge. **2007**. *Water Research*, 41(10): 2139-2150.
- [10] VG. Samaras, Stasinakis, A. S., Thomaidis, N. S., Mamais, D., Lekkas, T. D. Fate of selected emerging micropollutants during mesophilic, thermophilic and temperature co-phased anaerobic digestion of sewage sludge. **2014**. *Bioresource Technology* 162: 365-372.
- [11] J. Martin, Santos, J. L., Aparicio, I., Alonso, E. Pharmaceutically active compounds in sludge stabilization treatments: Anaerobic and aerobic digestion, wastewater stabilization ponds and composting. **2015**. *Science of the Total Environment* 503: 97-104.
- [12] GU. Semblante, Hai, F. I., Huang, X., Ball, A. S., Price, W. E., Nghiem, L. D. Trace organic contaminants in biosolids: Impact of conventional wastewater and sludge processing technologies and emerging alternatives. **2015**. *Journal of Hazardous Materials* 300: 1-17.
- [13] L. Gonzalez-Gil, Papa, M., Feretti, D., Ceretti, E., Mazzoleni, G., Steimberg, N., Pedrazzani, R., Bertanza, G., Lema, J. M., Carballa, M. Is anaerobic digestion effective for the removal of organic micropollutants and biological activities from sewage sludge? **2016**. *Water Research* 102: 211-220.
- [14] SM. Mitchell, Ullman, J. L., Bary, A., Cogger, C. G., Teel, A. L., Watts, R. J. Antibiotic Degradation During Thermophilic Composting. **2015**. *Water Air and Soil Pollution* 226 (2).
- [15] G. Lashermes. Evolution des polluants organiques au cours du compostage de déchets organiques : approche expérimentale et modélisation. **2012**. PhD.

- [16] A. Ezzariai, M. Hafidi, A. Khadra, Q. Aemig, L. El Fels, M. Barret, G. Merlina, D. Patureau, E. Pinelli. Human and veterinary antibiotics during composting of sludge or manure: Global perspectives on persistence, degradation, and resistance genes. **2018**. *J. Haz. Mat.*, 359, 465-481.
- [17] Q. Aemig, M. Deschamps, S. Fehri, S. Houot, J. Jimenez, J. Michel, P. Molina, D. Patureau. Evaluation et réduction des risques de contamination par des polluants organiques dans le contexte de l'usage de Produits Résiduaire Organiques sur sols agricoles –RISQ-PRO. Critères objectifs de choix et de conduite de procédés de traitement en fonction des résidus organiques initiaux et de leurs caractéristiques biochimiques (typologie des PRO). Apport pour une évaluation intégrée du risque de l'ensemble d'une filière de traitement pour la protection des ressources eau souterraine. **2015**. Rapport final projet ONEMA Risq-PRO 12-5-1.



## Analyse à haut débit du microbiote épuratoire des eaux usées domestiques, cinétique d'implantation et dynamique des populations.

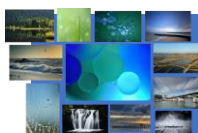
Pernelle JJ.<sup>a</sup>, Sghir A.<sup>b</sup>, Goubet A.<sup>a</sup>, Madigou C.<sup>a</sup>, Midoux C.<sup>a</sup>, Palmier K.<sup>c</sup>, Barbier P.<sup>b</sup>,  
Morin L.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Irstea, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes CS 10030 – 92761 Antony cedex*

<sup>b</sup>*Université d'Evry Val d'Essonne, 50 ave François Mitterrand, 91000 Evry*

<sup>c</sup>*Institut de Biologie Intégrative de la Cellule, Université Paris Saclay, 91405 Orsay Cedex*

La station d'épuration à boues activées Seine La Morée, d'une capacité de 300 000 EH a été mise en eau en mars 2014. Sa biomasse microbienne ne résulte pas d'un transfert de boue, mais de l'évolution spontanée des micro-organismes résidents des eaux usées. Un suivi régulier effectué avec une périodicité élevée pendant près de 7 mois a permis d'étudier la mise en place séquentielle des différents micro-organismes constitutifs de l'écosystème boues activées en grandeur réelle lors de la phase de démarrage de la station. Des séquençages à haut débit des ADNr 16S et 18S ont été réalisés sur MiSeq System d'Illumina et sur PGM Ion Torrent. Le compartiment procaryote apparaît composé de 56,6% de Proteobacteria, 22,0% de Bacteroidetes (dont 11,7% de Sphingobacteria, et 6,2% de Flavobacteria), 4,9% de Planctomycetes, et 7,8% de Terrabacteria (dont 3,4% de Chloroflexi, 2,3% de Firmicutes, et 2,1% d'Actinobacteria), Les Archées ne comptent que pour 0,021% du total. Les groupes dominants du compartiment eucaryote sont les Cercozoa 20% les Stramenopiles 17,2%, les Rotifera 12,20%, les Cryptomycota 8,3%, les Ciliophora 8,2%, les Ichthyosporoea 7,63%, et les Euglenozoa 5,8%. Les abondances relatives au cours du temps et les analyses en composantes principales montrent clairement une césure nette lors de la mise en place de la nitrification 3 mois après le démarrage de la station avec l'apparition de 3 groupes homogènes d'OTU avant, pendant et après cette césure, aussi bien chez les procaryotes que chez les eucaryotes. Un ensemble d'OTU pouvant correspondre à des bactéries déphosphatantes (lesquelles ?) émergent 19 semaines après le démarrage, concomitamment à la chute significative des phosphates rejetés. Parmi les eucaryotes apparaît la mise en place séquentielle des flagellés puis des ciliés et enfin des métazoaires. Parmi les Opisthokonta, plusieurs OTUs de Cryptomycota, dont les genres connus sont des endoparasites dépourvus de chitine sont significativement représentés. Certaines ont été détectées sur un grand nombre de bassins de station d'épuration indépendamment de leur charge massique. Leur forte représentation laisse présager leur importance dans l'équilibre de l'écosystème microbien. La mise au point d'une technique spécifique de marquage fluorescent, MoBeDIC a permis de mettre en évidence leur présence dans le cytoplasme de ciliés. Un groupe de prédateurs bactériens appartenant au sous-groupe des delta protéobactéries, les Bdellovibrionaceae, a également été caractérisé au cours des 20 premières semaines de fonctionnement. Sa pression de prédation sur les bactéries à Gram négatives reste à être caractérisé.



## Novel non cultivable microbial lineages in biological wastewater sewage sludge.

<sup>a</sup>Rakia Chouari, <sup>b</sup>Rim Driss-Limam, and <sup>c</sup>Abdelghani SGHIR

<sup>a</sup>*Faculté des Sciences de Bizerte. TN-7021 Zarzouna Bizerte (Tunisie).*

<sup>b</sup>*Centre national des Sciences et Technologies nucléaires. Pôle technologique. TN-2020 Sidi Thabet.*

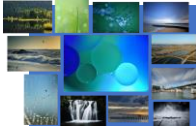
<sup>c</sup>*Institut de Biologie François Jacob, EA/Genoscope. CNS. 2, Rue Gaston Crémieux. FR-91000 Évry (France).* <sup>c</sup> *Université d'Évry Val d'Essonne. Boulevard François Mitterrand. FR-91025 Évry (France)*

The great amount of researches on wastewater microbial communities has expanded during the last 2 decades because of the use of molecular tools like metagenomic approaches to understand their identity and their potential functions. Almost all studies on the topic have reported the presence of numerous new lineages at different taxonomic levels. They have been intriguing the scientific community as no cultured representative has been isolated. Recently, a third type of methanogenesis pathway beside the acetoclastic and the hydrogenotrophic one has been reported in *Archaea*, called the methylotrophic pathway (1, 2, 3). Within *Bacteria* domain, despite their identification through 16S rRNA sequencing more than 12 years ago (2), the WWE1 lineage has no cultivated representative. A nearly complete genome reconstruction of '*Candidatus* Cloacamonas acidaminovorans (4) revealed that this bacterium might derive most of its carbon and energy from the fermentation of amino acids and that it is probably a syntrophic bacteria. Its role in anaerobic cellulose degradation has also been elucidated by SIMSISH methodology (5). By comparing taxonomic composition and functional genes through metagenomic approach from a biogas-producing digester treating municipal sludge and an industrial wastewater digester, Cai *et al.* (6) were able to reconstruct key anaerobic digestion pathways.

