



Proposition de stage Master 2

Unité EABX Ecosystèmes Aquatiques et Changements Globaux – Cestas (33)

Etude de la fréquence des épisodes d'hypoxie dans les herbiers denses de macrophytes des lacs du littoral aquitain

Etat de l'art

Les lacs littoraux peu profonds d'Aquitaine sont en partie colonisés par des plantes aquatiques exotiques envahissantes, dont *Egeria densa* et *Lagarosiphon major* (Bertrin et al., 2012). La présence d'herbiers denses de macrophytes peut modifier localement le fonctionnement de l'écosystème lacustre. En effet, une biomasse élevée de plantes peut empêcher le mélange de la colonne d'eau, jusqu'à ce que la quantité d'oxygène dissous présent dans le milieu s'épuise (Miranda & Hodges, 2000 ; Goodwin et al., 2008 ; Ribaudou et al., 2015). Cette baisse critique d'oxygénation peut à son tour entraîner des rétroactions sur le teneur en méthane et ammonium dans l'eau (Frodge et al., 1990 ; Ribaudou et al., 2014).

Les investigations récentes menées sur les lacs médocains ont démontré que l'exposition au vent et aux vagues joue un rôle majeur sur la dynamique des gaz dissous dans les herbiers denses de plantes aquatiques durant le printemps et le début de l'été (Poli, 2016). Le but de ce stage serait d'élargir cette analyse à la fois au niveau temporel (en étudiant les données sur l'ensemble d'une année) et au niveau spatial (en s'intéressant à d'autres lacs).

Problématique et méthode

Tournée vers les questions de gestion future de lacs aquitains, les activités menées en 2016-2018 visent à la mise en place de sondes autonomes dans des herbiers denses pour la mesure en continu de l'oxygène dissous dans la colonne d'eau, ainsi qu'au calcul de modèles sur l'hydrodynamique des lacs, incluant notamment l'exposition au vagues et la remise en suspension des sédiments (Keddy, 1982 ; Rohweder et al., 2012). Ces mesures à haute fréquence, effectuées simultanément dans des herbiers exposés, à l'abri du vent ou hors des herbiers (Van den Bogert et al., 1997), font partie d'un projet plus ample qui permettra d'approfondir la relation entre les paramètres climatologiques, la présence/absence des plantes et l'oxygénation des eaux. Le but final du projet est d'établir de façon claire les relations entre les données climatologiques et la physico-chimie dans les herbiers denses des lacs, afin d'identifier les zones potentiellement à risque de phénomènes de stagnation et hypoxie (Narumalani et al., 1997 ; Bell et al., 2006).

L'objectif du stage sera de participer activement à la réalisation de ce projet, qui consistera en 1) la validation et la bancarisation des données récoltées à haute fréquence durant une année par les sondes, 2) le calcul et l'analyses des données physiques modélisées et de terrain (fréquence et direction des vents, calcul de fetch, indice d'exposition), 3) l'analyse statistique visant à mettre en relation la teneur en oxygène et l'exposition au vent.

Pour mener à bien cette étude, les outils d'analyse de séries temporelles seront employés. Dans un premier temps, la description des différentes séries chronologiques disponibles sera effectuée (analyse spectrale, d'après Wei (1990), analyse par ondelettes (Lau & Weng, 1995 ; Torrence & Compo, 1998 ; Cazelles et al., 2008), etc.). Puis l'application des méthodes EDM (Empirical Dynamic Modeling) sera réalisée afin de mettre en évidence les éventuelles causalités et interactions entre les séries (Sugihara et al., 2012 ; Ye and Sugihara, 2016 ; Deyle et al., 2016).



Profil recherché

Etudiant(e) en Master 2 ou Ecole d'Ingénieur, orienté(e) biostatistiques et analyse de données. Intérêt et motivation pour la mise en forme et le traitement des données, l'analyse statistique et le travail de terrain en milieu aquatique.

Outils utilisés :

- Recherche bibliographique et synthèse documentaire
- Analyses statistiques et modélisation avec le logiciel R
- Cartographies et calculs SIG (ArcGIS, QGIS)

Résultats attendus de la part du stagiaire

Le ou la stagiaire assurera :

- les analyses statistiques des données biologiques et environnementales ;
- le transfert sur cartographie SIG des données (s'il y a le temps) ;
- la rédaction d'un rapport final de bon niveau scientifique.

