



RAPPORT D'ACTIVITE 2014

SOERE

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

Éléments descriptifs du Système d'Observation ou d'Expérimentation

– *Intitulé de la plate-forme et site internet*

Le SOERE GLACPE (Grand LACSPéri-alpins) labellisé en 2010 a été rebaptisé SOERE OLA (Observatoire des LACs alpins) en 2014. Un site web spécifique au SOERE OLA est accessible à l'adresse <http://www6.inra.fr/soere-ola> (webmaster : Denis Barbet UMR CARTELE INRA).



– *Coordonnées des responsables scientifiques et techniques*

Direction administrative: B. Montuelle INRA UMR CARTELE Thonon les bains DU@thonon.inra.fr

Comité de pilotage: F. Arnaud (UMR EDYTEM, Le Bourget du Lac), O. Anneville (UMR CARTELE, Thonon les bains), D. Debros (UMR LMGE, Aubière), I. Domaizon (UMR CARTELE, Thonon les bains), E. Naffrechoux (LCME, Le Bourget du Lac), B. VinçonLeite (ENPC, Marnes la Vallée).

Conseil Scientifique: B. Ibelings (Institut Forel, Université de Genève), J. Lobry (IRSTEA Bordeaux), L. Stemmann (CNRS/UPMC Observatoire Océano. Villefranche), S. Souissi (Univ. Lille, Station marine Wimereux), I. Domaizon (UMR CARTELE, Thonon les bains).

Animatrice scientifique: I. Domaizon INRA UMR CARTELE isabelle.domaizon@thonon.inra.fr

Gestion opérationnelle: Jean Guillard INRA UMR CARTELE jean.guillard@thonon.inra.fr

Responsable SI: G. Monet INRA UMR CARTELE ghislaine.monet@thonon.inra.fr

Responsables coordination suivis des grands lacs: O. Anneville, (Léman) I. Domaizon & ME Perga (Annecy), S. Jacquet (Bourget) INRA UMR CARTELE

– *Structures de rattachement*

Le SOERE est rattaché pour sa gestion à l'UMR CARTELE (UMR 042 INRA Université de Savoie). La gestion budgétaire et technique est assurée par la direction de l'UMR CARTELE. La gouvernance du SOERE s'appuie sur (i) un conseil scientifique impliquant 4 experts extérieurs aux laboratoires partenaires du SOERE et (ii) un conseil d'utilisateurs représentant les principales thématiques scientifiques fondatrices du SOERE et divers partenaires.

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

Le SOERE réunit 8 laboratoires autour d'une démarche d'évaluation de l'état, du fonctionnement et des trajectoires écologiques à long terme des systèmes lacustres.

Les objets observés sont initialement les 3 grands lacs péri-alpins (Léman, Annecy, Bourget) et leurs bassins versants. Ils sont désormais complétés par des lacs d'altitude, représentant des modèles écologiques complémentaires. Les lacs alpins représentent des ressources naturelles considérables et sont au centre d'une forte demande sociétale régionale multi-usages (eau potable, pêche, tourisme, biodiversité...). Sur les grands lacs, les suivis limnologiques (physique, chimique, biologique) formalisés et réguliers (sur une base hebdomadaire à mensuelle), en place à la station INRA depuis les années 1970 et en partenariat avec les gestionnaires de lacs (SILA, CISALB et CIPEL), ont servi de point de nucléation pour la constitution du SOERE. A ces suivis s'ajoutent des observations antérieures ponctuelles et des données rétro-observatoires fournies par les études paléo-limnologiques. Par ailleurs des suivis allégés sont assurés sur des lacs alpins d'altitudes en partenariat avec ASTERS (<http://www.asters.asso.fr/>).

Le programme du SOERE établi en 2009-2010 s'est appuyé sur ces éléments constitutifs pour bâtir le réseau regroupant les 8 partenaires. Ces 8 laboratoires ont des spécificités scientifiques complémentaires (domaines de l'écologie, la chimie, la modélisation, ...) permettant d'aborder de manière pluridisciplinaire les questions scientifiques en limnologie et paléo-limnologie.

La démarche observatoire s'accompagne de projets scientifiques spécifiques fournissant des données et éclairages complémentaires sur certains processus d'écologie fonctionnelle. L'ensemble des informations acquises dans le cadre du SOERE constitue un patrimoine scientifique exceptionnel pour étudier, sur un pas de temps long, l'évolution de l'état et de la biodiversité du système lacustre (trajectoires écologiques), l'impact de l'anthropisation du milieu lacustre et ses réponses à l'évolution des pressions de l'environnement.

II Résumés des principaux faits marquants du SOERE (2014)

1) Scientifique

– *Progrès scientifiques accomplis grâce aux données acquises & Publications emblématiques*

Compréhension de la dynamique de communautés piscicoles emblématiques et de leurs facteurs de régulation :

En raison des problèmes d'eutrophisation au cours du siècle dernier, certaines populations piscicoles ont eu besoin d'un soutien qui s'est réalisé par le pacage lacustre. Dans le contexte de réoligotrophisation, la nécessité de poursuivre ce pacage lacustre a été étudiée notamment en considérant la contribution du pacage lacustre pour le stock d'Ombre chevalier (*Salvelinus alpinus*) une espèce emblématique. Il a été démontré que dans le contexte de réoligotrophisation des lacs alpins, l'essentiel des captures de l'ombre chevalier est assuré grâce au pacage lacustre (Caudron et al 2014) mais que malgré cela on observe depuis quelques années une chute des prises d'ombre, révélant la présence de facteurs de pressions autres que la seule eutrophisation. Plusieurs hypothèses explicatives ont pu être validées concernant à la fois des effets thermiques, des effets de pression de prédation s'exerçant sur cette espèce mais également des aspects génétiques (Voir résultats détaillés § III.1).

Compréhension de la dynamique et régulation des efflorescences phytoplanctoniques.

Grâce à l'analyse des séries chronologiques et de données paléolimnologiques, les facteurs environnementaux à l'origine des efflorescences phytoplanctoniques (notamment cyanobactéries) ont pu être identifiés. Les données acquises ont permis à la fois de préciser les caractéristiques des niches écologiques de certaines espèces (Tapolczai K. et al en révision), mais également de hiérarchiser l'importance relative de divers facteurs de régulation. La réduction significative de la concentration de phosphore observée au cours de la dernière décennie a été un facteur primordial pour expliquer la fin des efflorescences, mais le facteur climatique a également été identifié comme un facteur explicatif impliqué dans la dynamique des efflorescences cyanobactériennes toxiques (Jacquet et al in press; Savichtcheva et al in press).

Ecodynamique des PCB :

Les travaux menés sur les grands lacs et lacs d'altitude ont permis de déterminer l'origine et l'intensité des flux de PCB apportés aux lacs ainsi que d'éclairer les modes de dispersion de ces polluants et leur devenir (bioaccumulation potentielle, etc) dans les réseaux trophiques benthiques ou pélagiques (Voir résultats détaillés § III.1).

2) Technique

– *Nouveaux équipements ou services originaux mis à disposition (2014):*

- ✓ **Équipement de capteurs haute fréquence** sur les lacs d'altitude

Il s'agit de la mise en place de capteurs Minidot logger pour des suivis de température et d'oxygène en continu sur le Lac de la Muzelle, afin de suivre la dynamique saisonnière dans ce site peu accessible aux suivis de routine. En parallèle l'intégration de ce type de données dans le SI a débuté en 2014.

- ✓ **Mise en place de Trappes à sédiments séquentielles**

Ce matériel vient en appui à plusieurs projets SOERE : (i) le projet 'écodynamique des polluants', afin d'évaluer la sédimentation des polluants apportés au lac via les affluents et via le dépôt atmosphérique. Les trappes à sédiments permettent de déterminer la part de pollution qui rejoint le fond du lac et l'échantillonnage séquentiel permet d'appréhender le cycle des POPs dans l'écosystème limnique ; (ii) volet 'analyse des dépôts & enregistrements sédimentaires' : les trappes permettront dans un second temps de caractériser le matériel sédimentant pour l'étude du cycle interne du phosphore et de la nature des particules sédimentant (composition chimique et biologique) ; ces informations alimenteront la connaissance concernant le couplage pélagos-benthos et la dynamique temporelle des enregistrements sédimentaires.

✓ **Mise en place de la collection ADN avec gestion code-barres de la collection d'échantillons.**

La mise en place d'un système de tubes codés et scannés, les collections ADN (échantillons ADN de plancton, de l'algothèque, de poissons lacustres, échantillons non extraits i.e. filtres) sont maintenant gérés avec une bonne traçabilité permettant la 'bancaisation' de ces échantillons disponibles pour des analyses ultérieures.

– **Evolution majeure dans les données acquises ou dans la structuration et l'ouverture des systèmes d'information :**

✓ **Rédaction d'une charte d'Utilisation des données**

La charte présentant les conditions générales d'utilisation (CGU) des données environnementales acquises dans le cadre du SOERE a été finalisée. Elle s'inscrit dans une démarche d'ouverture de l'accès aux données environnementales, tout en assurant la traçabilité de l'usage qui en est fait, et la réglementation de leur diffusion. Les CGU doivent être signées par tous les demandeurs souhaitant accéder aux données mises en accès, avec l'obligation de citation des producteurs des données.

Par ailleurs un article avec DOI (article de présentation des données historiques disponibles dans le SOERE OLA) est en cours de préparation afin d'associer à toutes futures utilisations des données du SOERE un DOI facilement traçable en termes de bibliométrie.

✓ **Finalisation et Ouverture du Système d'information**

Après un passage en pré-production d'une version semi finalisée ouverte en 2013 en interne à l'UMR CARRETEL, le SI est ouvert à toute la communauté scientifique et au grand public, moyennant une demande d'accès, à partir de décembre 2014. <https://lacs.ore.orleans.inra.fr>

Un utilisateur « public » accède au descriptif du contenu du SI et à l'extraction de données publiques moyennant une demande d'accès qui permet d'avoir une traçabilité des demandeurs. L'utilisateur référencé peut aller au-delà de ces données publiques en demandant un accès à des données plus spécifiques. Lors de cette demande d'accès il signe les CGU définies par le SOERE OLA.

Les données disponibles sont portées à connaissance par plusieurs moyens : site web du SOERE, site d'accès aux données, catalogue de métadonnées d'ANAEE-F (http://w3.avignon.inra.fr/geonetnetwork_anaee).

✓ **Intégration des données 'Lacs d'altitude' dans le SI OLA**

Des suivis allégés sont effectués depuis une dizaine d'années pour 5 lacs d'altitude situés dans les réserves naturelles de Haute-Savoie, les données acquises sont maintenant intégrées dans le SI OLA qui fournit donc un appui aux gestionnaires des lacs d'altitudes en termes de base de données.

3) Structuration

– **Contribution marquante du SOERE dans la structuration nationale et/ou internationale**

Le SOERE OLA est un service ouvert au sein de l'infrastructure ANAEE-F, composante nationale INRA-CNRS d'ANAEE-Europe. Son SI fait entièrement partie du nœud 5 d'ANAEE-F « Système d'informations et modélisations » tandis que la logistique déployée par le SOERE sur le Lac Léman fait partie du Nœud 3 Plateformes expérimentales *In Natura*.

Le SOERE est par ailleurs inséré dans ECOSCOPE (réseau des observatoires de recherche sur la biodiversité).

– **Démarche majeure engagée pour l'ouverture du SOERE vers d'autres observatoires, la mutualisation, la fédération avec d'autres SOERE**

Voir § 3) Ouverture et Insertion du Système d'observation dans le dispositif national.

III : Rapport scientifique sur l'activité du SOERE en 2014 et prise en compte des recommandations

1) Contributions scientifiques

– *Rappel des missions et objectifs fixés et du positionnement stratégique du SOERE*

L'ambition de ce SOERE est d'observer, de comprendre, et de modéliser l'évolution de l'état et des fonctionnements écologiques d'écosystèmes lacustres soumis à des pressions d'anthropisation locales et aux changements globaux en cours.

L'ensemble des informations disponibles, via les suivis limnologiques formalisés et réguliers et les données paléolimnologiques, constitue un patrimoine scientifique exceptionnel pour étudier l'évolution de l'état et de la biodiversité du système lacustre, l'impact et le développement de l'anthropisation du milieu lacustre et ses réponses à l'évolution des pressions de l'environnement.

La mission du SOERE est de poursuivre et développer l'acquisition et la formalisation de données écosystémiques. Cette activité est étroitement couplée avec des projets de recherche, s'appuyant en partie sur les informations de l'observatoire, pour tester des hypothèses relatives aux changements d'état des systèmes lacustres et aux processus biocénotiques ou biogéochimiques, dans un effort de synthèse et de modélisation. Le système d'observation est complété par l'existence d'une collection d'échantillons biologiques (phytoplancton, zooplancton, ADN planctonique, écailles et pièces osseuses de poissons).

L'organisation de « projets associés » apporte des éclairages sur des processus écologiques encore mal décryptés. Actuellement les projets sont relatifs à (i) la dynamique des communautés phytoplanctoniques, (ii) la dynamique des communautés piscicoles (iv) l'intégration de suivis moléculaire ADN pour l'étude de la diversité microbienne lacustre, (iii) l'apport des approches paléolimnologiques pour analyser la réponses du système, (iv) l'étude du devenir de certains polluants (PCB en particulier).

Au niveau national, l'observatoire contribue à la structuration de recherches autour des systèmes lacustres : il comprend à cet effet un site associé, le lac Pavin, site modèle (système méromictique) ayant aussi eu un rôle clé dans le développement de la limnologie.

Les données produites par le SOERE sont accessibles via le web, une charte en définit les conditions d'utilisations.

– *Résumé des avancées scientifiques (verrous, processus scientifiques, grandeurs mesurées) et progrès réalisées dans le cadre et grâce aux activités du SOERE.*

✓ *Volet Dynamique du plancton et modélisation*

- Les données acquises dans le cadre du SOERE OLA ont permis d'analyser la dynamique des communautés planctoniques (avec l'appui financier de la CIPEL) afin de répondre à deux objectifs. Le premier visait à identifier les facteurs environnementaux à l'origine des efflorescences de *Mougeotia sp.*, une zygoptycée connue pour les nuisances qu'elle occasionne auprès des pêcheurs. Ce travail (mené en collaboration avec des collègues étrangers) reposait sur l'analyse simultanée de séries chronologiques issues de programmes de surveillance de différents lacs (de Garde, Majeur, Kinneret et Léman). Ces résultats ont permis de confirmer l'affinité de ce taxon pour les milieux mésotrophes stratifiés et de préciser les conditions environnementales caractéristiques de sa niche écologique (Tapolczai K. et al en révision).

Le second projet a bénéficié d'une interaction étroite avec les partenaires du réseau FASCICLE (<http://fascicle.cnrs.fr/about/index.php>) dont l'objectif est de développer des méthodes d'analyse des séries temporelles présentant des dynamiques à différentes échelles. Nous avons ainsi mis en évidence les cyclicités (annuelles ou à plus long terme) décelables via les groupes pigmentaires. Un travail centré sur les zygoptycées et cyanobactéries (deux groupes qui ont un important impact sur la

qualité écologique des écosystèmes) met notamment en évidence des cyclicités de 4 ans entre 1980 et 1990, en forte cohérence avec l'Oscillation Nord Atlantique et la durée d'ensoleillement.

