



# Instrumentation, capteurs et mesure /2

## PESTICIDES HYDROSOLUBLES

### ► La problématique

Une législation de plus en plus contraignante impose la surveillance de contaminants environnementaux et alimentaires. La sur-utilisation des pesticides combinée avec de mauvaises pratiques d'épandage en agriculture a conduit à des contaminations à grande échelle dont il est encore difficile de mesurer l'ampleur. En particulier, l'aminotriazole et le glyphosate sont des herbicides utilisés de manière extensive par l'agriculture, les services techniques des collectivités ainsi que par les particuliers. La difficulté de leur mesure à l'état de traces et l'absence de méthodes fiables normalisées empêchent toute estimation correcte du niveau de contamination des différents milieux hydriques.

### ► Le projet

**PESTICIDES HYDROSOLUBLES** permettra de résoudre les deux verrous technologiques identifiés:

- la difficulté de l'extraction de ces composés polaires
- le manque de sensibilité et de robustesse des techniques de mesures disponibles.

La méthode proposée consiste à extraire et à concentrer ces composés à l'aide de cartouches d'immuno-préconcentration retenant sélectivement ces composés. La difficulté de leur détection sera résolue par un procédé de dérivation chimique breveté utilisant une CENU (ChloroEthylNitrosoUrée) et aboutissant à la formation d'un dérivé stable. Ce dérivé est fluorescent, possède un spectre d'absorption en UV et est ionisable dans les interfaces atmosphériques utilisées en couplage CL-SM (Chromatographie Liquide couplée à la Spectrométrie de Masse). Parallèlement et afin de répondre aux problèmes liés aux dosages récurrents, des trousseaux de dosage par test immunologique à détection enzymatique seront développés et validés.

**D**éveloppement et validation de phases d'immunoextraction et de trousseaux de détection rapide de l'aminotriazole et du glyphosate dans les eaux

### Les partenaires

Société BOUISSON BERTRAND LABORATOIRES, BRGM (Service Analyse et caractérisation minérale), Société ABKEM.

## FER ON LINE



Bassin de décantation des eaux d'exhaures de la mine de Chessy (69) - Photo : ECP/BRGM



Dépôts métalliques (Cu, Zn) sur les parois du tunnel de la mine de Chessy (69) - Photo : ECP/BRGM

**D**éveloppement d'un capteur pour mesurer en continu et in situ les teneurs en fer(II) et fer(III) ainsi que d'autres métaux dans les eaux d'exhaures des anciens sites miniers

### ► La problématique

Les contrôles réguliers des rejets des sites industriels soumis à la réglementation sur les installations classées pour la protection de l'environnement et qui produisent des eaux chargées en métaux lourds, représentent des coûts obligatoires et répétitifs très importants (déplacements de personnels, échantillonnages, analyses chimiques spécifiques par des laboratoires spécialisés...). De la même manière, dans le cas des procédés industriels qui utilisent et/ou génèrent des eaux contenant des métaux, le suivi des étapes de traitement nécessite des vérifications en temps réel pour s'assurer de l'efficacité des systèmes et éviter tout dépassement des niveaux fixés et autorisés.

### ► Le projet

**FER ON LINE** a pour objectif de concevoir, réaliser et valider un capteur pour mesurer en continu et in situ les teneurs en fer(II) et fer(III) ainsi que d'autres métaux (As, Cd, Cu, Pb, Cr) dans les eaux.

Le domaine d'application premier du capteur sera les anciens sites miniers qui représentent actuellement des sources de pollutions importantes pour l'environnement et surtout pour les milieux aquatiques. Compte tenu des objectifs fixés (mesures en continu, spéciation des espèces) et des contraintes instrumentales imposées (coût et simplicité du dispositif), la détection ampérométrique a été retenue. Par ailleurs, les eaux d'exhaure d'anciens sites miniers contiennent non seulement des quantités notables de fer, mais aussi d'autres éléments métalliques qui pourront, pour certains d'entre eux, également être déterminés par ce capteur.

### Les partenaires

Société HEITO, CENTRALE RECHERCHE S.A., BRGM (Service Analyse et caractérisation minérale).

