



# RAPPORT ANNUEL D'ACTIVITE 2016

## SOERE

### Systèmes d'Observation et d'Expérimentation au long terme pour la Recherche en Environnement

## I Eléments descriptifs du Système d'Observation ou d'Expérimentation (1/2p)

– **Intitulé de la plate-forme et site internet** : SOERE OLA (Observatoire des Lacs alpins)  
<http://www6.inra.fr/soere-ola>

– **Coordonnées des responsables scientifiques et techniques**

**Direction administrative**: B. Montuelle & **Animatrice scientifique**: I. Domaizon INRA UMR CARRTEL

**Comité de pilotage opérationnel** : F. Arnaud (UMR EDYTEM), O. Anneville (UMR CARRTEL), D. Latour (UMR LMGE), I. Domaizon (UMR CARRTEL), E. Naffrechoux (LCME), B. Vinçon Leite (ENPC LEESU), Jean Guillard (UMR CARRTEL), C Birck (ASTERS), JM Baudoin (Pole plan d'eau ONEMA).

**Responsable SI** : G. Monet INRA UMR CARRTEL

**Conseil Scientifique** : composé d'experts extérieurs (B Ibelings Institut Forel Univ. de Genève ; J Lobry IRSTEA Bordeaux ; L. Stemmann CNRS/UPMC Observatoire Océano. Villefranche ; S Souissi Univ. Lille, Station marine Wimereux) et de l'animateur scientifique.

– **Structures de rattachement**

Le SOERE est rattaché pour sa gestion à l'UMR CARRTEL qui en assure la gestion budgétaire et technique. La gouvernance s'appuie sur un comité de pilotage regroupant des représentants des laboratoires partenaires, et un conseil scientifique d'experts extérieurs au SOERE. Il émerge également au PIA ANAEE-France et est en cours d'inscription dans le réseau ANAEE-Europe.

– **Rappel du cadre d'activité, de la structure du système en réseau**

Le SOERE s'inscrit dans une démarche d'évaluation de l'état, du fonctionnement et des trajectoires écologiques à long terme des systèmes lacustres.

Les objets observés sont historiquement les 3 grands lacs péri-alpins (Léman, Annecy, Bourget) pour lesquels des suivis limnologiques formalisés et réguliers existent depuis les années 1970 en partenariat avec les gestionnaires de ces lacs (CIPEL, SILA et CISALB). Ces suivis ont servi de point de nucléation pour la constitution du SOERE qui fédère aujourd'hui 10 laboratoires ayant des spécificités scientifiques complémentaires (écologie, chimie, biogéochimie, modélisation, ...) pour aborder de manière pluridisciplinaire les questions de limnologie et paléo-limnologie. Les sites d'études entrant dans le périmètre du SOERE OLA incluent maintenant le lac d'Aiguebelette (4<sup>ème</sup> des grands lacs périalpins français), des lacs du massif central, des lacs d'altitude (Alpes), un lac du Jura et un lac 'urbain' (Créteil). A noter que, sur un plan international, l'Observatoire lac Titicaca (OBLT géré par l'IRD), et suite à sa demande, est en cours de rattachement au SI de OLA.

Le SOERE OLA s'articule en 3 volets : (i) acquisition de données à long terme, (ii) projets scientifiques en limnologie et paléolimnologie, (iii) traçabilité et gestion des données et échantillons.

L'ensemble des informations acquises dans le cadre du SOERE constitue un patrimoine scientifique exceptionnel pour étudier, à long-terme, l'évolution de l'état et de la biodiversité du système lacustre, l'impact de l'anthropisation sur le milieu lacustre et ses réponses à l'évolution des pressions (multiples) de l'environnement.

## II Résumés des principaux faits scientifiques, techniques et d'animation marquants du SOERE au cours de l'année 2016 (1p)

### II.1 FAITS SCIENTIFIQUES (sélection de quelques résultats/avancées en 2016)

L'année 2016 est marquée notamment par l'avancée des connaissances concernant les **dynamiques écologiques à long-terme** et la **réponse des communautés et de l'écosystème aux forçages locaux et globaux**. L'approche retro-observatoire menée sur les archives sédimentaires a en effet permis (i) de produire des informations inédites concernant la dynamique de la diversité eucaryote sur un pas de temps de plus de 2000 ans (Thèse E Capo ; Capo et al 2016) (ii) de proposer un nouveau proxy pour reconstituer les concentrations en CO<sub>2</sub> (Perga et al 2016).

