

3^{ème} journée Scientifique

13 janvier 2017

Organisateurs : Maryse Rouelle-Castrec, Alexandre Thibaut et Céline Roose-Amsaleg

Programme

9h → 9h15 : Introduction par le comité de direction

9h15 → 10h : Session orale 1

9h15 → 9h30 : *Antsiva Ramarson*. Flux de nutriments de la Seine et des fleuves côtiers normands et picards : modélisation et exploration de scénarios alternatifs.

9h30 → 9h45 : *Cécile Mezon*. Convection thermique en milieu poreux fracturés.

9h45 → 10h : *Franck Baton*. Effet de la carbonisation sur le $\delta^{13}\text{C}$ du bois : implication pour l'utilisation du $\delta^{13}\text{C}$ des charbons archéologiques pour des reconstructions paléoenvironnementales

10h → 10h15 : Présentation des posters, session 1 :

- Pole 4 : Géochimie Organique
- Pole 5 : Chimie des Contaminants Organiques
- Pole 6 : *CNuts*, Du ruisseau à la mer, de la parcelle au territoire
- Pole 7 : Microbiologie et Biologie Moléculaire
- Pole 8 : Pôle analytique de Géochimie Inorganique
- *Sylvie Collin* : Impact of temperature on Thaumarcheota in soil: Lipid profile and diversity enrichment cultures and microcosms
- *Lucia Bermejo* : Imagerie géophysique de structures karstiques sur le site préhistorique d'Atapuerca (Espagne)
- *Marine Dangeard* : Temporal variations of near-surface seismic data at the Ploemeur (France) hydrogeological observatory
- *Corentin Souton* : CocoNuts, un outil web-carto et web-graphique d'exploration d'observations environnementales
- *Romain Tramoy* : Effets de la dégradation sur la signature isotopique du bois : incubation en microcosme aquatique

10h15 → 10h45 : Session poster 1 et pause-café

10h45 → 11h30 : Session orale 2

10h45 → 11h : *Agnès Ducharne*. Le modèle de surface continentale ORCHIDEE de l'IPSL.

11h → 11h15 : *Aurélie Goutte*. Environmental pollutants and their metabolites in freshwater fish: integrating effects across multiple biological levels

11h15 → 11h30 : *Luis Cavalcante Fraga*. Reconnaissance géophysique de remblais pour guider le diagnostic de pollution

11h30 → 12h15 : Conférence invitée : *Pierpaolo Zuddas*. Nexus eau-énergie : nouveaux défis pour l'interaction eau-roche

12h15 → 12h30 : Présentation des posters, session 2

- *Anne Jost* : Impacts hydrodynamiques des gravières dans la plaine alluviale de la Bassée
- *Alexis Mainault* : Etude du changement d'échelle de la réponse en polarisation provoquée spectrale à l'aide de simulations sur réseaux de tubes
- *Laurence Millot-Cornette* : Communautés dénitrifiantes en milieu aquatique : application à l'étude de la résistance aux antibiotiques de souches autochtones
- *Elsa Parrot* : Analyse spatiale et temporelle de la morphologie du chenal du Rhône du Léman à la Méditerranée
- *Fabiene Petit* : Dissémination de l'Antibiorésistance dans les Hydrosystèmes de Surface : un observatoire pour l'étude de l'impact sur le résistome environnemental.
- *Philippe Riboust* : Modélisation des processus d'accumulation et de fonte de la neige par la simulation du profil de température du manteau.
- *Céline Roose-Amsaleg* : Etudes de virus de rivières par interférométrie
- *Ana Schneider* : Estimation of the base flow time constant for global scale applications
- *Ardarlan Tootchi* : Riparian wetlands delineation: challenges and advances at the global scale

12h30 → 14h : Session poster 2 + déjeuner**14h → 14h30 : Bilan et perspectives de l'UMR METIS****14h30 → 15h15 : Session orale 3**

14h30 → 14h45 : *Léonora Fleurent*. Les méthodes d'hydraulique douce appliquées à l'épisode de crue de mai/juin 2016.

14h45 → 15h : *Yannick Agnan*. Dégel des sols arctiques : contrôle de la dynamique des éléments traces par la matière organique dissoute.

15h → 15h15 : *Mélanie Raimonet*. Impacts du changement climatique sur les transferts de nutriments et de carbone le long du continuum rivière-zone côtière – Premier volet : modification de l'hydrologie.

15h15 → 15h45 : Pause et session poster**15h45 → 16h45 : Session 4**

15h45 → 16h : *Laurence Lestel*. Mesures, surveillance et qualité des cours d'eau

16h → 16h15 : *Frédéric Delarue*. Les signatures isotopiques de l'azote des microfossiles de la Quartzite de Farrel (3.0 Ga) révèlent une oxygénation précoce et limitée des océans Mésoarchéens.

16h15 → 16h30 : *Antoine Chevalier*. TEM systems design : using Full Maxwell FDTD modelling to study the transient response of custom-made Tx and Rx coils.

16h30 → 16h45 : *Danièle Valdes*. La carrière de Saint Martin-le-Nœud, un observatoire de la zone critique de la craie. Transferts d'eau et de solutés du sol à la nappe

16h45 → 17h : *Alexandre Thibault*. Spatio-temporal variations of organic matter along the Seine estuary

17h : Clôture et remise du prix du meilleur poster

Table des matières

Résumés des communications orales	6
Flux de nutriments de la Seine et des fleuves côtiers normands et picards : modélisation et exploration de scénarios alternatifs	7
Convection thermique en milieu poreux fracturés	8
Effet de la carbonisation sur le $\delta^{13}\text{C}$ du bois : implication pour l'utilisation du $\delta^{13}\text{C}$ des charbons archéologiques pour des reconstructions paléoenvironnementales.....	9
Le modèle de surface continentale ORCHIDEE de l'IPSL	10
Environmental pollutants and their metabolites in freshwater fish: integrating effects across multiple biological levels	11
Reconnaissance géophysique de remblais pour guider le diagnostic de pollution	12
Nexus eau-énergie : nouveaux défis pour l'interaction eau-roche	13
Les méthodes d'hydraulique douce appliquées à l'épisode de crue de mai/juin 2016.....	14
Dégel des sols arctiques : contrôle de la dynamique des éléments traces par la matière organique dissoute.....	15
Impacts du changement climatique sur les transferts de nutriments et de carbone le long du continuum rivière-zone côtière - Premier volet : modification de l'hydrologie	16
Mesures, surveillance et qualité des cours d'eau	17
Les signatures isotopiques de l'azote des microfossiles de la Quartzite de Farrel (3.0 Ga) révèlent une oxygénation précoce et limitée des océans Mésoarchéens.	18
TEM systems design: using Full Maxwell FDTD modelling to study the transient response of custom-made Tx and Rx coils.	19
La carrière de Saint Martin-le-Nœud, un observatoire de la zone critique de la craie : transferts d'eau et de solutés du sol à la nappe.....	20
Spatio-temporal variations of organic matter along the Seine estuary.....	22
Résumés des posters	24
Pôle 4 GO, Géochimie Organique.....	26
Pôle 5 CCO, Chimie des Contaminants Organiques	27
Pole 6 Centr, Carbone et Nutriments.....	28
Pôle 7 MBM, Microbiologie et Biologie Moléculaire	29
Pôle 8 GI, Géochimie Inorganique.....	30
Imagerie géophysique de structures karstiques sur le site préhistorique d'Atapuerca (Espagne)...	31
Impact of temperature on Thaumarcheota in soil: Lipid profile and diversity enrichment cultures and microcosms.....	32

Temporal variations of near-surface seismic data at the Ploemeur (France) hydrogeological observatory	33
Impacts hydrodynamiques des gravières dans la plaine alluviale de la Bassée.....	34
Etude du changement d'échelle de la réponse en polarisation provoquée spectrale à l'aide de simulations sur réseaux de tubes	35
Communautés dénitrifiantes en milieu aquatique : application à l'étude de la résistance aux antibiotiques de souches autochtones	36
Analyse spatiale et temporelle de la morphologie du chenal du Rhône du Léman à la Méditerranée	37
Dissémination de l'antibiorésistance dans les hydrosystèmes de surface : un observatoire pour l'étude de l'impact sur le résistome environnemental.	38
Modélisation des processus d'accumulation et de fonte de la neige par la simulation du profil de température du manteau.....	39
Etudes de virus de rivières par interférométrie.....	40
Estimation of the base flow time constant for global scale applications.....	41
CocoNuts, un outil web-carto et web-graphique d'exploration d'observations environnementales	42
Riparian wetlands delineation: challenges and advances at the global scale.....	43
Effets de la dégradation sur la signature isotopique du bois : incubation en microcosme aquatique	44

Résumés des communications orales

Flux de nutriments de la Seine et des fleuves côtiers normands et picards : modélisation et exploration de scénarios alternatifs

Antsiva Ramarson (orateur)¹, Josette Garnier (co-auteur)¹, Sylvain Théry (co-auteur)¹,
Vincent Thieu (co-auteur)¹, Gilles Billen (co-auteur)¹

¹ Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 PARIS, France

Contact: antsiva.ramarson@upmc.fr

Le fonctionnement de l'écosystème Manche dépend étroitement des apports de nutriments par les fleuves qui s'y déversent, dont la Seine, la Somme, l'Orne et tous les autres fleuves côtiers normands et picards. De cette manière, l'écosystème marin dépend aussi des activités humaines qui se déroulent dans les bassins versants normands, séquanais et picards. Ce sont en effet les quantités importantes d'azote, de phosphore et de silice, dont les proportions sont déséquilibrées par rapport aux besoins des algues, qui sont en général à l'origine des floraisons indésirables en milieu côtier. L'objectif du projet FLAM (efflorescences microalgales en Manche : rôle des bassins versants sur le développement du phytoplancton toxique) a été d'améliorer et de valider les outils de modélisation développés dans le cadre du PIREN-Seine, et permettant, une fois couplés, d'établir le lien entre le fonctionnement des bassins versants et celui des milieux côtiers de la Baie de Seine et de la Manche orientale.

Le travail a porté sur trois axes :

1. L'implémentation nouvelle du modèle SENEQUE/RIVERSTRAHLER sur les fleuves côtiers Normands et Picards (constitution des bases de données) sur la période 2002-2014. Mise à jour des données sur la Seine pour cette même période 2002-2014.
2. La validation du modèle SENEQUE/RIVERSTRAHLER et le calcul des flux de transferts de nutriments à l'exutoire des bassins versants et des indicateurs du potentiel d'eutrophisation (ICEP).
3. l'élaboration et l'évaluation de scénarios alternatifs du fonctionnement des territoires des bassins versants, suggérés par le dialogue avec des acteurs, et destinés à explorer l'effet de certaines pratiques et les leviers disponibles pour modifier les flux de nutriments apportés à la mer.

Il apparaît que les flux d'azote sont largement excédentaires par rapport à la silice, et même au phosphore, et sont déséquilibrés du point de vue des besoins physiologiques des algues. Si la réglementation concernant les stations d'épuration et les bonnes pratiques agricoles ne modifient pas considérablement les flux de nutriments, en revanche une réorientation de l'agriculture permettrait de réduire la contamination nitrique et l'eutrophisation à la zone côtière. Alors qu'un scénario pristine, écartant toute activité humaine montre des flux minimum, un autre scénario simulant les traitements des stations d'épuration des années 1980, permet de mesurer les améliorations apportées sur la qualité de l'eau par l'application des directives (directive eaux résiduaires urbaines, DCE...).

