



développer
ensemble
30 ans
naturellement
maîtriser
écogéner
présenter
naturellement
maîtriser
écogéner

ECHOS

Technologies et procédés pour l'eau et les déchets

30 ans pour l'environnement en 12 thèmes de recherche



Vue d'une station de stockage des déchets ménagers (en vignette : microorganismes présents dans les déchets à l'origine de la production de méthane)

Eau et déchets : améliorer les équipements et leur gestion

Les équipes du thème de recherche TED conçoivent et améliorent des procédés pour une partie des champs qui relèvent des Services publics à caractère industriel et commercial : assainissement, traitement des eaux usées, production et distribution d'eau potable, gestion des ordures ménagères et urbaines. Les moteurs ? Les directives européennes, les contraintes budgétaires des collectivités, la réduction des impacts sur l'environnement et la production d'énergie renouvelable. Entre terrain, laboratoires de pointe et modélisation, nous mettons au point des innovations technologiques destinées aux opérateurs publics et privés de l'eau et des déchets. Citons par exemple la mise au point de filtres plantés de roseaux adoptés pour l'épuration de plus de 2000 petites communes en France, la conception d'outils d'aide à la décision innovants pour le renouvellement des conduites ou le pilotage des processus microbiens de dégradation des déchets organiques ou des effluents d'élevage en vue de leur valorisation. Les avancées acquises s'appuient sur une expertise des procédés de plus de 30 ans et sur une production de thèses en recherche appliquée en constante évolution. Ces deux atouts confèrent aujourd'hui aux équipes de TED une position de leader national et une claire reconnaissance internationale.

Philippe Duchène, coordinateur du thème de recherche TED, Cemagref Antony

TED en perspective

De nouvelles matières premières : nos déchets

Dès l'Antiquité, Rome avait atteint un haut degré de perfectionnement de son système d'égouts. Ce savoir est cependant perdu au Moyen-Age et plusieurs siècles furent nécessaires pour reposer les bases d'une évacuation rationnelle des eaux usées. En 1185, Philippe Auguste amorce cette reconquête de la propreté en ordonnant de paver les rues principales de Paris et crée des canaux et fossés centraux. Il faut cependant attendre le XIX^e siècle et le courant hygiéniste pour que ces questions soient réellement prises en compte. Eugène Belgrand à partir de 1854 engage la capitale dans la construction d'un réseau moderne d'égouts. En 1884, Eugène Poubelle, oblige les Parisiens à déposer leurs ordures dans un récipient spécial pour faciliter leur ramassage. La réussite de ces systèmes d'évacuation pose cependant rapidement la question du traitement des flux évacués. Un bassin de décantation sera réalisé à Clichy dès 1878. À partir de 1896, les ordures sont orientées vers des "centres de broyage et d'incinération", les premières véritables stations d'épuration étant construites à partir des années 1930.

De la maîtrise à la valorisation d'une nuisance

Un nouvel élan est donné à partir des années 1960. Les agences de l'eau sont créées par la loi de 1964 et les initiatives se structurent pour évoluer vers une meilleure gestion de l'eau, des déchets et des eaux usées. Alors que le

géographe Jean Gouhier pose les bases de la rudologie (étude des déchets, de leur gestion et de leur valorisation), le CTGREF oriente ses recherches vers ces domaines dès les années 1970. Son approche mathématique de la gestion des réseaux d'eau potable permet au Cemagref de réaliser des logiciels de gestion opérationnels dès les années 1980. Il contribue également à l'amélioration des performances des stations d'épuration et à la formation des personnels. Il explore des pistes innovantes en matière de tri et de valorisation des déchets. À partir des années 1990, les réglementations européennes se font plus strictes. En lien étroit avec la demande sociale et en coopération avec les entreprises, les approches interdisciplinaires du Cemagref permettent une prise en compte globale de ces questions, de la microbiologie à l'économie. Les années 2000 voient l'effort accentué en matière de valorisation des déchets et de performance des stations d'épuration. La modélisation contribue puissamment à ces recherches. La loi sur l'eau et les milieux aquatiques de décembre 2006 et le « Grenelle de l'environnement » accroissent les exigences. Les efforts portent plus que jamais sur la maîtrise des impacts et la fiabilisation des systèmes, mais en accentuant les articulations possibles avec la production énergétique et les économies de ressources. Depuis 2009, le TR TED porte l'ensemble de ces enjeux au sein du Cemagref.