# VERCAPOL

**M**ise au point d'un système analytique autonome à base de nouveaux capteurs pour le suivi en continu de polluants écotoxiques

## ► La problématique

Les nouveaux matériaux solides amorphes sous forme massive ou de couches minces à base de chalcogénures et d'oxydes sont des matériaux de choix pour le développement de nouveaux capteurs chimiques stables et résistants en milieu liquide. Ils permettent à la fois une détection stable et fiable de polluants au niveau du ppb, la détection d'espèces ioniques particulièrement dangereuses pour la santé publique (Hg, Cr), le contrôle continu et en temps réel de substances nuisantes comme le sulfure d'hydrogène, H<sub>2</sub>S, provenant de stations d'épuration d'eau.

## ► Le projet

L'objectif de **VERCAPOL** consiste donc à mettre au point un système analytique autonome facilement mis en place sur des sites industriels susceptibles d'être pollués. Il permettra le contrôle continu de plusieurs paramètres en utilisant un système modulable selon les besoins des utilisateurs. Les capteurs chimiques avancés développés dans le cadre du projet sont des produits nouveaux sur le marché, ils augmenteront la compétitivité de l'industrie française au niveau européen et mondial. Les espèces ioniques polluantes visées par ce projet sont Cr(VI), Cu, Cd, Pb et Hg.

## Les partenaires

Université du Littoral - Côte d'Opale (Laboratoire de Physico-chimie de l'Atmosphère - UMR 8101), Société BOUISSON BERTRAND LABORATOIRES, Société MEDCOS, Société PONTARLIER ELECTRONIQUE S.A., Société AMP, CNRSP, Université de Montpellier II (Laboratoire de Physico-chimie de la Matière Condensée - UMR 5617, Laboratoire Hydrosciences - UMR 5569) Agence de l'eau Artois-Picardie.

## Les partenaires

CNRS (Ile de France Ouest et Sud, Centre d'études des Environnements Terrestres et Planétaires), Société NOVIMET, Société NUCLETUDES, Société SAMOTECH.

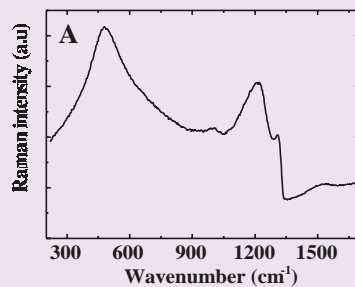
# NITRADIAM

**N**itrates dissous dans l'eau : Réduction électrochimique en azote par des électrodes de diamant. Optimisation des conditions de réaction et réalisation d'électrodes de grandes dimensions

## ► La problématique

L'industrie pollue très fortement l'eau par des nitrates qu'il faut impérativement éliminer car ils sont cancérigènes. Les solutions biologiques actuelles sont inutilisables dans ces milieux chimiquement agressifs et de plus, elles ne peuvent pas traiter ces fortes concentrations.

La qualité de l'eau disponible pour la consommation humaine devient un enjeu économique majeur. Les industries (métallurgiques, chimiques) la chargent lourdement (39 tonnes par jour en 1997) en nitrates très concentrés (jusqu'à 1 ML-1) cancérigènes. Les techniques biologiques actuelles éliminent seulement les concentrations faibles (0.001 ML-1) de nitrates introduites par l'agriculture. Des premiers tests ont montré que la réduction électrochimique de 1 Mole par litre de nitrates dans l'eau est possible sur des électrodes de petites dimensions de diamant dopé p au bore.



Spectre microRaman de l'électrode de diamant dopé au bore de conduction métallique (longueur d'onde excitatrice de 514 nm) - Photo : CNRS - LCMTR

## ► Le projet

**NITRADIAM** propose une solution électrochimique pour la réduction des ions nitrate en azote quelle que soit leur concentration, en utilisant des électrodes de diamant polycristallin dopé au bore (technique de dépôt par CVD activée par plasma micro onde à moyenne et haute température). Le programme comprend tout d'abord des approches systématiques pour préciser et optimiser ces résultats préliminaires, puis des études encore plus ambitieuses basées sur de nouveaux concepts pour réaliser des électrodes de grandes surfaces d'échange et enfin une étude d'applicabilité industrielle.