Dans le cadre d'un groupe de travail du GLEON (<http://www.gleon.org/>), des collaborations ont été initiées pour évaluer l'impact d'événements extrêmes (tempêtes) sur la composition et la diversité du phytoplancton. Le projet est identifié comme un projet international GLEON (<http://www.gleon.org/node/4049>), il réunit de nombreux partenaires internationaux qui souhaitent mettre à disposition les données obtenues sur différents types de lacs à l'échelle de la planète. La première phase du projet analysera les données existantes (séries chronologiques et données hautes fréquences) par une approche de méta-analyse. Les résultats doivent nous permettre de répondre à des questions théoriques sur le paradoxe du phytoplancton de Hutchinson (Hutchinson G. E., 1961) et sur les règles qui régissent les assemblages phytoplanctoniques et leurs successions.

- En 2014 la modélisation a été abordée dans le cadre de divers projets dont le projet GLM Multi-Lakes Comparison Project (GLM-MLCP), en collaboration avec les réseaux GLEON et AEMON. Le projet vise à développer un modèle hydrodynamique (General Lake Model) en accès libre pour la communauté scientifique. Ce modèle hydrodynamique pourrait ensuite être couplé à différents types de modèles écologiques selon les questions de recherche abordées. Ses performances ont été évaluées en comparant, selon plusieurs indicateurs quantitatifs, les résultats de simulation obtenus sur 28 lacs de différentes régions du monde, dont le Léman et le Bourget. Une analyse de sensibilité des paramètres du modèle a également été effectuée en utilisant la base de données de ces 28 lacs. Un article de synthèse est en cours de rédaction.

✓ *Volet Dynamique du plancton - focus sur les cyanobactéries*

Les suivis limnologiques et approches paléolimnologiques apportent des connaissances sur les facteurs de régulation des cyanobactéries toxiques (*Planktothrix rubescens*)

Entre 1995 et 2008, le lac du Bourget (alors en cours de réoligotrophisation) a été affecté par la prolifération des cyanobactéries filamenteuses toxiques. Les données de suivi acquises sur ce lac, ainsi qu'une approche paléolimnologique basée sur l'analyse de l'ADN archivé dans les sédiments, ont permis d'identifier les facteurs impliqués dans le développement de ces efflorescences. La réduction significative de la concentration de phosphore observée au cours de la dernière décennie a été un facteur primordial pour expliquer la fin des efflorescences, mais le facteur climatique (affectant notamment la durée et stabilité de la stratification thermique du lac) a également été identifié comme un facteur explicatif de la dynamique de cette espèce représentée par un seul génotype tout au long du siècle dans le lac Bourget (Jacquet et al in press; Savichtcheva et al in press).

✓ *Volet Diversité microbienne*

Prise en compte d'une diversité ignorée & décryptage de la biosphère rare chez les micro-organismes eucaryotes et les Archae :

L'analyse de la diversité moléculaire des micro-organismes aquatiques a été récemment intégré dans le SOERE OLA, et l'application d'outils de séquençage pour étudier la diversité picoplanctoniques a permis d'obtenir les premiers résultats concernant la dynamique temporelle des eucaryotes unicellulaires (Debroas et al en revision) et des Archaea (Hugoni et al soumis) dans 2 lacs du SOERE (Le Bourget et Le Pavin). Parmi les résultats acquis on relèvera (i) les avancées concernant la biosphère rare qui représente une part importante des groupes actifs dont certains sont très peu étudiés et connus en milieu lacustre, (ii) la mise en évidence de patrons de diversité très dynamiques au cours de l'année y compris dans des situations de stabilité des conditions physico-chimiques (cas du monimolimnion).

Les données séquençage massif ciblant les eucaryotes sont déposées dans datadryad, et rendues public après publication <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.5mv53>

Les données séquençage massif ciblant les Archeae sont déposées dans MG-RAST, et rendues public après publication : <http://metagenomics.anl.gov/linkin.cgi?project=10561>

✓ Volet Dynamique des communautés piscicoles

- **Analyse historique des captures** : Le travail débuté en 2013 sur le calcul des CPUE (capture par unité d'effort ; Husson 2013) a été étendu à l'ensemble des populations piscicoles exploitées dans les 3 lacs du SOERE. Ce projet a été réalisé en collaboration avec IRSTEA Bordeaux. Des séries long-terme de CPUE ont été construites à partir d'un indice d'effort de pêche. L'étude de ces CPUE, qui représentent un indicateur d'abondance des stocks, a permis de caractériser les trajectoires des communautés piscicoles sur 33 ans dans le Léman (1979 à 2012), 13 ans dans le lac d'Annecy (1998 à 2011) et 25 ans dans le lac du Bourget (1987 à 2012). La dynamique interannuelle de ces espèces a été étudiée à l'aide de modèles mixtes appliqués au Léman et lac d'Annecy. Ces modèles ont mis en évidence les différents facteurs environnementaux qui affectent l'abondance du corégone, du brochet et de la perche.

Par ailleurs, il a été démontré que, dans le contexte de réoligotrophisation des lacs alpins, l'essentiel des captures de l'omble chevalier (espèce emblématique) est assuré grâce au pacage lacustre (Caudron et al 2014) et que malgré cela on observe une chute des prises d'omble révélant la présence de facteurs de pressions autres que la seule eutrophisation. Plusieurs hypothèses explicatives ont pu être validées, parmi lesquelles : *i*) des effets thermiques (température des eaux profonde en particulier) *ii*) une expansion de populations prédatrices (brochet, lotte), *iii*) une faible différenciation génétique des populations actuelles.

- **Suivi des communautés dans les lacs du Bourget et d'Annecy** : Le principal objectif de ces suivis est de coupler des méthodes indépendantes de suivis des espèces et du peuplement (pêches aux filets, acoustique et statistiques de pêche), afin de dégager des tendances d'évolution des peuplements de poisson qui seront mises en relation avec l'état écologique du lac. L'ichtyofaune est prise en compte dans une approche 'bio-indicateur' de l'état écologique du lac.

Les principaux résultats pour le lac du Bourget sont *i*) des données similaires depuis 2010 concernant la population de corégone, poisson emblématique du Bourget et indicateur d'une restauration de la qualité des eaux, et la régression d'espèce indicatrice d'un milieu de moins bonne qualité comme le sandre ; *ii*) un état a priori stable des autres composantes du peuplement, avec des fluctuations assez fortes des rendements de juvéniles de perches, mais qui restent à un niveau haut ; en 2013 on observe une croissance plus faible des juvéniles de perches ; *iii*) la nécessité de disposer d'une chronique annuelle de données multi-descripteurs prenant en compte le peuplement dans son entier pour s'affranchir des variations annuelles et des limites de chaque méthode afin de pouvoir interpréter les tendances sur le long terme.

✓ Volet Micropolluants

- **Flux de PCB et impacts sur le lac du Bourget (cofinancement région RA - projet BIOSSED).**

L'objectif du projet est de déterminer l'origine et l'intensité des flux de PCB apportés au Lac du Bourget. Les effets écotoxicologiques de ces polluants sur des organismes invertébrés du sédiment, la bioaccumulation dans les poissons et la dispersion dans le lac sont également étudiés. La finalité est de proposer des outils prédictifs de restauration des milieux aquatiques, prenant en compte les traits d'espèces et les effets écotoxicologiques, dans un cadre de mise en application de la directive cadre sur l'eau et dans une perspective de réhabilitation des écosystèmes.

Les travaux scientifiques ont montré qu'il existait toujours en 2013 un transfert de PCB d'un des principaux affluents du lac du Bourget (Le Tillet, historiquement contaminé par une activité industrielle) vers la zone littorale du lac. L'étude met aussi en évidence une contamination des matières sédimentant dans la colonne d'eau du lac.

Les essais de toxicité (*in vitro*) des sédiments vis à vis d'organismes aquatiques ne permettent pas de conclure à une écotoxicité chronique significative. Toutefois, un effet spécifique de la contamination aux POP (PCB, HAP) est mis en évidence non pas sur la composition taxonomique, mais sur la déformation des pièces buccales des chironomes.

Les PCB fixés sur les particules (en suspension ou déposés sur le sédiment) sont biodisponibles pour les invertébrés aquatiques. Des organismes (chironomes, gammares ou daphnies), dont les concentrations en PCB étaient nulles avant exposition (encagés in-situ), sont contaminés après

seulement 5 jours d'exposition (500 ng/g pour les gammares évoluant à la surface du sédiment ou les daphnies vivant en pleine eau ; entre 850 et 1900 ng/g pour les chironomes vivant dans le sédiment). Certains poissons se contaminent de manière indirecte en consommant invertébrés et zooplancton contaminés. Ils présentent des concentrations comprises entre 1000 et 2000 ng/g, soit 8 à 16 fois la limite européenne de concentration dans la chair (125 ng/g selon règlement UE 1259/2011 du 2 décembre 2011).

Afin de mieux comprendre les mécanismes de contamination des espèces piscicoles, une expérimentation en mésocosmes contrôlés a été conduite en mai-juin 2013 dans les canaux expérimentaux de la Station d'Hydrobiologie Lacustre de l'INRA à Thonon. Les résultats permettent de démontrer que la contamination de la chair piscicole dépend autant de la nourriture que du milieu de vie (biofilm, sédiment, eau).

La dynamique spatio-temporelle des communautés microbiennes impliquées dans la dégradation des HAP et des PCB a été également caractérisée pour les sédiments et les biofilms épilithiques du Tillet et du lac du Bourget. Il a pu être mis en évidence que les populations possédant la bhp dioxygénase (gène codant une enzyme impliquée dans la dégradation aérobie des PCB) sont retrouvés uniquement dans les sédiments du Tillet et du lac du Bourget (zone sous influence du Tillet).

Les travaux de dépollution et de renaturation du Tillet aval, engagés par la CALB, se sont achevés en novembre 2013. La poursuite de l'étude au premier semestre 2014 permet d'en évaluer l'efficacité. Le transfert de PCB au milieu lacustre par le Tillet est fortement diminué. Toutefois, les poissons pêchés ce cours d'eau en juin 2014 présentent des niveaux de contamination élevés, en raison de la mise en communication hydraulique du Tillet aval avec les bassins du Petit Port. Enfin l'eau du Lac du Bourget présente encore des valeurs élevées en PCB (de l'ordre de 2 ngPCBi/L) et le temps de retour à un bon état chimique sera probablement long en raison du stock de PCB présent dans le sédiment lacustre et de sa faible biodégradabilité.

- Flux de PCB et impacts sur les lacs d'altitude (cofinancement région RA - thèse Y Nellier)

Des études récentes conduites sur des lacs européens soumis à des apports atmosphériques identiques ont montré des différences notables de contamination aux PCB de la faune piscicole, sans toutefois identifier précisément les facteurs d'influence (Vives et al. 2003; Schmid et al. 2007) qui peuvent être d'origine abiotique (i.e. localisation géographique, température ; Grimalt et al., 2001) ou d'origine biotique (âge du poisson, sa position dans le réseau trophique, son habitat alimentaire etc ; Vives et al. 2005 ; Rasmussen et al. 1990 ; Kidd et al., 2001). Aujourd'hui, identifier les processus à l'origine de cette variabilité de contamination constitue un enjeu scientifique majeur pour estimer le devenir des composés organiques semi-volatils lipophiles dans les écosystèmes lacustres. Dans ce contexte, le travail réalisé vise à identifier les principaux mécanismes responsables de cette variabilité en s'intéressant à la fois aux apports de PCB (via les dépôts atmosphériques et le bassin versant) et à leur devenir dans les lacs, avec un accent plus spécifique sur les processus internes de transfert de ces micropolluants vers la faune piscicole).

L'étude du rôle des particules en suspension dans la colonne d'eau, des sédiments et des caractéristiques trophiques de l'écosystème lacustre est menée par comparaison d'une paire de lacs alpins: le lac de la Muzelle (2100 m) et le lac de Plan Vianney (2250m). Ces lacs sont de même altitude, sous influence d'apports atmosphériques identiques, mais caractérisés par des fonctionnements trophiques différents. Un suivi saisonnier de la concentration en PCB de la faune piscicole, des fractions particulières et de l'eau du lac, ainsi que des marqueurs trophiques a permis d'évaluer (1) à quel(s) niveau(x), dans quel habitat et selon quelle dynamique les PCB intègrent le réseau trophique ; le rôle de la fusion nivale dans l'apport des PCB d'origine atmosphérique a pu être souligné (2) les voies dominantes de transfert des PCB dans les réseaux, avec un accent plus particulier sur le rôle du plancton (rôle important de la fraction microplanctonique dans la sorption de ces molécules hydrophobes et leur transfert aux poissons).

- Réutilisation de 15 carottes à l'échelle des Alpes françaises du nord pour l'étude des POP

L'étude de l'impact des POP sur les écosystèmes lacustres impose de caractériser la variation spatiale mais également la variabilité temporelle des apports de ces contaminants par l'atmosphère. A cette fin, nous avons caractérisé les sédiments correspondant au dernier siècle pour 12 lacs alpins situés

entre 300 et 2500 m d'altitude, du Chablais au centre des Alpes de Haute-Provence, en trois périodes de contamination aux PCB : 1900-1920 (précédant l'utilisation de ces molécules), 1940-1980 (pic d'utilisation), 1990-2005 (interdiction d'usage). L'étude révèle une contamination uniforme des lacs des Alpes françaises, avec toutefois des "spots" de contamination dans les zones proches des sites de production (Isère) ou d'utilisation massive (Savoie) de ces composés.

– **Collaborations recherches mises en places**

. Réseau **FASCICLE** (<http://fascicle.cnrs.fr/about/index.php>)

Réseaux scientifique étudiant le phytoplancton comme indicateur de la réponse des écosystèmes lacustres aux changements globaux, sur la base étude comparée (multisites) des longues séries chronologiques

. **GLEON** (Global Lake Ecological Observatory Network) <http://www.gleon.org/>

Réseau international d'observatoires des systèmes lacustres.

. Action **COSTNetlake** (Networking Lake Observatories in Europe) Réseau européen de limnologues autour de l'utilisation de capteurs. http://www.cost.eu/domains_actions/essem/Actions/ES1201

. Réseau **Ecoscope** : réseau des observatoires de recherche sur la biodiversité pour comprendre et anticiper les changements de la biodiversité et des services écosystémiques associés.

. Réseau international d'Intercalibration hydroacoustique

Depuis quelques années, l'hydroacoustique est devenue une méthode incontournable de l'évaluation des populations de poissons et de la description de leurs relations avec l'écosystème, aussi bien dans le milieu marin que dans les lacs et les réservoirs. Cette méthode, non intrusive, fait désormais partie intégrante des procédures d'échantillonnage des peuplements de poissons recommandées par la Directive Cadre Eau (DCE) et a fait l'objet d'une normalisation par le Comité Européen de Normalisation (CEN). Ce réseau regroupe une vingtaine de scientifiques européens ayant organisé une intercalibration et un séminaire de restitution à Thonon.

