

# ingénieries

eau – agriculture – territoires

Les techniques extensives de traitement des eaux usées par marais artificiels et lagunage naturel sont largement utilisées dans le monde dans des contextes très différents. Les contraintes d'exploitation relativement simples associées à la robustesse de leur fonctionnement et à la qualité de l'effluent qu'elles délivrent leur confèrent un intérêt scientifique croissant.

Le succès des conférences organisées conjointement par l'IWA<sup>1</sup> et l'ASTEE<sup>2</sup> en Avignon en septembre 2004 le confirme.

Toutefois, les modes de conception et les mécanismes en jeu sont différents pour chaque famille de filière (par exemple, filtres à flux vertical ou horizontal, systèmes mixtes). Ce numéro spécial d'*Ingénieries-EAT* rassemble 10 articles qui présentent un « état de l'art » en Europe et en France. Leur diffusion au sein de la communauté des acteurs de l'eau en France peut enrichir la réflexion des scientifiques et des bureaux d'études pour accroître encore leur utilisation, le cas échéant par association de filières aujourd'hui peu usitées en France.

## Sommaire

### INTRODUCTION

*Alain Liénard* ..... 3

**La stimulation racinaire de l'élimination de l'azote concerne-t-elle des zones limitées ou l'ensemble d'un marais artificiel ?**

Root stimulated nitrogen removal - only a local effect or important for the water treatment ?

*Christiane Münch, Peter Kuschk et Isolde Röske* ..... 5

**Élimination du phosphore par faucardage de la végétation émergente dans les marais artificiels pour le traitement des eaux usées**

Removal of phosphorus via harvesting of emergent vegetation in constructed wetlands for wastewater treatment

*Jan Vymazal* ..... 13

**Traitement des eaux usées domestiques par marais artificiels : état de l'art et performances des filtres plantés de roseaux en France**

How to treat raw sewage with constructed wetlands : An overview of the French systems.

*Pascal Molle, Alain Liénard, Catherine Boutin, Gérard Merlin et Arthur Iwema* ..... 23

**Processus en jeu dans les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical : nitrification, transfert d'oxygène et colmatage**

Processes in vertical-flow reed beds – nitrification, oxygen transfer and soil clogging

*Katrin Kayser et Sabine Kunst* ..... 33

**Marais artificiels pour le traitement des surverses de déversoir d'orage – Point sur la pratique et la recherche en Allemagne.**

Constructed Wetlands for CSO Treatment – An Overview of Practice and Research in Germany

*Mathias Uhl et Ulrich Dittmer* ..... 41

Coordination scientifique :  
Alain Liénard

1. *International Water Association.*
2. Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (branche française de l'IWA).

*Ingénieries*  
n° Spécial  
2004

## sommaire (suite)

<b>Facteurs affectant la longévité des filtres à écoulement horizontal en traitement tertiaire d'effluents domestiques</b> Factors affecting the longevity of sub-surface Horizontal Flow systems operating as Tertiary treatment for sewage effluent <i>David Cooper, Paul Griffin et Paul Cooper</i>	49
<b>Directives danoises pour les marais artificiels de petites tailles pour l'assainissement non collectif</b> Danish guidelines for small-scale constructed wetland systems for onsite treatment of domestic sewage <i>Hans Brix</i>	57
<b>Lits de séchage de boues plantés de roseaux : fonctionnement et problèmes</b> Sludge Reed Bed Facilities – Operation and problems <i>Steen Nielsen</i>	67
<b>Le lagunage naturel en France : état de l'art et tendances récentes</b> Waste Stabilisation Ponds in France. State of the Art and Recent Trends <i>Yvan Racault et Catherine Boutin</i>	77
<b>Filtres plantés de roseaux à flux vertical et lagunage naturel en traitement d'eaux usées domestiques en France : comparaison des performances et des contraintes d'exploitation en terme de pérennité et fiabilité</b> Constructed Wetlands and Waste Stabilization Ponds for municipal wastewater treatment in France : comparison of performance and maintenance operations in terms of durability and reliability <i>Alain Liénard, Catherine Boutin, Pascal Molle, Yvan Racault, François Brissaud et Bernadette Picot</i>	87

