

# **RAPPORT D'ACTIVITE 2005**

CEREVE

CENTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE  
EAU, VILLE, ENVIRONNEMENT

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées  
Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts  
Université Paris XII - Val de Marne

# CENTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE EAU, VILLE, ENVIRONNEMENT

**CEREVE**

Laboratoire commun à l'ENPC, l'ENGREF et l'Université Paris-Val de Marne  
UMR MA-102

Ecole nationale des ponts et chaussées  
6 et 8, avenue Blaise Pascal  
Cité Descartes - Champs-sur-Marne  
77455 Marne-la-Vallée Cedex 2  
Tél : +33.(0)1.64.15.36.25  
FAX : +33.(0)1.64.15.37.64

Université Paris-Val de Marne  
Faculté des Sciences et Technologies  
61, av. du Gal de Gaulle  
94010 Créteil Cedex  
Tél : +33.(0)1.45.17.16.25  
FAX : +33.(0)1.45.17.16.27

Directeur : Jean-Marie Mouchel

Directeur Scientifique : Daniel Thévenot

L'année 2005 a marqué la fin de deux des grands programmes, à savoir le programme européen DayWater (5<sup>ème</sup> PCRD) et le programme OPUR, tous deux pilotés par le CEREVE. DayWater est consacré à la gestion à la source du ruissellement urbain, et OPUR au fonctionnement du réseau unitaire parisien, depuis les sources des contaminations jusqu'aux rejets, en passant par l'étude détaillée des processus en réseau. Valorisations et publications se poursuivront en 2006.

Dans le domaine de l'hydrologie, deux programmes du 6<sup>ème</sup> PCRD (Floodsite et Hydrate), structurent une grande partie de nos activités, de même que le projet MHYM (Multiplicité d'Echelles en HydroMétéorologie), partagé avec Météo-France.

2005 a été la première année à effectif complet du Master SGE (Sciences et Génie de l'Environnement), commun aux universités Paris 7 et Paris 12, au sein duquel le CEREVE est plus particulièrement impliqué dans la spécialité SAGE (Systèmes Aquatiques et Gestion des Eaux) et la spécialité MECE (Management Environnemental des Collectivités et des Entreprises). Le DEA Sciences et Techniques de l'Environnement dont le CEREVE assurait la direction et l'animation a définitivement fermé ses portes après 25 années d'existence. Le Cereve contribue également au Master GTESD (Gestion et Traitement des Eaux, des Sols et des

Déchets) nouvellement lancé par ParisTech, et au Master MISE avec les universités de Marne-La-Vallée et Cergy.

Le CEREVE a organisé des nombreuses manifestations scientifiques à l'ENPC, au polytechnicum et avec ses partenaires. Le colloque « Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains » a été organisé à l'ENPC avec la SHF. Le 35<sup>ème</sup> congrès du Groupe Français des Pesticides s'est tenu à l'université de Marne-la-Vallée, ainsi que la conférence internationale finale du projet Daywater. Une journée scientifique sur les cyanobactéries et l'alimentation en eau potable a été organisée à l'ENPC dans le cadre de la collaboration entre l'EDVE (Ecole Doctorale Ville et Environnement) et le SPDE. Le partenariat toujours très actif avec le Conseil Général du Val-de-Marne et son Université de l'Oh, a permis d'organiser de nouveau les journées annuelles du DEA-STE, ouvertes au public, et le WWW-YES (World Wide Workshop for Young Environmental Scientists).

Enfin, nous saluons l'arrivée de Françoise LUCAS, microbiologiste, recrutée comme maître de conférences à l'université Paris-Val de Marne. Bernard LÉCUYER a pris sa retraite, nous lui souhaitons beaucoup de réussite dans ses autres projets.

---

# L'équipe

## Chercheurs et enseignants-chercheurs

Bernardara Pietro (post-doc)	Lucas Françoise (octobre =>)
Biaou Angelbert (post-doc)	Moilleron Régis
Carré Catherine (chercheur invitée)	Mouchel Jean-Marie
Chebbo Ghassan	Schertzer Daniel
Cuyppers Yannis (post-doc)	Seidl Martin (=> septembre, temps partiel)
Deroubaix José-Frédéric	Tassin Bruno
Deutsch Jean-Claude	Tchiguirinskaia Ioulia
Gaume Eric	Thévenot Daniel
Gromaire Marie-Christine	Varrault Gilles
Lécuyer Bernard (=> septembre)	Vinçon-Leite Brigitte

---

## Ingénieurs, techniciens et secrétaires

Caenbergs Patricia (septembre =>)	Piazza Annick
Charleux Catherine	Saad Mohamed
Foerster Miriam	Taybi Christelle (=> août)
Lorgeoux Catherine	

---

## Thésards

Barroca Bruno (Cereve et LGUEH, UMLV)	Jamwal Priyanka (IIT Delhi)
Belbeoc'h Anne (octobre =>)	Jung Sarah (octobre =>)
Berri Nagi (=> mars)	Kafi-Benyahia Mounira
Bobée Sandrine (RHEA, Nanterre)	Macor José
Chouli Eleni	Moulin Laetitia
Deniygba Kokou (EIER, Ouagadougou)	Oberhaus Laura
Esclaffer Thomas	Payrastra Olivier (=> août)
Gaspero Johnny	Pernet-Coudrier Benoit (octobre =>)
Gnaboa Zéphirin (INP, Yamoussoukro)	Robert Pauline (octobre =>)
Gounou Catherine	Zervos Nicolas

---

## Stagiaires

Amedzro Patrick Koffi (=> juin)	Lanoy Joris (=> mars)
Bakas Iannis (=> juin)	Lechekhab Moncef (=> septembre)
Bensaadi Samy (=> juin)	Leroux Carole (=> juin)
Carpentier Alexandra (=> juin)	Martinelli Cannelle (février – juin)
Hadj Hussein (=> juin)	Morales Sébastien (=> juin)
Lachaize Eugénie (=> juin)	Sally Zgheib (octobre =>)

---

# Activités de recherche

## Origines et caractérisation de la pollution dans les bassins versants urbains

### L'observatoire OPUR

Ce programme de recherche, coordonné par Ghassan CHEBBO et Marie-Christine GROMAIRE avec la participation de Régis MOILLERON et Gilles VARRAULT, en liaison avec la Ville de Paris, le SIAAP et l'AESN, vise à faire progresser les connaissances concernant la pollution des effluents de temps sec et de temps de pluie en réseau unitaire, au moyen de campagnes d'échantillonnages et d'observations à différentes échelles spatiales. Il aboutira à terme à des propositions de méthodes de gestion appropriées.

L'OPUR (Observatoire des Polluants Urbains) est constitué d'une série de six bassins versants de taille croissante, allant du bassin versant du Marais (42 ha, site expérimental mis en place dans le cadre d'un programme antérieur) jusqu'au site de Clichy (3000 ha), en suivant l'axe du collecteur de Clichy (10 Km). Il constitue un dispositif de recherche unique en son genre pour l'étude de la génération, du transport et de la gestion des polluants véhiculés dans les réseaux d'assainissement des grandes agglomérations.

L'année 2005 a été consacrée à la réalisation de campagnes de mesure au niveau des exutoires

des six bassins versants d'OPUR, par temps sec et par temps de pluie. Cette année de mesures permet de boucler l'essentiel de la partie expérimentale de la phase II du programme OPUR.

L'observatoire OPUR s'inscrit dans une longue série de projets pluriannuels successifs, le dernier en date étant le programme "Marais", qui nous a permis d'atteindre des objectifs de plus en plus ambitieux dans la connaissance du fonctionnement des systèmes d'assainissement urbains.

L'ambition et l'originalité d'OPUR est de créer, à Paris, un observatoire de terrain, constituant un site d'expérimentation fédérateur pour les différents acteurs de l'assainissement en Ile de France, ainsi qu'un site de référence à l'échelle nationale et internationale. Il vise non seulement un rapprochement de différentes équipes de recherche travaillant dans ce domaine en Ile de France, mais également le développement d'une synergie entre chercheurs et gestionnaires des réseaux d'assainissement. Les problématiques de recherche abordées sur ce site sont définies en concertation de façon à répondre aux besoins opérationnels.

## Variabilité spatiale des caractéristiques et des origines des polluants en réseau d'assainissement unitaire

Le travail de thèse de Mounira KAFI-BENYAHIA, encadré par Marie-Christine GROMAIRE et Ghassan CHEBBO, a été poursuivi sur le site d'OPUR. Cette recherche vise à mieux cerner l'évolution des flux, de la nature et de l'origine des polluants transférés par temps sec et par temps de pluie dans les réseaux d'assainissement unitaires, de l'amont à l'aval d'une agglomération d'occupation du sol relativement uniforme, en fonction de la taille du bassin versant et des caractéristiques du réseau d'assainissement.

En 2005, la base de donnée concernant la qualité des eaux et les flux de contaminants à l'exutoire de six bassins versants emboîtés de taille différente a été complétée. Elle concerne par temps sec des échantillons moyens journaliers, et par temps de pluie des échantillons moyens représentatifs de l'événement pluvieux. Cette base de donnée est un outil de travail de première importance à la

fois pour les connaissances nouvelles qu'elle apporte et les marges de progrès dans la gestion de flux de contaminants qu'elle laisse entrevoir.

On distingue les eaux usées qui circulent en temps sec, des eaux de ruissellement issues des voiries, toitures et autres surfaces imperméabilisées par temps de pluie et les eaux « unitaires » qui circulent dans le réseau en temps de pluie qui résultent de la combinaison de deux premiers types d'eau.

L'analyse des eaux usées de temps sec aux exutoires des six bassins versants de l'OPUR montre une homogénéité spatiale des caractéristiques des effluents en terme de débit moyen journalier par équivalent habitant, de concentration et de flux par équivalent habitant des MES et des matières organiques ainsi que de nature des particules. Des différences entre bassins versants, imputables aux activités

professionnelles, apparaissent cependant en terme de concentrations et flux par équivalent habitant des métaux lourds.

Par temps de pluie, des éléments similaires en terme de concentrations et de flux en MES, en matières oxydables et azotées et en métaux lourds ont été observés entre les six sites de mesure. Les concentrations en matières en suspension, en matière oxydable, en azote et en cuivre des eaux unitaires sont supérieures ou égales à celles des eaux usées et nettement supérieures à celles des eaux de ruissellement ce qui suggère une contribution du dépôt pour tous les sites de mesure. Au contraire, les concentrations de cadmium, de plomb et de zinc dans les eaux unitaires de temps de pluie sont 2 à 9 fois supérieures à celles des eaux usées de temps sec mais néanmoins très inférieures à celles des eaux de ruissellement.

Les particules s'avèrent dans tous les cas le principal vecteur de la pollution organique et métallique (selon le site 79 à 86% des matières organiques et 61 à 98% des métaux sont transportées sous forme particulaire) des effluents unitaires de temps de pluie. Les résultats obtenus en terme de vitesse de chute des polluants montrent que l'efficacité d'un éventuel traitement par décantation des MVS, des matières organiques et du Cuivre semble généralement comparable à celles des MES. En revanche, il faut s'attendre à une efficacité plus faible pour le Pb et surtout pour le Zn et le NTK particulaires.

## **Modélisation des flux polluants en réseau d'assainissement par temps de pluie**

Cette recherche est menée en partenariat avec l'URGC Hydrologie Urbaine (INSA-Lyon) et l'UMR 5569 « Hydrosociété Montpellier » en liaison avec le RGCU (METL) et le SIAAP. Elle cherche à dresser un état des besoins opérationnels en terme de Modèles de Calcul des Flux Polluants en réseau d'assainissement par temps de pluie (MCFP) et à analyser l'adéquation à ces besoins des MCFP existant actuellement. Ghassan CHEBBO est le coordonnateur de la recherche. Bruno TASSIN, Marie-Christine GROMAIRE et Eric GAUME contribuent à ce projet. Deux thèses sont menées dans le cadre de cette recherche.

La thèse d'Assem Kanso, soutenue en 2004, a permis de mettre en place un banc d'essai pour l'évaluation des MCFP. Les résultats de ce travail démontrent sans ambiguïté le fort niveau d'incertitude lié à l'utilisation des MCFP existants actuellement, l'impossibilité de les utiliser avec confiance en mode prédictif et met en évidence l'inadaptation de certaines formulations utilisées dans la description des processus.

