



HAL
open science

Impact écotoxicologique d'un antibiotique sur les processus microbiens du cycle de l'azote, dans des sols amendés par des produits résiduels organiques

Olivier Crouzet, Anais Goulas, Agnès Richaume, Christelle Marraud, Julie Gervais, Claire-Sophie Haudin, Pierre Benoit, Sylvie Nazaret

► To cite this version:

Olivier Crouzet, Anais Goulas, Agnès Richaume, Christelle Marraud, Julie Gervais, et al.. Impact écotoxicologique d'un antibiotique sur les processus microbiens du cycle de l'azote, dans des sols amendés par des produits résiduels organiques. 3èmes Journées d'Écotoxicologie Microbienne, Mar 2016, Valence, France. hal-01608676

HAL Id: hal-01608676

<https://hal.science/hal-01608676>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

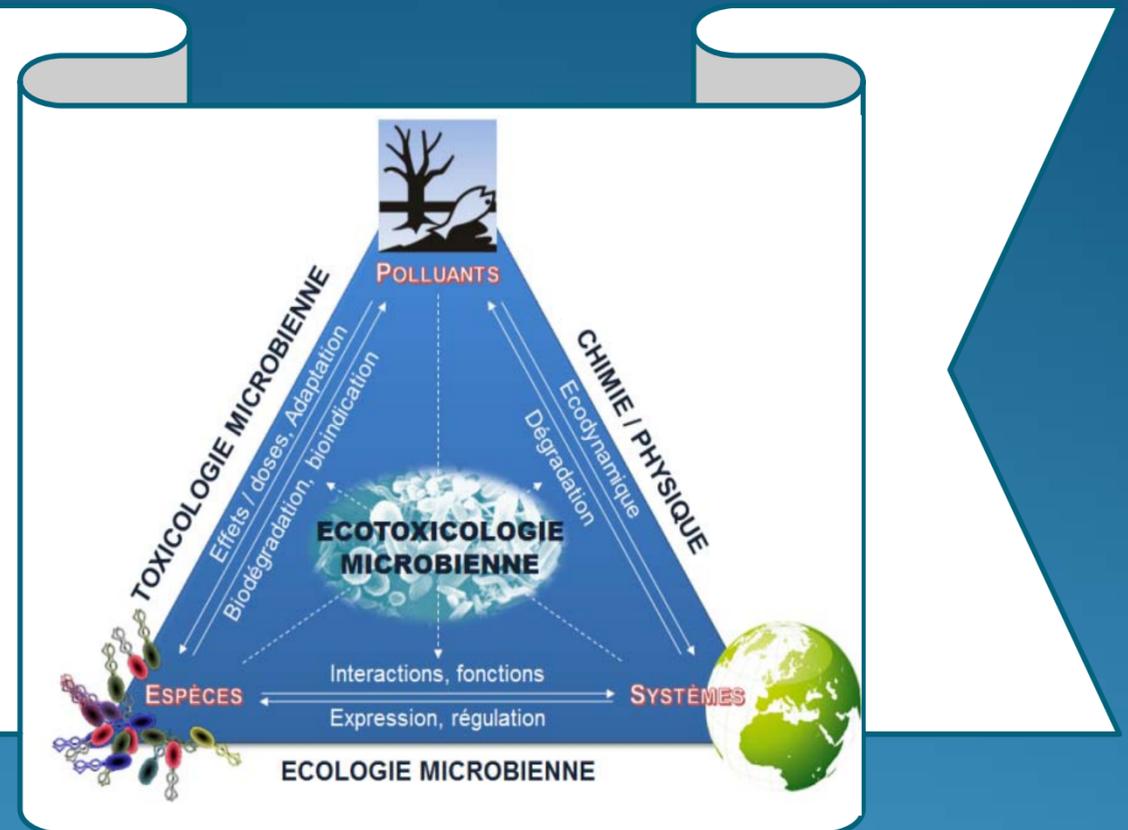


Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Du 16 au 18 mars 2016

Valence TGV
(site Rovaltain)

3èmes Journées d'Écotoxicologie Microbienne



Organisées par le
Réseau Thématique Pluridisciplinaire d'Ecotoxicologie Microbienne

RTP EcotoxicoMic
<http://www.ecotoxicomic.fr/>



SOUTIENS FINANCIERS

Le RTP EcotoxicoMic est soutenu par :



Fondation de Coopération Scientifique
ROVALTAIN



Ces journées sont également sponsorisées par :



COMITES D'ORGANISATION

Comité Scientifique

Jean-François GHIGLIONE (CNRS)

Fabrice MARTIN-LAURENT (INRA)

Stéphane PESCE (Irstea)

Thomas POLLET (Université de Toulon)

Wilfried SANCHEZ (Fondation Rovaltain)

Comité Local

Laetitia AGOSTINI (CNRS)

Joséphine PALANCA (Fondation Rovaltain)

Stéphane PESCE (Irstea)

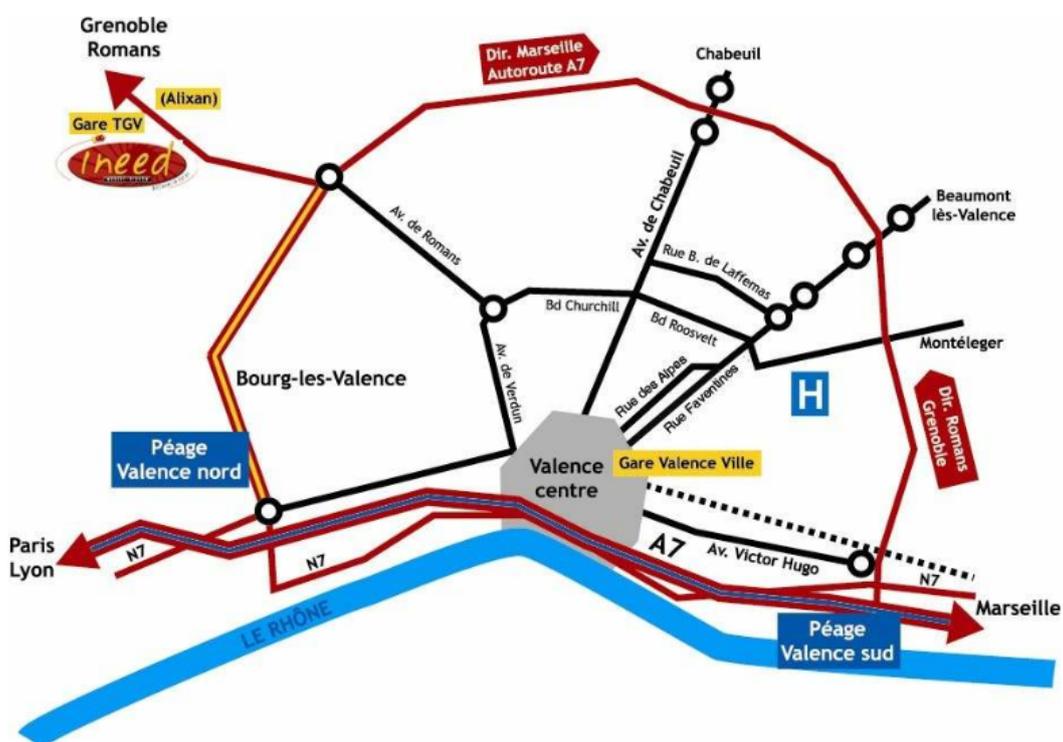
Wilfried SANCHEZ (Fondation Rovaltain)

Frédérique SANZ (CNRS)

ACCES

Bâtiment INEED, Parc scientifique et technologique, ROVALTAIN (26)

INEED - ROVALTAIN TGV, 1 Rue Marc Séguin, BP 16100 ALIXAN, 26958 VALENCE CEDEX 9



Contact : INEED

tél : 04 75 78 67 33

email : accueil.ineed@drome.ci.fr

LIGNES EDITORIALES

Le réseau thématique pluridisciplinaire d'écotoxicologie microbienne (RTP EcotoxicoMic) a pour objectif d'améliorer la visibilité et de fédérer la communauté des écotoxicologues microbiens, avec une volonté de favoriser les actions transversales entre les écosystèmes étudiés et entre les chercheurs membres de différents organismes de recherche.

Mis en place pour une durée de 3 ans (2015-2018), le RTP EcotoxicoMic offre un support académique pour la réalisation d'actions (i) de diffusion, de rayonnement et de structuration de la communauté, (ii) de formation et d'intercalibration, (iii) d'incitations aux collaborations et à la recherche de moyens. Il sera finalisé par un document de prospectives pour cette thématique à l'échelle nationale.

Dans un esprit d'ouverture et de représentativité de la communauté des écotoxicologues microbiens, le bureau du RTP EcotoxicoMic est constitué d'agents titulaires et contractuels de différents organismes de recherches - CNRS INSU et INEE, Irstea, INRA, IRD, IFREMER, MNHN, CEA, Universités de Toulon et de Strasbourg - ainsi que des représentants de EC2CO et de la Fondation Rovaltain. Ce réseau est actuellement soutenu financièrement par l'INEE et l'INSU, Irstea et la Fondation Rovaltain. Les autres organismes contribuent également à ce RTP via leur participation pour l'organisation des congrès.

Après 1 an d'activité, le RTP compte aujourd'hui plus de 110 membres répartis en France (dans une quarantaine d'unités de recherche et dans plusieurs structures de droits privés) et dans plusieurs régions francophones (en particulier au Canada et en Suisse) permettant ainsi de couvrir une large diversité des activités associées à cette thématique dans le paysage national et international. Pour plus de détails, consulter le site <http://www.ecotoxicomic.fr>.

Ces 3^{èmes} journées d'Ecotoxicologie Microbienne, qui sont les premières organisées sous l'égide du RTP EcotoxicoMic, se veulent être un moment privilégié d'échanges au sein de notre communauté, dans une atmosphère conviviale et chaleureuse. Nous comptons sur votre participation active tout du long de ces journées et notamment lors de la session «Fonctionnement et devenir du réseau d'écotoxicologie microbienne (EcotoxicoMic)», programmée le Jeudi 17 Mars, à partir de 16h20. La table ronde prévue lors de cette session et intitulée « Quels objectifs à court, moyen et long termes pour le RTP EcotoxicoMic ? » vous offrira l'occasion de vous exprimer et de vous faire force de propositions pour construire collectivement l'avenir de notre réseau.

Jean-François GHIGLIONE, CNRS, Responsable du RTP EcotoxicoMic



Les journées d'Ecotoxicologie Microbienne vues par...

La Fondation de Coopération Scientifique ROVALTAIN



La Fondation Rovaltain a pour objectif de permettre la réalisation d'études innovantes et de haut niveau mais aussi la diffusion des connaissances scientifiques vers un large public, dans deux disciplines que sont la toxicologie environnementale et l'écotoxicologie. Parmi elles, l'écotoxicologie microbienne est une thématique en émergence.

En adressant des questions relatives à l'impact de la pollution environnementale sur les micro-organismes mais aussi en lien avec le rôle des micro-organismes dans l'écodynamique des contaminants, l'écotoxicologie microbienne se présente comme une thématique porteuse d'enjeux à la fois scientifiques et sociétaux.

Bien que récente, l'écotoxicologie microbienne est une thématique portée par une communauté scientifique multi-disciplinaire, dynamique qui est en cours de structuration et de fédération, afin d'accroître sa visibilité tant dans le paysage national qu'international.

C'est donc naturellement que la Fondation Rovaltain a fait le choix de soutenir le Réseau Thématique Pluridisciplinaire d'écotoxicologie microbienne (RTP Ecotoxicomic) mis en place par le CNRS, mais également d'accueillir, dans la Drôme, à Rovaltain, le colloque 2016 du RTP Ecotoxicomic. Cet évènement qui s'annonce d'ores et déjà comme un élément marquant dans la vie du RTP et de la communauté qu'il fédère, sera l'occasion de dresser un bilan sur les avancées scientifiques de cette thématique dans des domaines tels que les expositions multiples ou encore l'adaptation et la résistance des communautés. Ce sera également l'occasion de se projeter dans l'avenir et de réfléchir, ensemble, aux activités futures du RTP qui lui permettront d'acquérir ses lettres de noblesse à l'international.

Wilfried SANCHEZ, Directeur Général de la Fondation Rovaltain

Philippe GARRIGUES, Président de la Fondation Rovaltain

Dans le cadre de son thème de recherche Écotoxicologie et Bioindication des milieux aquatiques (TR BELCA , <http://www.irstea.fr/la-recherche/themes-de-recherche/belca>), Irstea soutient des activités de recherche afin d'identifier, comprendre et prédire les perturbations biologiques et écologiques en milieu aquatique causées par la contamination chimique liée aux activités humaines. Dans ce contexte, les recherches menées à Irstea en Ecotoxicologie Microbienne visent à mieux comprendre les interactions entre les communautés microbiennes benthiques et les contaminants chimiques dans des environnements complexes, et à évaluer les impacts écotoxicologiques sur la biodiversité structurelle et fonctionnelle de ces communautés et sur les processus qui sous-tendent le fonctionnement des milieux. Dans une démarche d'appui aux gestionnaires et aux politiques publiques environnementales, elles visent également à développer des indicateurs de perturbations de ces processus dans les milieux aquatiques continentaux.

Le soutien d'Irstea à la création et au fonctionnement du Réseau Thématique Pluridisciplinaire EcotoxicoMic, et à ce premier colloque du RTP, s'inscrit dans cette dynamique de recherche. Il répond au besoin de fédérer les compétences et les outils pour répondre aux enjeux actuels de connaissance, d'évaluation et de prédiction de l'impact des substances classiques (pesticides, métaux lourds...) ou émergentes (antibiotiques, nanoparticules...) sur les communautés microbiennes dans les différents compartiments environnementaux.

Patrick FLAMMARION, Directeur du département Eaux

Jeanne GARRIC, Directrice Adjointe Scientifique, Responsable du TR BELCA

Les microorganismes remplissent des fonctions majeures dans l'environnement, fonctions qui leurs permettent de produire des nombreux services écosystémiques. Ils sont également à l'interface de la relation entre l'environnement et la santé de l'Homme. Pour ces raisons, la compréhension et la prévision des changements globaux, notamment de la pollution chimique, sur l'abondance, la diversité et in fine l'activité des micro-organismes, reste un enjeu majeur pour les acteurs de la recherche.

La structuration de la communauté des écotoxicologues microbiens, dispersée sur le territoire national, est nécessaire à l'appréhension de la multiplicité des questions de recherche adressées, et à celles des approches spécifiques qui peuvent en découler. Au-delà de la dimension microbienne de l'écotoxicologie, il est également nécessaire de maintenir des relations et complémentarités avec les écotoxicologues concernés par la chimie de l'environnement et l'appréhension de l'impact de composés chimiques sur les organismes eucaryotes, animaux et végétaux. Ces relations contribuent à la structuration de notre dispositif national de recherche en écotoxicologie comme à sa visibilité internationale, deux objectifs du réseau des écotoxicologues de l'INRA, ECOTOX, partenaire du RTP EcotoxicoMic. Il ne fait nul doute que ces 3èmes Journées d'Écotoxicologie Microbienne permettront la présentation d'avancées scientifiques et des débats fructueux.

Christian MOUGIN, Pour le réseau des écotoxicologues de l'INRA



L'Ifremer a initié des travaux de recherche en écotoxicologie marine à la fin des années 1980. Ils ont permis d'acquérir une meilleure connaissance des processus biogéochimiques et des effets toxiques des polluants, avec en particulier le développement de biomarqueurs et de bioessais standardisés chez les poissons et les mollusques bivalves, applicables aujourd'hui pour la surveillance du milieu marin (Conventions des mers régionales, Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin). Le défi majeur de l'écotoxicologie, en milieu marin comme ailleurs, demeure cependant celui de la compréhension du fonctionnement des écosystèmes sous stress toxique, généralement chronique. De ce fait, le saut d'échelle, depuis la cellule, voire l'individu, aux populations et aux communautés, est une priorité de notre communauté scientifique. De par leur taille et leur rôle fonctionnel dans les écosystèmes, les organismes microbiens apparaissent aujourd'hui comme des organismes d'intérêt pour appréhender ce transfert d'échelle. La plasticité des communautés microbiennes, leur rapidité d'adaptation et leur diversité fonctionnelle en font des cibles de choix pour la compréhension des effets à faible dose de substances diverses, en particulier dans leurs conséquences en termes d'interactions. Les outils moléculaires de dernière génération permettent aussi d'aborder les évolutions spécifiques et fonctionnelles de façon tout à fait utile.

L'implication de l'Ifremer dans le réseau thématique pluridisciplinaire EcotoxicoMic s'inscrit dans ce contexte scientifique et a pour objectif premier d'aider à la structuration de la communauté française sur cette thématique prometteuse pour l'ensemble de l'écotoxicologie marine.

*Tristan RENAULT, Directeur du Département Ressources Biologiques et Environnement
Marie-Hélène TUSSEAU-VUILLEMIN, Directrice Scientifique*



Le Programme Transversal Toxicologie (PTTOX) a pour mission d'évaluer l'impact biologique des activités nucléaires et des nouvelles technologies sur l'Homme et son environnement en bénéficiant des approches pluridisciplinaires issues de l'ensemble du CEA.

Les bactéries de l'environnement jouent un rôle important dans la mobilité des métaux et des radionucléides (RNs) et participent à leur cycle biogéochimique.

