

Journée des Docs/Post-docs/M2

5 juin 2015

Résumé des présentations

1. Does spatial heterogeneity biased our estimation of the ecological status of Lake Geneva: an approach based on remote sensing data and 3D modelling Frédéric Soullignac (Post-doc)

In 2000, the European Parliament set out a framework (European Water Framework Directive) for managing and protecting water bodies in Europe. Classification of water bodies into “ecological quality status” has been a key issue for the implementation of that framework. In France, the assessment of ecological quality is based on a sampling protocol that requires four measurements per year which are integrated samples over the euphotic zone at the deepest point of the lake. However, in large lakes, parameters (e.g. chlorophyll-a concentration and Secchi depth) used for water quality assessment show a strong spatial heterogeneity. Then, the representativeness of data used for the assessment of their ecological status needs to be verified. We propose to combine remote sensing data and 3D modelling to evaluate how spatial heterogeneity in chlorophyll-a may influence the assessment of Lake Geneva ecological status. While remote sensing provides horizontal instantaneous observation of integrated parameters, 3D modelling provides in addition estimations of the vertical structures. We are using in situ chlorophyll-a data together with remote sensing (MERIS) chlorophyll-a data to describe the spatial-temporal heterogeneity and to calibrate and validate a three-dimensional ecological model (Delft3D-WAQ coupled to Delft3D-Flow). This modelling approach should also provide information on the key mechanisms inducing chlorophyll-a spatial heterogeneity and help in identifying wise sampling locations for the monitoring of Lake Geneva.

2. Characterising stratifying and de-stratifying events across European lakes

Laura Rodriguez (M2)

Une augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements météorologiques extrêmes (températures extrêmes, fortes pluies, vents forts, grosses crues, orages, etc.) est constatée et cette tendance est prédite pour l'avenir, due au changement climatique. Ces événements extrêmes entraînent des conséquences sur la structure thermique ainsi que sur l'écologie des lacs. En particulier, pendant la stratification estivale, ceux-ci conduisent à des événements de brassage ponctuel des lacs. Contrairement au brassage saisonnier, le brassage ponctuel provoqué par un événement extrême est pour le moment assez peu étudié car, étant

court et imprévisible, sa détection nécessite un suivi avec des capteurs fixes le long de la colonne d'eau et enregistrant à haute-fréquence, c'est-à-dire avec un pas-de-temps court (quelques minutes à 1 ou 2 heures). Afin de caractériser ces événements de brassage ponctuel ainsi que les facteurs météorologiques et lacustres qui les contrôlent, les données haute-fréquence d'une trentaine de lacs européens sont analysées et comparées.

3. Caractérisation de l'hétérogénéité spatiale sur le Léman concernant la chlorophylle a

Baptiste Guillermin (M2)

A partir de données satellitaires fournies par l'EPFL, une étude de la variabilité spatiale est réalisée sur le Léman. Le but est de caractériser cette variabilité. Elle a été mise en évidence par plusieurs travaux (Oesch et al., 2009, Kiefer et al., 2014) mais son origine n'a pas encore été étudiée. Plusieurs hypothèses ont été émises. Cette variabilité pourrait s'expliquer par une origine physique (courants, vents, température) ou écologique (apports de nutriments dans certaines zones particulières qui vont favoriser la croissance du phytoplancton). Dans un premier temps, afin d'étudier ces hypothèses, des descripteurs simples (moyenne, écart-type) sont utilisés sur l'ensemble du lac et sur les zones identifiées comme présentant une hétérogénéité. Ceci afin de voir comment ces zones particulières évoluent les unes par rapport aux autres et par rapport au lac lui-même. Existe-t-il une saisonnalité dans ces variations ? Ensuite, une identification des paramètres de forçage et des mécanismes générant l'hétérogénéité sera effectuée. De plus, afin de vérifier la représentativité des mesures au point SHL2, une comparaison avec les données satellitaires est aussi effectuée. La question étant de savoir si l'hétérogénéité spatiale est suffisamment importante pour modifier l'indice d'état.