Une deuxième thèse faisant partie de ce programme a été soutenue en 2005. Il s'agit de

L'évaluation de la contribution respective des eaux usées, des eaux de ruissellement et des échanges avec les stocks existants dans le réseau, aux flux polluants de temps de pluie a mis en évidence l'importance de la contribution des stocks du réseau d'assainissement aux flux de matières en suspension, de matières organiques, de cuivre. La contribution des eaux usées qui varie en médiane suivant le site entre 25-48% pour les MES, 32-51% pour la DCOt et entre 29-51% pour le COT, a tendance à augmenter en fonction de l'échelle spatiale. Celle des eaux de ruissellement est généralement faible sur l'ensemble des sites de mesure (entre 6 et 12% pour les MES et la DCOt et entre 3 et 7% pour le COT). La contribution des sédiments érodés dans le réseau tend à diminuer légèrement vers l'aval du collecteur de Clichy, mais reste une source majeure de la pollution de temps de pluie sur tous les bassins versants de l'OPUR. Cette source contribue en médiane sur l'ensemble des événements étudiés pour 49-70% des matières en suspension et 38-71% des matières oxydables. Le dépôt érodé sur les bassins versants de l'OPUR est de nature organique, comparable à la nature de la couche organique identifiée sur le Marais par Ahyerre (1999) et Oms (2003), et non pas à celle du corps du dépôt minéral. Par ailleurs, une perte massive des métaux lourds dissous est observée pendant leurs transferts dans le réseau. Cette dernière est vraisemblablement imputable à un phénomène d'adsorption des métaux dissous sur les MES et sur les dépôts.

celle de Mohamed MOURAD, menée en commun entre l'INSA de Lyon et le CERREVE, et encadrée par Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI et Ghassan CHEBBO. Elle porte sur l'évaluation de la sensibilité aux données expérimentales des modèles de calcul des flux polluants par temps de pluie et des résultats de simulation. L'approche adoptée est fondée sur une analyse statistique des résultats de calage et des simulations d'études de cas, obtenus avec des jeux de données de calage de tailles et de caractéristiques variées, générés aléatoirement à partir d'un jeu de données relativement riche. Trois approches différentes de modélisation ont été utilisées : l'approche par concentration caractéristique, l'approche par concentration moyenne événementielle par régression et l'approche détaillée. Les modèles retenus sont représentatifs des modèles utilisés par les gestionnaires et les bureaux d'études. Pour les deux premières approches, la sensibilité aux données expérimentales a été étudiée pour 13 bassins versants. Seul le bassin du Marais à Paris a été utilisé pour la modélisation détaillée. Les résultats obtenus ont montré que la

sensibilité aux données expérimentales des résultats des MCFP est relativement importante. Il est apparu clairement que, dans la pratique courante des gestionnaires et des bureaux d'études, le nombre d'événements utilisés dans le calage est notablement insuffisant et qu'un effort particulier doit être fait pour disposer d'un nombre plus important de mesures et/ou de mesures plus représentatives. Les points importants de ce travail peuvent être résumés sur deux niveaux :

(1) calage et validation : les intervalles de confiance obtenus dans l'approche par concentration caractéristique sont relativement larges, surtout pour des cas courants avec peu d'événements mesurés (3 à 5). La largeur des intervalles de confiance peut atteindre 300 % de la valeur la plus vraisemblable de la concentration caractéristique. Il est cependant difficile de recommander un nombre optimal d'événements à mesurer pour atteindre un niveau d'incertitude donné. Dans les cas les plus extrêmes (réseaux pluviaux), il faut mesurer plus d'une centaine d'événements pour atteindre une incertitude de 25 %. Il est apparu que leur sensibilité aux données expérimentales des deux autres approches de modélisation (modèles de

régression et modèles détaillés) est très importante.

(2) simulations : L'analyse de la sensibilité des résultats d'études de cas opérationnelles aux données expérimentales utilisées pour le calage a permis l'évaluation de la pertinence des approches de modélisation en fonction des cas. Pour une étude diagnostic, lorsqu'il s'agit de calculer la masse rejetée par un déversoir d'orage sur le long terme, il est apparu que l'approche par concentration caractéristique doit être privilégiée lorsque le nombre d'événements mesurés est inférieur à 5. Au delà d'une dizaine d'événements c'est l'approche par concentration moyenne événementielle qui est la plus efficace. Pour une estimation de l'efficacité d'interception d'un système d'assainissement, ou le dimensionnement d'ouvrages de rétention et traitement au fil de l'eau, il n'y a aucun intérêt à utiliser les approches par concentration caractéristique et par concentration moyenne événementielle puisque leurs résultats sont intrinsèquement très proches de ceux d'une approche purement hydraulique. Par contre la modélisation détaillée donne des résultats significativement différents, indépendamment du nombre d'événements utilisés pour le calage.

## **Origine et transfert des hydrocarbures dans les bassins versants urbains**

Le travail de thèse de Johnny GASPERI a pour but d'étudier l'évolution spatiale des flux et des origines des hydrocarbures aromatiques (HAP) et aliphatiques (HA) par temps sec et par temps de pluie dans les différents bassins versants du réseau unitaire (eaux usées et eaux pluviales partagent le même réseau de canalisations) parisien équipés dans le cadre du programme OPUR. Les hydrocarbures non résolus par la chromatographie (UCM) sont également évalués.

A l'échelle de l'observatoire, la caractérisation de la pollution en hydrocarbures révèle l'homogénéité des concentrations en HA et HAP des eaux unitaires de temps sec ou de temps de pluie d'un bassin versant à un autre. Les flux en HA et HAP des eaux unitaires de temps sec sont très significativement corrélés au nombre d'équivalent habitant sur chaque bassin versant. Cependant des différences apparaissent entre les périodes de temps sec et de temps de pluie puisque les concentrations en HA et HAP dans les eaux et particules de temps de pluie sont supérieures à celles des eaux et particules de temps sec.

La répartition dissous - particulaire en HAP est relativement uniforme (83 - 96% de particulaire) et identique dans les eaux unitaires de temps sec et de temps de pluie, quel que soit le site considéré, alors que les distributions en

HA pour les eaux unitaires de temps sec (50 - 70% de particulaire) se différencient significativement de celles des eaux unitaires de temps de pluie (70 - 88% de particulaire). Ces résultats sont homogènes sur l'ensemble de l'observatoire des processus de génération/transport de pollution similaires sont donc probablement actifs à toutes les échelles au sien de OPUR.

Une étude de bilan a permis s'identifier la contribution des eaux usées, des eaux de ruissellement et de l'érosion des dépôts à la pollution de temps de pluie. De manière générale, les premiers résultats relatifs aux hydrocarbures reflètent les tendances précédemment observées pour les MES par Mounira KAFI-BENYAHIA dans son travail de thèse. La contribution des eaux usées a tendance à augmenter en fonction de l'échelle spatiale. Elle varie selon le site de 8 à 18% pour les HAP, de 20 à 36% pour les HA et de 17 à 43% pour l'UCM. La contribution des eaux de ruissellement reste relativement constante sur l'ensemble de la zone OPUR. Elle est cependant plus importante que celle des MES, atteignant 10 à 30% de la pollution à l'exutoire en hydrocarbures. Enfin, la contribution des sédiments érodés dans le réseau reste la source majeure de la pollution de temps de pluie sur tous les bassins versants de la zone OPUR.

puisque elle contribue pour 62 - 76% et 38 - 65% de la pollution en HAP et HA.

## Sources de métaux en milieu urbain

Les zones urbanisées, et notamment Paris, présentent de très nombreuses sources potentielles de métaux traces toxiques (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn). Lors des épisodes pluvieux, ces sources peuvent contaminer par ruissellement le réseau d'assainissement unitaire et donc le milieu naturel par l'intermédiaire des rejets urbains de temps de pluie (RUTP). Les métaux contenus dans ces RUTP sont introduits dans le réseau par l'intermédiaire des différentes voies d'introduction dans le réseau d'assainissement (VIRA) que sont les ruissellements de toitures, les ruissellements de chaussées et les eaux usées de temps sec et proviennent également de la remise en suspension éventuelle des dépôts du réseau. L'objectif de ces travaux est d'identifier la contribution des différentes VIRA aux RUTP.

L'utilisation de traceurs métalliques devrait permettre de discriminer les différentes sources de métaux dans le réseau d'assainissement unitaire. Dans le cadre de leur stage de DEA Sciences et Techniques de l'Environnement, Catherine GOUNOU en 2004 et Patrick AMEDZRO en 2005 ont travaillé sur cette thématique. Les différentes VIRA prises en compte sont les eaux usées de temps sec, le ruissellement de chaussées, le lavage de chaussées et le ruissellement de toitures. De plus les dépôts du réseau, qui ne sont pas à proprement parler une VIRA, ont également été collectés car ils peuvent contaminer les rejets urbains de temps de pluie par remise en suspension en temps de pluie. Des profils de composition métalliques sont obtenus pour chaque échantillon à partir des mesures de 18 métaux. Leur comparaison démontre que leur forte variation permet de discriminer les différentes VIRA. Cependant, malgré le grand nombre d'échantillons dont on dispose, la variabilité spatio-temporelle des teneurs métalliques dans les différentes VIRA n'est pas encore suffisamment connue, pour établir des bilans d'apports quantitatifs.

Depuis les résultats obtenus sur le bassin versant du Marais, l'importance des toitures

(matériaux de couverture et d'étanchéité) a été identifiée comme source importante de métaux pour les eaux de ruissellement. La thèse de Pauline ROBERT, encadrée au CERREVE par Marie-Christine GROMAIRE et Ghassan CHEBBO a été initiée en octobre 2005 en collaboration avec le CSTB pour traiter de manière plus approfondie de cette question particulière. Cette thèse devra élaborer une typologie des toitures en Ile de France, et évaluer les taux de corrosion spécifiques à partir d'une analyse de la littérature et d'expérimentations complémentaires. Dans une deuxième partie, les premières conclusions seront étendues à l'échelle de bassins versants en Ile de France, en couplant l'utilisation d'une information spatialisée et des données aux exutoires.

A une autre échelle, en collaboration avec le CNAM (Laurence LESTEL et Cécile GOIFFON), le CERREVE a la responsabilité d'un projet au sein de l'ACI Ecologie Quantitative du Ministère de la Recherche. Il concerne l'écologie industrielle du plomb au cours des deux derniers siècles. On cherche à reconstituer les flux de plomb dans le bassin de la Seine au cours de toute la période industrielle, pour mieux connaître l'origine des contaminations actuelles, qui sont en très grande partie issues de cette longue histoire technologique. Un important travail de recherche des données de production, importation et exportation, a été réalisé ainsi qu'une analyse des process industriels et des usages du plomb. Le modèle que nous avons construit pour intégrer l'ensemble des données permet d'intégrer facilement, dans un cadre formel aisé, les multiples données historiques et actuelles collectées dans le cadre du projet. Cette construction donne une image de la circulation du Plomb sur les 150 dernières années, l'image ayant été affinée au fur et à mesure que des nouvelles informations sont données au modèle, alors que la méthode pourra aussi être étendue à d'autres métaux. Ce travail a été achevé en 2005 et doit encore être diffusé.

## Distribution et comportement des bactéries indicatrices fécales dans le ruissellement urbain

A côté des micro-contaminants toxiques, la contamination pathogène demeure un enjeu très important en termes d'usage potentiel des milieux aquatiques soumis au ruissellement urbain ou à des surverses de réseau de temps de pluie. Elle est probablement le principal facteur limitant l'usage des eaux de surface dans les secteurs urbanisés. Pourtant, peu de

connaissances sont disponibles, au delà du simple constat que les germes pathogènes sont principalement présents dans les eaux usées à des concentrations à peu près connues. Des questions restent posées sur le niveau de contamination, probablement élevé, dans les réseaux unitaires par temps de pluie, sur le comportement de ces germes dans les

ouvrages de traitement, comme les bassins de décantation, ou encore sur le niveau de contamination de réseaux pluviaux stricts (séparatifs), qui devraient être relativement exempts de contamination.

Dans le cadre de l'OPUR et du programme PIREN-Seine, un projet consacré à l'étude du devenir des bactéries indicatrices fécales dans le réseau d'assainissement a été lancé. Il couvre à la fois les aspects de fonctionnement en temps sec et en temps de pluie. Le travail entamé par Manuela Fouqueray en 2004 a été poursuivi dans le cadre de la thèse de Priyanka JAMWAL, partagée entre Delhi et Paris et codirigée par Attul MITTAL (IIT Delhi) et Jean-Marie MOUCHEL. Les résultats obtenus indiquent que des

phénomènes de croissance sont potentiellement actifs pour ces bactéries au sein du réseau, malgré les faibles températures, alors que ces organismes sont réputés ne pas pouvoir se développer en dehors du corps humain. Ils montrent également de fortes corrélations à la contamination organique particulaire (DCO particulaire), ce qui d'une part confirme les vitesses de chute plutôt élevées pour des bactéries obtenues en 2004, et d'autre part permet de mieux comprendre pourquoi les bactéries peuvent se développer malgré le faible temps de séjour de l'eau.

Ces travaux doivent être poursuivis en ce qui concerne la contamination des eaux de ruissellement et son origine.

## **Gestion des eaux usées pour les pays en développement**

Le CEREVE collabore avec des partenaires africains dans le domaine de l'assainissement.

La thèse de Kokou DENYIGBA, menée avec l'EIER et codirigée par Jean-Marie MOUCHEL et Amadou Hama MAÏGA, concerne le lagunage et vise à évaluer les processus de rétention de quelques organismes indicateurs ou pathogènes dans ce type de système d'épuration en milieu tropical (bactéries fécales, virus de l'hépatite, parasites...). Les expérimentations sont en cours en tirant parti des facilités offertes par la station expérimentale implantée à l'EIER. Elles permettent d'évaluer certains processus comme le broutage, la sédimentation ou encore la recroissance dans les conditions rencontrées dans les lagunes en milieu tropical.

Un autre projet, avec l'INP de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire, concerne l'élimination des eaux de vidange de fosses dans plusieurs villes africaines et fait l'objet de la thèse de Zéphirin GNABOA, co-encadrée par Jean-Marie MOUCHEL et Martin SEIDL (association H<sub>2</sub>O). L'objectif du travail est l'analyse de ce secteur économique qui constitue une alternative à la gestion habituelle des réseaux d'assainissement.

Enfin, le CEREVE participe au projet Alfa "Latin America - European partnership for Water Education and Training (WetNet)" coordonné par l'IHE (Delft) pour l'Europe et l'Université del Valle à Cali en Colombie pour l'Amérique du Sud.