The microeukaryotes accounted from 0.1 to 1.4% of the total number of microbial rRNA gene copy numbers. They are used as biological indicators of plant performance and effluent quality. Their major role is the clarification of effluents essentially by flocculation and, or predation. Recently, 3 studies have inventoried eukaryotic diversity within a full scale sewage treatment plant process (7, 8, 9). The pre-dominant phylogenetic groups were affiliated with novel lineages, LKM118 and LKM111 also called *Rozellida* (10) or *Cryptomycota* (11) or Their phylogeny and function still remain unclear. The genus *Rozella* within the *Cryptomycota* lineage encompasses several species of endobiotic parasites.

Importantly, the fundamental goal of microbial ecology is to understand the microbial interactions. The strikingly diverse mass of microbial species within complex ecosystems like anaerobic digesters leads to dynamic spatio-temporal interactions constituting cooperation, competition, and communication among themselves (12).

1. Nobu et al., 2016. [ISME J.](#) 2016 Oct; 10(10): 2478–2487
2. Chouari *et al.*, 2005. *Applied and Environmental Microbiology* 71 : 2145-2153
3. Dridi et al., 2012 [Int J Syst Evol Microbiol.](#) 2012 Aug;62(Pt 8):1902-7
4. Pelletier *et al.*, 2008. *Journal of Bacteriology* Apr;190(7):2572-9
5. Driss-Limam et al., 2014. *Microbiologyopen*. 3(2):157-67
6. Cai *et al.*, 2016. [Front Microbiol.](#) 2016; 7: 778
7. Matsunaga *et al.*, 2014. *Microbes Environ.* Vol. 29, No. 4, 401-407, 2014
8. Chouari *et al.*, 2017. *World J Microbiol Biotechnol* 33:44
9. Matsubayashi *et al.*, 2017. *PLoS ONE* 12(3)
10. Lara *et al.*, 2010. *Protist* 161: 116–121
11. Jones et al., 2011. [IMA Fungus.](#) 2011 Dec; 2(2): 173–175
12. Sidhu et al., 2017. [Front Microbiol.](#) 2017; 8: 1382



## **Les partenariats internationaux : Outils pour la réalisation du droit à l'eau ?**

Gustavo FERNANDES MEIRELES

*Université Paris-Saclay (Paris-Sud) – Institut d'études de droit public (EA 2715)*

Dans le cadre de l'agenda du développement au sein des Nations Unies, les partenariats internationaux sont proposés comme des outils adaptés à la réalisation des objectifs stipulés à travers les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), adoptés en 2000, suivis par les Objectifs de développement durable (ODD), adoptés en 2015. Ces objectifs portent sur des services traditionnellement affectés à la compétence de l'État, puisque considérés comme liés à un intérêt général majeur. Ils se traduisent par une importante demande d'infrastructures pour lesquelles beaucoup d'États ne disposent pas suffisamment des compétences et des moyens matériels. L'accès à l'eau et à l'assainissement figure parmi ces objectifs. Parallèlement, un droit humain à l'eau se développe progressivement en droit international et dans l'ordre juridique interne de nombreux États. Il s'agit d'un droit qui s'inscrit dans un contexte de rareté de cette ressource essentielle, ayant pour but de garantir l'accès à l'eau et à l'assainissement, mais au respect de certains critères qui dépassent les approches liées simplement aux objectifs pour le développement.

Les partenariats seraient-ils adaptés à la réalisation, non seulement de l'accès à l'eau et à l'assainissement en tant qu'objectifs de développement, mais aussi du droit à l'eau dans toute sa complexité ? La réponse consiste à vérifier si et de quelle façon les instruments des partenariats prennent en compte les critères du droit à l'eau dans un cadre également respectueux des principes des droits de l'homme et de quelle façon des obligations liées à ces critères sont attribuées aux diverses parties du partenariat.

Les partenariats internationaux ne constituent pas une notion juridique précise. Il s'agit d'arrangements de nature contractuelle prévoyant un partage de risques et d'obligations entre les partenaires. Ils mettent en place un faisceau de relations juridiques avec d'autres parties prenantes telles que des bailleurs de fonds et des assureurs, lesquelles portent des obligations pouvant avoir des conséquences sur la réalisation du droit à l'eau. On constate que ces instruments pris de façon isolée ne portent pas d'éléments suffisants pour une pleine réalisation des critères du droit à l'eau. En revanche, la consécration progressive du droit à l'eau influence la pratique des partenariats. L'articulation des multiples instruments liés au partenariat (relevant du droit interne des États concernés et du droit international, y compris la *soft law*) permet d'élargir la prise en compte des critères des droits à l'eau et à l'assainissement, quoique de façon partielle et avec des obligations fortement concentrées sur l'État hôte – même si on vérifie aussi une tendance vers la reconnaissance d'obligations incombant les partenaires étrangers.



## **L'électrochimie, une méthode formidable pour développer des traitements innovants pour la dépollution des eaux ?**

Anne Pense<sup>a</sup> et Sophie Peulon<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*CNRS UMR 8587, Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement (LAMBE), Université Evry-Val d'Essonne, Bd François Mitterrand, 91025 Evry, France.*

La pollution des eaux pose actuellement de vrais problèmes environnementaux et de santé publique liés aux activités anthropiques intenses. Les traitements conventionnels ne permettent pas toujours l'élimination ou la dégradation des polluants ce qui nécessite la mise en place de traitements complémentaires, qui peuvent être énergivores, utiliser des réactifs toxiques, onéreux ou rares, ou être complexes à mettre en œuvre à grande échelle. C'est dans ce contexte que nos recherches portent depuis plusieurs années sur le développement de procédés innovants de dépollution, avec pour objectif d'être efficaces, simples à mettre en œuvre et à faibles coûts. Pour cela, différentes stratégies, en lien avec l'électrochimie, sont développées, et seront présentées au cours de cette communication.

Dans ce sens, nous nous intéressons depuis plusieurs années, aux oxydes de manganèse, composés non toxiques et naturellement présents dans les sols, qui présentent des propriétés importantes d'oxydation et de sorption [1]. L'idée originale est de les synthétiser par électrochimie sous forme de films minces, et de les utiliser pour développer des méthodes de dépollution. L'électrodépôt est une méthode rapide et reproductible, qui se fait dans des conditions douces (température ambiante, eau), avec des possibilités de modulation aisées des propriétés des matériaux en fonction des applications visées (dégradation ; sorption).

Ainsi, nous avons optimisé des films minces capables, directement après leur synthèse, de dégrader jusqu'à la minéralisation de nombreux polluants organiques, à température ambiante et dans un réacteur classique, soit par simple contact, soit en tant que matériau d'électrode, pour accélérer les cinétiques, accroître les rendements et optimiser la régénération du matériau, mais avec des apports en électricité très limités [2-5]. Ces films minces ont déjà montré des capacités de dégradation et de minéralisation très importantes vis-à-vis de colorants, de pesticides (ex : glyphosate/RoundUp®), avec des résultats équivalents voire meilleurs à d'autres méthodes largement plus énergivores et plus complexes à mettre en œuvre [2-5].