Les objectifs du PTTOX sont d'une part la caractérisation des mécanismes du comportement et des interactions de certains radionucléides (U, transuraniens, iode, tritium) en milieu biologique, dans une perspective d'applications en biocinétique, décontamination ou de traitement environnemental, d'autre part de développer des approches pertinentes en toxicologie des nanoparticules, notamment pour définir les paramètres physicochimiques qui jouent un rôle prépondérant dans la relation entre structure et toxicité et pour en caractériser les conséquences d'expositions à court et à long terme dans des conditions physiologiques et environnementales.

Ainsi l'écotoxicologie microbienne est une thématique régulièrement soutenue par le PTTOX.

C'est donc avec enthousiasme que le PTTOX apporte son soutien au colloque de 2016, moment phare dans la structuration et la dynamique de cette communauté scientifique.

Laure SABATIER, Directrice du Programme Transversal Toxicologie au CEA



PROGRAMME

L'Écotoxicologie Microbienne est la science qui étudie :

(i) les conséquences écologiques de pollutions chimiques (de synthèse ou d'origine naturelle) ou biologiques (espèces pathogènes ou toxiques) à l'échelle des communautés microbiennes et sur les nombreuses fonctions qu'elles assurent dans les écosystèmes,

(ii) le rôle des microorganismes dans la dynamique des polluants (source, transfert, dégradation, transformation).

A l'interface de nombreuses disciplines (écologie microbienne, chimie, biologie moléculaire, biochimie, bioinformatique, statistiques), **l'Écotoxicologie Microbienne** est une science en émergence qui répond à une forte demande politique et sociétale en relation avec des préoccupations environnementales (dépollution, indicateurs de l'état d'un écosystème) et de santé publique.

Dans le contexte de l'Anthropocène, **l'écotoxicologie microbienne** vise ainsi non seulement à conduire des recherches fondamentales pour comprendre l'impact des polluants sur les processus microbiens et *vice versa*, mais aussi à réaliser des recherches appliquées fournissant des outils directement utilisables pour la surveillance de la qualité de l'environnement et pour la restauration de sites pollués.

La diversité des questions abordées en **écotoxicologie microbienne** est clairement illustrée par la richesse des communications proposées à l'occasion de ces journées par la communauté des écotoxicologues microbiens. Celles-ci seront réparties selon quatre sessions scientifiques distinctes :

- **Session 1** : Réponses structurelles et fonctionnelles des communautés microbiennes exposées aux contaminants
- **Session 2** : Mécanismes d'adaptation microbienne dans des environnements contaminés et biodégradation microbienne
- **Session 3** : Boîte à outils innovants pour l'écotoxicologie microbienne
- **Session 4** : Impacts écotoxicologiques des contaminants sur les communautés microbiennes dans un contexte multistress

Chacune des sessions sera suivie par un temps d'échange qui visera à discuter collectivement des enjeux, des principales avancées et des perspectives soulevés par les différentes présentations.

En complément, une session sera entièrement dédiée aux discussions concernant le **fonctionnement et le devenir du réseau d'écotoxicologie microbienne** (EcotoxicoMic) afin que chacun puisse exprimer ses idées ou ses attentes à ce sujet et contribuer ainsi à la définition des objectifs à court, moyen et long termes pour le RTP EcotoxicoMic.

Mercredi 16 mars 2016 (après-midi)

13h00 – 14h00 Café d'accueil

14h00 – 14h10 Ouverture du colloque

14h10 – 17h45 Session 1: « Réponses structurelles et fonctionnelles des communautés microbiennes exposées aux contaminants » (Modérateurs : Jean-François GHIGLIONE et Thomas POLLET)

14h10 - Les éléments traces métalliques : effets toxiques et structurants majeurs sur les communautés ultraphytoplanctoniques marines dans la rade de Toulon (France).
COCLET Clément, DELPY F., JAMET D., DURRIEU G., LE POUPON C., MAYER M., GARNIER C., MISSON B.

14h30 - Les microalgues et cyanobactéries des sols : quels apports pour l'écotoxicologie terrestre.
CROUZET Olivier, CONSENTINO L., MARRAUD C., MALLET C., MARON P.-A., BERARD A.

14h50 - Effet d'une pollution diffuse aux pesticides sur les communautés microbiennes des eaux souterraines : le cas de la nappe de l'Ariège.
MAUFFRET Aourell, BARAN N., CHARRON M., JOULIAN C.

15h10 - Caractérisation des assemblages microbiens hydrocarbonoclastes de sédiments marins côtiers soumis à des oscillations oxic/anoxie.
NOEL Cyril, DURAN R., TERRISSE F., CAGNON C., CRAVO-LAUREAU C.

15h30 - Evaluation de l'impact des pesticides sur des fonctions écosystémiques terrestres.
MARTIN-LAURENT Fabrice, BEGUET J., CROUZET O., CHEVIRON N., DEVERS M., ROUARD N., PESCE S., MAMY L., BENOIT P.

15h50 - Pause

16h15 - Réponses des communautés microbiennes de biofilms marins à l'action de différents revêtements antifouling sur deux sites méditerranéens.
POLLET Thomas, BRESSY C., MISSON B., GARNIER C., DEBROAS D., GHIGLIONE J.-F., BRIAND J.-F.

16h35 - La toxicité des nanoparticules de TiO₂ sur la communauté nitrifiante dans le sol se traduit par une relation dose-réponse atypique.
SIMONIN M., MARTINS J., CALAS A., UZU G., LE ROUX X., RICHAUME Agnès

16h55 - Evaluation de la capacité de récupération des communautés fongiques aquatiques colonisant la litière de feuille et soumises à une contamination chimique.
ROSSI Florent, ARTIGAS J., MALLET C.

17h15 – Table ronde Session 1 « De l'impact écotoxicologique sur les communautés microbiennes aux conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes: comment aborder le changement d'échelle? »

17h45 – 18h00 Présentation de la Fondation de Coopération Scientifique Rovaltain

SANCHEZ Wilfried & GARRIGUES Philippe

18h00 – 19h00 Session Poster

18h00 – Présentations orales des posters

18h15 – Libres échanges autour des posters

19h00 **Apéritif Dinatoire**

Jeudi 17 mars 2016 (matin)

9h00 – 12h50 Session 2 : « Mécanismes d'adaptation microbienne dans des environnements contaminés et biodégradation microbienne » (Modérateurs : Stéphane VUILLEUMIER et Antoine ZILLER)

9h00 - Characterization of five environmental metallothioneins: a new metallothionein gene family isolated from soil eukaryotic metatranscriptomes.

ZILLER Antoine, YADAV R., PALACIOS O., VALLON L., LEHEMBRE F., REDDY M.S., MARMEISSE R., ATRIAN S., CAPDEVILA M., FRAISSINET-TACHET L.

9h20 - Biotransformation et toxicité de mélanges de pesticides.

CARLES Louis, BESSE-HOGGAN P., JOLY M., VIGOUROUX A., MORERA S., BONNEMOY F., BATISSON I.

9h40 - Impact des métaux sur la plante invasive *Fallopia spp.* (renouée du Japon) et effet combiné des métaux et de la colonisation par la plante sur les phénotypes bactériens de multi-résistance.

MICHALET Serge, ROUIFIED S., BACKES C., PELLASSA-SIMON T., LONGEPIERRE M., MEIFFREN G., PIOLA F., NAZARET S.

10h00 - Influence des facteurs environnementaux sur les communautés bactériennes responsables de l'élimination du fer et de l'arsenic dans les Drainages Miniers Acides.

TARDY Vincent, CASIOT C., FERNANDEZ-ROJO L., RESONGLES E., DESOEUVRE A., HERY M.

10h20 - Effets du diuron et de l'irgarol chez deux souches de *Tetraselmis suecica* : la résistance au diuron s'accompagne-t-elle d'une résistance à l'irgarol ?

DUPRAZ Valentin, COQUILLE N., MENARD D., SUSSARELLU R., HAUGARREAU L., STACHOWSKI-HABERKORN S.

10h40 - Pause

11h00 – Preliminary evidence of relationship between lipids metabolism of *Fusarium Solani* and benzo[a]pyrene degradation.

DELSARTE Isabelle, RAFIN C., MRAD F., VEIGNIE E.

11h20 - BioSurfaces : Séquestration des métaux lourds par des couches de surface des procaryotes.

KISH Adrienne, LOMBARAD C., ZIRAH S., DJEDIAT C., PIETTE L., CHAPON V.

11h40 - The phyllosphere as a source and a sink of chloromethane.

BESAURY Ludovic, JAEGER N., CHAIGNAUD P., NADALIG T., GREULE M., KEPPLER F., VUILLEUMIER S., BRINGEL F.

12h00 - Réponse cellulaire d'isolats environnementaux de *Microbacterium* à une exposition à l'uranium.

GALLOIS Nicolas, ALPHA-BAZIN B., ORTET P., BARAKAT M., PIETTE L., ZIRAH S., KISH A., ARMENGAUD J., CHAPON V.

12h20 – Table ronde Session 2 « Comment mieux évaluer le rôle des microorganismes dans le devenir des contaminants? »

12h50 – 14h00 Buffet Déjeunatoire

Jeudi 17 mars 2016 (après-midi)

14h00 – 15h50 Session 3 : « Boite à outils innovants pour l'écotoxicologie microbienne » (Modérateurs : Fabrice MARTIN-LAURENT et Vincent TARDY)

14h00 - Utilisation de la technique SIP pour étudier le devenir du phénanthrène dans la rhizosphère et caractériser les bactéries impliquées dans sa biodégradation.

CEBRON Aurélie

14h20 - Application de la spectroscopie Raman à l'évaluation de la biodégradabilité de déchets industriels de polyuréthanes à base de polyéthers.

CREGUT Mickael, ASSAF A., DURAND M.-J., THOUAND G.

14h40 - Outils analytiques innovants pour la détection des herbicides β -tricétones.

BARTHELMEBS Lise, ROCABOY E., ROMDHANE S., NOGUER T., BLANCHARD C.

15h00 - Biocapteurs microbiens en environnement : de la détection de pollution monoparamétrique à l'approche multiparamétrique.

DURAND M. J., JOUANNEAU S., BITTEL M., ASSAF A., CORDELLA C., THOUAND G.

15h20 – Table ronde Session 3 « Quels outils face aux enjeux de l'écotoxicologie microbienne ? »

15h50 – 16h20 Pause / Session Poster

16h20 – 18h30 Session : « Fonctionnement et devenir du réseau d'écotoxicologie microbienne (EcotoxicoMic) »

16h20 - Etat des lieux de l'écotoxicologie microbienne en France.

PESCE Stéphane

16h40 - Présentation du RTP EcotoxicoMic: action engagées et envisagées.

MARTIN-LAURENT Fabrice

17h00 – Table ronde « Quels objectifs à court, moyen et long termes pour le RTP EcotoxicoMic? »

18h30 – 19h00 Temps libre

19h00 Départ en car pour le repas de gala (M. Chapoutier, Tain l'Hermitage)



Vendredi 18 mars 2016 (matin)

8h45 – 9h20 Fin de la Session 3 : « Boîte à outils innovants pour l'écotoxicologie microbienne »

8h45 – Présentation de la société RRCo « Rovaltain Research Company »

LAWNICZAK Martin

9h00 - MOSAIC: a web-interface with modelling and statistical tools for ecotoxicology.

CHARLES Sandrine, DELIGNETTE-MULLER M. L., KON KAM KING G., RUIZ P., VEBER P.

9h20 – 11h50 Session 4 : « Impacts écotoxicologiques des contaminants sur les communautés microbiennes dans un contexte multistress » (Modérateurs : Stéphane PESCE et Nathalie COQUILLE)

9h20 - Interaction entre facteurs environnementaux (lumière, sécheresse, broutage) et pollution (herbicides, triclosan) chez les biofilms de rivière.

BONNINEAU Chloé, LOPEZ-DOVAL J., MORIN S., MUÑOZ I., PROIA L., RICART M., ROMANI A. M., SABATER S., URREA G., GUASCH H.

9h40 - Changements structurels des communautés microbiennes liés aux forçages anthropiques multiples au sein des écosystèmes aquatiques méditerranéens.

REOYO-PRATS Brice, AUBERT D., MENNITI C., SOLA C., CHARRIERE B., DELSAUT N., ROIG B., VERNEAU O., PALACIOS C.

10h00 - La toxicité des herbicides vis-à-vis de microalgues est-elle influencée par la matière organique dissoute (MOD) naturelle ?

COQUILLE Nathalie, STACHOWSKI-HABERKORN S., MORIN S., PARLANTI É., MENARD D., ROUXEL J., HAUGARREAU L., DUPRAZ V., EON M., VEDRENNE J., BOUTRY S., ROSEBERY J., EZZEDINE J., GREGOIRE J.-C., BUDZINSKI H., TAPIE N., PARDON P., CHEVANCE-DEMARS L.

10h20 - Pause

10h30 - Effets combinés des assèchements et d'un fongicide sur la décomposition de litière en milieu aquatique.

FOULQUIER Arnaud, ZOGHLAMI O., BENDER C., ARTIGAS J., MARGOUM C., CHAUMOT A., PESCE S.

10h50 - L'impact d'effluents de STEP sur la structure de communautés microbiennes de biofilms dépend de l'origine des effluents et de leur charge résiduelle en médicaments.

CHONOVA T., CHARDON C., KECK F., LABANOWSKI J., LAURENT E., MONDAMERT L., MONTUELLE B., RIMET F., VASSELON V., BOUCHEZ Agnès

11h10 - Mécanismes moléculaires de l'adaptation de la microalgue marine *Tetraselmis suecica* au diuron : conséquences sur sa sensibilité à un mélange complexe de pesticides.

SUSSARELLU Rossana, DUPRAZ V., COQUILLE N., AKCHA F., BUDZINSKI H., STACHOWSKI-HABERKORN S.

11h30 - Table ronde Session 4 « Comment aborder l'exposome au travers du prisme de l'écotoxicologie microbienne? »

12h00 Clôture du colloque suivie d'un « Mini buffet »

Liste des Posters

Diversité et abondance de gènes bactériens de transporteurs de métaux dans des sols contaminés
BILLARD Patrick, BAUDA P., JOULIAN C., LEYVAL C.

Impact écotoxicologique d'un antibiotique sur les processus microbiens du cycle de l'azote, dans des sols amendés par des produits résiduels organiques.

CROUZET Olivier, GOULAS A., RICHAUME A., MARRAUD C., GERVAIX J., HAUDIN C., BENOIT P., NAZARET S.

Diversité et distribution de gènes liés à l'arsenic le long d'un gradient de pollution, dans une rivière affectée par un drainage minier acide

DESOEUVRE ANGELIQUE, CASIOT C., HERY M.

Influence d'une hausse de température sur la réponse de biofilms phototrophes de rivière à une exposition chronique au cuivre

LAMBERT A.S., DABRIN A., MORIN S., FOULQUIER A., GAHOU J., PESCE Stéphane

Impact des exsudats racinaires de *Miscanthus x giganteus* sur la microflore du sol et la dégradation du benzo(a)anthracène

MAZZIOTTI M., FALLA J., LAVAL-GILLY P., BONNEFOY A., HENRY Sonia

Approaching the Impact of Multiple Stressors on River Biofilms

ROMERO Ferran, ACUÑA V., SABATER S.

Développement de bioindicateurs de la biodégradation et de la toxicité de l'herbicide métolachlore par chimie analytique et isotopique et séquençage haut-débit

VUILLEUMIER Stéphane, BESAURY L., BARAN N., GRUFFAZ C., DONADELLO S., MAALEJ M., MAUCOURT B., IMFELD G.

Session 1

**Réponses structurelles et fonctionnelles des communautés
microbiennes exposées aux contaminants**

Modérateurs:

Jean-François GHIGLIONE et Thomas POLLET

Les éléments traces métalliques : effets toxiques et structurants majeurs sur les communautés ultraphytoplanctoniques marines dans la rade de Toulon (France)

Coclet Clément^{1,2}, Delpy Floriane¹, Jamet Dominique¹, Durrieu Gaël¹, Le Poupon Christophe¹, Mayer Marie¹, Garnier Cédric¹, Misson Benjamin¹

1. *PROTEE, EA 3819, Université de Toulon, CS 60584, 83041 Toulon Cedex 9, France*

2. *MAPIEM, EA 4223, Université de Toulon, La Valette-du-Var, France*

La rade de Toulon est un écosystème côtier fortement urbanisé faisant face à d'importantes pressions anthropiques. Il en résulte un fort gradient de contamination chimique multiple de l'eau. L'objectif de cette étude était de caractériser l'influence de la contamination en éléments traces métalliques (ETM) sur les variations spatiales d'abondance et de structure des communautés ultraphytoplanctoniques de surface de la rade de Toulon. L'ultraphytoplancton a été étudié par cytométrie en flux, les concentrations en Cd, Cu, Pb et Zn dissous par voltamétrie et celles en nitrates et phosphates par spectrophotométrie.

Une cartographie des eaux de surface de la rade, réalisée en 40 sites en février 2014 et février 2015, a révélé un fort gradient de contamination métallique. Les concentrations étaient jusqu'à 25, 160 et 180 fois plus élevées près des zones d'activités navales qu'à l'ouverture sur le large respectivement pour Cu, Zn et Pb. Des gradients d'abondance opposés entre les picoeucaryotes photosynthétiques (PEp) et les picocyanobactéries *Synechococcus*-like (SL) ont été mis en évidence. SL apparaît comme un groupe potentiellement sensible aux ETM qui semblent avoir une influence négative sur l'abondance de ce groupe ($n = 42$; $\phi = -0,67$; $p\text{-value} < 0,01$ pour le Zn). En revanche, PEp paraît résistant aux concentrations élevées en ETM et est positivement corrélé aux métaux ($n = 42$; $\phi = 0,64$; $p\text{-value} < 0,01$ pour le Cu). La contamination en ETM apparaît comme un facteur majeur régulant la structure de la communauté ultraphytoplanctonique, expliquant près de 40% de la variabilité biologique mesurée en 2014 et 15% en 2015 (ACR ; $p\text{-value} < 0,01$).