L'axe thématique '**écodynamique des polluants**' a par ailleurs bénéficié d'une impulsion nouvelle avec deux thèses débutées en 2016. L'une (N Lecrivain LEHNA) vise à comprendre le rôle de la zone littorale dans le devenir des polluants et l'influence des nouvelles conditions de marnage (Lac du Bourget). La seconde (T Masset, LCME) concerne l'étude de la volatilisation des PCB depuis les lacs et vise à améliorer la connaissance du mécanisme d'atténuation naturelle de la contamination par les composés organiques semi-volatils.

L'ensemble des travaux et avancées précités font l'objet de collaborations entre plusieurs laboratoires de OLA (voir détails présentés ci-après §III).

La publication d'une base de références moléculaires en open-access (Rimet et al 2016) dédiée au barcoding des diatomées est à mentionner dans les productions clés issues à la fois des collections de micro-algues (Thonon Culture Collection) et du volet '**évolution des indicateurs biologiques**'.

Enfin, le montage du projet INTERREG France- Suisse Synaqua (Coord. A Bouchez CARRTEL & J Pawlowski Univ Genève) visant à développer un nouvel éco-diagnostic environnemental basé sur le metabarcoding de l'ADN environnemental est une réussite importante concernant le volet '**évolution des indicateurs biologiques**'.

## II.2 FAITS TECHNIQUES :

Sur le plan technique, OLA a poursuivi en 2016 l'équipement en **capteurs haute fréquence pour instrumenter les lacs d'altitude** (budget 'action spécifique') en partenariat avec le GIS Lacs sentinelles. Par ailleurs l'investissement 2016 a été en partie dédié à l'achat d'un **matériel de stockage destiné à la collection de carottes sédimentaires utilisées pour les approches paléolimnologiques**.

A noter également, le premier test du **prototype HARLE** ('Hydroacoustic autonomous boat for remote fish detections in lakes'), co-financé par ANAEE\_F & le Pole PAGE Grenoble Alpes (partenariat SIMRAD & CT2MC ; coord CARRTEL : J Guillard).

En lien avec le SI, il faut noter pour l'année 2016 les évolutions concernant (i) **l'élargissement du nombre de sites lacustres référencés dans le SI** (ii) la réalisation d'une **analyse fonctionnelle en amont de l'intégration de nouveaux paramètres** dans le SI (voir détails en §III).

## II.3 ANIMATION :

Outre la tenue de l'assemblée générale du SOERE OLA (mars 2016 - Lyon) et des journées **de formation et harmonisation concernant l'identification du phytoplancton** (avril & octobre 2016-Thonon) une des principales actions d'animation concerne la **journée scientifique sur la modélisation des écosystèmes lacustres** (Ecole des Ponts ParisTech- Champ sur Marne Février 2016) organisée par UMR CARRTEL (O Anneville) et LEESU (B Vinçon-Leite).

## III Rapport scientifique sur l'activité du SOERE en 2016 *incluant la prise en compte des recommandations et les actions « innovantes » spécifiques au SOERE* (3 p)