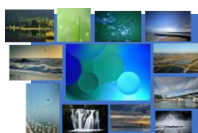
De même, des films minces ont été optimisés spécifiquement pour la sorption de métaux lourds. Ces films présentent des capacités de sorption très importantes, et sont capables de dépolluer totalement des solutions par simple contact sans aucune étape de filtration, ce qui apparait comme un réel atout pour des applications futures [6].

Enfin, très récemment, nous venons de développer un nouveau procédé très innovant capable d'éliminer jusqu'à 99,99 % le plomb par exemple, et ce même si la solution est très concentrée, et qu'elle contient de nombreuses espèces chimiques. Après un tel traitement, effectué à température ambiante, dans un réacteur classique, et avec des besoins énergétiques très faibles, les concentrations atteintes respectent les normes environnementales et/ou de l'eau potable. Au vu des résultats, ces travaux viennent de faire l'objet d'un brevet, [6,7].

Tous ces procédés, développés en lien avec l'électrochimie, apparaissent comme « éco-responsables » du fait qu'ils se font à température ambiante, qu'ils utilisent très peu ou pas de réactifs, sans étape de filtration, avec des quantités d'électricité très faibles, largement inférieures à celles utilisées par des méthodes classiques par électrochimie.

Du fait de tous ces avantages, nous étudions actuellement les potentialités de ces procédés pour traiter des eaux réelles d'origines diverses (industries, hôpital, STEP, eaux brutes, agricole) sur site, en amont ou en complément des stations d'épuration. Ces études se font notamment dans le cadre d'un projet prématuration IDEX Paris Saclay qui vient de débiter.

- [1] Post, J. E. Proc. Natl. Acad. Sci. 1999, 96, 3447.
- [2] Zaied, M.; Peulon, S.; et al., Appl. Catal. B Environ. 2011, 101, 441.
- [3] Zaied, M.; Chutet, E.; Peulon, S.; et al., Appl. Catal. B Environ. 2011, 107, 42.
- [4] Ndjeri, M.; Pensel, A.; Peulon, et al. Colloids Surf. Physicochem. Eng. Asp. 2013, 435, 154.
- [5] Pensel, A.; Peulon, et al., Electrochem. Commun. 2016, 69, 19.
- [6] R. Choumane, Thèse en cours, UMR 8587, Université Evry Paris Saclay.
- [7] R. Choumane et S. Peulon, Brevet CNRS déposé, juin 2018.



## Développement de dispositifs électrochimiques pour la détection de polluants variés.

Caroline Cannizzo et Sophie Peulon

*UMR 8587, Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement (LAMBE), Université Evry-Val d'Essonne- Paris Saclay, Bd François Mitterrand, 91025 Evry, France.*

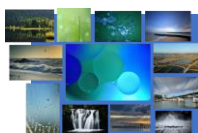
Le maintien de la qualité des eaux est une problématique récurrente de nos sociétés, c'est pourquoi les besoins analytiques pour détecter et quantifier les polluants présents dans notre environnement sont en constante évolution. Des méthodes analytiques existent à l'échelle du laboratoire, mais le développement de capteurs directement utilisables sur site reste nécessaire. Dans cette optique, les techniques électrochimiques sont particulièrement adaptées car elles sont fiables, simples à mettre en œuvre du fait d'appareillages peu encombrants et peu onéreux, qui ne requièrent pas de main d'œuvre spécialisée. Dans cette présentation, nous montrerons les potentialités complémentaires de deux types de dispositifs développés au laboratoire.

La fabrication d'électrodes sérigraphiées à partir d'une encre de carbone permet d'obtenir, à faible coût et en série, des capteurs robustes, sensibles et directement utilisables sur site. Leur fonctionnalisation covalente *via* des sels de diazoniums [1], en favorisant la concentration de l'analyse à l'électrode, permet la détection d'ions métalliques à des concentrations de l'ordre du ppb [2]. Le greffage covalent de molécules complexantes plus spécifiques d'un polluant cible, ainsi que l'incorporation de nanoparticules fonctionnalisées dans les dispositifs d'électrodes permettent d'améliorer à la fois la sélectivité et la sensibilité de ces capteurs [3]. La limitation majeure de cette méthode est la nécessité que les molécules à détecter soient électro-actives.

Pour pallier cet inconvénient, l'utilisation de dispositifs électrochimiques basés sur des micro-interfaces liquide-liquide ( $\mu$ ITIES) est envisageable [4]. L'originalité principale de ces dispositifs est qu'ils ne nécessitent pas d'électrode solide, car les mesures sont basées simplement sur le transfert d'espèces chargées entre deux phases non miscibles (eau/solvant organique) à travers un micropore. L'espèce à détecter n'a donc pas besoin d'être électro-active [5]. Ainsi, des polluants très variés tels que des métaux lourds, des anions ou des molécules organiques peuvent être détectées. De plus, l'utilisation de réseaux de micropores permet d'atteindre des limites de détection satisfaisantes pour les applications visées [6] ; des mesures de suivi en flux continu [6] ont montré que ce type de dispositif ouvre des perspectives intéressantes pour des mesures en direct, voire automatisées en milieu industriel ou naturel. Des exemples concernant la détection de différents métaux lourds seront présentés.

A l'heure actuelle, nos travaux s'axent particulièrement vers la détection de polluants émergents d'intérêts majeurs (pesticides, résidus médicamenteux, etc.), qui sont extrêmement difficiles à quantifier autrement que par des méthodes analytiques de laboratoire.

- [1] D. Bélanger, J. Pinson. *Chem. Soc. Rev.* **2011**, *40*, 3995.
- [2] S. Bouden, A. Chaussé, C. Vautrin-UI. *Talanta* **2013**, *106*, 414.
- [3] J.P. Jasmin, C. Cannizzo, E. Dumas, A. Chaussé. *Electrochimica Acta* **2014**, *133*, 467.
- [4] F. Reymond, D. Fermín, H. J. Lee and H. H. Girault, *Electrochimica Acta* **2000**, *45*, 2647.
- [5] G. Herzog, *Analyst* **2015**, *140*, 3888.
- [6] A. Mastouri, S. Peulon et al., *Electrochimica Acta* **2014**, *120*, 212.



## **Diversité des gènes de résistance aux antibiotiques le long du cycle de l'eau : Efficacités et impacts des traitements de l'eau résiduaire et potable.**

Sophie COURTOIS<sup>1</sup>, Jean-François LORET<sup>1</sup>, Martha ROSIKIEWICZ<sup>2</sup>, Sébastien AEBY<sup>2</sup>,  
Samuel ROBERT<sup>1</sup>, Claire BERTELLI<sup>2</sup>, Gilbert GREUB<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SUEZ, CIRSEE 38 rue du Président Wilson, 78230 Le Pecq, France

<sup>2</sup> Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Institut de microbiologie de l'Université de  
Lausanne, 48 rue Bugnon, 1011 Lausanne, Suisse

### **Contexte**

L'un des axes de mobilisation mondiale pour la lutte contre la résistance aux antibiotiques est le renforcement des connaissances pour mieux comprendre et maîtriser la diffusion de la résistance bactérienne dans l'environnement (Carlet et Le Coz, 2015). Différents travaux font état d'un enrichissement progressif du résistome environnemental (ensemble des gènes de résistance dans les populations bactériennes) et de la prédominance de la contamination d'origine humaine par rapport au traitement des animaux (Synthèse Théma, 2017). Le principal réservoir de bactéries résistantes aux antibiotiques étant l'intestin humain, en particulier chez les sujets sous traitement antibiotique, la principale voie de contamination des milieux aquatiques réside dans les rejets des stations d'épuration où une proportion de 30 à 50 % de bactéries résistantes à au moins un antibiotique est généralement rencontrée (Rizzo et al, 2013). L'objectif de cette étude est de caractériser la diversité du résistome le long du petit cycle de l'eau afin d'évaluer l'impact des traitements de l'eau résiduaire et de l'eau potable sur la diversité génétique de résistance aux antibiotiques.