Des expérimentations ont été menées afin de préciser l'influence d'un enrichissement en nitrates ou en un cocktail de Cu et Pb sur la communauté ultraphytoplanctonique représentative des zones les moins contaminées. Le cocktail d'ETM a entraîné une diminution de l'abondance totale des organismes ultraphytoplanctoniques de 99% en 6 jours. Après 24 jours d'incubation, une résilience quantitative a été observée mais la structure de la communauté avait divergé vers une dominance de PEp. Aucune diminution significative d'abondance ni aucun remaniement de structure n'a été observé en condition contrôle ou avec le seul ajout de nitrates.

Mots-clés : milieu marin côtier, ultraphytoplancton, cytométrie en flux, éléments traces métalliques,

Intervenant : Coclet Clément ; clement.coclet@univ-tln.fr ; Doctorant

Les microalgues et cyanobactéries des sols : quels apports pour l'écotoxicologie terrestre.

Crouzet Olivier¹, Consentino Laurent¹, Marraud Christelle¹, Mallet Clarisse², Maron Pierre-Alain³, Bérard Annette⁴

1. *INRA, UMR1402 ECOSYS, AgroParisTech, 78026 Versailles cedex*
2. *UMR CNRS 6023 LMGE, Université Blaise Pascal, 63000 Clermont-Ferrand*
3. *INRA, UMR 1347 Agroecology, Dijon cedex*
4. *UMR INRA/UAPV 1114 EMMAH, 84914 Avignon*

Les microorganismes photosynthétiques (cyanobactéries et microalgues) des sols pourraient constituer des bioindicateurs pertinents à l'égard des pressions phytosanitaires, à l'instar des milieux aquatiques. Néanmoins, les connaissances disponibles sur leur écologie dans les sols et leurs réponses aux stress sont limitées. Des développements méthodologiques (biochimiques et moléculaires) ont été réalisés afin d'identifier des marqueurs biochimiques et moléculaires pertinents pour décrire les effets de phytosanitaires sur la biomasse et la diversité des communautés microalgales. Des études en microcosmes contrôlés au laboratoire, complétés par des suivis au champ (systèmes de culture Biologique (Bio) ou Conventionnel (Conv)) ont été réalisées pour mieux connaître la biodiversité et tester la pertinence de ces communautés comme indicateurs de stress phytosanitaires.

Des approches expérimentales et des outils biochimiques et moléculaires ont été développés. Dans des approches en microcosmes, l'analyse de la chlorophylle-*a* (proxy de biomasse) et de la diversité pigmentaire ont mis en évidence des effets de l'herbicide isoproturon (IPU) sur les communautés microbiennes photosynthétiques, dès la dose agronomique. L'étude de l'impact d'IPU sur le rôle fonctionnel assuré par les microalgues et cyanobactéries édaphiques, en tant que biofilm microbien superficiel, a révélé des effets significatifs sur des activités microbiennes de recyclage et acquisition de nutriments ainsi que sur l'agrégation des sols. Les premières études moléculaires démontrent l'existence d'une diversité taxonomique insoupçonnée de microalgues et cyanobactéries, dans les sols de grande culture. Des effets importants du système de culture (Bio vs. Conv) ont été décrits sur la structure et la diversité taxonomique de ces communautés microbiennes. Une méthodologie PICT (Pollution-Induced Community Tolerance) a mis en évidence l'acquisition de tolérance à l'IPU des communautés du sol sous conduite «Conv» (traité annuellement avec cette molécule), par rapport à un sol sous conduite «Bio» ne recevant aucun pesticide.

Les microalgues et cyanobactéries des sols constituent un modèle biologique innovant pour développer des bioindicateurs de pressions et d'exposition aux herbicides. Elles sont impactées à des doses auxquelles les indicateurs d'activités et de structure des communautés bactériennes ou fongiques ne répondent pas. De meilleures connaissances de leur écologie dans les sols demeurent indispensables.

Mots-clés : microalgues édaphiques, sols, herbicides, diversité, tolérance

Intervenant : Crouzet Olivier, ocrouzet@versailles.inra.fr

Effet d'une pollution diffuse aux pesticides sur les communautés microbiennes des eaux souterraines : le cas de la nappe de l'Ariège

Mauffret Aourell, Baran Nicole, Charron Mickael, Joulian Catherine

BRGM, Orléans, FRANCE

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'effet des pesticides sur les communautés microbiennes et plus spécifiquement les bactéries impliquées dans la dénitrification. Nous avons combiné deux approches : i) observation des communautés lors d'incubation en microcosmes dopés avec de l'atrazine (ATZ), du déséthyl-atrazine (DEA) et un mélange ATZ+DEA (0, 1 et 10 µg/L) dans deux eaux ayant un historique de contamination contrasté, ii) *in situ* au niveau de la plaine alluviale de l'Ariège.

L'abondance du marqueur universel (16S rRNA) et de marqueurs de bactéries réduisant le nitrate (*narG* et *napA*) fut déterminée par PCR quantitative en temps réel. La présence de bactéries réduisant l'ammonium (*amoA*) a été évaluée par PCR. La diversité des communautés bactériennes a été analysée par CE-SSCP (Capillary Electrophoresis-Single Strand Conformational Polymorphism). Un cocktail de 57 pesticides est analysé par LC-MS/MS. La méthodologie statistique pour évaluer la relation ou l'effet des conditions physicochimiques sur la biodiversité bactérienne et l'abondance des communautés dénitrifiantes est en cours de mise au point (sous R). La justification de l'approche finalement sélectionnée sera présentée en détail.

Les résultats préliminaires montrent que dans les microcosmes, l'historique de contamination a déterminé la sensibilité des communautés aux herbicides. En effet, la diversité des communautés de l'eau non contaminée est modifiée dès une exposition à 1 µg triazine/L. A l'opposé, la biodiversité des communautés exposées *in situ* semblent n'être modifiée qu'à partir de ≥ 10 µg triazine/L. La réponse des communautés dénitrifiante aux triazines dépend de leur historique de contamination et de la concentration en triazines auxquelles elles sont exposées, mais dans aucun cas nous n'avons observé une diminution de l'abondance de la communauté dénitrifiante, ce qui aurait indiqué un possible risque d'accumulation en nitrates. Nous n'avons pas observé de dégradation des triazines dopées au cours de l'exposition (1 mois). Sur site, nous n'avons pas mis en avant de relation claire et significative entre contamination et biodiversité, biomasse et activité dénitrifiante, montrant la difficulté du changement d'échelle.

Mots clés : diversité microbienne, dénitrification, pesticides, qualité des aquifères

Intervenant : Mauffret Aourell ; a.mauffret@brgm.fr

Caractérisation des assemblages microbiens hydrocarbonoclastes de sédiments marins côtiers soumis à des oscillations oxic/anoxie

NOEL C., DURAN R., TERRISSE F., CAGNON C. & CRAVO-LAUREAU C.

Equipe Environnement et Microbiologie – groupe MELODY – IPREM UMR CNRS 5254 – Université de Pau et des Pays de l'Adour – BP1155 – 64013 Pau cedex – France

Les sédiments marins côtiers, écosystèmes fonctionnels uniques, sont constamment soumis à des oscillations oxic/anoxie liées aux cycles des marées et aux activités de bioturbation. De plus, en raison de leur localisation, ils sont particulièrement exposés à des pollutions telles que les déversements pétroliers. Dans ces écosystèmes, les communautés microbiennes jouent un rôle majeur dans les cycles biogéochimiques, en particulier en réponse à la présence d'hydrocarbures. La compréhension de la réponse de ces micro-organismes clés exposés aux hydrocarbures soumis à des oscillations oxic/anoxie est essentielle pour estimer les capacités de restauration de ces écosystèmes.

Récemment, nous avons montré que l'organisation des communautés bactériennes dégradant les hydrocarbures était influencée par les activités de remaniement des sédiments (Stauffert *et al.*, 2013). En effet, trois communautés microbiennes différentes ont été obtenues en réponse à des stratégies de remaniement différentes (biologique et mécanique). Toutefois, ces communautés ont montré des capacités de dégradation des hydrocarbures similaires, soulignant ainsi la redondance fonctionnelle impliquée dans ces processus de dégradation. Afin de caractériser les assemblages microbiens, les trois communautés obtenues ont été incubées en bioréacteurs sous trois régimes d'oxygénation différents (oxie, anoxie et oscillations d'oxygénation). La communauté microbienne active dans ces bioréacteurs a été analysée par séquençage à haut-débit des ADNc des ARNr 16S *Bacteria* et *Archaea*. Nous avons montré que les communautés bactériennes se structuraient en réponse aux conditions d'oxygénation. En revanche, ces différentes conditions d'oxygénation ne semblent avoir qu'un effet mineur dans la structuration des communautés *Archaea*, les trois communautés restant divergentes. L'analyse de corrélation a révélé les interactions *Archaea/Bacteria*, montrant en particulier l'importance des relations méthanogènes/sulfato-réducteurs dans l'assemblage des communautés microbiennes en présence d'hydrocarbures. Il est donc nécessaire de prendre en compte attentivement ces relations *Archaea/Bacteria* dans les études d'écotoxicologie microbienne afin d'évaluer l'impact des polluants et des fluctuations environnementales.

Mots-clés : écosystèmes marins côtiers, pollution, oscillations oxic/anoxie, communautés microbiennes, dégradation des hydrocarbures, écotoxicologie microbienne

Intervenant : NOEL Cyril ; cyril.noel@univ-pau.fr; Doctorant

Référence : Stauffert M, Cravo-Laureau C, Jézéquel R, Barantal S, Cuny P, Gilbert F, *et al.* (2013). Impact of Oil on Bacterial Community Structure in Bioturbated Sediments. *PLoS ONE* **8**: e65347.

Evaluation de l'impact des pesticides sur des fonctions écosystémiques terrestres

Martin-Laurent F.¹, Beguet J.¹, Cruzet O.², Cheviron N.², Devers M.¹,
Rouard N.¹, Pesce S.³, Mamy L.², Benoit P.²

¹UMR Agréocologie, INRA, Dijon

²UMR EcoSys, INRA, Versailles et Grignon
MALY, Irstea, Villeurbanne

³UR

Dans le cadre l'évaluation du risque environnemental menée pour obtenir l'autorisation de mise sur le marché, l'évaluation *a priori* de l'impact des pesticides sur les microorganismes du sol est estimée par deux tests OCDE mesurant la minéralisation de l'azote et du carbone. Ces deux tests globaux ne rendent pas compte des modifications potentielles d'abondance, de diversité et d'activité de la communauté microbienne des sols exposée aux pesticides. Dans ce contexte, le projet IMPEC visait à développer des indicateurs microbiens pour évaluer l'impact des pesticides sur des fonctions écosystémiques supportées par la communauté microbienne. Cette présentation aura pour objectif de présenter une partie des travaux d'IMPEC consistant à évaluer l'impact de trois pesticides [chlorpyrifos (insecticide), tebuconazole (fongicide) et isoproturon (herbicide)] appliqués seuls ou en mélange sur la composition et l'activité de la communauté microbienne de trois types de sol (La Cage, Chambeire et Pierrelaye). Le scénario d'exposition de la communauté microbienne a été évalué pour chaque type de sol et pour chaque traitement par des techniques de radiorespirométrie permettant de suivre l'évolution de chaque pesticide dans les sols (bilan de masse : ¹⁴CO₂, ¹⁴C-résidus extractibles et ¹⁴C-résidus liés). Après 4 et 25 jours d'exposition des activités enzymatiques microbiennes impliquées dans les cycles C, N, P et S et la capacité de la microflore à minéraliser différents composés (¹⁴C-acétate de sodium, ¹⁴C-2,4-D, ¹⁴C-glyphosate) ont été mesurées. L'évolution de la composition de la communauté microbienne en réponse à l'exposition aux pesticides a été suivie par PCR quantitative ciblant onze groupes microbiens (Acidobacteria, Actinobacteries, Archaea – Crenarchaeota, Bacteroidetes, Firmicutes, Gemmatimonadetes α-, β-, γ-proteobacteries, Planctomycetes et Verrucomicrobiales) menée à partir de l'ADN extrait des sols. Ces données ont été traitées par une analyse multivariée. Les principaux résultats de cette étude seront discutés au cours de cette présentation.

Intervenant : Martin-Laurent Fabrice ; fabrice.martin@dijon.inra.fr

Réponses des communautés microbiennes de biofilms marins à l'action de différents revêtements antifouling sur deux sites méditerranéens

Thomas Pollet¹, Christine Bressy¹, Benjamin Misson², Cédric Garnier², Didier Debroas³,
Jean-François Ghiglione⁴, Jean-François Briand¹

1 Laboratoire MAPIEM, Université de Toulon, France,

2 Laboratoire PROTEE, Université de Toulon, France,

3 Laboratoire microorganismes : génome et environnement, université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France,

4 Laboratoire d'océanographie microbienne, Université Pierre et Marie Curie, Banyuls-sur-mer, France.

Depuis les années 1960, des revêtements antifouling (AF) ont été développés pour limiter la colonisation des organismes marins sur les bateaux. Les premiers, appelés Self-Polishing Coatings (SPC) ont montré une efficacité durable mais sont riches en biocides dont les effets toxiques sur des espèces non ciblées ont été mis en évidence. Un autre type de revêtement AF, non toxique, a donc été développé, les Fouling Release Coatings (FRC), qui ne contiennent pas de biocide mais dont l'efficacité reste encore à démontrer. Alors que les communautés microbiennes des biofilms sont les premiers organismes à coloniser les surfaces immergées, peu d'études décrivent l'influence des AF sur ces communautés. Une série d'expérimentations a donc été réalisée afin d'évaluer l'impact des deux types de revêtements sur la cinétique de formation des biofilms marins. Les immersions ont été réalisées en conditions statiques dans deux sites d'études aux caractéristiques physico-chimiques et hydrodynamiques différentes, la rade de Toulon et au large de Banyuls-sur-Mer. Les échantillonnages ont été effectués après 1, 4, 8, 12, 20, 28 jours d'immersion à Toulon et après 2,5 mois d'immersion dans les deux sites. A chaque temps et pour chaque site, l'abondance des grands groupes microbiens (procaryotes hétérotrophes et Nano/Pico-phytoplancton) est estimée par cytométrie en flux. La composition et la diversité des procaryotes (bactéries et archées) sont déterminées par séquençage haut débit. Parallèlement, différents paramètres environnementaux ainsi que les propriétés de surface des revêtements ont été mesurés. Nos analyses quantitatives montrent que le revêtement FRC est le plus efficace au cours de l'expérience, suggérant que les propriétés de surface des revêtements joueraient un rôle essentiel lors de la colonisation initiale par les microorganismes. Par ailleurs, après 2,5 mois d'immersion, les deux revêtements ont un impact significatif sur l'abondance des communautés microbiennes quel que soit le groupe considéré dans les deux sites. Les analyses montrent toutefois que cet effet est significativement supérieur à Banyuls, sous-entendant que l'hydrodynamisme pourrait être un facteur limitant la colonisation de ces surfaces, y compris en conditions statiques. Les données de diversité et de composition des procaryotes sont en cours d'analyse et seront commentées lors du congrès.

Mots clés : biofilm, antifouling, écotoxicologie microbienne

Intervenant : Pollet Thomas, thomas.pollet@univ-tln.fr; Post-Doctorant.

La toxicité des nanoparticules de TiO₂ sur la communauté nitrifiante dans le sol se traduit par une relation dose-réponse atypique

Marie SIMONIN^{1,2,3}, Jean M. F. MARTINS², Aude CALAS², Gaëlle UZU²,
Xavier LE ROUX¹, Agnès RICHAUME¹

1. *Ecologie Microbienne Lyon, UMR CNRS 5557 / UMR INRA 1418, Université Claude Bernard Lyon 1, Université de Lyon, VILLEURBANNE F-69622*
2. *UJF-Grenoble/CNRS-INSU/G-INP/IRD, LTRE UMR 5564, Grenoble F-38041*
3. *Biology Department, Duke University, Durham, North Carolina 27708 (USA)*

Dans les sols, le nitrate est produit conjointement par des bactéries et archées qui oxydent l'ammonium (AOB et AOA) et des bactéries appartenant aux genres *Nitrospira* et *Nitrobacter* qui oxydent le nitrite (NOB). Les communautés microbiennes impliquées sont particulièrement sensibles à différents stress environnementaux tels que la présence de polluants émergents comme les nanoparticules de TiO₂ (NP-TiO₂)⁽¹⁾. Ces NP rentrent dans la composition de divers produits de la vie courante, de fertilisants ou autres produits phytosanitaires et sont susceptibles de se retrouver en faibles concentrations dans les sols agricoles via l'épandage de boues de station d'épuration⁽²⁾. L'étude de la toxicité de ces NP à faibles concentrations dans le sol est donc nécessaire pour évaluer les conséquences sur des fonctions microbiennes comme la nitrification essentielle au maintien de la fertilité.

