



Journée Scientifique METIS

21 Janvier 2020

Centre International de Conférences SU

Tour 44, 1^{er} étage



PROGRAMME

8h45-9h30 : **Accueil café**

9h30-9h50 : **Rembert** et *al.*, Geoelectrical signature of dissolution and precipitation processes in a synthetic carbonate sample

9h50-10h10 : **Le Bayon** et *al.*, Caractérisation de l'exposition pulmonaire aux perturbateurs endocriniens adsorbés sur des particules atmosphériques urbaines de différentes tailles granulométriques : approches chimique et biologique *in vitro*

10h10-10h30 : **Pazdniakou** et *al.*, Transports à deux phases avec gradient thermique dans des milieux poreux fracturés

10h30-10h50 : **Al-Yaari** et *al.*, Apport de la télédétection spatiale de l'humidité du sol pour étudier l'origine du biais chaud des simulations CMIP5 aux États-Unis

10h50-11h10 : **Pause café / Posters**

11h10-11h55 : **Datry**, Intermittent rivers and ephemeral streams: a challenge for freshwater science and management

11h55-12h15 : **Belemtougri** et *al.*, Influence de la lithologie, du climat et de la topographie sur la durée de l'intermittence des cours d'eau au Burkina Faso.

12h15-13h45 : **Pause Repas / Posters**

13h45-14h30 : **Nguyen**, Innovation in near-surface geophysics: going beyond state-of-the-art imaging

14h30-14h50 : **Blazevic** et *al.*, Time-lapse seismic and electrical monitoring of the vadose zone during a controlled infiltration experiment at the Ploemeur Hydrological Observatory (Brittany, France)

14h50-15h10 : **Véquaud** et *al.*, Influence des paramètres environnementaux sur les lipides bactériens dans les sols des Alpes françaises : implications sur les reconstructions paléo-environnementales.

15h10-15h50 : **Pause café / Galette**

15h50-16h10 : **Maineult** et *al.*, De l'utilisation des réseaux d'impédances complexes pour simuler la réponse en polarisation provoquée spectrale des mélanges sable-pyrite

16h10-16h30 : **Lestel** et *al.*, Impact écologique des aménagements de la Seine en aval de Paris (XIXe-XXe siècle)

16h30-16h50 : **Guérin** et *al.*, Characterization of the vadose zone above an abandoned underground quarry of Chalk, using different geophysical tools

16h50-17h30 : **Cérémonie de clôture et remise des prix (meilleure présentation d'un non permanent, meilleurs posters)**



CONFERENCES INVITEES

Datry, Intermittent rivers and ephemeral streams: a challenge for freshwater science and management **6**

Nguyen, Innovation in near-surface geophysics: going beyond state-of-the-art imaging **7**

PRESENTATIONS ORALES

- Rembert** et al., Geoelectrical signature of dissolution and precipitation processes in a synthetic carbonate sample **8**
- Le Bayon** et al., Caractérisation de l'exposition pulmonaire aux perturbateurs endocriniens adsorbés sur des particules atmosphériques urbaines de différentes tailles granulométriques : approches chimique et biologique *in vitro* **9**
- Pazdniakou** et al., Transports à deux phases avec gradient thermique dans des milieux poreux fracturés **10**
- Al-Yaari** et al., Apport de la télédétection spatiale de l'humidité du sol pour étudier l'origine du biais chaud des simulations CMIP5 aux États-Unis **11**
- Belemtougri** et al., Influence de la lithologie, du climat et de la topographie sur la durée de l'intermittence des cours d'eau au Burkina Faso. **12**
- Blazevic** et al., Time-lapse seismic and electrical monitoring of the vadose zone during a controlled infiltration experiment at the Ploemeur Hydrological Observatory (Brittany, France)* **13**
- Véquaud** et al., Influence des paramètres environnementaux sur les lipides bactériens dans les sols des Alpes françaises : implications sur les reconstructions paléo-environnementales. **14**
- Maineult** et al., De l'utilisation des réseaux d'impédances complexes pour simuler la réponse en polarisation provoquée spectrale des mélanges sable-pyrite **15**
- Lestel** et al., Impact écologique des aménagements de la Seine en aval de Paris (XIXe-XXe siècle) **16**
- Guérin** et al., Characterization of the vadose zone above an abandoned underground quarry of Chalk, using different geophysical tools **17**

PRESENTATIONS POSTERS

- Allain** et *al.*, Caractérisation de la matière organique extractible à l'eau des végétaux : Vers une meilleure compréhension des sources de matière organique dissoute lors du dégel de pergélisols **18**
- Alliot** et *al.*, Les feuilles de platanes: un bio-indicateur intégratif pour mesurer les concentrations de composés organiques semi-volatils dans l'air **19**
- Collin** et *al.*, Impact de la température sur les thaumarchées du sol **20**
- Finco** et *al.*, SCYLLA : Une interface Matlab pour la modélisation multi-paramètres, multi-configurations et l'analyse de sensibilité pour la méthode géophysique électromagnétique inductive (EMI) **21**
- Huguet** et *al.*, Traçage des sources de la matière organique dans l'estuaire de Seine via l'utilisation de biomarqueurs lipidiques **22**
- Jougnot** et *al.*, Comparing pore network modelling and an analytical flux averaging approach to determine the effective excess charge density for streaming potential generation in porous media **23**
- L'Hermite** et *al.*, Fonctionnement hydrogéologique d'un ancien site minier : données et modélisation numérique **24**
- Mendieta** et *al.*, Experimental characterization of clays using spectral induced polarization **25**
- Yan** et *al.*, Long term evolution of greenhouse gas from reservoirs and its implications: A global analysis **26**

Intermittent rivers and ephemeral streams: a challenge for freshwater science and management



Thibault Datry

INRAE, Lyon, France, thibault.datry@inrae.fr

For several centuries, freshwater research has focused on perennial rivers and streams which flow all year round. However, those which don't, because they cease to flow or dry up completely at some stage in space and time, (hereafter intermittent rivers and ephemeral streams, IRES), are a very recent addition to the field, although they comprise more than half of the global river network and dominate in many areas, including Mediterranean regions. Concepts that have guided studies of biological communities and biogeochemical fluxes, and material exchange between rivers and the atmosphere, land, ocean and groundwater presume perennial flow and continuous hydrological connectivity. In IRES, the loss of hydrological continuity affects virtually all ecological processes, including the evolution, dispersal and habitat selection of aquatic and terrestrial species.