2) Paramètres mesurés, Données, Système d'information

– **Etat des lieux objectif des paramètres mesurés, des protocoles mis au point et de leur pertinence par rapport aux missions et objectifs fixés**

Variables d'état	Mode d'acquisition	Protocole <i>Similaires sur les 3 lacs</i> <i>Les protocoles sont décrits dans le cadre de la démarche qualité INRA et référencés au laboratoire</i>	Résolution spatiale <i>Acquisition en un (Léman, Bourget) ou deux (Annecy) points géoréférencés du lac situé au point le plus profond (conforme norme DCE)</i>	Résolution temporelle
Température Oxygène dissous Conductivité	Sonde multiparamètres	Protocoles d'acquisition et d'étalonnage interne.	Tous les mètres sur toute la colonne d'eau	Mesures <i>in situ</i> et échantillons prélevés : 2 fois par mois au printemps été automne et 1 fois par mois en hiver
Transparence	Disque de Secchi		Tous les mètres sur toute la colonne d'eau	
Lumière	Système LICOR		Léman : 21 profondeurs Annecy : 2x 7 profondeurs Bourget : 10 profondeurs	
Physico-chimie (pH, Z, TAC, Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , Ntot, SiO ₂ , COT, Ptot, Npart, Cpart, Ppart)	prélèvement d'eau (bouteille Niskin)	Les protocoles et modes opératoires sont établis selon les normes Afnor + validation interlabo	<i>In situ</i> à plusieurs profondeurs entre 0m et 30 m	
Production primaire (Léman & Bourget)	Prélèvement d'eau (bouteille Niskin) (+C14)	Selon méthode de Steeman-Nielsen (1952)	Tous les mètres sur toute la colonne d'eau	
Chlorophylle a &	Sonde multiparamètre			

Chlorophylle a et phéopigments	(fluorescence) & Prélèvements d'eau (bouteille Niskin) + dosage en labo	selon Strickland et Parsons	& A différentes profondeurs (entre 7 et 13 selon lac) sur toute la colonne d'eau	
Phytoplancton	cloche intégratrice Pelletier brevet INRA (1978)	Identification et dénombrements selon la méthode d'Utermöhl (1958) et conforme à la procédure standardisée pour l'application de la DCE	Echantillons intégrés sur 0-20m	
Zooplancton	Prélèvement par filets 212 µm et 64 µm	Identification à l'espèce et dénombrement sous microscope	Echantillons intégrés sur 0-50m	
Halieutique	Statistiques de pêche	Déclaration de la pêche professionnelle et carnets de pêcheurs amateurs	Sur tout le lac	Annuelle
	Pêches aux filets et hydroacoustiques	Protocole standardisé au niveau européen	Sur tout le lac	

A ces paramètres a été ajouté, à partir de 2011, un suivi **ADN des communautés picoplanctoniques** (<5µm) ciblant les procaryotes et les eucaryotes microbiens.

Par ailleurs le SOERE est engagé dans une démarche de **collection d'échantillons biologiques préservés** (phytoplancton, zooplancton, écaille de poissons) et **d'échantillons mis en culture (cf algorithme <http://www6.inra.fr/cartel-collection>)**; des isolements nouveaux ont été effectués en 2013-2014 en particulier pour les espèces phytoplanctoniques.

Des **données issues de capteurs haute fréquence** (température notamment) ont été nouvellement intégrées à partir de 2014. Les capteurs avaient été mis en place prioritairement dans les sites d'altitudes peu accessibles. Un premier travail de validation de ce type de données a été effectué en 2014 permettant de passer à une phase d'intégration de ces données dans le SI.

Les protocoles des analyses chimiques et biologiques sont établis de longue date afin d'assurer la qualité des données acquises, les protocoles rédigés par les plateaux d'analyses de l'UMR CARTEL (plateau analyses chimiques, plateaux biodiversité & biologie moléculaire) sont en adéquation avec les objectifs d'acquisition de données (cf synthèse ci avant).

– **Bilan critique des données produites et de leur archivage**

Certaines difficultés concernent la validation des données en amont de l'insertion dans le système d'information, en particulier, pour les données anciennes (depuis 1957 sur le lac Léman) qui n'étaient pas informatisées et nécessitent du temps et une main d'œuvre adaptée pour appliquer les protocoles de validation actuels. Le SI est néanmoins une aide à cette validation de part les contrôles d'insertion mis en place, les contrôles de cohérence des données insérées, d'interdiction des doublons, de vérification de la cohérence entre certaines métadonnées et les données insérées en base. Dans le cadre de la qualité des données, c'est un bon outil de validation *a posteriori*.

– **Bilan éventuel de leur exploitation dans des modèles**

Comme mentionné précédemment, la modélisation concernant la dynamique du phytoplancton a été abordée dans le cadre de divers projets dont le projet GLM Multi-lakes Comparison Project (GLM-MLCP) développé en collaboration avec les réseaux GLEON et AEMON.

Des approches de modélisation statistique (GAM) visant à hiérarchiser l'importance relative des facteurs de forçages (e.g. Alric et al 2013 ; Domaizon et al 2013), ou l'application de modèles de réseaux trophiques (ECOPATH) sont également utilisées.

– **Etat de la valorisation et de la mise à disposition des données**

Les données acquises dans le cadre du SOERE sont visibles sur le catalogue de métadonnées d'ANAEE-F (FR/UK), sur le site web du SOERE, et bien sur le site web du SI (FR/UK) qui fournit un

chronogramme des données disponibles et permet de faire les demandes d'accès moyennant le remplissage d'un formulaire et la signature des CGU.



– **Listes des équipes exploitant les données et celles qui ont prévu de les utiliser**

Toutes les équipes de l'UMR CARTEL les exploitent très régulièrement, ainsi que les laboratoires partenaires du SOERE (EDYTEM, LMGE, Chrono Environnement, ENTPE,...), mais également les gestionnaires des lacs (CIPEL, CISALB, SILA).

Au cours des dernières années, ces données étaient accessibles via un formulaire de demande (désormais remplacé par le portail d'accès au SI) par diverses équipes internationales : Suisse (EPFL, Univ. de Genève, Institut Forel, Univ de Lausanne, EAWAG, Institut Cantonal de Microbiologie, Labo d'écologie et de biologie aquatique); Autrichienne (TechnischesBüro fur Ökologie); Nouvelle Zélande (Univ. Of Waikato); USA (Univ. Of Wisconsin-Madison, Woods Hole Oceanographic Institution); Allemande (Univ de Constance), Italienne (Univ. De Turin) mais aussi par des équipes de recherche ou institutions françaises (Symasol, Agence de l'eau RMC, station marine Wimereux, Irstea, ONEMA ...).

– **Positionnement actuel du SOERE par rapport à l'objectif d'observation à long terme.**

OLA est le seul, dans le paysage des Observatoires, à s'intéresser aux systèmes lacustres. Le suivi à long terme sur les grands lacs périalpins, initié il y a quelques dizaine d'années, s'inscrit dans une démarche pérenne s'appuyant notamment sur l'implication humaine et logistique de l'UMR CARTEL et de ses partenaires. Pour les systèmes d'altitude, la pérennisation des suivis est plus contraignante, mais des outils sont mis en place pour tendre vers ceci. Outre les équipements de type capteurs, il s'agit sur un plan opérationnel de collaborer (et pour certains chercheurs de s'impliquer) dans un réseau associant chercheurs et gestionnaires (GIS Lacs sentinelles, Zone Atelier Bassin du Rhône) qui fournit un moyen de pérenniser des tâches d'observation dans des sites difficiles d'accès (soutien logistique des agents des parcs, ouverture potentielle vers des financements non académiques).

– **Etat d'avancement du système d'information et Intégration potentielle dans un système d'information environnemental national ou international.**

Le système d'information est désormais ouvert. Les fonctionnalités existantes se déclinent en 2 grandes parties : des fonctionnalités communes à tous les SI des SOERE (pour ceux pris en charge par le dispositif éco-informatique de l'INRA), et des fonctionnalités thématiques spécifiques à OLA. Dans le cadre des fonctionnalités communes on trouve par exemple la gestion des utilisateurs et de leurs droits, la gestion des fichiers (dépôt, insertion, publication, gestion des révisions), une gestion des notifications, une gestion des fichiers extraits, la visualisation des données en présence.

Les fonctionnalités thématiques permettent d'extraire des données sur les différents sites d'étude, et pour diverses variables des variables et périodes à choisir. Certaines extractions simplifient le travail des demandeurs en proposant de traiter certaines tâches répétitives faites par les scientifiques (ex. calcul de moyenne pondérée par la profondeur).

L'« enveloppe technique », c'est-à-dire le contenant du SI OLA, est opérationnelle à 85%, les 15 % restant concernant des fonctionnalités d'extraction thématiques autour de l'ichtyologie.

Le contenu, c'est-à-dire les données, sont insérées approximativement à 60%, la limitation provenant du temps nécessaire à la validation des données anciennes.

– ***Mise en place de la démarche qualité.***

La démarche qualité est suivie par les plateaux techniques de l'UMR CARTELE qui regroupe les différents acteurs à l'origine du recueil de la donnée : prélèvements, analyses chimique et biologiques. Des protocoles standards sont élaborés à tous les niveaux : des protocoles de terrain, de calibration et de réalisation des analyses (en particulier pour les analyses chimiques). Le plateau technique « prélèvement et données » de l'UMR CARTELE organise le travail et fait un suivi des résultats pour une validation technique de premier niveau. Les résultats sont ensuite envoyés à des responsables scientifiques (selon le type de données) qui font une validation des données avant leur intégration dans la base.

Le SI du SOERE OLA est développé au sein du dispositif éco-informatique des ORE de l'INRA. Le dispositif éco-informatique a pour objectif de mutualiser les travaux des SI des observatoires INRA. Ainsi, tous les SI pris en charge par ce dispositif sont développés dans une démarche qualité qui touche tout autant les choix d'architecture que les modes de développement (modularité) par l'utilisation de standards reconnus, une documentation qui évolue tout au long de la vie du projet, la mise en place d'un comité d'utilisateurs inter-SOERE décisionnaires dans les choix d'évolution, etc.

3) Ouverture et Insertion du Système d'observation dans le dispositif national

– ***Bilan des actions mises en œuvre pour ouvrir le SOERE aux équipes extérieures; autres observatoires et SOERE, insertion dans le dispositif de recherche français, européen et international.***

Le SOERE est un des services ANAEE-F et à ce titre il est lisible sur différents sites présentant ANAEE-F. La démarche d'ouverture est donc engagée mais sera d'autant plus effective que l'infrastructure ANAEE-F sera elle-même reconnue.

Des équipes extérieures ont pu bénéficier des structures du SOERE, en particulier des facilités de navigation et de prélèvement d'eau sur le Léman : Pr Bas Ibelings (GLEON project Spring-Blitz, Suisse), Pr D. Odermatt (Diversity Project by ESA European Space Agency, Allemagne).

Concernant l'ouverture du SI, la dernière fonctionnalité développée sur le SI du SOERE est celle de « première connexion » qui permet à quiconque de demander facilement un accès. Le SI du SOERE OLA a vocation à communiquer avec les autres SI et sera accessible depuis un portail d'accès commun. Les technologies choisies et mises en place permettront cette interopérabilité.

– ***Positionnement éventuel par rapport aux dispositifs du Programme Investissements d'Avenir***

Le dispositif éco-informatique de l'INRA situé à Orléans est partie prenante du programme Investissements d'Avenir ANAEE-F (nœud 5). Un des objectifs de ce programme est de rendre interopérable les SI entre eux et les SI avec les plateformes de modélisation. Le SI du SOERE OLA est entièrement inclus dans ce processus et pourra donc proposer ses données aux plateformes de modélisation (sous couvert des limites imposées par le SOERE concernant les demandes d'accès). Dans ce cadre, le SOERE, par son SI, participe déjà à la réalisation d'un thésaurus national ANAEE-F.

– ***Etat des lieux sur la mise en place éventuelle d'un réseau et sur la prise en compte des recommandations du Conseil d'AllEnvi sur les rapprochements possibles***

Le SOERE OLA, par son SI, est intégré au réseau des correspondants des ORE/SOERE de l'INRA. Ghislaine Monet (INRA CARTELE), en charge du SI du SOERE OLA, est co-animatrice de ce réseau de correspondants. Ce réseau fonctionne depuis déjà 2009 et a vu la concrétisation de 3 séminaires (2009, 2011, 2014). En dehors de ces séminaires, les collaborations ont lieu au travers d'un comité d'utilisateurs réunissant des acteurs des différents ORE/SOERE INRA (OLA, Foret, ACBB, PRO, PFC) et une utilisation régulière (parfois journalière) d'un outil de collaboration (forge Redmine).

– ***Bilan des contacts et partenariat avec d'autres infrastructures ou autres services déjà labellisés par des organismes ou établissements (SNO de l'INSU, ORE des autres organismes, autres dispositifs)***

Des rapprochements, rencontres ont eu lieu entre les animateurs du dispositif écoinformatique de l'INRA et le SEDOO (SErvice de DONnées de l'OMP CNES / CNRS / IRD / Météo-France / UPS, permettant à ce stade du partage d'expérience.

Dans le cadre de l'infrastructure ANAEE-F, des rapprochements et un travail commun ont débuté avec l'unité de services BBEES (Base de Données sur la Biodiversité, Ecologie, Environnement et Sociétés) de l'INEE. BBEES est le pendant CNRS du dispositif écoinformatique INRA (BBEES développant les bases de données « à façon » et l'écoinformatique développant les SI des SOERE).

– **Relations avec les Observatoires Opérationnels et la « société civile ».**

Les mesures réalisées dans les grands lacs le sont en coordination étroite avec les instances de gestion des lacs et de leurs bassins versants (CIPEL, SILVA, CISALB) et leur CS.

OLA est par ailleurs en lien direct avec les gestionnaires des lacs et les associations telles que les réserves naturelles et Parcs naturels impliqués dans le GIS lacs sentinelles (lacs d'altitude).