### **Méthodologie**

Afin d'étudier la diversité de l'ensemble des gènes de résistance aux antibiotiques, une approche de métagénomique (séquençage de l'ADN environnemental) à haut débit a été développée et appliquée pour cette étude. Différents prélèvements ponctuels ont été réalisés sur une portion de la Seine en amont de l'agglomération parisienne comprenant : eau de Seine en amont de rejet d'une station d'épuration, eau résiduaire urbaine brute et traitée (traitement secondaire biologique) de la station, prise d'eau de Seine d'une usine de potabilisation située à une dizaine de km en aval de la station d'épuration, filière de potabilisation (filtrations CAG avant et après ozonation, ozonation et chloration) et réseau de distribution d'eau potable. Selon la teneur en bactéries totales dans ces échantillons, des volumes entre 500mL et 10L ont été concentrés par microfiltration. L'ADN génomique total a été extrait et quantifié de façon à normaliser la quantité d'ADN pour chaque type échantillon. L'ADN a ensuite été séquencé par une approche de *Whole Genome sequencing* sur une plateforme Illumina MiSeq permettant d'obtenir un très grand nombre de séquences d'une longueur d'environ 300 pb

( $3.10^6$  à  $7.10^6$  séquences/échantillon). Un pipeline bioinformatique basé sur l'algorithme UBLAST a permis de détecter *in silico* les déterminants d'intérêt (gènes codant pour une résistance aux antibiotiques) décrits dans la base de données CARD (Comprehensive Antibiotic Resistance Database).

## Résultats

Comme attendu, l'abondance relative des gènes de résistance aux antibiotiques était plus forte dans les échantillons d'eaux résiduaires traitées ou brutes (200 à 1200 séquences/par million de séquences totales) que dans la filière eau potable y compris la ressource (30 à 150 séquences/par million). Dans tous les échantillons d'eau, une majorité de gènes (de 50 à plus de 90%) codaient pour des mécanismes non spécifiques de résistance par pompes à efflux. Concernant les gènes de résistance spécifiques aux familles d'antibiotiques, des changements en termes de diversité et abondance relative ont pu être observés le long de la filière de potabilisation, alors que les traitements biologiques d'épuration semblent induire uniquement une diminution de leur abondance relative, sans impact sur la diversité de ces gènes de résistance.

L'ensemble des résultats permettra de comparer l'impact des différents traitements (tels que les traitements de désinfection) et caractéristiques des eaux sur la diversité du résistome de l'eau.

## Bibliographie

Carlet J. & Le Coz P. « Tous ensemble sauvons les antibiotiques » Rapport du groupe de travail spécial pour la préservation des antibiotiques, Ministère des Affaires Sociales, de la Santé et Des droits de la Femme, Juin 2015.

Rapport Théma du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat. « Antibiorésistance et Environnement » Février 2017.

Rizzo L., Manaia C., Merlin C., Schwartz T., Dagot C., Ploy M.C., Michael I. & Fatta-Kassinos D. (2013). Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: a review. *Sci Total Environ*, 447, 345-60.

## Remerciements

Une partie de cette étude a été conduite avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Seine Normandie.



## **Quels indicateurs de performance pour une ressource rare : l'eau ?**

Salah-Eddine ARIF

*Enseignant en Gestion/ Finances, IUT/GLT/ Université d'Evry-Paris-Saclay*

La population mondiale était de 2 milliards de personnes en 1900, elle a triplé en un siècle et atteint en 2008 les 6,5 milliards. Elle devrait atteindre 9 milliards en 2050.

Le défi est immense pour une bonne répartition de cette ressource rare. Cette dernière suscite un intérêt grandissant, consistant à l'assimiler à toute autre marchandise. Or, elle a la particularité d'être vitale pour l'humanité.

Notre présentation consistera à poser la problématique suivante : Si l'eau appartient à tout le monde, si c'est un bien commun, un droit humain, alors il doit y avoir un contrôle et une gestion sociale. Tous les citoyens sont les véritables propriétaires, les gestionnaires, avec la démocratie directe, l'égalité, la solidarité, l'absence de profit, l'absence d'impôt. Comment cela est-il possible ?

Devra-t-on adopter les mêmes indicateurs de performance que pour tout autre bien, notamment à travers la privatisation de la gestion de l'eau ?

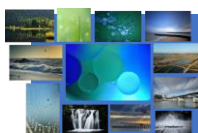




Seconde édition Colloque Eau, Santé et Environnement  
22 et 23 Novembre 2018, Evry

## Communications par affiches





## **Le dessalement en Algérie entre traitement et consommation des eaux.**

Mme ABDERRAHMANE Djoher (Maître de conférences)

Mr BOURI Chaouki (Maitre de conférences)

Mme CHAIMI Yamina (Maître assistante /doctorante)

*Faculté des sciences économiques, des sciences de gestion et des sciences commerciales ;  
Université Mohamed BENAHMED d'Oran2.*

En Algérie, la question du dessalement d'eau de mer est utilisée pour faire face à la demande domestique d'eau potable du pays. Aux 13 usines de productions déjà opérationnelles, le pays souhaite en rajouter 30 autres d'ici 2019 et doubler les capacités journalières actuelles qui s'élèvent à 1,04 million de m<sup>3</sup>. Le dessalement de l'eau de mer en Algérie revêt un caractère stratégique, il remplacera les ressources naturelles dans la majorité des villes du nord Algérien.

L'objectif de notre communication est de montrer que le problème de la sécheresse en Algérie est en en vue de résolution par le plan lancé des stations de dessalement par le gouvernement Algérien. D'un côté, la sécheresse est un problème d'ordre naturel comme conséquence du changement climatique mondial, d'un autre côté, l'état et les entreprises responsables des projets de dessalement font de leurs mieux pour distribuer une eau potable de bonne qualité au consommateur. C'est pourquoi une nouvelle politique de l'eau est vite apparue indispensable. Elle a été mise en place à partir d'une loi nouvelle, et s'articule autour de principes nouveaux de gestion. L'option fondamentale est celle d'une gestion intégrée, participative, économique et écologique. L'édifice institutionnel sur lequel a reposé l'action de tous les intervenants dans le secteur de l'eau s'est trouvé ainsi renforcé.

**Mots clés :** Dessalement, traitement des eaux, purification, consommation, eau potable, gestion, tarification.



## Les enjeux des projets de dessalement de l'eau de mer en Algérie

Mme ABDERRAHMANE Djohar (Maître de conférences)

Mme IMEKHELAF Rachida (Maitre de conférences)

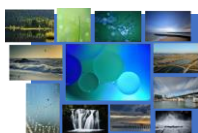
Mme CHAIMI Yamina (Maître assistante /doctorante)

*Faculté des sciences économiques, des sciences de gestion et des sciences commerciales ;  
Université Mohamed BENAHMED d'Oran2.*

Aujourd'hui, le dessalement de l'eau de mer est parfois présenté comme la solution miracle aux problèmes de rareté de l'eau potable. Outre le fait qu'elle demeure financièrement inaccessible aux pays pauvres (en revenus ou en pétrole), ces technologies demeurent de grosses consommatrices d'énergie et la question de leur impact environnemental est loin d'être résolue. Trop souvent, la mise en place d'installations de dessalement est un moyen de contourner des problèmes de mauvaise gouvernance de l'eau et d'esquiver les réformes nécessaires. Pour l'Algérie, qui a vécu plus d'une décennie où la sécheresse, les ressources conventionnelles en eau étaient insuffisantes pour subvenir aux besoins de la population, ceux qui a incité les autorités algériennes à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de cette population. La solution la plus adaptée et qui ne dépend pas des aléas climatiques, était le dessalement d'eau de mer.