Nous avons évalué la toxicité de huit concentrations de NP-TiO₂ (comprises entre 0.05 et 500 mg / kg) dans des microcosmes de sol exposés durant 90 jours. Nous avons mesuré l'activité nitrifiante par chromatographie ionique ainsi que l'abondance des AOA, AOB et NOB par qPCR. Parallèlement, les NP ont été caractérisées dans une solution de sol afin de mesurer leur agrégation et leur potentiel oxydant.

L'activité nitrifiante est significativement réduite par la concentration la plus faible (0.05 mg/ kg) mais aussi par les plus fortes (100 et 500 mg/ kg). Les effets sur l'abondance en fonction de la dose de NP appliquée diffèrent selon les groupes microbiens considérés. Les AOA semblent les plus sensibles et leur abondance est réduite quelle que soit la dose alors que l'abondance de *Nitrospira* n'est pas modifiée. La réponse des AOB et de *Nitrobacter* est similaire avec une diminution pour les doses intermédiaires (0.5, 1 et 10 mg/ kg). Les réponses obtenues en fonction des doses de NP appliquées sont cohérentes avec l'augmentation de leur agrégation et la diminution de leur potentiel oxydant.

Nos résultats montrent qu'il n'est pas possible d'évaluer la toxicité des NP vis-à-vis des communautés microbiennes du sol par des approches d'écotoxicologie classiques en raison de la relation dose-réponse atypique observée.

Mots clés : nanoparticules, sol, nitrification, écotoxicité,

Intervenante : Richaume Agnès, agnes.richaume@univ-lyon1.fr

Références : 1) Simonin et Richaume (2015) *Environ Sci Pollut Res*, doi 10.1007/s11356-015-4171-x ;
2) Mitrano et al. (2015) *Environment Int* 77: 132–147.

Evaluation de la capacité de récupération des communautés fongiques aquatiques colonisant la litière de feuille et soumises à une contamination chimique.

Rossi Florent, Artigas Joan, Mallet Clarisse

LMGE, UMR CNRS 6023, 63171 Aubière cedex

Dans les écosystèmes lotiques de tête de bassin versant, les processus de décomposition et de minéralisation de la litière de feuille issue de la ripisylve, impliquant notamment l'action de microchampignons filamenteux (hyphomycètes aquatiques) et de leurs enzymes ligninolytiques extracellulaires (e.g laccase, peroxydase, phénol oxydase), sont fondamentaux. Or les conséquences de contaminations d'origine anthropique (chimiques ou organiques) sur ces processus sont encore mal connues. L'objectif de notre étude a donc été d'évaluer, par une approche en microcosmes (canaux artificiels), les effets d'une contamination chronique chimique d'un cours d'eau (rivière Auzon, Auvergne, France) sur la structure (biomasse, diversité) et l'activité de dégradation (activités ligninolytiques) des communautés fongiques colonisant la litière de feuille. De même, les capacités de résistance et de résilience de ces communautés exposées pendant 2 semaines à cette contamination ont été évaluées par une expérience de translocation. Les résultats montrent une activité laccase significativement supérieure dans les canaux « contrôles » recevant l'eau du site amont de la rivière (peu contaminée), par rapport aux canaux « aval », recevant l'eau du site aval (contaminée) et caractérisés par une diversité fongique plus importante. Cette diminution de l'activité laccase dans les canaux contaminés semble principalement liée à la présence de nitrate, suggérant une réduction de l'activité de dégradation de la lignine des feuilles. L'expérience de translocation met en évidence un phénomène de résilience (2 semaines) chez les communautés transloquées de l'aval (contaminé) vers l'amont (contrôle), caractérisé par une récupération de la structure et de l'activité laccase. Cette étude souligne donc le potentiel des communautés fongiques de litières à retrouver leur état initial après exposition à une contamination chimique et met en évidence leur utilité en tant qu'outils d'évaluation de la qualité chimique des écosystèmes lotiques.

Mots clés : Ecosystème lotique, communautés fongiques, litière de feuille, translocation, laccase.

Intervenant : Rossi Florent, florent.rossi@univ-bpclermont.fr, Doctorant

Session 2

Mécanismes d'adaptation microbienne dans des environnements contaminés et biodégradation microbienne

Modérateurs:

Stéphane VUILLEUMIER et Antoine ZILLER

Characterization of five environmental metallothioneins: a new metallothionein gene family isolated from soil eukaryotic metatranscriptomes

Ziller A¹, Yadav R¹, Palacios O⁴, Vallon L¹, Lehembre F¹, Reddy MS², Marmeisse R¹, Atrian S³, Capdevila M⁴, Fraissinet-Tachet L¹

1. *Microbial Ecology, CNRS UMR 5557, USC INRA 1364, Université Lyon1, Université de Lyon, F-69622 Villeurbanne, France*
2. *Thapar University, Department of Biotechnology, Bhadson Road, Patiala 147 004, India*
3. *Departament de Genètica, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645, E-08028, Barcelona, Spain*
4. *Department de Química, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra, Barcelona, Spain*

Human activities can cause soil metal pollutions and therefore modify soil ecosystem functioning. Eukaryotic microorganisms are an important element in ecosystems (bacterial populations regulation by grazing). If a metal pollution occurs, organisms have to provide resistance mechanisms to prevent toxic effects on cell components (DNA damage or metabolism disturbance). For this purpose, intracellular chelation is an important mechanism enabling organisms to limit metal toxic effects by synthesis of metal binding molecules with a high cysteine content such as metallothioneins (MTs). MTs are a superfamily of low molecular weight proteins rich in Cys (15-33%), divided into 15 different families depending on their amino acid sequence features. They have a physiological dual role: metal homeostasis in physiological conditions and protector in response to metal excess.

Here, by a functional metatranscriptomic approach, we isolated for the first time eukaryotic environmental metallothioneins (EMTs). Their DNA sequences were recovered in diverse soil samples revealing that the organisms bearing these genes are ubiquitous. We have characterized EMTs with respect to their amino acid sequence features and to their metal binding abilities (studied by ESI-TOF-MS after protein overexpression in *E.coli* in the presence of Zn, Cd or Cu and subsequent purification of the respective metal complexes). EMT sequences present particular properties that strongly relate them to typical MTs: a high content of conserved Cys residues (20-24%) mainly distributed in specific sequential motives (1 CCC, 2 CXCC, 2-3 XCCX, and 4 CXC), and no aromatic amino acids. But they have unusual features too: an "important" length (110-132), the presence of CCC clusters, two conserved His residues and a cysteine-free sequence linker dividing the protein sequence in two parts.

After purification of the corresponding metal complexes, ESI-TOF-MS analysis revealed that EMT proteins are able to bind Cd, Zn and Cu, likewise the MT proteins. In most of the cases: some mixtures of metal-protein species, the presence of sulphide ligands in the Cd-EMT complexes, and the presence of heteronuclear Zn,Cu-EMT species, as the result of the Cu-supplemented syntheses, were observed suggesting that EMTs have no specific metal binding preferences. These data reveal that EMTs define a new metallothionein family.

Mots clés: metatranscriptomic, metallothionein, microorganisms, Eukaryotes, metal pollution

Intervenant : Ziller Antoine ; antoine.ziller@univ-lyon1.fr; Doctorant

Biotransformation et toxicité de mélanges de pesticides

Carles Louis¹, Besse-Hoggan Pascale², Joly Muriel¹, Vigouroux Armelle³, Moréra Solange³, Bonnemoy Frédérique¹, Batisson Isabelle¹

1. *Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement (LMGE), CNRS, UMR 6023, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France*
2. *Institut de Chimie de Clermont-Ferrand (ICCF), CNRS, UMR 6296, Clermont Université, Université Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France*
3. *Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC), CNRS, CEA, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, 91198, Gif-sur-Yvette, France*

L'évolution des pratiques agricoles a conduit à l'utilisation de molécules pesticides dites de nouvelle génération, actives à de faibles doses et souvent employées en mélange. Peu d'informations sont disponibles quant au devenir et à l'impact potentiel de ces mélanges sur l'environnement et la santé humaine. Il est donc primordial d'étudier les voies de biotransformation de ces composés puisque certains métabolites peuvent parfois être plus toxiques que les molécules mères. Nos études se sont portées sur un mélange composé de mésotrione (tricétone), nicosulfuron (sulfonylurée) et S-métolachlore (chloroacétamide) utilisé sur les cultures de maïs. Deux souches bactériennes isolées à partir de sol agricole ont permis d'établir les voies de biotransformation de ces herbicides, seuls ou en mélange. La toxicité des métabolites produits a été évaluée à l'aide du test Microtox®. La biotransformation du nicosulfuron par la souche *P. fluorescens* SG-1 conduit à la formation de trois métabolites. Ces produits de transformation sont identiques à ceux formés par la souche *B. megaterium* Mes11, suggérant l'existence de voies communes de biotransformation de cette molécule au sein de différents genres bactériens. De plus, la souche Mes11 présente la particularité de transformer des herbicides de familles chimiques différentes. En effet, elle est également capable de transformer la mésotrione en quatre métabolites, séparément ou en mélange avec le nicosulfuron et/ou le S-métolachlore. Les cinétiques de transformation de la mésotrione et du nicosulfuron ainsi que la nature des métabolites formés ne varient pas en présence des autres molécules du mélange. Des voies communes de biotransformation de la mésotrione semblent également exister puisque différents genres bactériens produisent les mêmes métabolites et possèdent des nitroréductases NfsA-FRP impliquées dans la première étape de transformation de la mésotrione par la souche Mes11. De plus, il a été montré que certains des produits de transformation, dont le métabolite majoritaire de la mésotrione, présentent une toxicité supérieure à celle de la molécule mère. Ces travaux mettent ainsi en évidence l'importance d'identifier les produits de transformation d'une molécule et d'évaluer leur toxicité afin d'améliorer l'évaluation globale des risques de l'utilisation de molécules de nouvelle génération utilisées en mélange.

Mots clés : Pesticide ; Mélange ; Biotransformation ; Métabolites ; Ecotoxicité

Intervenant : Carles Louis ; louis.carles64@gmail.com; Doctorant

Impact des métaux sur la plante invasive *Fallopia* spp. (renouée du Japon) et effet combiné des métaux et de la colonisation par la plante sur les phénotypes bactériens de multi-résistance

Michalet Serge^{a,b}, Rouifed Soraya^c, Backes Cassandra^b, Pellassa-Simon Thomas^a, Longepierre Manon^c, Meiffren Guillaume^{a,b}, Piola Florence^c, Nazaret Sylvie^b

^aUniversité Lyon1, CNRS, UMR5557, INRA, USC1364, Ecologie Microbienne, CESN, Villeurbanne, F-69622, France.

^bUniversité Lyon1, CNRS, UMR5557, INRA, USC1364, Ecologie Microbienne, Equipe Multi-Résistance Environnementale et Efflux Bactérien, Villeurbanne, F-69622, France.

^cUniversité Lyon, CNRS, 1UMR 5023, LEHNA, Equipe Ecologie végétale et zones humides, Villeurbanne, F-69622, France.

La présence de métaux dans l'environnement, consécutive aux activités anthropiques, représente un stress pour les organismes vivants, impactant la structure et le fonctionnement des écosystèmes. A l'échelle microbienne, la toxicité cellulaire des métaux peut altérer les communautés bactériennes en augmentant les phénotypes de « multidrug resistance » (MDR) au travers de mécanismes de co-sélection de résistance [1]. Certaines espèces végétales sont capables de se développer sur des sols fortement pollués par les métaux. C'est le cas du complexe d'espèces invasives *Fallopia* (renouée du Japon) capable d'accumuler les métaux facilitant sa colonisation de sites contaminés en milieu urbain [2]. Par ailleurs les plantes sont connues pour être des déterminants majeurs de la structuration des communautés microbiennes et de leurs activités au travers de l'exsudation racinaire [3]. Il a ainsi été démontré que *Fallopia* exerce des effets significatifs sur les communautés bactériennes des sols au travers de sa production de métabolites secondaires [4]. Dans ce contexte nous nous intéressons à l'impact d'une contamination métallique sur le métabolisme secondaire de *Fallopia* et l'effet combiné de cette contamination et de la colonisation de la plante sur les phénotypes MDR. Pour cela nous avons mené des expérimentations en mésocosmes où des fragments de rhizome de *Fallopia* spp. ont été mis à croître en présence de différentes concentrations en cocktails métalliques (Pb, Zn, Cd, Cr). Nos résultats montrent que (i) les métaux aux plus fortes concentrations retardent la croissance de la plante mais n'affectent pas sa hauteur ni le poids sec des parties aériennes après 3 mois; seul le poids sec des parties souterraines (racines et rhizomes) a été affecté; (ii) chaque génotype de plante peut être discriminé sur le plan factoriel de l'ACP à chaque temps (1 mois et 3 mois), mais l'effet des métaux n'est détectable pour les parties souterraines qu'à 1 mois; (iii) les profils de résistance aux antibiotiques des bactéries sont affectés par la plante ou par les métaux mais l'effet combiné des 2 ne s'explique pas par un effet additif mais plutôt par une interaction des effets qui indirectement confirme l'importance des modifications du métabolisme végétal en réponse aux métaux.

Mots clés : pollution métallique, plante invasive, phénotypes multi-résistants, communautés bactériennes

Intervenant : Serge Michalet ; serge.michalet@univ-lyon1.fr

Références : [1] J Berg et al. Environmental Science & Technology 44 (2010) 8724-8728. [2] J Soltysiak et al. Acta Botanica Silesiaca 7 (2011) 209-218. [3] S Michalet et al. Plant Physiology & Biochemistry 72 (2013) 169-177. [4] C Bardon et al. New Phytologist 204 (2014) 620-630.

Influence des facteurs environnementaux sur les communautés bactériennes responsables de l'élimination du fer et de l'arsenic dans les Drainages Miniers Acides

Tardy Vincent, Casiot Corinne, Fernandez-Rojo Lidia, Resongles Eléonore,
Desoeuvre Angélique, Héry Marina

*Laboratoire Hydrosociences Montpellier, HSM, UMR 5569 IRD, CNRS Université Montpellier,
CC57, 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France.*

Les Drainages Miniers Acides (DMA), causés par l'exploitation minière, entraînent une pollution importante des milieux aquatiques et se caractérisent par la formation d'eaux acides très riches en éléments toxiques. Le Reigous (Gard, France) est un bon exemple de cours d'eau impacté par les DMA, dont les teneurs en fer et arsenic sont des plus élevées au monde. Plusieurs études ont montré que l'activité bactérienne au sein du Reigous entraîne rapidement une diminution importante des concentrations en fer et arsenic dans l'eau. La compréhension de ce phénomène d'atténuation naturelle représente donc un enjeu important pour le développement de procédés de traitement des DMA. Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est d'améliorer nos connaissances sur l'influence de paramètres biologiques et environnementaux sur la diversité et l'activité des populations bactériennes responsables de l'élimination de l'arsenic et du fer.

Pour cela, des expérimentations en laboratoire ont été mises en œuvre dans le but de reproduire ce phénomène d'atténuation naturelle observé sur le terrain. Plusieurs paramètres environnementaux ont été testés tels que la température, le temps de résidence, l'oxygénation ou encore l'apport de matière organique. Nos résultats montrent que les paramètres testés influencent significativement les activités bactériennes d'oxydation du fer et de l'arsenic et par conséquent l'efficacité d'élimination de la pollution dans l'eau. L'augmentation de la température a eu pour effet d'accélérer l'oxydation de l'arsenic (III) et du fer (II) présent dans l'eau alors que l'apport de matière organique a inhibé l'oxydation du fer et entraîné la formation de sédiments riche en arsenic (V). L'analyse de la diversité bactérienne, *via* le séquençage massif des gènes ADNr 16S, nous a permis d'identifier des populations bactériennes spécifiques en fonction des différents paramètres testés. L'analyse de ces résultats met en évidence un lien fort entre la composition bactérienne et l'efficacité d'élimination du fer et de l'arsenic dans l'eau.

En conclusion, les résultats de cette étude ouvrent de nouvelles perspectives de recherche pour le développement d'un traitement biologique des DMA riches en arsenic et en fer, prenant en compte l'influence de paramètres clés (température, nutriments) sur la composition et l'activité des communautés bactériennes.

Mots clés : Drainage Minier Acide ; Elimination du fer et de l'arsenic ; Activités bactériennes ; Diversité bactérienne

Intervenant : Tardy Vincent ; vincent.tardy@univ-montp2.fr; Post-Doctorant

Effets du diuron et de l'irgarol chez deux souches de *Tetraselmis suecica* : la résistance au diuron s'accompagne-t-elle d'une résistance à l'irgarol ?

Valentin Dupraz¹, Nathalie Coquillé^{1,2,3,4}, Dominique Ménard¹, Rossana Sussarellu¹, Larissa Haugarreau¹, Sabine Stachowski-Haberkorn¹

1. Ifremer, Laboratoire d'Écotoxicologie, rue de l'île d'Yeu, BP 21105, F-44311 Nantes cedex 03, France
2. Irstea, UR EABX, Centre de Bordeaux, 50 avenue de Verdun, F-33612 Cestas cedex, France
3. Université de Bordeaux, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, 33405 Talence Cedex, France
4. CNRS, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, 33405 Talence Cedex, France

L'irgarol et le diuron sont deux biocides inhibiteurs de la photosynthèse agissant au niveau du photosystème II. Leur toxicité seule et en mélange, a été évaluée sur deux souches de la micro-algue marine *Tetraselmis suecica* : une souche sauvage « *WT* » et une souche résistante au diuron, « *MT* », obtenue précédemment au laboratoire. Les effets ont été mesurés sur le temps de doublement (T_D), l'efficacité photosynthétique (Φ'_M), ainsi que le contenu relatif en espèces réactives de l'oxygène (ROS) et en lipides. Les deux souches ont été exposées en laboratoire aux concentrations 0.05, 0.1 et 0.5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ d'irgarol (I), 0.5, 1 et 5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de diuron (D), et à quatre mélanges binaires (A : D5+I0.5 ; B : D5+I0.1 ; C : D1+I0.5 ; D : D1+I0.1) durant six jours. Afin d'identifier la cause de la résistance au diuron chez la souche *MT*, la séquence codante du gène *psbA* a été séquencée.