4. Evolution des sols ennoyés depuis 70 ans sous la retenue du barrage de Sarrans

Jim-Félix Faure (M2)

Nous nous intéressons au devenir des sols ennoyés lors de la mise en eau des barrages. La présente étude porte sur le barrage de Sarrans installé sur le Truyère (Aveyron) et mis en eau en 1934. Située à plus de 600 m d'altitude sur des schistes cristallins, Cette retenue mesure 29 km de long et contient 3.10^8 m³ d'eau. Elle est sous climat montagnard, avec une pluviométrie proche de 1200mm/an. Nous avons calculé le bilan hydrogéochimique annuel entrée/sortie de cette retenue ; mesuré la redistribution des sols des zones de marnage vers les sédiments ; et l'évolution géochimique des sols ennoyés depuis 80 ans. Pendant la période estivale le niveau de l'eau est élevé dans la retenue, la température est stratifiée en fonction de la profondeur et l'eau est désoxygénée près du fond. Pendant la période hivernale, le niveau de l'eau s'abaisse d'environ 40m et le volume d'eau est renouvelé en environ 2 mois. Le bilan de masse réalisé sur l'année 2013 indique que la

retenue reçoit 4819 t/an de Carbone organique et en exporte 5171 t/an, reçoit 17 t/an de P_PO4 et en exporte 13 t/an, reçoit 593 t/an de N_NO3 et en exporte 772 t/an, reçoit 29 t/an de N_NH4 et en exporte 18 t/an, reçoit 4611 t/an de Matière En Suspension (MES) et en exporte 2472 t/an et reçoit 3.2 t/an de Chlorophylle a et en exporte 2.7 t/an. La retenue se comporte comme un épurateur pour les orthophosphates, l'ammonium, les MES et la chlorophylle a et comme un exportateur pour le Carbone organique et les nitrates. Une campagne de terrain a été menée en juillet et octobre 2014 lors de la vidange du réservoir. De nombreux sol ennoyés ont été prélevés. Les observations faites ont permis de découper le barrage en plusieurs zones (En accord avec Furey et al. ,2004). Une zone de marnage régulier où les sols ont été érodés. Une zone de marnage moins fréquent, couvert de dépôts très sableux, précédant une zone basse de dépôt des sédiments fins, très limoneux. La masse de terre fine érodée sur la zone de marnage régulier, a été estimée à environ 3.10^5 m³. Cette estimation a permis de quantifier la remobilisation dans l'eau du lac d'environ 2000 t de Corg, 150 t d'N et 70 t de Phosphore. La composition des sols ennoyés en permanence suggèrent une perte significative de Corg de 1.6 % sur les 15 premier cm. Pour ces mêmes sols, la densité ne semble pas avoir évoluée et les traces d'hydromorphie sont peu marquées. Ces premiers résultats illustrent les effets du régime hydrologique sur l'évolution des sols et permettent d'appréhender leur contribution au niveau trophique de la retenue.

5. L'évolution de l'état trophique du lac Bénit au cours des 2300 dernières années

Sébastien Quinsac (M2)

Le lac Bénit en Haute-Savoie est situé à 1450 m d'altitude dans le massif des Bornes, au pied de la montagne du Bargy. D'abord convoité pour son alpage, ce lac connaît une forte influence touristique depuis les années 50 avec l'installation de sa buvette. Il a également subi une élévation artificielle à l'automne 1964 pour faciliter la pêche, ce qui a entraîné la submersion d'une partie des sols de ses rives. L'objectif de cette étude a été de retracer l'évolution de son état trophique grâce à son compartiment sédimentaire. La recherche participative a permis également de préciser les interprétations.

Deux carottes de sédiments prélevées en 2014 ont été analysées. La première, BEN14-P4 d'environ 1 m provient du milieu du lac et la seconde BEN14-P5 d'environ 35 cm provient de la zone littorale anciennement émergée. La chronologie de BEN14-P4 a été établie après datation isotopique. Plusieurs analyses ont été effectuées : dosage de phosphore (P Olsen), azote, carbone, mesures XRF au core scanner, mesures de pH, perte au feu et granulométrie. Un échantillonnage de sols de la rive gauche du lac, associé à des dosages de phosphore a complété cette analyse.

La séquence sédimentaire couvre les derniers 2300 ans. Entre 99 et 70 cm de profondeur (-300 A.D. et 900 A.D), la teneur en matière minérale silicatée et la fraction granulométrique argileuse sont faibles. Le rapport C/N, les teneurs en matière organique et en carbonates sont élevés dans les sédiments. A partir de 70 cm de profondeur (900 A.D.), les tendances

s'inversent : la teneur en matière minérale silicatée et la fraction granulométrique argileuse augmentent ; le rapport C/N, les teneurs en matière organique et carbonates chutent dans les sédiments. Dans les 15 derniers cm de la carotte (au cours du 20ème siècle), les tendances observées s'inversent à nouveau : on observe une hausse de la teneur en matière organique accompagnée d'une augmentation forte du taux de sédimentation. La quantité de phosphore dans les sédiments de BEN14-P4 est multipliée par 5 entre 10 cm de profondeur (1950 environ) et la surface (2014). La quantité de phosphore a été multipliée par 9 au sein de BEN14-P5 sur le même intervalle de profondeur. On observe également une diminution graduelle de la quantité de phosphore dans les sols échantillonnés lorsque l'on se dirige vers le lac.