L'objectif de notre communication est de montrer pourquoi l'Algérie a opté pour le dessalement comme solution miracle pour le problème de la pénurie d'eau potable et de la sécheresse en Algérie. D'un côté, l'Algérie est touchée par les impacts du changement climatique mondial : hausse de température anormale, sécheresse, de graves tempêtes, un taux pluviométrique très bas dans les régions de l'Ouest du pays et un taux très élevée dans les régions de l'Est du pays ; d'un autre côté, le processus du dessalement a résolu pour quelque région le problème d'eau potable

**Mots clés :** Eau, environnement, dessalement, crise, pénurie, sécheresse, gouvernance.



## Protection de l'environnement et des ressources naturelles par le traitement et la réutilisation des eaux usées d'une station d'épuration: Risques sur l'environnement.

<sup>1,2</sup>Benfréha- Benyelles Mirvette\*, Rym Noria Benamara <sup>2,3</sup>Aicha Meddah. <sup>1</sup>Boumediene  
Moussa Boudjemâa

<sup>1</sup>*Laboratoire de Microbiologie Appliquée à l'agroalimentaire, au biomédical et à  
l'environnement, Université Abou bakr Belkaid, Tlemcen 13000*

<sup>2</sup>*Département de Biologie, Faculté des SNV, Université de Mascara 29000.*

<sup>3</sup>*Laboratoire de Bioconversion, Génie Microbiologique et Sécurité Sanitaire, Université de  
Mascara 29000.*

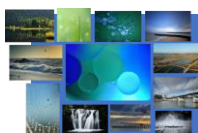
Une étude a été menée à la station d'épuration des eaux usées de la ville de Mascara, son principal objectif a été de suivre la qualité bactériologique des eaux usées et traitées permettent ainsi d'évaluer l'efficacité des traitements pour démontré les risques liés à la réutilisation des eaux traitée sur la santé dans le but de la protection de l'environnement contre tout risque de pollution. Pour ce faire, des échantillons hebdomadaires ont été pris en amont et à l'aval.

Les résultats obtenus montrent que la charge des FMAT dans les eaux brutes est d'une moyenne de  $27.10^5$  UFC /ml, dans les eaux traitées elle est de  $45.10^4$  UFC /ml. Pour les coliformes totaux des eaux brutes la moyenne est de  $14 \times 10^2$  UFC/100 ml, pour l'eau traitée elle est de  $13.10^2$ UFC/100ml. La moyenne des coliformes fécaux des eaux brutes est de  $10^3$  UFC/100ml Pour les eaux traitées elle est de  $3.10^2$ UFC/100 ml. La moyenne des streptocoques fécaux dans les eaux brutes est de  $7.10^2$ UFC/100ml. Après le traitement, la moyenne est de  $2.10^2$ U/100 ml.

Des bactéries pathogènes ont été isolées et identifiées au niveau des eaux traitées. Il s'agit de *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella enteritidis* , *Shigella flexnerie*, *Enterobacter aerogenes* ,*Pseudomonas aëroginosa* , *Vibrio parahaemolyticus* , *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et *Streptococcus Spp*. Une résistance très importante de ces bactéries à différentes familles d'antibiotique a été constatée.

Sur la base des résultats bactériologiques, l'effluent en sortie de traitement peut être classé en catégorie B: cette eau ne peut donc être réutilisée que pour l'irrigation des céréales, des fourrages, des arbres et des cultures industrielles ,cette eau présente un risque sur la santé humaine si elle est utilisé pour l'irrigation de cultures maraichères consommés crues, les terrains de sports et les parcs public.

**Mots clés :** Eaux usées – bactéries pathogènes – résistances aux antibiotiques – irrigation des cultures – santé humaine.



## **Optimisation du fonctionnement du chenal algal à haut rendement en mode étage.**

BOUMAAZA Siham, JELLAL Jamal Eddine

*EMI RABAT-MAROC*

Le Maroc dispose d'un potentiel limité des ressources en eau et à l'instar de la plupart des pays méditerranéens, il souffre de sécheresses sévères au cours des dernières décennies avec des épisodes de précipitation intenses occasionnant des inondations subites désastreuses. Son potentiel des ressources en eau renouvelables, qui était estimé depuis les années 1970 à 30 milliards de mètres cubes, a été révisé à la baisse, soit seulement 22 milliards de mètres cubes (-27%), soit l'équivalent de 730 m<sup>3</sup>/habitant/an. Ces phénomènes observés auront tendance à perdurer et il en résulterait une baisse des ressources en eau douce renouvelable qui atteindrait 10-15 % à l'horizon 2020. Les trajectoires actuelles placent le Maroc dans une probable situation d'extrême pénurie pour les prochaines années (le seuil des Nations Unies d'extrême pénurie est de 500 m<sup>3</sup>/hab./an). La croissance de la population associée à la baisse des ressources laisse présager des situations de pénurie pouvant être particulièrement extrêmes. La qualité des eaux superficielles et souterraines est globalement moyenne à mauvaise et, compte tenu des impacts potentiellement négatifs sur la biodiversité ou la santé, la question de la dégradation de la qualité de l'eau reste une préoccupation majeure.

Les eaux usées sont de plus en plus utilisées en agriculture et en aquaculture dans les pays en développement comme dans les pays industrialisés. Dans la limite du possible, il est préférable d'employer pour l'agriculture des eaux usées plutôt que de l'eau douce de haute qualité, car les cultures bénéficient des nutriments que contiennent ces eaux. Ainsi, les eaux usées peuvent contribuer à satisfaire la demande en eau et à préserver les ressources en eau de qualité pour l'approvisionnement en eau de boisson. Une réutilisation sûre et contrôlée des eaux usées épurées implique l'existence d'une infrastructure d'assainissement en bon état de fonctionnement (collecte et traitement).

Les volumes annuels des rejets des eaux usées au Maroc ont fortement augmenté au cours des trois dernières décennies. Ils sont passés de 48 millions à 600 millions de m<sup>3</sup> entre 1960 et 2005 pour atteindre 900 millions en l'an 2020. Selon les prévisions, ces rejets continueront à croître rapidement pour atteindre selon les sources de 900 millions de m<sup>3</sup> à plus de un milliard à l'horizon 2030. Le volume annuel des eaux usées domestiques urbaines rejeté dans le milieu naturel (mer, oueds, épandage sur le sol, etc.), sans traitement préalable, était estimé en 2012 à 750 millions de m<sup>3</sup>, constituant ainsi une source de pollution dans la proportion 1/25.

Le taux actuel de traitement des eaux usées est encore faible et reflète un manque en unités d'épuration des eaux usées. Vers fin 2012, le niveau de traitement des eaux usées était

d'environ 37 % contre 8 % en 2005, le nombre de STEP en service a atteint 81 (21 en 2005), avec 29 % des unités équipées avec une performance de traitement primaire, 45 % d'une performance de traitement secondaire et 26 % avec une performance de traitement tertiaire. Environ 71 % des systèmes de traitement des eaux usées sont de type extensif à prédominance lagunage. Les systèmes intensifs sont adoptés au Maroc là où la disponibilité de l'espace est restreinte.

Les systèmes extensifs constituent ainsi le principal recours pour l'épuration des EU surtout au niveau des petites et moyennes agglomérations. Si le lagunage est actuellement le plus répandu, d'autres procédés sont appelés à être développés et à occuper la place qu'ils méritent parmi les diverses options retenues. C'est le cas du système intégré Réacteur Anaérobie (RA) – Chenal Algal à Haut Rendement (CAHR).