Le séquençage a révélé l'existence d'une mutation unique dans la séquence codante du gène *psbA* de la souche *MT*, connue pour conférer une résistance à certains herbicides ciblant le photosystème II. Comme attendu, l'exposition de *MT* à D5 n'a induit aucun effet significatif ; en revanche, l'exposition de *MT* à I0.5 a engendré une augmentation significative du T_D (+19%), similaire à celle obtenue chez la souche sauvage *WT*. Cela démontre que la mutation ne confère pas de résistance à l'irgarol. Après exposition au mélange A, *MT* a montré une augmentation du T_D supérieure (+66%) à l'effet obtenu avec l'irgarol seul, soulevant la question d'une possible synergie entre les deux molécules. Au niveau des autres paramètres, l'efficacité photosynthétique ainsi que le contenu lipidique relatif ont significativement diminué, alors que la quantité relative de ROS a significativement augmenté après exposition à : D5, I0.5, et aux mélanges A, B et C pour *WT* ; à I0.5 et aux mélanges A et C pour *MT*.

L'exposition d'une souche résistante au diuron à ces deux herbicides soulève des questions quant aux mécanismes d'adaptation chez les micro-algues exposées à une contamination chimique.

Mots clés : Micro-algue ; biocides ; diuron ; irgarol ; mélange ; souche résistante.

Intervenant : Dupraz Valentin ; Valentin.Dupraz@ifremer.fr ; Doctorant

Preliminary evidence of relationship between lipids metabolism of *Fusarium Solani* and benzo[a]pyrene degradation

Delsarte Isabelle, Rafin Catherine, Mrad Fida, Veignie Etienne

*Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant (UCEIV EA 4492),
Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque, 59140, France*

In a search for indigenous soil saprotrophic fungi with potential to degrade high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons (HMW PAHs) for bioremediation purposes, our laboratory isolated a collection of filamentous fungi from historical PAH contaminated soils (UCEIV mycology collection, Dunkerque, France). We focused our attention on *Fusarium solani* a fungus belonging to Ascomycota, Sordariomycetes, Hypocreales. This isolate showed a high degradation potential of benzo[a]pyrene (BaP), used as a HMW PAH model, in *in vitro* studies conducted in Mineral Medium. Moreover, microscopic studies undertaken with specific fluorescence probes underline that lipid bodies constitute the intracellular storage sites of BaP in *F. solani*. However, simple carbohydrate sources (i.e. glucose) have been used to date as cometabolic carbon source in almost all the PAH fungal degradation studies. To understand the relationship between fungal lipid metabolism and PAH degradation, we conducted BaP degradation studies in Mineral Medium in presence of either glucose or natural vegetable oil, used as carbon source with *F. solani*. This study confirmed the relationship between carbon source and BaP degradation rate. Measurement of catalase activity, a specific peroxisome marker enzyme, emphasized a positive correlation between fungal lipids metabolism and BaP degradation rate. This unexplored metabolic pathway linking lipids metabolism and PAH degradation is discussed. The Oriented Metabolism of the Organism (OMO) may turn out to be a wise choice for soil bioremediation processes development and a new concept in microbial ecotoxicology.

Mots clés : Benzo[a]pyrene, Biodegradation, Carbon source, Filamentous fungi

Intervenante : Delsarte Isabelle, Isabelle.Delsarte@univ-littoral.fr ; Doctorante

BioSurfaces : Séquestration des métaux lourds par des couches de surface des procaryotes

KISH Adrienne¹, LOMBARAD Carine¹, ZIRAH Séverine¹, DJEDIAT Chakib¹,
PIETTE Laurie², CHAPON Virginie²

1. *Affiliation 1 MCAM, Sorbonne Universités, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, UMR 7245, Paris, FRANCE*
2. *DSV-IBEB-SBVME-LIPM, CNRS, UMR 6191, CEA, Saint-Paul-lez-Durance FRANCE*

La présence des fortes concentrations de métaux lourds dans les écosystèmes divers est la résultante de processus géologiques ou anthropogéniques (pollutions métalliques des activités industrielles). Ces métaux représentent un risque écologique et de santé publique. Des microorganismes de type procaryote très divers possèdent une couche de surface (couche S) autour de leurs cellules à la surface des cellules à l'interface avec le milieu externe, et interagisse de façon sélective avec les ions inorganiques. Les couches S sont constituées de protéines et glyco-protéines possédant la capacité à s'auto-assembler pour former des structures cristallines bi-dimensionnelles. Cette propriété est préservée en solution, en absence de cellule. Diverses couches S ont été décrites, différant par leur structure et leur composition chimique, mais toutes basées sur une structure répétée de monomères protéiques identiques. Le réseau peut adopter une symétrie ordonnée hexagonale (P3 ou P6), carrée (P4), ou oblique (P2). Ces assemblages peuvent interagir avec des métaux dans le milieu externe par biosorption et/ou biominéralisation. Nous avons étudié les mécanismes qui permettent la biorémediation des métaux lourds par les bactéries de genre *Lysinibacillus* isolées des environnements contaminés par les métaux lourds et/ou radionucléides. Nous avons mesuré la capacité en biosorption des métaux lourds de ces bactéries, et déterminer les mécanismes de biominéralisation associé avec leurs couches S. Le fait que biosorption et biominéralisation des couches S sont possible avec des cellules mortes out même des extraits de couches S acellulaires permet d'envisager leur usage pour la bioremédiation des écosystèmes chargées en métaux, en limitant les risques biologique liées à l'introduction d'organismes exogènes.

Mots clés : écotoxicologie; métaux lourds; couche S ; procaryotes ; bioremédiation ; biominéralisation

Intervenante : KISH Adrienne ; adrienne.kish@mnhn.fr

The phyllosphere as a source and a sink of chloromethane

Ludovic Besaury^{1*}, Nicole Jaeger², Pauline Chaignaud¹, Thierry Nadalig¹, Markus Greule², Frank Keppler², Stéphane Vuilleumier¹ and Françoise Bringel¹

- 1) *Université de Strasbourg, Equipe Adaptations et Interactions Microbiennes dans l'Environnement, UMR 7156 UNISTRA-CNRS Génétique Moléculaire, Génomique, Microbiologie, Strasbourg, France*
- 2) *Universität Heidelberg, Institute of Earth Sciences, Heidelberg, Germany*

Chloromethane (CH₃Cl) is the most abundant chlorinated organic compound in the atmosphere (currently ~550 pptv). It is considered to be responsible for over 15% of halogen-catalysed destruction of stratospheric ozone. CH₃Cl can be produced by abiotic and biotic processes, and most predominantly from natural sources including plants. The phyllosphere, i.e. the aerial part of plants, is a major niche for methylotrophic bacteria, some of which utilise CH₃Cl as a carbon source and may thereby contribute to limit CH₃Cl emissions to the atmosphere ^a. Current estimates of the CH₃Cl budget are uncertain, but suggest that microorganisms play a more important role in the degradation of CH₃Cl than previously thought. Global CH₃Cl budget estimates also point to uncertainties regarding the extent of CH₃Cl emissions to the atmosphere.

The contribution of the phyllosphere as both a source and a sink for CH₃Cl was investigated using multidisciplinary approaches. The amount of CH₃Cl released from fresh leaves (mainly ferns) was estimated using a bioreporter previously developed in our laboratory ^b. Concentrations of 0-500 ng CH₃Cl /g dry plant/h were measured, but no correlation with the plant phylogeny was detected, confirming previous results ^c. Measurements of CH₃Cl concentration and stable carbon isotope fractionation ^e of fresh and autoclaved leaves spiked with CH₃Cl confirmed that phyllosphere bacteria may act as a microbial sink. The occurrence of CH₃Cl-degrading bacteria associated with plant leaves was estimated using qPCR, by comparing the relative abundance of the functional signature gene of the characterized bacterial chloromethane utilisation pathway, *cmuA* ^d, to the *mxoF/xoxF* signature functional gene for methanol utilisation by methylotrophic bacteria, normalized to the abundance of the universal 16S rRNA gene. Relative *cmuA* gene abundance was approx. 10 times lower than that of *mxoF/xoxF*. The presence of CH₃Cl degrading-bacteria was further evidenced by the isolation of new CH₃Cl-degrading strains from several plant leaves, including *cmuA*-containing isolates from the genera *Hyphomicrobium* and *Methylobacterium*^d, and a *Pseudomonas* isolate lacking *cmuA*. Sequencing of 16S rRNA and *cmuA* amplicons will be performed to assess both the total and the specific CH₃Cl-degrading diversity of bacterial phyllosphere communities of selected plants.

Mots clés : chloromethane, phyllosphere, isotopic fractionation, molecular and culture-based approaches

Intervenant : BESAURY Ludovic ; besaury@unistra.fr; Post-Doctorant

Références : [a] Bringel, F. & Couée, I. (2015). *Front. Microbiol.* 6, art. 486 ; [b] Ul Haque, M. F., Nadalig, T., Bringel, F., Schaller, H., & Vuilleumier, S. (2013). *Appl. Environ. Microbiol.* 79, 6561-6567 ; [c] Yokouchi, Y., Saito, T., Ishigaki, C., & Aramoto, M. (2007). *Chemosphere* 69, 549-553; [d] Nadalig, T., Greule, M., Bringel, F., Keppler, F. & Vuilleumier, S. (2014).. *Front. Microbiol.* 5, art. 523 ; [d] Nadalig, T., Greule, M., Bringel, F., Vuilleumier, S., & Keppler, F. (2013). *MicrobiologyOpen* 2, 893-900

Réponse cellulaire d'isolats environnementaux de *Microbacterium* à une exposition à l'uranium

Gallois Nicolas^{1,2,3}, Alpha-Bazin Béatrice⁴, Ortet Philippe^{2,3,5}, Barakat Mohamed^{2,3,5}, Piette Laurie^{1,2,3}, Zirah Séverine⁶, Kish Adrienne⁶, Armengaud Jean⁴, Chapon Virginie^{1,2,3}

1. CEA, DRF/BIAM/SBVME/LIPM, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France.
2. CNRS, UMR 7265, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France.
3. Université d'Aix-Marseille, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France.
4. CEA, DRF/IBITEC-S/SPI/Li2D, BP 17171, F-30200 Bagnols-sur-Cèze, France.
5. CEA, DRF/BIAM/SBVME/LEMIRE, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France.
6. MCAM, UMR 7245 CNRS/Muséum National d'Histoire Naturelle, F-75005 Paris, France.

La contamination des sols, eaux et sédiments par les métaux lourds par voie naturelle ou liée aux activités industrielles est un problème environnemental majeur. Les activités minières et industrielles ont produit des millions de tonnes de matériel contaminé par des radionucléides (RN) comme l'uranium. Nous avons isolé plusieurs souches de *Microbacterium* à partir de minerais d'uranium naturels du Limousin, de sols contaminés aux RN collectés à Tchernobyl et de sédiments riches en métaux (Guyane). Parmi ces isolats, quatre font l'objet de notre étude. Deux sont capables de résister à de fortes concentrations en uranium (>500µM), un troisième présente un phénotype de tolérance intermédiaire et le quatrième un phénotype d'extrême sensibilité. Chez les trois souches les plus tolérantes, la réponse cellulaire à une exposition à l'uranium se décompose en trois phases : biosorption, efflux actif et biominéralisation alors que chez la souche sensible, l'efflux n'est pas observé. Des systèmes d'efflux de métaux lourds sont bien connus chez les bactéries mais un tel système n'a jamais été décrit pour l'uranium. Nous avons entrepris la caractérisation des mécanismes moléculaires impliqués au cours de ces trois phases par une analyse comparative des 4 souches par des approches de génomique et de protéomique. Le séquençage et l'assemblage des quatre isolats ont été réalisés. La technique de protéomique à haut débit utilisée ici nous a permis de détecter plus de 60% des gènes prédits pour chacune des souches. Les analyses effectuées à ce jour nous donne des pistes pour identifier des transporteurs potentiellement impliqués dans la phase d'efflux de l'uranium.

Mots clés : résistance à l'uranium ; *Microbacterium* ; mécanisme d'efflux ; transporteur d'uranium.

Intervenant : Gallois Nicolas ; nicolas.gallois@cea.fr ; Doctorant

Session 3

Boite à outils innovants pour l'écotoxicologie microbienne

Modérateurs:

Fabrice MARTIN-LAURENT et Vincent TARDY

Utilisation de la technique SIP pour étudier le devenir du phénanthrène dans la rhizosphère et caractériser les bactéries impliquées dans sa biodégradation

Cébron Aurélie

*LIEC, UMR 7360 CNRS Université de Lorraine, Faculté des Sciences et technologie,
BP70239, Bd des Aiguillettes, 54506 Vandoeuvre-les-Nancy*

Le processus de biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) est aujourd'hui très bien documenté, mais la plupart des connaissances concernant les voies de biodégradation ont été acquises sur des microorganismes en cultures pures. Ces souches modèles ne reflètent pas forcément la diversité microbienne observée dans les sols pollués, d'autant plus que les gènes codant des enzymes clés des voies de biodégradation (e.g. HAP-dioxygénases) ne sont pas toujours détectés *in situ*. Ainsi, il semble que la biodégradation des HAP puisse être réalisée dans les sols par des taxons bactériens encore peu connus qui possèderaient des voies de dégradation nouvelles. L'utilisation de la technique de Stable Isotope Probing (SIP) offre l'opportunité d'identifier les microorganismes actifs dans la biodégradation d'un HAP, si celui-ci est marqué au ^{13}C . La technique SIP nous a permis : (i) d'étudier le devenir de phénanthrène marqué au ^{13}C dans un sol de friche industrielle historiquement contaminé en HAP, (ii) d'identifier les bactéries impliquées dans ce processus ainsi que leur métagénome, (iii) d'évaluer l'impact de la présence de plante et/ou d'exsudats racinaires sur l'écodynamique de ce processus et la diversité des populations microbiennes actives.

Mots clés : HAP, SIP, ^{13}C -phénanthrène, ADNr 16S, métagénome

Intervenante : Cébron Aurélie ; aurelie.cebron@univ-lorraine.fr

Application de la spectroscopie Raman à l'évaluation de la biodégradabilité de déchets industriels de polyuréthanes à base de polyéthers

Cregut Mickael, Assaf Ali, Durand Marie-José, Thouand Gérard

*Université de Nantes, UMR CNRS 6144 GEPEA/CBAC, IUT La Roche sur Yon, Bat C, 18
Bd Gaston Defferre, 85000 La Roche sur Yon*

L'évaluation de la biodégradation des polymères reste difficile en raison de l'incapacité des méthodes conventionnelles à cerner les variations quantitatives et qualitatives engendrées par l'activité des microorganismes. Parmi ces polymères, les Polyuréthanes à Base de Polyéthers (PBP) sont particulièrement problématiques en raison de leur longue persistance dans l'environnement.

Pour améliorer notre connaissance de la biodégradation des PBP, nous avons utilisé la spectroscopie vibrationnelle Raman pour cerner qualitativement, et de façon non destructive, le caractère biodégradable d'un déchet industriel composé uniquement de PBP.

Pour cela, la biodégradation du PBP a été évaluée en utilisant un inoculum microbien isolé à partir d'un sol industriel, dans lequel des déchets de polyuréthanes ont été accumulés depuis 40 années. Des essais de biodégradation de 28 jours ont été réalisés, à partir de cet inoculum qui a été préalablement adapté aux conditions de culture et en présence de PBP.

Le niveau de biodégradation global du PBP atteint 27,5% (M/M). Cette relative faible biodégradation primaire est accompagnée d'une respiration microbienne représentant 4% de la masse de carbone issue du PBP. Outre la respiration, l'accroissement de la biomasse représente 0,5% du carbone apporté par le PBP. Ces résultats tendent à indiquer que l'essentiel de l'activité des microorganismes a conduit à une biodégradation partielle du polymère.

En plus, de cette perte massique, l'approche qualitative basée sur la spectroscopie Raman met en évidence une profonde altération de la composition chimique du PBP. En effet, ce polymère, composé de parts relativement égales de sous-unités amorphes et cristallines, ne contient plus que des régions cristallines, suite à l'étape de biodégradation.

Ainsi, les essais de biodégradation semblent ainsi avoir provoqué la disparition des régions amorphes du polymère, qui contiennent une teneur élevée en polyol. A l'inverse les régions cristallines qui contiennent de fortes concentrations d'isocyanates sont conservées. D'après ces résultats, la spectroscopie vibrationnelle Raman semble être un outil particulièrement utile pour améliorer notre évaluation de la biodégradation des polymères.

Mots clés : Biodégradation des polymères, spectroscopy Raman, polyuréthane, biodégradation

Intervenant : CREGUT Mickael ; mickael.cregut@univ-nantes.fr

Outils analytiques innovants pour la détection des herbicides β -tricétones

Barthelmebs Lise¹, Rocaboy Emilie¹, Romdhane Sana^{1,2}, Noguer Thierry¹, Blanchard Carole¹.