### III.1 RAPPEL DES RECOMMANDATIONS ALLEVI ET ACTIONS 2016 EN LIEN AVEC CES RECOMMANDATIONS

Recommandations Allenvi		Actions OLA 2016
<b>en termes de contractualisation pour la durée de la labellisation</b>		
Jalons à 2 ans	.Mise en place d'un comité de pilotage opérationnel regroupant les différents partenaires et d'un conseil scientifique permettant d'accompagner l'intégration des lacs d'altitude dans le SOERE	Le comité de pilotage a été élargi et inclus des représentants des différentes disciplines et des laboratoires CARRETEL, EDYTEM, LMGE, LCME, LEESU, ASTERS, Pole plan d'eau ONEMA. Les représentants de ce comité se sont réunis en mars (AG) et novembre (visioconférence) 2016.
	.Prise en compte des nouveaux observables sur les grands lacs concernant les compartiments benthiques (macro-faune), les suivis piscicoles et les données microbiologiques	-Les analyses de la macro-faune benthique et des communautés piscicoles sont intégrées dans les suivis observatoires des grands lacs alpins (Annecy Bourget prioritairement). -Le suivi des communautés microbiennes (en cytométrie) est effectif dans les suivis des grands lacs alpins. L'insertion de ces nouvelles données dans le SI a été préparée (analyse fonctionnelle des données et métadonnées) en 2016 grâce à l'accueil d'un CDD de 5 mois ; elle pourra débuter en 2017.
	.Intégration des données des lacs d'altitude dans la base de données	Les données physico-chimiques et biologiques des lacs d'altitude ont été intégrées dans le SI OLA. Concernant les données de capteurs haute fréquence (température), un tutoriel a été préparé en 2016 (R Bruel CARRETEL) pour permettre à tous les utilisateurs de mettre en œuvre les étapes de nettoyage-validation des données. En parallèle la capacité d'intégration dans le SI des fichiers de capteurs a fait l'objet d'une pré-évaluation en 2016 ; il en ressort qu'un développement spécifique est nécessaire sur le SI (prévu à partir de 2017).
	.Faire aboutir la réflexion sur le coût des services et des prestations pour la communauté scientifique et éventuellement assurer des réflexions transverses avec d'autre SOERE sur cette question	Cette réflexion se décompose en 2 temps : identification des services/prestations susceptibles d'être fournis et évaluation de leur coût. Un premier travail a été effectué pour l'évaluation des coûts de journée de prélèvement en lac (hors lacs d'altitude). Cette réflexion est complémentaire à celle menée pour ANAEE, en particulier pour le nouveau Service « ABaq Analyse de la Biodiversité Aquatique ».
Jalons à 4 ans	.Réflexion prospective du SOERE sur sa spécificité de suivi à long terme des grands lacs	Concernant ce volet, une réflexion a débutée concernant l'articulation entre la base de données des sites lacustres OLA et la base de données nationale des plans d'eau coordonnée par l'ONEMA (Pôle plan d'eau Onema Irstea).
	.Définir le positionnement au niveau national par rapport aux IR ANAEE et OSCAR	L'ancrage du SOERE OLA dans ANAEE-F est pour l'instant réaffirmé (pris en compte dans la future IR ANAEE-France). L'apport de ANAEE a permis de nombreux investissements matériel de terrain ou de laboratoire, renforçant les capacités d'investigation du SOERE (dont un drone aquatique, des systèmes d'expérimentation in situ, de matériel d'analyse pour le décryptage de la biodiversité).
	.Intégrer les partenaires suisse dans le SOERE et explorer un positionnement au niveau européen vis-à-vis des initiatives sur les grands lacs.	Le positionnement européen est en construction via - le partenariat Suisse (Univ de Genève, l'institut Forel, Univ Lausanne), incluant la construction de projets scientifiques INTERREG (voir ci-après). - la mobilisation du réseau LimnoAlp ( <a href="http://limnoalp.eu/">http://limnoalp.eu/</a> ) pour la structuration au niveau de l'Arc Alpin.

		- l'organisation du futur colloque international sur la limnologie des grands lacs 'joint meeting ELLS –IAGLR 2018' ( <a href="http://bit.ly/2g3dUBz">http://bit.ly/2g3dUBz</a> ).
<b>En termes d'action innovante en 2016</b>		
Jalon 2016	Innovation sur le suivi de milieux comme les lacs d'altitudes à l'aide de capteurs de terrains permettant d'assurer la permanence et l'automatisation des mesures	En 2016, l'investissement sur des équipements de type capteurs (capteurs Température et O2 déployés sur de plusieurs lacs d'altitude) et une station météo sur un site atelier (Lac de la Muzelle) vise à instrumenter de manière durable ces sites d'altitude.

### III.2 SYNTHÈSE DES PRINCIPALES ACTIONS ET ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES 2016

#### Faits scientifiques (sélection de quelques résultats/avancées 2016)

L'ensemble de la production (articles, rapports, conférences) est listé à la fin de ce document. On dénombre en 2016 : 11 articles, 5 rapports scientifiques ou diplômants, 2 articles de vulgarisation et ~5 conférences. Ci-dessous sont détaillés quelques résultats/actions sélectionnés pour 2016.

#### Volet Dynamiques écologiques, réponses aux forçages globaux

##### -Reconstitution de la diversité eucaryote lacustre sur 2200 ans : rôle de l'eutrophisation et des changements climatiques dans les réarrangements de diversité. Thèse E Capo

Partenaires SOERE impliqués : CARRTEL - EDYTEM – CHRONOENVIRONNEMENT - LMGE

En s'appuyant sur le séquençage massif de l'ADN archivé dans les sédiments nous avons reconstitué la diversité eucaryote lacustre sur une période de 2200 ans dans 2 lacs modèles, en France et au Groenland. Ces données temporelles inédites mettent en évidence les réarrangements de diversité s'opérant au sein des groupes biologiques jusque-là ignorés en paléolimnologie, ainsi que les facteurs de régulation de ces réarrangements avec notamment le rôle primordial de l'eutrophisation des eaux (Capo et al 2016).