# Introduction

Ce numéro spécial de la revue *Ingénieries-Eau Agriculture Territoires* présente des communications exposées à Avignon en octobre 2004, dans le cadre des deux conférences conjointes sur les marais artificiels et le lagunage naturel, organisées par IWA/ASTEE. Certaines d'entre elles émanent d'équipes scientifiques du Cemagref qui ont longtemps contribué au développement de ce type de filières pour le traitement des eaux usées des communes rurales françaises. Il a paru intéressant de profiter de l'opportunité de ces conférences internationales qui ont rassemblé pendant une semaine près de 500 participants de 55 pays, pour sélectionner des communications en provenance d'autres pays européens qui utilisent ces procédés, dans des contextes différents, mais qui sont susceptibles de voir le jour en France.

Au préalable, il convient d'expliquer pourquoi nous avons retenu l'utilisation de l'expression « marais artificiels » qui correspond à la dénomination anglaise « *constructed wetlands* » (littéralement, « marais construits »). Le terme « marais artificiels » été emprunté à nos homologues québécois qui l'utilisent déjà depuis un certain temps. Le terme « artificiel » a été jugé suffisamment explicite et sous-entend clairement une intervention humaine pour s'opposer à son antonyme « naturel ».

« Marais artificiels » a donc été jugé à la fois raisonnablement vaste, pour refléter la variété des installations (allant de la taille réelle au pilote de laboratoire), les végétaux aquatiques utilisés et les modes de fonctionnement employés (écoulement vertical, horizontal dans le matériau ou au-dessus de celui-ci), et précis, pour rassembler scientifiques, utilisateurs et gestionnaires souhaitant communiquer ensemble avec un réel souci de compréhension mutuelle.

Nous tenons à remercier IWA Publishing qui a accordé au Cemagref l'autorisation de publier ces travaux en langue française, IWA Publishing étant par ailleurs éditeur des communications de ces conférences dans ses propres journaux scientifiques et notamment *Water Science and Technology*.

La première communication présentée ici est originaire de l'université de Dresde (Ch. Münch *et al.*), où d'importants moyens scientifiques sont mobilisés pour étudier les modes d'action des roseaux et l'influence bénéfique qu'ils apportent *via* leur important système racinaire qui colonise densément les milieux où ils sont plantés. Il s'agit d'une des trop rares études focalisées sur « **l'effet rhizosphère** » dont on parle quelquefois mais sur lequel on connaît encore peu de choses.

La seconde émane de la République Tchèque (J. Vymazal) et s'intéresse aux quantités de **phosphore** qui peuvent être potentiellement extraites lors du faucardage de la partie aérienne des végétaux aquatiques. Des utilisateurs peu avertis imaginent souvent que cette importante masse végétale peut contribuer de façon significative à l'élimination des nutriments qui est parfois requise pour préserver les milieux récepteurs de l'eutrophisation. Cet article fournit des ratios entre charges apportées et potentiellement extractibles. De ce fait, il infirme beaucoup d'idées préconçues sur le sujet.

Les trois communications suivantes sont consacrées aux marais artificiels à **écoulement vertical**.

P. Molle *et al.* dressent un état des lieux sur leur développement en France tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, avec une **analyse statistique des performances** obtenues grâce aux mesures que des SATESE<sup>1</sup> ont réalisées avec l'aide financière des agences de l'Eau. La filière des filtres plantés de roseaux à écoulement vertical, recommandée par le Cemagref au cours des années 1990, est prépondérante et répond correctement aux attentes qui ont été placées en elle.

S'agissant de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical, K. Kayser et S. Kunst s'attachent à montrer l'importance, la compréhension et la maîtrise des **processus d'aération** dans les massifs filtrants. La conception et le dimensionnement de ce type de filtres sont différents en Allemagne où

1. Service d'assistance technique aux exploitants de stations d'épuration.

ils sont souvent placés après un ouvrage de décantation primaire. La majeure partie des granulats qui servent de supports à la biomasse épuratoire est constituée de sable dont les caractéristiques granulométriques induisent l'utilisation de surfaces plus importantes et ne fonctionnant pas toujours en alternance comme en France. L'importance des phénomènes de diffusion d'oxygène depuis l'atmosphère est soulignée.