Convection thermique en milieu poreux fracturés

Cécile Mezon^{1,3,4}, Valeri Mourzenko², J-F Thovert², Raphael Antoine³, Anthony Finizola¹,
Fabrice Fontaine¹, P.M. Adler⁴

1 Laboratoire GéoSciences Réunion, Université de la Réunion, Saint Denis.

2 Institut Pprime – UPR 3346, Département Fluides, Thermique, Combustion. Futuroscope..

3 Cerema, Dter Normandie Centre, ERA 33, Rouen.

4 Laboratoire Métis, Université Pierre et Marie Curie, Paris.

Contact: mezoncecile@gmail.com

Des modèles de convection thermique naturelle sont réalisés dans des milieux poreux fracturés tri-dimensionnels et saturé d'un fluide monophasique. Les fractures y sont introduites de manière discrète, elles sont représentés par des polygones plans et sont distribués normalement dans le milieu. On suppose que l'écoulement du fluide est régit par la loi de Darcy, sous sa forme 3D dans le milieu poreux, et sous sa forme 2D dans les fractures en incluant des termes d'échanges entre les fractures et la matrice poreuse.

Dans un premier temps des comparaisons ont été réalisées en milieu poreux non fracturé avec les résultats de *Straus & Schubert, 1979*, *Cherkaoui & Wilcock, 1999*, afin de vérifier que le régime convectif démarre pour la valeur théorique du nombre de Rayleigh (Ra) de $4p^2$ dans le cas d'une convection bi-dimensionnelle. Les comparaisons ont été réalisées pour des régimes convectifs bi-dimensionnels et tri-dimensionnels jusqu'à $Ra = 300$.

Dans un second temps, j'ai réalisé des modèles en milieu fracturé isotropiquement, en boîtes fermées, pour des Ra compris entre $4p^2$ et 150. L'influence des paramètres tels que l'ouverture des fractures (la transmissivité de fracture) et la densité de fracture sur la chaleur dégagée par le système poreux fracturé ont été quantifiés.

La perméabilité effective des milieux poreux fracturés a été calculée systématiquement en résolvant le problème de l'écoulement à l'état stationnaire *Bogdanov et al. 2003*. Ce calcul nous permet de comparer les flux de chaleur dégagé par le milieu fracturé et le milieu poreux présentant les mêmes propriétés macroscopiques. Les résultats montrent que l'approche effective n'est pas toujours efficace pour juger de la quantité d'énergie libérée par un système fracturé, et que l'erreur réalisée par l'approche homogène dépend essentiellement de la densité de fracture. Cette étude met cependant en évidence l'existence de propriétés équivalentes, qui pour chacun des réseaux individuellement, permettent de calculer l'énergie évacuée par le système fracturé.

Effet de la carbonisation sur le $\delta^{13}\text{C}$ du bois : implication pour l'utilisation du $\delta^{13}\text{C}$ des charbons archéologiques pour des reconstructions paléoenvironnementales.

Franck Baton^{1,2}, Thanh Thuy Nguyen Tu¹, Frédéric Delarue^{1,3}, Michel Lemoine², Véronique Vaury⁴, Alexandre Delorme, Sylvie Derenne¹, Alexa Dufraisse²

1 Sorbonne universités, CNRS, UPMC, UMR 7619, METIS, France

2 Sorbonne universités, CNRS, MNHN, UMR 7209, AASPE, France

3 Sorbonne universités, CNRS, MNHN, UMR 7590, IMPMC, IRD, France

4 Sorbonne universités, CNRS, UPMC, UMR7618, IEES, INRA, IRD-Paris Diderot-UPEC, France

Contact: franck.baton@upmc.fr

La teneur en isotopes stables du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) des cerne du bois est dépendante de plusieurs paramètres environnementaux, notamment la pluviométrie, la température ou encore l'ensoleillement. Son étude peut donc permettre d'effectuer des reconstructions paléoclimatiques. Cependant, au-delà du millier d'années, de telles reconstitutions sont compliquées par la disponibilité des échantillons de bois, qui se dégrade relativement facilement. Alternativement, des charbons de bois retrouvés en contexte archéologique ont commencé à être étudiés à des fins paléoclimatiques. En effet, la carbonisation confère au bois une structure cristallisée offrant une meilleure résistance à la dégradation que les bois non carbonisés. Cependant, l'effet que pourrait provoquer la carbonisation sur le signal isotopique du bois est encore mal contraint.

Les deux objectifs de ce travail sont d'une part de mieux contraindre les effets de la carbonisation sur le $\delta^{13}\text{C}$ du bois et d'autre part de tester la possibilité d'utiliser le $\delta^{13}\text{C}$ cerne à cerne des charbons archéologiques pour des reconstructions paléoclimatiques.

Pour réaliser le premier objectif, des carbonisations, à différentes températures, en foyer ouvert contrôlé, ont été effectuées sur des rondelles de bois actuel (*Quercus petraea*). La mesure des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$, avant et après carbonisation a montré que ces carbonisations oxygénées (Tmax :570°C;631°C;680°C) pouvaient avoir un effet très variable sur le $\delta^{13}\text{C}$ du bois : de -3‰ à +0.5‰. Cette variabilité est notable au sein d'un même fragment de bois comme au sein d'un même cerne.

Pour réaliser le deuxième objectif, des charbons archéologiques issus de foyers domestiques ont été récoltés sur un site Néolithique près du lac de Chalain ($\pm 3000\text{BP}$, Jura). Ce site a été choisi pour la bonne connaissance que l'on a de son climat par des méthodes indépendantes (palynologie, malacologie, sédimentologie). Nous avons sélectionné deux couches archéologiques contenant des charbons issus d'arbres qui se sont développés sous des paléoclimats différents : l'un relativement chaud et sec, et l'autre légèrement plus froid et humide. Des caractérisations en microspectrométrie Raman ont montré que les charbons des deux couches étaient issus de carbonisation ayant eu lieu à des températures similaires. Leur composition isotopique n'est donc pas biaisée par des différences de température de carbonisation. Les charbons des deux couches archéologiques présentent des compositions isotopiques significativement différentes, et en accord avec les paléoclimats inférés par d'autres méthodes : $\delta^{13}\text{C}$ plus faible pour la période la plus froide et humide. Enfin, le calcul de la différence entre les $\delta^{13}\text{C}$ du bois de printemps et du bois d'été suggère que la période la plus froide et humide était également caractérisée par un contraste saisonnier plus important.

Le modèle de surface continentale ORCHIDEE de l'IPSL

Agnès Ducharne¹, Frédérique Cheruy², Philippe Ciais⁴, Josefina Ghattas³, Bertrand Guénet⁴,
Matthieu Guimberteau⁴, Anne Jost¹, Gerhard Krinner⁵, Ronny Lauerwald³, Fabienne
Maignan⁴, Claire Magand³, Catherine Ottlé⁴, Philippe Peylin⁴, Jan Polcher², Ana Schneider¹,
Ardalan Tootchi¹, Nicolas Viovy⁴, Nicolas Vuichard⁴, Fuxing Wang², Dan Zhu⁴

1 UMR 7619 METIS, Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, 75005 Paris, France

2 Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS/UPMC/Ecole Polytechnique/ENS, France

3 Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), Paris, France.

4 LSCE, IPSL, CEA, CNRS, UVSQ, 91191 Gif-sur-Yvette, France.

5 LGGE, CNRS/Université de Grenoble, 38402 Saint Martin d'Hères, France

Contact : Agnès.Ducharne@upmc.fr

Le modèle ORCHIDEE permet de décrire les flux et stocks d'eau, de carbone et d'énergie à la surface des continents. Cette dernière se définit par des interactions complexes entre les sols, la végétation, la cryosphère, et les cours d'eau, et par des échanges avec l'atmosphère et l'océan, qui sont une composante essentielle du système climatique. Cette présentation fera un bilan rapide des processus décrit par le modèle ORCHIDEE, et des différents types d'application qui peuvent être facilement mis en œuvre (locale, régionale ou globale ; avec forçage météorologique ou couplé avec un modèle climatique). Quelques exemples de résultats permettront d'illustrer l'intérêt et les limites de cet outil, avant de terminer sur certaines perspectives de développement liées aux thématiques de recherche de METIS (eaux souterraines, flux biogéochimiques dans les cours d'eau et milieux humides, anthropisation des surfaces,...).

Environmental pollutants and their metabolites in freshwater fish: integrating effects across multiple biological levels

Aurélie Goutte¹, Fabrice Alliot¹, Raphaël Santos², Marie-Jeanne Teil¹, Marc Chevreuil¹

¹ UMR 7619 METIS, EPHE – PSL université, UPMC, Sorbonne Universités, Paris, France

² HEPIA, Ecologie et Ingénierie des Systèmes Aquatiques, 150 Route de Presingen CH-1254 Jussy

Contact: aurelie.goutte@upmc.fr

Urban pollutants, such as phthalates, pyrethroid insecticides and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), are frequently detected in freshwater. A key factor in their toxicity is their biotransformation into reactive metabolites, which may lead to DNA damage and oxidative stress. The first goal of this project is to describe the trophic transfer of phthalates and PAHs, as well as their products of biotransformation in freshwater ecosystems, from biofilm and plants, to macroinvertebrates and fish species. Biological samples were collected in the downstream part of the Orge river in septembre 2016. The second objective is to investigate the levels of phthalates, pyrethroids and PAHs, as well as their metabolites in the European chub (*Squalius cephalus*, N = 130) and in its environment (water, sediment and biofilm) at the scale of the Marne river basin, France. Biological damages at the molecular level were assessed through biomarkers of genotoxicity and oxidative stress, which could be predictive of reproductive impairment and transgenerational defects in fish species. At the organism level, general health status was determined through the Fulton's condition factor, the hepatosomatic index and eco-pathological lesions. At last, fish species diversity was monitored, using environmental DNA survey, in order to explore fish community disturbances. First results of this integrative approach indicate that the studied sites greatly differed in biological damages at the organism level and in fish species diversity at the community level.

Reconnaissance géophysique de remblais pour guider le diagnostic de pollution

Luis CAVALCANTE FRAGA ^{1,2}, Cécile NOEL ¹, Cyril SCHAMPER ², Fayçal REJIBA ² et Roger GUÉRIN ²

¹ Envisol, 56 rue chasselièvre, 76000 Rouen ² Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris

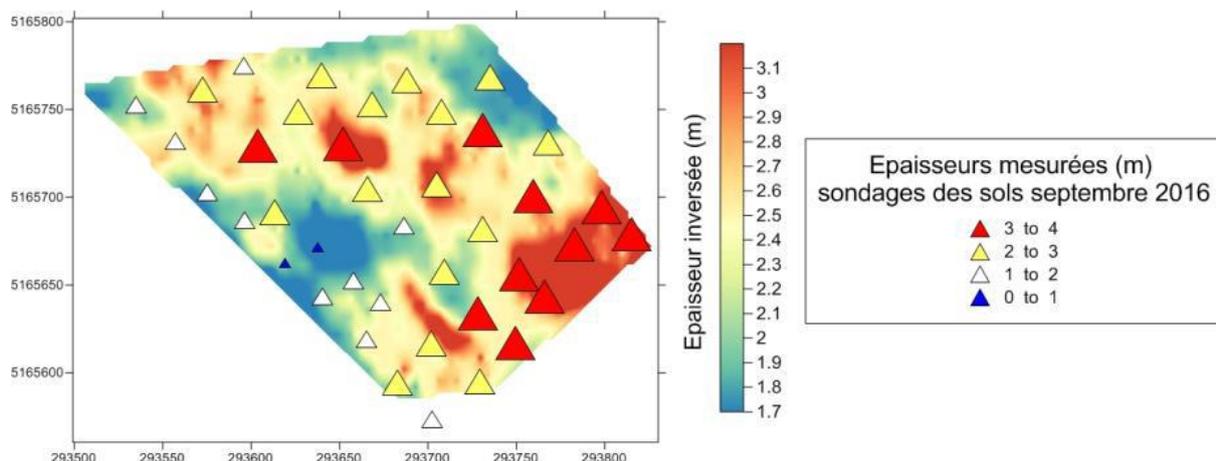
Contact: l.hcfraga@envisol.fr

Les activités humaines transforment et modifient le sous-sol en le rendant aussi hétérogène et complexe que leur utilisation. La caractérisation de ces milieux anthropisés par les techniques d'observations directes habituelles (sondages des sols, piézomètres) est victime des contraintes budgétaires et temporelles. La géophysique de proche surface peut apporter la spatialisation nécessaire pour guider ces investigations et évaluer la variabilité spatiale des milieux.