Owing to the recent and intense research efforts on IRES ecology, our views of the roles that rivers play in maintaining biodiversity, vital ecological processes, and controlling material fluxes is expanding exponentially. Most river networks are composed of IRES, whose prevalence is increasing due to global change. IRES are dynamic mosaics of aquatic and terrestrial habitats, each hosting rich and unique biotic communities, some contributing substantially to key ecosystem functions such as the decomposition of the terrestrial litter. But IRES are not only ecosystems on which concepts developed for perennial systems have been tested; they are today model arenas to progress general ecology. For example, community ecology has progressed rapidly owing to the recognition that local communities are shaped by both local (biotic interactions, responses to abiotic environmental conditions) and regional (dispersal of species in a region) processes. However, research on freshwater metacommunities offered ambiguous explanations for the relative importance of local vs regional processes and most developments on metacommunities have considered both biological communities and their habitats as relatively stable, limiting our understanding of the temporal dynamics. IRES provide especially suitable arenas for examining metacommunity organisation in an extremely dynamic setting, where aquatic and terrestrial communities alternate periodically locally and coexist in a drainage network. Metacommunity organisation in the wet and dry phases of IRES are closely intertwined and affect the succession of each other. However, conceptual developments are needed to incorporate such temporal variability. More globally, such ecological setting offers a unique opportunity to bring together the concepts, questions, approaches and methodologies from lotic, lentic, and terrestrial ecology, to increase our knowledge and manage these rivers more effectively. Such approaches will not only help advance the science of IRES, they will also help to develop new theories and models, and design management plans and policies for all dynamic ecosystems facing global change.

In this talk, I'll illustrate these ideas through data collected and ideas shared in PhD and postdoctoral projects in my department and in global collaborative projects, such as the 1000 Intermittent River Project and the SMIRES Cost Action. I'll also provide a roadmap to stimulate further developments of IRES research and other highly dynamic and fascinating ecosystems.



Innovation in near-surface geophysics: going beyond state-of-the-art imaging

Frédéric Nguyen

UR Urban & Environmental Engineering, Université de Liège, Belgique

Geophysical methods have gained in popularity with the increasing simplicity and availability of multi-channel and wireless data acquisition systems and powerful imaging softwares. The increase in temporal resolution has allowed to monitor complex systems ranging from in-situ tracer or amendments injection to moisture content monitoring at various scales. With the increased survey speed, larger areas and 3D imaging are now readily available with standard equipment. As a result, this has led to new developments and challenges in terms of fundamental understanding of "rock-physics" opening new multidisciplinary research areas, multi-modal data assimilation and uncertainty quantification, all of which where geophysics may play a key role in providing insights on subsurface processes for the critical zone.



Geoelectrical signature of dissolution and precipitation processes in a synthetic carbonate sample

Flore Rembert, Damien Jougnot, Roger Guerin, Pierpaolo Zuddas

Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, 75005 Paris, France

Precipitation and dissolution are prime processes in carbonate rocks and being able to monitor them is a major deal of reservoir exploitation for geo-resources (water, gas) or geological storage (CO₂, H₂, waste). The self-potential (SP) method is a passive geophysical technique sensitive to water fluxes and concentration gradients. This feature allows to reconstruct mixing and reaction zones between fluids as saline intrusions or contaminant plumes, or to study the effect of chemical reactions between the fluid and a reactive matrix as groundwater in carbonate rocks. In case of important diffusion in ionic solutions, cations and anions can have different mobilities. If this happens, the resulting separation of ionic charges is neutralised by an electrostatic field called fluid junction potential. We carried out a two months laboratory experiment to monitor SP signal generated by chemical variations in a synthetic medium composed of pure calcite grains. Three different solutions were injected to alternatively dissolve or precipitate calcite in the sample. The sample is equipped with four aligned non-polarizable Ag/AgCl electrodes in order to monitor the fluid propagation and the ionic concentration gradients through the medium. Moreover, we conducted chemical analyses of the downstream fluid to monitor its ionic composition and get the concentration gradients of all dissolved ions over the entire column. Following a theoretical framework, we used a physically based analytical model to relate our SP signals to ionic concentrations of a multicomponent electrolyte. We find that dissolution and precipitation generate measurable SP signals because of chemical reactions and ions substitutions. These findings open the possibility to better understand SP signals in natural media and possibly use them to monitor in situ reactivity.



Caractérisation de l'exposition pulmonaire aux perturbateurs endocriniens adsorbés sur des particules atmosphériques urbaines de différentes tailles granulométriques : approches chimique et biologique *in vitro*

Diane Le Bayon¹, Elodie Guigon¹, Lucie Oziol², Fabrice Alliot¹, Sylvie Derenne¹

¹Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

²Paris-Sud University, CNRS, AgroParisTech, Paris-Saclay University, UMR 8079 ESE, France

Depuis le développement industriel, les émissions de molécules dans l'atmosphère se sont diversifiées et intensifiées, entraînant une augmentation de la pollution atmosphérique à laquelle les humains sont chroniquement exposés, en particulier dans les zones urbaines. Le lien entre l'exposition aux polluants atmosphériques et de nombreuses maladies cardio-pulmonaires est maintenant bien établi, et de nombreuses études suggèrent qu'elles sont principalement dues aux particules en suspension dans l'air. Ainsi, les particules (PM) actuellement réglementées sont celles dont le diamètre est inférieur à 10 µm (PM10) et inférieur à 2,5 µm (PM2,5) ; elles peuvent atteindre la partie thoracique des voies respiratoires et les alvéoles pulmonaires, respectivement (plus les particules sont fines, plus elles peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires). Outre leur taille, leur composition a un impact sur les effets sanitaires qui en résultent : les particules sont constituées d'une fraction inorganique et d'une fraction organique qui peut adsorber de la matière biologique ou des composés organiques semi-volatils (COSV). Or parmi ces COSV adsorbés, beaucoup sont des perturbateurs endocriniens (PE) suspectés ou avérés. Ces derniers peuvent contribuer, individuellement ou en mélange, au potentiel intrinsèque de perturbation endocrinienne de la pollution atmosphérique et peuvent provoquer des troubles hormonaux chez l'homme.