##### -Reconstitution des concentrations en CO<sub>2</sub> dans les grands lacs péri-alpins

Partenaires SOERE impliqués : CARRTEL - LMGE

Un proxy nouvellement développé pour retracer la concentration en CO<sub>2</sub> dissous dans les eaux de surface a été utilisé pour reconstituer les changements survenus au cours des 150 dernières années pour trois grands lacs Annecy Bourget Léman. Initialement neutre en termes d'émission de CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère, les trois lacs ont ensuite fluctué entre l'équilibre et la sursaturation qui signe une émission de C vers l'atmosphère en période estivale. La concentration en éléments nutritifs des eaux a été le principal moteur de la variabilité du CO<sub>2</sub>, cependant, le contrôle climatique des concentrations de CO<sub>2</sub> a été important au cours des 30 dernières années. Cette nouvelle approche permet d'évaluer a posteriori l'impact des activités humaines sur le CO<sub>2</sub> des lacs. (Perga et al 2016).

##### -Réponse thermique des grands lacs au changement climatique

Partenaire SOERE impliqué : CARRTEL

L'analyse comparée de l'ensemble des données thermiques pour les quatre grands lacs alpins de l'observatoire (Annecy, Léman, Bourget et Aiguebelette) a été engagée à l'occasion 'un stage de Master 2 (S. Palenzuela). Ce travail révèle que tous les lacs ont répondu thermiquement au changement climatique récent (élévation des températures de surface) avec toutefois des intensités différentes en fonction de leur morphologie. Ces modifications s'illustrent notamment sur les 'timings' de stratification (début et durée notamment) ainsi que sur la stabilité des masses d'eaux, impactant plus ou moins fortement la consommation ou le renouvellement de l'oxygène profond.

#### Volet Ecodynamique des polluants

Rôle de la zone littorale lacustre dans le devenir des polluants et influence des nouvelles conditions de marnage sur le Lac du Bourget (thèse N. LECRIVAIN, LEHNA & LCME) Thèse N Lecrivain (2016-2019).

L'évaluation de la contamination et l'écotoxicité des sédiments superficiels de la zone littorale lacustre s'est faite en trois étapes : (1) dosages dans le sédiment brut des principaux métaux lourds, des 16 HAP identifiés comme prioritaires par l'USEPA et des 7 PCB indicateurs sur 10 stations littorales du lac, (2) essais en microcosme pour attester de la réponse biologique d'organismes de laboratoire exposés à ces sédiments, et (3) tests *in situ* par le suivi de biomarqueurs sur la macrofaune autochtone. L'évaluation des risques écologiques laisse envisager un effet toxique pour le biote exposé, qui n'est cependant pas visible au regard des paramètres mesurés dans les essais biologiques (taux de survie, reproduction, alimentation, activité enzymatique, ...). La prochaine étape consistera en l'étude de la mobilité et biodisponibilité des contaminants sédimentaires sous l'effet du marnage du lac.

### **Volet Evolution des indicateurs biologiques**

**Montage projet INTERREG France- Suisse Synaqua** (Coord A Bouchez CARTEL J Pawlowski Univ Genève)

Le projet SYNAQUA vise à développer un nouvel éco-diagnostic environnemental basé sur le metabarcoding de l'ADN environnemental (diatomées et macrofaune benthique) ; cet outil sera appliqué notamment sur le lac Léman pour produire une cartographie de son état écologique, avec 150 points de suivis littoraux et donner suite aux actions de préservation/restauration sur l'ensemble de son linéaire côtier en collaboration avec les gestionnaires. Pour le développement de cet outil ADN pour la bio-surveillance haut-débit, le projet mettra en oeuvre des ateliers d'échange et de concertation entre scientifiques et professionnels de la bio-surveillance. Un volet de sensibilisation à la surveillance de l'environnement et aux nouveaux outils de bio-surveillance sera mené à destination des scolaires, des professionnels de la gestion environnementale et du grand public.

## **Faits techniques**

### **Investissement en termes d'équipement**

2016 est marqué par

(i) la poursuite des équipements de type capteurs (capteurs haute fréquence pour la mesure de la température et la teneur en oxygène) qui vise à instrumenter les lacs d'altitude en partenariat avec le GIS Lacs sentinelles.