4) Production scientifique et autres productions en lien avec le SOERE Année 2013 2014

- **Production scientifique (incluant les thèses) et technique du SOERE portant sur le réseau ou l'infrastructure commune, dans le cadre de ses objectifs scientifiques spécifiques (sur les deux dernières années).**

Articles à comité de lecture

Les références complètes des articles sont fournies en Annexe 1

2013

- ALRIC, B., et al 2013. *Ecology*94:2767-2780
ANNEVILLE, A., et al 2013. *Archives des Sciences* 66:157-172
BERDJEB, L., et al 2013. *FEMS Microbiology Ecology*86 : 215-230
BERTHON, V., E et al 2013. *Journal of Limnology*72:417-429
DOMAIZON, I., et al 2013. *Biogeosciences*. 10 : 3817-3838 DOI :10.5194/bg-10-3817-2013
FROSSARD, V., et al 2013 *Journal of Paleolimnology*50:257-273
GILLET, C., et al 2013. *Fisheries Management and Ecology*. 20 : 484-493.
HUGONI, M., et al 2013.. *Research in Microbiology*.DOI :10.1016/j.resmic.2013.01.004.
JENNY, J.P., et al 2013. *Limnology & Oceanography*.58(4) : 1395-1408
LEPERE, C., et al D. 2013. *FEMS Microbiology Ecology*. DOI:10.1111/1574-6941.12100
PARVATHI, A., et al 2013. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion*. 10 : 8715-8746
RICHARD, A., et al 2013. *Fisheries Research*. 145 : 37-42
ZHONG, X., et al 2013. *FEMS Microbiology Ecology* 86 : 312-326
ZHONG, X. & JACQUET, S. 2013..*Applied and Environmental Microbiology* 79:7169-7178
ZHONG, X., et al 2013. *Ecological Research*DOI: 10.1007/s11284-013-1121-2
YULE, D., et al 2013. *Freshwater Biology*. 58: 2074-2088.DOI:10.1111/fwb.12192

2014

- BERTHON, V., et al 2014. *Freshwater Biology*earlyview:DOI: 10.1111/fwb.12380.
CAUDRON, A et al 2014. *Fisheries Research* 154 : 165-71.
JACQUET, S., et al 2014.*Environmental Monitoring and Assessment*DOI 10.1007/s10661-014-3630-z.
FROSSARD, V., et al 2014. *Freshwater Biology*59:26-40.
FROSSARD, V., et al 2014b. *Freshwater Biology*, 59:789-802.
GUILLARD, J., et al 2014. *Inland Waters*, sous presse
JACQUET, S., et al 2014. *Environmental Monitoring and Assessment*.DOI 10.1007/s10661-014-3630-z
JACQUET S., et al 2014 *Freshwater Biology*. In press
JENNY, J. P., et al 2014. *Journal of Paleolimnology* 51:469-483.
SAVITCHCHEVA O., et al 2014 *Freshwater Biology* In press
VINÇON-LEITE, B., et al 2014. *Hydrobiologia* 731, 49-64.
ZHONG, X. & JACQUET, S. 2014. *Environmental Microbiology* 16 (3): 759-773.
ZHONG, X., et al 2014. *Microbial Ecology*67(1): 66-82

Ouvrages, Chapitres d'ouvrages

JACQUET, S., et al 2013. In: *Phytoplankton: Biology, Classification and Environmental Impacts*. Nova Science Publishers, New York

Thèses & HDR 2013 2014

- PEZET, F. 2014 - Bilans et transferts de phosphore dans le bassin versant du lac du Bourget
- RICHARD, A. 2014 - Régulation densité-dépendante des juvéniles de truites *Salmo trutta* sous l'effet du rempoissonnement: implications pour la gestion.
- ZHONG, X., 2014 - Diversité et rôle fonctionnel des virus phytoplanctoniques dans les lacs péri-alpins.
- JENNY J-Ph, 2013, Réponses des grands lacs périalpins aux pressions anthropiques et climatiques récentes. Reconstitutions spatio-temporelles à partir des archives sédimentaires.
- FROSSARD V., 2013, Trajectoires écologiques des lacs d'Annecy et du Bourget au cours des 150 dernières années : Approche paléolimnologique par analyse des assemblages de Chironomidae et de leurs signatures isotopiques en carbone.
- HUGONI M., 2013, Structure et activités des Archaea planctoniques dans les écosystèmes aquatiques.
- PERGA M HDR Les réseaux trophiques comme processeurs de matière organique. Sept. 2013
- ARNAUD F HDR De l'Holocène à l'anthropocène, changements climatiques changements environnementaux, changements d'usage : vers une histoire intégrée ? Janv 2014
- VINÇON-LEITE B., HDR, Fonctionnement des écosystèmes lacustres dans les bassins versants anthropisés Mesures et modèles, Janvier 2014

Rapports

- CHAMPIGNEULLE, A., CAUDRON, A., 2013. Projet franco-suisse « Truite de lac-Omble-Corégone ». Rapport Final 109 p.
- PERGA M.-E., et al 2014 Action n° 32 du Programme 2010 au titre de l'accord cadre Agence de l'Eau ZABR. rapport final, 49 pp.

Rapports diplômants

- CUSSONNEAU A., (2013), Modélisation de l'effet du changement climatique sur la température de l'eau du lac du Bourget, rapport de stage Agro ParisTech, Leesu, Université Paris-Est
- VOGEL C. 2014. Rapport de Stage. Master 2 recherche « Ecologie, Evolution, Biométrie ». Univ. Claude Bernard Lyon 1. 27p.
- HUSSON E. 2013. Rapport de Stage. Licence professionnelle Aquaculture gestion de la qualité et de l'environnement. Université de Savoie, Ecole d'Agriculture de Poisy. 37p.
- RODRIGUEZ L. (2014) Rapport de Master 1. DRIME. Université de Savoie
- FRAGNOL L. (2013). Rapport de Master Sciences de l'Environnement Industriel et Urbain, ENTPE/LEHNA-IPE.

Rapports de suivi des lacs paru en 2013

- DOMAIZON, I., et al 2013. Suivi de la qualité des eaux du lac d'Annecy. Rapport 2012. SILA (éd.) et INRA-Thonon. 103 p.
- JACQUET, S., et al 2013. Suivi des eaux du lac du Bourget pour l'année 2012. *Rapport INRA-CISALB-CALB*, 226 p.
- LAINE, L. & PERGA M.E. (2013). Evolution du zooplancton du Léman. CIPEL 2012
- TADONLEKE D. R. (2013). Production primaire et biomasse chlorophyllienne dans le Léman. CIPEL 2012

Autres types de productions

- BIRCK C., et al 2013. Sentinel lakes. *Journal on Protected Mountain Areas Research and Management* 5:61-68.
- MONTUELLE B., O et al 2013. *Innovations Agronomiques* 23:3-18.

Communication à colloques

- BRUEL R. et al (2014) NETworking Lake observatories in Europe. Lake Anterne, Netlake site in France
- CLEMENT B., et al 2013 SETAC Europe 23rd Annual Meeting, 12-16 May 2013, Glasgow, Scotland)
- DRAŠTÍK V, et al 2014 *Ecology of Fish in Lakes and Reservoirs. 8-11 September 2014, Ceske Budejovice, Czech Republic.*
- LASNE E, et al 2013. "Structures dures ou calcifiées chez les organismes aquatiques : leur utilisation en écologie halieutique", Rennes, 02-04 juillet.
- NAFFRECHOUX E., 14th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment ICCE 2013, Barcelone, Espagne, 25 au 28 juin 2013)
- PERGA ME et al (2014) NETworking Lake observatories in Europe.
- NELLIER Y-M, et al 2014 JILO, journées internationales de limnologie et d'océanographie, 21 au 23 mai 2014, Marseille.

Au total une 40aine de présentation à colloques en lien avec le SOERE OLA (voir la liste complète Annexe 1)

– **Contractualisation mis en œuvre directement issue des activités du SOERE**

Trois contrats relatifs aux suivis des écosystèmes lacustres Annecy Bourget Léman sont reconduits, de façon quadriennale, avec les gestionnaires SILA, CISALB, CIPEL.

– **Bilan des activités propres du SOERE : veille et développement technologique, programmes de formation associés**

- ✓ **Ecole d'été de Limnologie**

Le SOERE a contribué à la réalisation d'une Ecole d'été Internationale en Limnologie. Celle-ci s'est tenue à Evian (du 24 Août au 2 Septembre 2014) à l'initiative conjointe de l'UMR CARRTEL et de l'Université de Savoie. Elle s'inscrivait dans le cadre d'un partenariat avec l'Université d'Irkoutsk, l'Université de Genève (Institut Forel) et d'une Chaire de l'Eau UNESCO (Irkoutsk-Chambéry). Elle a rassemblé 28 stagiaires (Master, Doc et post doc) de 13 pays, 30 conférenciers internationaux (dont 8 scientifiques du SOERE). La thématique générale de l'Ecole était «écologie lacustre et temporalité », qui a permis d'aborder l'évolution lacustre et les processus biologiques à différentes échelles temporelles. Le SOERE y a fait l'objet d'une présentation en tant que tel.

✓ **Implication dans formation universitaire :**

. Master 2 Ecomont : Module 'Lac' réalisé durant 2 semaines au sein de l'UMR CARRTEL (station INRA de Thonon les bains) avec l'appui du SOERE (moyen au lac, mise en situation pour toutes les techniques d'analyses de limnologie et paléolimnologie).

✓ **Séminaire Intercalibration hydroacoustique (INRA Thonon)**

Le workshop (INRA, ONEMA, Région RA & ARC Environnement) s'est tenu en juin 2014, réunissant une 20aine de scientifiques européens. Une présentation des principales conclusions est effectuée dans un colloque international (Dražtík V et al 2014) et 2 publications sont en préparation.

✓ **1st Emerging Topics meeting : DNA watch, 4-5 december 2013, Frasne.** dans le cadre du réseau Franco Suisse « Environnement-Homme-Territoire »

Using DNA analysis to understand biodiversity, food webs and ecosystem functioning

Ce colloque (co organisé par le CARRTEL) a réunit des chercheurs en écologie moléculaire qui s'intéressent à la caractérisation de la biodiversité moderne et passé et la compréhension des interactions biotiques au sein de divers écosystèmes naturels. Deux jours, quatre sessions de présentations orales, tables rondes et présentations de posters.

✓ **Action vulgarisation :**

. Vidéo sur la mise en place du suivi des populations de poissons dans les lacs alpins (© INRA CARRTEL / ISETA Poisy). Cette vidéo est le résultat du travail des étudiants du BTS GPN d'ISETA (Poisy) <https://vimeo.com/96612383>

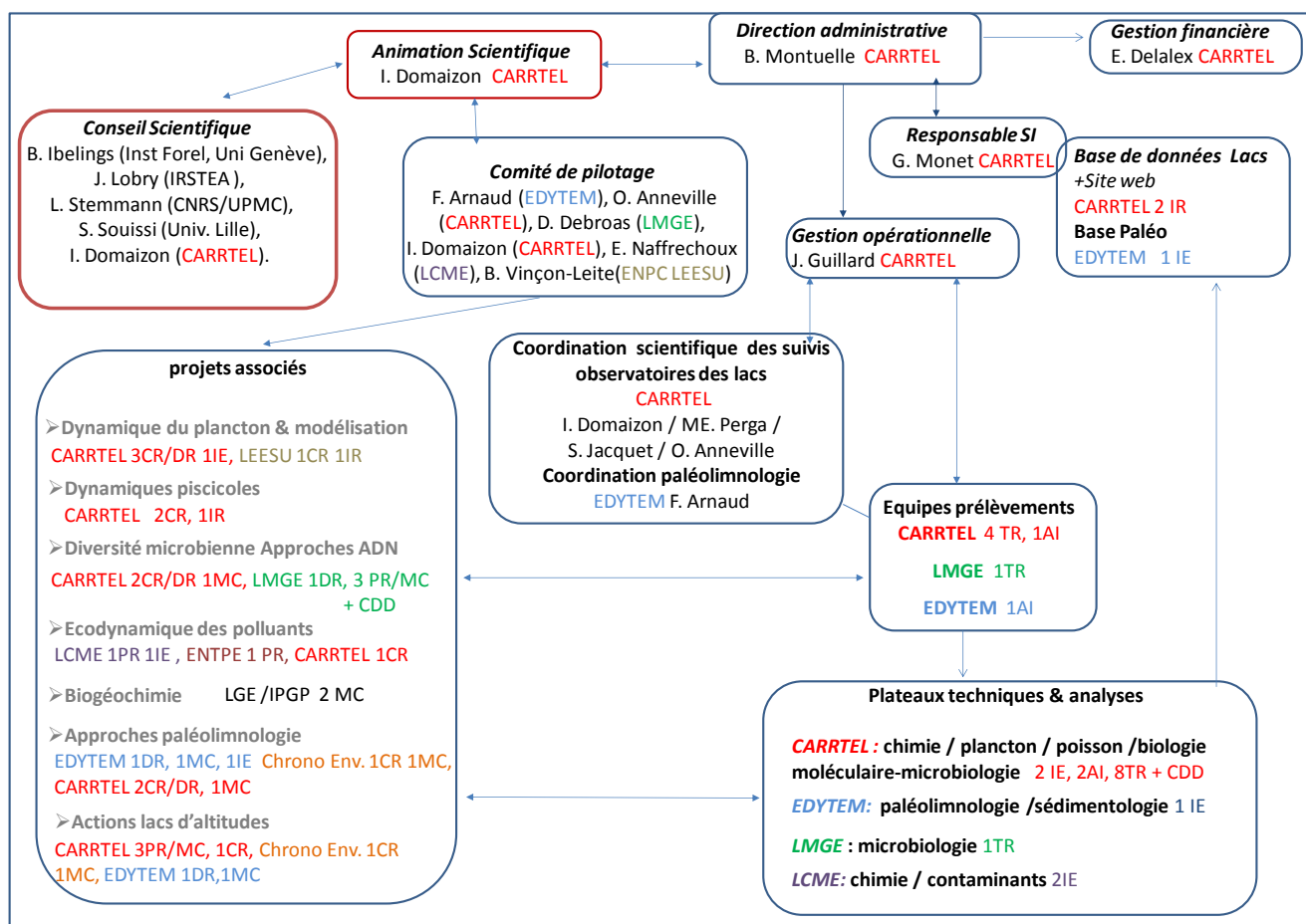
. La musique du Léman : A partir des données de température (50 dernières années) transformées en sons(https://www6.dijon.inra.fr/cartel_perga/Page-d-accueil/Actualites/the-music-of-lake-Geneva).

✓ **Préparation de l'Ouvrage Lacs en 80 questions**

Réalisation, avec l'appui de la Zone Atelier du Bassin du Rhône, d'un ouvrage grand public sur les lacs alpins « Le tour des lacs en 80 questions », qui traite des tous les aspects liés aux lacs : écologie, physique, histoire, Cet ouvrage d'environ 200p rassemble plusieurs dizaines d'auteurs (dont une majorité issue du SOERE OLA) et sera disponible fin 2014.

5) Gouvernance

- **Rappel de l'organigramme des équipes scientifiques et techniques portant le SOERE et évolutions éventuelles.**



– **Etat des lieux de la mise en place effective et du fonctionnement des comités (pilotage, scientifique, utilisateurs).**

La 1ere réunion du CS (constitué en fin 2013) s’est tenue en janvier 2014. Cette réunion a eu pour but (i) de présenter la structuration et le fonctionnement du SOERE OLA aux membres du conseil scientifique nouvellement constitué, (ii) de valider le mode d’organisation et des rôles du CS, (iii) de recueillir les premiers avis du CS concernant le fonctionnement du SOERE. Le CR de cette réunion est fourni en Annexe.

– **Stratégie de communication**

.Le site web spécifique du SOERE OLA a été mis en ligne en 2014.

.Par ailleurs nous poursuivons notre insertion dans les réseaux (cf § II.3 pour les réseaux existants tels que GLEON ...), notamment via la création réseau ‘Lake around the Alps’ associant Autriche, Allemagne, Italie, Suisse et France.

. Notre visibilité est de plus favorisée par l’accueil d’étudiants et chercheurs internationaux au travers de notre participation à des actions de formation tel que l’école de limnologie (cf § II.4).

II Prospective d’évolution du projet

– **Projet scientifique et technique**

1. Données observatoires et rétro-observatoires

Approches paléolimnologiques

Les carottes prélevées sur le territoire du SOERE sont des archives uniques de l’évolution récente des systèmes lacustres, tant en plaine qu’en montagne. Ces échantillons de grande valeur, de par la difficulté de les récupérer et de par l’ensemble des données déjà acquises (datations, compréhension

du fonctionnement sédimentologique, biologie etc.) peuvent être réutilisés pour de nouvelles problématiques, à condition d'être intégrés dans un système de gestion conservatoire, que ce soit en soft (base de données) ou en hard (chambres froides). Afin de garantir la mise en place pérenne d'un tel « rétro-observatoire », une démarche de traçabilité est en cours avec un système dédié à EDYTEM, connecté à la banque de données nationale des forages (Equipex CLIMCOR) et au système de référencement internationaux (SESAR, IMLGS, PANGAEA). Pour compléter le dispositif, nous avons besoin (1) d'acquérir un système de préservation au froid dédié (18 k€), (2) d'améliorer le système de gestion de base de données (15 k€).