Dans ce contexte général, cette étude a pour but d'appréhender les risques sanitaires associés à l'exposition aux particules atmosphériques urbaines selon leur taille et leur composition en composés PE. Ainsi, des particules atmosphériques appartenant à 2 classes granulométriques (PM10 et PM2,5) ont été collectées à Paris, sur le site de Jussieu. Dans un premier temps, une large gamme de perturbateurs endocriniens (59 molécules) a été recherchée dans chaque classe de particules, par analyse chimique. Par la suite, les particules collectées ont été testées pour leur potentiel perturbateur endocrinien à l'aide de tests biologiques *in vitro* (tests de transactivation pour l'oestrogénicité, l'anti-androgénicité). Les premiers résultats indiquent que la fraction la plus fine collectée, les PM2,5, adsorbe les plus fortes concentrations des 59 polluants organiques analysés, par rapport aux PM10 (pour les phtalates, jusqu'à 5 fois plus que la fraction des PM10). Et les essais biologiques fait conjointement montrent que c'est la fraction des PM2,5 qui présente le plus grand potentiel de perturbation endocrinienne oestrogénique, comparativement à la fraction des PM10. Ces premiers résultats, considérant à la fois la distribution des perturbateurs endocriniens et les effets biologiques selon la taille des particules, soulèvent de nouvelles questions sur les risques pour la santé associés aux particules atmosphériques.



Transports à deux phases avec gradient thermique dans des milieux poreux fracturés

A. Pazdniakou, P.M. Adler

Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

Les situations physiques dans lesquelles interagissent des écoulements gaz-liquide avec convection-diffusion de soluté et de traceur, et transfert de chaleur sont extrêmement nombreuses. Outre les situations classiques de nappes de polluants dans le sol, nous pouvons citer le pompage barométrique qui accélère le transfert d'un traceur contenu une source souterraine, la conservation des grottes ornées...

L'originalité de cette recherche tient dans l'approche des milieux poreux fracturés. Les fractures sont considérées comme des surfaces pouvant être non planes ; elles sont dotées de propriétés de transport comme par exemple la transmissivité. Elles interagissent avec le milieu poreux environnant. De plus, les phénomènes considérés dépendent du temps dans leur grande majorité.

Les équations correspondantes sont résolues par un code intégré qui traite des équations de Darcy pour l'écoulement, l'équation de convection-conduction pour la température, ainsi que l'équation de convection-diffusion pour le traceur. La structure du code qui est entièrement parallélisé sera brièvement décrite.

Nous nous attacherons surtout à décrire quelques applications de cet outil général.



Apport de la télédétection spatiale de l'humidité du sol pour étudier l'origine du biais chaud des simulations CMIP5 aux États-Unis

Amen Al-Yaari¹, Agnès Ducharne¹, Frédérique Cheruy², Wade T. Crow³, Jean-Pierre Wigneron⁴

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*Laboratoire de Météorologie Dynamique, IPSL, CNRS, Sorbonne Universités, Paris, France*

³*Hydrology and Remote Sensing Lab, USDA ARS, Beltsville, MD, USA*

⁴*INRA, UMR, 1391 ISPA, Villenave d'Ornon, France*

La recherche sur le climat est ponctuée par les rapports de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), qui a pour objectif d'établir régulièrement un bilan des connaissances sur le changement climatique. Le 5ème rapport contenait les résultats du cinquième projet d'inter-comparaison des modèles couplés (CMIP5). L'existence de biais chauds et secs (déficit de précipitation) systématiques en été est un défaut connu de nombreux modèles de climat ayant participé à CMIP5 notamment dans les régions de transition entre climats humides et secs, où les interactions surface/atmosphère contribuent à l'aridification du climat futur. Une de ces régions recoupe très bien la zone des Grandes Plaines aux USA. L'étude présentée ici explore les liens entre l'humidité du sol et les températures/précipitations de simulations climatiques par 20 modèles ayant participé à CMIP5. Les biais sont calculés par comparaison aux observations correspondantes: SMOS-ESA (Soil Moisture and Ocean Salinity), CRU (Climatic Research Unit), et GPCP (Global Precipitation Climatology Project). Les résultats obtenus montrent que les biais chaud et sec exhibés par la plupart des modèles climatiques en été semblent liés à la sous-estimation de l'humidité du sol. Ce déficit d'humidité pourrait s'expliquer par l'absence d'irrigation dans ces modèles alors que les Grandes Plaines sont un hot-spot de l'irrigation, alimentée par l'aquifère Ogalla, au niveau mondial. Ces biais pourraient donc être atténués en tenant compte de l'alimentation de l'humidité des sols par l'irrigation. Ce travail offre de nombreuses perspectives pour améliorer la modélisation hydro-climatique grâce aux observations satellitaires micro-ondes.



Influence de la lithologie, du climat et de la topographie sur la durée de l'intermittence des cours d'eau au Burkina Faso.

Axel Belemtougri^{1,2}, Agnès Ducharne², Harouna Karambiri¹

¹Laboratoire Eau HydroSystème et Agriculture (LEHSA), Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), Ouagadougou, Burkina Faso.

²Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

La localisation précise des cours d'eau et leurs caractéristiques (caractère intermittent ou permanent) constituent des informations essentielles pour la quantification et la gestion des ressources en eau. De nombreuses études estiment que les cours d'eau intermittents pourraient représenter plus de 50% de l'ensemble des cours d'eau dans le monde. De nos jours, une tendance à l'assèchement des cours d'eau est observée. De nombreuses études prévoient à l'horizon futur un accroissement du nombre de cours d'eau intermittents, ce qui suscite depuis quelques années un intérêt grandissant sur l'écosystème de ces cours d'eau et les possibles répercussions sur la disponibilité de la ressource. Au Burkina Faso en particulier, pays marqué par un fort gradient pluviométrique entre le Nord et le Sud (600 mm à 1200 mm), les cours d'eau intermittents représentent souvent pendant la saison sèche (7 mois sur 12), la seule source importante d'eau disponible pour l'irrigation. Dans un contexte futur de variabilité climatique accrue, et où il est prévu une hausse des températures, il apparaît nécessaire de connaître et comprendre les paramètres contrôlant le caractère d'intermittence afin de pouvoir définir les moyens pour préserver et protéger les cours d'eau. Cette étude vise principalement à identifier les variables environnementales non redondantes expliquant le mieux la variation du régime hydrologique des cours d'eau et en particulier la durée de l'intermittence et à discuter leurs interactions. Pour cela, 40 stations hydrométriques au Burkina sont prises en compte dans l'étude. Les bassins versants que contrôlent ces stations couvrent plus de 50% du territoire. La variable *moyenne du nombre de mois secs* nous a permis de définir plusieurs classes d'intermittence. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) nous a permis d'identifier les variables environnementales explicatives les plus pertinentes. Les résultats partiels obtenus suggèrent que la lithologie semble être un contrôle crucial, et logique de la classe d'intermittence au Burkina, avec des effets contrastés selon l'ordre de Strahler.

Time-lapse seismic and electrical monitoring of the vadose zone during a controlled infiltration experiment at the Ploemeur Hydrological Observatory (Brittany, France)

Lara A. Blazevic¹, Ludovic Bodet¹, Niklas Linde², Laurent Longuevergne³, Sylvain Pasquet⁴, Thomas Hermans⁵, Damien Jougnot¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*University of Lausanne*

³*University of Rennes 1 – Géosciences Rennes,*

⁴*Institut de Physique du Globe de Paris*

⁵*Ghent University*

Geophysical methods provide non-intrusive means to obtain subsurface information of relevance for agriculture, pollutant transport and critical zone processes. Electrical resistivity tomography (ERT) is routinely employed to derive water content and associated fluxes while seismic methods in hydrogeophysics have recently developed with the estimation of Poisson's ratio from the combined use of P-wave traveltimes tomography and surface-wave dispersion inversion. Here, we investigate the complementarity of such time-lapse approaches in a well-known and controlled context. The Ploemeur Hydrological Observatory, located in Brittany (France), lies on a contact zone between granite and micaschists. The crystalline bedrock aquifer is an important source of drinking water for the nearby population and is monitored with numerous boreholes and experimental campaigns on site. In September 2018, we carried out a two-day controlled and gradual infiltration experiment in soil overlaying the micaschists and performed eleven repeated electrical resistivity and active seismic acquisitions on two orthogonal lines crossing the 2.2x2.4 m² infiltration area. In total, 3.3 m³ of water were injected. Adjacent to the infiltration area, time-domain reflectometry (TDR) sensors installed at different depths provided real time water content estimates during the experiment. They reveal that in the upper 0.25 m, the increases in water content may exceed 125%, and may increase by 25-50% even at 2 m depth. Our 2D and 3D time-lapse ERT inversions agree with these findings, in that we observe a decrease of up to 90% in electrical resistivity in the upper 1 m. For the seismic data, we computed the differences in first arrival times with respect to the first reference acquisition by cross-correlating the traces and observed positive relative changes in traveltimes in the infiltration area going from 30-90%. The 2D time-lapse traveltimes inversion shows a similar behavior as the ERT with P-wave velocities decreasing between 50-90% in the upper 1 m. Our ultimate aim is to combine these results with S-wave velocities from surface-wave analyses and perform joint 3D time-lapse inversion of the dataset to better constrain water content and rock physics models in the vadose zone.



Influence des paramètres environnementaux sur les lipides bactériens dans les sols des Alpes françaises : implication pour les reconstructions paléoenvironnementales

Pierre Véquaud¹, Sylvie Derenne¹, Sylvie Collin¹, Christelle Anquetil¹, Jérôme Poulénard², Pierre Sabatier², Arnaud Huguet¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc, France*

Les microorganismes peuvent modifier la composition de leur membrane lipidique en réponse aux variations des paramètres environnementaux. C'est le cas des lipides bactériens tels que les alkyl tétraéthers de glycérol (brGDGTs) et les acides gras 3-hydroxylés (3-AGHs), tous deux utilisés pour la reconstitution de la température et du pH dans les études paléoenvironnementales en milieu continental. Toutefois, la fiabilité de ces marqueurs environnementaux est affaiblie par le fait que la structure de ces lipides peut être influencée par d'autres paramètres que la température ou le pH. La présente étude vise à déterminer et à quantifier l'influence de paramètres environnementaux tels que l'humidité du sol, les types de végétation et les types de sol sur les GDGTs bactériens et les 3-AGHs. Ces lipides ont été analysés dans 49 échantillons de sol prélevés entre 200 m et 3 000 m d'altitude dans les Alpes françaises. Les sols couvrent une large gamme de température (0 °C à 15 °C) et de pH (3 à 8) et sont représentatifs de la diversité des sols et de la végétation rencontrés le long des transects altitudinaux étudiés. En utilisant ce nouveau jeu de données, unique et bien documenté, nous démontrons que la corrélation GDGT-pH est confirmée, mais que la corrélation entre les 3-AGHs et le pH est plus faible que dans les études précédentes. Pour la température, les corrélations sont plus faibles que dans les études précédentes pour les brGDGTs et absentes pour les 3-AGHs. Ces observations ont été expliquées à l'aide de différentes analyses statistiques. L'analyse de redondance (RDA) a notamment montré que les paramètres tels que la végétation, le type de sol ou la granulométrie du sol sont les principaux facteurs de variabilité de la distribution des 3-AGHs et des GDGTs. Notre étude permet d'expliquer et de quantifier pour la première fois l'impact des différentes variables environnementales sur les lipides bactériens. Elle aidera à affiner l'utilisation des marqueurs basés sur ces composés. Enfin, nos résultats ouvrent la voie à de nouveaux types d'applications des brGDGTs et des 3-AGHs, comme marqueurs d'environnement, de végétation, ou de type de sols dans les paléosols, les sédiments lacustres ou encore les tourbières.