---

## **Impact des pollutions et fonctionnement des hydrosystèmes**

### **Devenir des contaminants urbains**

D'une manière générale, le CEREVE cherche à développer des approches intégrées. Ainsi, les impacts des villes et de leurs rejets, étudiés par ailleurs en tant que flux de sortie du système urbain, font également partie du domaine d'investigations du CEREVE.

Un travail méthodologique consacré à la dégradabilité des matières organiques a été achevé dans le cadre du stage post-doctoral de Mohamed IGOUZAL. L'objectif de ce travail est d'améliorer la prévision de l'impact des rejets urbains de temps de pluie. Un nouveau jeu de données plus complet a permis d'affiner les protocoles expérimentaux. L'utilisation d'une méthode inverse permet de caractériser le fractionnement des eaux usées en classes de dégradabilité d'une manière parfaitement compatible avec le modèle qui sera utilisé ensuite pour simuler les impacts. Ces résultats vont être directement appliqués dans le cadre d'une convention avec l'Agence de l'Eau Seine-

Normandie destinée à améliorer la caractérisation des rejets dans les modèles de simulation de la qualité des eaux de la Seine.

La thèse de Catherine GOUNOU, démarrée en 2004 et co-encadrée par Nourreddine BOUSSHERRINE (LBSE, Université Paris12) et Jean-Marie MOUCHEL, a pour objectif de caractériser les relations entre l'activité microbienne et la biodisponibilité des métaux, dans le contexte des rejets urbains. Elle est centrée sur le problème de la biodisponibilité des métaux associés aux particules qui constituent la plus grande fraction des métaux rejetés par les villes. Cette thèse explore des voies biologiques (activité microbienne contrôlée) pour évaluer la biodisponibilité des métaux portés par les particules rejetées par les milieux urbains. L'objectif est de fournir une alternative crédible aux procédures d'extractions séquentielles par voie chimique qui, bien que largement utilisées et normalisées, se révèlent insuffisantes car peu

représentatives. Une méthode d'essai de relargage de métaux en fonction de l'intensité

de l'activité biologique a été développée et est appliquée sur différents sédiments de la Seine.

## Biodisponibilité et toxicité des contaminants d'origine urbaine

Un projet ANR « jeune chercheur » piloté par Gilles VARRAULT est destiné à évaluer les propriétés de complexation des métaux des matières organiques relativement fraîches (par rapport à des matières humiques bien connues par ailleurs) rencontrées dans les rivières anthropisées (rejets urbains, matières algales dues à l'eutrophisation). Ce projet est une collaboration avec le LBSE (Université Paris 12, Nourreddine BOUSSHERRINE), le Cemagref (équipe HBAN, Marie-Hélène TUSSEAU), le LSCE (CEA-CNRS, Sophie AYRAULT) et le LGE (IPGP-Université Paris 7, Marc BENEDETTI). Il est lié à la thèse de Benoit PERNET-COUDRIER, qui a débuté à l'automne 2005 sous la direction de Gilles VARRAULT et Jean-Marie MOUCHEL. Ce travail est basé sur la caractérisation précise par des méthodes voltamétriques des interactions entre métaux et matière organique, ces essais réalisés à partir de fractions de matières organiques dissoutes isolées à partir d'eaux de Seine et de différentes stations d'épuration. Ils seront complétés par des bio-essais (daphnies et bryophytes) les organismes eux-mêmes étant considérés comme des capteurs sensibles seulement à une fraction des métaux dissous (non liée aux matières organiques) et des mesures de métaux libres par DGT (Diffusive Gel Technique). Enfin le suivi de la spéciation *in situ* en Seine au cours de divers épisodes de déversement en Seine permettra de valider l'approche de laboratoire et d'évaluer la biodisponibilité des métaux apportés au milieu par les rejets urbains de temps de pluie.

Les travaux menés par Catherine GOURLAY (thèse soutenue en 2004, ayant récemment obtenu le deuxième prix de l'ASTEE) avaient identifié l'influence des mêmes matières organiques sur la biodisponibilité des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Ce travail a été

complété en 2005 par la deuxième partie d'une campagne de mesures destinée à évaluer *in situ* dans le bassin de la Seine la biodisponibilité des HAP. Ce travail a été mené en utilisant la technique des SPMD (Semi-Permeable Membrane Devices). Ces accumulateurs passifs captent la fraction dite libre des HAP dissous. Après quelques jours d'exposition en Seine, ils peuvent fournir une valeur moyenne de la teneur en HAP libres. La teneur en HAP libres, comparée à celle des HAP dissous totaux permet naturellement d'évaluer le rôle complexant des matières organiques dissoutes ou colloïdales. L'interprétation correcte des résultats d'accumulation nécessite cependant une bonne connaissance de l'hydrodynamique au voisinage des dispositifs, qui doit être évaluée *in situ* par une série de traceurs. La méthodologie a été développée et validée par Catherine LORGEUX et Jean-Marie MOUCHEL au cours de cette campagne de mesure. Ce travail a été mené avec le Cemagref et dans le contexte PIREN-Seine et ECODYN, il est aujourd'hui poursuivi dans le cadre d'une action du programme PRECODD de l'ANR avec la Lyonnaise des Eaux.

Enfin, la campagne de tests écotoxicologiques menée dans le cadre du programme Européen DayWater, sur différentes eaux de ruissellement collectées dans plusieurs bassins versants urbains (Suède, Allemagne, France) a été menée à son terme. Le résultat le plus marquant est que tous les bassins versants étudiés, même ceux sur lesquels l'usage des sols est le plus "doux" (pas de grands axes de transport, pas d'industrie etc...) produisent des eaux de ruissellement dont la toxicité à court terme (quelques jours) est souvent faible mais mesurable par les organismes tests choisis (algues et rotifères).

## Processus fondamentaux liés à la qualité de l'eau en milieu lacustre

Les travaux engagés sur ce thème au CEREVE, en 2005, ont été menés principalement selon deux axes : (1) l'acquisition et l'analyse de données de terrain permettant de caractériser les processus en jeu et leur déterminisme, (2) la modélisation de ces processus. Les recherches ont porté sur plusieurs sites d'étude : un grand lac alpin (le lac du Bourget, Savoie), un lac profond d'Auvergne, le lac Pavin et différents petits plans d'eau urbains.

Les recherches menées sur le déterminisme de la croissance et de la prédation de *Planktothrix rubescens*, cyanobactérie toxique qui prolifère sur le lac du Bourget, se sont poursuivies dans

le cadre de la thèse de Laura Oberhaus, co-dirigée par le CEREVE et l'INRA de Thonon les Bains. En 2005, le travail a porté principalement sur la synthèse des résultats de terrain et de laboratoire obtenus au cours des années antérieures dans une modélisation du comportement de *Planktothrix rubescens*.

L'analyse des successions algales observées durant les années 2001 à 2003, avait montré une très grande variabilité interannuelle de la biomasse algale produite ainsi que des populations algales dominantes alors que ces années apparaissaient très semblables en termes de conditions environnementales

(contexte thermique, niveau de turbulence de la colonne d'eau, climat lumineux, concentrations en nutriments). Le développement, dans le cadre de la thèse de Nicolas Zervos, d'un modèle à deux populations d'algues a permis de progresser dans la compréhension des phénomènes. Le modèle décrit bien, notamment la configuration du printemps 2003, particulièrement précoce et chaud qui a permis le développement d'une algue verte *Mougeotia*, ayant profondément gêné le développement de *P. rubescens*

L'approfondissement des recherches du CEREVERE dans le domaine de la biologie lacustre (dynamique du phytoplancton, déterminisme des cyanobactéries) s'est poursuivi, notamment avec l'INRA et le MNHN (Museum National d'Histoire Naturelle). Le projet de recherche commun « Genèse et effets toxiques des microcystines dans les plans d'eau anthropisés » réalisé dans le cadre de du Programme National du CNRS « *Ecosphère continentale* » s'est achevé en 2005. Dans le cadre de ce projet, un petit plan d'eau urbain d'Ile de France (lac de Viry-Chatillon), a été étudié, permettant ainsi au CEREVERE de renforcer ses compétences sur les milieux lacustres urbains. Le fonctionnement biologique de l'étang de Viry est très dégradé par des proliférations pérennes de la cyanobactérie toxique, *Planktothrix agardhii*, à l'origine de concentrations assez faibles mais constantes de microcystine dans l'eau. L'un des principaux objectifs du projet était d'identifier les facteurs environnementaux contrôlant la croissance de *P. agardhii* et la production de toxines. Le CEREVERE s'est particulièrement intéressé à la mise en évidence des relations entre la croissance de *P. agardhii* et la structure thermique du plan d'eau à une petite échelle temporelle, pour laquelle très peu de données sont disponibles sur les plans d'eau urbains. La forte dépendance du fonctionnement biologique par rapport à la structure thermique a été clairement établie, dans ce type de plans d'eau. Malgré la faible profondeur, des variations rapides de la stratification thermique exercent une forte influence sur d'autres variables biogéochimiques, telles que la concentration en oxygène. Ces données démontrent la nécessité, lors de la définition des protocoles de surveillance de ces milieux aquatiques, de prendre en considération la stratification thermique, notamment par une fréquence de d'échantillonnage adéquate.

En 2005, le fonctionnement physique des milieux lacustres a constitué un thème de recherche central, dont la problématique concerne la mise en évidence des relations existant entre des processus physiques localisés spatialement et temporellement, la production locale de turbulence et les conséquences de cette augmentation de turbulence sur les flux

biogéochimiques et le fonctionnement biogéochimique, à l'échelle saisonnière, des écosystèmes lacustres étudiés. Ces recherches ont été menées sur deux sites d'études, le lac du Bourget (Savoie) et le lac Pavin (Auvergne).

Sur le lac du Bourget, les recherches effectuées s'inscrivent dans le cadre du projet DYLACHEM (programme PNRH du CNRS), conclu en décembre 2005, qui s'intéressait à la variabilité spatiale des processus physiques dominants et son incidence sur les transferts de matière et le fonctionnement écologique du lac. Dans la zone littorale, l'augmentation de l'intensité de la turbulence dans la colonne d'eau pourrait permettre un transfert rapide et efficace des nutriments de l'interface eau-sédiment ou de l'hypolimnion vers le métalimnion et l'épilimnion où l'essentiel de la biomasse algale est produite. Les travaux réalisés au CEREVERE, notamment par Yannis CUYPERS durant un séjour post-doctoral, ont permis de relier la variabilité spatiale de la production de turbulence dans la colonne d'eau, à la dynamique des seiches internes, étudiée à l'aide de chaînes de thermistances déployées de juin 2004 à juin 2005 en 2 points du lac. En parallèle, lors de campagnes de terrain ponctuelles, des mesures de la structure, à petite échelle, du champ de température effectuées à l'aide d'un microprofileur SCAMP ont fourni une estimation de la dissipation turbulente « instantanée » et des coefficients de dispersion verticale associés.

La réponse dominante des seiches internes se traduit par un mode présentant un nœud horizontal, au centre du lac, et un nœud vertical à la profondeur de la thermocline. L'augmentation de l'amplitude de ce mode peut engendrer des effets non linéaires, qui se manifestent par la propagation d'un front, suivi d'un train de solitons. La modélisation de ce mécanisme réalisée à l'aide d'une équation de propagation faiblement non linéaire et dispersive, l'équation de Korteweg-De Vries, a montré un bon accord avec les observations. Les solitons très énergétiques formés par ce mécanisme sont à même de déferler sur les bords du lac, produisant ainsi localement une turbulence élevée. En 2006, ces travaux se poursuivront par l'amélioration de la description de la turbulence liée à la présence des ondes progressives dans le lac et le développement de la modélisation tridimensionnelle.

Sur le lac Pavin (Massif Central), le projet METANOX (ANR - ECCO), portant sur le METabolisme dans les systèmes aquatiques ANOXiques, a démarré à la fin 2005. Ce projet s'intéresse à la dynamique microbiologique en liaison avec les processus physiques et géochimiques dans la colonne d'eau de ce lac méromictique. Au sein de METANOX, les travaux du CEREVERE, associés à la réalisation de la thèse de doctorat de Céline Bonhomme,

portent sur l'étude détaillée des processus de dispersion dans la couche de surface et vers 50 mètres de profondeur, où sont localisées des entrées d'eau sous-lacustres. Un volet de terrain inclut la mesure en continu de la température de la colonne d'eau et des variables météorologiques à la surface du lac ainsi que l'obtention de profils mensuels de la microstructure verticale de la température et de la conductivité, mesurés avec un microprofileur SCAMP en plusieurs points du lac, permettant un suivi dense de la variabilité de la turbulence de la colonne d'eau. Le suivi de la thermique et de la météorologie du lac Pavin, en continu et à distance, sera réalisé à partir de 2006, grâce à une station de mesure autonome, assurant la transmission des données par modem GSM, que le CEREVE vient d'acquérir. Un volet de modélisation prévoit l'intégration des résultats de terrain dans un modèle thermique et biogéochimique, le modèle unidimensionnel du CEREVE dans un premier temps, puis dans un modèle tridimensionnel.

L'acquisition de la station de mesures autonome thermique et météorologique ainsi que la réflexion sur la modélisation tridimensionnelle ont été à l'origine de l'établissement d'une collaboration de recherche entre le CEREVE et le CWR (Centre for Water Research, Perth, Australie).

