

Réponse à l'appel d'offre interne 2012



UMR IMBE 6273 Institut Méditerranéen
d'Ecologie et de Biodiversité

Aix-Marseille Université

Equipe Ecologie des Eaux Continentales



Laboratoire Chimie de l'Environnement

Aix-Marseille Université

**Equipe Développements métrologiques
et Chimie des Milieux**



CEREGE

**Equipe InterfaST : InterfaceS et
Transferts**



Contexte de la recherche

Les activités humaines au cours des derniers siècles ont profondément modifié à la fois les flux de polluants à la surface de la planète ainsi que le cycle global de différents nutriments et éléments essentiels à la vie (azote, phosphore, ...).

Les phénomènes de forçage induits par les activités anthropiques constituent une cause majeure de perte de biodiversité et de perturbation du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Il est important de pouvoir disposer d'éléments de diagnostic précoces et synthétiques de ces impacts globaux, afin de pouvoir prévenir les risques de perte de fonctions écosystémiques.

Les lacs de haute altitude, bien qu'isolés des effets des perturbations anthropiques directes, reçoivent une quantité importante de précipitations sur leur bassin versant principalement sous forme de neige, précipitations qui peuvent être chargées en différents polluants et nutriments selon leur origine et leur mode de circulation. Les travaux de Lepori et al ^{1,2} montrent clairement l'apport d'azote anthropique par retombées atmosphériques.

Soumis à des conditions environnementales extrêmes, les lacs de haute altitude abritent des réseaux trophiques simplifiés qui rendent leur réaction plus sensible et plus rapide aux changements environnementaux. Ces lacs, très nombreux dans la région Provence Alpes Côte d'Azur, peuvent servir de milieux sentinelles pour le suivi des retombées atmosphériques et de leurs effets sur les communautés.

Les lacs de haute altitude ont fait l'objet de nombreux programmes de recherche européens (programmes AL:PE, MOLAR, Euro-Limpacs, ...) mais les lacs français n'ont jamais été intégrés dans ces programmes. Des études sur les retombées atmosphériques et sur le fonctionnement des lacs de haute altitude ont été menées dans le cadre d'un programme Interreg franco-italien, le programme « Aqua ». Ces résultats ont mis en évidence la présence de contaminants dans les sédiments et les tissus de poissons et des problèmes d'enrichissement du niveau de trophie de certains lacs. Mais les effets écosystémiques ainsi que les mécanismes de transfert trophique, par exemple, restent totalement inconnus.

Les lacs de haute altitude constituent des sites d'étude pertinents mais soumis à des contraintes fortes (difficultés d'accès, 2 à 3 heures de marche, présence d'une couche de glace durant 8 mois par an, ...). Avant la mise en place d'un protocole lourd de suivi, des étapes de validation et des tests de faisabilités sont indispensables. Notre projet revêt ainsi un caractère exploratoire de faisabilité.

Les approches des trois équipes (IMBE, CEREGE, LCE), partenaires de cette demande et de ce projet de recherche, sont complémentaires. L'association de leurs compétences et de leurs connaissances vont permettre de mieux appréhender le fonctionnement des lacs de haute altitude. Ainsi, la structure des peuplements phytoplanctoniques (étudiés par l'IMBE) dépendent des flux et de la disponibilité des nutriments (compartiment étudié par le LCE), tandis que la présence de certains éléments métalliques (étudiés par le CEREGE) peut induire une toxicité sur ces peuplements. La recherche des éléments métalliques rares (menée par Le CEREGE) en lien avec la recherche d'éléments traces métalliques impliqués dans les cycles naturels biogéochimique (fer, manganèse, cuivre, ...) (étudiés par le LCE), dans les compartiments eau, sédiments et phytoplancton, permettra d'expliquer la structuration phytoplanctonique (IMBE) mais également de déterminer la part des éléments provenant des apports directs du bassin versant des éléments ayant une origine plus lointaine.