De l'utilisation des réseaux d'impédances complexes pour simuler la réponse en polarisation provoquée spectrale des mélanges sable-pyrite

Alexis Maineuil¹, Konstantin Titov², Grigory Gurin²

¹Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

²Institut des Sciences de la Terre, Université d'Etat de Saint-Pétersbourg

La méthode de la polarisation provoquée spectrale (PPS) consiste à injecter un courant sinusoïdal I dans le sol ou dans un échantillon, et à mesurer la différence de potentiel ΔV électrique résultante, et ce pour différentes fréquences. On obtient ainsi un spectre d'amplitude et de phase pour la résistivité complexe $\rho^* \propto \Delta V/I$, duquel on peut déduire des paramètres (comme la chargeabilité) liés à la taille et au type de distribution des particules polarisables.

La technique des réseaux d'impédances complexes consiste à se donner une maille et à appliquer une différence de potentiel sinusoïdale entre ses faces amont et aval, les faces latérales étant isolées. Après résolution du système donné par l'application des lois de Kirchhoff (conservation du courant) en chacun des nœuds de la maille, on calcule le courant électrique total qui traverse l'échantillon, et on en déduit le spectre de résistivité complexe du réseau.

Nous avons cherché à regarder la réponse d'un sable à différents teneurs en pyrite, en supposant que chaque impédance du réseau obéissait à un modèle de Cole-Cole. En utilisant différents types de maille 2D (hexagonale, carrée et triangulaire), nous montrons l'effet significatif de la connectivité du réseau sur la réponse PPS. Par contre, l'évolution calculée de la chargeabilité totale en fonction de la teneur en pyrite ne reproduit pas toutes les mesures expérimentales, ce qui peut être dû à un effet 3D.

Impact écologique des aménagements de la Seine en aval de Paris (XIXe-XXe siècle)

Laurence Lestel¹, Sylvain Dournel¹, Emeric Courson^{1,2}, Céline Le Pichon²

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*Irstea, Unité de recherches HYCAR, Antony, France*

L'aménagement de la Seine pour la navigation depuis le XIXe siècle a transformé les paysages de la plaine alluviale sur tout son linéaire. Le lit mineur a été approfondi, les digues en ont rétréci la largeur, les barrages éclusés ont transformé le lit naturel en une succession de biefs aux eaux bornées par des obstacles difficilement franchissables par les poissons, et notamment les migrateurs comme les saumons. Nous présenterons ici deux conséquences de l'aménagement de la Seine en aval de Paris:

(i) L'historique des aménagements du lit mineur réalisé à partir d'archives et de cartes permet de quantifier l'évolution des résistances à la remontée des poissons migrateurs en fonction des types de barrages et des échelles/passes à poissons mises en place dès le XIXe siècle et d'expliquer la disparition puis la réapparition récente de ces migrateurs

(2) les modes d'appropriation des zones atterries derrière les digues conduisent à des territoires présentant une grande hétérogénéité de paysages, notamment dans l'estuaire de la Seine, où les jeux d'acteurs conduisent à des compartimentations et des artificialisations des sols selon des trajectoires différentes.

Characterization of the vadose zone above an abandoned underground quarry of Chalk, using different geophysical tools

Roger Guérin¹, Ludovic Bodet¹, Marine Dangeard¹, Marc Dumont¹, Cyrille Fauchard², Sylvain Pasquet³, Flore Rembert¹, Raphaël Antoine², Ningxin Chen¹, Romane Nespoulet¹, and Danièle Valdés¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*CEREMA, ENDSUM, 76120 Le Grand Quevilly, France*

³*IPGP, OZCAR, 75005 Paris, France*

The abandoned underground quarry of Chalk at Saint-Martin le Noeud (80km north of Paris, France) is of particular interest to study infiltration processes in the vadose zone. Permanent underground lakes (at depths between 20 and 30m below the surface, created by the outcropping water table) showed spatial and temporal variations of groundwater geochemistry and hydrodynamics within the quarry. The Chalk is covered by superficial formations of soil and clay-with-flints. Previous studies showed that the transfer processes seem to be controlled by the geometry of the clay layer. Geophysical measurements were carried out at the surface above and inside the quarry (i) to characterize the geometry and the physical properties of the vadose zone (particularly the clay cover) to study their influence on the groundwater quality variations, and (ii) to identify and quantify infiltration flowpaths and alteration processes. Electromagnetic induction (EMI) mapping provided a spatial description of the thicknesses of superficial formations covering the Chalk. Electrical resistivity tomography (ERT) emphasized deeper geological structures: different Chalks with their slope. The combined use of pressure-wave traveltime tomography and surface-wave profiling highlighted strong lateral variations of the Poisson's ratio corresponding to significant water content variations at the interface between the clay-with-flints and the Chalk formations (these results could highlight an epikarstic functioning). Infrared thermographic mapping were performed at different seasons. It provided information about heat transfers between the atmosphere, the soil or deeper layers. The first results showed spatial variations of soil water content and areas of preferential infiltration. Spontaneous potential (SP) mapping will characterize the infiltration processes, more particularly in the area of high clay-with-flints thickness. Electrical (direct current, induced polarization and SP) measurements inside the quarry will help imaging its internal structure and characterized the transfers (even quantifying the flows) and the weathering processes.