1. BAE, Université de Perpignan Via Domitia.
2. CRIOBE, Université de Perpignan Via Domitia.

Les herbicides de la famille des β -tricétones sont des molécules de nouvelle génération, développés comme herbicides sélectifs pour la culture du maïs en traitement post-levée et utilisés en remplacement de l'atrazine, interdite en Europe depuis 2003.

Dans le cadre de l'ANR TRICETOX (CESA, 2013-2017), nous avons initié le développement de méthodes innovantes et alternatives aux méthodes chromatographiques afin de détecter et quantifier ces herbicides, principalement représentés par la sulcotrione et la mésotrione. L'objectif étant de disposer d'outils performants, applicables à des évaluations de risque environnemental et à la surveillance des milieux naturels. Ces nouveaux outils analytiques doivent donc être faciles à utiliser, rapides, peu coûteux et se doivent de répondre aux exigences imposées pour la détection des herbicides (valeur critique de $0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Les deux technologies proposées dans le cadre de nos travaux, à savoir un bio-essai colorimétrique à cellules entières, et un biocapteur enzymatique à transduction électrochimique, sont basées sur le mode d'action des herbicides β -tricétones et leur capacité à inhiber l'enzyme *p*-HydroxyPhénylPyruvate Dioxygénase (HPPD), impliquée dans la biosynthèse des caroténoïdes des végétaux.

Le bio-essai, développé en plaques 96 puits, utilise un clone recombinant bactérien (*E. coli*) exprimant l'HPPD d'*Arabidopsis thaliana*, qui possède la capacité de produire un pigment brun à partir de la voie de catabolisme de la tyrosine. L'addition de β -tricétones entraîne une diminution de la pigmentation dans le milieu, détectable à l'œil nu et mesurable au spectrophotomètre. Les LODs obtenues pour la mésotrione, et la sulcotrione sont respectivement de 69 et 38 nM.

En format biocapteur, l'enzyme HPPD purifiée est placée sur la surface d'une électrode de carbone. En présence de son substrat, l'HPPD génère une molécule électrochimiquement active, qui peut être facilement oxydée à l'aide d'un potentiostat pour générer un courant électrique mesurable. L'addition de β -tricétones inhibe l'HPPD, induisant une diminution proportionnelle du courant. Un cycle de mesure est actuellement réalisable en vingt minutes. Ce biocapteur, en cours d'optimisation a permis l'obtention de LODs de 0.136 et 0.011 nM pour la sulcotrione et la mésotrione, respectivement.

Pour ces deux nouvelles méthodes, des échantillons réels ont été analysés et les résultats ont été validés par chromatographie.

Mots clés : Bioessai, Biocapteur, Herbicides β -tricétones, *p*-HydroxyPhénylPyruvate Dioxygénase,

Intervenante : Barthelmebs Lise, barthelm@univ-perp.fr

Biocapteurs microbiens en environnement : de la détection de pollution monoparamétrique à l'approche multiparamétrique

Marie José Durand¹, Sullivan Jouanneau¹, Marine Bittel¹, Ali Assaf¹, Christophe Cordella^{2,3},
Gérald Thouand¹

1. Université de Nantes UMR CNRS 6144 GEPEA, IUT La Roche sur Yon- Bat C, 18 Bd Gaston Defferre, 85000 La Roche sur Yon, France
2. INRA, UMR1145 GENIAL, Laboratoire de Chimie Analytique, 16 rue Claude Bernard F- 75005 Paris
3. AgroParisTech, UMR1145 GENIAL, Laboratoire de Chimie Analytique, 16 rue Claude Bernard F- 75005 Paris

Résumé (350 mots maximum)

L'instrumentation environnementale joue une part importante dans la mesure de pollution et associée aux autres approches de l'écotoxicologie, rendent compte du bon état écologiques de l'environnement. Les biocapteurs microbiens sont certainement les plus adaptés à la mesure de la toxicité et ont été aussi déployés pour la détection de polluants spécifiques. Néanmoins, 40 ans après les premiers travaux dans le domaine, la spécificité d'une mesure pour un polluant est discutable et aucune méthode ne renseigne rapidement sur les cibles d'action moléculaires des polluants sans passer par des déploiements technologiques lourds (méthodes omics), inappropriés à la mesure d'alerte.

Nous présentons une stratégie et un nouveau concept de mesure. La stratégie de mesure monoparamétrique multicellulaire consiste à associer plusieurs microorganismes, la réponse de chacun d'eux, associée aux autres augmente significativement la spécificité.

Par exemple, la détection de métaux lourds se fait au moyen de bactéries bioluminescentes modifiées après construction plasmidique de vecteurs associant des promoteurs connus pour leur spécificité aux métaux couplés à un gène rapporteur (*Allivibrio fischeri*). Chacune des bactéries n'est pas spécifique. Par contre, le croisement des réponses associées à un traitement statistique permet une spécificité jusqu'à 100% selon les métaux détectés. Ce concept a été appliqué cette fois ci à la mesure de la biodégradation d'effluent pour l'estimation de la demande biologique en oxygène. Une seule espèce n'a pas les capacités métaboliques pour biodégrader tous les constituants d'un effluent urbain. Nous avons utilisé un ensemble de 10 bactéries, dont les réponses isolées sont agrégées par réseau de neurones pour construire une représentation plus réaliste de la capacité de biodégradation.

Ces développements restent cependant des mesures globales sans lien possible avec les cibles d'actions des polluants. Afin de cribler les effets moléculaires, nous avons associé la spectroscopie Raman (méthode multiparamétrique) à la mesure de toxicité et d'effet de polluants métalliques et organiques sur différents modèles microbiens. La spectroscopie Raman est rarement utilisé en biologie mais est prometteuse car elle permet d'ouvrir « le livre moléculaire » d'une cellule sans extraire par méthode lourde ses constituants. Elle s'avère donc une technologie à explorer pour les biocapteurs microbiens du futur.

Mots clés : Biocapteurs, microorganismes, bioluminescence, spectroscopie Raman, traitement de données.

Intervenant : Gérald Thouand, gerald.thouand@univ-nantes.fr

MOSAIC: a web-interface with modelling and statistical tools for ecotoxicology

Sandrine CHARLES¹, Marie Laure DELIGNETTE-MULLER^{1,2},
Guillaume KON KAM KING¹, Philippe RUIZ¹ and Philippe VEBER¹

1. *Université de Lyon; Université Lyon 1; CNRS; UMR 5558; 43 boulevard du 11 novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex, France*
2. *Université de Lyon; VetAgro Sup Campus Vétérinaire de Lyon, F-69280 Marcy l'Etoile, France*

In ecotoxicology, bioassays are classically conducted according to standard protocols to measure acute or chronic effects of potentially toxic substances on reproduction, growth and/or survival of living animals. MOSAIC, standing for “*MOdeling and StAtistical tools for ecotoxicology*”, is a new user-friendly web interface dedicated to the mathematical and statistical modelling of such bioassay data. Its simple use makes MOSAIC a turnkey decision-making tool for ecotoxicologists and regulators. Without wasting time on extensive mathematical and statistical technicalities, users are given advanced and innovative methods for a valuable quantitative environmental risk assessment. MOSAIC is available at <http://pbil.univ-lyon1.fr/software/mosaic/>.

Today, MOSAIC offers three operational modules : (i) MOSAIC_SSD, a tool dedicated to the species sensitivity distribution (SSD) approach aiming at defining safe levels for toxic compounds in an ecosystem through the calculation of the so-called hazardous concentration for $p\%$ of the species (HC_p), even when the toxicity values are censored [1, 2]; (ii) MOSAIC_repro, which provides users with a statistical analysis of bioassay reproduction data simultaneously accounting for mortality all along the bioassay; (iii) MOSAIC_surv, which provides users with a statistical analysis of bioassay survival data. For modules (ii) and (iii), concentration-effect/response models are fitted within a Bayesian framework.

This presentation will show the use of MOSAIC, with a succession of screenshots illustrating how to analyse data in two simple and user-friendly steps. Details will be given on the different graphics provided by MOSAIC, but also on the way results maybe saved as they are or personalized within the R software.

Mots clés : dose-response, effective concentration, lethal concentration, reproduction, survival, species sensitivity distribution.

Intervenante : CHARLES Sandrine; Adresse mail : sandrine.charles@univ-lyon1.fr

Session 4

**Impacts écotoxicologiques des contaminants
sur les communautés microbiennes
dans un contexte multistress**

Modérateurs:

Stéphane PESCE et Nathalie COQUILLÉ

Interaction entre facteurs environnementaux (lumière, sécheresse, broutage) et pollution (herbicides, triclosan) chez les biofilms de rivière

Bonnineau Chloé¹, López-Doval Júlio², Morin Soizic³, Muñoz Isabel⁴, Proia Lorenzo⁵, Ricart Marta^{6,7}, Romaní Anna M.⁶, Sabater Sergi^{6,7}, Urrea Gemma⁶, Guasch Helena⁶

1. Irstea, UR MALY, centre de Lyon-Villeurbanne, Villeurbanne, France

2. Laboratorio de Limnologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

3. IRSTEA, UR EABX, Cestas, France

4. Department of Ecology, University of Barcelona, Barcelona,

5. Ecology of Aquatic Systems (ESA), Université Libre de Bruxelles (ULB), Bruxelles, Belgium

6. Institute of Aquatic Ecology, University of Girona, Girona, Spain

7. Catalan Institute for Water Research (ICRA), Girona, Spain

Les biofilms de rivières sont des communautés complexes jouant un rôle important dans le fonctionnement des rivières. Les conditions environnementales modulent la structure de ces communautés capables de s'adapter à une grande variété d'environnements. Néanmoins, la contamination par de nombreux polluants des cours d'eau représente un facteur de stress supplémentaire questionnant la capacité de ces biofilms à maintenir des fonctions essentielles pour l'écosystème dans des situations de stress multiples. D'une part, l'adaptation à certains facteurs environnementaux peut potentiellement conditionner la résistance des biofilms à certains polluants. D'autre part, l'exposition à des contaminants peut aussi moduler la capacité de ces communautés à répondre aux variations des conditions environnementales.

Afin d'explorer ces deux hypothèses, plusieurs études en microcosmes ont été menées pour étudier plus spécifiquement l'impact de l'intensité lumineuse pendant la croissance sur la réponse des biofilms aux herbicides et l'impact du bactéricide triclosan sur la capacité de ces communautés à récupérer après un épisode de sécheresse ou à résister au broutage. Les capacités d'adaptation et de résilience du biofilm aux variations environnementales (luminosité, sécheresse) ont été confirmées par ces études. De plus, une interaction à double sens a été mise en avant entre certains facteurs environnementaux et la présence de ces polluants. D'une part, l'intensité lumineuse pendant la croissance du biofilm a conditionné sa réponse à certains herbicides, en particulier les biofilms ayant reçu une intensité lumineuse faible se sont révélés plus sensibles au glyphosate. D'autre part, la présence de triclosan a diminué la capacité des biofilms à faire face aux perturbations naturelles (sécheresse / présence de brouteurs).

En accord avec un nombre croissant d'études sur l'interaction entre contaminants et facteurs environnementaux, ces exemples illustrent la complexité des situations de stress multiples dans l'environnement et mettent en avant la nécessité de prendre en compte les conditions environnementales locales (et leur possible évolution) dans l'évaluation des risques posés par un contaminant.

Mots clés : stress multiple ; periphyton ; glyphosate ; triclosan ; sécheresse ; intensité lumineuse

Intervenante : Bonnineau Chloé ; chloe.bonnineau@irstea.fr

Changements structurels des communautés microbiennes liés aux forçages anthropiques multiples au sein des écosystèmes aquatiques méditerranéens.

Brice REOYO-PRATS^{1,2}, Dominique AUBERT^{1,2}, Christophe MENNITI^{1,2}, Jennifer SOLA^{1,2}, Bruno CHARRIERE^{2,1}, Nicole DELSAUT^{2,1}, Benoit ROIG⁴, Olivier VERNEAU^{1,2,3}, Carmen PALACIOS^{1,2}

1. Univ. Perpignan Via Domitia, CEFREM, UMR5110, F-66860, Perpignan, France
2. CNRS, CEFREM, UMR5110, F-66860, Perpignan, France
3. Univ. for Environmental Sciences and Management, North-West University, ZA-2520, Potchefstroom, South Africa
4. Univ. Nîmes, EA7352 CHROME, Nîmes, France

L'état de santé des écosystèmes fluviaux et côtiers constitue un sujet de préoccupation majeur au centre des directives européennes sur le maintien de la qualité des eaux. En région méditerranéenne, les fleuves sont soumis à des régimes hydrologiques marqués par une alternance de périodes d'étiage prolongées et d'épisodes pluvieux de forte intensité. De par la remobilisation des matières en suspension (MES) dans les fleuves au cours des crues, ces événements extrêmes accentuent les phénomènes de forçages anthropiques. Notre étude vise à évaluer l'impact de ces phénomènes de contamination multiple sur la diversité structurelle des communautés microbiennes (bactéries et archées) fixées aux MES, vecteurs de pollutions. Elle est réalisée sur le fleuve principal des Pyrénées Orientales, la Têt. Les paramètres qui ont été considérés pour évaluer les changements dans la qualité des eaux au cours des régimes contrastés, étiages et crues, correspondent aux mesures de pH, conductivité, température, mais aussi aux analyses du contenu en carbone, azote, sels nutritifs, pesticides, métaux lourds, résidus médicamenteux, hydrocarbures aromatiques polycycliques et polychlorobiphényles. La diversité structurelle des communautés microbiennes a été appréhendée par la méthode de séquençage haut-débit nouvelle génération (NGS) MiSeq (Illumina) avec l'utilisation, pour les deux clades (bactéries et archées), d'amorces spécifiques et communes. Des changements dans la diversité structurelle des communautés microbiennes des MES sont observés, ils varient non seulement en fonction des régimes hydrologiques rencontrés et contaminations mesurées, mais aussi selon un gradient spatial, du continent vers la mer. Lors des épisodes de pluies intenses, des phénomènes de multi-pollution importants sont clairement identifiés et viennent impacter de façon variable les indices de diversité. Ces résultats, mis en relation avec la récurrence des phénomènes pluvieux extrêmes en Méditerranée, suggèrent un impact des forçages anthropiques sur les écosystèmes aquatiques beaucoup plus important que ce que laissent entrevoir les scénarios sur l'évolution de la biodiversité. Les changements climatiques à venir risquent même d'intensifier les épisodes d'étiages et de crues, et par là même d'augmenter ces stress environnementaux chroniques.

Mots clés : Écotoxicologie microbienne ; multi-pollution ; écosystèmes aquatiques ; fleuves méditerranéens ; communautés microbiennes ; diversité structurelle.

Intervenant : REOYO-PRATS Brice ; brice.reoyo@univ-perp.fr ; Doctorant.

La toxicité des herbicides vis-à-vis de microalgues est-elle influencée par la matière organique dissoute (MOD) naturelle ?

Coquillé Nathalie^{1,2,3,4}, Stachowski-Haberkorn Sabine¹, Morin Soizic², Parlanti Édith^{3,4}, Ménard Dominique¹, Rouxel Julien¹, Haugarreau Larissa¹, Dupraz Valentin¹, Eon Mélissa², Vedrenne Jacky², Boutry Sébastien², Rosebery Juliette², Ezzedine Jade², Grégoire Jean-Claude², Budzinski Hélène^{3,4}, Tapie Nathalie^{3,4}, Pardon Patrick^{3,4}, Chevance-Demars Lucas^{3,4}

1. IFREMER, Laboratoire d'écotoxicologie, rue de l'île d'Yeu, BP 21105, 44311 Nantes cedex 03, France
2. IRSTEA, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex, France
3. Université de Bordeaux, UMR 5805, EPOC, LPTC, 33405 Talence Cedex, France
4. CNRS, UMR 5805, EPOC, LPTC, 33405 Talence Cedex, France

Les microalgues, en tant que producteurs primaires, sont à la base des réseaux trophiques aquatiques : elles peuvent donc être directement impactées par les herbicides. Dans l'environnement aquatique, la matière organique dissoute (MOD) peut également affecter les microalgues. La présente étude avait pour but d'étudier l'impact de la MOD naturelle (provenant du Bassin d'Arcachon) sur la toxicité de trois herbicides (irgarol (I), diuron (D) et S-métolachlore (S)), seuls et en mélange, pour deux microalgues marines: *Chaetoceros calcitrans* (Cc) et *Tetraselmis suecica* (Ts), en cultures monospécifiques en laboratoire. Après une exposition de six jours à chaque herbicide (I0,05 et I0,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$; D0,05 et D0,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$; S0,5 et S5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) et à deux mélanges (M1: I0,05+D0,05+S0,5 et M2: I0,5+D0,5+S5), en présence ou non de MOD, les effets ont été évalués sur la croissance, l'efficacité photosynthétique, la quantité relative d'espèces réactives de l'oxygène et le contenu lipidique relatif.