## Les partenaires

CNRS (Alpes, Laboratoire d'Etudes des Propriétés Electroniques des Solides), Société METAL PROCESS, CNRS (Ile de France Est, Laboratoire de Chimie Métallurgique des Terres Rares), Société ANJOU RECHERCHE.

# HYDRIX

**U**n radar hydro-météorologique en bande X. Mesure de la distribution spatiale de la hauteur d'eau sur un bassin versant à partir d'un radar météorologique polarimétrique en bande X

## ► La problématique

Une connaissance précise de la distribution spatiale et temporelle des pluies est requise dans des applications aussi diverses que l'annonce de crues, l'hydrologie urbaine, la gestion de l'eau en moyenne montagne, ou l'agro-météorologie. Pour de telles applications, le seul instrument capable de mesurer la distribution spatiale de la pluie, avec la résolution spatiale et le temps de revisite requis, est le radar météorologique. Cependant, avec un radar classique, l'estimation du taux précipitant R à partir de la réflectivité mesurée Z est entachée d'une grande incertitude.

## ► Le projet

L'objectif d'**HYDRIX** est le développement d'un radar météorologique en bande X, capable, grâce à la mise en œuvre d'une technique polarimétrique (l'algorithme ZPHI) de surmonter les incertitudes du radar classique et de mesurer avec précision le champ de précipitation sans aucun recours à un réseau de pluviomètres. La précision attendue est sans précédent: écart statistique sur la mesure de R inférieur à 20 %; biais de la mesure inférieur à 5 %. Le recours à la bande X (9,3 GHz) permet de réaliser un radar "compact" (antenne de 1,50 mètres), ne requérant qu'une infrastructure réduite (installation possible sur un toit d'immeuble). HYDRIX est un radar polarimétrique qui est dimensionné pour traverser des événements extrêmes (tel deux cellules successives de taux précipitant max 150 à 200 mm/h).



# Exploitation et gestion de l'eau / 2

## DEFI

**E**limination des germes microbiens en assainissement autonome : développement d'un concept de traitement tertiaire

### ► La problématique

En France, les filières d'assainissement autonome concernent environ 15 millions de personnes. Ces filières permettent un traitement des eaux usées domestiques des maisons individuelles en terme de pollutions carbonée et azotée avant un rejet dans le milieu superficiel ou souterrain. La plupart des systèmes filtrants permettent une réduction de 2 à 3 unités logarithmiques pour les coliformes (germes tests représentatifs d'une contamination fécale). La présence de ces germes pathogènes peut créer, par contact ou ingestion accidentelle, un danger pour la santé publique, les doses minimales infectantes étant très faibles, notamment pour les virus.

### ► Le projet

L'objectif de l'étude est de proposer des systèmes fiables permettant une réduction très significative des germes pathogènes dans le cadre de l'assainissement autonome, par le biais d'un choix judicieux des matériaux filtrants. In fine, un traitement en trois étapes comprenant un traitement primaire (fosse septique), un traitement secondaire, et un traitement tertiaire (épuration microbienne), plus ou moins en liaison avec le sol, sera recherché. La méthodologie employée repose sur la connaissance des mécanismes de transport des germes dans les milieux filtrants insaturés (milieux hostiles à leur survie) et des mécanismes d'interactions germes - matériau filtrant. Ainsi on pourra sélectionner des matériaux permettant une filtration efficace des germes

### Les partenaires

CSTB (Service eaux, air et environnement),  
Société ACCADE.

## MemEau

**P**rocédé de clarification de l'eau par ultrafiltration : pour une gestion maîtrisée de la qualité, de l'énergie, des rejets et des coûts

### ► La problématique

Pour le traitement des eaux potables, la filtration par membranes utilise des fibres creuses à base de matériaux polymères. Conçues pour traiter des eaux karstiques, les membranes sont maintenant exigées par la réglementation pour traiter des eaux de surface dans des installations de grande capacité. Dans ce cas, des combinaisons de traitement sont souvent appliquées pour parfaire la qualité de l'eau ce qui complique la problématique déjà maîtrisée.