(ii) l'investissement dans un matériel de stockage (réfrigéré) destiné à la collection de carottes sédimentaires utilisées pour les approches paléolimnologiques (gestion EDYTEM). Ce dispositif permettra de bancariser les échantillons prélevés dans le cadre du SOERE. L'objectif est de favoriser la réutilisation des échantillons et des données en donnant accès aux collections et à leurs données associées. Les échantillons seront référencés via le système international IGSN et le nouveau portail national des métadonnées de forages scientifiques (cyber-carothèque nationale) qui sera mis en ligne début 2017. Les données seront quant à elles accessibles sur demande directe adressée à la gestionnaire de la base et après avis du comité de pilotage du SOERE.

### **Evolution des données stockées dans le SI**

Concernant l'élargissement des sites référencés dans le SI :

Les données stockées et rendues accessibles dans le SI ont été enrichies : le SI comporte maintenant les données physico-chimiques et biologiques de 27 lacs. Les paramètres physico-chimiques et biologiques de 22 lacs d'altitude ont été intégrés (partenariat avec GIS Lacs sentinelles). Par ailleurs les données historiques du Lac d'Aiguebelette complètent maintenant les suivis des grands lacs alpins.

Concernant l'intégration de nouveaux paramètres dans le SI :

En 2016 une analyse fonctionnelle (données et métadonnées) a été menée afin de préparer l'insertion des paramètres encore non intégrés dans le SI (CDD C. Levointirier-Vadja). Les paramètres concernés sont ceux relatifs aux suivis piscicoles, aux données microbiologiques (cytométrie), et aux capteurs haute fréquence (température en particulier).

### **Bilan 2016 des demandes de données via le SI :**

On dénombre actuellement 84 personnes inscrites comme utilisatrices du SI. Les demandes de données 2016 (25 demandes entre janvier et octobre) sont issues des scientifiques partenaires du SOERE OLA amis aussi d'utilisateurs non partenaires d'OLA, notamment l'Institut Forel Suisse, la LPO, l'ONEMA, Michigan State University USA, l'Univ de Genève Suisse.

## Animation

### *Journée scientifique sur la modélisation des écosystèmes lacustres (Ecole des Pont ParisTech-Champs sur Marne Février 2016) organisée par UMR CARTEEL (O. Anneville) et LEESU (B. Vinçon-Leite)*

Cette journée scientifique a regroupé 23 participants. Elle avait pour objectifs de faire i) un inventaire des travaux réalisés en modélisation des processus physiques et biologiques des écosystèmes aquatiques d'eau douce et une mise en commun de ce qui se fait en France, ii) un point sur les stratégies scientifiques autour de la modélisation à mettre en place dans le cadre de OLA.

Un tiers des laboratoires participants à cette journée sont partenaires de OLA (3 sur 9), deux laboratoires européens étaient présents. A la suite de cette journée, plusieurs réunions de travail informelles ont eu lieu entre les participants ; la structuration de cette thématique se poursuit en 2017. Liste des institutions participantes et nombre de participants : INRA (4) ; LEESU (5) ; EDF (5) ; ONEMA (1) ; IRSTEA (1) ; Université de Grenoble (1), Université Paris-Diderot (1), Laboratoire Saint-Venant (1), Deltares (1) ; Institute of Coastal Research Helmholtz-Zentrum Geesthacht (1), Safège (1) Fluidion SAS (1).

### *Formation & harmonisation autour des suivis phytoplanctoniques (Coord F Rimet, CARTEEL)*

Deux actions ont été menées. La première en avril concerne l'identification du phytoplancton lacustre et mise en oeuvre de l'indice IPLAC, elle a regroupée 10 stagiaires. La seconde concerne les journées d'harmonisation d'identification du phytoplancton (4-7 oct, Thonon) réunissant 10 participants.

### *Assemblée générale du SOERE OLA (Mars 2016 - Lyon)*

L'AG a permis de regrouper 18 participants représentant les différents partenaires, afin d'effectuer un bilan des actions en cours, de tracer les principales lignes scientifiques de l'année 2016 et de discuter et décider les affectations de crédits Allenvi.

Liste des institutions et nombre de participants : CARTEEL (6) CHRONO ENVIRONNEMENT (1) EDYTEM (1) LEESU (1) LEHNA (2) LMGE (2) LGE IPGP (1) Pole plans d'eau ONEMA IRSTEA (3) IRD – OBLT (1) ASTERS (1).

## IV Prospective d'évolution du projet en 2017 (1/2p)

Les évolutions prévues en 2017 sont résumées dans le **tableau ci-après**.

Le projet OLA, tel que présenté dans le document soumis pour re-labellisation, est maintenu et poursuivi en 2017. Toutefois certaines initiatives (dont actions innovantes) sont planifiées à partir de 2017.