En l'absence de MOD, les conditions I0,5 et M2 ont significativement affecté les deux espèces : inhibition de la croissance et de l'efficacité photosynthétique et diminution du contenu lipidique relatif. Les impacts de M2 sur Cc ont été similaires aux effets induits par I0,5 ; en revanche pour Ts, la toxicité de M2 a été supérieure, suggérant une probable synergie entre les molécules. En présence de MOD, des effets significatifs de I0,5 et M2 ont également été observés sur les deux espèces : alors que les effets ont été amoindris en présence de MOD chez Cc, ils ont été amplifiés chez Ts. La présence de MOD naturelle a donc influencé la toxicité des herbicides de façon opposée chez les deux espèces. Ces résultats peuvent être expliqués partiellement par la complexation entre la MOD et les herbicides. En effet, des études ont montré que la MOD pouvait moduler la biodisponibilité des pesticides et des métaux selon l'aptitude des microalgues à l'hétérotrophie (mécanisme favorisant la pénétration des molécules dans les cellules). Les variations de toxicité observées dans cette étude pourront être interprétées plus précisément avec les résultats des analyses chimiques en cours d'acquisition (MOD, herbicides et carbone organique dissous).

Mots clés : Micro-algues; Herbicides; Matière organique dissoute; Interactions; Ecotoxicité

Intervenante : Coquillé Nathalie ; nathalie.coquille@irstea.fr; Doctorante

Effets combinés des assèchements et d'un fongicide sur la décomposition de litière en milieu aquatique

Foulquier Arnaud^{1,2}, Zoghliami Olfa², Bender Coline², Artigas Joan^{3,4}, Margoum Christelle²,
Chaumot Arnaud², Pesce Stéphane²

1. *Laboratoire d'Écologie Alpine, UMR 5553 CNRS, Université Grenoble Alpes, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, France*
2. *Irstea, UR MALY, Centre de Lyon-Villeurbanne, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne Cedex, France*
3. *Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, Clermont Université, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France*
4. *CNRS, UMR 6023, LMGE, Aubière, France*

La multiplication des facteurs de stress, d'origine naturelle ou anthropique, induit des pertes de biodiversité et une perturbation du fonctionnement des écosystèmes aquatiques dont la portée est susceptible d'affecter la quantité et la qualité des ressources en eau. Ces travaux s'appuient sur une expérience de 40 jours réalisée en microcosmes lotiques au laboratoire afin d'évaluer les effets isolés et combinés des assèchements et d'un fongicide (tébuconazole - TBZ), sur la décomposition de litière, un processus biogéochimique essentiel au fonctionnement des écosystèmes d'eau douce. Des litières de feuilles et les communautés microbiennes associées ont été exposées à des conditions de sécheresse (4 périodes d'assèchement de 5 jours alternées avec des périodes d'immersion de 4 jours) et / ou une exposition chronique au TBZ (concentration nominale de 20 µg.L⁻¹). Les effets directs des assèchements et du fongicide sur le compartiment microbien ont été évalués à travers des descripteurs de structure (biomasse et diversité) et d'activité (potentiel enzymatique extracellulaire) des communautés fongiques et bactériennes colonisant les litières. Les effets indirects sur les niveaux trophiques supérieurs ont été abordés à travers une mesure des taux d'alimentation de *Gammarus fossarum* (invertébré déchetiqueur) sur des feuilles préalablement exposées à la sécheresse et / ou la contamination au TBZ. Dans les conditions expérimentales de l'étude, les résultats indiquent un effet beaucoup plus marqué des assèchements que de la contamination au fongicide. Les assèchements répétés entraînent ainsi une modification de la structure et des activités de la communauté microbienne se traduisant par une inhibition du processus de décomposition et une diminution de l'appétence des gammares pour les litières. Malgré une absence d'effet significatif du TBZ lorsqu'il est appliqué de manière isolée, les effets des assèchements sur les fonctions microbiennes (i.e. diminution de la décomposition et des activités enzymatiques) et les taux d'alimentation des gammares sont plus prononcés lorsque stress hydrique et toxique sont appliqués de manière simultanée. En vue d'améliorer la pertinence de l'évaluation des risques écologiques, ces résultats soulignent l'importance d'une meilleure prise en compte des réponses structurelles et fonctionnelles des communautés ainsi que des interactions entre niveaux trophiques.

Mots clés : multi-stress, réseau trophique détritique, liens biodiversité-fonctionnement

Intervenant : Foulquier Arnaud ; arnaud.foulquier@ujf-grenoble.fr

L'impact d'effluents de STEP sur la structure de communautés microbiennes de biofilms dépend de l'origine des effluents et de leur charge résiduelle en médicaments.

Chonova T.^{1,2}, Chardon C.^{1,2}, Keck F.^{1,2}, Labanowski J.³, Laurent E.³, Mondamert L.³, Montuelle B.^{1,2}, Rimet F.^{1,2}, Vasselon V.^{1,2}, Bouchez A.^{1,2}

1. *INRA, UMR CARTELE, Thonon, France*
2. *USMB, UMR CARTELE, Le Bourget du Lac, France*
3. *Université de Poitiers, ENSIP, UMR CNRS 7285, Poitiers, France*

Les eaux usées hospitalières contiennent généralement plus de médicaments que les eaux usées urbaines. Les effluents de STEP sont donc susceptibles de contenir des résidus médicamenteux qui peuvent nuire aux milieux aquatiques récepteurs. Les communautés biofilms sont des "capteurs" intéressants pour évaluer les impacts environnementaux des produits pharmaceutiques en raison des changements structurels rapides et variés de leurs communautés microbiennes en réponse aux variations environnementales. Cette étude a été réalisée sur le site atelier SIPIBEL où des eaux usées hospitalières et urbaines sont traitées séparément sur un même site, et leurs effluents traités sont rejetés dans la rivière Arve. Nous avons évalué la structure et la diversité des communautés microbiennes de biofilm i) exposées à des effluents de STEP d'origine urbaine ou hospitalière en sortie des bassins de traitement et ii) dans le milieu récepteur (rivière Arve) en amont et en aval du rejet de STEP, grâce à 6 colonisations mensuelles successives sur ces 4 sites. La diversité des communautés a été étudiée en profondeur par séquençage à haut-débit (PGM Ion-Torrent). L'exposition des communautés aux médicaments a été mesurée de façon intégrée pour chacune des 6 périodes de colonisation grâce à des capteurs passifs.

Les résultats indiquent que les effluents des STEP d'origine urbaine et hospitalière affectent différemment les communautés de biofilm. Les concentrations plus élevées en résidus de médicaments dans l'effluent hospitalier traité provoquent une diminution de la biomasse et de la richesse bactérienne et de fortes différences dans la composition de la communauté bactérienne. Dans le milieu récepteur, les communautés apparaissent différentes entre l'amont et l'aval du rejet de STEP, mais dans une moindre mesure. Ces différences indiquent cependant l'effet structurant du rejet sur les communautés du milieu récepteur en lien avec une charge en résidus médicamenteux plus élevée à l'aval. Les différences d'exposition aux médicaments, modulées par les facteurs environnementaux saisonniers, expliquent de façon majoritaire la structuration des communautés microbiennes.

Mots clés : médicaments ; biofilm ; effluent STEP ; rivière

Intervenante : CHONOVA Teofana ; teofana.chonova@gmail.com

Mécanismes moléculaires de l'adaptation de la microalgue marine *Tetraselmis suecica* au diuron : conséquences sur sa sensibilité à un mélange complexe de pesticides.

Rossana Sussarellu¹, Valentin Dupraz¹, Nathalie Coquillé^{1,2,3,4}, Farida Akcha¹, Hélène Budzinski, Sabine Stachowski-Haberkorn¹

1. Ifremer, Laboratoire d'Écotoxicologie, rue de l'île d'Yeu, BP 21105, F-44311 Nantes cedex 03, France
2. Irstea, UR EABX, Centre de Bordeaux, 50 avenue de Verdun, F-33612 Cestas cedex, France
3. Université de Bordeaux, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, 33405 Talence Cedex, France
4. CNRS, UMR 5805, EPOC, Laboratoire de Physico Toxico Chimie de l'environnement, 351 Cours de la Libération, CS 10004, 33405 Talence Cedex, France

Les milieux aquatiques sont le réceptacle des rejets de contaminants liés aux activités anthropiques, comme les pesticides. Parmi les organismes aquatiques qui peuvent être affectés par les pesticides, le phytoplancton peut représenter une cible pour certains d'entre eux, en particulier les herbicides et/ou antifouling inhibiteurs de la photosynthèse, comme le diuron. Le phytoplancton joue un rôle majeur en tant que producteur primaire. Sa position à la base des réseaux trophiques lui permet de soutenir le développement des niveaux trophiques supérieurs.

Malgré la toxicité élevée du diuron à faibles doses, certaines espèces peuvent développer une résistance à cette molécule. Récemment, une souche de *Tetraselmis suecica* résistante au diuron a été obtenue au Laboratoire d'Ecotoxicologie suite à une exposition chronique à l'herbicide et la mutation responsable de cette résistance a été identifiée. Nous voudrions maintenant exploiter l'atout majeur représenté par l'obtention de cette souche résistante dans le but de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation des microalgues au stress chimique. Nos questions sont les suivantes : i) est-ce que la mutation permet d'expliquer à elle seule la résistance observée ou existe-t-il d'autres mécanismes fonctionnels ou épigénétiques impliqués ? ii) la souche résistante au diuron présente-t-elle une sensibilité différente à d'autres pesticides par rapport à la souche sauvage ? Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, nous nous proposons donc : a) de caractériser, en l'absence de diuron, les différences entre les deux souches au niveau moléculaire (niveau d'intégrité et de méthylation globale du génome, analyse du transcriptome) et physiologique (croissance, activité photosynthétique, et métabolisme oxydatif) ; b) d'exposer de façon chronique (environ 40 générations) les souches sauvage et résistante à un mélange complexe de pesticides (extraits d'échantillonneurs passifs déployés *in situ*) afin de comparer leur sensibilité respective au niveau moléculaire et physiologique.

Mots clés : Micro-algue ; adaptation, pesticides, POCIS, transcriptomique, épigénétique.

Intervenante : Rossana Sussarellu , rossana.sussarellu@ifremer.fr

POSTERS

Diversité et abondance de genes bactériens de transporteurs de métaux dans des sols contaminés.
BILLARD Patrick, BAUDA P., JOULIAN C., LEYVAL C.

Impact écotoxicologique d'un antibiotique sur les processus microbiens du cycle de l'azote, dans des sols amendés par des produits résiduels organiques.
CROUZET Olivier, GOULAS A., RICHAUME A., MARRAUD C., GERVAIX J., HAUDIN C., BENOIT P., NAZARET S.

Diversité et distribution de gènes liés à l'arsenic le long d'un gradient de pollution, dans une rivière affectée par un drainage minier acide
DESOEUVRE ANGELIQUE, CASIOT C., HERY M.

Influence d'une hausse de temperature sur la réponse de biofilms phototrophes de rivière à une exposition chronique au cuivre
LAMBERT A.S., DABRIN A., MORIN S., FOULQUIER A., GAHOU J., PESCE Stéphane

Impact des exsudats racinaires de Miscanthus x giganteus sur la microflore du sol et la dégradation du benzo(a)anthracène
MAZZIOTTI M., FALLA J., LAVAL-GILLY P., BONNEFOY A., HENRY Sonia

Approaching the Impact of Multiple Stressors on River Biofilms
ROMERO Ferran, ACUÑA V., SABATER S.

Développement de bioindicateurs de la biodégradation et de la toxicité de l'herbicide métolachlore par chimie analytique et isotopique et séquençage haut-débit
VUILLEUMIER Stéphane, BESAURY L., BARAN N., GRUFFAZ C., DONADELLO S., MAALEJ M., MAUCOURT B., IMFELD G.

Diversité et abondance de genes bactériens de transporteurs de métaux dans des sols contaminés

Patrick Billard¹, Pascale Bauda¹, Catherine Joulian², Corinne Leyval¹

1. Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (LIEC), UMR 7360 CNRS - Université de Lorraine, 54506 Vandoeuvre les Nancy Cedex, France
2. BRGM, Environmental BioGeochemistry Unit, Environment, Water and Ecotechnology Department, 3 Avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans Cedex 02, France

Les bactéries disposent de différents transporteurs membranaires assurant la détoxification et l'homéostasie des éléments métalliques. Dans cette étude, trois couples d'amorces dégénérées ont été conçus pour l'amplification spécifique des gènes *czcA* et *cusA* codant des pompe d'efflux de la famille RND (Resistance-Nodulation-Division) et pour la co-amplification de gènes *cadA* et *copA* codant des ATPases de type P1B. Le criblage par PCR de 32 souches résistantes aux métaux isolées de deux sols industriels a révélé des événements de transfert horizontal de gènes pour chaque gène cible. Le plus remarquable étant la présence de séquences *czcA* dans des isolats à Gram-positif, tandis que ce gène est retrouvé essentiellement chez les bactéries à Gram-négatif. L'analyse phylogénétique des séquences récupérées à partir d'ADN de deux sols de friches industrielles a confirmé la spécificité des amorces dégénérées et leur capacité à amplifier une large diversité de gènes de transporteurs de métal. Enfin, un test de PCR en temps réel a été mis en place pour mesurer l'abondance de *czcA* et *cusA* et de corrélérer cette abondance aux teneurs en métaux dans 10 sols contaminés. La corrélation la plus significative a été observée entre *cusA* et les concentrations en Zn total et extractible au CaCl₂, suggérant que ce gène pourrait contribuer à l'adaptation des communautés bactériennes à une pollution chronique par le zinc. Globalement, les gènes de transporteurs de métaux apparaissent comme des biomarqueurs fonctionnels prometteurs pour suivre les modifications des communautés bactériennes en réponse au stress métallique.

Mots clés : transporteurs de métaux ; RND ; ATPase P1B ; résistance ; transfert horizontal de gènes ; qPCR en temps réel.

Intervenant : Billard Patrick ; patrick.billard@univ-lorraine.fr

Impact écotoxicologique d'un antibiotique sur les processus microbiens du cycle de l'azote, dans des sols amendés par des produits résiduels organiques.

CROUZET Olivier¹, GOULAS Anaïs², RICHAUME Agnès³, MARRAULD Christelle¹, GERVAIX Jonathan³, HAUDIN Claire-Sophie², BENOIT Pierre², NAZARET Sylvie³

1. UMR1402 ECOSYS INRA, AgroParisTech, 78026 Versailles
2. UMR1402 ECOSYS INRA, AgroParisTech, 78580 Thiverval Grignon
3. USC CNRS-INRA, UMR 5557 Ecologie Microbienne, 69622 Villeurbanne

The environmental concern regarding the antibiotics has increased considerably, due to their intensive uses in human and veterinary medicines and the growing interest in organic wastes recycling as soil amendments. While the occurrence and persistence of antibiotics and antimicrobial resistance in environment have become major human health issues, their ecotoxicological impacts on microbial ecosystem processes (organic matter degradation and nutrient recycling) are not well understood. The exposure (fate and bioavailability of antibiotics) and ecological characteristics of microbial communities (resistance and resilience) influence the impacts. Organic matter is a key environmental factor influencing the dissipation and the bioavailability of antibiotics, in soils. Also, organic matter and nutrient inputs influence microbial communities in amended soil. Our objectives were to investigate the effects of the sulfamethoxazole (SMX) on microbial nitrogen transformations. A dose-effect approach was performed with different doses of SMX added to different organic wastes (compost of sewage sludge - green waste (SGW), farmyard manure (FYM)), before their mixing on soil microcosms. The final concentrations of SMX in amended soils ranged from 0.022 to 2.22 mg kg⁻¹_{dw}, with control soil microcosms amended with SGW or FYM without SMX. Nitrogen forms, potential nitrification and denitrification activities were determined in soils, after 8, 28 and 84 days following amendments. The total and available concentrations of SMX were extracted with organic and aqueous solutions, respectively, and then quantified by UPLC-MS/MS.

Only the nitrification activity was adversely impaired by SMX, following a dose-response pattern, in SGW amended soils, but not in FYM amended soils. These effects were related to the soil nitrate contents in soil-SGW, as functional output. The chemical assessment of SMX availability did not show strong differences between the SGW or FYM amended soils, in opposite to nitrification response. Actually, the acute toxicity of SMX, following a bacteriostatic action, can be only detected on growing microbial populations, such as nitrifiers, in SGW amended soils with high NH₄⁺ levels. Denitrification activity was not consistently affected by SMX, despite high nutrient levels (nitrate and organic carbon). Nitrification appeared as a sensitive indicator of SMX effects on soil microbial functioning, while denitrification seemed to be more resistant. Different level of taxonomic diversity can explain these differences. In addition, the magnitude of effects of low doses of SMX (< 0.5 mg kg⁻¹_{dw}) slightly decrease after 84 days of exposure, compared to days 8 and 28, in accordance with the decrease of SMX availability, measured in SGW amended soils. This highlighted resilience capabilities of soil nitrification, following short-term impairments, which could be promoted by dissipation of SMX, leading to a decrease of its bioavailability. Analytical chemistry plays an important role in understanding ecotoxicity through the assessment of exposure scenario.

Mots-clés : nitrification, antibiotiques, dose-response, bioavailability, microbial ecotoxicology.

Intervenant : Crouzet Olivier, ocrouzet@versailles.inra.fr

Diversité et distribution de gènes liés à l'arsenic le long d'un gradient de pollution, dans une rivière affectée par un drainage minier acide

Desoeuvre Angélique, Casiot Corinne, Héry Marina

Laboratoire HydroSciences Montpellier, HSM, UMR 5569 (IRD, CNRS, Université Montpellier),
CC 57, 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier, France

Certains micro-organismes ont la capacité d'interagir avec l'arsenic à travers des mécanismes métaboliques ou de résistance. Leur activité contribue au devenir de l'arsenic dans les écosystèmes contaminés. Dans cette étude, nous avons étudié le potentiel génétique impliqué dans les interactions bactéries-arsenic, dans la zone de confluence entre une eau non-contaminée de rivière et une eau de drainage minier acide riche en arsenic.