### ► Le projet

Il s'agit de concevoir une nouvelle génération d'usines de clarification d'eaux à partir d'un ensemble de travaux scientifiques et technologiques couvrant tous les aspects de l'élaboration des membranes à la conduite des installations. Une nouvelle fibre creuse sera mise au point ; elle sera moins sensible au colmatage et lavable avec des produits peu ou pas polluants. L'élaboration de cette membrane sera optimisée au niveau de sa structure pour aboutir à des propriétés de flux, rétention et durabilité améliorées par rapport aux produits existants. Le procédé d'ultrafiltration sera étudié pour que la conduite de l'opération se déroule en mode frontal et au moindre coût en fonction des caractéristiques de



Spectrophotomètre avec microscope -  
Photo : ENSAM - LTVP

l'eau brute à traiter : pour cela la cinétique de colmatage sera modélisée, l'efficacité du rétro lavage étudiée et le système de commande sera automatisé pour assurer une conduite optimale de l'installation.



Bloc d'ultrafiltration, usine de La Viadère, Aveyron  
Photo : Ondeo Degrémont



Fibre creuse perlante - Photo : Ondeo Degrémont

### Les partenaires

Société AQUASOURCE,  
Société SFEC, Société  
ONDEO DEGRÉMONT,  
Société d'Etudes et de  
Recherche d'Arts et  
Métiers (Laboratoire  
de Transformation et  
de Vieillesse des  
Polymères), INSA Toulouse  
(Laboratoire d'ingénierie  
des Procédés de  
l'Environnement), Université  
Paul Sabatier (Laboratoire  
de Génie Chimique -  
UMR 5503).



# DEMATEDEE

**D**éveloppement des marchés des technologies de l'eau et des déchets par l'économie de l'environnement.

## Les partenaires

Société MEED SA, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (Centre d'Economie Industrielle – CERNA).

## ► La problématique

Les besoins d'eau et d'assainissement non satisfaits dans les pays du Sud, dont les populations sont en expansion rapide (la population mondiale croît de 77 millions chaque année, essentiellement dans les pays émergents) sont considérables et les financements publics ou privés apparaissent aujourd'hui très insuffisants. La dégradation du cycle de l'eau est inévitable lorsque de 2,4 milliards à 3 milliards d'habitants de ces pays n'ont aucun assainissement et que 90 à 95% des eaux usées sont rejetées sans traitement dans l'environnement. L'évolution rapide des techniques de traitement, de transport, de recyclage et de stockage de l'eau d'une part, et celle des moyens de production de l'énergie d'autre part peuvent ouvrir cependant de nouvelles perspectives grâce à un travail de réflexion interdisciplinaire.

## ► Le projet

**DEMATEDEE** consiste à renforcer un réseau franco-indien d'économistes de l'environnement. En liaison étroite avec des industriels et les institutions concernées, ce réseau évaluera les besoins en matière d'eau et de déchets en Inde et en Asie du Sud. Grâce à une application des leçons de l'économie de l'environnement, l'objectif est de développer les bases de stratégies novatrices avec les équipementiers, les opérateurs et les collectivités d'usagers. L'évaluation des données sur l'économie des ressources souterraines et de surface, sur celle du stockage, du transport et du traitement sera réalisée à partir d'un inventaire des coûts directs ou induits (les maladies hydriques sont la première cause de mortalité dans le monde) et des coûts cachés qu'impliquent les options normatives actuelles et les systèmes de gestion courants centrés d'abord sur la grande hydraulique rurale et urbaine.

# ARSENIC

**M**ise au point d'un procédé biologique pour la potabilisation des eaux contaminées par l'arsenic

## ► La problématique

Le seuil de potabilité applicable pour l'arsenic passe prochainement de 50 à 10 µg/l en France, avec une évolution analogue dans la plupart des pays. Il s'avère que de nombreuses ressources en eau potable présentent des concentrations en arsenic comprises entre ces deux valeurs. Un besoin existe pour une technologie de traitement peu coûteuse, produisant une faible quantité de déchets et facilement exploitable par les petites collectivités, celles qui sont les plus touchées par ce problème.

## ► Le projet

**ARSENIC** définira et validera un procédé de filtration biologique pour la rétention de l'arsenic. Il permettra de mieux comprendre les interactions du fer et de l'arsenic dans un contexte d'oxydation biologique. ARSENIC repose sur des résultats de recherches en environnement, ainsi que sur des observations menées sur diverses installations de traitement d'eau.