Entre - 300 A.D. et 900 A.D., le fort rapport C/N et l'apport assez faible en éléments minéraux nous indiquent que le bassin versant était probablement forestier et le lac oligotrophe. A partir de 900-1000 A.D., l'érosion des sols du bassin versant et l'apport en éléments minéraux dans le lac pourraient avoir été favorisés par une déforestation et une intensification des pratiques agro-pastorales. Au cours du 20ème siècle, avec la déprise agricole, l'implantation de ligneux augmenté et l'érosion des sols diminué. La hausse récente de la teneur en phosphore pourrait être due à un relargage de celui-ci depuis les sols immergés (anciennement pâturés) lors de la remontée du niveau du lac en 1964. Elle pourrait être liée également à l'intensification du tourisme et à une augmentation de l'apport organique sous la forme de déjections (la buvette ayant été construite en 1952).

L'étude du remplissage sédimentaire du lac Bénit révèle donc certaines perturbations écologiques dont il a pu faire l'objet, ayant modifié son état trophique au cours du temps.

6. La vulnérabilité des lacs au changement climatique dépend des forçages humains locaux

Rosalie Bruel (Doctorante)

L'objectif est de tester l'hypothèse selon laquelle certaines caractéristiques locales dues à la présence de l'homme et à ses politiques de gestion modèleraient la vulnérabilité et la réponse écologique des lacs au changement climatique. Dans un premier temps, nous testons cette hypothèse en reconstruisant les changements long-terme (1500 ans) des communautés de cladocères dans deux lacs péri-alpins (Léman et Bourget) à partir d'échantillons de carottes sédimentaires. Le but est de comparer les réponses écologiques lacustres en relative absence (optimum médiéval) et sous d'intenses pressions humaines locales (période actuelle de réoligotrophisation). La réponse des communautés de cladocères au changement climatique observée depuis les années 1980 n'a pas eu son semblable lors de l'Optimum Médiéval. Le lac qui était suffisamment clair pour accueillir des habitats littoraux a subit une transition de régime dès le début de la période d'eutrophisation des années 1970. Les communautés actuelles, principalement dominées par des espèces pélagiques, répondent plus fortement au réchauffement de

l'air.

7. Response of lacustrine protistan assemblages to climatic and anthropogenic pressures: a paleolimnological view based on sedimentary DNA

Eric Capo (Doctorant)

Based on the coupling of paleolimnology and massive sequencing of DNA, we analyzed the sediment records of two lakes (Lake Bourget, France and Lake Igaliku, Greenland) to reconstruct the past dynamics of protistan assemblages in these lakes. From these long-term data (i.e., 2700 years), we aimed at deciphering the relative importance of climate fluctuations and local anthropogenic pressure as drivers for protistan communities, which represent a key biological compartment in lacustrine systems. From these sedimentary archives, we highlighted a high diversity of taxa (total richness: 1308 phylogenetic units) mostly within fungi, alveolata, stramenopiles and viridiplantae groups. We detected the presence of temporal tipping points in the protistan community structure. These changes were related to transitions between climatic periods for both lakes, however, in Lake Bourget, the most significant rearrangement in protistan communities was induced by the strong eutrophication (from the 1950s).

8. Influence des conditions thermiques sur le développement embryonnaire de l'omble chevalier

Isabelle Percelay (M2)

Dans un contexte de réchauffement climatique, le stage vise à étudier les réponses de trois populations d'omble chevalier face à différentes conditions environnementales. Ces populations sont issues de 3 lacs situés le long d'un gradient thermique. Les embryons des 3 populations sont incubés à deux températures afin d'évaluer leur réponse. Ainsi, différents traits d'histoire de vie (durée d'incubation, taille à différents stade de développement) et les activités métabolique et anti-oxydante sont estimés. Les compromis physiologiques entre métabolisme et activité anti-oxydante en fonction de la température d'incubation sont également étudiés. L'étude vise à mettre en évidence des réponses différentes entre les populations au sein de chaque traitement et à estimer le potentiel adaptatif des embryons issus de géniteurs originaires de lacs présentant différentes conditions environnementales en termes de température.