-
1. Lepori, F.; Barbieri, A.; Ormerod, S. J., *Freshwater Biology* **2003**, *48*, 175-189.
 2. Lepori, F.; Barbieri, A.; Ormerod, S. J., *Freshwater Biology* **2003**, *48*, 1873-1885.

Objectifs de la demande

L'objectif du travail effectué dans le cadre de cet appel d'offre est d'avoir des éléments sur la variabilité spatiale de la distribution des peuplements phytoplanctoniques, sur les niveaux de concentrations des composés azotés en vue de la mise en place de sondes d'enregistrement en continu des valeurs de chlorophylle a et de concentration en nitrates, nitrites, ammonium et orthophosphates et, en particulier de vérifier que les concentrations présentes sont supérieures aux limites de détection des équipements envisagés (à financer dans des programmes futurs). De plus, des échantillons (eau, sédiments, phytoplanctons) seront prélevés pour vérifier la présence d'éléments métalliques classiques (comme le fer, le manganèse, le cuivre, ...) mais également rares, résultant des développements industriels récents (en priorité : Ga, In, Sb, Tl, Ge, Ag, Se, terres rares, (semi-conducteur, photocatalyse...)...), ainsi que les polluants métalliques plus abondants (Pb, Cu, Ni, Cd, As...(métallurgie, procédés thermiques...)) dans l'eau et les sédiments.

Ces lacs présentent des conditions d'accès difficiles, les contraintes d'échantillonnage sont fortes et les connaissances peu nombreuses, il convient donc de disposer du maximum d'informations pour mettre en place un programme de plus grande ampleur. Ce projet nous permettra de mieux définir la faisabilité de certaines actions et objectifs.

Une campagne de prélèvements sera réalisée sur deux lacs du parc naturel régional du Queyras pour :

- Evaluer les concentrations des principaux anions et cations, analyser leur variabilité spatiale et l'évolution de leur forme. L'objectif est en particulier d'analyser les concentrations en nutriments (ammonium, nitrates, phosphates, ...), et les teneurs en métaux pouvant réguler leurs teneurs (fer, manganèse, ...) afin de mettre en parallèle les concentrations observées et les limites de détection de sondes d'enregistrement en continu que l'on souhaite mettre en place sur ce type de lac.
- Evaluer les concentrations de métaux traceurs des activités anthropiques (en priorité : Ga, In, Sb, Tl, Ge, Ag, Se, terres rares, Pb, Cu, Ni, Cd, As) (eau, sédiment et peuplements planctoniques (phytoplancton, zooplancton et poissons))
- Analyser la composition des peuplements planctoniques (phytoplancton, zooplancton et poissons) et de leur variabilité spatiale. L'objectif est d'avoir des éléments précis sur la composition et la répartition des espèces dans l'espace. Les peuplements phytoplanctoniques sont de bons indicateurs du niveau de productivité et de l'état de trophie des milieux. L'objectif est également de disposer des éléments d'information nécessaires pour pouvoir installer des sondes d'enregistrement en continu (température, conductivité, pH et surtout chlorophylle). Les processus de contrôle top-down seront abordés en étudiant les compartiments zooplanctoniques et ichtyologiques (densité et composition zooplanctonique, composition spécifique et contenus stomacaux des poissons).

Suite prévue :

Ce travail constitue une première demande auprès de la Fédération de Recherche Eccorev et une première collaboration entre les équipes Ecologie des eaux continentales de l'IMBE, Développements métrologiques et Chimie des Milieux du LCE et InterfaST (InterfaceS et Transferts) du CEREGE. Les approches de ces trois équipes sont complémentaires ; cette première expérimentation commune a pour objectif de renforcer les liens entre les personnels de ces 3 équipes et de créer une dynamique nouvelle.