Pour cela, nous avons exploré la diversité des marqueurs de gènes pour la résistance (*arsB*, *acr3.1*, *acr3.2*), la méthylation (*arsM*) et la respiration (*arrA*) de l'arsenic dans des eaux caractérisées par un pH et des concentrations d'éléments métalliques contrastés. Alors que les bactéries portant le gène *arsB* sont représentatives d'une eau non-contaminée, la protéine Acr3 peut conférer aux bactéries généralistes la capacité de survivre à une augmentation de la concentration en arsenic. De façon surprenante, *arsM* montre une large distribution suggérant que la biométhylation peut impacter le devenir de l'arsenic dans les écosystèmes aquatiques. L'étude du gène *arrA* montre que seuls les micro-organismes spécialistes (adaptés aux environnements modérément ou extrêmement contaminés) ont la capacité de respirer l'arsenate.

Voici la première étude de l'impact d'un drainage minier acide sur la diversité et la distribution des gènes liés à l'arsenic dans une eau de rivière. Le devenir de l'arsenic dans ces écosystèmes est probablement influencé par l'abondance et l'activité des populations microbiennes spécifiques, impliquées dans les différents processus de sa transformation.

Mots clés : écotoxicologie microbienne, biotransformation de l'arsenic, diversité des gènes fonctionnels, drainage minier acide

Intervenante : Désoeuvre Angélique; angelique.desoeuvre@msem.univ-montp2.fr

Influence d'une hausse de température sur la réponse de biofilms phototrophes de rivière à une exposition chronique au cuivre

LAMBERT Anne-Sophie¹, DABRIN Aymeric¹, MORIN Soizic², FOULQUIER Arnaud^{1,3}, GAHOU Josiane¹,
COQUERY Marina¹, PESCE Stéphane¹

1. Irstea, UR MALY, 5 rue de la Doua, CS70077, 69626 Villeurbanne Cedex
2. Irstea, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex
3. Laboratoire d'Écologie Alpine, UMR 5553 CNRS, Université Grenoble Alpes, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9

En zones agricoles, les cours d'eau sont très exposés aux polluants métalliques, notamment au cuivre. Cependant, cette pollution s'inscrit dans un contexte de changement global et les milieux aquatiques sont soumis à des situations de multi-stress qui découlent de la multiplicité des pressions chimiques, climatiques et/ou physiques. Parmi celles-ci, il est important de considérer la hausse des températures liée au changement climatique et à l'augmentation de la fréquence de phénomènes climatiques extrêmes, tels que les canicules.

En milieux lotiques, l'activité microbienne est principalement assurée par les biofilms périphytiques. Si les effets des métaux sur les biofilms microbiens sont assez connus, il existe peu de données concernant l'influence des variations thermiques sur l'impact de ces polluants sur ces communautés. Dans ce contexte, l'objectif de notre étude était d'étudier en microcosmes, l'influence d'une hausse de température sur la réponse de biofilms phototrophes de rivière à une exposition chronique au cuivre (environ 15 µg/L).

Des communautés hivernales, prélevées dans une eau à 8°C, ont été soumises pendant 6 semaines à quatre niveaux thermiques, en présence ou non du toxique. A la température du milieu (8°C), nos résultats confirment l'impact chronique du cuivre, tant au niveau structurel (biomasse, répartition des groupes algaux, composition diatomique) que fonctionnel (potentiel photosynthétique), durant toute la durée du suivi. A températures plus élevées (13, 18 et 23°C), les effets sont transitoires et variables suivant les paramètres mesurés, la température représentant généralement un facteur de forçage le plus important. L'analyse statistique met en évidence une interaction marquée entre ce facteur et le niveau d'exposition au cuivre. Il est donc nécessaire d'appréhender ces interactions afin de mieux comprendre l'impact écotoxicologique des toxiques métalliques dans un contexte de hausse thermique et plus généralement dans des environnements multistress.

Mots-clés : Biofilms, Diatomées, Ecotoxicologie microbienne, Milieu lotique, Multistress, Photosynthèse

Intervenant : Pesce Stéphane, stephane.pesce@irstea.fr

Impact des exsudats racinaires de *Miscanthus x giganteus* sur la microflore du sol et la dégradation du benzo(a)anthracène

Mazziotti Mélanie ^{1,2,3}, Falla Jaïro ^{1,2,3}, Laval-Gilly Philippe ^{1,2,3}, Bonnefoy Antoine ³, Henry Sonia ^{1,2,3}

1. Université de Lorraine, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux, UMR 7360, Yutz, F-57970, France
2. CNRS, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux, UMR 7360, Yutz, F-57970, France
3. Université de Lorraine, IUT Thionville-Yutz, Impasse Alfred Kastler, Yutz, F-57970, France

Les activités industrielles sont à l'origine d'un grand nombre de sites et sols pollués en France. Cette pollution organique et/ou minérale pose un réel problème environnemental et de santé publique. C'est pourquoi, de nombreuses techniques de dépollution des sols ont été développées afin de diminuer le risque de dissémination. Parmi les différentes techniques employées, la rhizoremédiation s'avère être une stratégie intéressante. Elle consiste à utiliser une plante pour augmenter la dégradation des polluants dans la rhizosphère, volume de sol directement soumis à l'action des racines. En effet, la rhizosphère est une zone de forte activité microbienne car les racines secrètent des sucres, des acides aminés, des acides organiques qui servent de source de carbone et d'énergie rapidement assimilables pour les microorganismes. Ainsi, la plante va modifier leur densité et leur diversité et donc stimuler et sélectionner des microorganismes spécifiques, capables de dégrader les polluants. Dans cette étude, le choix de la plante s'est porté sur *Miscanthus x giganteus* (MxG) car elle est capable de s'adapter aux sols contaminés et possède une bonne productivité. Utilisée pour la fabrication de granulés pour chaudières, de litière animale, d'isolant,... cette graminée fait même l'objet d'étude dans le cadre de recherches sur les biocarburants. L'intérêt est d'associer la production de biomasse de MxG à la rhizoremédiation pour réhabiliter les sols pollués.

Notre étude porte sur un sol artificiellement contaminé au benzo(a)anthracène (BaA), un hydrocarbure aromatique polycyclique de haut poids moléculaire, sur lequel MxG a été planté pendant un an. Le but est d'analyser l'impact de la plante au niveau (i) de la dégradation du BaA et (ii) de la microflore tellurique. Pour se faire, des prélèvements de sol planté et non planté sont réalisés au cours du temps afin de doser le BaA et d'analyser la densité et la diversité bactérienne totale par PCR quantitative et TTGE.

Mots clés : *Miscanthus x giganteus*, rhizoremédiation, HAP

Intervenante : HENRY Sonia ; sonia.henry@univ-lorraine.fr

Approaching the Impact of Multiple Stressors on River Biofilms

ROMERO Ferran¹, ACUÑA Vicenç¹, SABATER Sergi^{1,2}

1. *Catalan Institute for Water Research (ICRA), Carrer Emili Grahit 101, 17003 Girona, Spain.*
2. *Institute of Aquatic Ecology, University of Girona, Campus Montilivi, 17071 Girona, Spain.*

Freshwater ecosystems are threatened by multiple natural and man-made stressors (i.e. physical, chemical and biological stressors). Most of the studies performed so far evaluate the impact of stressors as individual entities acting on model species and originate estimates of “tolerable” concentrations such as the lowest observed effect concentration (LOEC) or the predicted no-effect concentration (PNEC). These studies neglect the fact that potential interactions between co-occurring stressors may take place. Thus, these approaches are unlikely to reveal real impacts of co-occurring stressors in freshwater ecosystems such as rivers and streams. Among the studies addressing multiple stressor impacts, most of them deal with two-stressor combinations, and few actually provide quantitative evidence on multi-stress effects. Given this background, we here propose an experimental design where the effect of five stressors and their combinations will be evaluated following a full-factorial 5-factor experimental design. The present project aims to find potential interactions between co-occurring stressors on river biofilm communities. Biofilms are complex microbial communities growing on river and stream surfaces. Biofilm community is composed of a complex assemblage of short life-cycle organisms (bacteria, algae) permanently exposed to the biotic and abiotic factors within the river. Thus, they may respond to rapid changes in the surrounding environment such as fluctuations in water temperature or the presence of chemicals. The impact of the stressors and their combinations on biofilm community composition and functioning will be evaluated, as well as its recovery capacity after stressors are removed. The impact of the stressors on biofilm community composition will be evaluated with marker gene surveys targeting both prokaryotic and eukaryotic communities (i.e. high-throughput sequencing of 16S/18S rDNA genes). Biofilm functioning will be evaluated through photosynthetic activity measurements and major function-related genes expression. Photosynthetic activity will be evaluated with a pulse amplitude modulator (PAM) fluorometer, whereas real-time reverse transcriptase (RT) PCR (qRT-PCR) will be used to determine the expression level of several major function-related genes.

Mots clés : River biofilm, multistress, community composition, community functioning, photosynthetic activity, gene expression.

Intervenant : ROMERO Ferran; fromero@icra.cat ; Doctorant

Développement de bioindicateurs de la biodégradation et de la toxicité de l'herbicide métolachlore par chimie analytique et isotopique et séquençage haut-débit

Stéphane Vuilleumier¹, Ludovic Besaury¹, Nicole Baran², Christelle Gruffaz¹, Stéphanie Donadello¹, Meriem Maalej¹, Bruno Maucourt¹, Gwenaël Imfeld³

1. UMR 7156 UNISTRA-CNRS, Université de Strasbourg ; 2. BRGM, Orléans ;

3. UMR 7517 UNISTRA-CNRS, Université de Strasbourg

La qualité des eaux est fortement impactée par l'agriculture conventionnelle et l'utilisation massive de produits phytosanitaires qui y est associée. En zone rurale, l'herbicide métolachlore et ses métabolites sont ainsi fréquemment détectés à des niveaux élevés dans les eaux souterraines. La dégradation du métolachlore par certains micro-organismes a été décrite. Pourtant, aucune souche microbienne capable de se développer avec le métolachlore comme source de carbone et d'énergie n'a été décrite à ce jour, et les enzymes et les voies de dégradation du métolachlore restent inconnues. Par ailleurs, les effets toxiques du métolachlore sur différents organismes et écosystèmes sont bien documentés, mais la toxicité de cette molécule est à peine détectable par les tests écotoxicologiques classiques.

Dans ce contexte, nous cherchons à développer des outils microbiens de bioindication pour le suivi de la contamination des eaux souterraines par le métolachlore et son atténuation naturelle. Afin d'éviter les difficultés associées à l'hétérogénéité spatiale et temporelle de pollutions typique des eaux souterraines, nous avons effectué au laboratoire des expériences de contamination expérimentale, sur des échantillons d'eau de la plaine alluviale de l'Ariège provenant de deux piézomètres avec des historiques contrastés de contamination par le métolachlore. Ces eaux ont été dopées par le métolachlore à différentes concentrations, et incubées à 20°C pendant un mois. Les approches de chimie isotopique, ainsi que celles de chimie analytique montrant la formation de produits de transformation et en particulier l'ESA et l'OXA, suggèrent une biodégradation du métolachlore. Sur la base d'une analyse écotoxicologique par le test bactérien Microtox[®], un effet toxique du métolachlore n'a pas pu être observé, même à des concentrations 1000 fois supérieures à celle de la nappe. En revanche, l'analyse des communautés bactériennes par séquençage haut-débit a permis de mettre en évidence des sous-populations spécifiques, corrélées à la concentration de métolachlore et à l'historique de contamination des eaux étudiées. De fait, l'utilisation conjointe d'approches de chimie et de biologie moléculaire représente une nouvelle approche prometteuse pour la détection et la caractérisation de contaminations par le métolachlore, et pour l'évaluation du potentiel de bioréhabilitation microbienne des écosystèmes correspondants.

Mots clés : métolachlore ; contamination expérimentale *in labo* ; chimie isotopique ; Microtox[®] ; PICRUST

Intervenant : Vuilleumier Stéphane ; adresse mail : vuilleumier@unistra.fr

Bibliographie selective: Elsayed O, Maillard E, Vuilleumier S, Nijenhuis I, Richnow HH, Imfeld G (2014). Using compound specific isotope analysis to assess the degradation of chloroacetanilide herbicides in lab-scale wetlands. *Chemosphere* 99, 89-95 / Elsayed O, Maillard E, Vuilleumier S, Imfeld G (2014). Bacterial communities in batch and continuous-flow wetlands treating the herbicide S-metolachlor. *Sci. Tot. Environ.* 499, 327-335 / Elsayed OF, Maillard E, Vuilleumier S, Millet M, Imfeld G (2015) Degradation of chloroacetanilide herbicides and bacterial community composition in lab-scale wetlands. *Sci. Tot. Environ.* 520, 222-231 / Ghiglione JF, Martin-Laurent F, Stachowski-Haberkorn S, Pesce S, Vuilleumier S (2014). The coming of age of Microbial Ecotoxicology: report on the first two meetings in France. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 21, 14241-14245

LISTE DES PARTICIPANTS

BARTHELMEBS Lise	barthelm@univ-perp.fr
BERARD Annette	annette.berard@avignon.inra.fr
BERNARD Cécile	cbernard@mnhn.fr
BESAURY Ludovic	besaury@unistra.fr
BILLARD Patrick	patrick.billard@univ-lorraine.fr
BONNINEAU Chloé	chloe.bonnineau@irstea.fr
BOUCHARD Philippe	philippe.bouchard@univ-bpclermont.fr
BOUCHEZ Agnès	agnes.bouchez@thonon.inra.fr
BRIAND Jean-François	briand@univ-tln.fr
BRUNEEL Odile	odile.bruneel@ird.fr
CAGNON Christine	christine.cagnon@univ-pau.fr
CALVAYRAC Christophe	christophe.calvayrac@univ-perp.fr
CARLES Louis	louis.carles64@gmail.com
CARO Audrey	audrey.caro@umontpellier.fr
CEBRON Aurélie	aurelie.cebron@limos.uhp-nancy.fr
CHAPON Virginie	virginie.chapon@cea.fr
CHARLES Sandrine	sandrine.charles@univ-lyon1.fr
CHONOVA Teofana	teofana.chonova@gmail.com
COCLET Clément	clement.coclet@univ-tln.fr
COQUILLE Nathalie	nathalie.coquille@irstea.fr
CRAVO-LAUREAU Cristiana	cristiana.cravo-laureau@univ-pau.fr
CREGUT Mickael	mickael.cregut@univ-nantes.fr
CROUZET Olivier	ocrouzet@versailles.inra.fr
DELSARTE Isabelle	Isabelle.Delsarte@univ-littoral.fr
DESOEUVRE Angélique	angelique.desoeuvre@msem.univ-montp2.fr
DUPRAZ Valentin	valentin.dupraz@ifremer.fr
DURAN Robert	robert.duran@univ-pau.fr
FOULQUIER Arnaud	arnaud.foulquier@ujf-grenoble.fr
GALLOIS Nicolas	nicolas.gallois@cea.fr
GARRIGUES Philippe	p.garrigues@ism.u-bordeaux1.fr

GHIGLIONE Jean-François	ghiglione@obs-banyuls.fr
GRUFFAZ Christelle	c.gruffaz@unistra.fr
HENRY Sonia	sonia.henry@univ-lorraine.fr
KISH Adrienne	adrienne.kish@mnhn.fr
LAWNICZAK Martin	mlawniczak@rovaltainresearch.com
LEJON David	dlejon@rovaltainresearch.com
MAHAMOUD A. Ayanleh	ayanleh_mahamoud_ahmed@univ.edu.dj
MARTIN-LAURENT Fabrice	fabrice.martin@dijon.inra.fr
MARTINS Jean	jean.martins@ujf-grenoble.fr
MAUFFRET Aourell	a.mauffret@brgm.fr
MICHALET Serge	serge.michalet@univ-lyon1.fr
MONIER Jean-Michel	jm.monier@enoveo.com
NEYRA Marc	marc.neyra@irstea.fr
NOEL Cyril	cyril.noel@univ-pau.fr
OUALI Salma	salma.ouali@insa-lyon.fr
PALACIOS Carmen	carmen.palacios@univ-perp.fr
PESCE Stéphane	stephane.pesce@irstea.fr
PIETTE Laurie	laurie.piette@cea.fr
POLLET Thomas	thomas.pollet@univ-tln.fr
RAFIN Catherine	rafin@univ-littoral.fr
REOYO-PRATS Brice	brice.reoyo@univ-perp.fr
RICHAUME-JOLION Agnès	agnes.richaume@univ-lyon1.fr
ROMERO BLANCH ferran	fromero@icra.cat
ROSSI Florent	florent.rossi@univ-bpclermont.fr
SANCHEZ Wilfried	w.sanchez@fcsrovaltain.org
STACHOWSKI Sabine	sabine.stachowski.haberkorn@ifremer.fr
SUSSARELLU Rossana	rossana.sussarellu@ifremer.fr
TARDY Vincent	vincent.tardy@univ-montp2.fr
THOUAND Gerald	gerald.thouand@univ-nantes.fr
TROUSSELLIER Marc	troussel@univ-montp2.fr
VILLENEUVE Aurélie	aurelie.villeneuve@andra.fr
VUILLEUMIER Stéphane	vuilleumier@unistra.fr
ZILLER Antoine	antoine.ziller@univ-lyon1.fr