Suite à une étude historique et géotechnique sur une parcelle de 5 ha d'une future zone d'activités commerciales, des remblais contenant des débris de construction ont été mis en évidence jusqu'à une profondeur estimée de 2 m.

Une démarche d'investigation intégrant une cartographie des conductivités électriques par induction électromagnétique (EM) dans le domaine fréquentiel (CMD Explorer) et des tomographies de résistivité électrique (Syscal Pro) a permis d'imager cette zone contenant des remblais suspects.

L'inversion de la conductivité électrique apparente, (liée au rapport du champ secondaire sur le champ primaire) obtenue avec le dispositif EM, a été utilisée pour déterminer les caractéristiques du modèle bi-couche du terrain. Le modèle le plus probable calculé a permis d'optimiser l'implantation de sondages afin d'estimer le volume de remblais sur site. Au regard des résultats, la première couche de terrain a pu être associée aux remblais (25 mS/m) et la deuxième à des calcaires (2,5 mS/m). Des sondages des sols ont validé le zonage géophysique proposé.



Résultats de l'inversion 1D des données EM : carte des épaisseurs calculées (inversées) de la 1^{ère} couche. Le modèle bi-couche est composé d'une 1^{ère} couche de conductivité 25 mS/m et d'une 2^{ème} couche de terrain de 2.5 mS/m

Nexus eau-énergie : nouveaux défis pour l'interaction eau-roche

Pierpaolo Zuddas

Sorbonne universités, CNRS, UPMC, ISTEP, METIS, France

Contact: pierpaolo.zuddas@upmc.fr

L'eau et les systèmes énergétiques sont à juste titre considérés aujourd'hui interdépendants. On observe que la composition des eaux souterraines est souvent modifiée par les perturbations dues à l'exploitation des fluides géologiques ou leur stockage artificiel dans ces réservoirs. En modifiant les équilibres eau-roche, le stockage géologique du CO₂ (ou de l'hydrogène) ainsi que l'extraction des gaz de schistes modifie la composition des eaux souterraines et libère des composés toxiques contenus dans la roche. Nous ne disposons pas actuellement d'outils capables de prédire de manière quantitative l'évolution des fluides soumis aux perturbations.

Dans cette optique, nous discuterons les résultats d'expérimentations macroscopiques (de terrain et de laboratoire) montrant l'impact du CO₂ stocké sur la composition des eaux souterraines. Une modélisation inverse des données analytiques nous indiquera que la surface réactive des minéraux dépend principalement des cinétiques de formation et de la stabilité du revêtement des minéraux secondaires capables de passer les réactions en accord avec les observations produites à l'échelle de la microscopie à force atomique. *En fine*, des observations de micro-fluidique sur des fluides piégés dans des carbonates polyphasés montrera que le transport des fluides aqueux riches en CO₂ supercritique est beaucoup plus élevé comparé aux estimations traditionnelles du transport des fluides par la voie inter-granulaires.

Les méthodes d'hydraulique douce appliquées à l'épisode de crue de mai/juin 2016

Léonora Fleurent (orateur)¹, Florence Habets (co-auteur)¹, Maïa Akopian (co-auteur)²,
Ludovic Oudin (co-auteur)¹, Pierre Ribstein (co-auteur)¹

1 CNRS-UPMC UMR 7619 METIS, Université Pierre et Marie Curie, France

2 Agence de l'eau Seine Normandie, France

Contact: leonora.fleurent@upmc.fr

Les inondations se produisent souvent lorsque le sol ne peut plus absorber les quantités d'eau précipitées (outre les inondations par remontée de nappe, comme ce fut le cas dans les départements de la Somme et de l'Oise en 2001-2002), et que celles-ci s'écoulent rapidement en surface. Cela se produit soit lorsque l'intensité des pluies est supérieure à la capacité d'infiltration de la surface du sol, soit lorsqu'un sol, partiellement ou totalement saturée en eau par une nappe souterraine superficielle, génèrera du ruissellement « *par saturation* ».

Pour réduire l'aléa inondation, l'approche classique consiste à implanter des ouvrages de laminage de crue, qualifiés de « structurants », mais on peut également agir sur les phénomènes de ruissellement par l'implantation de petits aménagements, qui visent à faciliter l'infiltration sur le bassin versant de la rivière. Dans le cas des zones rurales on désignera cette technique, par le terme « hydraulique douce » et dans les zones urbaines, par le terme « technique alternative ». En milieu urbain, les « techniques alternatives » (TA), sous-entendu alternatives au tout-réseau, permettent une gestion des eaux pluviales « à la source ». En milieu rural, les actions en versant désignent l'ensemble des techniques mises en œuvre à l'amont des cours d'eau permanents, à la parcelle et dans les réseaux primaires naturels ou agricoles (thalwegs secs, fossés).

Les techniques alternatives sont de plus en plus utilisées dans les zones urbaines du bassin de la Seine avec une volonté de réduire les rejets non-traités par temps de pluie et végétaliser les villes, alors que les aménagements d'hydraulique douce sont relativement peu répandus et peu d'études permettent de quantifier leur impact à l'échelle des sous-bassins versants. L'efficacité de ces méthodes d'hydraulique douce va dépendre de la période de retour de la pluie (surtout de la forme de celle-ci) et de sa distribution spatiale. L'efficacité sera d'autant plus importante que la pluie est longue et peu intense. Outre la pluie, l'organisation des aménagements et leur structuration dans le paysage jouent un rôle prépondérant sur l'abattement des flux ruisselants.

En mai-juin 2016, c'est un épisode de pluie exceptionnel pour la saison (période de retour supérieur à 200 ans) qui a entraîné les crues survenues en amont de Paris. Le volume de pluie total sur le bassin de la Seine à Paris a atteint respectivement à 5,6 et 9,5 milliards de mètres cubes du 28 Mai au 12 Juin et du 1^{er} Mai au 12 Juin. Les volumes d'eau écoulés à Paris ont atteint 1,53 et 2,42 milliards de m³ sur ces périodes.

Cependant, les cumuls horaires n'ont pas été très intenses et, avant cet épisode, les sols n'étaient pas saturés sur beaucoup de sous-bassins-versants amont. Toutes ces observations permettent de nous interroger sur les bénéfices qu'auraient pu apporter les aménagements d'hydraulique douce en zone rurale et ainsi, d'estimer le potentiel de l'hydraulique douce à réduire le volume écoulé pendant la crue.

Dégel des sols arctiques : contrôle de la dynamique des éléments traces par la matière organique dissoute

Yannick Agnan (orateur) ¹, Maryse Rouelle ¹, Marie Alexis ¹

¹ Laboratoire METIS, UMR 7619 CNRS, Université Pierre et Marie Curie, 75252 Paris cedex 5, France

Contact: yannick.agnan@upmc.fr

Les interactions entre la matière organique dissoute (MOD) et les éléments traces (ET) constituent un processus clef dans le contrôle des cycles biogéochimiques. La caractérisation moléculaire de la MOD et la spéciation des ET font appel à des compétences et des outils distincts de la géochimie qui sont rarement combinés ensemble. Ces spécialités existent dans l'UMR METIS (M. Rouelle et Y. Agnan pour la biogéochimie des ET ; M. Alexis pour la biogéochimie de la matière organique) et seront associées dans le cadre d'un projet de recherche sur les sols en dégel dans les environnements arctiques initié cette année.

Les dépôts atmosphériques en ET potentiellement toxiques mis en évidence dans les régions les plus isolées de la planète illustrent la contamination de fond à l'échelle globale provoquée par la circulation générale de l'atmosphère. Les écosystèmes arctiques constituent des environnements particulièrement sensibles au changement des températures. Leur rôle est d'autant plus important que les sols de ces régions comptent à eux seuls 15 % du carbone organique stocké dans les sols mondiaux. La fonte annoncée du pergélisol favorisera la mobilisation d'une partie des éléments contenus dans ces sols, incluant à la fois la MOD et les ET. Les complexes organo-métalliques stables, qui résultent de la grande affinité des ET avec la matière organique du sol, influencent le transfert des ET dans l'environnement. Les transformations de la quantité et de la qualité de MOD produite par les sols en dégel devraient directement impacter les équilibres acido-basiques, les interactions avec les ET, et donc leur spéciation et leur biodisponibilité. L'objectif du projet déposé est d'étudier les interactions MOD/ET dans les sols arctiques dans un contexte de changement climatique, afin d'évaluer leurs conséquences sur la dynamique des ET.

Pour évaluer l'influence du dégel du pergélisol, nous proposons de comparer deux sites d'étude ayant de grandes similitudes (latitude, végétation et distance à l'Océan Arctique) : Toolik Field Station (68°38' N, Alaska, USA, échantillonné dans le cadre d'un projet antérieur mené par Y. Agnan) et Abisko Scientific Research Station (68°21' N, Suède, échantillonné par M. Rouelle et M. Alexis). Ces deux sites diffèrent par leur température moyenne annuelle avec -8 °C à Toolik et -0,8 °C à Abisko. Seul le site de Toolik présente un pergélisol continu, alors qu'une récente étude réalisée autour du site d'Abisko met en évidence le dégel progressif du sol. Pour chaque site d'étude, les horizons organiques et minéraux seront considérés. L'ensemble de ces observations nous permet de considérer le site d'Abisko comme la projection de Toolik à l'échelle séculaire, et d'évaluer la dynamique future de la MOD et des ET en Alaska.

Nous mènerons une étude fine de la MOD à l'échelle moléculaire parallèlement à une approche multi-élémentaire des ET associés. Un nouveau protocole d'extraction et de fractionnement sera développé afin d'étudier les interactions entre MOD et ET. Cette approche originale nous permettra d'identifier les processus impliqués dans la dynamique des ET dans de tels environnements. De plus, la comparaison des deux sites servira à évaluer leur devenir à moyen terme, afin de prévoir les risques potentiels pour les écosystèmes arctiques.

Impacts du changement climatique sur les transferts de nutriments et de carbone le long du continuum rivière-zone côtière - Premier volet : modification de l'hydrologie

Mélanie Raimonet^{1,2}, Ludovic Oudin¹, Marie Silvestre³, Josette Garnier¹, Christophe Rabouille², Robert Vautard², Patrick Le Moigne⁴, Vincent Thieu¹

1 Sorbonne Universités, UPMC, Univ Paris 06, CNRS, EPHE, IPSL, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France .

2 Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR CEA-CNRS-UVSQ 8212 et IPSL, 17 Université Paris-Saclay, Avenue de la Terrasse, 91190 Gif sur Yvette, France.