L'objectif est de développer les compétences de ce groupement d'équipes de recherche sur les lacs de haute altitude pour pouvoir participer à des appels d'offre nationaux et internationaux. Les trois équipes sont déjà impliqués dans le réseau « lac-sentinel » (Groupement d'Intérêt Scientifique en cours d'élaboration), fruit d'un partenariat entre des gestionnaires (ONEMA, Parcs Nationaux, Fédération de Pêche, ...) et des équipes de recherche (INRA Carrtel, Edytem, Chrono-environnement, ...). A terme le réseau lac-sentinel doit fédérer des réponses à des appels d'offre de type ANR, Feder ou Life +.

Réalisations prévues, plan financier succinct, description courte du mode d'interaction prévu entre les équipes.

Le projet présenté vise à la réalisation d'une campagne de prélèvements, de mesures et d'analyses communes aux trois équipes, en juillet 2012 sur les lacs Egorgéou et Foréant (Parc Naturel Régional du Queyras).

Détails des actions :

- Mesures de paramètres abiotiques : température, conductivité, transparence, oxygène dissous (mesures en différents points du lac et sur des profils verticaux)

- Prélèvements dans le compartiment benthique
 - o Analyse de la composition du peuplement d'invertébrés benthiques
 - o Analyse physico-chimiques dans les sédiments
 - o Recherche d'éléments traces.

- Prélèvement dans le compartiment planctonique
 - o Analyse de la composition du peuplement phytoplanctonique, prise en compte de la variabilité spatiale
 - o Prélèvements de poissons par pêche aux filets
 - o Analyse des caractéristiques physico-chimiques de l'eau, prise en compte de la variabilité spatiale

- analyses : analyse élémentaire par ICP-MS: échantillons d'eau (2 lacs, 15/20 points de prélèvements (avec fractionnement par filtration (0,2 et 0,02 μm) = 45/60 échantillons), organismes benthiques, zoo et phyto plancton, poissons (80-100 échantillons), sédiments (15-20 échantillons) : estimation du nombre total d'échantillons : 200 échantillons au maximum.

Les approches des trois équipes (IMBE, CEREGE, LCE) sont complémentaires. Elles permettent de mieux comprendre le fonctionnement des lacs de haute altitude. Par exemple, la structure des peuplements phytoplanctoniques qui sont des producteurs primaires (étudiés par l'IMBE) dépendent des flux de nutriments et de la disponibilité des nutriments (compartiment étudié par le LCE). De même, les éléments recherchés par le LCE et le CEREGE doivent permettre de mieux comprendre la part des éléments provenant des apports directs du bassin versant des éléments ayant une origine plus lointaine et anthropique. Le couplage d'une approche écosystémique à une étude physico-chimique sur des lacs d'altitude par des équipes reconnues dans les deux domaines revêt un caractère novateur. L'interdisciplinarité se révèle néanmoins indispensable pour mener à bien ce projet qui permettra d'établir un diagnostic clair.

DESCRIPTIF FINANCIER

Frais de déplacement

Transport du personnel (2 véhicules)	300 €
Hébergement (2 jours X 2 personnes X 2 équipes)	600 €
Transport du matériel par chevaux	500 €

Frais d'analyse

Matériel pour pêche aux filets	800 €
Matériel pour prélèvements planctoniques	700 €
Frais d'analyse par ICP-MS (200 échantillons)	1050 €
Consommable minéralisation des échantillons	300 €
Consommable pour carottier (tube plexiglas)	250 €
Analyse des anions (chromatographie anionique) : 20 échantillons	198 €
Analyse de l'ammonium (chromatographie cationique) : 20 échantillons	138.6 €
Carbone Organique Total (compartiment eau) : 20 échantillons	297 €
Carbone Organique Total (compartiment sédiment) : 20 échantillons	158.4 €
Azote Total (compartiment eau) : 20 échantillons	198 €
Azote Total (compartiment sédiment) : 12 échantillons	180 €
Analyse ETM classiques (compartiments eau et sédiments) : 32 échantillons	320 €

Total **5990 €**

Description du consortium : liste des participants (avec leur statut et le pourcentage d'implication), court CV du porteur de chaque équipe incluant la liste de trois publications les plus pertinentes pour le projet.