Enfin, un axe de recherche s'est initié, en 2005, sur une nouvelle thématique, au travers de la thèse de doctorat de Sarah Jung. Cette thèse porte sur l'analyse de l'impact urbain dus aux rejets de temps de pluie par l'analyse des sédiments littoraux lacustres. Le premier site d'étude, où sera mise au point la méthodologie, est le lac du Bourget. Cette recherche s'appuie sur plusieurs collaborations, le Laboratoire des Sciences de l'Environnement (LSE) de l'ENTPE, l'Université de Savoie, l'INRA, et renforce également la synergie au sein du CEREVE autour des thématiques menées au sein de l'observatoire OPUR.

---

## Hydrologie quantitative

Dans ce domaine, les activités du CEREVE se positionnent dans le domaine de l'étude des événements extrêmes. Ce type d'événement et les risques qui leur sont associés prennent de plus en plus d'importance sur les scènes nationales et internationales, et notamment dans les politiques scientifiques menées par nos ministères de tutelle. Cette thématique renvoie immédiatement à celle des échelles, l'extrême pouvant être vu comme un événement hors-échelle, donc appartenant à une autre échelle.

## Risque hydrologique

Le CEREVE a animé en 2004 un groupe de travail de chercheurs membres de l'Observatoire Hydrométéorologique Cévennes - Vivarais (OHMCV, labellisé Observatoire Régional en Environnement par l'INSU en 2002) afin d'analyser et de valoriser les données collectées sur les crues du Gard des 8 et 9 septembre 2002. Les conclusions de ce groupe de travail ont été présentées lors d'un colloque de la Société Hydrotechnique de France (Nîmes, 15-16 juin) et ont fait l'objet de plusieurs publications.

La thèse de Pierre-Antoine VERSINI, co-encadrée par Hervé ANDRIEU du LCPC et Eric GAUME, sur la vulnérabilité des itinéraires routiers en période de crues est en cours. Le traitement du modèle numérique de terrain du Gard a permis d'identifier les points vulnérables du réseau routier dans ce département. Cette méthode d'identification a été validée en utilisant l'inventaire des routes submergées lors des crues récentes réalisé par les services de la DDE

Il devient alors évident que l'étude des propriétés multi-échelle permet de gagner beaucoup d'information sur les extrêmes. Le CEREVE travaille dans ce domaine au travers de collaborations appuyées avec plusieurs acteurs importants de la communauté française en hydrométéorologie comme le Cemagref, Météo-France, le LTHE ou l'IPSL. Il contribue également à deux projets intégrés du 6<sup>ième</sup> PCRD : FLOODSITE et HYDRATE.

du Gard dans certains secteurs du département. Le couplage avec un modèle pluie-débit est en cours. Il permettra d'évaluer dans quelle mesure il est possible de détecter les points de coupure potentiels du réseau routier en temps réel lors d'épisodes orageux afin de détecter les itinéraires dangereux et de mieux organiser les opérations de secours. Cette thèse est l'une des contributions du CEREVE au Projet Intégré européen FLOODSITE (6<sup>ième</sup> PCRD). Un rapport provisoire sur l'utilisation des SIG pour la gestion des inondations en France a été rédigé en octobre 2005 dans le cadre du projet FLOODSITE.

Enfin, les chercheurs du Cereve ont assuré en 2005 deux missions d'expertise hydrologique en collaboration avec le Cemagref de Lyon auprès de l'Institution du Fleuve Charente (mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'étude du plan d'action pour la prévention des inondations) et de la communauté urbaine de Strasbourg (partie hydrologique de l'étude

diagnostique de DHI sur les inondations à Strasbourg).

## Prévision des crues

La thèse de Laetitia MOULIN (codirigée par le professeur Charles OBLED du LTHE de Grenoble et Eric GAUME et cofinancée par la DIREN Centre, l'Etablissement Public Loire et le projet FLOODSITE) a permis de comparer les performances des différents modèles de simulation pluie-débit envisagés pour la prévision des crues sur un large jeu de données dans le département de la Haute Loire : une quinzaine d'années de mesures disponibles sur une dizaine de bassins versants. Cette comparaison mis en évidence (1) que les modèles dédiés à l'hydrologie conduisent en général à de meilleurs résultats que les modèles « boîtes noires » comme les réseaux de neurones, (2) que les performances de ces modèles sont modestes et ne permettent pas, en l'état, de fonder des prévisions fiables de crues des petits bassins versants. L'estimation de cumuls de pluie touchant les bassins versants à partir des données de pluie ponctuelles des postes pluviographiques semble être la principale source d'incertitudes des prévisions. Une analyse détaillée, fondée sur le krigeage, est en cours afin de quantifier son impact suivant la surface et la position des bassins versants, compte tenu du réseau pluviographique existant dans le département de la Haute Loire. Cette approche permettra d'identifier les faiblesses actuelles du réseau de mesure et de déterminer les limites théoriques de précision des prévisions hydrologiques.

## Statistiques des Extrêmes en hydrologie

La thèse de doctorat d'Olivier Payrastré intitulée « Faisabilité et utilité du recueil de données historiques pour l'étude des crues extrêmes de petits cours d'eau », dirigée par Hervé ANDRIEU du LCPC a été soutenue en décembre 2005. Ce travail a permis de démontrer l'intérêt des informations sur les crues historiques, même imprécises, pour l'évaluation du débit de la crue centennale de quatre petits bassins versants de l'Aude. Il a permis de reconstituer les débits des principales crues du vingtième siècle et d'une partie du dix-neuvième siècle sur ces cours d'eau, de réviser nettement à la hausse les valeurs centennales des débits par rapport aux valeurs utilisées par les services techniques et de mettre en évidence une nette différence d'aléa hydrologique entre les secteurs de la Montagne Noire et des Corbières. Ces travaux s'inscrivaient dans le projet de recherches InondHis-LR coordonné par l'UMR 5569 de Montpellier et soutenu par le MEDD dans le cadre du programme de

L'application des approches de prévision proposées dans le cadre de cette thèse au bassin versant de l'Adige en Italie sera l'une des contributions à venir du CEREVE au projet européen FLOODSITE. Notons aussi que le CEREVE participe au comité scientifique du Service Central Hydro-météorologique d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI), service du Ministère de l'écologie et du développement durable chargé de la mise en place du nouveau système français de prévision des crues.

Par ailleurs, la thèse de Thomas ESCLAFFER portant sur l'utilisation de modèles numériques couplés surface-souterrain pour étudier la réponse hydrologique de versants soumis à des pluies intenses s'est poursuivie (thèse codirigée par Patrick DANGLA du LMSGC et Eric GAUME). L'année 2005 a été consacrée au choix et à l'inter-comparaison de divers algorithmes pour le calcul des écoulements de surface et des écoulements dans les sols et à leur intégration dans le logiciel BILL du LCPC. Une collaboration avec la Maison des Sciences de l'eau qui équipe actuellement des versants expérimentaux dans les Cévennes est envisagée. Une réponse commune au dernier appel d'offres blanc de l'ANR a été déposée début 2006 sur ce thème. Enfin, Olivier FOUCHE, maître de conférence au CNAM, a rejoint l'équipe du CEREVE début 2006 pour développer les travaux de recherche sur l'étude et la modélisation des écoulements sur les versants naturels ou en voie d'urbanisation.

recherches « Risques Décisions Territoires » 2004-2006.

Le groupe de travail « Extrêmes en Hydrologie », mis en place dans le sillage du programme RIO (MED), coordonné par Daniel SCHERTZER, inclut, au delà du Cereve, des participants du CIG/ENSMP, du Cemagref (Lyon et Aix-en-Provence), d'EDF, de l'ENGREF, du LSTA/UPMC, de Météo-France et de l'Université de Montpellier. Son objectif est de progresser de manière significative dans le domaine des extrêmes, en mobilisant les approches existantes en hydrologie et en statistique, de dépasser le stade actuel, où chaque institution et même secteur institutionnel peut définir ses propres normes, et surmonter les difficultés scientifiques rencontrées notamment par le US Water Resources Council pour la mise au point « d'une technique uniforme de détermination des fréquences de crue ».

La mise en place du post-doctorat CEMAGREF-ENPC de Pietro BERNARDARA a été l'un des premiers

éléments de ce projet. Ce groupe de travail a pu faire un premier tour de vue des différentes techniques en cours de développement. On a commencé à procéder à des intercomparaisons des techniques d'échantillonnage (ex. sup-seuil, maxima annuels, valeurs au-dessus d'un seuil), des estimateurs (estimateurs de Hill, maximum de vraisemblance, L-moments) et estimateurs multifractals), Ces comparaisons, effectuées principalement sur le secteur Rhône Méditerranée de la banque HYDRO du MEDD) ont mis en évidence que les lois de probabilités des extrêmes sont plutôt en lois de puissance qu'en loi exponentielle, comme habituellement supposé. Plusieurs publications sont en cours, une partie des travaux a été présentée aux Assemblées Générales d'European Geophysical Union (EGU) et de l'Association Internationale des Sciences Hydrologiques (AISH),

Le projet « Multifractals and Physically Based Estimates of Extreme Floods » a démarré en Juillet 2005, après une série de séminaires de

présentation à divers membres et experts du Dam Safety Interest Group de CEA Technologies Inc. (CEATI) (groupe international collaboratif de producteurs d'électricité, dont EDF). Ce projet vise à établir une méthode multifractale d'analyse des fréquences de crues. Le CERERE est investigateur principal pour les phases 1 et 3, et l'université Mc Gill (Montréal) pour les phases 2 et 4. Le groupe de suivi comprend des représentants du US Army Corps of Engineers, Federal Energy Regulatory Commission, Bureau of Reclamation, HydroQuebec (modérateur du groupe) et d'autres compagnies nord-américaines. La phase 1A a d'abord permis de constituer une base de données de 16.000 points de mesures et de déterminer les paramètres multifractals de la variabilité annuelle et celle sub-annuelle des chroniques de la moitié de cette base. La phase 1B va utiliser ces estimations pour déterminer de façon semi-analytique le comportement de leurs extrêmes et les courbes de fréquences de crues à différentes échelles de temps.

## Multiplicité d'échelle en hydrométéorologie (MHYM)

Le projet MHYM mis en route en 2003 pour renforcer la collaboration entre ENPC et Météo-France pour chercher à leur assurer un rôle pilote au niveau national et européen sur la question fondamentale de la multiplicité d'échelles en Hydrologie-Météorologie », en particulier pour combler le retard dans l'utilisation des techniques multi-échelles pour analyser, simuler et prévoir l'extrême variabilité sur une grande gamme d'échelle des phénomènes hydro-météorologiques.

Une partie des activités de MHYM se déroulent dans le cadre du programme ECCO-PNRH et fait interagir l'ENPC/CERERE, Météo-France/CNRM/UDC/ CEMAGREF/HHLY, IPSL/CETP et l'UMR ELICO (CNRS et université Lille1) sur (i) l'évaluation multi-échelle des capacités de prédiction et des limites de prédictibilité, (ii) la variabilité multi-échelle des précipitations et débits, en particulier leurs extrêmes. Les actuels résultats de cette collaboration ont été présentés en particulier au Colloque de Restitution de ECCO (Toulouse, 5-7/12/05) et au séminaire d'évaluation du projet (ENPC, 29/06/05). Ce dernier a conclu sur l'intérêt de poursuivre le projet, en particulier sur l'analyse-diagnostic des modèles de simulation de Météo-France à des résolutions de plus en plus fines. Cette question présente d'autant plus d'intérêt que d'une part Météo-France s'est fixé comme objectif premier de la politique qualité de Météo-France « améliorer la prévision météorologique à toutes les échéances et à toutes les échelles d'espace et de temps ». Cette orientation concerne aussi les activités de MHYM concernant les nouvelles méthodes de prévision : (i) chaîne mixte de prévision (ENPC-

EDF) avec un maillon de désagrégation multifractale entre les prévisions saisonnières DEMETER et le modèle hydraulique CEQUEAU, (ii) prévision multifractale immédiate de précipitation à partir de données radar (en collaboration avec UNL et UBA (Argentine) dans le cadre du programme ALBAN et du projet FLODSITE de l'UE).

Le problème PUB (Prediction in Ungaged Basins) demeure l'un des domaines-clef d'application des techniques des techniques multi-échelles en hydro-météorologie. En effet, celui-ci est défini comme celui de la prévision ou la prédétermination (statistique) des débits (superficiels et souterrains), du transport sédimentaire et de la qualité de l'eau sur une grande gamme d'échelles, lorsque l'on ne dispose pas de la mesure de ces variables ou que celle-ci est trop fragmentaire. Aussi, le CERERE s'est fortement impliqué dans le développement de différentes initiatives (organisation de sessions lors des assemblées générales de l'AGU, l'EGU et l'IAHS, projet ANR rassemblant l'essentiel de la communauté hydrologique) pour promouvoir et développer la décennie PUB (2003-2012) dont les objectifs fondamentaux sont: (i) évaluer et améliorer les modèles existants en termes de capacité à effectuer des prévisions dans des bassins non jaugeés, (ii) élaborer de nouveaux modèles susceptibles de reproduire la variabilité hydrologique spatio-temporelle en vue de réaliser des prévisions dans les bassins non jaugeés. Ces premiers efforts n'ont pas encore permis de rassembler les soutiens financiers nécessaires, notamment pour la mise en place d'un réseau PUB-France. L'AISH et son comité

français CNSH ne manqueront pas d'aider à développer de nouvelles initiatives.