3 Sorbonne Universités, UPMC, Univ Paris 06, CNRS, FR3020 FIRE, Paris, France.

4 CNRM UMR 3589, CNRS/Météo-France, Toulouse, France.

Contact: melanie.raimonet@upmc.fr

Des dysfonctionnements côtiers (e.g. eutrophisation, anoxie) sont observés à l'échelle du globe et se développent principalement à l'exutoire de bassins fluviaux, en lien avec les flux nutritifs anthropisés. L'évaluation des impacts du changement climatique sur les transferts terre-mer de nutriments et de carbone nécessite non seulement d'évaluer l'impact direct du changement climatique par modification de la température, mais également l'impact de l'hydrologie modifiée, en raison de la sensibilité des transferts de nutriments aux temps de résidence et à la répartition des écoulements entre surface et subsurface.

Le premier volet de ce travail concerne donc l'hydrologie et a pour but de (1) développer une approche de modélisation générique afin de quantifier les écoulements de surface et subsurface à haute résolution spatiale (bassins élémentaires ~ 10 km²) et (2) évaluer l'impact du changement climatique sur la spatialisation des écoulements et sur la contribution de l'écoulement de subsurface à l'écoulement total.

Une analyse préliminaire a permis de sélectionner un jeu de réanalyses adapté à l'échelle de la modélisation hydrologique et sur lesquelles les 13 projections climatiques utilisées ont été débiaisées. Les premiers résultats obtenus sur le bassin de la Seine montrent que la méthodologie de modélisation hydrologique développée permet de représenter une distribution spatiale des écoulements de surface et de subsurface cohérente avec les propriétés climatiques et géomorphologiques du bassin de la Seine. Les évolutions des écoulements d'ici la fin du siècle sont contrastées selon les scénarios climatiques, alors qu'une baisse de la contribution des écoulements de subsurface aux écoulements totaux est simulée quel que soit le scénario climatique utilisé. A ce stade, il apparaît que ces impacts « directs » sur l'hydrologie induiront des impacts « indirects » sur le fonctionnement des hydrosystèmes et les transferts d'éléments nutritifs tout au long du réseau hydrographique et jusqu'à la zone côtière (évaluation en cours).

Mesures, surveillance et qualité des cours d'eau

Laurence Lestel

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75005 PARIS, France.

Contact: laurence.lestel@upmc.fr

Dans le cadre du projet MAKARA, une réflexion a été menée sur le rôle des mesures dans l'évaluation de la qualité des milieux et l'action publique environnementale. Deux sphères ont été considérées : celle de la mesure de l'état d'un milieu où la donnée produite (accompagnée de ses unités, de ses métriques et des indicateurs qui sont construits à partir de ces données) permet de rendre compte d'un état et d'apporter des connaissances mobilisées par les scientifiques, dans des rapports officiels, et pour modifier la perception que la société peut avoir d'un problème donné. Ainsi que la sphère de surveillance (nécessitant la mise en place d'un réseau institutionnel et une instrumentalisation du milieu) qui permet un rapportage officiel de l'état du milieu en fonction des normes, valeurs seuils, et du protocole de mesure mis en place comme réponse à l'alerte environnementale.

Au travers de plusieurs études de cas, plusieurs conclusions peuvent être avancées :

- La mesure a été mobilisée dès que disponible, comme le montre le cas de l'alimentation en eau de la ville de Versailles par les eaux de la Seine au XIX^e siècle (thèse de T. Dmitrieva).
- Mais elle ne suffit pas ou elle n'est pas toujours liée à l'action comme le montre l'exemple des nitrates, paramètre suivi pour des raisons qui ont évolué dans le temps depuis le XIX^e siècle, où la superposition des métriques rend difficile le seul rendu de la qualité, et où la mise en œuvre des solutions préconisées se confronte au politique (C. Carré et al. 2016).
- L'exemple des métaux montre que la surveillance du milieu ne s'est mise en place qu'après le pic de pollution et que les premières régulations environnementales étaient déconnectées de la surveillance. L'exemple de la deuxième crise des PCB des années 2000 montre *a contrario* que la mesure peut être à l'origine de l'action publique.
- La surveillance du milieu a évolué dans le temps, tant dans ses objectifs que dans les acteurs à son origine.
- Mais elle a des limites rarement explicitées, comme le montre l'influence de la fréquence d'échantillonnage, du mode d'intégration des données, ou des stratégies d'échantillonnage sur le rapportage.

On peut également se poser la question de l'impact de la norme et des seuils sur le déclenchement de l'action publique, et finalement se demander quels sont les moteurs de l'amélioration de la qualité des cours d'eau.

Les signatures isotopiques de l'azote des microfossiles de la Quartzite de Farrel (3.0 Ga) révèlent une oxygénation précoce et limitée des océans Mésoarchéens.

Frédéric Delarue^{1,2}, François Robert², Sylvie Derenne¹

1 Sorbonne universités, CNRS, UPMC, UMR 7619, METIS, France

2 Sorbonne universités, CNRS, MNHN, UMR 7590, IMPMC, IRD, France

Contact : fdelarue@mnhn.fr

La composition isotopique de l'azote ($\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$) de la matière organique (MO) est classiquement utilisée pour décrire l'évolution séculaire de l'état redox des océans. Evoluant de valeurs négatives (-5‰) à des valeurs positives (+5‰) pendant l'Archéen (4,0 à 2,5 Ga), le $\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$ traduirait le passage d'un cycle de l'azote dominé par les espèces azotées réduites (NH_4^+) à un cycle dominé par les espèces oxydées telles que les nitrates, juste avant la Grande Oxydation des océans (Beaumont et Robert, 1999). Si le début et la fin de l'Archéen sont caractérisés par des valeurs contrastées du $\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$, le Mésoarchéen (3,2 – 2,8 Ga) est associé à des valeurs nulles du $\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$ interprétées comme étant le reflet d'une biomasse diazotrophique (assimilation de diazote) en raison du faible fractionnement isotopique induit par ce métabolisme (-2 à +2 ‰). Une telle interprétation peut cependant paraître controversée dans la mesure où: (i) la diazotrophie induit également des fractionnements de l'ordre de -7 à -5‰, (ii) les études phylogénomiques proposent un établissement tardif des diazotrophes, (iii) ce métabolisme suggère un océan réducteur quand bien même le premier pulse d'oxydation des océans est enregistré pendant le Mésoarchéen et (iv) une valeur nulle pourrait également dissimuler une hétérogénéité du $\delta^{15}\text{N}$ de la MO sédimentaire à l'échelle de la colonne d'eau, i.e. de la particule sédimentaire. L'objectif de ces travaux était donc de déterminer si une valeur nulle du $\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$ pouvait être associée à une variabilité de la signature ^{15}N de la MO sédimentaire indiquant une évolution redox au sein de la colonne d'eau. Ainsi, c'est le $\delta^{15}\text{N}$ des microfossiles ($\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}}$) de la Quartzite de Farrel qui a été déterminé par sonde ionique de type NanoSIMS.

Tout comme le $\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$ des autres enregistrements Mésoarchéens, le $\delta^{15}\text{N}_{\text{Bulk}}$ de la MO isolée de la Quartzite de Farrel est faible variant de +0,3 à 2,2‰ quand le $\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}}$ déterminé sur ses microfossiles varie de -21,6 à +30,6‰. Soulignant ainsi une forte variabilité à l'échelle micrométrique, le $\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}}$ distingue également les différents microfossiles: les films et les sphéroïdes présentent des valeurs négatives (-17,3 à +1,5 ± 2,5‰) quand les microfossiles fusiformes sont associés à des valeurs positives (+0,4 à 30,6 ± 2,5‰). Relatif à une sédimentation en milieu marin et hydrothermal, le $\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}}$ distinguerait les microorganismes benthiques ($\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}} < 0‰$) des microorganismes pélagiques ($\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}} > 0‰$) en accord avec la morphologie de ces microfossiles et avec les systèmes analogues modernes. Après avoir écarté les fractionnements isotopiques associés au métamorphisme, aux contaminations et à divers métabolismes, ces résultats suggèrent l'existence d'un gradient redox associé à l'assimilation et à l'oxydation aérobie du NH_4^+ . Ce dernier métabolisme impliquant la présence d'oxygène dissous, ces résultats renforcent les propositions récentes d'un océan Mésoarchéen oxygéné par l'activité des microorganismes photosynthétiques. Si il est communément admis que l'oxydation du réservoir minéral Terrestre fut un facteur limitant l'oxydation de l'atmosphère pendant l'Archéen (ex : Fers Rubanés), la large gamme de $\delta^{15}\text{N}_{\mu\text{m}}$ suggère que l'établissement des microorganismes ammonio-oxydants aurait également joué un rôle clé par la consommation de l'oxygène produit dans la colonne d'eau. Ainsi, la vie marine primitive aurait exercé une rétroaction négative sur l'oxygénation de l'atmosphère Terrestre.

TEM systems design: using Full Maxwell FDTD modelling to study the transient response of custom-made Tx and Rx coils.

Antoine Chevalier¹, Fayçal Rejiba¹, Cyril Schamper¹, Julien Thiesson¹, Gagrik Hovhannissian²

1 Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

2 Unité Mixte de Recherche 242, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris, Institut de Recherche pour le Développement France Nord, Institut de Recherche Pour le Développement, Bondy, France

Contact: antoine.chevalier@upmc.fr

From airborne applications to field scale measurements of Transient Electromagnetic Methods (TEM), an accurate knowledge of the sensitivity of the inductive coil sensors (system response) is a prerequisite to interpret the measured transient magnetic flux density into a distribution of the electrical conductivity of the subsurface. The system response is a term that refers to the cumulative effect of inductive and capacitive couplings (cross-talks) between each component constituting a TEM apparatus and the nearby conductive structures. As a result, the frequency sensitivity of the voltage coil sensor (Rx) along with the emitted current waveform in the current emitting coil (Tx) are controlled by the geometry and electronic characteristic of the set-up as well as the near surface electromagnetic properties. During the early development of an innovative airborne TEM solutions (French national TEMas project), determining the coil geometries and the impedance matching between all parts of the transmission link (electronic parts and coils) for various environmental set-ups, has been a major issue. In this study, we review the required theoretical framework and propose a versatile numerical methodology to ease the coil design and impedance matching process while extending our understanding of short-time transient that operates from DC to moderately high frequencies (0 to 20 MHz). We used a full Maxwell equations FDTD model along with a semi-analytical 1D modeler to infer coils emitting and receiving properties, for various coil geometries and site-dependent conditions. Results highlight the influence of the environment on the emitting and sensing properties. The increasing effects of cross-talks between the Tx and the Rx coils depending on their size is shown. Strategies regarding the impedance adaptation between the electrical components and the coil sensors are then discussed for different geophysical specifications.

La carrière de Saint Martin-le-Nœud, un observatoire de la zone critique de la craie : transferts d'eau et de solutés du sol à la nappe

Danièle Valdés-Lao^{1, 2, 3}, Ningxin Chen^{1, 2, 3}, Christelle Marlin⁴, Hélène Blanchoud^{1, 2, 3}, Maryse Rouelle^{1, 2, 3}, Roger Guérin^{1, 2, 3}, Sarah Barhoum^{1, 2, 3}, Emmanuel Aubry^{1, 2, 3}, Jamel Benmamar^{1, 2, 3}, Fabrice Alliot^{1, 2, 3}, Philippe Gombert⁵, Elsa Parrot^{1, 2, 3}, Justin Kengné^{1, 2, 3}, Matthew Boston^{1, 2, 3}, Cyril Fauchard⁶, Pierre Ribstein^{1, 2, 3}

1 Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR 7619, METIS, case courrier 105, 4 place Jussieu, F-75252, Paris cedex 05, France

2 CNRS, UMR 7619, METIS, F-75005, Paris, France

3 EPHE, UMR 7619, METIS, F-75005, Paris, France

4 Université Paris 11 – GEOPS, Université Paris-Sud, Bât 504, 91405 Orsay, France

5 Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS), 60550 Verneuil-en-Halatte, France

6 CEREMA de Rouen

L'aquifère de la craie, très productif, fournit une grande partie de l'eau potable du bassin de Paris. L'agriculture riche ces dernières décennies liée à des usages intensifs d'engrais azotés et de pesticides a conduit à une dégradation progressive de la qualité de cette nappe.