Il comprend deux étapes principales :

- une campagne d'essais menée à l'aide de deux petits pilotes de filtration biologique modulaires sur des ressources en eau existantes, permettant de définir les facteurs limitant la rétention d'arsenic et de modéliser les phénomènes,
- la conception d'un système optimisé et l'installation d'un système pilote pour sa validation.

## Les partenaires

Société IRH Environnement, Société B.E.F.S., Université de Montpellier II (Laboratoire Hydrosciences), Université Paris VI et VII (Laboratoire de Minéralogie Cristallographie de Paris – UMR 7590).



Pilote de filtration biologique pour la rétention de l'arsenic - Photo : IRH

Bienvenue sur notre site Internet  
[www.riteau.org](http://www.riteau.org)  
E-mail : [riteau@brgm.fr](mailto:riteau@brgm.fr)



# Exploitation et gestion de l'eau / 3

## SIROCO

**S**ystème intégré d'aide au renouvellement optimisé des conduites adapté aux petites et moyennes collectivités

### ► La problématique

Les petites collectivités n'ont souvent recueilli et structuré que peu ou pas de données de maintenance. Elles ont la nécessité de mettre en commun ces données pour mieux connaître le vieillissement et la dégradation des réseaux d'eau potable.

### ► Le projet

**SIROCO** a pour objectif de fournir un outil intégré d'aide à la décision de renouvellement des conduites d'eau potable adapté aux petites collectivités. Cet outil, basé sur un Système d'Information Géographique (SIG), intègrera des outils techniques et une méthodologie d'aide à la décision du renouvellement. L'outil SIROCO sera utilisé par les collectivités, qui, en alimentant une base de données commune, permettront l'évolution constante des modèles en affinant les résultats et les prévisions. Ce réseau sera animé par l'intermédiaire des outils provenant d'Internet.

### Les partenaires

Société G2C Environnement, CEMAGREF (Unité Ouvrages et Réseaux Hydrauliques).

## MACPOR

**F**abrication, caractérisation et mise en œuvre de matériaux carbonés poreux fonctionnalisés pour le traitement d'eau à partir de boues de station d'épuration.

### ► La problématique

L'émergence de nouvelles réglementations environnementales en matière de déchets solides et d'effluents liquides rendent impératifs, la recherche et le développement de nouvelles voies de traitement et/ou de recyclage des sous-produits. L'un des enjeux environnementaux de ce siècle est la garantie d'accès à une eau de très bonne qualité et à un air respirable.

### ► Le projet

**MACPOR** a pour objectif la fabrication et la caractérisation d'un matériau carboné poreux fonctionnalisé à partir de déchets industriels solides (boues d'épuration), ainsi que la mise en œuvre du matériau obtenu dans un procédé de traitement de fluides aqueux ou gazeux pollués.

Les matériaux carbonés ainsi obtenus seront caractérisés d'un point de vue structural et physico-chimique en vue de leur mise en œuvre dans des procédés de traitement d'eau par adsorption. La modélisation des écoulements et du transfert de masse au sein du filtre constitué par le matériau carboné permettra d'accéder à une configuration optimale du procédé. Les applications se situent dans l'élimination de molécules récalcitrantes, de colorants, etc dans des rejets industriels pour réacteur discontinu ou filtre adsorbant.



Four carbonisation et unité de traitement des gaz  
Photo : Ecole des Mines de Nantes



Microscope électronique à transmission  
Photo : Institut des Matériaux Jean Rouxel

### Les partenaires

Société PICA, Société ACV CONSEIL, Ecole des Mines d'Albi Carmaux (Centre Energétique Environnement), Ecole des Mines de Nantes (IUT de St Nazaire), Institut des Matériaux Jean Rouxel, Université de Nantes (Génie des Procédés – Environnement Agroalimentaire).

# RECYMEAU

**R**ecyclage des eaux et matières dans les circuits hydrauliques industriels. Application à l'industrie papetière.



Station d'épuration - Photo : Papeteries de Lancey

## ► La problématique

Depuis quelques années, les réglementations française et européenne ont évolué et poussent l'industrie à mieux gérer ses flux de pollution. Particulièrement concernée, l'industrie papetière est grande consommatrice d'eau et de matières premières pour la production de papier, et génère des quantités de boues importantes associées à des coûts d'élimination élevés (environ 30 €/t boue brute). Des équipements standards de récupération de matière existent déjà dans les circuits hydrauliques de la machine à papier, mais aujourd'hui leurs limites sont atteintes et les pertes dans les boues papetières s'élèvent à près de 3% de la production.