Caractérisation de la matière organique extractible à l'eau des végétaux : Vers une meilleure compréhension des sources de matière organique dissoute lors du dégel de pergélisols

Aliénor Allain¹, Marie A. Alexis¹, Yannick Agnan^{1,2}, Edith Parlanti³, Mahaut Sourzac³, Christelle Anquetil¹, Emmanuel Aubry¹, Amélie Guittet¹, Fabrice Alliot¹, Maryse Castrec-Rouelle¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgium*

³*Université de Bordeaux, CNRS, EPHE, UMR EPOC, F-33405, Talence, France*

De par le climat froid, la matière organique dissoute (MOD) des sols en Arctique est principalement d'origine végétale et autochtone. Pour mieux en comprendre la dynamique, cette étude s'est intéressée à la caractérisation de la MOD extractible à l'eau (WEOM) provenant de végétaux dominants de la région (lichen, saule, bouleau et eriophorum) comme proxy de la MOD issue du lessivage de la matière organique (MO) d'origine végétale lors du dégel des pergélisols. Les échantillons de WEOM ont été analysés au Total Organic Carbon (TOC) afin de mesurer leurs concentrations en C et N et comparer ces valeurs aux analyses élémentaires effectuées sur la MO des végétaux. Les échantillons de WEOM et de MO végétale ont également été caractérisés en ¹³C RMN du solide afin de comparer les différents groupements fonctionnels qui les composent.

Les analyses effectuées montrent des différences significatives de concentration et de composition chimique entre les WEOM et la MO : Les WEOM de végétaux supérieurs sont plus concentrés en C et N que les lichens, et les fractions aromatiques sont également significativement plus importantes pour les végétaux supérieurs (WEOM et MO). La nature des végétaux impacte donc la qualité et la quantité de MOD des sols, joue sur sa composition et influence sa dynamique et son rôle dans l'environnement.

Mots clefs : Matière organique dissoute, Matière organique extractible à l'eau, extraction de végétaux, ¹³C RMN du solide



Les feuilles de platanes: un bio-indicateur intégratif pour mesurer les concentrations de composés organiques semi-volatils dans l'air

Fabrice Alliot, Elodie Guigon, Marc Chevreuil

Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

L'utilisation de plantes pour évaluer la contamination de l'air est maintenant bien référencée. En effet, certaines plantes supérieures sont capables d'accumuler dans leurs feuilles certains composés organiques semi volatils (COSV) par absorption dans les cires.

Ici, nous présenterons une procédure globale validée pour l'analyse de plusieurs familles de COSV : phtalates, HAP, PCB, PBDE et parabènes dans une plante ubiquiste, le platane. Les détails de l'extraction (ASE), de la purification (Florisil et autres phases de type silice) ainsi que de l'analyse (chromatographie gazeuse et liquide couplée à de la spectrométrie de masse en tandem) seront présentées.

Les valeurs de contamination dans les feuilles, prélevées en France, montrent les résultats suivants:

- Une corrélation avec des mesures de la contamination de la phase gazeuse l'air
- Une différence spatiale entre des sites plus ou moins anthropisés
- Une différence spatiale fine entre 2 sites proches
- Une différence temporelle sur un même site prélevé avec 10 ans d'intervalle

Cette contamination est en lien avec les sources et les usages de ces différentes familles chimiques démontrant la pertinence de cet outil pour la bio-surveillance de la qualité de l'air.



Impact de la température sur les thaumarchées du sol

Sylvie Collin^{1,2}, Sarah Coffinet³, Claudia Zell², Marcelino Suzuki⁴, Christelle Anquetil², Guennadi Sezonov^{1,5}, Martin Könneke³, Kai-Uwe Hinrichs³, Sylvie Derenne², Arnaud Huguet²

¹ UMR Evolution, IBPS, Sorbonne Université, Paris

² Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

³ Organic Geochemistry Lab, MARUM, Université de Brême

⁴ Lab. Biodiversité Biotechnologies Microbiennes, OOB, Sorbonne Université, Banyuls

⁵ Equipe 12, CRC, Sorbonne Université, Paris

Comprendre les variations passées du climat est capital si l'on veut mieux anticiper l'évolution future du climat actuel. En paléoclimatologie, le TEX₈₆ est un proxy basé sur l'analyse des lipides archéens, les GDGT, dans les sédiments marins. Il est utilisé pour reconstruire les températures de surface des océans et repose sur le fait que les lipides retrouvés dans les sédiments proviendraient des archées qui, à une époque donnée, se multipliaient en surface. L'applicabilité de ce proxy aux sols reste aujourd'hui questionnable, en raison des écarts constatés dans des sols actuels, entre la température prédite d'après les analyses lipidiques des sols et celle de l'air mesurée en surface, mais aussi en raison des différences de diversité phylogénétique archéenne entre milieux océaniques et sols.

Dans le but de mieux comprendre comment la température influe sur les profils en GDGT des archées dans les sols, une étude a été menée sur un compost végétal grâce à une double approche : incubations en microcosmes, de manière à pouvoir observer l'impact sur le profil lipidique et phylogénétique global, et cultures d'enrichissement d'un phylum d'archées essentiel au calcul du proxy marin TEX₈₆, les thaumarchées. Les profils lipidiques et phylogénétiques ont été établis au cours d'une cinétique d'incubation à 37°C, 50°C et 65°C. Dans les microcosmes, la température a un impact clair sur la diversité des archées présentes initialement. Cependant, aucune modification significative n'est observable au niveau lipidique. Une analyse plus ciblée sur les thaumarchées par les cultures d'enrichissement montre que la température influe sur les espèces archéennes enrichies à chaque température, et qu'elle induit une augmentation de l'indice de cyclisation des GDGT, de même qu'elle a un impact sur les têtes polaires associées à ces lipides. Nous montrons également que les GDGT des thaumarchées du sol enrichies ont toutes globalement un indice de cyclisation élevé, ce qui suggère que sur cette seule base les souches du sol sont plus limitées que les souches marines dans leur réponse à la température. Ces résultats sont maintenant à comparer à ceux publiés sur l'évolution du profil lipidique chez deux souches pures isolées d'un environnement aquatique. L'objectif est de voir si des spécificités de réponse peuvent être mises en évidence chez les souches terrestres, et si nos données permettent de mieux comprendre les biais dans l'application du proxy marin aux sols.