L'objectif est de mieux comprendre les processus de transfert de l'eau et des solutés dans la zone non saturée (ZNS) de la craie. Le rôle des caractéristiques de la ZNS (épaisseur de ZNS et épaisseur des argiles à silex qui recouvrent la craie) sur les transferts va aussi être étudié.

Ce projet est basé sur les mesures in situ acquises sur un site exceptionnel d'un point de vue hydrogéologique : la carrière souterraine de craie de Saint Martin le Nœud (site du SNO Karst) qui s'étend sur environ 1km qui permet un accès à la limite entre la zone saturée et la ZNS de la craie. On trouve une vingtaine de lacs souterrains au fond (~ l'affleurement de la nappe) et de l'eau qui percole au toit (sortie de la ZNS). L'épaisseur de ZNS varie de 20 à 30 mètres et la couche d'argile varie de rien à plusieurs mètres d'épaisseur.

Les eaux des lacs et de percolations sont suivies sur une vingtaine de sites contrastés dans la carrière depuis 2014. Les niveaux d'eau et de débit de percolation sont enregistrés en continu. Des prélèvements sont effectués pour mesurer les concentrations en éléments majeurs et pesticides. Sur une campagne, des mesures de tritium sur la percolation ont été effectuées. Par la suite des traceurs de temps (CFC – SF6) ainsi que les éléments traces seront utilisés.

Le premier résultat est un contraste très important sur les dynamiques des réponses des eaux souterraines ainsi sur la qualité. Par ailleurs, on mesure par endroits des niveaux de contamination agricole très importants (par exemple, la concentration en NO₃ varie de 10 mg/l à près de 140mg/l, le DEA atteint plus de 10 µg/l).

Les données peuvent être ensuite analysées dans le temps et dans l'espace.

Dans l'espace, le croisement Eaux souterraines / caractéristiques de la ZNS a permis de montrer que: 1- Quand la ZNS est la plus épaisse, les eaux sont moins contaminées en nitrates et pesticides et donc probablement plus anciennes, les sites les moins profonds sont les plus contaminés en nitrates et 2- Quand les argiles sont les plus épaisses, les concentrations en atrazine et en métabolites sont les plus fortes, montrant de la dégradation plus forte en présence d'argile et probablement des vitesses de transfert plus importantes.

Dans le temps, les deux années de chroniques montrent des variations saisonnières des niveaux d'eau des lacs, de la percolation ainsi que de la qualité des eaux, et parfois des variations infra-saisonnières en particulier pour la percolation. Une analyse fine de ces chroniques devra être réalisée, notamment

des analyses corrélatoire et spectrales des chroniques d'entrée du système (la pluie, mais aussi l'eau du sol en qualité et quantité) et les chroniques de sortie de la ZNS : les mesures dans la carrière.

Les premiers résultats permettent de mettre en évidence différents modes de transferts 1- Un transfert « rapide » et direct par les fractures, déduit de la variation saisonnière de la percolation, des débits et hauteurs d'eau et de la géochimie et 2- Un transfert « lent » par la matrice de l'ordre du mètre par an, associé aux très fortes valeurs de nitrates, d'atrazine, confirmé par les mesures de concentrations très élevées en tritium dans les eaux de percolation.

Les eaux de la carrière sont donc un mélange d'eau ancienne (supérieure à 30 ans), mais aussi d'eau beaucoup plus récente (quelques mois, voire moins en cas d'évènement de pluie particulièrement intense).

Spatio-temporal variations of organic matter along the Seine estuary

Alexandre Thibault¹, Arnaud Huguet¹, Edith Parlanti², Sylvie Derenne¹

1: METIS – UMR 7619 UPMC-CNRS-EPHE – 75252 Paris, France

2: Univ. Bordeaux – UMR 5805 EPOC-LPTC – 33405 Talence, France

Contact: alexandre.thibault@upmc.fr

Organic matter (OM) in aquatic systems plays an important role in water quality and biogeochemical processes. It is thus essential to characterize OM, especially in estuaries which are the place of the transport and the reactivity of natural and anthropogenic compounds. However, the characterization of OM in estuaries is complex due to its heterogeneity and variability in addition to specific features of these environments (salinity, turbidity...). Two types of aquatic OM, namely particulate (POM) and dissolved (DOM) are commonly distinguished by filtration. Due to its low concentration in estuaries (few mg/L), DOM has to be concentrated prior to its molecular analysis. However, this step also induces the concentration of salts which are predominant (several g/L) in coastal environments. To overcome this issue, DOM has been isolated by a combination of reverse osmosis and electro dialysis. This method is more efficient than classical ones (ultrafiltration, solid phase techniques) in the isolation of representative DOM material. As a result, DOM can be characterized just as POM and sedimentary OM.

The aim of this study is to characterize the spatiotemporal variability of DOM, POM and sedimentary OM along the Seine estuary (France) so as to understand its role in the functioning of this ecosystem.

To this end, 5 sampling campaigns were performed in the Seine estuary between January 2015 and April 2016, during which large water samples (100 L) and sediment cores (10 cm) were collected. These campaigns covered the whole estuary. The three OM pools were analyzed through (i) elemental and isotopic analyses (Elemental Analysis-isotope ratio Mass Spectrometry, ¹⁴C ages) and (ii) structural analyses (¹³C solid state nuclear magnetic resonance, pyrolysis coupled with gas chromatography and mass spectrometry and ultrahigh resolution mass spectrometry), allowing to obtain both bulk and molecular information.

The combination of these chemical characterization and statistical analyses shows that the 2 main factors driving the composition of OM in the Seine estuary are the OM pool and its origin (marine vs freshwater) whereas seasonal variations appear less pronounced. Indeed, OM exhibits higher C/N ratio and is richer in aliphatic and alkoxy carbons than POM and sedimentary OM. The latter share the same elemental and isotopic composition but POM is enriched in aliphatic carbons with respect to sedimentary OM. These results confirm the higher hydrophilic nature of DOM when compared to POM and that the sedimentary OM in the Seine estuary is close to POM. Moreover, the dating of OM shows that DOM and POM are recent contrary to sedimentary OM. When going downstream along the estuary, DOM is depleted in aliphatic carbons and enriched in alkoxy carbons, the reverse trend being observed for POM. Both are enriched in $\delta^{13}C$.

Résumés des posters

Pôle 4 GO, Géochimie Organique

Christelle Anquetil

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

Contact: christelle.anquetil@upmc.fr

Le pôle analytique de Géochimie Organique (GO) est rattaché au département Biogéochimie de l'UMR. Il fait partie de la Plateforme Analytique de Géochimie Organique de l'OSU Ecce Terra.

Le pôle est constitué de plusieurs appareils permettant d'analyser la matière organique d'échantillons issus de matrices environnementales variées (eaux, sédiments, sols, météorites). On distingue (1) les méthodes spectroscopiques qui fournissent des informations sur la nature des fonctions chimiques présentes dans l'échantillon : spectroscopie infra-rouge à transformée de Fourier, spectroscopie UV-Visible et (2) les couplages chromatographiques. Parmi ces derniers, le pôle dispose de plusieurs chromatographes en phase gazeuse (CG) avec un détecteur à ionisation de flamme ou couplé à un spectromètre de masse (SM) et d'un chromatographe en phase liquide couplé à un SM ainsi que d'un couplage pyrolyseur à point de Curie-CG-SM. L'utilisation de l'un ou l'autre de ces appareils dépend de la nature de la matière organique à étudier et sera illustrée sur le poster. Le pôle analytique de Géochimie Organique (GO) est rattaché au département Biogéochimie de l'UMR. Il fait partie de la Plateforme Analytique de Géochimie Organique de l'OSU Ecce Terra. Son utilisation est donc associée à son mode de fonctionnement concernant l'accessibilité des appareils et la tarification des différentes analyses.

Pôle 5 CCO, Chimie des Contaminants Organiques

Fabrice Alliot, Catherine Bourges, Annie Desportes

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

Contact: fabrice.alliot@upmc.fr

Le pôle Chimie des Contaminants Organiques (CCO) est rattaché au département Biogéochimie de l'UMR. Il fait partie de la Plateforme Analytique de Géochimie Organique de l'UPMC. Son utilisation est donc associée à son mode de fonctionnement concernant l'accessibilité des appareils et la tarification des différentes analyses.

Le pôle est constitué de différents appareils et équipements permettant de gérer différents échantillons issus de matrices environnementales variées (eaux, sédiments, sols, biota, air) de :

(1) l'extraction : système d'extraction automatisé solide/liquide (ASE 350), système de purification (extraction sur phase solide)

jusqu'à l'(2) analyse : chromatographie liquide et gazeuse couplée à la spectrométrie de masse simple ou en tandem

permettant d'identifier et de quantifier de nombreuses familles de μ polluants présents à l'état de traces dans l'environnement.

Nous vous présenterons l'éventail des traitements des échantillons, les différentes possibilités analytiques ainsi que quelques projets en cours au sein du laboratoire.

Pole 6 Centr, Carbone et Nutriments

Josette Garnier (resp), Vincent Thieu, Gilles Billen, Estela Romero, Mélanie Raimonet, Anun Martinez, Benjamin Mercier, Abdel Azougui, Sébastien Bosc, Antsiva Ramarson, Julie Berthou, Corentin Souton, Fabien Esculier, Julia Le Noë, Audrey Marescaux, avec la collaboration FR-FIRE de Marie Silvestre et Sylvain Théry.

Du ruisseau à la mer, de la parcelle au territoire

Pourquoi tant de captages d'eau potable doivent-ils être fermés ? Pourquoi les coquilles Saint-Jacques de la Baie de Seine rendent-elles amnésiques ? D'où vient la nourriture qu'on nous sert à la cantine ? L'agriculture contribue-t-elle à l'effet de serre ? Peut-on se passer des engrais chimiques ?

A travers l'étude et la modélisation des cycles du carbone et des nutriments (azote, phosphore, silice), l'équipe CNuts développe une vision d'ensemble multi-scalaire du fonctionnement biogéochimique des hydro-agro-systèmes qui soutiennent l'alimentation des territoires. La manière dont circulent les éléments dont sont constitués les organismes vivants explique en effet la plupart des propriétés de ces systèmes et permet de répondre aux questions pratiques auxquelles est confrontée leur gestion.

Il s'agit de comprendre la nature et le contrôle des processus à l'échelle de la parcelle ou de la masse d'eau, à travers des mesures de terrain, dans des parcelles agricoles équipées pour évaluer le lessivage du nitrate, la disponibilité du phosphore, les émissions de gaz à effet de serre (ABAC, PIREN-Seine); ou dans des cours d'eau pour mesurer le développement algal, les échanges de CO₂ avec l'atmosphère ou autres émissions indirectes de N₂O et CH₄ (C-Cascades, PIREN-Seine, EFEMAIR-N₂O, HydroGES) ; ou dans des zones humides pour en évaluer le pouvoir tampon (ESCAPADE).