Calendrier prévisionnel

Durée total du stage : 6 mois (possibilité de démarrage en Mars ou Avril 2019)

Février/Mars – Avril 2019 : recherche bibliographique

Avril – Juillet 2019 : travaux de terrain et traitement des données

Mai – Août 2019 : écriture du rapport final

Responsable(s) encadrement :

Encadrant : Maud PIERRE (IE - Irstea), maud.pierre@irstea.fr

Co-encadrants : Vincent BERTRIN (IE - Irstea), vincent.bertrin@irstea.fr et Cristina RIBAUDO (IR - ENSEGRID), cristina.ribaudo@ensegid.fr

Laboratoire d'accueil et lieu de stage

Irstea-Bordeaux

Unité de Recherche EABX

50 avenue de Verdun

33 612 CESTAS Gazinet Cedex

Pour postuler

Envoyer CV et lettre de motivation à l'un des responsables du stage avant le 15/11/2018.



Références bibliographiques

- Bell V.A., George D.G., Moore R.J. and J. Parker, 2006. Using a 1-D mixing model to simulate the vertical flux of heat and oxygen in a lake subject to episodic mixing. *Ecol Model* 190: 41-54
- Bertrin, V., A. Dutartre, A. Caro, S. Boutry, S. Moreira, and G. Jan. 2012. "Communautés végétales aquatiques des lacs médocains". Rapport Irstea, REBX, CARMA, 54 p. + ann.
- Cazelles, B., Chavez, M., Berteaux, D., Ménard, F., Vik, J., Jenouvrier, S. & Stenseth, N. (2008). Wavelet analysis of ecological time series. *Oecologia*, 156, 287–304
- Deyle, E. R., et al. (2016). "Tracking and forecasting ecosystem interactions in real time." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1822)
- Frodge J.D., Thomas G.L. and G.B. Pauley, 1990. Effects of canopy formation by floating and submergent aquatic macrophytes on the water quality of two shallow Pacific Northwest lakes. *Aquat Bot* 38: 231-248
- Goodwin K., Carcaco N. and J.J. Cole, 2008. Temporal dynamics of dissolved oxygen in a floating-leaved macrophyte bed. *Freshwat Biol* 53: 1632-1641
- Keddy, P. A., 1982. Quantifying within-lake gradients of wave energy: Interrelationships of wave energy, substrate particle size and shoreline plants in axe lake, Ontario. *Aquat Bot* 14, 41-58
- Lau, K. M. & Weng, H. (1995). Climate signal detection using wavelet transform: How to make a time series sing. *B. Am. Meteorol. Soc.*, 76, 2391–2402.
- Miranda L.E. & K.B. Hodges, 2000. Role of aquatic vegetation coverage on hypoxia and sunfish abundance in bays of a eutrophic reservoir. *Hydrobiol* 427: 51–57
- Narumalani S., Jensen J.R., Burkhalter S., Althausen J.D. and Mackey H.E. Jr 1997. Aquatic macrophyte modeling using GIS and logistic multiple regression. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 63: 41–49
- Poli A., 2016. Dynamique des gaz dissous dans les herbiers denses d'hydrophytes exotiques par rapport à l'exposition au vent. Rapport Master 2 STE, Université de Bordeaux, 38 p.
- Ribaudo C., Bertrin V. and A. Dutartre, 2014. Dissolved gas and nutrient dynamics within an *Egeria densa* Planch. bed. *Acta Bot Gal* 161: 233-241
- Ribaudo C., Jan G., Bertrin V., 2015. "Interactions entre macrophytes et qualité de l'eau : le cas des isoétides et des exotiques dans les lacs aquitains". Rapport Irstea, EABX, CARMA, 40 p.
- Rohweder, J.; Rogala, J. T.; Johnson, B. L.; Anderson, D.; Clark, S.; Chamberlin, F. & Runyon, K., 2012. Application of wind fetch and wave models for habitat rehabilitation and enhancement projects - 2012 Update Geological Survey (US)
- Sugihara, G., May, R., Ye, H., Hsieh, C.-h., Deyle, E., Fogarty, M., and Munch, S. 2012. Detecting causality in complex ecosystems. *Science*, 338: 496-500.
- Torrence, C. & Compo, G. P. (1998). A practical guide to wavelet analysis. *B. Am. Meteorol. Soc.*, 79, 61–78.
- Van de Bogert M.C., Carpenter S.R., Cole J.J., and M.L. Pace, 2007. Assessing pelagic and benthic metabolism using free water measurements. *Limn Ocean: Meth* 5: 145-155
- Wej, W.W.S. (1990) *Times Series Analysis. Univariate and Multivariate Methods*. Redwood City, CA: Addison Wesley
- Ye, H. and G. Sugihara (2016). "Information leverage in interconnected ecosystems: Overcoming the curse of dimensionality." *Science* 353(6302): 922-925
-