Pascal Griset, professeur d'histoire contemporaine à l'Université Paris-Sorbonne

Valorisation des déchets ménagers

Promouvoir le compostage domestique



Il existe encore aujourd'hui peu de moyens pour évaluer l'efficacité des différentes pratiques de compostage domestique

L'agglomération rennaise favorise depuis plusieurs années la gestion domestique des déchets ménagers. Elle met particulièrement l'accent sur le compostage de proximité. Cependant, les motivations des citoyens pour engager une démarche de compostage ou la cesser sont encore très peu connues. Quant aux collectivités, elles disposent de peu d'informations précises sur les atouts d'une telle démarche. C'est ce à quoi veulent remédier les projets Eccoval et Miniwaste, fruits de l'union de partenaires régionaux et européens.

Susciter l'engagement des particuliers

Le projet Eccoval démarré en 2008 avec Rennes Métropole, le conseil régional de Bretagne, l'université de Rennes 2 et le Centre d'Information sur l'Énergie et l'Environnement, associe recherche et société. La question centrale du projet porte sur l'engagement des citoyens pour la valorisation de leurs déchets et en particulier le compostage. Le principal résultat du projet est la réalisation d'un guide destiné aux collectivités. Il complète la démarche de l'Ademe en apportant des méthodes de communication pour promouvoir le compostage et des résultats sur les techniques de compostage pour corriger certaines erreurs ou imprécisions diffusées aux usagers.

Faire connaître les bonnes pratiques en Europe

Dans la même lignée qu'Eccoval mais cette fois à l'échelle européenne, le projet Life+ Miniwaste, a démarré en janvier 2010 pour aider les villes et régions à mieux planifier la gestion des biodéchets.

Ce projet est piloté par l'agglomération de Rennes forte de son expérience sur Eccoval, et regroupe plusieurs partenaires : la ville de Brno en République Tchèque, l'Association des Cités et Régions pour le Recyclage et la gestion durable des Ressources (ACR+), l'organisation Lipor au Portugal et le Cemagref de Rennes.

Le but est de rassembler et de faire connaître les meilleures pratiques aux autorités locales et régionales pour éviter et réduire les biodéchets collectés. L'équipe Sowaste du Cemagref à Rennes est impliquée dans le développement et la validation des procédures d'évaluation de la quantité des déchets détournés de la collecte via le compostage et de la qualité du compost domestique. ●



Contact : Anne Trémier, unité Gestion environnementale et traitement biologique des déchets, Cemagref Rennes.

Pour en savoir plus : <https://eccoval.cemagref.fr/le-projet-eccoval>
<http://www.miniwaste.eu/>

Débusquer, limiter, traiter les micropolluants !

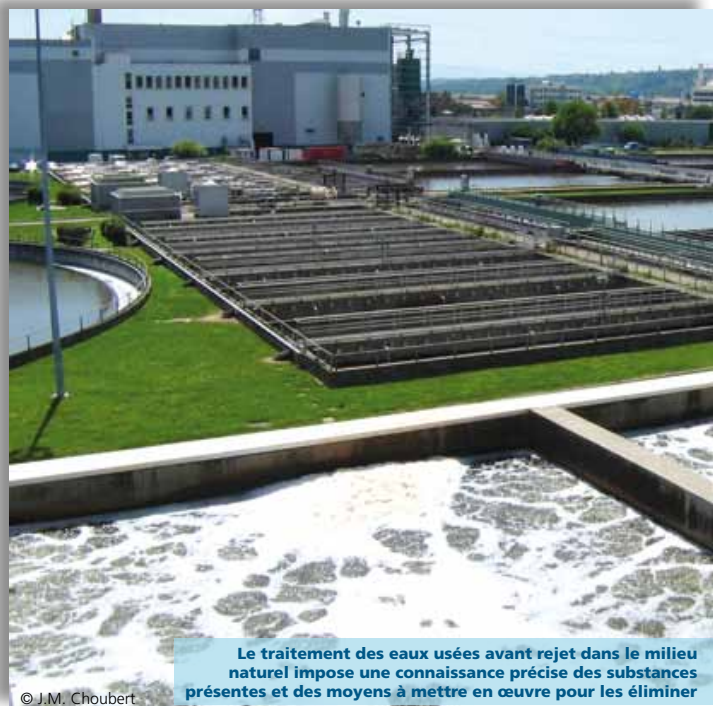
Produits industriels, plastifiants, détergents, hydrocarbures, de nombreux micropolluants issus des activités humaines sont présents dans les milieux naturels. Même en faible concentration, ils n'en n'ont pas moins d'effets sur le fonctionnement des écosystèmes. Comment détecter ces substances, comment les traiter et comment limiter leur diffusion dans les sols, les nappes phréatiques et les milieux aquatiques ? Au Cemagref, les scientifiques s'intéressent à ces micropolluants via différentes approches complémentaires.