Ces observations sont au fur et à mesure formalisées pour les généraliser à l'échelle de territoires, régions agricoles, réseaux hydrographiques, grands bassins versants,... Ce changement d'échelle passe par l'établissement de typologies fonctionnelles et de bilans de matière (PIREN-Seine).

Les mesures des processus à l'échelle microscopique ou locale permettent aussi de concevoir des modèles mécanistes qui visent à reproduire le fonctionnement écologique à l'échelle macroscopique ou régionale. Le modèle Riverstrahler (sous sa version Seneque, ou PyNuts pour des domaines continentaux multi-bassins) permet ainsi de simuler la qualité de l'eau des rivières et les flux de nutriments aux zones marines côtières, provoquant parfois des blooms algaux que le modèle du milieu marin (Eco-Mars, Ifremer) peut alors simuler (EMOSEM, FLAM). Entre le fleuve et sa zone côtière, la zone estuarienne est prise en compte (RESET). Enfin, le modèle Riverstrahler est depuis récemment couplé au modèle GRAFS pour prendre en compte les transferts des milieux agricoles à l'hydrosystème. GRAFS décrit en effet les flux d'azote, de phosphore et de carbone à travers les systèmes agro-alimentaires territoriaux, et en évalue les performances agronomiques et environnementales. Le recyclage des déchets (en particulier la valorisation des déchets humains de la mégapole parisienne) est aussi inclus dans ce système agro-alimentaire (OCAPI).

Disposant ainsi d'outils qui simulent numériquement les systèmes naturels et anthropisés (présents, et passés), il est possible aussi de les utiliser pour évaluer la qualité de l'eau, les performances de l'agriculture, l'eutrophisation côtière, l'impact du changement climatique (EC2CO, L-IPSL) dans des scénarios futurs de l'évolution du bassin parisien, de la façade Atlantique de l'Europe, ... La construction de ces scénarios, puis leur évaluation environnementale, est un exercice interdisciplinaire qui vise à mieux comprendre les tendances du monde où nous vivons, mais aussi les signaux faibles, annonciateurs de changements. C'est à cette compréhension que travaille l'équipe Metis/CNuts en partenariat avec plusieurs autres unités de recherche (au sein du PIREN-Seine et de la FR-FIRE).

Pôle 7 MBM, Microbiologie et Biologie Moléculaire

Céline Roose-Amsaleg, Sylvie Collin, Laurence Millot-Cornette, Anaïs Mercier

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

Contact: celine.amsaleg@upmc.fr

Le pôle MBM est rattaché à la thématique Microbiologie environnementale du département Biogéochimie. Nous détenons une expertise en inventaire microbien des milieux naturels, qu'il s'agisse d'eaux de sols, de sédiments. Les travaux que nous réalisons s'intègrent à l'approche biogéochimique de l'UMR qui appréhende les milieux d'un point de vue fonctionnel dans l'objectif de décrire les communautés microbiennes associées à ces processus.

Nous nous interrogeons, par exemple, quant à la diversité de la communauté microbienne dans un milieu, diversité globale ou associée à un processus en particulier ou encore à la densité des micro-organismes en charge des différentes réactions d'un cycle comme celui de l'azote (Dénitrification, Anammox, Nitrification).

Parmi les types d'approches utilisées en microbiologie environnementale, certaines relèvent de : (1) la microbiologie pasteurienne : physiologie microbienne (isolement, suivis de croissance microbienne, numérations, microscopie) ou encore potentialités enzymatiques (galeries API ou Biolog Ecoplate®) ; (2) la biologie moléculaire : extraction puis analyse des acides nucléiques, suivi et abondance de communautés microbiennes fonctionnelles par PCR (quantitative ou non) de gènes cibles, caractérisation des communautés par empreinte moléculaire DGGE (composition et diversité), identification des principaux membres des communautés par (méta)génomique.

Nous vous présentons un éventail des projets en cours menés au pôle MBM.

Pôle 8 GI, Géochimie Inorganique

Emmanuel Aubry, Maryse Rouelle

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

Contact: emmanuel.aubry@upmc.fr

Le pôle analytique de géochimie inorganique est rattaché au département Biogéochimie de l'UMR. Il fait partie de la plateforme analytique de Géochimie Inorganique de l'OSU Ecce Terra-UPMC. L'accès et l'utilisation des appareils d'analyse ainsi que la tarification dépendent de la plateforme.

Les techniques d'analyse du pôle 8 permettent d'obtenir la composition élémentaire minérale (majeurs et traces) à partir de différents types d'échantillons (eaux, sols, sédiments, végétaux...)

Les différents appareils constituant ce pôle sont les suivants : HPLC – Chromatographie liquide ionique haute pression (dosage des anions et cations majeurs), TC/TN analyseur de carbone et d'azote (oxydation thermique haute température), ICP-OES (couplage plasma induit par haute fréquence – spectrométrie optique), ICP-MS (couplage plasma induit par haute fréquence – spectrométrie masse) (éventuellement couplé avec un laser).

Imagerie géophysique de structures karstiques sur le site préhistorique d'Atapuerca (Espagne)

Lucia BERMEJO^{1,2,3}, Marine AUDEBERT⁴, Ana Isabel ORTEGA^{1,5}, Roger GUÉRIN⁴, Josep Maria PARÉS¹, Isidoro CAMPAÑA¹, Adrián MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ¹, Julius OGUTU⁶, José María BERMÚDEZ DE CASTRO¹, Eudald CARBONELL^{3,7,8}

1 Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), Paseo Sierra de Atapuerca 3, 09002 Burgos, Espagne

2 EIPEH, c/ Don Juan de Austria, n°1, 09001 Burgos, Espagne

3 EPPEX, av. Cervantes s/n, 10003 Cáceres, Espagne

4 Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR 7619 METIS, F-75005 Paris

5 Fundación Atapuerca, Ibeas de Juarros, 09001 Burgos, Espagne

6 UCL Qatar, Hamad bin Khalifa University, Doha, Qatar

7 IPHES, c/ Escorxador s/n, 43003 Tarragona, Espagne

8 Universitat Rovira i Virgili, av. de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Espagne

Contact : roger.guerin@upmc.fr

Plusieurs prospections géophysiques ont été réalisées sur le site d'Atapuerca près de Burgos (Espagne) afin de localiser les cavités karstiques remplies de sédiments renfermant des restes fossiles du Pléistocène inférieur et moyen (1.3 Millions d'années à 200 000 ans)

Plusieurs tomographies de résistivité électrique ont ainsi permis de positionner l'orientation des cavités à explorer/fouiller et de déterminer la géométrie de ces cavités (Bermejo *et al.*, 2016). Pour imager une structure conductrice (les sédiments) dans un environnement très résistant (le massif calcaire), les conditions sont optimales car les lignes de courant se concentrent dans les sédiments et donc caractérisent bien leurs géométries et leurs propriétés. A l'inverse une cavité vide est moins bien à mal imagée.

Néanmoins ces structures souterraines sont particulièrement 3D, alors que les prospections pour des raisons pratiques ont été réalisées en 2D, introduisant des biais potentiels (les structures détectées pouvant ne pas être exactement à l'aplomb du profil 2D réalisé).

D'autres biais peuvent apparaître avec des mesures réalisées sur un milieu avec une forte topographie, ou encore avec des mesures réalisées à l'intérieur même de cavités.

Bermejo L., Ortega A.I., Guérin R., Benito-Calvo A., Pérez-González A., Parés J.M., Aracil E., Bermúdez de Castro J.M., Carbonell E., 2016. 2D and 3D ERT imaging for identifying karstic morphologies in the archaeological sites of Gran Dolina and Galería Complex (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*, sous presse.

Impact of temperature on Thaumarcheota in soil: Lipid profile and diversity enrichment cultures and microcosms

Sylvie Collin^{1,2}, Claudia Zell¹, Heather Richmond³, Sarah Coffinet⁴, Guennadi Sezonov², James I Prosser³, Martin Könneke⁴, Arnaud Huguet¹

1 Sorbonne Universités, UPMC, Univ. Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 Place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

2 Sorbonne Universités, UPMC, Univ. Paris 06, CNRS, UMR 7138 Evolution Paris-Seine, 4 Place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

3 University of Aberdeen, Institute of Biological and Environmental Sciences, St Machar Drive Aberdeen, Scotland AB24 3UU United Kingdom

4 Organic Geochemistry Group, MARUM Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, Leobener Str. MARUM, 28359 Bremen, Germany

Contact: sylvie.collin@upmc.fr

Les archées sont des microorganismes dont l'implication dans les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote, entre autres, est aujourd'hui clairement identifiée. Leur grande majorité reste non cultivable à ce jour, ce qui freine considérablement leur étude. Parmi les archées, les thaumarchées (Ta) représentent un phylum identifié en 2008. Caractérisées à l'origine par leur capacité à réaliser la première étape de l'oxydation de l'ammonium en nitrite, les Ta sont présentes dans un grand nombre d'environnements aquatiques, mais aussi terrestres. En paléogéochimie, les températures de surface océaniques et lacustres à différents temps géologiques peuvent être estimées à partir d'un indice (TEX86) basé sur la distribution des tétraéthers de Ta dans les sédiments. Ces lipides sont donc des marqueurs environnementaux. L'application du TEX86 aux sols reste questionnable, puisque son évaluation est basée sur l'étude des Ta aquatiques. L'utilisation des tétraéthers comme marqueurs d'environnement dans les sols requiert donc une meilleure connaissance des mécanismes régulant la synthèse et la structure des lipides de ces microorganismes au sein de ces environnements.

L'objectif de ce projet est d'étudier l'impact d'une variation de température sur les Ta du sol. Trois systèmes de complexité croissante sont utilisés. Tout d'abord le profil lipidique à 3 températures comprises entre 20°C et 40°C est en cours d'analyse pour deux souches de Ta terrestres des genres *Nitrosophaera* et *Nitrosotalea*, disponibles en culture pure. En parallèle, des cultures d'enrichissement de Ta, à partir d'un compost végétal et d'un sol parisien organo-minéral, ont été réalisées sur 9 mois, à 3 températures comprises entre 29°C et 65°C. L'effet de la température sur le profil lipidique de chaque souche enrichie permettra de confirmer ou d'infirmer les résultats obtenus sur souches pures. Enfin, des incubations similaires ont été faites en microcosmes, de manière à suivre l'évolution des profils lipidiques archéens directement dans les sols. Les données obtenues jusqu'à présent ont permis de confirmer les enrichissements en culture et l'évolution de la diversité génétique des populations archéennes en fonction de la température.

Temporal variations of near-surface seismic data at the Ploemeur (France) hydrogeological observatory

Marine Dangeard¹, Sylvain Pasquet², Ludovic Bodet¹, Roger Guérin¹, Laurent Longuevergne³, Julien Thiesson¹

1 Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

2 University of Wyoming, Wyoming Center for Environmental Hydrology and Geophysics and Department of Geology and Geophysics, Laramie, Wyoming, USA.

3 Université Rennes I, CNRS, UMR 6118, Géosciences Rennes, 35042 Rennes, France.

Contact: marine.dangeard@upmc.fr

Near-surface seismic methods are mainly used to determine the geometrical characteristics of hydrosystems (and to provide elements that are interesting for hydrogeologists such as separating aquifer layers, setting up systems boundaries, highlighting fractures etc.). Recent methodological advances suggest the high potential of seismic methods to investigate the mechanical properties of the Critical Zone (CZ), by exploiting the full wealth of seismic records. Indeed, the behavior of Shear (S) and Pressure (P) waves in the presence of water is partially decoupled, so that the ratio of their propagation velocities V_P/V_S is strongly linked to water saturation. We propose here a time-lapse application of this approach. Two seismic acquisitions were carried out under distinct hydrogeological conditions along the same line at the Ploemeur hydrogeological observatory (South Brittany, France). Vertical component seismic data were recorded to extract: (i) P-wave first arrival times and (ii) Rayleigh-wave phase velocities. The significant variations with time and space, of both datasets, indicate marked changes in mechanical properties of the CZ that have to be compared to soil moisture variations in the unsaturated zone and groundwater level variations.