2. projets scientifiques spécifiques

Volet dynamique plancton

Projet sur l'hétérogénéité spatiale du Léman : Ce projet se basera sur de la télédétection, l'analyse de séries temporelles et la modélisation 3D pour comprendre comment les processus hydrologiques liés aux conditions météorologiques modulent l'hétérogénéité spatiale du lac et contribuent à l'existence de zones nourricières en terme de nutriment et de phytoplancton qui pourraient contribuer au phénomène d'hystérésis observé lors de la réoligotrophisation du lac. Ce projet sera en partie financé par l'ONEMA et se fera en collaboration avec EDF, l'EPFL et l'Univ.de Genève/Institut Forel.

Le second projet porte sur l'application d'une approche de modélisation à l'évaluation des risques de prolifération de cyanobactéries toxiques dans les lacs sub-alpins en réponse aux changements globaux et locaux. L'objectif est de développer un modèle couplé de lac et de son bassin versant, adapté aux lacs sub-alpins, permettant d'étudier l'évolution des communautés planctoniques en réponse au changement climatique et aux changements du bassin versant. Le site d'étude serait le lac du Bourget dont la base de données historique permettrait de suivre l'émergence des proliférations de cyanobactéries à la fin des années 1990 puis leur déclin à partir de 2010. La modélisation écologique basée sur la "driver trait theory" (Enquist, 2011) se fera en cohérence avec la démarche entamée dans le projet GLM Multi-lake Comparison Project (GLM-MLCP) développé en collaboration avec les réseaux GLEON et AEMON. Cela permettra une généralisation à d'autres lacs sub-alpins et des inter-comparaisons à l'échelle internationale. L'évolution des apports en nutriments sera prise en compte grâce à une modélisation hydrologique du bassin versant.

Volet dynamique piscicole travaux de modélisation

Afin de comprendre les réponses de ces écosystèmes aux pressions (locales et globales), il est nécessaire de développer une approche portant à la fois sur l'analyse de la composition et la structure des communautés (abondance des populations, diversité taxonomique et fonctionnelle) et l'analyse de processus fonctionnels (interactions biotiques, importance relative des facteurs de régulations, flux et transferts trophiques). La modélisation de la structure des réseaux trophiques et la quantification des flux entre compartiments est un outil pertinent permettant d'appréhender cette double perspective. Il s'agira donc de décrire la structure des réseaux trophiques de trois lacs péri-alpins qui ont connu des trajectoires d'eutrophisation contrastées, grâce à l'ajustement d'un modèle Ecopath, puis de modéliser l'évolution de ces systèmes en réponse à la variation de plusieurs facteurs de forçages, en utilisant les modèles Ecosim et EcoTroph. Ce travail permettra de : (i) caractériser le fonctionnement trophique de ces écosystèmes, (ii) appréhender les évolutions selon les différents facteurs de forçage, en particulier le changement climatique mais aussi les modifications de teneur en phosphore, (iii) identifier l'évolution du mode de régulation (top-down, bottom-up) des communautés, (iv) évaluer l'impact de différents modes de gestion halieutique dans ces contextes d'évolutions des écosystèmes. Il servira ainsi de support à une meilleure caractérisation des changements observés et des évolutions possibles des lacs du SOERE OLA et répondra à des objectifs scientifiques fondamentaux mais également finalisés, utilisables pour la gestion de ces milieux, dans une approche d'écologie translationnelle.

Volet Diversité microbienne : Poursuite des banques ADN et développement des caractérisations métatranscriptomiques

La collecte d'échantillons ADN concernant les fractions planctoniques et benthiques sera poursuivie (bancaisation d'échantillons) en vue d'une analyse temporelle s'appuyant sur un pas de temps long afin de compléter les données déjà traitées (2 ans) par séquençage massif. Les besoins financiers associés à cette démarche sont très modérés à court terme : i.e. cout du stockage d'échantillons, filtres et d'extraction ADN).

En 2015 le montage d'un projet relatif à des approches de métatranscriptomiques permettant de caractériser non plus seulement la composition taxonomique des communautés microbiennes mais leurs caractéristiques génomiques (fonctionnelles) sera proposée. Il s'agira notamment d'acquérir des données métagénomiques sur les communautés procaryotes dans divers zones du lac et notamment aux interfaces (pelagos-benthos) et zones de transition oxique - anoxique qui fournissent des niches écologiques contrastées. L'acquisition de ces données sur 2 lacs modèles du SOERE (Pavin et Bourget) nécessitera un soutien financier (analyse NGS) à partir de 2015-2016.

Volet micropolluants

Détermination du temps de retour au bon état du Lac du Bourget (vis à vis de la pollution PCB suite travaux de dépollution). Il s'agit d'un projet cofinancé par la ZABR et l'agence de l'eau RMC (projet en cours d'expertise) ne nécessitant pas d'investissement car il utilisera le matériel existant au LCME et celui acquis par le SOERE (piège à sédiments).

Volet paléolimnologie

Suite aux acquis et résultats innovant du programme ANR Iper Retro, il conviendra de tester leur généralisation via une approche à plus large échelle, couplant l'étude de nouveaux types de système (lacs d'altitude) et une méta-analyse à l'échelle du massif alpin (Thèse Rosalie Bruel 2014-2017). Une attention particulière sera portée à l'effet du changement climatique sur les écosystèmes lacustres dans une perspective pluri décennale à pluri millénaire. Le recul sur de longues périodes de temps permettra notamment de faire la part des choses entre les effets du climat et d'autres perturbateurs (flux de nutriment, introduction d'espèces) dans la trajectoire actuelle de ces systèmes.

Nous souhaitons également tirer profit de la capacité des sédiments des lacs alpins à avoir enregistré l'histoire des intrants atmosphériques. En effet, disséminés tout au long de la chaîne alpine, les lacs d'altitude constituent autant de dispositif d'observation naturels en prise directe avec les flux atmosphériques tant naturels (poussières, micro-organismes) qu'anthropiques (métaux, POPs, radionucléides, nutriments etc.). Etudier l'histoire de ces flux et de leurs impacts sur les écosystèmes lacustres et plus largement sur les écosystèmes de montagne, constituera l'un des axes principaux de ce volet. Les actions concrètes concernent :

(1) l'extension du rétro-observatoire (carottages + datations) :

nous proposons de mener une campagne systématique de carottages dans les Alpes pour compléter, selon un maillage régulier, la collection d'une quinzaine de sites déjà bancaisée par le laboratoire EDYTEM. Le doublement de cette banque d'échantillons est raisonnablement envisageable sur un période de 5 ans. A cette fin, il serait intéressant de prévoir du budget pour des missions et de participer à l'achat d'un détecteur gamma dédié à la datation des sédiments de moins de cent ans.

(2) l'utilisation des échantillons bancaisés pour retracer la dynamique des nutriments (N en particulier), POPs, Métaux, mais également de la diversité des communautés lacustres (approches ADN, thèse en cours). Les collections de carottes restent par ailleurs potentiellement ouvertes pour d'autres analyses problématiques non identifiées pour l'instant (démarche open science).

– Paramètres et données

Une assez grande diversité de données est déjà acquise et intégrée dans le SI du SOERE OLA. Ces acquisitions seront poursuivies.

Nouvelles données biologique intégrables dans le SI :

.Intégration des données macrofaune benthique dans le SI.

Données haute fréquence :

.Poursuite des validations et intégrations de données issues de capteurs type minidots mis en œuvre sur les lacs d'altitude.

. Le déploiement de ligne de thermistors permettant de suivre avec une résolution verticale et temporelle fine les dynamiques thermiques sera planifié en 2015 (mise en œuvre en 2016). Ce type d'équipement permettrait d'aborder des plusieurs questions clés concernant par exemple la variabilité (thermique et hydrodynamique) à court terme alors que nos suivis s'organise à des pas de temps bi-mensuels ; ou encore la variabilité spatiale en s'intéressant notamment aux zones littorales des grands lacs (zones susceptibles d'être affectées par un réchauffement des eaux non détecté par nos suivis réalisés au point central des lacs).

– **Systèmes d'information**

Nous nous attacherons en premier lieu à consolider les paramètres déjà développées, à associer des fichiers complémentaires aux données tels que les protocoles utilisés, des informations de métadonnées qui seront systématiquement joints aux requêtes effectuées sur le SI. Nous poursuivrons la validation des données anciennes.

Les évolutions concerneront les types de données non encore pris en charge par manque de personnel, en particulier de personnel technique informatique. L'objectif serait de pouvoir insérer dans le SI toutes les données concernant l'ichtyologie, capture de pêches, information sur les contenus stomacaux, sur les rubans de fraie des perches. Ces tâches seront très dépendantes du personnel qualifié qui pourra être mis sur ces aspects techniques, et donc des financements possibles.

– **Insertion dans les dispositifs nationaux, européens et internationaux**

La démarche de mise en œuvre du SOERE OLA dans le cadre d'ANAEE-F sera poursuivie.

– **Gouvernance**

Pas de modification prévue à court terme.

III : Moyens affectés

1) Rapport financier de l'année 2014

– **Bilan financier de l'année 2014cf proposition de maquette**

Tableau récapitulatif des moyens demandés et financés (à partir des 84k€ attribués)

	Equipement & Animation	Coût effectif des dépenses
Equipement de terrain	Trappes à Sédiments séquentielles(Technicap)	18,9 k€
	Foreuse à glace (tarière à moteur thermique)	0,225 k€
Equipement labo - Analyses chimiques & biologiques	Remplacement COTmètre(BioRitech)	23 k€
	Co financement Maintenance HPLC	1,4 k€
	Système rampe multi postes extraction Promega	1,23 k€
	Co financementHotte UV	2,75 k€
	Co financement Tape Station (Agilent)	14,93 k€
Collections	Tubes codés & scanner pour collec. Echantillons (Novazine)	2,49 k€
	Congélateur -40°c + rack tiroirs	4,89 k€
Sondes terrain	Mini électrodes pH redox (Unisense)	2,187 k€
Moyens au lac	Rénovation bateau Antares (Nautisport du Léman)	8,7 k€
	Rénovation bateau éclairage(Bochaton)	0,86 k€
Animation et formations	Animation Scientifique Réunions CS + parten.	Financement UMR CARRTEL
	Ecole d'été Limnologie	2,5k€

Total

84k€

2) Projection sur l'année à venir.

- *Présentation détaillée des moyens demandés en rapport avec les activités de plus value du SOERE (animation, coordination, SI, projet spécifique ...)*

✓ POURSUITE DE L'ACQUISITION DES DONNEES OBSERVATOIRES & RETRO-OBSERVATOIRES

ANALYSES EN LABO

- Cytométrie en flux Remplacement laser : 15 K€

Les suivis d'abondances des communautés picoplanctoniques (bactéries, picophytoplancton, virus) ont été pleinement intégrés la démarche observatoire. Le cytomètre en flux (acheté en 2001) nécessite un remplacement du laser.

- Remplacement de Caméra - prise d'image Scalimétrie Otholitométrie (2,7 k€) + Remplacement ordinateur (associé à la caméra) (0,8 k€) : 3,5k€

Les analyses effectuées sur les écailles collectées et/ou en stock (données historiques) font parties des données de base concernant la caractérisation des structures d'âge et estimation de croissance des communautés piscicoles. La caméra utilisée pour ces analyses ainsi que l'ordinateur associé sont dysfonctionnant et doivent être renouvelés en 2015.

- Analyseur d'azote total – plateau d'analyse chimie des eaux : 45 k€HT

L'analyseur d'azote total du plateau d'analyse chimiques est vétuste (~ 1998). Il s'agit d'un paramètre de base du suivi de la qualité des eaux lacustres, intégré dans les suivis historiques, cet équipement doit donc être remplacé prioritairement, un co-financement est recherché (1/2 financement dans le cadre des équipements moyens INRA).

-Lave-vaisselle - plateau d'analyses chimie des eaux : 16 k€HT

Compte tenu du volume d'analyses effectués sur le plateau chimie des eaux (~1496 échantillons d'eau + 81 sédiments en 2013) cette machine est très utilisée (~ 8 cycles de lavage / jour).

- CDD Analyses Chimiques et coordination suivi chimie - niveau IE Poste clé pour le suivi observatoire, fonctionnant actuellement sur CDD en raison d'une mise en disponibilité (CARTEL): 12 mois => 36 k€ (cofinancement prévu 12 k€)

ACQUISITION DE TERRAIN ET MOYENS AU LAC

- Renouvellement filets de pêche : 300 € pièce => 3 k€

Les suivis piscicoles s'appuient notamment sur des pêches aux filets benthiques et pélagiques (annuellement sur les grands lacs), ces suivis nécessitent un renouvellement régulier des filets.

- Renouvellement sonde de pression pour réalisation des profils verticaux et prélèvements (sondes adossées aux bouteilles de prélèvement) : 1,9 k€ x 2 = 3.8k€

- Ordinateur portable (PC) de terrain associé aux sondes multiparamètres (pour suivi grand lac et suivi lac d'altitude) x2 = 3,2 k€ *PC adapté aux conditions de 'terrain' en milieu aquatique.*

- Ligne de support production primaire 0,9 k€

- Réfrigérateur/Congélateur voiture 0,7 k€ *Transport au froid (voiture) des échantillons*

-Remise à niveau embarcation Suivi des grands lacs Annecy Bourget Léman : 18 k€

Le bateau, qui a plus de 24 ans, nécessite une remise à niveau complète. Le cout d'achat et d'équipement d'un tel bateau serait de plus de 100 k€, celui-ci ayant été équipé de manière très spécifique pour faire des captures actives par chalutages par l'utilisation de filets poussés ou tractés pour l'ichtyoplancton, et pour acquérir des données via les méthodes hydroacoustique. Le changement de motorisation a été réalisé sur fond INRA en 2014 permettant de s'assurer de la pérennité de cet outil. Outre les campagnes de pêche et d'hydroacoustique réalisées dans le cadre

du monitoring des lacs péri-alpins, de nombreux projets de recherche se sont appuyés sur cet outil, et de nouveaux sont d'ores et déjà prévus (e.g. projets dynamique de population de perches & ombles), tous centraux pour le SOERE OLA. Il est à noter que les caractéristiques de ce bateau sont uniques (portiques pour chalut, ...) et il ne peut donc pas être doublé par une autre embarcation.

- **Bateau** Site associé Lac Pavin : **6,5 k€**

Équipement nécessaire pour suivis et projets spécifiquement réalisés sur le site Lac Pavin.

DEMARCHES CONSERVATOIRE & COLLECTIONS

- **Container réfrigéré pour stockage des carottes sédimentaires**: équipement complet **19 k€**

Poursuite de l'équipement permettant la gestion conservatoire, en 'hard' (chambres froides des carottes sédimentaires utilisées pour divers études rétro-observatoires

Le système (Fournisseur ABOX) comporte: 1 Conteneur 20' (ISOTHERME) + livraison + groupe électro 6 mois ; 1 groupe Froid extérieur de remplacement + pose ; 4 supports stabilisateurs ; étagères inox ; système d'alarme ; raccordement électrique

- **Équipement de salles pour stockage d'échantillons** -Armoire réfrigérée 4/5m³ : **2,2k€** - **Approches paléolimnologiques**

✓ SI - BASE DE DONNEES

- **CDD Informaticien - niveau IE Analyse et Développement informatique de la thématique « ichtyologie »** Modalités d'insertion et d'extraction des données sur la fraie des perches, les contenus stomacaux, les pêches, l'hydroacoustique (CARTELE): 6 mois de CDD => **18 k€**

- **CDD niveau AI - Curateur de données, base de données LACS (CARTELE)** Intégration et validation des données historiques dans base de données LACS : 6 mois de CDD => **14,4 k€**

- **CDD niveau AI - poursuite base de données PALEO (EDYTEM): 14,4 k€**

- Gratification stage recherche Masters 2 : **7,6 k€**

✓ PROJETS SCIENTIFIQUES

- **PME MiniDots Température : 900 € pièces => 7,2 k€** - **Projet dynamiques piscicoles**

Ces mini capteurs enregistreurs permettent le suivi in situ de la température et oxygène sur des périodes de plusieurs mois avec une résolution temporelle choisie. Elles seront implémentées en particulier au niveau des frayères à poisson pour estimer les problèmes de désoxygénation.