Enquête dans les stations d'épuration

Les stations d'épuration domestiques n'ont pas été conçues pour traiter les substances micropolluantes. Leurs conditions d'élimination sont mal connues et elles sont difficiles à mesurer dans les boues.

Le Cemagref et SUEZ ENVIRONNEMENT ont lancé en 2006 le programme de recherche AMPERES, pour mesurer les concentrations des micropolluants dans les eaux usées traitées en entrée et en sortie de stations d'épuration et évaluer les capacités d'élimination des différentes technologies de traitement.

Au total, 21 stations d'épuration en France, plus de 3 ans de travaux de recherche, plus de 2000 échantillons et 5000 analyses. 127 substances ont été recherchées dont 41 substances dites "prioritaires" fixées par le DCE¹. 10 des 41 substances prioritaires, 17 substances pharmaceutiques parmi 38, et 8 autres substances organiques parmi 24, se retrouvent dans les eaux traitées à plus de 0,1 µg/L. Les stations d'épuration éliminent jusqu'à 85 % des substances prioritaires fixées par la DCE. Les stations arrêteraient entre 35 % et 50 % des autres substances étudiées, selon le traitement appliqué.



Le traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel impose une connaissance précise des substances présentes et des moyens à mettre en œuvre pour les éliminer

© J.M. Choubert

Succès

Des roseaux... d'épuration !

Aujourd'hui, plus de 2000 stations d'épuration par filtres plantés de roseaux fonctionnent en France.



Les scientifiques du Cemagref continuent à perfectionner les filières de traitements adaptés aux petites collectivités

© V. Secchi

Le succès de ce procédé est en grande partie le résultat des travaux menés au Cemagref depuis les années 90. L'exploitation de ce type de station requiert peu de technicité et une faible consommation d'énergie. Le principe, repose sur la combinaison de deux étages de filtres en série. Les roseaux, grâce à leurs racines, le sable, et les graviers créent un milieu favorable

à l'activité des bactéries épuratrices. Son usage est cependant limité aux petites et moyennes collectivités des zones tempérées. Des évolutions sont en cours pour répondre à des contraintes spécifiques de température par exemple, dans les zones de montagne ou encore dans les zones tropicales, de niveau de rejet. Cela se fait notamment par le développement d'outils de modélisation pour améliorer la compréhension des mécanismes impliqués dans ces systèmes complexes. Ces filières sont également étudiées dans ces domaines d'application (traitement des boues, des eaux pluviales ...) en association avec des procédés conventionnels. Les nouvelles applications sont évaluées au travers du groupe EPNAC¹ que le Cemagref coordonne.

¹Groupe de travail (Évaluation des procédés nouveaux d'assainissement des petites et moyennes collectivités).

Contact : Pascal Molle, unité de recherche Milieux aquatiques, écologie et pollutions, Cemagref Lyon.