Comme ceci est relaté dans le tableau, ces évolutions concernent (i) les projets et l'animation scientifiques, (ii) la poursuite de l'intégration de nouvelles données dans le SI et la potentielle articulation du SI OLA avec la base nationale de suivis des plans d'eau ONEMA, (iii) l'articulation à l'international qui s'appuie notamment sur notre participation à la plateforme internationale en cours d'installation sur le lac Léman.

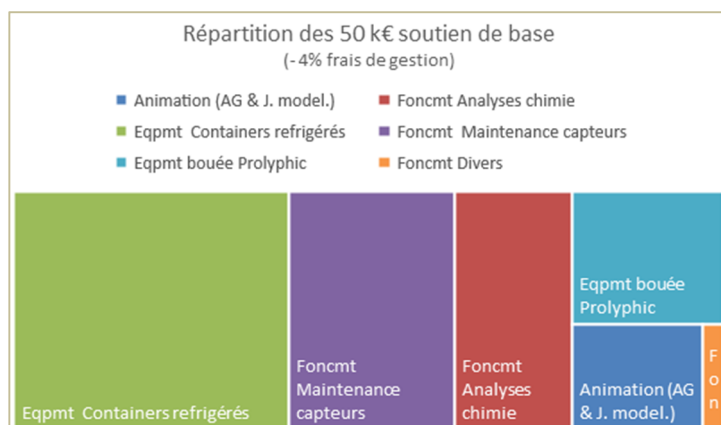
C'est dans le cadre de notre participation à cette plateforme multi capteurs que la sollicitation d'un soutien financier pour une action spécifique est demandé par OLA (35 k€). Alors que le budget de base du SOERE (Allenvi et autres financements) sera alloué prioritairement au soutien du volet observatoire et SI (besoin fort de personnel CDD pour intégration de nouveaux types de données dans le SI), l'obtention d'un budget pour « action spécifique » permettrait d'équiper en capteurs la plateforme internationale du Léman (choix des capteurs en cours: hydroacoustique, paramètres physico-chimiques, cytométrie, ...) en partenariat notamment avec les scientifiques Suisses.

	Maintien des points forts du projet initié en 2016 <i>Soutien &amp; financement associés</i>	Principales évolutions pour 2017 <i>Soutien &amp; financement associés</i>
Projets scientifiques	Maintien de la structuration en 6 volets scientifiques tels que présenté dans le projets 2015  <i>Dotation de base SOERE &amp; financement de projets</i>	-Renforcement des volets : <b>écodynamique des micro-polluants; évolution des indicateurs d'état ; modélisation; dynamiques à long-terme</b> -Projet exploratoire d'écologie chimique  <i>Dotation de base SOERE &amp; financements projets &amp; thèses</i>
Animation scientifique	-Poursuite de l'animation autour de la modélisation initiée en 2016 -Coordination du meeting international IAGLR & ELLS 2018  <i>Appui via la dotation de base SOERE</i>	<b>Animation scientifique &amp; initiation d'une action de réutilisation des carottes sédimentaires (collection et projets)</b>  <i>Sur la dotation de base = soutien montage du projet Réponse à AO nationale et internat. = soutien au projet</i>
Projets techniques	Poursuite de l'équipement en capteurs Haute Fréquence (en priorité lacs d'altitude) + équipement profileur acoustique  <i>Appui via la dotation de base SOERE</i>	<b>Equipement du drone aquatique (transducteur pour hydroacoustique)</b>  <i>Appui via la dotation de base SOERE</i>
Paramètres et données	Poursuite de l'équipement en capteurs Haute Fréquence (en priorité lacs d'altitude)  <i>Appui via la dotation de base SOERE</i>	<b>Implémentation de nouveaux capteurs dans le cadre de la plateforme off shore internationale (lac Léman ; coord. Univ de Lausanne)</b>  <i>Demande Allenvi Action spécifique</i>
Système d'information	Poursuite de l'insertion des données des sites récemment intégrés dans OLA et des nouveaux types de données (poisson, macrofaune benthique, microbiologie & capteurs haute fréquence)  <i>Dotation de base: soutien CDD 4 mois</i>	<b>Insertion des données observatoires du Lac Titicaca (Bolivie Pérou)</b>  <i>Personnel permanent du SOERE</i>  <b>Etude de l'articulation entre SI OLA et base de données nationales des plans d'eau (ONEMA)</b>  <i>Personnel permanent du SOERE &amp; soutien CDD ONEMA</i>
Insertion dans dispositifs nation <sup>x</sup> internat <sup>x</sup> & IR	Poursuite de l'implication de OLA dans ANAEE-F (modalités à définir pour insertion dans ANAEE-E)  <i>Personnel permanent du SOERE</i>	<b>Articulation de OLA avec les partenaires Suisses et le réseau LimnoAlp.</b>  <i>Personnel permanent du SOERE</i>