SCYLLA : Une interface Matlab pour la modélisation multi-paramètres, multi-configurations et l'analyse de sensibilité pour la méthode géophysique électromagnétique inductive (EMI)

Cécile Finco¹, Cyril Schamper¹, Luis Cavalcante Fraga², Fayçal Rejiba³

¹Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

²Envisol, Rouen, Paris

³Université Rouen Normandie, UMR 6143 M2C, Rouen, France

Bien que des logiciels de modélisation et d'inversion existent pour la méthode électromagnétique inductive (EMI), Scylla (actuellement version 3.2) permet de prendre en compte, en plus de la conductivité électrique (σ) et de la susceptibilité magnétique (χ_{ph}), la viscosité magnétique (χ_q) et la permittivité diélectrique. Cette interface permet donc d'étudier l'impact de ces propriétés physiques et des paramètres d'acquisitions tels que la géométrie et la fréquence d'acquisition sur la mesure EMI via une interface claire. Scylla est donc un outil qui permet de modéliser la réponse obtenue par avec la méthode EMI sur un terrain multicouche avec des paramètres d'acquisition quelconques définis par l'utilisateur (Figure 1). En effet, l'utilisateur peut définir l'orientation des boucles, l'écartement émission-réception, la fréquence d'acquisition et la hauteur d'acquisition. De plus, il est possible de définir pour chaque couche du sous-sol une valeur de résistivité électrique, de susceptibilité et de viscosité magnétique ainsi que de permittivité diélectrique. Scylla permet également de réaliser des études de la sensibilité de la mesure EMI à des couples de paramètres qui peuvent être à la fois des propriétés du modèle de sous-sol ou des paramètres d'acquisition (nombres de récepteurs, offset, fréquences d'acquisition,...). Cet outil va bien sûr évoluer avec l'ajout de fonctionnalités, actuellement l'inversion multi-paramètres est en cours d'implémentation. De plus, bien que Scylla soit implémenté en Matlab, l'utiliser ne nécessite pas d'installation à proprement parler mais uniquement des librairies libres Matlab Runtime.

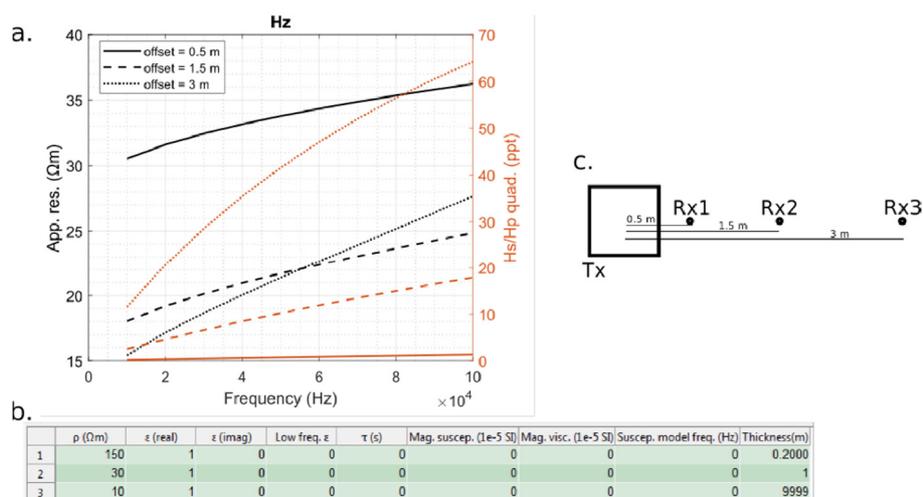


Figure 1 a. Résultat de modélisation directe avec une fréquence variable. Chaque type de ligne correspond à une boucle de réception avec un offset différent. b. Modèle de sous-sol utilisé lors de cette modélisation. c. Représentation de la géométrie utilisée dans cet exemple avec les différents offsets.

Traçage des sources de la matière organique dans l'estuaire de Seine via l'utilisation de biomarqueurs lipidiques

Arnaud Huguet, Alexandre Thibault, Christelle Anquetil, Sylvie Derenne

Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

Les estuaires sont des écosystèmes clefs d'un point de vue écologique et économique. Ceci est particulièrement le cas de l'estuaire de Seine, qui concentre 30% de la population française, et 40% et 25% des activités industrielles et agricoles, respectivement. La matière organique (MO) influence directement la qualité de l'eau et les paramètres biogéochimiques en milieu estuarien. Elucider la dynamique de la MO estuarienne reste un défi, de par la forte variabilité des paramètres environnementaux et l'hétérogénéité intrinsèque de ce matériel, produit et dégradé en permanence. L'objectif de ce travail était de mieux contraindre les sources de la MO dans l'estuaire de Seine. Pour ce faire, des échantillons d'eau et de sédiments ont été prélevés tout au long de l'estuaire au cours de 5 campagnes ayant eu lieu entre 2015 et 2016. Nous avons ainsi pu comparer la variabilité spatio-temporelle de la composition lipidique de la MO particulaire et sédimentaire. Plusieurs familles de lipides (*n*-alcanes, acides gras, *n*-alcools, stérols/stanols, tétraéthers) ont été choisies pour cette étude, ces molécules fournissant des informations complémentaires sur les sources et le degré de dégradation de la MO. Nous avons montré que les lipides d'origine terrigène étaient majoritaires, et que la proportion de composés d'origine anthropique diminuait tout au long de l'estuaire. Il a par ailleurs été observé que la composition lipidique différait nettement entre le compartiment particulaire et le sédiment, avec une abondance relative plus élevée de molécules d'origine algale/bactérienne, plus facilement dégradables, dans la MO particulaire par rapport à la MO sédimentaire. Enfin, nos données ont révélé la forte variabilité saisonnière et spatiale (le long de l'estuaire/avec la profondeur) de la distribution en lipides dans la colonne d'eau et le sédiment.