---

## Politiques publiques pour l'eau et l'environnement

### Gestion intégrée des eaux pluviales en milieu urbain

Depuis décembre 2003, le CEREVER coordonne le projet Européen "DayWater" qui rassemble 10 équipes dans 8 pays de la communauté. Le programme est mené par Daniel THÉVENOT. Il est assisté par Miriam FÖRSTER pour la coordination du projet. De nombreux chercheurs du Cereve sont impliqués dans l'une ou l'autres des tâches qui composent le projet. L'objectif est d'aboutir à un système d'aide à la décision, principalement destiné aux collectivités locales, concernant la gestion intégrée des eaux pluviales en milieu urbain. Le projet s'est achevé en 2005 par une conférence finale tenue à Marne-la-Vallée.

Le contrôle à la source apparaît aujourd'hui comme une solution efficace et durable pour résoudre les problèmes d'inondation et de pollution dus aux eaux pluviales urbaines. Cependant, les multiples possibilités offertes, et la définition souvent insuffisante des besoins rendent les choix difficiles. L'objectif principal du projet DayWater est d'intégrer ces problèmes d'une manière cohérente pour aboutir à un système adaptatif d'aide à la décision utile aux gestionnaires.

Il a été décidé que le système d'aide à la décision serait adaptatif pour fonctionner sous différentes échelles de temps et d'espace pertinentes en hydrologie urbaine (échelles hydrologiques, administratives, développement des villes au cours du temps). Il doit être adaptatif également en fournissant aux acteurs impliqués des réponses adaptées à l'état de développement du projet. Le système adaptatif d'aide à la décision (S2AD ou ADSS, en anglais) est constitué d'une synthèse « intelligente » des connaissances et outils scientifiques et des expériences des praticiens en hydrologie urbaine. Sa structuration et son développement sont menés en concertation avec une quinzaine de collectivités locales et institutions privées dans toute l'Europe. En 2005, l'ensemble de l'ADSS a été testé sur 4 projets représentatifs de la diversité décisionnelle et climatique en Europe : Département de Seine Saint Denis, ville de Stockholm (Suède), vallée du Wupper (Allemagne) et une zone résidentielle à proximité de Cambridge (Royaume Uni).

Le projet DayWater comporte à la fois des actions en sciences de la nature et en sciences sociales. Trois thématiques techniques font ainsi l'objet de travaux spécifiques : (i) une méthode systématique pour l'évaluation des risques écotoxicologiques liés au ruissellement urbain a

été développée ; (ii) les techniques alternatives au réseau d'assainissement pluvial font l'objet d'une comparaison et de réévaluation en termes d'abattement des flux de pollution et de comparaison de leurs caractéristiques économiques ou sociales, et (iii) des modèles hydrauliques et de sources et flux de pollution pluviale sont développés pour divers types d'occupation du sol.

Comme la gestion des eaux pluviales en milieu urbain fait nécessairement appel à un grand nombre d'acteurs, devant intervenir à des échelles différentes sur le territoire, le programme DayWater développe également un fort volet en sciences sociales consacré à l'analyse des enjeux posés par les eaux pluviales en milieu urbain en termes de planification et de gestion. Au travers d'études de terrain, la manière dont les différents acteurs appréhendent et s'approprient la thématique des eaux pluviales urbaines a été étudiée, ainsi que la conduite des processus de décision relatifs aux eaux pluviales. Ce double travail permet à la fois de mesurer les niveaux d'implication théoriques ou réels de différents acteurs en fonction du contexte (physique, institutionnel, culturel...) et de proposer, en retour, des méthodologies adaptées pour la conduite des processus de décision. Les informations collectées dans différents pays et études de cas en Europe ont permis de constituer diverses bases de données que l'utilisateur de l'ADSS peut consulter, qui lui permettent de situer le problème qu'il a à résoudre, et de dégager des solutions.

Ainsi, le travail sociologique mené permet d'intégrer au mieux les connaissances techniques dans l'accompagnement d'un processus de décision multipartite. Le matériel collecté au cours du développement du projet sert par ailleurs de base à la thèse d'Eleni CHOULI qui sera soutenue en 2006.

José-Frédéric DEROUBAIX a par ailleurs participé au concours dédié à l'architecture et à l'urbanisme « European 8 ». En collaboration avec une architecte autrichienne, il a présenté un projet ambitieux d'aménagement urbain mettant l'accent sur le stockage et la réutilisation des eaux pluviales, intitulé « SMXL - Ecologie de la participation ». Le projet, dédié à un des sites français proposés (Lille), est une tentative pour rendre opérationnel certains des principes de développement urbain durable inscrits dans la

charte d'Aalborg, parmi lesquels la participation du public.

L'intrication d'une grande variété de réseaux (réseau de transport, réseau hydrographique, réseau consumériste, réseau de voisinage) doit permettre de définir différents objets et différentes échelles (i.e. différentes surfaces et unités) de participation. Le projet vise à créer des réseaux les plus participatifs et productifs possibles par l'entremise de trois principaux dispositifs : le corridor bleu-vert, à l'échelle du

site ; la ferme urbaine modulable à l'échelle du bâtiment ; et le méta-ilôt à l'échelle intermédiaire.

Ces trois dispositifs sont complétés par des halles hyper-urbanistiques, mêlant des activités commerciales, de loisirs et certains services publics, et un parc à thème sur la ville durable, inscrivant ainsi le quartier dans une conurbation urbaine plus large et contribuant à le rendre attractif pour les populations de l'ensemble de l'agglomération lilloise.

## **Prévention des risques d'inondation et de la vulnérabilité des territoires inondables**

Les recherches menées sur le thème des politiques de réduction de la vulnérabilité des territoires inondables se sont poursuivies cette année dans le cadre de la thèse de Bruno BARROCA. Les recherches menées au CEREVE cherchent à évaluer la vulnérabilité des territoires faces aux inondations, et à évaluer les politiques qui visent à la limiter. Si la vulnérabilité est une notion relativement bien assise théoriquement, son évaluation concrète demande la mise en œuvre d'une palette d'instruments qui sont encore à développer. Depuis une vingtaine d'années, la politique de prévention du risque d'inondation met l'accent sur la maîtrise de l'occupation des sols dans les zones inondables à travers le développement de la cartographie réglementaire (Plans de prévention des risques). Compte tenu du rôle fondamental de l'analyse de la vulnérabilité des territoires dans la caractérisation du risque, il est indispensable pour améliorer les connaissances actuelles de disposer d'un cadre méthodologique.

La construction de cet outil de diagnostic territorial implique un recours naturel aux systèmes d'information géographique afin d'identifier les zones sensibles à partir de données localisables et génériques. L'introduction des SIG pour évaluer la vulnérabilité dépasse la simple utilisation d'informations géoréférencées et demande une

caractérisation des risques qui s'inscrit dans l'espace et qui tient compte de la résistance des territoires et des activités qu'ils portent.

L'étude des zones commerciales a été réalisée en partenariat avec la société IMMOCHAN pour concevoir des résistances organisationnelle (gestion des stocks, des déchets, des produits polluants, préparation pendant l'alerte...), bâtiminaire (adaptation du bâti à la crue, résistance, imperméabilisation, parking,...) et urbaine (accessibilité, réseaux ....). La réduction de la vulnérabilité des secteurs existant est une des priorités actuelles du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, d'où l'intérêt d'étudier un « réaménagement durable » des zones inondables.

Au delà des aspects purement économiques de l'évaluation des dommages dus à un aléa, une manière indirecte de travailler la question de vulnérabilité aux inondations d'un territoire urbain est l'étude des mesures qu'il serait possible de prendre pour la réduire. Cette méthode indirecte est plus proactive, elle permet d'identifier acteurs et actions. Dans le cadre du projet DAYWATER, une typologie de la vulnérabilité a été réalisée, basée sur différents critères physiques et sociaux. Elle a été illustrée par différentes études de cas, qui permettent à chaque gestionnaire d'identifier les solutions qui ont été proposées ailleurs.

## **Expertise et nouveaux modes d'action publique**

A la suite des recherches engagées par José-Frédéric DEROUBAIX dans le cadre de sa thèse de Doctorat sur les usages de l'expertise scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de gestion de l'eau, José-Frédéric DEROUBAIX et Martin SEIDL (aujourd'hui à l'association H2O) ont élaboré un programme de recherche qui a débuté à la fin de l'année 2004 sur le rôle des « associations de proximité » dans la gestion de l'eau. Ce programme de recherche, qui s'inscrit dans le contexte de la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau préconisant une participation accrue des

usagers, doit permettre à terme de disposer d'une base de données sur les associations qui ont un rapport à l'eau dans leurs activités. Cette base de données sera complétée par une étude qualitative de leur mode de fonctionnement et, à terme, par une analyse plus prospective des modalités de participation possible de ces associations à l'élaboration et à la mise en œuvre des projets et des programmes publics relatifs à l'eau. Cette étude qui concerne pour le moment le territoire du Val de Marne pourrait être étendue à d'autres circonscriptions

administratives du bassin Seine-Normandie et notamment à la Seine Saint-Denis.

Dans le cadre du programme PICRI de la région Ile-de-France, le Cereve a proposé une étude intitulée « Vers une gestion citoyenne de l'eau en Ile de France, Appropriation et réappropriation, par la société civile et la communauté scientifiques, des connaissances relatives à l'impact de l'activité humaine sur la qualité de l'eau dans le bassin de la Seine ». Cette étude a été validée par le conseil régional. Elle vise à analyser les modes de construction des savoirs et des expertises associatives dans le domaine de la gestion de l'eau. Dans un second temps, elle proposera un exercice de co-construction d'un stock de connaissances scientifiques avec des équipes de chercheurs spécialisés dans le domaine de l'eau. Les partenaires du projet sont l'association H2O, le collectif d'associations Ile De France

Environnement, et le programme PIREN-Seine. Le projet validé démarrera effectivement en 2006. Au delà de son intérêt sociologique, ce travail s'inscrit dans la perspective générale d'une meilleure participation du public à la gestion de l'eau dans le contexte de la directive cadre européenne sur l'eau.

La thèse de Naji BERRY, dirigée par Jean-Claude DEUTSCH, intitulée « Analyse des flux de données pour la gestion des eaux urbaines. Application en France et au Liban » a été soutenue en 2005. Elle a donné l'occasion de concevoir un modèle théorique de circulation des flux de données pour les domaines de l'assainissement et de la distribution d'eau potable. Ce modèle, après validation sur l'analyse de fonctionnement de services français, est appliqué au Liban pour aboutir à des recommandations sur l'organisation de la gestion de l'eau dans ce pays.

## **Les instruments économiques dans les politiques de lutte contre l'effet de serre**

Les questions d'effet de serre et d'énergie sont au cœur d'un grand nombre de politiques publiques. Au-delà de leur importance propre, la proximité des politiques de l'eau (effets géographiques de réseau et d'échelle, importance des pratiques individuelles), font des politiques de lutte contre l'effet de serre des exemples des exemples d'une grande importance dans le champ des politiques urbaines pour l'environnement.

Poursuivant les recherches engagées en 2002 dans le cadre du projet européen PETRAS (Policies For Ecological Tax Reform) sur les politiques fiscales environnementales, José-Frédéric Deroubaix s'est attaché à caractériser les problèmes d'acceptabilité sociale posés par les politiques de tarification des déplacements en ville. Subventionnée par la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, cette recherche visait à analyser l'acceptabilité sociale

des solutions de péages urbains pour limiter l'utilisation des véhicules personnels.

En 2005 a été menée une étude sur la place accordée aux questions de financement dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de déplacements à Paris. Il s'agit de comprendre comment sont traitées ces questions de financement dans ces politiques qui se présentent comme des politiques d'urbanisme durable. Des comparaisons heuristiques ont été faites avec les questions de financement dans les politiques de contrôle à la source des eaux pluviales en ville qui, en faisant réapparaître l'eau en surface, se donnent à voir comme des politiques urbaines plus durables. Comme les politiques de déplacements urbains, les politiques de gestion des eaux pluviales supposent des formes de gouvernance décentralisées et les questions de financement demeurent largement impensées dans cette gestion de proximité des territoires.

---

# Coopérations Internationales

Les coopérations internationales bilatérales initiées précédemment se sont poursuivies. En particulier la collaboration avec l'Université Libre de Bruxelles (ULB) continue avec des recherches menées en commun dans le cadre du Piren-Seine, qui concerne la contamination pathogène des rejets urbains. Ghassan CHEBBO, à la fois chercheur au CEREVE et professeur à l'Université Libanaise de Beyrouth entretient des liens privilégiés avec le Liban.

Le CEREVE est un partenaire actif de plusieurs groupes de travail et comités d'organisations internationales. Il sont également actifs dans plusieurs comités de l'AGU (American Geophysical Union) de l'EGU (European Geophysical Union), de l'IWA (International Water Association) et son représentant français l'ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement).

Le CEREVE est aussi impliqué dans un réseau Européen "EUCEET thematic network" portant sur la formation des ingénieurs en génie civil. Ce réseau explore en particulier les possibilités d'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication, domaine dans lequel le CEREVE dispose maintenant d'une très bonne expérience.