- **Membranes filtrantes et kit extraction ADN** : poursuite collection ADN **0,8 k€** - **Projet diversité microbienne & banque ADN**

✓ ANIMATION SCIENTIFIQUE

Assemblée générale & réunion prospectives SOERE : Janv fév2015 lieu Thonon les bains : 1,5 k€

Participation aux couts inhérents à la réunion en particulier déplacements des partenaires (depuis Clermont Fd, Paris, Besançon, Chambéry) et hébergements quand utile.

Participation meeting GLEON & Ecoscope 2015 => 1,5 k€

Total Fonctionnement /Équipement /Animation= 147,8 k€ ; personnel = 90 k€

Demande Allenvi : Fonctionnement /Équipement /Animation= 124,8 k€ ; personnel = 78 k€

3) Ressources humaines

— *Liste des personnels affectés actuellement au fonctionnement du service*

Tableau des personnes impliquées

Avec * : personnel directement impliqué dans le fonctionnement du SOERE i.e. acquisition des données observatoires et rétro-observatoires (en dehors de l'exploitation scientifique)

Sans * : implication dans principalement dans la stratégie scientifique, l'exploitation scientifique et la réalisation des projets scientifiques

Laboratoire	Nom		corps/grade	tps travail	% temps OLA	Implication et domaines de compétences
CARRTEL	Anneville O	*	CR1	0,8	20	Coordination suivi Léman - Ecologie lacustre, dynamique phytoplancton
CARRTEL	Arthaud F		MCF	0,5	10	Ecologie lacs d'altitude
CARRTEL	Barbet D	*	IR1	0,8	80	SI - informatique - site web
CARRTEL	Bouchez A		CR1	0,8	5	Ecologie microbienne
CARRTEL	Chardon C	*	TRN	1	15	Collections algothèque - Analyses bio moléculaire NGS
CARRTEL	Champigneul A	*	IR1	1	20	
CARRTEL	Chataigner AS	*	TREX	1	60	prélèvements & capteurs
CARRTEL	Colon M	*	AI	1	20	prélèvements, hydroacoustique, suivi piscicole
CARRTEL	Delalex E	*	TRN	1	5	Comptabilité & gestion
CARRTEL	Dambrine E		PR	0,5	5	Ecologie lacs d'altitude & Bassin versant
CARRTEL	Domaizon I	*	CR1	1	20	Animation Scientifique - Coordination suivi Annecy - Collection ADN - écologie microb & NGS - paleolimnologie.
CARRTEL	Dorioz JM		DR2	1	2,5	Bassin versant
CARRTEL	Etienne D		MCF	0,5	5	Paleolimnologie lacs d'altitude
CARRTEL	Espinat L	*	TREX	1	25	Prélèvements & suivi poissons
CARRTEL	Guillard J	*	IR1	1	15	Ichtyologie - Suivis piscicoles
CARRTEL	Hamelet V	*	TR	0,8	20	Collections écailles
CARRTEL	Hustache JC	*	TREX	1	80	Prélèvements
CARRTEL	Jacas L	*	TREX	1	15	Collections ADN + analyses Bio Moléculaire
CARRTEL	Jacquet S	*	DR2	1	15	Coordination suivi Bourget - écologie microbienne
CARRTEL	Lacroix D	*	TREX	0,8	80	chimie de l'eau
CARRTEL	Lainé L	*	TRN	0,8	85	biodiversité zooplancton
CARRTEL	Lasne E	*	CR2	1	10	Dynamique piscicole
CARRTEL	le Berre B	*	AI	0,8	15	bio moléculaire - biochimie- Chlorophylle a
CARRTEL	Lyautey E		MCF	0,5	10	Diversité microbienne
CARRTEL	Monet G	*	IR1	1	70	SI - informatique
CARRTEL	Montuelle B	*	DR1	1	10	Gestion globale SOERE
CARRTEL	Perga ME	*	CR1	1	15	Suivi Annecy - écologie lacustre - paléolimnologie
CARRTEL	Perney P	*	TREX	1	95	Prelevements et analyses chimiques
CARRTEL	Quetin P	*	IE2	1	15	Bassin versant apports au lac
CARRTEL	Rimet F	*	IE2	0,8	25	Ecologie algale Diversité phytoplancton
CARRTEL	Ruffier S	*	ATP2	1	5	Secrétariat
CARRTEL	Savoie L	*	IR2 CDD	1	80	Resp. plateau analyses chimie de l'eau
CARRTEL	Frossard V		MCF	0,5	5	Macrofaune benthique
ENTPE	Clément B		Pr	1	5	Micropolluants & chimie
LCME	Naffrechoux E	*	Pr	0,5	15	Coordination Micropolluant
LCME	Cottin N		IE2	1	10	Analyse chimique Micropolluant
LCME	Fanget P.		IE2	1	5	Analyse chimique Micropolluant
EDYTEM	Arnaud F	*	DR2	1	5	Coordination paléolimnologie
EDYTEM	Sabatier P.		MCF	0,5	5	Datation carottes sédiment paléolimnologie
EDYTEM	Mallet E	*	AI	1	5	Carotages & capteurs
EDYTEM	Develle A L	*	IE2	1	5	Analyses sédimentologiques
EDYTEM	Pignol C	*	IE	1	5	Gestion des échantillons et données paléolimnologie
LEESU	Vinçon Leite B	*	CR	1	5	Modélisation
LEESU	Lemaire B		IR	1	5	Modélisation
LMGE	Debroas D	*	Pr	0,5	10	Ecologie microbienne NGS
LMGE	Sme Ngando T		DR	1	2	Ecologie microbienne
LMGE	Bronner G		MC	0,5	5	Bioinformatique NGS
LMGE	Lepère C		MC	0,5	5	Ecologie microbienne
LMGE	Petit C		CR2	1	2	Ecologie microbienne NGS
LMGE	Taïb N		CDD	1	5	Bioinformatique NGS
LMGE	Portelli C	*	TR	1	2,5	Prelevements lac Pavin
LMGE	Vellet A	*	TR	1	10	Analyses Bio moléculaire
Chrono Env	L Millet		CR1	1	2,5	Paléolimnologie
Chrono Env	V Vernaux		MCF	0,5	2,5	Macrofaune benthique & paleolimnologie
LGE	Groleau A		MCF	0,5	2	Biogéochimie benthique
LGE	Viollier E		MCF	0,5	2	Biogéochimie benthique
INRA orléans	Schellenberger A	*	Chef Proj Info ORE	1	20	SI - Chef de projet
INRA orléans	Tcherniatinsky P	*	Ing Devpmt	1	10	SI - Développement de fonctionnalités communes aux SI
INRA orléans	Enrico G	*	CDD Ing Dev	1	25	SI - Fonctionnalités communes aux SI et spécifiques pour OLA
INRA orléans	Yahiaoui R	*	CDD Ing Dev	1	8	SI - Refonte de la fonctionnalité de la gestion des droits

Total ~10,5 eq Tp

Globalement le potentiel humain dédié au fonctionnement du SOERE OLA permet d'assurer le maintien des suivis observatoires en 2015.

Il est toutefois important de souligner que

- (i)** alors que les données chimiques sont centrales pour l'observatoire, le plateau d'analyses chimiques du CARRTEL fonctionne en partie sur CDD depuis 1 an ½ (ingénieur responsable du plateau d'analyses chimiques) ; à cela s'ajoute l'absence de 2 TR (départ en disponibilité) fortement impliqués sur les volets prélèvements et analyses chimiques du SOERE
- (ii)** par ailleurs une fragilité est identifiée sur le volet piscicole en raison de départs en retraite successifs (CARRTEL) ; aussi, pour assurer l'acquisition des données relatives aux indicateurs ichtyologiques (suivis des reproductions et analyse des statistiques de pêche) le potentiel scientifique devra être renforcé à court terme (ingénieur halieutique)
- (iii)** enfin on recense un besoin d'appui sur les bases de données notamment en lien avec un CDD en moins pour OLA en 2015 (écoinformatique INRA).

Actuellement les manques de personnel sont compensés par l'UMR CARRTEL (financement de CDD sur ressources propres), néanmoins pour une stabilité et fiabilité des données observatoires, ce type de mesures palliatives ne peut se décliner que sur de courts pas de temps.

ANNEXE 1

Liste de la production : références complètes

Articles à comité de lecture

2013

ALRIC, B., BERTHON, V., JENNY, J.P., ARNAUD, F., PIGNOL, C., REYSS, J.L., PERGA M.E. 2013. Local forcings affect the vulnerability and responses of lake food webs to climate warming. *Ecology*94:2767-2780

ANNEVILLE, A., BENISTON, M., GALLINA, N., GILLET, C., JACQUET, S., PERROUD, M. 2013. L'empreinte du changement climatique dans le Léman. *Archives des Sciences* 66:157-172

BERDJEB, L., POLLET, T., CHARDON, C., JACQUET, S. 2013. Spatio-temporal changes in the structure of archaeal communities in two deep freshwater lakes. *FEMS Microbiology Ecology*86 : 215-230

BERTHON, V., MARCHETTO, A., RIMET, F., DORMIA, E., JENNY, J.P., PIGNOL, C., PERGA, M.E. Trophic history of French sub-alpine lakes over the last ~150 years: phosphorus reconstruction and assessment of taphonomic biases. *Journal of Limnology*72:417-429

BERTHON, V., B. ALRIC, F. RIMET, AND M.-E.PERGA. 2014. Sensitivity and responses of diatoms to climate warming in lakes heavily influenced by humans. *Freshwater Biology* early view:DOI: 10.1111/fwb.12380.

DOMAIZON, I., SAVICHTCHEVA, O., DEBROAS, D., ARNAUD, F., VILLAR, C., PIGNOL, C., ALRIC, B., PERGA, M.E. 2013. DNA from lake sediments reveals the long-term dynamics and diversity of *Synechococcus* assemblages. *Biogeosciences*.10 : 3817-3838 DOI :10.5194/bg-10-3817-2013

FROSSARD, V., MILLET, L., VERNEAUX, V., JENNY, J.-P., ARNAUD, F., MAGNY, M., POULENARD, J., PERGA, M.E. Chironomid assemblage reconstructions at multiple depths describe the oxygen-driven changes in a deep French lake during the last 150 years. *Journal of Paleolimnology*50:257-273

GILLET, C., LANG, C., DUBOIS, J.P. 2013. Fluctuations of perch populations in Lake Geneva from 1984 to 2011 estimated from the number and size of egg strands collected in two locations exposed to different fishing practices. *Fisheries Management and Ecology*. 20 : 484-493.

HUGONI, M., ETIEN, S., BOURGES, A., LEPÈRE, C., DOMAIZON, I., MALLET, C., BRONNER, G., DEBROAS, D., MARY, I. 2013. Dynamics of ammonia-oxidizing Archaea and Bacteria in contrasted freshwater ecosystems. *Journal Research in Microbiology*. DOI :10.1016/j.resmic.2013.01.004.

JENNY, J.P., ARNAUD, F., DORIOZ, JM, GIGUET-COVEX, C., FROSSARD, V., SABATIER, P., MILLET, L., REYSS, JL, TACHIKAWA, K. BARD, E., PIGNOL, C. SOUFI, F., ROMEYER, O. & PERGA, M.E. 2013. A spatio-temporal sediment investigation highlights the dynamics of hypolimnetic hypoxia in a large hardwater lake over 150 years. *Limnology & Oceanography*.58(4) : 1395-1408

LEPERE, C., DOMAIZON, I., TAIB, N., MANGOT, J.F., BOUCHER, D., DEBROAS, D. 2013. Geographic distance and ecosystem size determine the distribution of smallest protists in lacustrine ecosystems. *FEMS Microbiology Ecology*. DOI:10.1111/1574-6941.12100

PARVATHI, A., ZHONG, X., ANGRIA SRIRAM, P.R, JACQUET, S. 2013. Dynamics of auto- and heterotrophic picoplankton and associated viruses in Lake Geneva. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion*. 10 : 8715-8746

RICHARD, A., O'ROURKE, J., CAUDRON, A., CATTANEO, F. 2013. Effects of passive integrated transponder tagging methods on survival, tag retention and growth of age-0 brown trout. *Fisheries Research*. 145 : 37-42

ZHONG, X., BERDJEB, L., JACQUET, S. 2013. Temporal dynamics and structure of picocyanobacteria and cyanomyoviruses in two large and deep peri-alpine lakes. *FEMS Microbiology Ecology* 86 : 312-326

ZHONG, X., JACQUET, S. 2013. Prevalence of viral photosynthetic and capsid protein genes from cyanophages in two large and deep peri-alpine lakes. *Applied and Environmental Microbiology* 79:7169-7178

ZHONG, X., F. RIMET AND S. JACQUET. 2013. Seasonal variations in PCR-DGGE fingerprinted viruses infecting phytoplankton in large and deep peri-alpine lakes. *Ecological Research* DOI: 10.1007/s11284-013-1121-2

YULE, D., EVRARD, L.M, CACHERA, S., COLON, M., GUILLARD, J. 2013. Comparing Two Fish Sampling Standards Over Time: Largely Congruent Results But With Caveats. *Freshwater Biology*. 58: 2074-2088. DOI:10.1111/fwb.12192

2014

BERTHON, V., ALRIC B., RIMET F., PERGA M.E. 2014. Sensitivity and responses of diatoms to climate warming in lakes heavily influenced by humans. *Freshwater Biology* early view:DOI: 10.1111/fwb.12380.

CAUDRON, A., LASNE, E., GILLET, C., GUILLARD, J., CHAMPIGNEULLE, A. (2014). Thirty years of reoligotrophication do not contribute to restore self-sustaining fisheries of arctic charr, *salvelinus alpinus*, in lake Geneva. *Fisheries Research* 154 : 165-71.

JACQUET, S., DOMAIZON, I., RIMET, F., ANNEVILLE, O. (2014) The need for ecological monitoring of freshwaters in a changing world: A case study of Lakes Annecy, Bourget and Geneva. *Environmental Monitoring and Assessment* DOI 10.1007/s10661-014-3630-z.

FROSSARD, V., VERNEAUX, V., MILLET, L., JENNY, J.P., ARNAUD, F., MAGNY, M., PERGA, M.E. 2014. Depth-specific responses of the chironomid community to contrasting anthropogenic pressures: a paleolimnological perspective of 150 years. *Freshwater Biology* 59:26-40.

FROSSARD, V., VERNEAUX, V., MILLET, L., JENNY, J.P., ARNAUD, F., MAGNY, M., AND M.-E. PERGA. 2014a. Early view. Reconstructing long-term changes (150 years) in the carbon cycle of a clearwater lake using the stable carbon isotope composition of chironomid and cladoceran subfossil remains. *Freshwater Biology*, 59:789-802.