## ► Le projet

**RECYMEAU** concerne le contrôle opératoire et la conduite des procédés dans les circuits hydrauliques de la machine à papier. En complément des installations existantes, il s'agit de développer un procédé de séparation sélective sur membrane couplé à son système de contrôle, permettant de récupérer des matières premières dans les circuits et de les recycler en fabrication. La qualité de l'eau sera également étudiée afin d'envisager son recyclage dans les points des circuits les plus appropriés. Ainsi, des économies à la fois de matières premières et d'eau, associées à une diminution des boues et des coûts de traitements, pourront être réalisées.

## Les partenaires

CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER, Société ORELIS, Société PAPETERIES DE LANCEY, ARMINES/AIès (Centre des Matériaux de Grande Diffusion, Laboratoire du Génie de l'Environnement Industriel), Ecole Française de Papeterie et des Industries Graphiques.

# PANACHE

**C**onception et industrialisation d'une chaîne d'instrumentation pour l'identification et l'évaluation des panaches d'émergences karstiques sous-marines

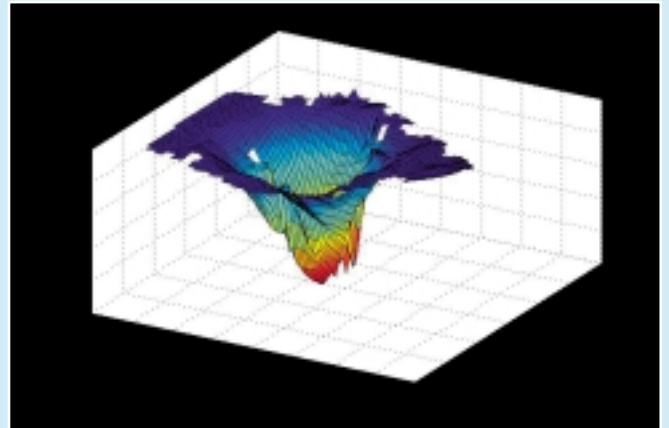
## ► La problématique

L'accroissement des besoins en eau, qui conduit à rechercher des ressources nouvelles ou à augmenter les prélèvements actuels, est particulièrement sensible sur le littoral, notamment autour de la Méditerranée et dans les Grandes Antilles. En pays méditerranéens, les aquifères karstiques sont souvent les seules ressources en eau intéressantes à exploiter.

Mais en régions littorales, des conduits karstiques peuvent évacuer une partie de ces eaux sous le niveau marin. Les techniques pour identifier ces émergences sous-marines sont rudimentaires et peu fiables. Aucune ne permet d'évaluer le flux émergeant, pour le prendre en compte dans des bilans hydrologiques ou dans des plans d'exploitation ou de gestion des eaux.

## ► Le projet

Le but de PANACHE est de développer un procédé fiable de détection et d'estimation des débits de sources sous-marines, basé d'une part sur une instrumentation appropriée d'investigation des zones de résurgences sous-marines et d'autre part sur des outils de modélisation pour l'évaluation des débits. Le marché visé sera étendu à l'étude des panaches de rivières ou de fleuves en mer éventuellement susceptibles d'être pollués. Un programme d'estimation du débit de la résurgence sera développé à partir de données recueillies dans la zone de résurgence par un engin sous-marin instrumenté basé sur un prototype.



Bathymétrie de la résurgence La Vise - Photo : LIRMM

## Les partenaires

Société HYTEC, GRADIENT (Université Technologique de Compiègne), Université de Montpellier II (Laboratoire Hydrosciences – UMR 5569, Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique – UMR 5506) BRGM (Service EAU).



Véhicule sous-marin TAIPAN - Photo : LIRMM

Bienvenue sur notre site Internet

[www.riteau.org](http://www.riteau.org)

E-mail : [riteau@brgm.fr](mailto:riteau@brgm.fr)