Le CEREVE coordonne le projet Européen DayWater et fait partie du cluster CityNet qui regroupe 6 projets Européens de taille équivalente. Les partenaires du programme DayWater sont DHI-Hydroinform (PME, Prague), TAUW (PME, Pays-Bas), l'université technique du

Danemark (DTU, Lyngby), l'université du Middlesex (Londres), l'université Chalmers (Stockholm), Sieker Ing. Ges. (PME, Berlin), l'Université de Lulea (Suède) et le LCPC (France). Autour de ce projet, le cluster CityNet permet de faire interagir près de 50 laboratoires travaillant dans le domaine de l'eau en milieu urbain, et de mettre en place des groupes de travail inter-projets.

Le CEREVE demeure actif dans le domaine de la gestion des eaux dans les pays d'Afrique de l'Ouest avec un nouveau tissu de collaborations qui se construit en Afrique de l'Ouest autour de l'EIER, de l'Université de Niamey et de l'INP de Yamoussoukro avec le support de l'AFD. Par ailleurs, le CEREVE participe activement aux relations qu'entretient l'ENPC avec l'Institut Indien de Technologie de Delhi, une thèse co-encadrée est en cours.

Le CEREVE participe au projet WETNET (Latin America-European partnership for water education and training) labellisé en 2003 par la Communauté Européenne dans le cadre du programme Alfa, et coordonné par l'IHE (Delft, Pays-Bas) pour la partie Européenne, et l'Université del Valle (Cali, Colombie) pour la partie Sud-Américaine.

D'autres réseaux de collaboration en Amérique du Sud ont continué d'être actifs en 2005, en particulier avec l'Université de Belo Horizonte. Ces collaborations se sont traduites par l'organisation de séminaires techniques bi-nationaux.

---

# Expertises

Les chercheurs du CEREVE sont membres de nombreux conseils scientifiques de programmes nationaux, notamment les programmes lancés par le Ministère de l'Ecologie (RDT-Risques, Decisions, Territoires-, PNETOX -Programme National d'Ecotoxicologie-, EPR -Evaluation et Appropriation du Risque-, RIO -Risque Inondation-). Les chercheurs du Cereve sont également membres du Conseil Scientifique du SCHAPI, du SIAAP, du LCPP.

Les chercheurs du CEREVE contribuent également au processus de relecture d'articles scientifiques, notamment pour les revues suivantes en 2005 : Science of the Total Environment, Water Research, Water Ressources Research, Physical Review Letters, Physical Review E, Journal of

Géophysical Research, Journal of the American Water Resources Association.

Ils ont en outre eu des activités éditoriales ou de relecture dans les revues et séries suivantes : Journal of Hydrology, Environmental Research and Risk Assessment (SERRA), Interdisciplinary Mathematical Sciences book series, World Scientific, Nonlinear Processes in Geophysics, Interdisciplinary Mathematical Sciences book series, World Scientific,.

Ils contribuent en outre à diverses expertises pour l'ANVAR, pour des recrutements dans différents organismes ou dans le cadre de jurys tel que le prix Roberval des ouvrages scientifiques en langue française.



---

# Publications

## Articles dans des revues internationales à comité de lecture

### Articles publiés

---

**Azimi S., Rocher V., Garnaud S., Varrault G., Thevenot D.R. (2005).**

Decrease of atmospheric deposition of heavy metals in an urban area from 1995 to 2002 (Paris, France). *Chemosphere* **61**:645-651

---

**Azimi S., Rocher V., Muller M., Moilleron R., Thévenot D.R. (2005).**

Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France). *The Science of Total Environment*, **337**(1-3):223-239

---

**Bermond A., Varrault G., Sappin-Didier V., Mench M. (2005).**

"Bioavailability increases with DOM biodegradation". *Ecotox. Environ. Saf.* **61**:74-82.

---

**Gaonach, H., S. Lovejoy, D. Schertzer D. (2005)**

Scaling expansion-coalescence processes as dominant vesicle growth mechanisms for plinian pumice vesicles". *Bull. of Volcanology*. 15

---

**Gasperi J., Rocher V., Celaudon T., Moilleron R., Chebbo G. (2005).**

Hydrocarbons and heavy metals fixed to the lift station sediment of the Paris combined sewer. *Water, Science, and Technology* , **52**(3):119-127

---

**Gasperi J., Rocher V., Moilleron R., Chebbo G. (2005).**

Hydrocarbon loads from street cleaning practices: contribution to combined sewer systems. *Polycyclic Aromatic Compounds*, **25**(2):183-194

---

**Gasperi J., Rocher V., Celaudon T., Moilleron R., Chebbo G. (2005).**

Hydrocarbon and heavy metals fixed to the lift station sediment of the Paris combined sewer. *Water Science and Technology* , **52**(3):119-127.

---

**Gourlay C., Miège C., Noir A., Ravelet C., Garric J., Mouchel J.M. (2005).**

How accurately do semi-permeable membrane devices measure the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons to *Daphnia magna* ?. *Chemosphere*, **61**(11):1734-1739.

---

**Gourlay C., Mouchel J.M., Tusseau-Vuillemin M.H. and Garric J. (2005).**

Influence of algal and bacterial particulate organic matter on benzo[a]pyrene bioaccumulation in *Daphnia magna*. *Science of The Total Environment*, **346**(1-3):220-230.

---

**Jacquet S., Briand J.F., Leboulanger C., Avois-Jacquet C., Oberhaus L., Tassin B., Vinçon-Leite B., Paolini G. Druart J.C., Anneville O., Humbert J.F. (2005).**

The proliferation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* following restoration of the largest natural French lake (Lac du Bourget). *Harmful Algae*, **4**(4):651-672.

---

**Kafi-Benyahia M., Gromaire M.C., Chebbo G. (2005).**

Spatial variability of characteristics and origins of urban wet weather pollution in combined sewers. *Water Science and Technology*, **52**(3):53-62

---

**Kanso A., Chebbo G., Tassin B. (2005).**

A benchmark methodology for managing uncertainties in urban runoff quality models. *Water Science and Technology*, **51**(2):163-170.

---

**Kanso A., Chebbo G., Tassin B. (2005).**

Bayesian analysis for erosion modelling of sediments in combined sewer systems. *Water Science and Technology*, **52**(5):135-142.

---

**Kanso A., Chebbo G., Tassin B. (2005).**

Stormwater quality modelling in combined sewers : calibration and uncertainty analysis. *Water Science and Technology*, **52**(3):45-52.

---

**Lagarde F., Mouchel J.M., Lessard P., Tusseau M.H. (2005).**

Variability estimation of urban wastewater biodegradable fractions by respirometry. *Water Research*, **39**(19):4768-4778.

---

**Lucas FS, Heeb P. (2005).**

Environmental factors shape cloacal bacterial assemblages in great tit *Parus major* and blue tit *P. caeruleus* nestlings *Journal of avian biology* (2005) **36**(6) 510-516.

---

**Moilleron R., Perez J., Garnaud S. (2005).**

Grain size distribution of heavy metals and PAHs in silt trap sediments from the combined sewer network of Paris (France). *Water, Science, and Technology*, **52**(3):111-118

---

**Mourad M., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G. (2005).**

Calibration and validation of multiple regression models for stormwater quality prediction : data partitioning, effect of dataset size and characteristics. *Water Science and Technology*, **52**(3):45-52.

---

**Mourad M., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G. (2005).**

Sensitivity to experimental data of pollutant site mean concentration in stormwater runoff. *Water Science and Technology*, **51** (2):155-162.

---

**Mourad M., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G. (2005).**

Stormwater quality models : Sensitivity to calibration data. *Water Science and Technology*, **52**(5)61-68.

## Articles acceptés

---

**Beaugendre H., Ern A., Esclaffer T., Gaume E., Ginzburg I., Kao C.**

A seepage face model for the interaction of shallow water tables with the ground surface: Application of the obstacle-type method. *Journal of Hydrology*

---

**Gaume E.**

About the asymptotical behaviour of flood peak distributions. *Hydrology and Earth System Sciences*.

---

**Gaume E., Sivakumar B., Kolasinski M., Hazoumé L.**

Identification of chaos in rainfall disaggregation : application to a 5-minute point rainfall series. *Journal of hydrology*

---

**Kanso A., Chebbo G., Tassin B.**

Application of MCMC-GSA model calibration method to urban runoff quality modelling. *Reliability engineering and system*

---

**Oms C., Gromaire M.C., Chebbo G. (2005).**

Nature and dynamic behaviour of organic surface layer deposits during dry weather. *Water Science and Technology*, **52**(3):103-110.

---

**Payrastre O., Gaume E., Andrieu H. (2005).**

Use of historical data to assess the occurrence of floods in small watersheds in the French Mediterranean area. *Advances in Geosciences* **2**:313-320

*safety.*

---

**Lilley, M., S. Lovejoy, N. Desaulniers-Soucy, D. Schertzer D.**

Multifractal large number of drops limit in rain. *Journal of Hydrology*

---

**Lovejoy, S., Gaonach H., Schertzer D.**

"Bubble distributions and dynamics: the expansion-coalescence equation" *J. Geophys. Res. (Solid Earth)*

---

**Lovejoy, S., Schertzer D.**

Multifractals, cloud radiances and rain. *Journal of Hydrology*

---

**Schertzer, D., Veysere, J.M., Hallegate, S., Biaou, S., Hubert, P., Bendjoudi, H., Lovejoy, S.**

Hydrological Extremes and Multifractals: from GEV to MEV ? *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*.

---

## Articles dans des revues françaises à comité de lecture

### Articles publiés

---

**Gasperi J., Moilleron R., Chebbo G. (2005)**

Variabilité spatiale de la pollution en HAP transitant dans le réseau d'assainissement parisien lors d'événements pluvieux *La Houille Blanche* **5**:35-40.

---

**Mousset C., Chouli E., Carré C., Deutsch J.C., Deroubaix J.-F. (2005)**

Le contrôle à la source de la pollution des eaux pluviales. Entre recherche et opérationnel. *Techniques, Sciences, Méthodes*, **6**:81-88.

### Articles soumis

---

**Gromaire M.C., Cabane P., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G.**

Utilisation des modèles de calcul des flux polluants en assainissement - résultats d'une enquête en France. *La Houille Blanche*

---

**Gaume E. (2004)**

Sécheresses et étiages : quelques réflexions. *La Houille Blanche* **4**:77-83.

---

**Gaume E., Bouvier C. (2004).**

Analyse hydro-pluviométrique des crues du Gard et du Vidourle des 8 et 9 septembre 2002. *La Houille Blanche* **6**:99-106.

---

**Kafi-Benyahia M., Gromaire M.C., Chebbo G.**

Représentativité des prélèvements par préleveurs automatiques dans un réseau d'assainissement unitaire: cas d'OPUR. *Techniques, Sciences et Méthodes*

---

**Kanso A., Chebbo G., Tassin B.**

Evaluation des modèles de calcul des flux polluants des rejets urbains par temps de pluie. *La Houille Blanche*.

---

**Mourad M., Bertrand\_Krajewski J.L., Chebbo G.**

Sensibilité des modèles de calcul des flux polluants en réseaux d'assainissement par temps de pluie aux données expérimentales de calage. *La Houille Blanche*.

---

**Mourad M., Bertrand\_Krajewski J.L., Chebbo G.**

De l'utilisation pertinente des modèles de calcul des flux polluants en réseau d'assainissement. *La Houille Blanche*.

---

**Mousset C., Chouli E., Carré C., Förster M., Deutsch J.C., Deroubaix J.-F., Thévenot D.R.**

Contrôle à la source des eaux pluviales dans l'aménagement urbain : enjeux et perspectives de l'aide à la décision développée par le programme européen DayWater *Revue des Techniques Urbaines*.

---

**Ruban G., Bertrand-Krajewski J.-L., Chebbo G., Gromaire M.-C., Joannis C.**

Précision et reproductibilité du mesurage de la turbidité des eaux résiduaires urbaines. *Techniques Sciences et Méthodes*.

---

**Vinçon-Leite B., Zervos N., Tassin B.**

SACYTOX : un prototype de système d'alerte pour les proliférations de cyanobactéries dans les lacs. *Presse des Ponts et Chaussées*, sous presse

---

## Livres et chapitres de livres

### Chapitres acceptés

---

**Deutsch J.C., Deroubaix J.F.**

Libraries, Chapter 24. *DayWater Final Book*. IWA Publishing, London UK 7 2005 IWA Publishing, London UK ISBN.