Impacts hydrodynamiques des gravières dans la plaine alluviale de la Bassée

Anne Jost ¹, Shuaitao Wang ^{1,2}, Baptiste Labarthe ², Nicolas Flipo ²

¹ Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, METIS, Paris, France.

² Université de recherche Paris Sciences et Lettres, MINES ParisTech, Centre de Géosciences, Fontainebleau, France.

Contact: anne.jost@upmc.fr

La Bassée, vaste plaine alluviale de la Seine située à l'amont de Paris, est une zone humide d'importance nationale, siège d'enjeux stratégiques d'aménagement du territoire. Ceux-ci ont trait à la protection contre les inondations, au transport fluvial, à la préservation de la biodiversité, à l'approvisionnement en eau potable et à l'extraction des matériaux alluvionnaires. L'exploitation intensive des sables et graviers depuis les années 60 a façonné le paysage de la Bassée et conduit à la mise en eau de près de 10% de sa surface. Les gravières ainsi formées interagissent aussi bien avec l'aquifère local des alluvions et l'aquifère régional de la craie que directement avec l'atmosphère. Afin de simuler ces interactions, nous avons développé un module de lac au sein de la plate-forme de modélisation des hydrosystèmes EauDyssée. Les performances de ce nouvel outil ont été évaluées sur un cas synthétique, avant qu'il ne soit intégré au sein du modèle hydrogéologique de la Bassée. Nous nous appuyons sur une simulation transitoire conduite sur une quinzaine d'années pour proposer une première quantification du bilan hydrologique des gravières à l'échelle de la plaine.

Etude du changement d'échelle de la réponse en polarisation provoquée spectrale à l'aide de simulations sur réseaux de tubes

Alexis Maineult (orateur) 1, André Revil (co-auteur) 2, Christian Camerlynck (co-auteur) 1, Nicolas Florsch (co-auteur) 3, Konstantin Titov (co-auteur) 4

1 Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

2 ISTERre, CNRS, UMR CNRS 5275, Université de Savoie Mont-Blanc, 73370 Le Bourget du Lac, France. 3 Sorbonne

Universités, UPMC Univ Paris 06, IRD, UMI 209 UMMISCO, 32 Av. Henry Varagnat, 93140 Bondy, France. 4 St.

Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, 7-9 Universitetskaya naberezhnaya, 199034 St. Petersburg, Russia.

Contact: alexis.maineult@upmc.fr

Afin d'effectuer le changement d'échelle de la réponse en polarisation provoquée spectrale (PPS) des milieux poreux, de l'échelle du pore à celle de l'échantillon, nous avons implémenté une procédure pour calculer la réponse en résistivité complexe de réseaux de tubes aléatoires. Un réseau est constitué d'une maille carré bidimensionnelle de tubes connectés entre eux, dont les rayons obéissent à une loi de distribution donnée.

L'impédance électrique de chaque tube suit un modèle de résistivité de Pelton local, avec des valeurs identiques de la résistivité, de la chargeabilité, du coefficient de diffusion, et de l'exposant de Cole-Cole pour chaque tube. Seule la constante de temps, liée au coefficient de diffusion, change, car elle dépend du rayon de chaque tube. La réponse PPS macroscopique du réseau est obtenue en résolvant les lois de conservation de la charge électrique.

Des simulations sur des réseaux corrélés ou non corrélés (pour lesquels la distribution des rayons est telle que le logarithme décimal du rayon est normalement distribué), montrent:

1) que la résistivité complexe macroscopique obéit elle-aussi à un modèle de résistivité de Pelton

2) que les paramètres des modèles locaux et macroscopiques sont identiques (i.e., résistivité, chargeabilité et coefficient de diffusion), sauf l'exposant de Cole-Cole. Sa valeur macroscopique diminue lorsque l'hétérogénéité du milieu croît (i.e., lorsque l'écart-type de la distribution de rayons augmente), comparée à la valeur locale.

En conclusion, la méthode des réseaux de tubes semble être un outil prometteur pour l'étude du changement d'échelle de la réponse PPS des milieux poreux.

Communautés dénitrifiantes en milieu aquatique : application à l'étude de la résistance aux antibiotiques de souches autochtones

Laurence Millot-Cornette¹, Anne-Julie Chevrel¹, Anniët Laverman², Céline Roose Amsaleg¹

¹ UMR 7619 METIS, Structure et fonctionnement des systèmes hydriques continentaux

² UMR 6553 Ecobio, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu

Contact: laurence.millot@upmc.fr

Les milieux aquatiques sont la cible de nombreuses pollutions anthropiques qu'elles soient d'origine biogène comme les composés azotés ou xénobiotiques comme les antibiotiques. Les bactéries dénitrifiantes, organismes facultativement anaérobiques, sont capables de transformer le nitrate (NO₃⁻) en diazote gazeux (N₂) en absence d'oxygène. Ce processus joue un rôle important dans l'élimination d'azote dans l'environnement ou en station d'épuration. Dans les rivières, les eaux de surface et les sédiments, des quantités d'antibiotiques de l'ordre du ng.L⁻¹ sont détectées, faibles concentrations (jusqu'à 0.1 µg.L⁻¹) pouvant sélectionner une souche résistante dans une population de colonies d'une même espèce. Notre objectif était de caractériser ces souches dénitrifiantes pour permettre leur utilisation comme modèles d'étude *in vitro* notamment leur résistance aux antibiotiques.

Des souches dénitrifiantes ont été isolées de différents environnements : 5 des sédiments de rivières (Charmoise, dans le bassin de l'Orge du bassin de la Seine), 2 de sédiments marins (Golfe de Gascogne). Elles ont été caractérisées par des techniques de microbiologie classiques : Coloration de Gram, galerie API et moléculaires : PCR, clonage, séquençage. En outre, a été testée leur tolérance à des antibiotiques couramment retrouvés en milieu aquatique. Ainsi ont été réalisés des antibiogrammes pour 10 antibiotiques et aussi des cultures en conditions dénitrifiantes en présence de 3 antibiotiques.

Analyse spatiale et temporelle de la morphologie du chenal du Rhône du Léman à la Méditerranée

Elsa Parrot (orateur) ¹, Hervé Piégay (co-auteur) ², Michal Tal (co-auteur) ³

¹ METIS, UMR 7619 – UPMC

² Environnements Villes et Sociétés, UMR 5600 – ENS de Lyon

³ CEREGE, UMR 7330 – Aix-Marseille Université

Contact: elsa.parrot@upmc.fr

Cet étude porte sur l'organisation longitudinale du lit du Rhône français et son évolution depuis plus d'un siècle afin d'améliorer la gestion des sédiments du fleuve. Elle décrit d'abord la complexité géographique, géologique, et hydrologique des 512 km du système fluvial. Les extractions, l'endiguement, la chenalisation et les aménagements hydroélectriques ont simplifié le tracé latéral du chenal, incisé et pavé le fond du lit et appauvri les habitats aquatiques et riverains. Cette étude caractérise ensuite plus précisément les dynamiques de fond. Elle repose sur des données bathymétriques de 1897-2010 et sur des données granulométriques issues de plus de 300 prélèvements réalisés dans le cadre de ces travaux sur l'ensemble du linéaire. Un protocole d'échantillonnage homogène a été spécialement élaboré. Les variations altimétriques du lit (zones de stockage-érosion et faciès morphologiques) et sa composition granulométrique (zones pavées ou comblées par des fines) ont été caractérisées afin d'évaluer la mobilité potentielle de la charge de fond, les apports des affluents et l'impact des ouvrages sur les conditions de transport. Il ressort 1) que l'incision du lit est principalement due à la chenalisation, 2) que les aménagements hydroélectriques ont compartimenté le continuum en provoquant le stockage de sédiments fins dans certaines retenues et en favorisant le pavage dans les vieux Rhône à l'aval de Lyon et 3) qu'une dynamique résiduelle subsiste lors de crues majeures avec une remobilisation modérée de la charge de fond. Les données des secteurs les plus pavés ont été intégrées dans un modèle hydraulique 1D permettant de quantifier la capacité de transport et le débit solide et confirmant les résultats précédents. Ces travaux permettent de formuler des recommandations de gestion durable et de restauration écologique du fleuve telles que l'ouverture des vannes de fond en crue, la modification des consignes aux barrages ou la réinjection de graviers.

Dissémination de l'antibiorésistance dans les hydrosystèmes de surface : un observatoire pour l'étude de l'impact sur le résistome environnemental.

Fabienne Petit

UMR CNRS M2C, FR CNRS 3730 SCALE <https://scale.univ-rouen.fr/>

Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75005 PARIS, France

Contact : Fabienne.petit@upmc.fr ou fabienne.petit@upmc.fr

Un des enjeux majeurs des prochaines décennies sera l'évaluation de la vulnérabilité et la résilience des eaux à la contamination par des bactéries d'origine fécale qui, dans les pays industrialisés, s'accompagne d'une contamination par des molécules médicamenteuses prescrites en médecine humaine ou vétérinaire (Millenium Ecosystem Assessment, <http://milleniumassessment.org>, OMS 2015). Parmi ces molécules, les antibiotiques ont un caractère unique : contaminants émergents des environnements aquatiques, leur usage intensif en médecine humaine et animale est aussi responsable de l'accroissement de la résistance bactérienne aux antibiotiques. Un des défis des scientifiques sera donc d'évaluer la contamination et le devenir des bactéries antibiorésistantes en fonction des prescriptions/consommations en antibiotiques sur les bassins versants, en identifiant les sources et zones où ces bactéries peuvent se maintenir ou disparaître (vasières biofilms). Les résultats de deux études pilotes sur le devenir des bactéries antibiorésistantes, et les supports génétiques correspondants, menées dans le cadre de la ZA Seine sur deux continuum (hôpital rivière ; agricoles (Projet FLASH) et dans un hydrosystème karstique (SO karst) illustreront l'intérêt de ces approches multidisciplinaires pour l'élaboration d'outil d'aide à la décision, proposé au ministère de la santé en 2015 (suivi des intégrons cliniques dans l'environnement comme outil de prédiction d'un danger). Sur la base de ces résultats, et des réflexions menées dans le cadre du rapport 1Carlet, sur le thème « antibiorésistance et environnement », une proposition d'observatoire de l'antibiorésistance est à l'étude dans la ZA Seine (projet ODSAH) et au sein du SNO Karst.

1Carlet J. & LeCoz P.,(2016)

Modélisation des processus d'accumulation et de fonte de la neige par la simulation du profil de température du manteau.

Philippe Riboust (orateur) ¹, Nicolas Le Moine (co-auteur) ², Guillaume Thirel (co-auteur) ³, Pierre Ribstein (co-auteur) ⁴

¹ Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 Metis, 4 place Jussieu, 75005 PARIS, France
² Irstea, Unité de recherche Hydrosystèmes et Bioprocédés 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS 10030, 92761 Antony cedex

Contact: philippe.riboust@upmc.fr

En montagne, les précipitations sous forme de neige s'accumulent lors de l'hiver et sont libérées lors de la fonte printanière. Ce processus de stock et de fonte doit absolument être pris en compte pour la prévision des débits. La fonte du manteau neigeux implique un pic de débit printanier qui, lorsqu'il est important ou couplé à des pluies, peut provoquer de fortes inondations. En plus de cet enjeu, les gestionnaires de ressources en eau sont dépendants de ce réservoir neige, que ce soit pour la gestion de la production hydroélectrique ou bien la gestion des étiages. Ainsi améliorer la simulation du stock nival permettrait d'améliorer la prévision des débits.