CEREGE

Jérôme Rose, DR, CNRS, +33 (0)4 42 97 15 29, rose@cerege.fr – 5 %

Bernard Angeletti, IE, +33 (0)4 42 97 15 12, angeletti@cerege.fr – 5 %

Laboratoire Chimie de l'Environnement

Jean-Luc Boudenne, MCF-HDR, +33 (0)4 13 55 10 31, jean-luc.boudenne@univ-amu.fr – 5 %

Bruno Coulomb, MCF, +33 (0)4 13 55 10 28, bruno.coulomb@univ-amu.fr – 5 %

Frédéric Théraulaz, MCF, +33(0)4 13 55 10 37, frederic.theraulaz@univ-amu.fr – 5 %

UMR IMBE

Evelyne Franquet, PR, + 33 (0)4 91 28 80 36, evelyne.franquet@univ-amu.fr – 5 %

Céline Bertrand, MCF, + 33 (0)4 91 28 90 19, celine.bertrand@univ-amu.fr – 10 %

Laurent Cavalli, MCF, +33 (0)4 13 55 07 51, laurent.cavalli@univ-amu.fr – 10 %

Porteur de projet IMBE :

Laurent Cavalli

Maître de conférences, 41 ans.



FORMATION

Doctorat : **Biologie des populations de Salmonidés des lacs de haute altitude du Parc National des Ecrins Alimentation - Croissance – Reproduction** soutenue le 20 octobre 1997 à l'Université de Provence, Marseille.

ACTIVITES ADMINISTRATIVES :

Responsable Master 1. Gestion de l'eau et des milieux aquatiques depuis 2006.

Membre du comité scientifique du Parc National des Ecrins depuis 2003.

3 ARTICLES EN LIEN AVEC LE PROJET :

Cavalli L., Pech N., Tron L. & Chappaz R. 2002. Growth patterns of Arctic charr in five high altitude lakes in a French Alpine massif. *Journal of Fish Biology* **60**, 453-465.

Cavalli L., Miquelis A., & Chappaz R. 2001. Combined effects of environmental factors and predator-prey interactions on zooplankton assemblages in five high alpine lakes. *Hydrobiologia* **455**, 127-135.

Cavalli L. & Chappaz R. 1996. Diet, growth and reproduction of the arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) in a high alpine lake : Muzelle (Oisans, France). *Journal of Fish Biology* **49**, 953-964.



Coordonnateur CEREGE:

Jérôme Rose, Docteur, HDR et Ingénieur en Géosciences
Directeur de Recherche, CNRS, 41 ans.

Expérience Professionnelle :

depuis 2007 : Adjunct Associate Professor à l'université de DUKE (Durham, USA)
depuis 2006 : Directeur de recherche au CNRS au CEREGE à Aix en Provence
depuis 2002 : Adjunct Associate Professor à l'université de RICE (Houston, USA) Environmental and Energy Systems Institute
depuis 2002 : Membre du CNST (Center for Nanoscale Science and Technology) .
2001-2007: Adjunct Associate Research Scientist au Lamont Doherty Earth Observatory de l'université de Columbia (New-York, USA)
depuis 1997 : Chargé de recherche au CNRS au CEREGE à Aix en Provence.

Formation

2004 : Habilitation à diriger des recherches, Université Paul Cézanne: 'Dynamique et toxicité des colloïdes et contaminants: apports de la physico-chimie moléculaire'.
1996-1997: Post-doctorat à Rice University (Houston TEXAS USA) "Développement de nouvelles membranes céramiques à base de nanoparticules de fer "
1996 : Doctorat : Institut National Polytechnique de Lorraine. "Interactions entre le Fer(III) et les ions NO_3^- , PO_4^{3-} et COO^- : mécanismes de complexation, nucléation, croissance ».
1993 : Ingénieur Géologue - Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy

Distinction : Médaille de bronze du CNRS 2006.