9. Peuplement ichtyque au Laos : Dynamique et stock de Nam Theun 2

Anne Tessier (Post-doctorante)

Ce projet a pour finalité de contribuer à la caractérisation de la dynamique du peuplement ichtyque du néo-réservoir Lao Nam-Theun 2, mis en eau en 2008. Ces travaux s'inscrivent dans une démarche initiée par la compagnie Nam Theun 2 Power Company (NTPC) qui s'est engagée à préciser les effets positifs et négatifs de cet aménagement, tout en y associant un plan de développement durable. Ils s'appuient sur l'identification de l'effet saisonnier, et du type de substrat submergé (forêt dense ou clairsemée et terre agricole) ainsi que de l'existence d'un gradient amont-aval sur la distribution du peuplement ichtyque à l'aide de pêches expérimentales au filet maillant. Les zones « profondes » feront l'objet d'un suivi hydroacoustique couplé à des pêches expérimentales, permettant d'évaluer la contribution de ces zones à la ressource halieutique du réservoir. Des analyses isotopiques et la caractérisation de la croissance par lecture otolithométrique, sur les espèces les plus abondantes du réservoir, viendront compléter la connaissance de la dynamique de ces populations.

10. Changes in biofilms caused by pharmaceutical compounds and environmental factors

Teofana Chonova (Post-M2)

Hospital wastewaters (HWWs) contain more pharmaceutical compounds than urban wastewaters (UWWs) anyway they are generally discharged in sewers without pretreatment. Since traditional urban wastewater treatment plants (WWTPs) are not improved to treat these effluents, their pollutants often attain the environment. Development of more accurate environmental risk assessment and management strategies for pharmaceuticals are required, therefore better understanding of their toxicity and persistence in the environment is needed. Due to its feature to respond to physical, chemical and biological fluctuations by changes in its structure and biomass, biofilm is suitable in comprehending the environmental impacts of pharmaceuticals.

This study evaluates the effects of exposure of biofilm communities to high concentrations of pharmaceutical compounds present in undiluted urban and hospital WWTP effluents (released after separated treatment) and their impact in the receiving river by examination of biofilm biomass, bacterial community structure and species richness. Results indicated that UWWs and HWWs affect differently biofilm communities. Pharmaceuticals` concentrations in the hospital effluent were generally higher, which influenced negatively the biofilm communities, causing decrease in the biomass and species richness as well as strong differences in the community composition. Fluctuations in the environmental factors, mainly irradiance and temperature, led to clear seasonal gradient in both basins. River biofilm communities, located up- and downstream the WWTP output didn`t show clear differences, but they were very different from the communities located in the basins` effluents.

11. Developing phylogenetically based biomonitoring methods: a test with diatoms

François Keck (Doctorant)

Diatoms include a great diversity of taxa and are recognized as powerful bioindicators in freshwaters. However using diatoms for bioassessment is costly and time consuming because most of the indices necessitate species-level identification. Simplifying diatoms-based assessment protocols focused the attention of many researchers in recent years.

The increasing availability of genomic data and phylogenies can benefit to the development of new bioassessment methods making use of those tools, where a clade plays the role of a species if relevant. Indeed, closely related species are more likely to exhibit similar environmental sensitivity because of phylogenetic constraints and inheritance. Such patterns have been reported recently for sensitivity to a variety of pollutions for two important groups of bioindicators used for freshwater monitoring: benthic macroinvertebrates and diatoms.

We introduce a method to extract clusters of species sharing similar characters but also being phylogenetically related. We apply this method on the general pollution sensitivity (IPS specific sensitivity value; Coste, 1982) of 158 species of diatoms and, by tuning the method settings, we generate different clade-based derivatives of the traditional IPS index. Finally we estimate traditional and derived IPS scores for 2119 communities of diatoms to compare and assess the performances of these new indices.

12. Nouvelles métriques pour les diatomées : des outils alternatifs pour une utilisation universelle et facilitée de l'évaluation des milieux aquatiques

Kalman Tapolczai (Doctorant)

Rivers are essential water resources for human populations. Unfortunately, they are subject to strong pressure from anthropogenic activities. In this framework, the European Parliament set up a Directive in 2000 (European commission 2000), the Water Framework Directive (WFD), to protect and restore every water bodies. Aquatic communities are the first element to be disturbed by modifications of physical or chemical quality of rivers. The WFD requires member states to assess the quality of the water bodies by mean of some organisms in order to assess their ecological status. In particular, diatoms -a particular group of microalgae- are required to assess the ecological status of rivers.