Comparing pore network modelling and an analytical flux averaging approach to determine the effective excess charge density for streaming potential generation in porous media

Damien Jougnot¹, Aida Mendieta¹, Philippe Leroy², Alexis Maineult¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*BRGM, Water, Environment, and Ecotechnologies Department, Orléans, France*

Understanding streaming potential generation in porous media is of high interest for reservoir and hydrosystem characterization and monitoring as it allows to relate water fluxes to measurable electrical potential distributions. This streaming potential generation results from an electrokinetic coupling effect at the pore scale due to the water flow dragging the charge in excess in the electrical double layer at the interface between minerals and pore water. Therefore, the pore sizes of the medium are expected to play an important role in the streaming potential generation. In this work, we use 2-D pore network simulations to study the effect of the pore size distribution upon this electrokinetic mechanism. Our simulations allow a detailed study of the influence of a large range of permeabilities (from 10^{-16} to 10^{-10} m²) for different ionic concentrations (from 10^{-4} to 1 mol/L). We then use and compare two different approaches that have been used over the last decades to model and interpret the streaming potential generation and the resulting coupling coefficient: the classical approach based on the Helmholtz-Smoluchowski equation or the approach based on the effective excess charge density, which has been defined recently. Our results show that the pore size distributions have a restricted influence on the coupling coefficient for ionic concentration smaller than 10^{-3} mol/L, while it completely drives the behaviour of the effective excess charge density over orders of magnitude. Then, we use these simulation results to test an analytical model based on a fractal pore size distribution. This model predicts well the effective excess charge density for all pore size distributions under the thin double layer assumption. Further development will be required to apply this approach to micro-porous media such as clays. We believe that the proposed approach will help to push further the use of streaming potential to monitor water flow in the subsurface.



Fonctionnement hydrogéologique d'un ancien site minier : données et modélisation numérique

Pierre L'Hermite, Valérie Plagnes, Anne Jost

Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris

Dans le cadre de la révision du modèle hydrogéologique de l'ancien site minier d'uranium de Bertholène, situé dans l'Aveyron, une reproduction du modèle initialement sous COMSOL devait être réalisée en utilisant le code de calcul MODFLOW. Ce modèle a pour but de reproduire les écoulements des eaux sur le site et d'étudier le phénomène de drainage acide minier présent sur la partie amont du site qui acidifie le rejet des eaux et augmente la concentration en sulfates et en métaux dans les eaux. La reproduction d'un modèle 3D sur un nouveau code de calcul implique des modifications de structure du modèle et donc des modifications sur les hypothèses établies auparavant sous COMSOL. Des contraintes sur la structure du modèle se sont avérées problématiques et elles ont imposé plusieurs modifications et améliorations du modèle grâce à l'analyse chimique des eaux du site et l'enregistrement des niveaux piézométriques en continu.



Experimental characterization of clays using spectral induced polarization

Aida Mendieta¹, Damien Jougnot¹, Philippe Leroy², Alexis Maineuil¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*BRGM, Water, Environment, and Ecotechnologies Department, Orléans, France*

Clay environments are ubiquitous and complex. In order to characterize them, traditional methods rely on borehole sampling. However, boreholes are costly and represent a rather local information, lacking the heterogeneous nature of the subsurface. If traditional DC geo-electrical methods are used, these omit important information happening when using multiple frequencies. Spectral Induced Polarization (SIP) gives access to the complex electrical conductivity from 1 mHz to 20 kHz in a laboratory sample (cm scale). This method is sensitive to several material properties, such as water content and chemical composition, temperature, and mineralogical nature, among others. We measure the SIP response of synthetic clay samples, fully saturated with solutions at different salinities. Our synthetic clay samples are three montmorillonites, a kaolinite, an illite, and a natural clay mixture (Boom clay). This allows us to compare the complex electrical conductivity signal of different clay minerals at different salinities in a controlled system. We want to test if the complex conductivity would be a good discriminatory parameter between the different clay minerals. This dataset will help better interpret field or borehole geo-electrical data in clayey systems. We use a Pelton model to fit our data, inverting for Pelton and Cole-Cole parameters. Our preliminary results (with de-ionized water) show that the amplitude of the complex conductivity spectra would allow the discrimination of our different clay minerals. The mean amplitude of the complex electrical conductivity is similar for the smectites ($175\text{-}217\text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$) in comparison to the rest of the clay mixtures (75 for the kaolinite, 57 for the illite, and $578\text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ for the Boom clay). The phase of the complex electrical conductivity is more important for the smectites and kaolinite, and varies from 62 to 32 mrad at 20 kHz. In the future, we will compare the measurement to a physical model under development that will help us interpret our data and the polarization mechanisms present in our signal.

Long term evolution of greenhouse gas from reservoirs and its implications: A global analysis

Xingcheng Yan¹, Josette Garnier¹, Ming Ji², Vincent Thieu¹

¹*Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS, 75005 Paris*

²*School of Environment, Nanjing Normal University, 210023, Nanjing, China*

Reservoirs are important components of freshwater ecosystems and have been widely considered as global significant source of greenhouse gases (GHGs). To obtain a more comprehensive understanding of the controls on reservoir GHGs fluxes and their implications, data of GHGs emissions from reservoirs at the global scale were collected based on the papers published from 1994 to 2018. The patterns of GHGs fluxes in different hydrobelts were presented, and found that CH₄ and CO₂ fluxes were significantly different in some hydrobelt groups. Based on this analysis, the annual GHGs emissions (calculated as C or N) from global reservoirs were estimated with the amount of 5.4 Tg CH₄-C, 51.4 Tg CO₂-C and 0.02 Tg N₂O-N. On the basis of this approach, the cumulated number, surface area, and CO₂ equivalents emissions from reservoir in different hydrobelts were estimated from 1800 to 2017. The major constraints and ecological processes in the reservoirs that could influence the GHGs emission have been analysed and discussed. Finally, due to the powerful capability of reservoirs in processing nutrients, we discussed the impact of the biogeochemical processes and functions of reservoirs to downstream aquatic ecosystems with the aquatic continuum concept, which would be expected to provide valuable management strategies for inland aquatic ecosystems.