GUILLARD, J., LEBOURGES-DAUSSY, A., BALK, H., COLON, M., JÓŹWIK, A., GODLEWSKA, M., 2014. Comparing hydroacoustic fish stock estimates in the pelagic zone of temperate deep lakes using three frequencies (70, 120, 200 kHz). *Inland Waters*, sous presse

JACQUET, S., DOMAIZON, I., RIMET, F., ANNEVILLE, O. 2014. The need for ecological monitoring of freshwaters in a changing world: a case study of Lakes Annecy, Bourget, and Geneva. *Environmental Monitoring and Assessment*. DOI 10.1007/s10661-014-3630-z

JACQUET S., KERIMOGLU O., RIMET F., PAOLINI G., ANNEVILLE O. (accepté) Cyanobacterial bloom termination: the story of the disappearance of *Planktothrix rubescens* from a large restored deep peri-alpine lake (Lake Bourget, France). *Freshwater Biology*.

JENNY, J. P., WILHELM, F., ARNAUD, P., SABATIER, C. G., COVEX, A., MELO, B., FANGET, E., MALET, E., PLOYON, AND M.-E. PERGA. 2014. A 4D sedimentological approach to reconstructing the flood frequency and intensity of the Rhone River (Lake Bourget, NW European Alps). *Journal of Paleolimnology* 51:469-483.

SAVITCHCHEVA O., DEBROAS, M., PERGA, F., ARNAUD, E., LYAUTEY, A., KIRKHAM, C., CHARDON, B., ALRIC, I., DOMAIZON (in press) Effects of nutrients and warming on *Planktothrix* dynamics and diversity: a palaeolimnological view based on sedimentary DNA and RNA. *Freshwater Biology* In press

SOTTON, B., GUILLARD, J., ANNEVILLE, O., GIVAUDAN, N., DOMAIZON, I. 2014. Trophic transfer of microcystins through the lake pelagic food web: evidence for the role of zooplankton as a vector in fish contamination. *Science of the Total Environment*. 466-467 : 152-163

VINÇON-LEITE, B., LEMAIRE, B. J., KHAC, V. T. & TASSIN, B. (2014). Long-term temperature evolution in a deep sub-alpine lake, Lake Bourget, France: how a one-dimensional model improves its trend assessment. *Hydrobiologia* 731, 49-64.

ZHONG, X., JACQUET, S. 2014. Contrasting diversity of phycodnavirus signature genes in two large and deep western European lakes. *Environmental Microbiology* 16 (3): 759-773.

ZHONG, X., COLOMBET, J., PRADEEP, A.S., JACQUET, S. 2014. Variations in abundance, genome size, morphology, and functional role of the viroplankton of lakes Annecy and Bourget over a one-year study. *Microbial Ecology* 67(1): 66-82

Ouvrages, Chapitres d'ouvrages

JACQUET, S., RIMET, F., DRUART, J.C. 2013. Composition and dynamics of the phytoplanktonic communities in 3 large and deep Western European Lakes: An outline of the evolution from 2004 to 2012. In: *Phytoplankton: Biology, Classification and Environmental Impacts*. Nova Science Publishers, New York

Thèses & HDR 2013 2014

PEZET, F. 2014 - Bilans et transferts de phosphore dans le bassin versant du lac du Bourget : caractérisation, interprétation et modélisation des flux. Encadrement : Dorioz, J.M, Trévisan, D., Laforgue, M. (Directeur projet SAFEGE)

RICHARD, A. 2014 - Régulation densité-dépendante des juvéniles de truites *Salmo trutta* sous l'effet du rempoissonnement: implications pour la gestion. Encadrement : Montuelle, B., (UMR CARTELE), CATTANEO, F., (HEPIA)

ZHONG, X., 2014 - Freshwater dsDNA viral diversity : A special emphasis on viruses infecting phytoplankton (cyanophages and phycodnaviruses) and T4-like myophages in peri-alpine lakes - Diversité et rôle fonctionnel des virus phytoplanktoniques dans les lacs péri-alpins. Directeur de thèse : Jacquet S.

JENNY J-Ph, 2013, Réponses des grands lacs périalpins aux pressions anthropiques et climatiques récentes. Reconstitutions spatio-temporelles à partir des archives sédimentaires, Université de Grenoble.

FROSSARD V., 2013, Trajectoires écologiques des lacs d'Annecy et du Bourget au cours des 150 dernières années : Approche paléolimnologique par analyse des assemblages de Chironomidae (Diptera) et de leurs signatures isotopiques en carbone, Université de Franche-Comté.

HUGONI M., 2013, Structure et activités des Archaea planctoniques dans les écosystèmes aquatiques. Université Blaise Pascal. 192p.

PERGA M HDR Les réseaux trophiques comme processeurs de matière organique. Sept. 2013

ARNAUD F HDR De l'Holocène à l'anthropocène, changements climatiques changements environnementaux, changements d'usage : vers une histoire intégrée ? Janv 2014

VINÇON-LEITE B., HDR, Fonctionnement des écosystèmes lacustres dans les bassins versants anthropisés Mesures et modèles, Janvier 2014

Rapports

CHAMPIGNEULLE, A., CAUDRON, A., 2013. Projet franco-suisse « Truite de lac-Ombre-Corégone ». Rapport Final (septembre 2013), 109 p.

PERGA M.-E., LEPORI, F., ROYBIN, J., PIGNOL, C., SABATIER, P., REYSS JL, THUSY, O., ARNAUD, F. 2014 Apports de nutriments aux lacs de montagne et effets écosystémiques : une approche multidisciplinaire. Action n° 32 du Programme 2010 au titre de l'accord cadre Agence de l'Eau ZABR. rapport final, 49 pp.

Rapports diplômants

VOGEL C. 2014. Influence du changement global sur les peuplements piscicoles des lacs perialpins Léman, Bourget et d'Annecy. Rapport de Stage. Master 2 recherche « Ecologie, Evolution, Biométrie ». Université Claude Bernard Lyon 1. 27p.

HUSSON E. 2013. Etude de l'évolution de la population de corégone exploitée par la pêche professionnelle. Rapport de Stage. Licence professionnelle Aquaculture gestion de la qualité et de l'environnement. Université de Savoie, Ecole d'Agriculture de Poisy. 37p.

RODRIGUEZ L. (2014) Analyse des séries de données des capteurs haute-fréquence du Lac de la Muzelle (PN des Ecrins). Rapport de Master 1. DRIME. Université de Savoie

FRAGNOL L. (2013). Evaluation de l'effet d'un traitement au charbon actif sur des sédiments contaminés par des polluants organiques, rapport de Master Sciences de l'Environnement Industriel et Urbain, ENTPE/LEHNA-IPE, 84 p.

Rapports de suivi des lacs paru en 2013

DOMAIZON, I., PERGA, M.E., RIMET, F., GUILLARD, J., LAZZAROTTO, J., JACQUET, S., LAINE, L., COLON, M., LASNE, E. 2013. Suivi de la qualité des eaux du lac d'Annecy. Rapport 2012. SILA (éd.) et INRA-Thonon. 103 p.

JACQUET, S., CACHERA, S., COLON, M., GIREL, C., GUILLARD, J., HAMELET, V., HUSTACHE, J.C, KERRIEN, F., LACROIX, D., LAINE, L., LAPLACE-TREYTURE, C., LAZZAROTTO, J., PAOLINI, G., PERGA, M.E., PERNEY, P., RIMET, F., VERNEAUX, V. 2013. Suivi environnemental des eaux du lac du Bourget pour l'année 2012. *Rapport INRA-CISALB-CALB*, 226 p.

LAINE, L. & PERGA M.E. (2013). Evolution du zooplancton du Léman. CIPEL 2012

TADONLEKE D. R. (2013). Production primaire et biomasse chlorophyllienne dans le Léman. CIPEL 2012

— Autres types de productions

BIRCK C., I. EPAILLARD, M-F. LECCIA, C. CRASSOUS, A. MORAND, C. MIAUD, C. BERTRAND, L. CAVALLI, S. JACQUET, P. MOULLEC, R. BONNET, C. SAGOT, E. FRANQUET, Y.M. NELLIER, M.E. PERGA, N. COTTIN, C. PIGNOL, E. MALET, E. NAFFRECHOUX, C. GIGUET-COVEX, M.E. PERGA, I. JOUFFROY-BAPICOT, D. ETIENNE, L. MILLET, P. SABATIER, B. WILHELM, B. PERREN AND F. ARNAUD. 2013. Sentinel lakes: a network for the study and management of mountain lakes in the French Alps and in Corsica. *Journal on Protected Mountain Areas Research and Management* 5:61-68.

MONTUELLE B., O. ANNEVILLE, A. CHAMPIGNEULLE, I. DOMAIZON, J.M. DORIOZ, J. GUILLARD, S. JACQUET M.E. PERGA. 2013. Réponses de la biodiversité lacustre au changement global : variabilité à petite échelle et tendances à long terme. *Innovations Agronomiques* 23:3-18.

Communication à colloques

BRUEL R. et al (2014) NETworking Lake observatories in Europe. Lake Anterne, Netlake site in France

- DRAŠTÍK V, GUILLARD J., GODLEWSKÁ M., CLABBURN P., HATELEY J., KUBEČKA J., MORRISSEY E., WINFIELD I.J.. Intercalibration of different hydroacoustic systems for the assessment of fish populations in deep lakes and reservoirs: towards a method for lake fish monitoring within the EU Water Framework Directive. *Ecology of Fish in Lakes and Reservoirs. 8-11 September 2014, Ceske Budejovice, Czech Republic.*
- LASNE E, ANNEVILLE O, CACHERA S, CAUDRON A, CHAMPIGNEULLE A, DUBOIS JP, GILLET C, GUILLARD J, HAMELET V, PERGA ME. 2013. La sclérochronologie au service de la limnologie. "Structures dures ou calcifiées chez les organismes aquatiques : leur utilisation en écologie halieutique", Rennes, 02-04 juillet.
- NAFFRECHOUX E., Fate of PCB in aquatic ecosystems : cold case or hot topic ?, 14th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment ICCE 2013, Barcelone, Espagne, 25 au 28 juin 2013)
- PERGA ME et al (2014) NETworking Lake observatories in Europe. Lake Muzelle, Netlake site in France
- NELLIER Y-M, ME PERGA, N COTTIN, P FANGET, E MALET, E NAFFRECHOUX. Altitude lakes: source or sink of PCBs for mountain environment?, JILO, journées internationales de limnologie et d'océanographie, 21 au 23 mai 2014, Marseille.
- ANNEVILLE, O., SOUISSI, S., CHAMBORD, S., LASNE, E., PERGA, M.E., DOMAIZON, I. 2013. GLACPE : for a better understanding of changes in processes and regulatory mechanisms of pelagic ecosystems. GLEON meeting Argentine 2013
- BERDJEB, L., POLLET, T., CHARDON, C., JACQUET, S. Archaeal community structures in two neighboring peri-alpine lakes. 13th Symposium of Aquatic Microbial Ecology (SAME), Stresa, Italy, September 2013
- BIRCK, C., RIMET, F., DOMAIZON, I. Monitoring of French altitude lakes in multi-stressors situations: Focus on 5 lakes in Haute Savoie. 5th symposium for Research in Protected Area, 10-12 June 2013, Mittersill (Austria)
- CAPO, E., DEBROAS, D., ARNAUD, F., PIGNOL, C., TAIB, N., BRONNER, G., DOMAIZON, I. 2013. Paleo-ecologic study of lake microbial diversity: Long-term dynamic of protists and cyanobacteria revealed by sedimentary DNA. DNA watch Frasnés octobre 2013
- CLÉMENT, B., NAFFRECHOUX, E., COTTIN, N., FERRARI, B., VERNEAUX, V., CLAPPE, S., LYAUTEY, E., CACHERA, S. POPs fluxes from Tillet, a tributary of Lake Bourget, and their effects on aquatic biota through chemical, biological and ecotoxicological studies. *SETAC Europe 23rd Annual Meeting, Glasgow, Scotland, 12-16 may 2013*
- DE LA CHESNAIS, T., LOBRY, J., ANNEVILLE, O., LASNE, E., GUILLARD, J., 2013. Impact de la pêche sur la structure trophique de l'écosystème du lac d'Annecy. Association Française d'Halieutique - Exploitation et conservation des écosystèmes aquatiques : une question d'échelles ? 19-21 juin, Pessac
- DOMAIZON, I. et al. 2013. Microbial metagenetic approaches: DNA & RNA analyses for investigating modern and past planktonic diversity. GLEON meeting Argentine 2013
- DUPOUY-CAMET, J., HAIDAR, M., RENAUD, M., CALLAIT, M.P., ESPINAT, L., DEI-CAS, E. 2013. Prevalence of *Diphyllotritium latum* infestation in different fish species from lake Geneva (2011-13). Société Française de Parasitologie, Dijon, mai 2013. ANR -10-ALIA-004, Fish-Parasite
- GREGORY-EAVES, I., JACAS, L., CHARDON, C., DEBROAS, D., DOMAIZON, I. How do environmental DNA results vary across different extraction methods? Canadian Quaternary Association biannual meeting August 18-22, 2013, Edmonton, Alberta (CA)
- HUGONI, M., AGOGUE, H., TAIB, N., DOMAIZON, I., MONE, A., GALAND, P.E., BRONNER, G., DEBROAS, D., MARY, I. 2013. Temporal changes in archaeal community activity and ammonia-oxidizing archaea along an estuarine salinity gradient. Journées Archaea Brest, France (Poster)
- JENNY JP, ARNAUD F, DORIOZ JM, ALRIC B, SABATIER P, PERGA ME. 2013. Contrasted effects of climate change on temperate large lakes oxygen-depletion (Lakes Geneva, Bourget, Annecy). European Geosciences Union, General Assembly, 07 – 12 Avr 2013, Vienna, Austria (poster)
- MANGOT, J.F., DOMAIZON, I., TAIB, N., MAROUNI, N., DUFFAUD, E., BRONNER, G., DEBROAS, D. Evidence of continual reassembly within lacustrine small eukaryotes by the analysis of short-term dynamics of diversity patterns. British Society of Protist Biology meeting, 10-12 April 2013, London (UK)
- PARVATHI, A., ZHONG, X., PRADEEP-RAM, A.S., JACQUET, S. Dynamics of auto- and heterotrophic picoplankton and associated viruses in Lake Geneva. 13th Symposium of Aquatic Microbial Ecology (SAME), Stresa, Italy, September 2013
- PERGA, ME, ALRIC, B., ARNAUD, F., BERTHON, V., DOMAIZON, I., FROSSARD, V., JENNY, JP, MANCA, M., MARCHETTO, A., MILLET, L., PIGNOL, C., SABATIER, P., SAVICHTCHEVA, O., VERNEAUX, V. Extending lake ecological observatories datasets

using paleo-approaches at high time and space-resolution: the IPER-RETRO research program (2008-2013). GLEON 15, Bahia Blanca, Argentina (4-8 Novembre 2013).