## V Rapport financier de l'année 2016 (fichier excel joint)

Les dépenses 2016 sur la ligne soutien de base de 50k€ se répartissent entre

- Fonctionnement : 19,5 k€ dédiés à la sous-traitance de certaines analyses chimiques et de micropolluants
- Equipement : 23,6 k€
- Animation: 3,8 k€ dédiés aux dépenses inhérentes à la tenue de l'assemblée générale et de la journée scientifique sur la modélisation (déplacement, hébergement, frais de déplacements et pauses repas).



scientifique sur la modélisation (déplacement, hébergement, frais de déplacements et pauses repas).

**Les dépenses 2016 sur la ligne 'action spécifique'** (soutien de 25k€) ont été dédiées en totalité à l'achat de capteurs haute-fréquence (capteurs température & oxygène) et d'une station météo indispensable sur un site atelier (Lac de la Muzelle). La collaboration entre OLA et le GIS Lacs sentinelles permet aujourd'hui de compter un nombre de 20 lacs d'altitude équipés de capteurs.

## LISTE DES PRODUCTIONS 2016

### Articles indexés (2016 uniquement)

- Anneville, O.; Vogel, C.; Lobry, J.; Guillard, J. Fish communities in the Anthropocene: detecting drivers of changes in the deep peri-alpine Lake Geneva. *Inland Waters* in press
- Capo, Eric; Debroas, Didier; Arnaud, Fabien; Guillemot, Typhaine; Bichet, Vincent ; Millet, Laurent; Gauthier, Emilie; Massa, Charly; Develle, Anne-Lise; Pignol, Cécile; Lejzerowicz, Franck; Domaizon, Isabelle (2016) Long-term dynamics in microbial eukaryotes communities: a paleolimnological view based on sedimentary DNA. *Molecular ecology* In press. doi.org/10.1111/mec.13893
- Gallina N., M. Beniston and S. Jacquet. 2016. Forecasting cyanobacterial occurrence and importance in lakes: A case study with *Planktothrix rubescens* in Lake Geneva. *Aquatic Sciences* (in press) DOI 10.1007/s00027-016-0494-z
- Larras Floriane; Rimet Frederic; Gregorio Vincent; Berard Annette; Leboulanger Christophe; Montuelle Bernard; Bouchez Agnes (2016) Pollution-induced community tolerance (PICT) as a tool for monitoring Lake Geneva long-term in situ ecotoxic restoration from herbicide contamination. *Env Sc Pollution Res* DOI 10.1007/s11356-015-5302-0
- Minella, Marco; Leoni, Barbara; Salmaso, Nico; Savoye, Liliane; Sommaruga, Ruben; Vione, Davide (2016) Long-term trends of chemical and modelled photochemical parameters in four Alpine lakes. *Sc Tot Env* n° 541 10.1016/j.scitotenv.2015.08.149
- Parikka K. J., M. Le Romancer, N. Wauters and S. Jacquet. 2016. Deciphering the virus-to-prokaryote ratio: Insights into the virus-host relationships in a variety of ecosystems. *Biological reviews* doi 10.1111/brv.12271
- Perga, M.-E., S. C. Maberly, J.-P. Jenny, B. Alric, C. Pignol, and E. Naffrechoux (2016), A century of human-driven changes in the carbon dioxide concentration of lakes, *Global Biogeochem. Cycles*, 30, 93–104, doi:10.1002/2015GB005286.
- Perga, M.-E. ; Nellier, Y.; Naffrechoux, E. (in press) Bioconcentration may be favoured over biomagnification for fish PCB contamination in high altitude lakes. *Inland Waters*
- Rimet, Frederic; Chaumeil, Philippe; Keck, Francois; Kermarrec, Lenaig; Vasselon, Valentin; Kahlert, Maria; Franc, Alain; Bouchez, Agnes (2016) R-Syst::diatom: an open-access and curated barcode database for diatoms and freshwater monitoring. *Database: the journal of biological databases and curation*. DOI 10.1093/database/baw016
- Rimet, Frederic; Bouchez, Agnes; Tapolczai, Kalman (2016) Spatial heterogeneity of littoral benthic diatoms in a large lake: monitoring implications. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-015-2629-y
- Soulinac, F. ; Vinçon-Leite, B. ; Lemaire B. J ; Scarati R ; Bonhomme, C. ; Dubois, P. ; et al. (2016). Performance assessment of a 3D hydrodynamic model using high temporal resolution measurements in a shallow urban lake. *Environmental Modelling and Assessment*. In press