Pour compléter, M. Uhl et U. Dittmer exposent leur expérience en Allemagne de l'utilisation très spécifique des marais artificiels pour le traitement, de façon épisodique mais nécessaire, des surverses de **déversoirs d'orage** de réseaux unitaires. Une utilisation similaire pourrait se développer en France, notamment pour des antennes situées dans des bourgs anciens souvent aussi de type unitaire et dont la mise en séparatif coûterait plus cher qu'un traitement adapté aux caractéristiques spécifiques de l'ensemble du réseau.

Les filtres plantés de roseaux à **écoulement horizontal** sont peu connus en France alors que leur utilisation est courante au Royaume-Uni où ils viennent compléter la qualité de traitement de filières plus intensives placées en amont. La contribution de D. Cooper *et al.* nous apporte des éclairages sur ce type d'ouvrage dont il est probable qu'il se développera en France à l'aval des filtres à écoulement vertical pour la rétention des nutriments. Connaître *a priori* leurs besoins spécifiques d'exploitation contribuera sûrement à les concevoir, mettre en place et les gérer très tôt de façon optimisée.

**L'assainissement non collectif** occupe quantitativement une place non négligeable en France en raison de la faible densité de population et de la dispersion des habitations qui rendrait la construction de réseaux d'assainissement trop coûteuse. S'inspirer des pratiques en cours au Danemark ne peut que stimuler la réflexion sur les solutions à adapter en France dans le cadre de la récente mise en place des SPANC<sup>2</sup> et de la place qu'ils occuperont progressivement pour faire évoluer les techniques. Dans ce contexte, l'article de H. Brix ne manquera pas d'intéresser nos lecteurs.

2. Service public d'assainissement non collectif.

Une autre utilisation des roseaux connaît également un développement non négligeable en France, il s'agit de la **déshydratation des boues** de stations à boues activées essentiellement. Cette technique est également très développée au Danemark, y compris pour des capacités de traitement qui ne seront vraisemblablement jamais appliquées en France, puisqu'on trouve des lits de séchages plantés de roseaux dans des stations d'épuration de plus de 100 000 équivalents-habitants. Bénéficiaire de l'expérience acquise dans ce cadre (S. Nielsen), relativement exceptionnel au niveau mondial, n'est toutefois pas inintéressant en France pour faire évoluer favorablement les pratiques, même si les ambitions sont plus modestes en termes de tailles d'installations.

Le panorama français des traitements extensifs utilisables par les collectivités rurales françaises ne serait pas complet sans mentionner le **lagunage naturel** qui est encore à ce jour (en dépit du développement aujourd'hui plus rapide des filtres plantés de roseaux) la filière la plus utilisée avec environ 3 000 installations. Après un rapide état de l'art qui conforte les données précédemment recueillies, Y. Racault et C. Boutin apportent des éléments techniques de nature à éclairer la pratique du curage des boues dans les lagunes. L'évolution de cette filière est envisagée en lui adjoignant des dispositifs de cultures fixées sur supports fins à l'aval.

La comparaison des deux filières de traitement fait l'objet du dernier article (A. Liénard *et al.*). Il contribue à clarifier les exigences de fonctionnement propres à chacun des procédés pour qu'ils fonctionnent au mieux des objectifs pour lesquels ils ont été conçus, et de façon pérenne. Les processus en jeu dans un lagunage naturel et dans des filtres plantés de roseaux sont très différents, les contraintes d'exploitation qui sont nécessairement associées aux performances respectives des deux procédés le sont également. C'est une opportunité supplémentaire de rappeler qu'aucune station d'épuration, quelque soit son type, ne peut prétendre fonctionner sans attention, surveillance et maintenance.

Alain Liénard