Prévenir les ruptures de canalisation

La solution Casses

Les ruptures des réseaux d'eau et la politique de renouvellement des linéaires de canalisation représentent un problème majeur pour leurs gestionnaires comme pour les communes. Le Cemagref de Bordeaux a conçu à leur intention le logiciel Casses permettant de détecter les tronçons les plus fragiles, d'en établir la hiérarchie en fonction des risques et de prioriser ainsi les actions de prévention à mener – une approche particulièrement utile pour maintenir un service d'alimentation en eau 24 heures sur 24. À partir d'outils statistiques, ce logiciel permet de prévoir le nombre de casses susceptibles d'affecter chaque tronçon de canalisation au cours d'une période future déterminée et d'en mesurer ainsi l'évolution. Il peut aussi facilement simuler l'impact d'une stratégie de renouvellement. Sa première version a connu un bon succès en France, mais aussi à l'étranger, en particulier aux États-Unis. Une seconde version gratuite est aujourd'hui proposée.



© E. Renaud

La rénovation des réseaux de canalisation représente une part importante du budget des collectivités territoriales

Contact : Yves Le Gat, Unité Réseaux, épuration et qualité des eaux, Cemagref Bordeaux.

Pour étudier l'effet du vieillissement des matériaux sur les transferts de polluants les scientifiques utilisent des cellules de mesure des coefficients de diffusion



© M'hamed Aharit

Études d'étanchéité dans les stockages des déchets

De nombreux micropolluants sont présents dans les déchets introduits dans les installations de stockage. Ils sont drainés vers le fond de ces installations via le lixiviat, résultat de la percolation des eaux de pluie dans les déchets. Une barrière étanche ou géosynthétique est utilisée pour réduire la dispersion des polluants dans les sols.

Le projet Durageos a pour but d'étudier les mécanismes de vieillissement de ces géosynthétiques, de quantifier les micropolluants organiques qui passent à travers les barrières et de regarder l'effet du vieillissement des matériaux sur ces transferts de polluants. Des analyses ont été réalisées en laboratoire avec des matériaux neufs dans un premier temps. L'analyse sur matériaux vieillis est plus complexe. Il est en effet difficile de prélever des géosynthétiques en fond de casier sur une installation en place.

Dans le cadre du projet Durageos, les scientifiques travaillent sur des films en polyéthylène haute-densité qui ont les mêmes propriétés que les géomembranes. Ce matériau peut être vieilli en laboratoire en appliquant une forte pression d'oxygène, en augmentant la température et en l'introduisant dans du lixiviat avec ou sans bactéries. Les résultats des essais réalisés doivent être interprétés plus finement, mais les scientifiques constatent d'ores et déjà que les transferts sont plus importants à travers des matériaux vieillis.

¹La Directive Cadre européenne sur le bon état écologique des masses d'eau à l'horizon 2015. Elle impose la réduction des émissions de 33 substances dites « prioritaires » dans le milieu naturel.

Contacts : Marina Coquery, unité de recherche Milieux aquatiques, écologie et pollutions, Cemagref Lyon.

Nathalie Touze, unité de recherche Hydrosystèmes et bioprocédés, Cemagref Antony.

Pour en savoir plus : Le projet Amperes <https://projetamperes.cemagref.fr/>

Médicaments, détergents, produits industriels, etc. présents à faibles doses dans le milieu sont toxiques sur le long terme pour les organismes aquatiques



© J.M. Choubert

TED
depuis sa création en 2009

49 ingénieurs et chercheurs

100 articles à comité de lecture

Près de 3 millions par an de ressources propres

3 questions à Théodore Bouchez

La vie des microorganismes qui dégradent les déchets n'aura bientôt plus de secret pour Théodore Bouchez. À la clé de ses recherches, un meilleur pilotage des réactions microbiennes impliquées dans la dégradation des déchets pour produire des substances d'intérêt.



© Photo Cemagref

"Théodore Bouchez est animateur du laboratoire microbiologie des bioprocédés au sein de l'unité hydrosystèmes et bioprocédés."

1 > L'écologie microbienne fonctionnelle appliquée au traitement des déchets, en quoi cela consiste-t-il exactement ?

Dans les digesteurs anaérobies ou les installations de stockage, la dégradation des déchets en absence d'oxygène, repose sur une succession de réactions induites par les microorganismes. L'ensemble de ces microorganismes constitue le moteur principal du procédé. L'écologie microbienne fonctionnelle nous aide à comprendre le fonctionnement du moteur microbien : quels microorganismes sont impliqués dans quelles réactions et à quel niveau des étapes de dégradation les retrouve-t-on ?