---

**Belbéoc' h A., Deroubaix J.F.**

Gérer le risque phytosanitaire en milieu urbain : Analyse des conditions de conversion de l'écu, du technicien et du riverain aux bonnes pratiques ? *Omnisciences*

---

**Schertzer, D., Hubert P., and Lovejoy S.**

Multifractals and Predictions in Ungauged Basins: Where We've Been, Where We're Going ? *Prediction of Ungauged Basins, An IAHS Initiative*

---

**Lovejoy, S., Schertzer, D.**

Scaling turbulent atmospheric stratification: a turbulence/wave wind model. *Wind Energy J. Peinke (ed.), Springer Verlag*

---

**Lovejoy, S., Schertzer, D., Gagnon, J.S.**

Multifractal Simulations of the Earth's Surface and Interior: Anisotropic Singularities and Morphology. GIS and Spatial Analysis. Vol.1 37-54 Q. Cheng, G. Bonham-Carter (eds.), Assoc. Math. Geology

### Ouvrages publiés

---

**Hubert P., Schertzer D., Tacheuchi K., and Kode S., (eds.)**

Multifractals and Predictions in Ungauged Basins: Where We've Been, Where We're

---

**Schertzer, D., Lovejoy S.**

Multifractals en Turbulence et Géophysique. *Fractales en Progrès Hermann*

---

**Hubert, P., Tchiguirinskaia I., Bendjoudi H., Schertzer D., Lovejoy S.**

Multifractal Modelling of Floods. *Transboundary Floods: Reducing Risks and Enhancing Security through Improved Flood Management Planning*, Marsalek J., and Stancalie G.,(eds.), Springer-Verlag

---

**Tchiguirinskaia, I., Hubert P., Bendjoudi H., Schertzer D., Lovejoy S.**

Prospective Multifractal Modeling of the Ungauged Basins. *Prediction of Ungauged Basins, An IAHS Initiative, IAHS Press*

---

**Tchiguirinskaia, I., Schertzer, D., Lovejoy, S., Veysseire, J.M.**

Wind extremes and scales: multifractal insights and empirical evidence. *Wind Energy J. Peinke (ed.), Springer Verlag* Chapitres soumis Deutsch J.-C., Metelka T. Decision Support Systems - vision & reality: Adaptive DSS - a new kind of DSS" Daywater Book

Going?, Prediction of Ungauged Basins, An IAHS Initiative, IAHS press

---

**Hubert, P., Tchiguirinskaia I., Schertzer D., Bendjoudi H., Lovejoy S.**

Predetermination of Floods. *Springer-Verlag*

---

## Publications dans des actes de conférences internationales à comité de lecture

### Actes publiés

---

**Bordin P, Mayeux M, Bonin O, Deutsch J.C. (2005)**

Linking imperviousness coefficient to urbanism features through Geographic Information. *Systems Proceedings of the 10th ICUD, Copenhagen, Denmark*

---

**Cuyppers Y., Tassin B., Vinçon-Leite B., Poulin M. (2005).**

Internal waves and boundary mixing in a deep sub-alpine lake. *Proceedings of the ASLO conference, Santiago de Compostela*

---

**Ellis J.-B, Deutsch J.-C, Legret M., Martin C, Revitt D.-M, Scholes L, Seiker H, Zimmerman U. (2005)**

The Daywater decision support approach to the selection of sustainable drainage systems, a multi-criteria methodology for BMP decision makers. *Proceedings of the 10th ICUD, Copenhagen, Denmark*

---

**Gasperi J., Moilleron R., Chebbo G.**

Spatial variability of PAH load of urban wet weather pollution in combined sewers. *Proceedings of the 10th ICUD - 10th ICUD, 21-26 August 2005, Copenhagen, Denmark.*

---

**Gounou C., Varrault G., Gasperi J., Azimi S., Moilleron R., Garnaud S., Rocher V., Chebbo G. (2005)**

Characterization of heavy metal sources in a combined sewer system. *Proceedings of the 10th ICUD, Copenhagen, Denmark.*

---

**Milicic V. , Chebbo G. (2005)**

Numerical tools for sediment management in sewers : application to storage-settling basins. *Proceedings of symposium S2 held during the seventh IAHS scientific assembly at Foz do Iguaçu, Brazil, April 2005*

---

**Mourad M., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G. (2005)**

Effect of calibration data on typical case studies : Comparison of stormwater quality models of various complexity. *Proceedings of the 10th International Conference on Urban Drainage - 10th ICUD, 21-26 August 2005, Copenhagen, Denmark.*

---

**Tassin B, Deutsch J.C. (2005)**

Combination of e-learning tools and face to face for urban hydrology teaching. *Proceedings of the 10th ICUD, Copenhagen, Denmark.*

---

**Tassin B., Vinçon-Leite B., Groleau A, Quiblier C. (2005).**

Thermal stratification in retention ponds. Actes 10th International Conference Urban Drainage, Copenhagen.

---

**Tassin B., Vinçon-Leite B., Groleau A, Quiblier C., Yépreman C, Berger C, Bernard C. (2005).**

Development of a toxic cyanobacteria in a retention pond. Actes 10th International Conference Urban Drainage, Copenhagen.

---

**Zervos N., Tassin B., Vinçon-Leite B., Humbert JF, Paolini G. (2005).**

Modelling Planktothrix rubescens in Lake Bourget. *Proceedings of the ASLO conference, Santiago de Compostela.* Publications dans des actes de congrès français, à comité de lecture

---

**Cuyppers Y., Tassin B., Vinçon-Leite B., Poulin M. (2005).**

Hydrology teaching ». Actes du colloque ECCO-CNRS Toulouse.

---

**Deutsch J.C. (2005).**

Repenser la place de l'eau dans la Ville Séminaire : La pluie et la Ville. Quel avenir pour les techniques alternatives.

---

**Gaume E. (2005)**

Enseignements tirés des crues récentes - un regard d'hydrologue. *Actes de la 32ème conférence internationale du réseau habitat et francophonie, Avignon, 22-25 mai 2005*

---

**Gromaire M,C, Cabane P,, Bertrand-Krajewski JL, Chebbo G. (2005)**

Utilisation des modèles de calcul des flux polluants en assainissement - résultats d'une enquête en France *Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains, Colloque d'hydrotechnique, Marne la Vallée, 28 et 29 juin 2005. 129-138 ISBN 2-906831-62-X*

---

**Kafi-Benyahia M,, Gromaire MC,, Chebbo G. (2005).**

Représentativité des prélèvements par préleveurs automatiques dans un réseau d'assainissement unitaire: cas d'OPUR. *Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains, Colloque d'hydrotechnique, Marne la Vallée, 28 et 29 juin 2005 117-128 ISBN 2-906831-62-X*

---

**Kanso A., Chebbo G., Tassin B. (2005).**

Evaluation des modèles de calcul des flux polluants des rejets urbains par temps de pluie. *Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux*

*d'assainissement urbains, Colloque d'hydrotechnique, Marne la Vallée, 28 et 29 juin 2005 139-148 ISBN 2-906831-62-X*

---

**Mourad M., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G. (2005).**

De l'utilisation pertinente des modèles de calcul des flux polluants en réseau d'assainissement. *Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains, Colloque d'hydrotechnique, Marne la Vallée, 28 et 29 juin 2005 159-167 ISBN 2-906831-62-X*

---

**Mourad M., Bertrand-Krajewski J.L., Chebbo G. (2005)**

Sensibilité des modèles de calcul des flux polluants en réseaux d'assainissement par temps de pluie aux données expérimentales de calage. *Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains, Colloque d'hydrotechnique, Marne la Vallée, 28 et 29 juin 2005 149-158 ISBN 2-906831-62-X*

---

**Ruban G., Bertrand-Krajewski J.-L., Chebbo G., Gromaire M.-C., Joannis C. (2005)**

Précision et reproductibilité du mesurage de la turbidité des eaux résiduaires urbaines. *Autosurveillance, diagnostic permanent et modélisation des flux polluants en réseaux d'assainissement urbains. Colloque d'hydrotechnique, Marne la Vallée, 28 et 29 juin 2005 291-200 ISBN 2-906831-62-X*

---

**Schertzer, D., Lang, M., Otlé C., Royer J.F. (2005)**

Multiplicité d'échelles en Hydro-Météorologie (MHYM): de la télédétection à la prévision ECCO », Premier Colloque de Restitution, Toulouse 5-7/12/05 441-446 CNRS

---

**Mousset C., Chouli E., Carré C., Förster M., Deutsch J.C., Deroubaix J.-F., Thévenot D. R. (2005)**

Contrôle à la source des eaux pluviales dans l'aménagement urbain : enjeux et perspectives de l'aide à la décision développée par le programme européen DayWater. *Proceedings of the 10th ICUD, Copenhagen, Denmark.*

---

## Autres publications

---

**Bernardara P., Lang M., Sauquet E., Schertzer D., Tchiguirinskaia I.**

Analyse multifractale en hydrologie. Application aux séries temporelles » Note Technique CEMAGREF. 54 pages

---

**Biaou A., Chauvin F., Royer J.F., et Schertzer D.**

Analyse Multifractale des précipitations dans un scénario GIEC du CNRM. Note de Centre GMGEC N°101 45 pages. Météo-France

---

## Mémoires et rapports

### Mémoires de maîtrise

---

**Mongin S., (2005).**

Mise au point d'une méthode électrochimique pour la spéciation des métaux dans les eaux douces ». Mémoire de maîtrise, UPVM 32 p + annexes.

---

**Jarosson A., (2005).**

Modélisation thermique d'un système lacustre. Etude du rayonnement solaire. Mémoire ENPC 38 pages.

---

### Mémoires d'ingénieur, de DEA et Master

---

**Amedzro P., (2005).**

Etude des sources de métaux traces dans les rejets urbains de temps de pluie de l'agglomération parisienne Mémoire de DEA, UPVM 69 pages +annexes.

---

Mémoire de DEA, ENPC-ENGREF-UPVM, 69 pages.

---

**Ben Saadi S. (2005).**

Répartition des hydrocarbures par classes de vitesses de chutes ». Mémoire de DEA, UPVM 63 pages + annexes.

---

**Lachaize E., (2005).**

La dynamique des graisses en réseau d'assainissement : état de l'art sur les connaissances ». Mémoire de DEA, UPVM 75 pages + annexes.

---

**El Hajj H., (2005).**

Fiabilité et précision de la mesure en continu de la turbidité en réseaux d'assainissement ».

---

**Leroux C., (2005).**

Etude de la pollution en hydrocarbures et éléments métalliques de la station d'épuration Marne Aval ». Mémoire de DEA, UPVM 65 pages + annexes.

---

**Martinelli C., (2005).**

Flux de métaux dans les bassins versants urbains et modèle de caractérisation des toitures: cas de Paris » Mémoire d'ingénieur, Ecole des Mines de Paris, 88 pages.

---

**Morales S., (2005).**

Les matériaux de toiture comme sources de contamination métallique des eaux de

---

**Mémoire de thèse**

---

**Berry N., (2005).**

Analyse des flux de données pour la gestion des eaux urbaines. Application en France et au Liban » Mémoire de thèse, ENGREF.

---

**Payrastre O., (2005).**

---

**Rapports de contrats**

---

**De Ponteves C., Moilleron R., Meybeck M., Guéguen Y., Théry S., Teil M.J., Garban B., Ollivon D., Chevreuil M. Blanchard M., Azimi S., (2005).**

Conception d'un Système Expert dédié à la synthèse des données disponibles en matière de contamination par les polluants organiques (SEQUAPOP). Programme PIREN-Seine, 39 pages (sur CD-rom).

---

**Gaume E. (2005)**

Analyse préliminaire des données historiques sur les crues de la Bruche et de l'Ill à Strasbourg ». Etude menée pour DHI/CEMAGREF. 84 pages.

---

**Goiffon C., Lestel L., Mouchel J.M. (2005)**

Cycle de vie du plomb dans l'anthroposphère Seine » PIREN-Seine. 21 pages.

---

**Groupe Dylachem (2005).**

Dynamique physique et hétérogénéités biogéochimiques dans un grand lac alpin : des solitons aux virus (lac du Bourget, Savoie) ». Programme ECCO/PNRH CNRS. 20 pages.

---

**Groupe Ecodyn (2005).**

Genèse et effets toxiques des microcystines de plans d'eau anthropisés ». Programme ECCO/ECODYN CNRS. 20 pages.

---

**Le Cloarec M.F., Bonté P., Tran N.D., Bernollin A., Desalle, Lefèvre I., Ayrault S., Mouchel J.M., et Lestel L. (2005).**

Enregistrement sédimentaire de la contamination métallique, Comparaison de l'évolution dans le temps des teneurs en Pb, Cu et Cd en Seine-aval (pollution industrielle, agricole et urbaine) et Seine-amont (pollution agricole) ». Programme PIREN-Seine, 8 pages.

---

**Lems P., Valkman R., Deutsch J.C., Carré C., Chouli E., Deroubaix J.F., (2005).**

ruissellement. Cas des toitures parisiennes ». Mémoire de DEA, ENPC-ENGREF-UPVM, 54 pages + annexes.

---

**Sonja Raub, (2006).**

Impact of fungal-bacterial interactions on litter degradation in rivers » Mémoire de MASTER, Master UNESCO-IHE

Faisabilité et utilité du recueil de données historiques pour l'étude des crues extrêmes de petits cours d'eau. Etude du cas de quatre bassins versants affluents de l'Aude ». Mémoire de thèse, ENPC. 392 pages.

Stormwater management and Decision-making processes in Europe". Programme Européen Daywater, 53 pages.

---

**Lorgeoux C., Gourlay C., Bollaert C. et Mouchel J.M. (2005).**

Biodisponibilité des HAP dans le bassin de la Seine et influence des matières organiques du milieu ». Programme PIREN-Seine, 26 pages.

---

**Macor, J., (2005).**

Rapport d'avancement de la thèse "Développement de techniques de prévision des précipitations basées sur les propriétés multiéchelles des données radars et satellitaires". Programme ALBAN, Union Européenne, 10 pages.

---

**Moilleron R., Bousserhine N., Varrault G., Fakih M., Abbad-Andaloussi S., Hervé D., Thévenot D.R. (2005).**

Evolution des matériaux de dragage après mise en dépôt en gravières : impact des microorganismes sur la solubilisation des éléments traces métalliques ». Programme PIREN Seine 30 pages.

---

**Moilleron R., Bousserhine N., Varrault G., Fakih M., Abbad-Andaloussi S., Hervé D., Thévenot D.R., (2005).**

Evolution des matériaux de dragage après mise en dépôt en gravières : impact des microorganismes sur la solubilisation des éléments traces métalliques » Programme PIREN Seine, 30 pages.