Des études ont été réalisées et d'autres sont en cours de réalisation pour adapter le système intégré RA – CAHR au contexte marocain. Le présent article entre dans ce cadre. On s'y intéresse aux aspects hydrodynamique, thermique et cinétique du fonctionnement du système. Il a pour objectif de contribuer à l'aide au dimensionnement judicieux de ce système et à l'optimisation de ses performances notamment en mode étage.



## **Études et optimisation de films minces par électrochimie pour le développement de procédés innovants de décontamination d'eaux polluées.**

R. Choumane<sup>(1)</sup>, S. Peulon<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> UMR 8587- CNRS-Université d'Evry, Bd François Mitterrand, 91000 Evry, France.

L'objectif principal de ma thèse est de développer des procédés de dépollution d'eaux chargées en métaux lourds afin d'obtenir des procédés efficaces, simples à mettre en œuvre, peu énergivores et peu coûteux. Dans ce sens, deux traitements différents ont été étudiés.

Le premier procédé est basé sur l'utilisation de films minces d'oxyde de manganèse non toxique (birnessite), synthétisés et optimisés par électrochimie, avec des propriétés de sorption maximales. Parmi différents échantillons, les films minces de type HB.4 possèdent des capacités d'adsorption importantes vis-à-vis du plomb, du cadmium, du nickel et du cuivre, avec une simplicité dans leur préparation et leur utilisation, et des possibilités de régénération (désorption). De plus, un post-traitement électrochimique, simple et rapide accroît, encore significativement leurs capacités. Ces résultats sont prometteurs et font l'objet à ce jour d'études pour des applications à plus grande échelle dans le cadre d'un projet prématuration IDEX Paris Saclay.

Le second procédé par électrochimie, développé dans mon travail de thèse, est très innovant et particulièrement efficace. Il permet de décontaminer des solutions aqueuses chargées en Pb(II) jusqu'à une élimination de 99,99% et d'atteindre ainsi des concentrations acceptables pour l'environnement et l'eau potable, et ce quelle que soit la solution (concentrée ou non, espèces chimiques, métaux lourds). Ce procédé permet d'éliminer aussi le nickel, et le cuivre, à température ambiante, dans un réacteur classique et avec des apports en électricité très faibles. Au vu des très bons résultats obtenus, un brevet a été déposé [1].

Ces deux procédés complémentaires ont été appliqués avec succès à des mélanges complexes et des échantillons réels.

[1] Rana Choumane, S. Peulon, brevet déposé, juin 2018.



## **Filmer l'émancipation: l'homme qui ressuscitait les rivières.**

Vincent Delbos<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Doctorant au Centre Pierre Naville*

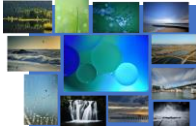
C'est au cœur de l'endroit où se posent les problèmes, disait le Mahatma Ghandi, que l'on doit trouver les solutions pour les résoudre. Partant de cette équation, on peut faire d'un désert une région luxuriante et bien plus encore : se souvenir que c'est en résolvant les problèmes en communauté, que l'on invente des manières de vivre en communauté. Il y a ainsi, dans une réserve de tigres au beau milieu du Rajasthan, un homme qui a mis cette idée en application pour ressusciter sept rivières et sauver sa région de la sécheresse, bien avant que les tigres n'y reviennent.

Lorsqu'il arrive en 1985 dans le petit village de Beekampura, Rajendra Singh ne peut que constater son impuissance face à un mal qui pèse lourdement sur les villageois. La révolution verte a bouleversé l'organisation sociale des campagnes et provoqué un exode rural d'une ampleur inédite. En proie à une sécheresse chronique, cette région du Rajasthan située entre Alwar et Jaipur est quasiment laissée à l'abandon ; les quelques habitants restants sont livrés à la pauvreté et le manque de diversité agricole engendre de nombreuses pathologies. Le problème social, écologique et sanitaire, semble alors inextricable. Un vieil homme, affublé de cécité chronique liée à la malnutrition, conseille alors Rajendra. « Tu m'as soigné » lui dit-il, « mais tu n'as pas soigné mon village. Tant que persistera le problème de l'eau, tu soigneras les gens en vain. ». L'homme lui a alors enseigné une technique traditionnelle de gestion de l'eau à grande échelle, basée sur l'entraide communautaire : la Johad.

La Johad est une science qui étudie le rapport d'un territoire à l'eau. Elle mélange des techniques principalement topographiques et hydrographique pour maximiser la spongiosité des sols à l'échelle d'une région. Telle qu'elle s'est constituée dans la culture Indienne, elle est une science réputée à la portée de tous que l'on peut étudier et pratiquer avec des moyens rudimentaires : Rajendra Singh lui-même revendique de l'avoir apprise en trois jours. Et si il est réputé aujourd'hui pour avoir inversé le cours des déterminismes sociaux et écologique à l'oeuvre dans la région, le médecin ayurvédique a commencé son ouvrage de la manière la plus simple qui soit : en creusant un trou. L'eau retenue lors de la mousson se déverse alors dans l'aquifère au lieu de s'évaporer ou de ruisseler. Elle n'est donc pas perdue lors de la saison sèche. Et si le premier trou (que l'on voit dans le film) a pris quelques années à être creusé, son succès a entraîné un mouvement exponentiel car le voisinage, constatant que le pourtour immédiat de l'ouvrage était plus verdoyant que ses alentours, a pris conscience de l'opportunité de se joindre au travail du médecin pour améliorer son cadre de vie. Le résultat, aujourd'hui sans appel, est le fruit d'un processus social qui réconcilie travail et démocratie. Les habitants des villages, dépossédés de leur moyens de production et divisés par les fruits de la croissance capitaliste, se sont fédérés autour d'un objet commun pour retrouver la

maîtrise de leur destin. Après que ses habitants aient adoptés la Johad et creusés près de 11000 trous, la région autour de Beekampura est aujourd'hui un cadre à la végétation luxuriante. Elle compte parmi ces rare espaces en Inde où l'exode rural s'est inversé et où l'autonomie sociale et écologique des communautés a permis de réhabiliter un équilibre naturel permettant le retour d'un illustre prédateur : le tigre.

C'est en décembre 2016, au cours d'une recherche exploratoire sur le thème de l'émancipation en Inde que l'auteur de ces lignes a rencontré Rajendra Singh. Par un hasard plus singulier encore, cette visite coïncidait avec l'organisation d'une conférence dédiée à la gestion de l'eau au sein de l'institut du Tarun Bharat Sang et faisait venir des quatre coins du pays (et même du delà de ses frontières), des travailleurs sociaux, des scientifiques et des figures religieuses. Tous embrassant le modèle Ghandien du guerrier pacifique, venaient parler de leurs combats respectifs pour l'eau et de la lutte qu'ils mènent au quotidien contre la dépossession de leur territoire par les logiques de profit des multinationales.



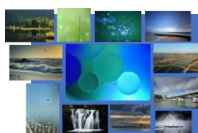
## Déterminisme de la présence des bactéries pathogènes et antibio-résistantes d'origine humaine dans les zones humides alluviales.