2 > Quelles applications concrètes peuvent-avoir ces recherches ?

Notre ambition est de mieux contrôler la biodégradation des déchets pour produire des énergies et des molécules d'intérêt d'origine renouvelable. Par exemple nous analysons l'influence de certains paramètres, la température ou la teneur en azote ammoniacal, sur la production de méthane. Quand des facteurs limitant apparaissent, nous élaborons des configurations pour lever ces inhibitions. Nous étudions également les possibilités de production de bioéthanol, de façon moins coûteuse en énergie que les procédés américains, en favorisant certaines réactions microbiennes. Cette approche de la production d'éthanol, en mélange avec les déchets, nous a amené à réfléchir sur son extraction. Cette question, a motivé le projet BIORARE.

3 > Le projet Biorare fait partie des lauréats de l'appel à projets "Biotechnologies et bioressources" des investissements d'avenir. En quoi ce projet est-il novateur ?

Le projet Biorare vise à utiliser une technologie de rupture, l'électrosynthèse microbienne, pour séparer le traitement des déchets de la synthèse des molécules d'intérêt. Si on reprend l'exemple du bioéthanol, sa production se fait actuellement dans un seul réacteur, le même que celui où sont alimentés les déchets. Nous essaierons avec l'électrosynthèse d'arriver à la production de bioéthanol dans un compartiment séparé pour pouvoir l'extraire facilement. Cette technique radicalement innovante consiste à alimenter l'activité des bactéries avec de l'électricité d'origine renouvelable. ●

+ TED, c'est aussi...

Participation à l'EPNAC pour mutualiser et diffuser les connaissances sur les procédés d'épuration des petites et moyennes collectivités - <https://epnac.cemagref.fr> // Expertise conseil des stations d'épuration en France // Projet ANR DANAC pour améliorer les performances de la digestion anaérobie en utilisant les "innovations" sélectionnées par les animaux pour digérer la matière organique // Projet DIVA pour caractériser et évaluer des filières de gestion des digestats des déchets organiques dans un objectif de valorisation agronomique // SECURE, projet européen sur les réseaux // En savoir encore plus : www.cemagref.fr > sciences et technologies > les thèmes de recherche.

www.cemagref.fr/30ans



© Photo Cemagref

Hélène Hauduc

Des maths, pour des stations d'épuration maîtrisées !

« Les stations d'épuration sont des systèmes dynamiques, soumis à d'importantes variations. La modélisation sert à décrire mathématiquement les réactions en simplifiant les phénomènes. Lors de ma thèse au Cemagref d'Antony, j'ai travaillé sur les modèles appelés biocinétiques qui décrivent le comportement des microorganismes essentiels à la dégradation des matières organiques, de l'azote et du phosphore dans les bassins biologiques. Dans le cadre du groupe de travail "Good modelling practice" de l'IWA¹, j'ai analysé 7 des modèles biocinétiques les plus utilisés dans le monde. L'objectif était d'apporter des éléments pour aider l'utilisateur dans le choix et le calage des modèles : par exemple bien définir les conditions de traitement, et quels processus sont pris en compte dans le modèle. Les résultats de ma thèse ont permis d'alimenter un guide de bonnes pratiques pour la modélisation des boues activées élaboré par le GMP-TG², véritable document de référence qui sera publié en 2011. » ●

¹International water association
²Good modelling practice task group

ECHOS

Une publication du Cemagref

Directeur de la publication : Roger Genet.
Directrice éditoriale : Sylvane Casademont.
Rédactrice en chef : Sabine Arbeille. Comité de rédaction : Lucinda Aissani, Sylvane Casademont, Denis Cottin, Philippe Duchène. Rédacteurs : Agnès Pimenta, Pascal Griset.
Secrétariat de rédaction : Catherine Sialino.
Conception : teymourcorporate
Réalisation : Michaël Le Boulout.
Impression et façonnage : Imp. Caractère.
ISSN : 2116-2778.



Contact diffusion : Martine Scheidecker -
01 40 96 61 86 - martine.scheidecker@cemagref.fr