---

**Mousset C., Carré C., Chouli E., Deroubaix J.F., Deutsch J.C. (2005).**

Report on ADSS field testing and improvement required from WP2". Programme Européen Daywater, 22 pages.

---

**Schertzer D., (2005).**

Multiplicité d'échelles en Hydrométéorologie ». (MHYM) Météo-France/CNRM 40 pages.

---

**Schertzer D., Andreasian V., Ottlé C., Paturol J.E., (2005).**

Prévision dans les bassins non jaugés (PUB). ANR/ECCO 31 pages.

---

**Schertzer D., Tchiguirinskaia I., (2005).**

Multifractals and Physically Based Estimates of Extreme Floods", Phase 1A, Progress report #1 CEA Technologies. 5 pages.

---

**Schertzer D., Tchiguirinskaia I., (2005)**

Multifractals and Physically Based Estimates of Extreme Floods", Phase 1A, Progress report #2 CEA Technologies 4 pages.

---

**Schertzer, D., Lang M., Ottlé O., Royer J.F., (2005).**

Multiplicité d'échelles en Hydrométéorologie (MHYM) ». ANR/ECCO 23 pages.

---

**Servais P., Garcia Armisen T., Espinel N., Fouqueray M., Mouchel J.M. (2005).**

La contamination d'origine fécale des eaux du bassin de la Seine ». Programme PIREN-Seine, 21 pages.

---

**Tassin B., Vinçon-Leite B., (2005).**

Modélisation de lacs et des retenues. Convention de collaboration CERREVE-EDF/LNHE, 20 pages.

---

**Tousseau-Vuillemin M.H., Buzier R., C. dit Mériadec, Chardon I., Elbaz-Poulichet F., Seidel J.L., Mouchel J.M., et Varrault G. (2005).**

Du réseau à la rivière et de la Marne à Andrésy : métaux labiles, dissous et particuliers ». Programme PIREN-Seine, 19 pages.

---

# Enseignement

Le Cereve est actifs dans les formations proposées par ses trois tutelles, il collabore également avec d'autres institutions partenaires.

Il est particulièrement actif dans le Master SGE (Sciences et Génie de l'Environnement) en première année et dans les deux spécialités de deuxième année pour lesquelles il a des responsabilités de direction (SAGE, Systèmes Aquatiques et Gestion des Eaux, et MECE, Management Environnemental des Collectivités et des Entreprises). Ce Master est placé sous la co-tutelle de l'ENPC, l'université Paris-Val de Marne et l'université Denis Diderot (Paris 7).

Les enseignants-chercheurs du Cereve ont également des responsabilités de direction au

sein des Masters GTESD (ParisTech), MISE (Université de Marne-la-Vallée, Université de Cergy-Pontoise, Véolia et ENPC) et Master Molécules et Matériaux, spécialité AAQCB (Université Paris-Val de Marne). Le Cereve assure également la direction de l'école doctorale Ville et Environnement.

En 2005, les enseignants-chercheurs du Cereve ont donné au total 1428 heures d'enseignement. 238 heures ont été données au niveau du premier cycle, toutes à l'UPVM. 1154 heures ont été données au niveau du deuxième cycle, dont 677 à l'UPVM, 294 à l'ENPC et 72 à l'ENGREF. 27 heures ont été données au niveau du troisième cycle dans le cadre de séminaires d'écoles doctorales.

---

## Premier cycle

---

### **Biologie des organismes :**

Licence Sciences et technologies, UPVM, Lucas F., intervenante.

---

### **Biotechnologie enzymatique et microbiologique :**

Licence Sciences et technologies, UPVM, Lucas F., intervenante.

---

### **Bureautique :**

Licence Sciences et Technologie, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

### **Chimie analytique et environnement :**

Licence SIAL, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

### **Chimie appliquée :**

Licence chimie et Licence SIAL, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

### **Chimie industrielle :**

Licence Science et Technologie, UPVM, Moillon R., responsable du module.

---

### **Chimie industrielle :**

Licence Sciences et Technologie, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

### **Génie des procédés :**

DEUG STPI, UPVM, Moillon R., responsable du module.

---

### **Grands problèmes en environnement :**

Licence Science et Technologie, UPVM, Moillon R., intervenant.

---

### **Hygiène et sécurité :**

Licence Science et Technologie, UPVM, Moillon R., responsable du module, Lucas F., intervenante.

---

### **Initiation à l'informatique :**

Licence Science et Technologie, UPVM, Moillon R., responsable du module.

---

### **Microbiologie, Génie biologique :**

DUT, Univ. P12, Lucas F., intervenant.

---

### **Recherche bibliographique :**

Licence SIAL, Varrault G., UPVM, intervenant.

---

### **Zoologie, Biologie des organismes :**

Licence Sciences et technologies, Univ. P12, Lucas F., intervenante.

---

## Deuxième cycle

---

### ENPC

---

#### **Séminaire Ecologie :**

Visite de terrain, ENPC, cycle ingénieur, Vinçon-Leite B., intervenante.

---

#### **Hydrologie Urbaine :**

ENPC, cycle ingénieur, et Master SGE, spécialité SAGE, Deutsch J.C., responsable du module,

Tassin B., intervenant + adjoint au responsable du module, Gromaire M.C., intervenante.

---

#### **Mesures et environnement :**

ENPC, cycle ingénieur, Tassin B., responsable du module. Deutsch J.C., Lucas F., Saad M., Vinçon-Leite, intervenants.

---

#### **Etudes d'impact :**

ENPC, cycle ingénieur, Tassin B., responsable du module.

---

**Processus biogéochimiques dans les bassins versants :**

Master SGE, spécialité SAGE, Jean-Marie Mouchel, responsable du module, Vinçon-Leite B., Yannis Cuypers, Thévenot D., intervenants.

---

**Droit et Gestion de l'Eau :**

---

## Université Paris-Val de Marne

---

**Introduction, Sols :**

Master SGE, UPVM, Moilleron R., intervenant.

---

**Management sols pollués :**

Master SGE, Varrault G., UPVM, intervenant.

---

**Sols pollués :**

Master SGE, Varrault G., UPVM, responsable du module.

---

**Eau : bassins versants, traitements**

Master SGE, UPVM, Thévenot Daniel, responsable du module, Varrault G., intervenant.

---

**Météorologie de l'environnement :**

Master SGE, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Microbiologie :**

Master SGE, UPVM, Lucas F., intervenant.

---

**Milieux professionnels environnement**

Master SGE, Thévenot D., responsable du module

---

**Physico-chimie appliquée :**

Master SGE, Thévenot D., intervenant

---

**Pollutions et nuisances :**

Master SGE, UPVM, Tassin B., intervenant.

---

**Revue de presse :**

Master SGE, UPVM, Tassin B., intervenant.

---

**Stage de terrain: air, eau et sols :**

Master SGE, UPVM, Thévenot D., intervenant

---

**Ecologie Aquatique :**

Master SGE, spécialité SAGE, UPVM, Lucas F., intervenant.

---

**Traitement des eaux :**

Master SGE, spécialité SAGE, UPVM, Thévenot D., responsable du module

---

**Microbiologie :**

Master SGE, spécialité SAGE, UPVM, Lucas F., intervenant.

---

**Sources de pollution :**

Master SGE, spécialité MECE, UPVM, Moilleron R., intervenant.

---

**Génie des procédés :**

MST GSE, UPVM, Moilleron R., intervenant.

Master SGE, spécialité SAGE, Deroubaix J.F., responsable de module.

---

**Mécanique des fluides :**

Master SGE, spécialité SAGE, Mouchel J.M., responsable du module.

---

**Hydrologie :**

ENPC, cycle ingénieur et Master SGE, spécialité SAGE, Gaume E., intervenant.

---

**Sources de contamination dans l'environnement et voies de pénétration des xénobiotiques chez l'homme :**

Master Biologie santé, spécialité Toxicologie Environnement Santé, UPVM, Moilleron R., intervenant.

---

**Environnement :**

Maîtrise Chimie, UPVM, Moilleron R., intervenant.

---

**Chimie appliquée :**

Maîtrise Chimie, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Sols et déchets :**

Maîtrise Chimie, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Analyse et environnement :**

Maîtrise Chimie, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**TP Chimie analytique et environnement :**

Maîtrise Chimie, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Pollution des eaux :**

MST GSE, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Traitement des eaux :**

MST GSE, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Pollution du sol :**

MST GSE, Varrault G., UPVM, intervenant.

---

**Chimie appliquée, Procédés :**

MST GSE, Varrault G., UPVM, intervenant.

---

**Environnement :**

Master bioressources, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Chimie des produits naturels :**

Master bioressources, UPVM, Varrault G., intervenant.

---

**Environnement :**

Master Biologie santé, Varrault G., UPVM, intervenant.

---

**Chimie Analytique, Stratégie d'analyse :**

Master Molécules et Matériaux, spécialité AAQCB, UPVM, Moilleron R., intervenant.

---

**Projet bibliographique :**

Master Molécules et Matériaux, spécialité AAQCB, UPVM, Moilleron R., responsable du module.

---

**Chimie Analytique, Electrodes spécifiques :**

Master Molécules et Matériaux, spécialité AAQCB, UPVM, Moilleron R., intervenant

---

**ENGREF**

---

**Assainissement urbain en Europe et dans les pays en développement :**

ENGREF, cycle ingénieur, Chebbo G., responsable du module, Deutsch J.C., Gromaire M.C., intervenants

---

**Séminaire de terrain :**

DEA STE, ENGREF, Gaume E., intervenant

---

**Environnement Situations locales**

---

**Université de Marne-la-Vallée**

---

**Gestion des eaux :**

IUP-UMLV, Deutsch J.C., responsable de module.

---

**Hydrologie, Risque Inondation :**

---

**Autres établissements**

---

**Hydrologie :**

Master GTESD, ParisTech, Bernardara P., intervenant.

---

**Traitement des eaux :**

Master GTESD, ParisTech, Deutsch J.C., responsable du module.

---

**Modélisation dans l'environnement :**

Master GTESD, ParisTech, Mouchel J.M., responsable du module.

---

**Assainissement Urbain :**

Master GTESD, ParisTech, Chebbo G., intervenant.

---

**Projet Eau et Assainissement :**

EIVP, cycle ingénieur, Gromaire M.C., co-responsable du module.

---

**Hydraulique appliquée :**

---

**Troisième cycle**

---

**Gestion des Risques :**

Ecole Doctorale Ville et Environnement, ENPC, Deroubaix J.F., responsable de module.

---

**Chimie Analytique, Stratégie d'analyse :**

Master Molécules et Matériaux, spécialité AAQCB, UPVM, Moilleron R., intervenant.

---

**Analyse des métaux :**

DESS SAMQCB, UPVM, Varrault G., intervenant.

ENGREF, Cycle ingénieur, Gaume E., Organisation du module

---

**Hydrologie**

ENGREF, Cycle ingénieur, Gaume E., intervenant

---

**Gestion des effluents industriels**

Master GTESD, Gaume E., responsable du module.

Master Génie Urbain, UMLV, Bernardara P., responsable du module.

---

**Hydrologie Urbaine :**

UMLV, Master génie urbain, Tassin B., intervenant.

EIVP, cycle ingénieur, Gromaire M.C., co-responsable du module.

---

**Assainissement :**

EIVP, cycle ingénieur, Gromaire M.C., responsable de module, 3 heures.

---

**Hydrologie de bassins versants :**

DEA HHGG, Univ. Paris VI, Gaume E., intervenant.

---

**Analyse des politiques publiques :**

Master Evaluation et Conduite des politiques publiques, Paris 13, Villeteuse, Deroubaix J.F., responsable de module.

---

**L'eau: usages, ressources, qualité :**

Ecole Normale Supérieure, Plateforme Environnement, Environnement, Qualité de l'eau, Mineure Environnement, Oberhaus L., responsable du module

---

**Données et Complexité :**

Ecole Doctorale Ville et Environnement, ENPC, Schertzer D., responsable du module

## **Abréviations et sigles.**

AFD (Agence Française de Développement)

AGU (American Geophysical Union)

ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement)

CIG (Centre d'Informatique Géologique, Ecole des Mines)

EGU (European Geophysical Union)

EIER (Ecole Inter-Etats de l'Enseignement Rural)

EIVP (Ecole d'Ingénieurs de la Ville de Paris)

IAHS (International Association for Hydrological Sciences)

IIT (Indian Institute of Technology)

IPSL (Institut Pierre Simon Laplace)

IWA (International Water Association)

LBSE (Laboratoire de Biologie des Sols et des Eaux)

LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

LCPP (Laboratoire Central de la Préfecture de Police)

LGE (Laboratoire de Géochimie des Eaux)

LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement)

LTHE (Laboratoire des Transferts en Hydrologie et Environnement)

MECE (Management Environnemental des Entreprises et des Collectivités)

MNHN (Museum National d'Histoire Naturelle)

RGCU (Réseau Génie Civil et Urbain)

SAGE (Systèmes Aquatiques et Gestion des Eaux)

SCHAPI (Service Central Hydro-météorologique d'Appui à la Prévision des Inondations)

SGE (Sciences et Génie de l'Environnement)

SIAAP (Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne)

SPDE (Syndicat des Producteurs d'Eau Potable)

UMLV (Université de Marne-la-Vallée)

UPVM (Université Paris-Val de Marne)