ZHONG, X., JACQUET, S. Diversity of cyanophages and algal viruses in two deep and large peri-alpine lakes. 13th Symposium of Aquatic Microbial Ecology (SAME), Stresa, Italy, September 2013

BAILLOT, S., RIMET, F. 2013. Utilisation des groupes morpho-fonctionnels du phytoplancton pour le diagnostic écologique des plans d'eau du bassin Loire-Bretagne : focus sur les diatomées. 32e colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française & 7th Central European Diatom Meeting, Thonon-les-Bains, France, 16-20 september 2013

BERTHON, V., ALRIC, B., RIMET, F., JENNY, J.P., PIGNOL, C., PERGA, M.E., 2013. Magnitude and specific responses of diatoms to climate warming versus local stressors in anthropogenized lakes. 32e colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française & 7th Central European Diatom Meeting, Thonon-les-Bains, France, 16-20 september 2013

DOMAIZON, I. et al. 2013. Application of NGS for investigating modern and past diversity of planktonic taxa in lakes: toward a multi-scale temporal view of planktonic biodiversity and its forcing factors. DNA watch Frasnés oct 2013

DOMAIZON, I. et al. 2013. Microbial metagenetic approaches included in the Alpine Lake Observatory: DNA & RNA analyses for investigating modern and past planktonic diversity. GLEON meeting Argentine

DOMAIZON, I. et al. 2013. Coupling paleolimnology and molecular tools to reveal the long-term dynamics and diversity of planktonic assemblages: focus on diatoms and cyanobacteria. 7th Central European Diatoms Meeting. France 18-20 Sept

HATELEY, J., CLABBURN, P., DRASTIK, V., GODLEWSKA, M., GUILLARD, J., KUBECKA, J., MORRISSEY, E., THACKERAY, S.J., WINFIELD, I.J. 2013. Standardisation of hydroacoustic techniques for fish in freshwaters. Underwater Acoustic Measurement: Technologies and Result (UAM), 23- 28 June, 2013, Corfu, Greece

HUGONI, M., AGOGUE, H., TAIB, N., DOMAIZON, I., MONE, A., GALAND, P.E., BRONNER, G., DEBROAS, D., MARY, I. 2013. Temporal changes in archaeal community activity and ammonia-oxidizing archaea along an estuarine salinity gradient. Journées Archaea Brest, France

KERIMOGLU, O., SOULIGNAC, F., JACQUET, S., VINCON-LEITE, B., LEMAIRE, B., ANNEVILLE, O. A coupled physical-biological model of Lake Bourget with an emphasis on phytoplankton functional

PERGA, ME, ALRIC, B., ARNAUD, F., BERTHON, V., DOMAIZON, I., FROSSARD, V., JENNY, JP, MANCA, M., MARCHETTO, A., MILLET, L., PIGNOL, C., SABATIER, P., SAVICHTCHEVA, O., VERNEAUX, V. Disentangling the impacts of climate and local human perturbations on lake ecological trajectories: responses from recent sediment archives. *Séminaire Université de Ballarat, Australie, Mai 2013*. (Oral Conf Invitée)

PERGA, ME, ALRIC, B., ARNAUD, F., BERTHON, V., DOMAIZON, I., FROSSARD, V., JENNY, JP, MANCA, M., MARCHETTO, A., MILLET, L., PIGNOL, C., SABATIER, P., SAVICHTCHEVA, O., VERNEAUX, V. Disentangling the impacts of climate and local human perturbations on lake ecological trajectories: responses from recent sediment archives. *Séminaire Université de Melbourne, Australie, Mai 2013*. (Oral Conf Invitée)

DOMAIZON, I. 2013. Les apports du couplage entre paléolimnologie et analyses ADN/ARN : une opportunité pour le suivi à long terme de la diversité biologique et du fonctionnement lacustre. Table ronde Approches archéologiques et paléo-environnementales des zones humides. Novembre, Besançon, France (Oral Conf Invitée)

JACQUET, S. Viruses in aquatic environments: angels or demons? Meeting of the International Society for History, Philosophy and Social Studies of Biology (ISHPSSB), Montpellier, France, July 2013 (Oral Conf Invitée)

JENNY J.-P., ARNAUD F., ALRIC B., DORIOZ J.M., SABATIER P., FROSSARD V., PERGA M.E. Zones d'oxygène minimum (omz) en milieu lacustre : un développement récent, une implication croissante des forçages climatiques 14^{ème} congrès français de sédimentologie, Paris : France (2013)

LASNE, E., ANNEVILLE, O., CACHERA, S., CAUDRON, A., CHAMPIGNEULLE, A., DUBOIS, J.P., GILLET, C., GUILLARD, J., HAMELET, V., PERGA, M.E., 2013. La sclérochronologie au service de la limnologie. Colloque de Sclérochronologie « Structures dures ou calcifiées chez les organismes aquatiques : leur utilisation en écologie halieutique » ; 02-04 juillet 2013 – Rennes

Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013

ler ? D

Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

ARNAUD F., SABATIER P., JENNY J.P., REYSS J.L., PIGNOL C. et PERGA M.E. L'enjeu scientifique et technique des datations de carottes multiples. Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

-BERTHON V., RIMET F., DORMIA E. et PERGA M.E. R
. Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013. Le Bourget du lac

-DOMAIZON I, et al. Reconstitution de la dynamique des communautés algales et cyanobactériennes par l'ADN sédimentaire et influence des facteurs de forçage. Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

-FROSSARD V., VERNEAUX V., MILLET L., ARNAUD F., JENNY J.P. et PERGA M.E. Influences anthropiques locales et climatiques. Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

-
l'anoxie profonde. Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

-NAFFRECHOUX E., COTTIN N., ARNAUD F., PIGNOL C., NAFFRECHOUX V. et PERGA M.E. Contaminations historiques en micro-polluants organiques persistants. Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

-PERGA M.E., ARNAUD F., ALRIC B., BERTHON V., FROSSARD V., DOMAIZON I., JENNY J.P., PIGNOL C., VERNEAUX V., Séminaire de restitution du programme IPER-RETRO, juin 2013.

ANNEXE 2

COMPTE RENDU DE LA REUNION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DU SOERE LACS ALPINS (7 JANVIER 2013) RESTITUTION FAITE PAR LES MEMBRES DU CS.

Objectifs de la réunion : Présentation de la structuration et du fonctionnement du SOERE OLA aux membres du conseil scientifique nouvellement constitué – Validation du mode d'organisation et des rôles du CS - Restitution des premiers avis du CS concernant le fonctionnement du SOERE.

Présents : les membres extérieurs du conseil scientifique (B Ibelings, J Lobry, L Stemmann, S Souissi), les membres du comité de pilotage (O Anneville, F Arnaud, E Naffrechoux, I Domaizon), G Monet, J (Resp. Base de Données) Guillard J (resp. opérationnel), B Montuelle (Directeur SOERE).

Excusés : B. Vinçon Leite et D. Debroas.

1. Déroulé de la journée

- *Introduction de la journée*
- *Présentation générale du SOERE (structuration, fonctionnement ...) (Bernard Montuelle)*
- *Etat d'avancement du S.I. & base de données (Ghislaine Monet)*
- **Point sur les projets constitutifs du SOERE volet 1 'Observations à long terme et dynamique des systèmes'**
 - . *Dynamique des communautés planctoniques (Orlane Anneville)*
 - . *Données biodiversité moléculaire (Isabelle Domaizon)*
 - . *infos sur autres projets non présentés*
- **Point sur les projets associés au SOERE volet 2 'Projets associés'**
 - . *Approche paléolimnologiques (Fabien Arnaud)*
 - . *Ecodynamique des polluants (Emmanuel Naffrechoux)*
- **Discussion en lien avec quelques perspectives d'évolution**
- **Réunion spécifique des membres du CS.**

2. Rôle et mode de fonctionnement du conseil Scientifique

Le rôle du CS a été discuté et statué, une charte a été établie afin formaliser le mode de fonctionnement du CS.

CHARTRE DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DU SOERE OLA

OBJET

La mise en place d'un Conseil Scientifique répond à un besoin d'évaluation externe de l'Observatoire. La présente charte a pour objet de préciser le rôle et les tâches qui sont confiées au Conseil Scientifique (CS) ainsi que les principales modalités de son fonctionnement.

RÔLE ET TÂCHES

Le CS exerce un rôle de conseil auprès du comité de pilotage et de la direction du SOERE. La direction accompagnée du comité de pilotage du SOERE statue en dernier ressort.

Le CS apporte ses analyses scientifiques et son éclairage sur les orientations scientifiques et techniques proposés par le comité de pilotage du SOERE.

Le CS se prononce en particulier sur la pertinence des choix effectués en matière de :

- structuration générale du SOERE
- priorisation des stratégies mises en œuvre et des questions scientifiques traitées dans le SOERE.
- paramètres environnementaux suivis dans le cadre de l'observation des lacs et sites d'étude intégrés à l'observatoire

- gestion des données et du Système d'informations

Le CS contribue également, par ses réflexions, à la fonction prospective qui permet d'assurer une évolution scientifique et technique pertinente pour le SOERE.

Le CS a pour rôle de stimuler et favoriser l'intégration du SOERE dans des réseaux à l'échelle nationale et internationale.

Le CS a pour rôle d'assister la direction en cas de litige dans la priorisation des investissements en termes d'équipement ou soutien aux projets scientifiques inclus dans le SOERE.

COMPOSITION & MODALITÉS DE FONCTIONNEMENT DU CS

Le CS est composé de 4 scientifiques extérieurs et de l'animateur scientifique du SOERE.

Les membres extérieurs sont choisis sur proposition de la direction en accord avec le comité de pilotage du SOERE.

Le CS est établi pour une durée de 4 ans.

Au cours de sa première réunion le CS élit pour 2 ans son président.

Le CS se réunit au minimum une fois par an avec la possibilité d'organiser des réunions intermédiaires selon les besoins (mail et visioconférences seront privilégiés pour ces réunions intermédiaires) et sur sollicitation de la direction du SOERE.

Suite à la réunion annuelle, dont la date sera généralement cohérente avec le bilan annuel du SOERE, le CS remet au comité de pilotage et à la direction du SOERE son rapport relatif à l'exercice achevé.

3. Points marquant des discussions et conseils émis par le CS

Structuration globale

- ✓ Apporter un soin particulier à la distinction/délimitation entre le volet purement 'observatoire' (qui permet de produire des données) et le volet 'projets' scientifiques associés, pour maintenir une bonne lisibilité

Données – base de données SI

- ✓ La structuration du SI (base de données est bien avancée ; il est maintenant utile de bien clarifier les conditions d'accès des données (SI). La validation des données est bien sur clé en amont.
- ✓ Le CS encourage à ouvrir l'accès des données (suivis lacs) après dépôt d'un numéro DOI, ce qui est important pour le suivi des citations et la traçabilité de l'utilisation des données. La traçabilité de l'utilisation des données est importante, une charte d'utilisation est en cours d'élaboration.
- ✓ Préparer une description de la Meta Base de données en expliquant ce qui est disponible et les règles et délais d'obtention (pour éviter des conflits avec l'activité de recherche de l'UMR et favoriser la synergie entre projets et surtout éviter des demandes de données pour des applications non scientifiques et/ou des demandes peu claires et/ou émanant de structures peu fiables)
- ✓ Prévoir l'organisation d'une journée thématique, une sorte de 'feedback' des projets/applications autour des utilisations des données (résultats, difficultés, méthodologie, retour d'expérience).

Intégration de la paléolimnologie

- ✓ L'intégration pleine de l'approche paléolimnologie dans la démarche SOERE nécessite de bien définir un cadre durable pour le volet paléolimnologie (distinguer le côté 'pérenne' du côté 'projet spécifique'). Parmi les perspectives à favoriser : Collections, ouverte d'échantillons, métadonnées et données.

Poursuite des travaux sur les micropolluants

- ✓ La poursuite des travaux relatifs envisagés (utilisation trappes sédiment pour suivi des dépôts particuliers) s'inscrivent dans la continuité des acquis actuels du SOERE.

4. Tableau de synthèse fourni par le CS concernant les points forts du SOERE et la synthèse des discussions

Points Forts	Strengths
<ul style="list-style-type: none"> • Observatoire INTEGRE à l'échelle du Réseau Trophique • Allie production de données + interprétation • 3 lacs : permet d'appréhender les changements locaux et globaux • Plusieurs échelles de temps : suivis Long Terme + perspectives de suivi + paléo-limnologie • Approche de la diversité basée sur les approches moléculaires pour certaines composantes du réseau trophique microbien. 	<ul style="list-style-type: none"> • INTEGRATED approach at the scale of the food web • Combining production data AND interpretation • 3 lakes : provides insight into local and global changes • Multiple time scales : Long Term Perspectives + monitoring + paleo- limnology • Approach of Diversity based on molecular approaches
Questionnement / Discussion	
Général	General
<ul style="list-style-type: none"> - Ce type d'observatoire nécessite une stratégie à Long Terme : quelle pérennité pour l'observatoire ? Dans le cas ce projet et compte tenu de son historique cette pérennité de l'observatoire exige une identification claire des attentes des gestionnaires des Lacs (et financeurs) et la stratégie scientifique de l'UMR CARTEL ainsi que son positionnement aux échelles nationale et internationale. - L'articulation avec les travaux de recherche de l'UMR CARTEL et le réseau des utilisateurs n'est pas toujours très claire ce qui constitue à la fois un avantage (synergie des efforts et des réflexions) mais ceci pourrait-il constituer une difficulté ? - Quel est le rôle du conseil d'Utilisateurs ? A définir son articulation avec le nouveau CS qui vient de mettre en place. - IL est nécessaire d'assurer une meilleure articulation avec le projet « modélisation » ? - Il est important d'avoir une vision prospective par rapport au changement global mais également les directives en cours (DCE etc.) et les impératifs de gestion (eutrophisation, pollution, pêche, tourisme) - Projets associés : <ul style="list-style-type: none"> ○ Insertion des données de rétro-observation dans le SI ? ○ Données contaminants ? - Valider l'orientation <ul style="list-style-type: none"> ○ Intégration totale de la démarche paléo/retro-observation ○ -> capitalisation des données et de la démarche => OK - Mieux justifier la poursuite d'acquisition des données par rapport à une stratégie d'observation (fréquence...) 	<ul style="list-style-type: none"> - This type of observatory requires a long-term strategy: what is the sustainability of the strategy? - The coordination with research of UMR CARTEL is not always clear. This constitutes both an advantage (synergy of efforts and thoughts), but could this be a problem? - What is the role of the Council of Users? - There is a need for better coordination with project "modeling"? - Related projects: <ul style="list-style-type: none"> ○ Insert data back- observation in the SI? ○ Contamination data? - Submit orientation <ul style="list-style-type: none"> - Full integration of the paleo approach / retro - observation -> Capitalization data and approach = > OK - Better justify the acquisition of further data in relation to a monitoring strategy (frequency ...)

Points spécifiques	Specific points
<p>Les indices d'abondance poissons reposent essentiellement sur des données de pêches professionnelles. C'est important et la longueur de la série de données rend ces données pertinentes. Cependant, un suivi plus robuste sur ce compartiment devrait idéalement comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des données robustes sur les efforts de pêches et des travaux de quantification des Captures par Unité d' Effort - Des données de suivis scientifiques in situ indépendants de la pêche professionnelle. En ce sens, il est donc extrêmement important de promouvoir les suivis hydroacoustiques. Quelle stratégie d'échantillonnage ? - Echantillonnage à haute fréquence : quelle est le positionnement de l'observatoire ? - L'implication des scientifiques dans la démarche de calibration et validation des données est cruciale. - Comment rendre l'observation homogène entre les 3 lacs (observatoire avec des variables communes et des opportunités de recherche dans le cadre de nouveaux projets pour étudier conjointement les 3 lacs et éventuellement d'autres lacs similaires) - Favoriser le positionnement de l'observatoire aux échelles nationales et internationales. 	<p>Fish abundance indices are mainly based on data from professional fisheries. This is important, and the length of the data series makes these data relevant. However, a more robust monitoring of this compartment should ideally include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Robust data on fishing effort and the work of quantification of catch per unit of effort - Data from in situ scientific monitoring independent professional fishing. In this way, it is extremely important to promote hydroacoustic monitoring.