L'objectif de cette étude est de créer un module de neige qui soit capable non seulement de simuler une lame de fonte mais également de simuler la quantité d'eau stockée sous forme de neige en montagne. Le module neige doit pouvoir simuler ces données en utilisant uniquement les données de températures et de précipitations en forçage, tout en restant le plus parcimonieux possible.

La création de ce module neige se réalise en deux étapes. La première est de représenter le forçage appliqué à la surface de la neige. Celui-ci est en parti défini par les radiations solaires et atmosphériques qui ont été modélisés en utilisant la variation journalière de températures. Couplé à ce module de radiation, le module de manteau neigeux va simuler les gradients de température verticaux. Représenter ces gradients de températures va permettre de connaître l'état thermique de la neige et ainsi de mieux prévoir son changement de phase et donc la quantité d'eau de fonte.

Etudes de virus de rivières par interférométrie

Céline Roose-Amsaleg, Claude Bocarra, Yasmina Feddala Josette Garnier, Catherine Veynien-Briand, Laurence Millot-Cornette, Martine Boccara

Nous avons développé un nouveau microscope qui permet d'analyser des nanoparticules dans des environnements marins ou d'eau douce comme les rivières. Ici nous présentons quelques applications de cette méthode à des échantillons prélevés dans le bassin de la Seine. Cette méthode rapide a mettre en œuvre est bonne adéquation avec des méthodes "plus lourdes" comme le séquençage ou la microscopie électronique.

Estimation of the base flow time constant for global scale applications

Ana Schneider¹, Agnès Ducharne¹, Anne Jost¹, Tom Gleeson²

¹ UMR 7619 METIS, Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, 75005 Paris, France

² Department of Civil Engineering and School of Earth and Ocean Sciences, University of Victoria, Victoria, Canada

Contact: ana.schneider@upmc.fr

Base flow is a critical element for sustaining river flow, and is an important part of the water cycle, resulting in several methods over the years to estimate its value. The base flow time constant (τ) is a key element to estimate base flow in regions with no discharge measurements, and in global-scale land surface models (models with simple groundwater scheme). τ represents the mean amount of time for the groundwater to reach the stream in a given catchment in absence of rain. We estimated τ using a solution of the Boussinesq equation in the exponential form for unconfined sloping aquifers. τ depends on effective porosity, effective transmissivity, aquifer slope, and distance to the river (estimated from drainage density). A sensitivity analysis was made by using different datasets for porosity (total and effective), aquifer depth (three sets varying from 20 to 200 m), and drainage densities (calculated using HydroSHEDS river network, and a river network extracted from HydroSHEDS data, constrained by lithology, climate, slope, and observed drainage densities) in two different resolutions (7.5' and 30'). The use of a higher resolution resulted in no significant changes to median values, and increased τ range. The main uncertainty factor of τ is drainage density, and the use of a data constrained by environmental parameters improved τ results when compared to literature values. Aquifer depth and porosity variations resulted in no major changes in τ , reducing its uncertainty since both parameters are difficult to acquire at global scale.

CocoNuts, un outil web-carto et web-graphique d'exploration d'observations environnementales

Corentin SOUTON¹, Marie SILVESTRE², Vincent THIEU¹

1 : Sorbonne Universités, UPMC, Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR7619 Metis, Paris, FR

2 : Sorbonne Universités, UPMC, Univ Paris 06, CNRS, FR3020 FIRE, Paris, FR

Contact: corentin.souton@upmc.fr

Type de communication : Poster

Résumé:

La base de données DoNuts a été créée pour proposer un accès standard et structuré à une sélection de données environnementales d'intérêts, homogénéisées et documentées. Au delà d'une solution d'archivage pérenne et d'un point d'accès unique à des données issues de différentes sources (réseaux de mesure nationaux, équipes de recherche, etc.), cette base a également été conçue pour permettre la diffusion et l'exploration des données sur le web.

Une solution basée sur des technologies web-cartographique et web-graphique a ainsi été développée afin d'offrir un accès simple (ne nécessitant pas de connaissances techniques) aux données de la base DoNuts. Cette application, CocoNuts, est hébergée au sein de l'UMR METIS. CocoNuts propose un ensemble de fonctionnalités facilitant la sélection, l'exploration, l'analyse et le téléchargement de chroniques d'observations pour des stations géo-référencées. Les différentes briques technologiques qui composent de l'architecture de CocoNuts, ainsi que les fonctionnalités proposées par l'interface seront présentés en détail.

Dans cette interface web, après authentification, l'utilisateur peut parcourir une liste de projets thématiques à consulter qui s'ouvriront sur un premier volet, cartographique. L'analyse des données s'initie alors avec l'identification des stations de mesures au travers d'une interface web-cartographique (technologies Libres : QGIS Server, Lizmap Web Client) où plusieurs méthodes de sélection ont été développées sur-mesure afin d'intégrer les besoins spécifiques des chercheurs de METIS/FIRE (sélection par tronçons hydrologiques, en amont d'un exutoire, etc.).

L'analyse se poursuit au travers du deuxième volet d'exploration web-graphique (bibliothèque Javascript HighCharts) et les variables d'intérêts sont proposées en variation saisonnière ou le long d'un profil. L'utilisateur a alors la possibilité de représenter les chroniques de plusieurs variables en parallèle pour l'ensemble des stations de mesures sélectionnées et avec une résolution temporelle paramétrable. Les données (mesures et couches géographiques des stations) peuvent enfin être téléchargées et sont accompagnées des informations de métadonnées indispensables à leur réutilisation.

Riparian wetlands delineation: challenges and advances at the global scale

Ardalan Tootchi ¹, Agnès Ducharne ¹, Anne Jost ¹

¹ UMR 7619 METIS, Sorbonne Universités, UPMC, CNRS, EPHE, 75005 Paris, France

Contact: ardalan.tootchifatidehi@upmc.fr

Wetland hydrology is an important key player in the Earth climate system, both because of its feedbacks to the atmosphere and role in methane emission. The water table depth (WTD) plays an important role for the wetlands' formation and biogeochemistry. In riparian areas, WTD is closely tied to stream levels, especially when groundwater converges in valleys as base-flow. There exists a number of global datasets that either explicitly categorize different wetland classes (swamps, marshes, bogs, coastal wetlands, etc. as in GLWD), or land-cover datasets which locate permanent/temporary wetlands (e.g. GLC2000 and ESA-CCI). In addition to these, satellite imagery has helped identify inundated areas (like GIEMS and G3WBM). The former lacks coherence of wetland definition among different countries or organizations, while the latter neglects near saturated wetlands (e.g. upland Amazon basin). Moreover, there are extensive spatial disagreement on wetland distribution among these datasets and they are the land type with the lowest agreement (Nakaegawa, 2012).

In this study, in order to prepare a comprehensive global wetland dataset to be employed as input to climate models, several methods are tested with the use of GIS softwares. These methods are based on TI [topographic index derived from TOPMODEL (Beven & Kirkby, 1979)] to identify potentially wet areas. They rely on global scale DEMs at different resolution (HYDRO1K at 30"≈ 1km, to HydroSHEDS at 3"≈ 100m), with variant forms of TI using climatic properties (e.g. rainfall and evapotranspiration rates) and/or soil transmissivity along with topography.

Comparison of the results to above-discussed datasets, despite their inconsistencies, reveals that our method is in good agreement with the geographic distribution of observed and documented wetlands, while capable of delineating very small wetlands (order of 0.25 km² to 0.1 km²). Additionally, since we present a unique definition of wetlands, it will be more convenient for using in climate models

Effets de la dégradation sur la signature isotopique du bois : incubation en microcosme aquatique

Romain Tramoy¹, Thanh Thuy Nguyen Tu², Veronique Vaury³, Mathieu Sebiloz³, Laurence Millot Cornette², Celine Roose-Amsaleg², Johann Schnyder¹

¹ Sorbonne universités, CNRS, UPMC, UMR 7193, ISTEP, France

² Sorbonne universités, CNRS, UPMC, EPHE, UMR 7619, METIS, France

³ Sorbonne universités, CNRS, UPMC, INRA, IRD-Paris Diderot-UPEC, UMR7618, IEES, France

Contact: romain.tramoy@gmail.com & Thanh-Thuy.Nguyen_Tu@upmc.fr

La teneur en isotopes stables de la matière organique (MO) des sols et des sédiments est souvent utilisée pour reconstituer ses sources et ses environnements de formation. De telles reconstitutions requièrent toutefois de bien comprendre les effets de la dégradation et de la diagenèse sur la composition isotopique de la MO. Dans ce cadre, cette étude visait à documenter les effets de la dégradation en milieu aquatique sur le $\delta^{13}\text{C}$ et le $\delta^{15}\text{N}$ du bois. Pour ce faire, des échantillons de bois (*Sciadopitys verticillata*, Coniférale actuelle) ont été incubés dans de l'eau de rivière ou de l'eau ultrapure pendant 18 mois, et ont fait l'objet d'un suivi biogéochimique.

Les rondelles de bois présentent une décroissance linéaire de leur masse avec le temps pour atteindre une perte en masse totale de 10% dans l'eau ultrapure et 30% dans l'eau de rivière. L'observation macroscopique des rondelles incubées dans l'eau ultrapure montre qu'elles sont progressivement colonisées par des champignons de type pourriture molle tandis qu'il s'agit plutôt de pourriture blanche dans l'eau de rivière. La plus grande efficacité de la pourriture blanche par rapport à la pourriture molle, en termes de dégradation du bois, est vraisemblablement responsable de la plus grande perte en masse des échantillons d'eau de rivière par rapport à l'eau distillée. La caractérisation des communautés microbiennes des microcosmes par la méthode Biolog a montré que la diversité fonctionnelle des communautés bactériennes était similaire dans les deux types d'eau. Toutefois, les potentialités d'activité métabolique bactérienne se sont avérées supérieures dans l'eau distillée par rapport à l'eau de rivière, alors que c'est dans l'eau de rivière que la perte en masse des rondelles était la plus grande. Ces résultats confirment que ce sont bien les champignons les principaux agents de la dégradation du bois, avec une efficacité accrue de la pourriture blanche par rapport à la pourriture molle.

Au cours de la dégradation, la teneur en carbone des échantillons montre des fluctuations complexes alors que leur $\delta^{13}\text{C}$ reste relativement stable dans les deux types d'eau, suggérant que malgré une dégradation certaine du bois, sa composition isotopique en carbone n'est pas significativement modifiée. Les compositions élémentaire et isotopique en azote présentent une dynamique différente dans les deux types d'eau avec une variabilité ~ 5 fois supérieure à celle observée pour le carbone, permettant malgré tout de mettre en évidence l'intégration d'une quantité substantielle de MO microbienne à la MO préexistante, après 18 mois de dégradation. Ces résultats confirment le fort impact de la diagenèse précoce sur les variations de $\delta^{15}\text{N}$ de la matière organique (au contraire du carbone). La diagenèse précoce semble cependant contribuer à lisser les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ des différentes composantes d'un environnement. Paradoxalement, elle n'empêcherait donc pas les reconstructions paléoenvironnementales basées sur l'utilisation du $\delta^{15}\text{N}$.