Animation scientifique et tâches collectives

2006-> Membre du comité scientifique de l'Action thématique 'CYTRIX : Cycles hydro-biogéochimiques, transferts et impact écotoxicologique' (Programme National EC2CO « Ecosphère Continentale et Côtière) de la division SIC de l'INSU
2002-2007 Membre du bureau de l'IFRE n°112 Pôle Méditerranéen des Sciences de l'Environnement.
2004-2006 Membre nommé au conseil de laboratoire du CEREGE.
2005-2006 Membre élu du conseil du Département Environnement de la faculté de sciences et techniques de l'université Paul Cézanne.
2007- > Membre du Conseil Scientifique de direction du CEREGE
2009-2011 Membre du comité d'experts spécialisés « Résidus et contaminants chimiques et physiques » de l'AFSSA (Agence Française de sécurité sanitaire des aliments). (French Food Safety Agency)
2009 Membre de la Commission spécialisée Surfaces et interfaces continentales (INSU)
2010-2011 Membre du groupe de travail « Nanotechnologies et alimentations » de l'AFSSA.
2010 Membre du comité d'évaluation de l'ANR CES (Contaminant Environnement Société).
2010-2014 Membre nommé du conseil scientifique de l'INSU-CNRS.

Responsabilité de services :

2007- > Responsable de l'équipe « Sol-Eau-Déchets: biogéochimie et Développement Durable » (SE³D) du CEREGE.

Production scientifique : 79 articles dans des revues à comité de lecture de rang A. 1 Brevet international.

3 articles en lien avec le projet :

Garnier J-M., Hurel C., Garnier J., Lenoble C., Garnier C., Ahmed K.M., Rose J., (2011) '*Strong chemical evidence for high Fe(II)-colloids and low As-bearing colloids (200 nm–10 kDa) contents in groundwater and flooded paddy fields in Bangladesh: A size fractionation approach*', **Applied Geochemistry**, 26, 1665–1672.

van Geen A., Zheng Y., Cheng Z., He Y., Dhar R. K., Garnier J. M., Rose J., Seddique A., Hoque M. A., Ahmed K.M., (2006) 'Impact of irrigating rice paddies with groundwater containing arsenic in Bangladesh', *Science of the Total Environment*, 367 (2-3), 769-777.

Auffan, M., Bottero, J. Y., Chaneac, C., and Rose, J. (2010) Inorganic manufactured nanoparticles: how their physicochemical properties influence their biological effects in aqueous environments, *Nanomedicine* 5, 999-1007.

Porteur de projet LCE :

Bruno Coulomb

Maître de conférences, 38 ans.



FORMATION

Doctorat : **Biosciences de l'environnement, chimie et santé**, « Spectrophotométrie UV-Visible avancée pour l'analyse en continu d'éléments métalliques dans les eaux », soutenue le 07 décembre 2000 à l'Université de Provence, Marseille.

ACTIVITES ADMINISTRATIVES

Responsable Master 2 Recherche SET parcours CHARME en enseignement à distance.

Membre du groupe de travail pour l'expérimentation du C2I MEAD (niveau 2, domaine des métiers de l'environnement) pour l'Université de Provence.

PUBLICATIONS (22)

V. Devallois, P. Boyer, J.-L. Boudenne, B. Coulomb, "Mobility of trace metals in freshwater sediments: a modelling coupling solid-liquid exchanges, biochemical reactions and interstitial diffusion", *Radioprotection*, 44 (5), 525-530, 2009.

V. Devallois, P. Boyer, J.-L. Boudenne, B. Coulomb, "Modelling the vertical profiles of O₂ and pH in saturated freshwater sediments", *International Journal of Limnology*, 44 (4), 275-288, 2008.

B. Coulomb, Y. Richardson, C. Brach-Papa, J.-L. Boudenne, F. Théraulaz, "Rapid estimation of TOC in marine urban sewage area by UV spectral deconvolution", *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 86(14), 1079-1093, 2006.