### Rapports de suivis des lacs

- Jacquet, S., D. Barbet, C. Barbier, S. Cachera, M. Colon, L. Espinat, C. Girel, J. Guillard, V. Hamelet, J.C. Hustache, D. Lacroix, L. Laine, B. Leberre, J. Neasat, G. Paolini, M. Perga, P. Perney, F. Rimet. 2016. Suivi environnemental des eaux du lac du Bourget pour l'année 2015. *Rapport INRA-CISALB-CALB*, 205 pages.
- Perga M.E., C. Barbier, M. Colon, V. Frossard, J. Guillard, V. Hamelet, S. Jacquet, L. Lainé, E. Lasne, F. Rimet. 2016. Suivi de la qualité des eaux du lac d'Annecy. *Rapport 2015*. SILA (éd.) et INRA-Thonon. 123 pages et dossiers
- Rapports 2016 de suivi de la qualité des eaux du Léman (données 2015) SILA (éd.)  
<http://www.cipel.org/publications/rapports-scientifiques/rapport-2016-campagne-2015/>



## Rapports de stage

- Rapport stage master : Sophie Palenzuela

The impact of climate change on the thermal response of large and deep perialpine lakes, Master 2 Biodiversité Ecologie Environnement, Université Grenoble Alpes 2016

- Rapport stage master : Vincent Aurenche

Evaluation de la contamination des sédiments littoraux du Lac du Bourget au moyen de biomarqueurs, rapport de Master Sciences de l'Environnement Industriel et Urbain, ENTPE/LEHNA-IPE, 63 pages.

## Conférences - Communications à congrès et colloques internationaux

Anneville O., Dur G., Rimet F. et Souissi S. (2016 - Poster). Plasticity in phytoplankton annual periodicity : an adaptation to long-term environmental changes. IAGLR, Guelph, 6-10 juin 2016 / SIL, Torino, 31 juillet-5 août 2016.

Carvalho et al. (2016 – communication orale). How does climate change affect the response of cyanobacteria to nutrients? SIL, Torino, 31 juillet-5 août 2016.

Montuelle B., 2016, « le SOERE OLA : Observatoire des lacs », Journée INRA-Région Auvergne-Rhône Alpes, Hôtel de région, Lyon, 23/11/2016

Soullignac F. et al. (2016 – communication orale). Using 3D modelling for understanding spatio-temporal heterogeneities of phytoplankton abundance in Lake Geneva (France/Switzerland). IAGLR, Guelph, 6-10 juin 2016 / SIL, Torino, 31 juillet-5 août 2016.

Soullignac F. et al. 2016. Application of Delft3D to evaluate the spatio-temporal variability of Lake Geneva ecological status. Delft3D User Meeting, 2-4 Novembre, Delft (Pays-Bas).

Soullignac F. et al., 2016. Modélisation 3D du Léman. Journée scientifique sur la modélisation des écosystèmes lacustres. SOERE OLA. 19 février. Champs sur Marne.

## Documents de vulgarisation

Guillard, J. L'acoustique au service de l'écologie halieutique. Traitement du signal DOI:10.3166/TS.33.113-130

Jacquet. 2016. Plaidoyer pour les grands lacs alpins. Octopus nov-dec 2016, 103, 32-39

Mercier S., Anneville O., Klein A., Lods-Crozet B. 2016. Santé du Léman et phosphore. La lettre du Léman. Bulletin de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman. N° 52 juin 2016.

## Formation Enseignement - Conférences grand public

Accueil du module Ecologie Lacustre Master 2 Ecomont Univ Savoie Mont blanc : 2 semaines d'enseignements et mini-projets en Limnologie - Station INRA Thonon

Montuelle B., 2016, « Observatoire des Lacs : organisation, rôle et résultats », Association des Ingénieurs Forestiers, 07/09/2016, Thonon.

Montuelle B., 2016, « Fonctionnement et dynamique des lacs », Conférence FRAPNA, 04/06/16

Montuelle B., Monet G., 2016, Systèmes d'Observation sur le long Terme des milieux aquatiques : l'Observatoire des Lacs alpins, Conférence invité, Programme WASAF, Université de DALOA, Côte d'Ivoire, 17/02/2016.