Charles Henriot<sup>a</sup>, Didier Hocquet<sup>a,b</sup>, Xavier Bertrand<sup>a,b</sup>, Gudrun Bornette<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Laboratoire Chrono-environnement (CNRS : UMR6249), Université de Franche-Comté  
UFR Sciences et Techniques 16, route de Gray 25030 BESANCON – France*

<sup>b</sup> *Laboratoire d'hygiène hospitalière, CHRU Minjoz, Besançon*

Les bactéries pathogènes et antibio-résistantes d'origine humaine suscitent de plus en plus de préoccupations. Leur établissement et développement dans les écosystèmes reste une question ouverte. Les zones humides étant potentiellement contaminées par les flux hydriques provenant des cours d'eau, et présentant potentiellement des conditions environnementales favorables au développement bactérien, on peut imaginer que certaines d'entre elles pourraient constituer une niche pour les bactéries d'origine humaine. Pour répondre à cette question, il est nécessaire de déterminer le niveau de contamination et la connectivité existant entre les différentes masses d'eau de l'hydrosystème (rivière, zones humides, nappe de versant, etc.). Pour cela, 16 zones humides, réparties le long d'un large gradient d'eutrophisation et de variabilité thermique, ont été sélectionnées au sein de 3 plaines alluviales du massif jurassien, distinctes en termes de fonctionnement et de pression anthropique (l'Ain, le Doubs et la Loue). Pendant un an, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau ont été mesurées. Durant la même période, trois bactéries potentiellement pathogènes pour l'Homme - *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae* - ont été échantillonnées dans l'ensemble des sites (zones humides et rivières). Les résultats très prometteurs démontrent que ces bactéries d'origine humaine sont en partie au moins dispersées par les cours d'eau dans les zones humides, même si l'étude pointe du doigt d'autres sources et processus potentiels de contamination.



## Water decontamination by photocatalytic textiles.

Fabien Delcourt<sup>a,b</sup>, Efthalia Chatzisyneon<sup>c</sup>, Jean-François Hoche pied<sup>a,b</sup>

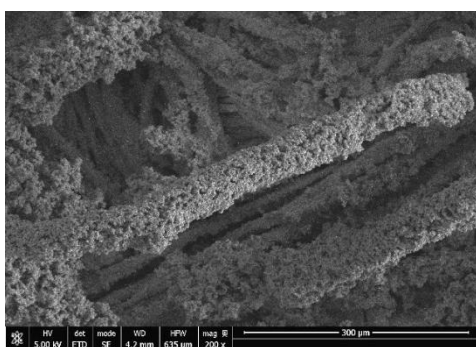
<sup>a</sup> MINES ParisTech, PSL Research University, MAT - Centre des matériaux, CNRS UMR 7633, BP 87 91003 Evry, France.

<sup>b</sup> ENSTA Paristech – UCP, 828 Boulevard des Maréchaux, 91762 Palaiseau Cedex (France)

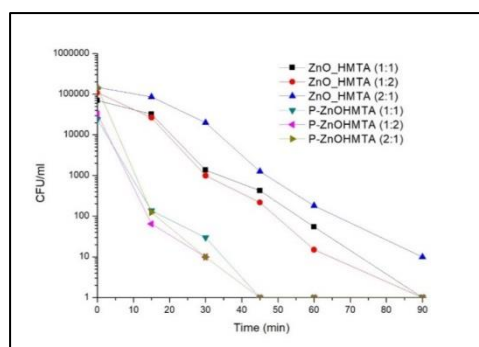
<sup>c</sup> School of Engineering, Institute for Infrastructure and Environment, The University of Edinburgh, Edinburgh EH9 3JL, United Kingdom.

Many works on photocatalytic materials focus on photoactivity efficiency without practical concern about their production costs, durability and life cycle. Here we propose a simple, robust, low cost and green method to prepare photocatalysts for degrading organic pollutants and bacteria in aqueous medium under UV irradiation.

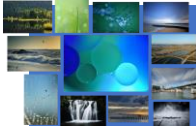
A process based on homogenous precipitation was developed to grow photocatalytic zinc oxide (ZnO) nanorods in-situ on cotton fabrics at relatively low temperature (80°C). Coverage, crystallinity and morphology of ZnO particles are critical for photocatalytic efficiency and could be controlled by experimental conditions, allowing optimization of the antibacterial effect (measured on E. Coli). Photodegradation of phenol and dimethyl methyl phosphonate (DMMP), models for toxic organic pollutants, was analysed by HPLC and GC-MS respectively. Our studies evidence that a decent photodegradation of these molecules requires a post treatment to attach silver nanoparticles to ZnO surfaces, which fortunately can be done easily by in-situ photoreduction of silver nitrate. It is well-known that zinc oxide is a less efficient photocatalyst than titanium dioxide and chemically much less stable, but these drawbacks are fully compensated by 1) the low cost of the process, 2) the possibility to easily regenerate the photocatalysts with full activity recovery for several times and 3) the fact that non soluble TiO<sub>2</sub> nanoparticles - released by titanium dioxide photocatalysts - are suspected to induce toxicological effects on living organisms with possible re-concentration, whereas ZnO simply dissolves. As a consequence ZnO coated photocatalytic textiles may prove very relevant for water depollution.



SEM image of ZnO coated cotton fabric



Optimization of the antibacterial effect



## **Impact of contaminated drainage from mining activities on water quality and plants: a case of study.**

Jihène Nouairi<sup>1</sup>, Fernando Rocha<sup>2</sup>, Mounir Medhioub<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Dept of Geology, Faculty of Sciences of Sfax, University of Sfax 3018, Sfax-Tunisia*

<sup>2</sup>*Geobiotec, Geosciences Dept, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro. Portugal*

Mining industry around the world is globally criticized for generating large amounts of solid wastes with a potential negative impact on the environment. Torrential rains and winds are responsible for accelerating the dispersion of Potentially Toxic Elements (PTE) from dumps, particularly in semi-arid regions. The main objective of this work is a mineralogical and geochemical study of Fej Lahdoum releases (North West of Tunisia, Siliana governorate) and their impact on surface water and spontaneous plants. Results show that the ore deposits are mainly composed of calcite, phyllosilicates, dolomite, quartz, galena and gypsum. Chemical analysis revealed the presence of high concentrations of PTE up to 46020 ppm of Pb and 17650 ppm of Zn. Regarding surface water, results indicate that only Fe shows high levels compared to standards. PTE concentration in plants is not very high and does not exceed the maximum recommended concentrations, thus, not presenting a risk of contamination of the food chain. Nonetheless, further erosion and leaching of metals would have relevant damage on water and translocation in plants is possible.

**Key words:** Mine wastes, Tunisia, PTE contamination, water, plants, environment.



## **Evaluation de la qualité de l'eau issue de STEP : analyse par une nouvelle biopuce et impact écotoxicologique sur organismes aquatiques.**

Sandra Serres<sup>a</sup>, Alice Saunier<sup>b</sup>, Elsa Bonnafé<sup>b</sup>, Morgane Lebreton<sup>b</sup>, Jean-Michel Malgouyres<sup>b</sup>, Catherine Tardin<sup>a</sup>, Florence Géret<sup>b</sup> & Laurence Salomé<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Membrane and DNA Dynamics, Institut de Pharmacologie et Biologie Structurale, IPBS – UPS/CNRS UMR 5089, 205 route de Narbonne, 31077 Toulouse, France*

<sup>b</sup> *EA BTSB 7417, INU Jean-François Champollion, Place de Verdun, 81000 Albi, France*

Pour accompagner le besoin de nouvelles approches méthodologiques dans la lutte contre les micropolluants dans l'eau, nous travaillons parallèlement à la réalisation de deux objectifs : la détection ultra-sensible et rapide et la caractérisation de l'impact sur l'environnement de micropolluants non éliminés par les traitements d'eau conventionnels, en particulier les médicaments.

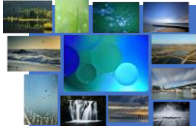
La méthode de détection repose sur une biopuce originale développée pour la réalisation de mesures de la dynamique conformationnelle de molécules d'ADN uniques en solution aqueuse sur un grand nombre de molécules en parallèle. Cette technique permet la détection ultra-sensible de molécules induisant des changements structuraux de l'ADN par interaction directe avec cette molécule.

Les conséquences environnementales de l'exposition aux substances sont évaluées sur des organismes aquatiques en évaluant les effets sur la reproduction et le développement de mollusques et de planaires.