France encompasses several tropical islands. French administration has to apply the WFD in these islands. For some of these islands, as Mayotte island, situated northern Madagascar, no biomonitoring tools are existing yet.

The objectives of the thesis is to develop alternative tools for ecological quality assessment that differ from the already used methods. While the already existing methods uses autoecological indices based on species' ecological profile, the concept of ecological guilds (or functional groups) merge species into groups based on their traits. These traits are efficient proxies of the environmental conditions. The groups containing species that have similar adaptive strategies in their environment thus they can be

handled as the unit of an ecosystem. This concept can be the base of a general and efficient evaluation system, since the guilds represent good indicators of the changes in the environment.

Analysing biological data of diatoms and macroinvertebrates from a wide range of environmental factors (France, Hungary, Mayotte) give us the chance to test our concept and develop a robust ecological assessment tool for rivers.

13. Assessment of stream water quality using benthic diatom metabarcoding

Valentin Vasselon (Doctorant)

Diatoms are among the main bioindicators used to assess the ecological quality of waterbodies. However, the taxonomic determination of their communities with microscopy is difficult and time-consuming. A metabarcoding approach using Next-Generation Sequencing (NGS) has been shown to be suitable for studying their communities (Kermarrec et al 2013, 2014). This metabarcoding approach can inventory accurately which species are present in environmental samples. In order to provide a good molecular bioindication tool, these species inventories have to be quantified. To that aim, a focus on all the biases potentially provided by this molecular approach is needed.

The first step was to determine if the DNA extraction method has an impact on the diatom community structure observed after metabarcoding. Five DNA extraction methods were compared on eight environmental biofilm samples with replicates. Sequencing was performed on an rbcL barcode using PGM ion torrent technology. According to preliminary results, no difference was observed between community structures when extracted with the tested methods, whatever the environmental sample.

14. Evaluation des caractéristiques fonctionnelles du lac d'Annecy : application de l'Indice Biologique Lacustre (IBL) et estimation des biomasses macro-benthiques

Thibaut Bastien (M2)

Au cours du dernier siècle, le lac d'Annecy a subi d'importants changements écologiques. A la fin des années 1960, la mise en place de mesures d'assainissement des eaux usées par le syndicat intercommunal du lac d'Annecy (SILA) a permis de restaurer les conditions trophiques pélagiques du lac (réoligotrophisation). Cependant, le compartiment benthique du lac reste mal connu et le SILA souhaite développer sa prise en compte dans l'évaluation écologique du lac. Dans cette étude, le compartiment benthique est analysé par le biais de l'Indice Biologique Lacustre (IBL, Verneaux et al., 2004). Cet indice repose sur l'étude de la diversité et de la distribution bathymétrique des communautés de macro-invertébrés vivant dans les sédiments et permet de juger des caractéristiques fonctionnelles du lac (Verneaux et al., 2004). L'utilisation de données préexistantes, permettra d'évaluer l'évolution temporelle de la

communauté de macro-invertébrés. De façon complémentaire, les biomasses des principaux taxons seront estimées au sein des habitats benthiques dominants au niveau de trois transects au cours de trois saisons différentes. L'évaluation des biomasses d'invertébrés permettra une meilleure évaluation du potentiel trophique du compartiment benthique pour la communauté piscicole.

15. Le film documentaire : Un outil de médiation scientifique

Mathieu Carvin (M2)

J'introduirai mon film "Le Suivi des Grands Lacs Alpins", et présenterai dans quelle mesure il s'inscrit dans une démarche de médiation scientifique. Au sein d'une UMR où se mutualisent différents acteurs aux disciplines et compétences variées, ce documentaire peut donner une vision globale du travail réalisé et favoriser le dialogue entre les différents partis à travers la compréhension de "l'autre". En donnant la parole aux acteurs de la recherche, cet outil, diffusable sur l'internet, peut être considéré comme un accès à l'information pour un public varié (étudiant curieux, grand public non sensibilisé à l'environnement, décideur politique, touriste projetant des vacances au bord du lac...). L'information ainsi diffusée peut être un pré-requis au dialogue entre le scientifique et l'acteur social. Ma présentation sera suivie de la projection du film.