Dans une première étape, nous avons réalisé des prélèvements d'échantillons d'eaux traitées en sortie de STEP raccordée à un hôpital psychiatrique ou de STEP urbaine et d'eaux des milieux récepteurs. Nous présentons les résultats des analyses de ces eaux : signaux mesurés avec notre biopuce, impact écotoxicologique et composition en molécules médicaments obtenue par chromatographie en phase liquide ultra-haute performance et spectrométrie de masse à haute résolution (analyse confiée à la société Profilomic).

[1] Plénat T., Salomé L., Tardin C., Thibault C., Trévisiol E., Vieu C. Biopuces pour l'analyse de la dynamique de molécules d'acide nucléique. Brevet FR 1057031 filed Sept 3rd, **2010**, extension PCT/EP 2 611 940 B1, on Apr 8, **2015**

[2] Plénat T., Tardin C., Rousseau P. and Salomé L. High-throughput single-molecule analysis of DNA-protein interactions by tethered particle motion, *Nucleic Acid Res.* **2012**, 40(12) e89



## Novel non cultivable microbial lineages in biological wastewater sewage sludge.

<sup>a</sup>Rakia Chouari, <sup>b</sup>Rim Driss-Limam, and <sup>c</sup>Abdelghani SGHIR

<sup>a</sup>*Faculté des Sciences de Bizerte. TN-7021 Zarzouna Bizerte (Tunisie).*

<sup>b</sup>*Centre national des Sciences et Technologies nucléaires. Pôle technologique. TN-2020 Sidi Thabet.*

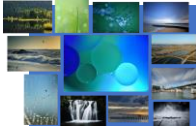
<sup>c</sup>*Institut de Biologie François Jacob, EA/Genoscope. CNS. 2, Rue Gaston Crémieux. FR-91000 Évry (France).* <sup>c</sup> *Université d'Évry Val d'Essonne. Boulevard François Mitterrand. FR-91025 Évry (France)*

The great amount of researches on wastewater microbial communities has expanded during the last 2 decades because of the use of molecular tools like metagenomic approaches to understand their identity and their potential functions. Almost all studies on the topic have reported the presence of numerous new lineages at different taxonomic levels. They have been intriguing the scientific community as no cultured representative has been isolated. Recently, a third type of methanogenesis pathway beside the acetoclastic and the hydrogenotrophic one has been reported in *Archaea*, called the methylotrophic pathway (1, 2, 3). Within *Bacteria* domain, despite their identification through 16S rRNA sequencing more than 12 years ago (2), the WWE1 lineage has no cultivated representative. A nearly complete genome reconstruction of '*Candidatus* Cloacamonas acidaminovorans (4) revealed that this bacterium might derive most of its carbon and energy from the fermentation of amino acids and that it is probably a syntrophic bacteria. Its role in anaerobic cellulose degradation has also been elucidated by SIMSISH methodology (5). By comparing taxonomic composition and functional genes through metagenomic approach from a biogas-producing digester treating municipal sludge and an industrial wastewater digester, Cai *et al.* (6) were able to reconstruct key anaerobic digestion pathways.

The microeukaryotes accounted from 0.1 to 1.4% of the total number of microbial rRNA gene copy numbers. They are used as biological indicators of plant performance and effluent quality. Their major role is the clarification of effluents essentially by flocculation and, or predation. Recently, 3 studies have inventoried eukaryotic diversity within a full scale sewage treatment plant process (7, 8, 9). The pre-dominant phylogenetic groups were affiliated with novel lineages, LKM118 and LKM111 also called *Rozellida* (10) or *Cryptomycota* (11) or Their phylogeny and function still remain unclear. The genus *Rozella* within the *Cryptomycota* lineage encompasses several species of endobiotic parasites.

Importantly, the fundamental goal of microbial ecology is to understand the microbial interactions. The strikingly diverse mass of microbial species within complex ecosystems like anaerobic digesters leads to dynamic spatio-temporal interactions constituting cooperation, competition, and communication among themselves (12).

13. Nobu et al., 2016. [ISME J.](#) 2016 Oct; 10(10): 2478–2487
14. Chouari *et al.*, 2005. *Applied and Environmental Microbiology* 71 : 2145-2153
15. Dridi et al., 2012 [Int J Syst Evol Microbiol.](#) 2012 Aug;62(Pt 8):1902-7
16. Pelletier *et al.*, 2008. *Journal of Bacteriology* Apr;190(7):2572-9
17. Driss-Limam et al., 2014. *Microbiologyopen*. 3(2):157-67
18. Cai *et al.*, 2016. [Front Microbiol.](#) 2016; 7: 778
19. Matsunaga *et al.*, 2014. *Microbes Environ.* Vol. 29, No. 4, 401-407, 2014
20. Chouari *et al.*, 2017. *World J Microbiol Biotechnol* 33:44
21. Matsubayashi *et al.*, 2017. *PLoS ONE* 12(3)
22. Lara *et al.*, 2010. *Protist* 161: 116–121
23. Jones et al., 2011. [IMA Fungus.](#) 2011 Dec; 2(2): 173–175
24. Sidhu et al., 2017. [Front Microbiol.](#) 2017; 8: 1382



## Microbial sources tracking in recreational water in a leisure center.

*Claire Thériat*<sup>a</sup>, *Françoise Lucas*<sup>a</sup>, *Adélaïde Roguet*<sup>a</sup>, *Mohamed Saad*<sup>a</sup>, *Philippe Dubois*<sup>a</sup>,  
*Sébastien Wurtzer*<sup>b</sup>, *Laure Huguenard*<sup>c</sup>

*a. Laboratoire Eau Environnement Systèmes Urbains (LEESU), Université Paris-est Créteil,*

*b. Laboratoire Eau de Paris,*

*c. Conseil départemental de Seine Saint Denis.*

The Champs-sur-Marne leisure area includes a lake with two swimming sites. One is filled with groundwater and disconnected from the lake, while the other one is part of the lake. These bathing sites are regularly closed due to microbial contaminations. The challenge for the stakeholders was to identify the origin of these contaminations in order to manage the bathing activities. For this purpose, a study was conducted to identify the human and animal sources of the fecal contaminations using molecular tools.

Sampling and analyses campaigns were conducted before and after the bathing season. Water and sediment were sampled in 4 replicates in the two bathing areas, as well as in the lake. In order to determine if the sand of the two beaches were contaminated, five quadrats were sampled. Human adenoviruses were used as a human fecal indicator. Bacteroidetes and Firmicutes species were used as animal fecal indicators: *Catelicoccus marimammalium* for gulls, and 2 Bacteroidales each specific for dogs or geese. In addition, 3 pathogens were quantified: *Salmonella* spp. *Campilobacter jejuni* and *C. lari*. All these microorganisms were quantified by quantitative real-time PCR.

No human contamination was detectable, suggesting the absence of sewer discharge. Fecal contamination from geese and dogs was detected in the whole-lake water samples, including the bathing areas, the sediment and the sand. Large bird populations are living around the lake and could contribute to the poor water quality. Furthermore watchdogs are roaming freely around the lake, and one dog can significantly affect the water quality of a small watershed [2]. Fecal contamination could arise from direct release of feces in the water, or indirectly from rain runoff on contaminated surfaces.

[1] AFSSET Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, avis du 17 Juillet 2009.

[2] JS. Ervin, LC. Van De Werfhorst, JL. S. Murray, and PA. Holden, Environ. Sci. Technol., **2014** Microbial Source Tracking in a Coastal California Watershed Reveals Canines as Controllable Sources of Fecal Contamination. 48 (16), pp 9043–9052





## Notes



**Seconde édition Colloque Eau, Santé et Environnement  
22 et 23 Novembre 2018, Evry**



**Seconde édition Colloque Eau, Santé et Environnement  
22 et 23 Novembre 2018, Evry**



**Seconde édition Colloque Eau, Santé et Environnement  
22 et 23 Novembre 2018, Evry**